

groupe d'HISTOIRE des
MATHEMATIQUES
pour nos ELEVES

حساب

و

اسلام

Mathématiques et Islam



Ces documents de travail sont la propriété de l'I.R.E.M. de DIJON.

Les droits de reproduction et de traduction sont réservés pour tous pays. Toute reproduction par quelque procédé que ce soit constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11.03.1957 sur la protection des droits d'auteur.

La présente brochure a été produite par l'équipe transdisciplinaire du groupe d'Histoire des Mathématiques pour nos Elèves de l'I.R.E.M. de DIJON, composée de :

BATAILLE et BOUAT (Histoire)

JAMBET (Philosophie)

PLANE (Mathématiques)

Auxerre, Janvier 1981

Le titre de la brochure s'énonce Hisāb wa Islām. Hisāb signifie calcul, non dans un sens restrictif mais dans celui qu'avait au Moyen Age le mot comput (computare en latin). Ce sont les mathématiques de notre travail : "Comput et Islam".

ERRATA

De nombreuses erreurs matérielles, dont nous nous excusons, apparaissent en particulier dans la transcription des termes islamiques. Nous vous prions d'en trouver ici la correction.

- Page 15, ligne 20 : lire moslim au lieu de moslin
ligne 21 : lire Lâ ilâha ilâ'ILah au lieu de illâ
ligne 30 : lire Tabrîz au lieu de Tabûz
ligne 31 : lire 'Attar au lieu de Cattar
et Rûzbehân au lieu de Rûzbchâm
- Page 16, ligne 6 : lire Qōds au lieu de gōdo et typifîe au lieu de typéfie
ligne 7 : lire Qiblâ au lieu de gibla
ligne 13 : lire Jibrîl au lieu de Jibûl
ligne 19 : lire al-fâtîha au lieu de al-fâtcha
- Page 18, lire Foqahâ au lieu de foqahas
ligne 29 : lire anti-anthropomorphique
- Page 19, ligne 30 : lire Shifâ' au lieu de Schifâ
- Page 21, ligne 11 : lire Shî'a au lieu de Ohîa
ligne 17 : lire dans cette au lieu de sans
ligne 32 : lire Alamût au lieu de Alamat
- Page 23, ligne 10 : lire Tûsî au lieu de Tusi
ligne 28 : lire supplicié
- Page 24, ligne 10 : lire (anta-anâ) au lieu de Outa-ana
- Page 27, ligne 27 : lire sollicitées
- Page 28, ligne 6 : lire Saxe au lieu de Save
note 5 : lire Averroïsme et 13è siècle
- Page 38, note 3 : lire Shir au lieu de Shim

LES MATHÉMATIQUES ET LE MONDE ISLAMIQUE

Les élèves du Second Cycle méconnaissent souvent la civilisation musulmane d'une part parcequ'ils ne l'étudient qu'en classe de 5e et sommairement, d'autre part parceque l'actualité prédispose mal à une étude sereine. C'est à ce niveