

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

Le Monde Occidental Chrétien

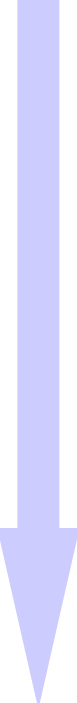


Angel Bruceña
(abrucena@yahoo.fr)
Novembre 2004

Sommaire

- Chronologie
- Le Haut Moyen age
- Le réveil de l' Europe et les influences islamiques (XI^e-XII^e siècles)
- La Science, la Scholastique et les Universités
- La science et les préoccupations pratiques
- Conclusions
- Pour savoir plus

Chronologie

- 
- Le haut Moyen Age (V^e au X^e siècle)
 - récession économique, désordre politique, barbarie,...
 - Le réveil de l' Europe et les influences islamiques (XI^e-XII^e siècles)
 - poussée démographique, augmentation de la circulation monétaire, certaine stabilité politique, contacts internationaux avec la science arabe, ...
 - L'age d' Or de la science « Scholastique » (XIII^e siècle et début du XIV^e siècle)
 - apogée des universités : Albert le Grand, Sait Thomas, Roger Bacon,...
 - montée de la bourgeoisie, respect de l'autorité papale
 - Le Bas Moyen Age (1350-1450)
 - mauvaises récoltes, la grande peste (1347-1348), régression économique,...

Le Haute Moyen Age (V^e – X^e siècle) ...

- **Aurelius Agustinus** (Tagaste/Algérie, 354-430)
 - Professeur de rhétorique Carthage, Rome Milan
 - Influences des philosophes grecs : « Néoplatonisme »
 - Conversion et baptême 387, puis évêque à Hippone
 - La science a un rôle à jouer dans la religion chrétienne
 - « L'étude de l'univers devait conduire à une appréciation plus haute de la sagesse de Dieu »
 - « Je ne croirais pas, si je n'avais pas de raisons de croire »
 - Théologie : reine des sciences
 - Opposé aux conceptions grecques et orientales sur les processus cycliques
 - « l'histoire est en mouvement depuis un commencement vers une fin »
 - Son œuvre « immense »
 - le biographe d'Augustin, Possidius, «un seul homme pourrait tout lire et tout connaître»: 113 traités, certains de dimensions considérables comme *La Cité de Dieu*, *Confessions*, ...



Le Haute Moyen Age...

- **Saint Isidore** (Séville, VII^e siècle)
 - Evêque de Séville
 - Conversion du roi wisigoth Reccarède en 587 de l'arianisme au catholicisme.
 - L'unité de foi renforce ainsi l'unité politique de la péninsule
 - Organisateur du concile de Tolède (633)
 - réorganisation de l'église
 - *Les Etymologies* : compendium « encyclopédie immense »
 - arts,
 - les techniques matérielles,
 - le droit,
 - la médecine,
 - les savoirs sacrés
 - les sciences naturelles.



Le Haute Moyen Age...

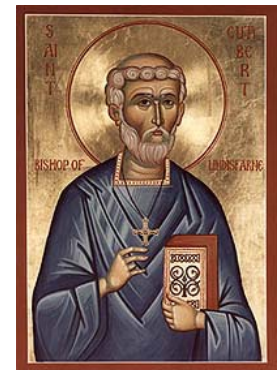
- **Bède le Vénérable** (Angleterre VII^e siècle)

- Premier historien d' Angleterre
- comprendre l' Écriture sainte
 - «connaissance scientifique». du ciel, des phénomènes atmosphériques, de la terre et de ses parties
- *Comput* : mesures du temps et dates
 - Calcul des calendriers
 - Calendrier : référence à la naissance du Christ
- Etudes des marées (endroits, heures)



- **Jean Duns Scot** (Irlande IX^e siècle)

- connaissance du grec
- Doctrine astronomiques : *De divisione Naturae*
 - adopte et généralise le système de Héraclide du Pont (-IV^e siècle)
 - Venus et Mercure tournent autour du Soleil « **début héliocentrisme** »
- **L'esprit de l'homme est la clef du monde qui ouvre à l'auto-révélation de Dieu** (théophanie). En cas de contradiction entre l'autorité et la raison, c'est la raison qui l'emporte.



Le réveil de l' Europe et les influences islamiques (XI^e-XII^e siècles)

- Gerbert et l' Ecole de Salerne
- L'âge des grandes traductions (XII^e siècle)
- L'influence arabe au XIII^e siècle

Gerbert et l' Ecole de Salerne ...

- Gerbert (Aurillac – 938/1003)
 - Archevêque de Reims, puis Pape Sylvestre II
 - Erudit des mathématiques
 - Séjour en Espagne
 - Monastère de Santa Maria de Ripoll et Cordoue ?
 - greffe « isidorienne/arabe »
 - *De rationali et de ratione uti* « le rationnel et l'usage de la raison »
 - définition et classement des connaissances
 - Transfert de la science arabe vers l' Occident
 - Chiffres « arabes »
 - adoption en Occident
 - Astrolabe (« aster »: astre, « lambano »: prendre)
 - Astrolabe en Occident



.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9



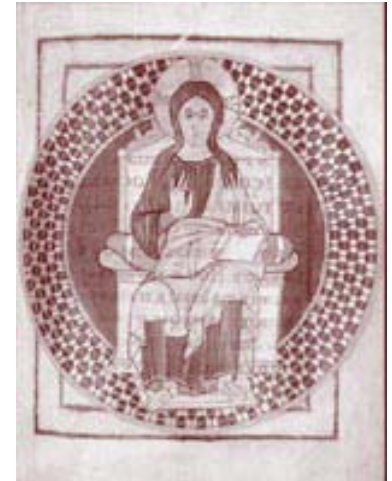
Gerbert et l' Ecole de Salerne ...

- Ecole de Salerne
 - Ecole de Médecine
 - maîtres
 - latins, grecs, arabes, hébreux
 - développement de l' anatomie
 - dissection méthodique du porc
 - renaissance de la chirurgie
 - trépanations, tumeurs cancéreuses, blessures du ventre
 - Médicaments à base d'alcool (distillation du vin)

Au Roi d'Angleterre salut.
Toute l'Ecole de Salerne
En ce court écrit a pour but
De lui tracer comment il faut qu'il se gouverne,
S'il veut se garantir de toute infirmité,
Et vivre en parfaite santé.
Buvez peu de vin pur ; le soir ne mangez guère ;
Faites de l'exercice après chaque repas.
Dormir sur le dîner, c'est l'usage ordinaire

L'âge de grandes traductions (XII^e siècle)

- Adélarde de Bath (Bristol 1090-1160)
 - Philosophe, mathématicien et naturaliste
 - Etudes en France, Sicile, Jérusalem, Espagne
 - Ouvrages :
 - *Geometrica* : traduction, de l'arabe, des *Éléments* d'Euclide, le texte de base en géométrie
 - *De l'abaque* : traduction de l'*Arithmétique* d'al-Khuwarizmi
 - *Quaestiones naturales seu physicae*
« questions naturelles ou physiques »
 - recueil de discussions sur la nature de l'homme, les météores, l'astronomie, la botanique et la zoologie



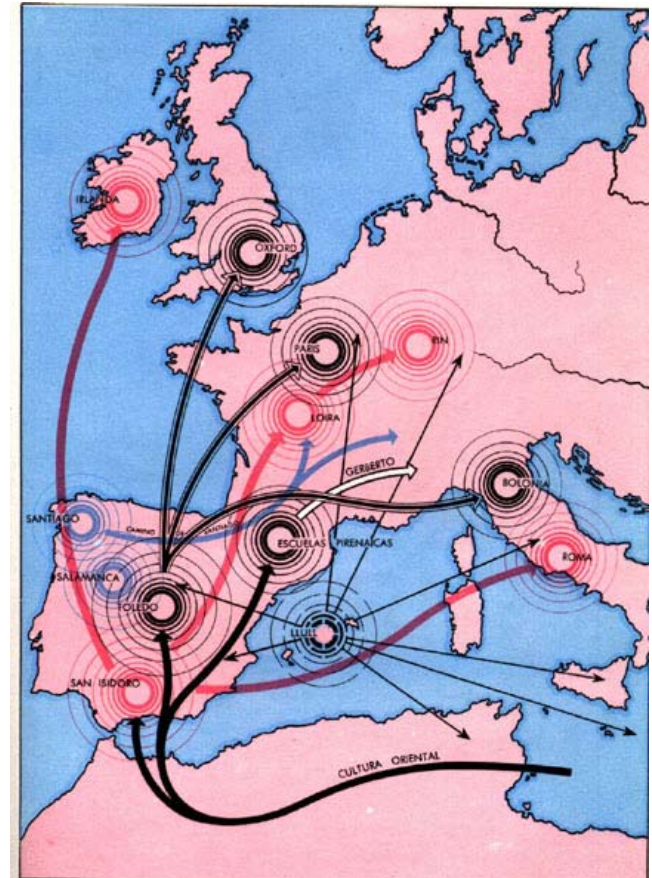
L'âge des grandes traductions ...

- Les Traductions en Espagne
 - collaboration de deux personnages
 - juif : arabe vers langue vulgaire,
 - chrétien : mise en oeuvre en latin
 - **Pierre Alphonse** « Moses Sephardi »
 - Traité sur les tables Al-Khwarizmi
 - *Disciplina clericalis* : Classification
 1. Logique
 2. Arithmétique
 3. Géométrie
 4. Médecine
 5. Musique
 6. Astronomie
 7. Philosophie ou grammaire



L'âge de grandes traductions ...

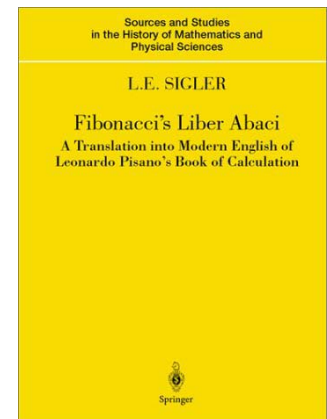
- **Abraham bar Hiyya** « Savasorda » (chef de garde »
 - Oeuvres d'astrologie,
 - *Liber embadorum* : (première version latine)
 - équation de deuxième degré,
 - calcul des surfaces
 - $\pi = 3,1416$
- Ecole des Traducteurs de Tolède (capitale de Castille 1085)
 - Evêque **Raymond, Jean de Luna, Gondisalvo**
 - *Liber Algorismi de numero Indorum* (livre d'al-Khwarizmi)
 - *Almageste, Planisphère* (Ptolémée)
 - **Gérard de Crémone**
 - *De mensura circuli* (Archimède)
 - *Météorologiques, Du ciel, De la physique* (Aristote)
 - Ecrits d'Hippocrate, Galien, al-Kindi, ibn Qura,...





L'influence arabe au XIII^e siècle : Fibonacci (Pisa, 1170-1250)

- fils de Bonacci « **Fibonacci** »
- un des plus grands mathématiciens du Moyen Age
- à 12 ans apprend l'arithmétique et la langue arabe
- Commerçant et grand voyageur
 - Egypte, Syrie, Grèce, Sicile,...
- Travaille pour la cour de Frédéric II : Salaire pour ses services en matière de comptabilité et **d'enseignement**
- Œuvres :
 - *Liber abaci* (1202) : 15 parties
 - Compendium Arithmétique et Algèbre dans ses voyages
 - Introduction du système décimal Hindou-Arabe et des chiffres arabes en Occident
 - Autres « petits problèmes » :
 - addition, soustraction, multiplication, fractions, calcul des prix, règles de société, alliages et monnaies, progressions, proportions, racines, carrées et cubiques, ...





L'influence arabe au XIII^e siècle : Fibonacci ...

– *Liber abaci* (suite)

- possédant au départ un couple de lapins, combien de couples de lapins obtient-on en douze mois si chaque couple engendre tous les mois un nouveau couple à compter du second mois de son existence ?

➤ **0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ...** (suite de Fibonacci)

– Le nombre d'or

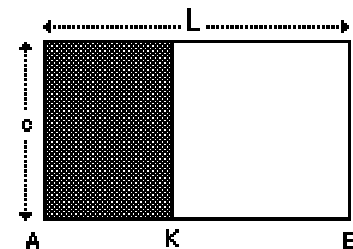
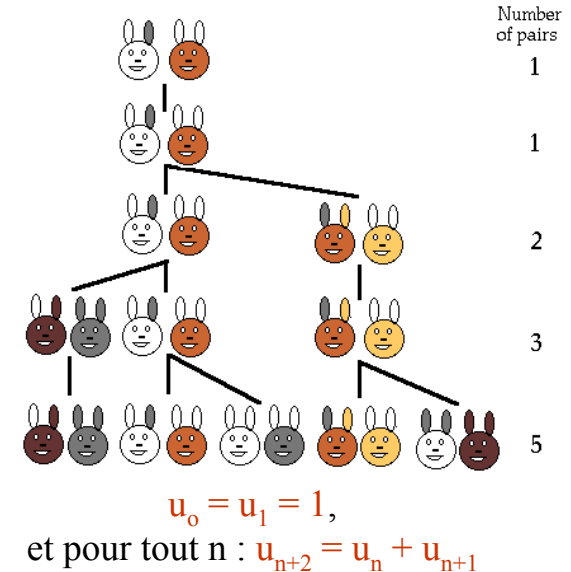
- Le nombre d'or peut être défini par une propriété remarquable : considérons un rectangle de dimensions L sur c , ôtons-lui le carré de côté $KB = c$. Notre rectangle est dit vérifier la divine proportion (rectangle d'or) si le rectangle en grisé est de même proportion que le rectangle initial :

- $N = L/c$

- $N - 1 = 1/N$

$$N = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

$$\frac{L}{c} = \frac{c}{L - c}$$





L'influence arabe au XIII^e siècle : Fibonacci ...

- *Practica geometriae* :
problèmes d'arpentage et
calcul de π
- *Flos Leoanardi* : 15 problèmes
d'analyse de premier et
deuxième degré

L'influence arabe au XIII^e siècle ...

- Le roi Alphonse X le Savant (Alfonso X el Sabio - 1252/1284)

- poète, musicien, juriste, historien, astronome, déplorable politicien
- *Astronomie* :
 - « *Libros del saber de astronomia* » :
 - description des sphères célestes, coordonnées des étoiles, études sur l'astrolabe, horloges,...
 - *Libro complido en los indizios de las estrellas*
- *Tables alphonsines*

- Jehuda ben Moses Cohen (en espagnol 1252-1272)
- équations du soleil, lune et planètes,
- théorie trigonométrique des sinus,
- latitudes géographiques,
- calcul de l'heure
- traduction latine 1320 pour diffusion

➤ **Source d'information pour Copernic**

• <http://www.cosmovisions.com/textTablesAstronomiques.htm>



Distincta differentia vni regni ad aliud et nomina regum atq; cuiuslibet rex cognit: Que quide differentia grat erat necessaria: ut diversis gentibus posset buisimodi tabulis deservire: tam romanis q; grecis: tam arabibus q; latinis: et ceteris aliorum.

Differentie omnia grati hic posuim: ad invicem in 4^{to}, 5^{to}, 6^{to} et 7^{mo} pollicibus: quib' oppositis annis: quaru prior et maior in tempore semp' p'cedit: bitur et minor et posterior secundario habet scribi.

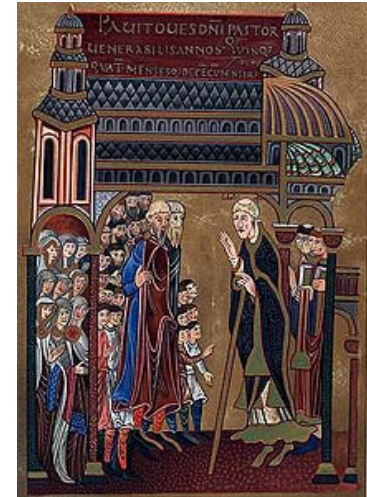
	4	5	6	7
D ^{ra} Saluuij et regis alfonsij	7	21	40	38
D ^{ra} Nabuchodonosor et regis alfonsij	3	12	44	25
D ^{ra} Philippi et alfonsij	3	19	45	5
D ^{ra} Alexandri magni et alfonsij	2	18	32	44
D ^{ra} Cesaris et alfonsij	3	10	49	19
D ^{ra} Incarnacionis et alfonsij	3	6	57	60
D ^{ra} Eudocij et alfonsij	1	18	11	13
D ^{ra} Arabum et alfonsij	1	3	54	44
D ^{ra} Yccidageti: periarum et alfonsij	4	2	61	0
D ^{ra} Saluuij et nabuchodonosor	3	15	16	13
D ^{ra} Saluuij et philippi	4	41	16	13
D ^{ra} Saluuij et alexandri magni	4	43	7	54
D ^{ra} Saluuij et cesaris	5	10	51	19
D ^{ra} Saluuij et incarnacionis	5	14	43	39
D ^{ra} Saluuij et eudocij	5	43	29	25
D ^{ra} Saluuij et arabum	6	17	46	14
D ^{ra} Saluuij et periarum	6	18	40	38
D ^{ra} Nabuchodonosor et philippi	0	43	59	20
D ^{ra} Nabuchodonosor et alexandri	0	44	11	41
D ^{ra} Nabuchodonosor et cesaris	1	11	55	61
D ^{ra} Nabuchodonosor et incarnacionis	1	15	46	20
D ^{ra} Nabuchodonosor et eudocij	1	44	33	12
D ^{ra} Nabuchodonosor et arabum	3	18	60	11
D ^{ra} Nabuchodonosor et periarum	3	19	50	25
D ^{ra} Philippi et alexandri magni	0	1	12	21

La Science, la Scholastique et les Universités ...

- Ecole de Chartres
- Les Universités
- Albert le Grand
- L' Ecole d' Oxford
 - Robert Grosseteste
 - Roger Bacon
- Le groupe hispanique : Pierre d' Espagne, Raymond Lulle
- Réactions sur la pensée d' Aristote :
 - Physiciens et astronomes
 - Théologiens : Saint Thomas d' Aquin
- Les nominalistes et l' *impetus*

Ecole de Chartres

- Fondation début XI^e siècle par Fulbert (disciple de Gerbert)
 - Les Chartrains croient au progrès
 - « Nous sommes, comme des nains montés sur les épaules des géants, si bien que nous pouvons voir plus de choses qu'eux et plus loin, non pas que notre vision soit plus perçante ou notre taille plus haute, mais parce que nous nous élevons grâce à leur taille des géants »
 - Gilbert de La Porrée :
 - les quatre substances terre, eau, air et feu sans se mêler
 - Thierry de Chartres
 - *Hexameron* : cosmogonie rationaliste et mécaniciste
 - concilier la Genèse et la physique
 - Dieu crée 4 éléments, en sphères concentriques



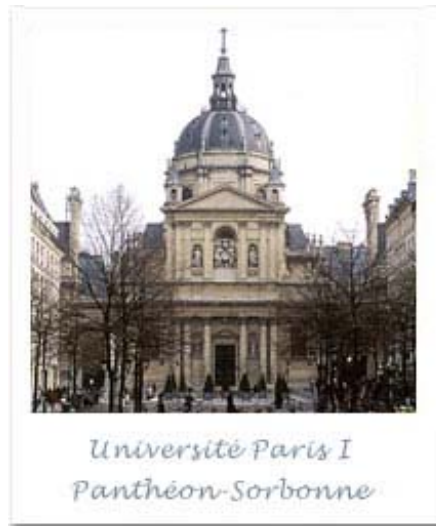
Les Universités ...

- Relâchement féodal
- Augmentation de la population
- Groupement en corporation
- Dilemme Foi et raison
 - Oeuvre Aristote à l'université
 - d'abord « condamnée »
 - éternité du monde, fatalisme astrologique,...
 - Albert le Grand :
 - juxtapose science-théologie
 - Thomas d' Acquin
 - synthèse entre la foi et la raison
- Encyclopédies « scientifiques »
 - Sainte Hildegarde (zoologie)
 - Alexandre Neckam (boussole)
 - Thomas Cantimpré (zoologie)



Les Universités ...

- Bologne : « juridique »
- Salamanque : « théologique »
- Sorbonne : « théologique »
- Oxford : « théologique »



Saint Albert le Grand (1206/1280)

- « Doctor Universalis »
 - Assimilation :
 - « Aristote-pensée chrétienne »
 - *De vegetabilibus aut plantis*
 - classification des plantes et fleurs
 - *De animalibus* (26 livres)
 - observation physiologiques
 - système nerveux des arthropodes
 - système d'orientation des fourmis,
 - étude de l'araignée
 - ...
 - description de la faune
- rejets des mythes => observations scientifiques



L' Ecole d' Oxford ...

- Ecole franciscaine
- Robert Grosseteste (1175/1253)
 - Créateur de l' Ecole
 - Etudes des Ecritures, langues, sciences (mathématiques et sciences naturelles)
 - Vérifier la théorie par l' Expérimentation
 - **procédure de science expérimentale**
 - Etudes
 - Optique « science physique fondamentale »
 - **La lumière première forme « Que la lumière soit »**
 - **Etudes des rayons de lumière : réflexion, réfraction (basé sur l'ouvrage d'Al-Haytham)**
 - géométrie, astronomie



L' Ecole d' Oxford ...

- Roger Bacon (1214/1292)
 - « père de la science expérimentale »
 - « Le raisonnement ne prouve rien, tout dépend de l'expérience »
 - Brillantes fictions :
 - bateaux sans rameurs, chars automobile, machines volantes,... (précurseur de Léonard de Vinci)
 - Etudes :
 - poudre à canon, lentilles, miroirs concaves,...
 - Optique (basée sur d'Al-Haytham)
 - cristallin la partie sensible de l'oeil,
 - formation de l'arc en ciel
 - » gouttelettes comme petits miroirs sphériques



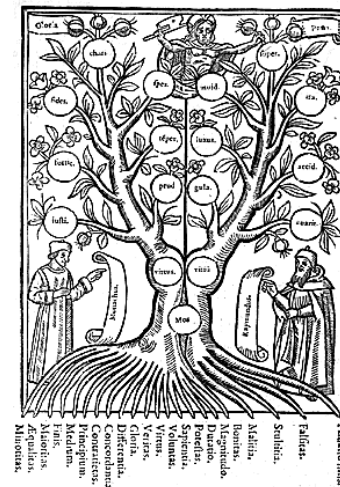
Le groupe hispanique

- Petrus Hispanus (Portugal XIII^e siècle)
 - devient le pape Jean XXI (dominicain)
 - concilier « via experimenti et la via rationis »
 - Médecin comme Avicenne (professeur à Montpellier)
 - commentaires Hippocrate, Galien
 - *Trésor des pauvres* : vulgarisation médicale
 - Théorie *spiritus* ou force vitale transmissible
- Raymond Lulle (Majorque XIII^e siècle)
 - mystique franciscain « Doctor Illuminatus »
 - utilisation de la logique dans les dogmes de l'église
 - *Ars Magna* (arbre de la connaissance, des vertus,...)



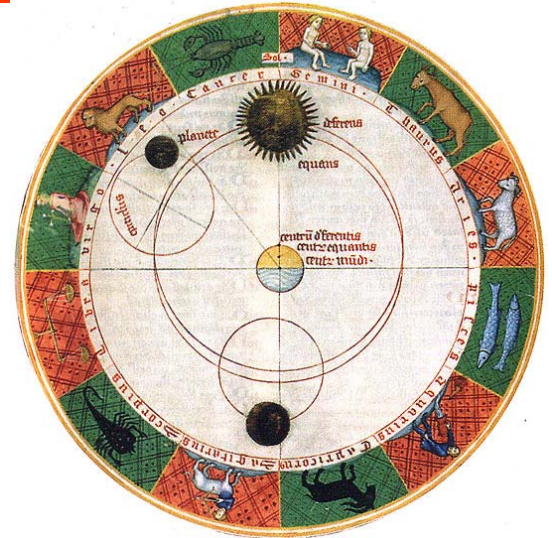
Arbor moralis.

123



Physiciens et astronomes

- Application du modèle de Ptolémée par opposition au modèle d' Aristote (uniforme, centre unique, Terre immobile)
 - Campanus de Novare
 - Jean de Sacrobosco (Angleterre 1195-1256)
 - enseignement de l'algèbre et l'arithmétique « *De Algorismo* »
 - Manuel d'astronomie : la *Sphère*
 - Etude du calendrier : proposition d'une réforme
 - « futur calendrier Grégorien XVI siècle »
- Perfectionnement de l'astrolabe
 - « machines à calculer le cours des astres »
 - Tables tolédanes ou d' Azarquiel (XIIe siècle)
 - grande précision



Théologiens et la physique d' Aristote ...

- L'averroïsme (Thèses d' Aristote)
 - « Les dieux sont des intelligences qui donnent mouvement aux sphères »,
 - « La matière est éternelle : pas début et pas de fin »,
 - « Tout ce qui est possible, sera; tout ce qui ne sera jamais, est impossible », pas de liberté
 - fatalisme musulman
- Condamnation en 1277 , Etienne Tempier (évêque de Paris)
 - « Dieu tout puissant, faculté de créer »
 - « remplacement de l'espace purement physique (Aristote) par un espace géométrique infini (Euclide, Descartes)»
- Robert Grosseteste
 - « Conception d'un Univers se formant par le rayonnement de la lumière à partir d'un point »



➤ “naissance de la science moderne” (Pierre Duhem)

Théologiens et la physique d' Aristote ...

- Thomas d' Aquin (Roccasecca 1225-1274)
 - Etudes grammaire, logique et sciences naturelles (Naples)
 - Dominicain élève d' Albert le Grand (Paris)
 - chaire de Théologie
 - « la raison peut apporter la vérité et la certitude »
 - « la Nature est un livre ouvert écrit par Dieu »
- Réconcilier l'orthodoxie chrétienne et la science grecque



➤ <http://www.thomas-d-aquin.com/>

Les nominalistes et l' *impetus* ...

- Nominalistes
 - « universaux » (classes) n'existent pas seulement les objets
- William Ockham (1295-1350)
 - « rasoir d'Ockham » : *entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem* (les entités ne doivent pas être multipliées au-delà du nécessaire)
 - principe d'économie qui guidera la science moderne
- John Buridan (1295-1366)
 - Recteur de Paris
 - Auteur concept *impetus*
 - « la flèche continue son mouvement parce qu'elle a reçu au départ « élan » et elle le perd petit à petit lors de sa course »
 - application aux planètes



Les nominalistes et l' *impetus* ...

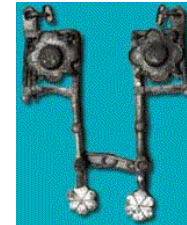
- Nicole Oresme (1323-1382)
 - élève de Buridan et évêque de Lisieux
 - Mathématiques
 - représentation graphique, de fonction
 - (lien entre distance, temps et vitesse)
 - Notation des fractions : *Algorismus proportionum*
 - appellations *numérateur* et *dénominateur*
 - Concept déduction
 - démarche logique , obtenir un nouveau résultat à partir d'autres résultats
 - Notion des coordonnées
- Cinématique
 - vitesse de chute des corps est proportionnelle au temps de chute
- Astronomie : *Le livre du ciel et du monde*
 - rotation de la Terre
 - « pluralité des mondes habités »

$$\frac{\boxed{1}}{\boxed{7}} \text{ pour notre } \frac{1}{7}$$



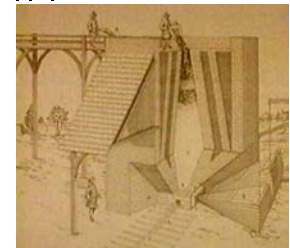
La science et les préoccupations pratiques ...

- Conquête des forces motrices
 - amélioration de l'harnachement des cavaliers (IX^e)
 - selle à arçons, ferrure à clous, mors de bride, ...
 - attelage à collier d'épaule
 - (augmenter la force de tire)
 - pavage des routes, dallage (XIV^e)
 - Moulins à eau, à vent (X^e)
 - Lourde charrue (XIII^e)



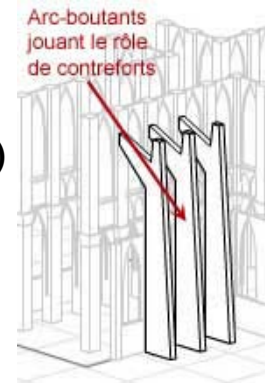
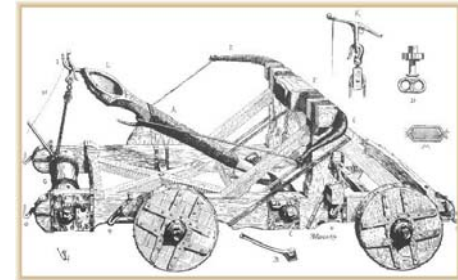
La science et les préoccupations pratiques ...

- Utilisation du « linge » de corps (XIV^e)
 - amélioration de l'hygiène et recul de la lèpre
- Inventions du Bouton, de la chemise
- Premiers hauts fourneaux (XIV^e)
 - énergie hydraulique
- Techniques de distillation
 - alambique en « serpent »
- Fabrication alcool (Salerne XII^e),
 - *aqua ardens* 60°, *aqua vitae* 90°
- Fabrication acides minéraux
 - acide nitrique (XII^e) « eau fort »
 - acide sulfurique (XV^e), « huile de vitriol »



La science et les préoccupations pratiques ...

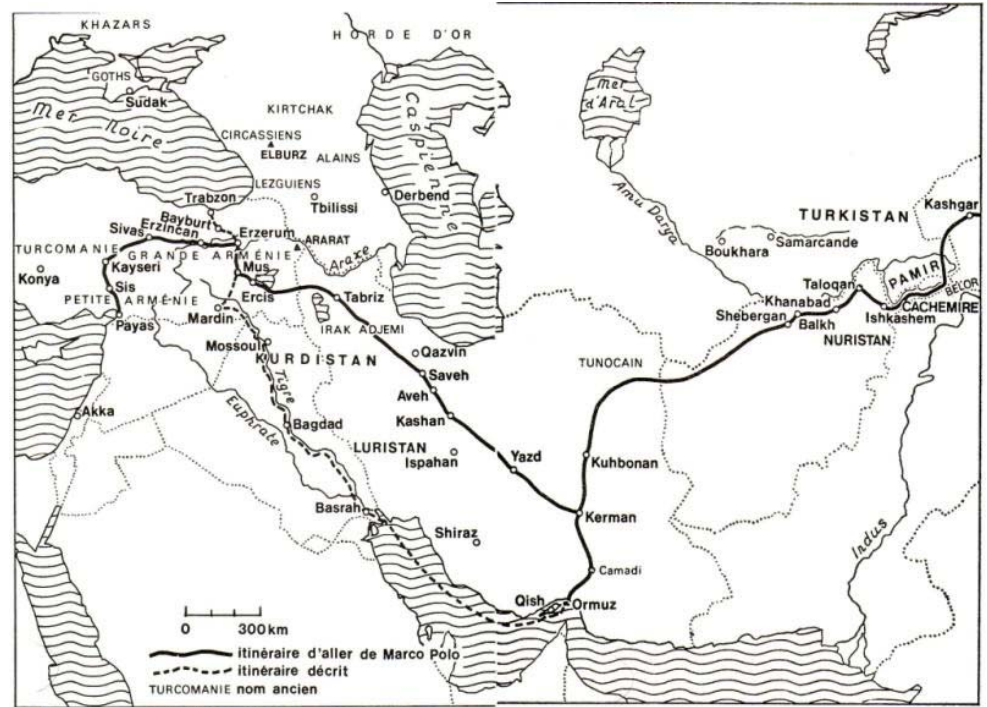
- « Lunettes » pour presbytes et hypermétropes (XIII^e)
- art militaire
 - arbalète, catapulte,
 - poudre,
- Architecture
 - contrebuter (équilibrer la poussée des voûtes)
 - brouette (Chine IIIe)
 - écluses à portes,
 - dragues,
 - ...





La science et les préoccupations pratiques : Marco Polo ...

- Missions : Contacts Europe-Chine
 - Marco Polo (1254-1324)
- Voyage 1271-1295





La science et les préoccupations pratiques : Marco Polo ...

- Papier monnaie





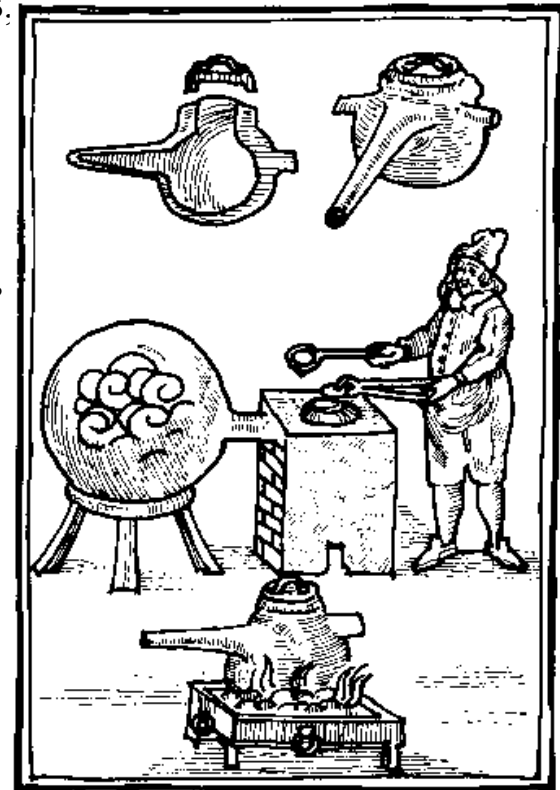
La science et les préoccupations pratiques : Marco Polo ...

- Le Livre des Merveilles « Il Millione »



La science et les préoccupations pratiques ...

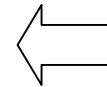
- L'alchimie : artisans « tradition familiale » et les moines, recettes et traditions « mystico-allegorique »
 - Influence arabe : Rhazès
 - *De aluminibus*
 - Ecole de Salerne (Médecine)
 - Compilations alchimiques (Albert le Grand, saint Thomas, Roger Bacon,...)
 - Développement des Procèdes
 - teinture d'étoffes, trempe des aciers,...
 - Recherche de l'élixir
 - congélation « pierre philosophale » (sorte de catalyseur à la combinaison du soufre et le mercure)



- Alchimie XXe : Fusion froide : (Science et Vie Mai 2004)

La science et les préoccupations pratiques ...

- Portulan (XIII^e)
 - description écrite des côtes et des ports
- Vers une représentation du “monde réel”

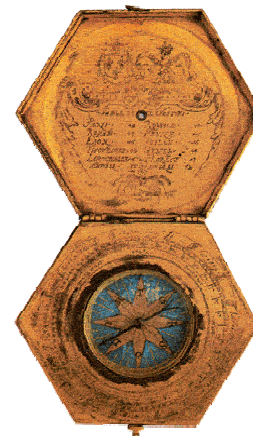


La science et les préoccupations pratiques...

- Caravelle (1420)
 - « aventure portugaise » Henri le Navigateur
 - « aventure américaine » Cristobal Colon



- Boussole (XIII^e)



Conclusions

- Ce n'est pas une période d'obscurantisme !!!
- L' Eglise du Moyen Age a beaucoup plus sauvé et encouragé que freiné et détourné
- La Renaissance est bien la fille ingrate du Moyen Age

Pour aller plus loin

- **Livres**

- Histoire Universelle des Sciences - Colin Ronan- Seuil;
- La Science antique et Médiévale - René Taton - PUF
- Historia de la ciencias – tome 1, Stephen F. Mason, Alianza Editorial

- **Encyclopédies**

- Universalis
- Encyclopaedia Britannica (en anglais)

- **Sites internet**

- en Français
 - <http://classes.bnf.fr/dossism/occichre.htm>
 - <http://fr.wikipedia.org/wiki/Accueil> (encyclopédie libre et gratuite)
- en Anglais
 - http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Indexes/500_999.html
 - http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Indexes/1000_1499.html
 - http://www.all-science-fair-projects.com/science_fair_projects_encyclopedia/Category:History_of_science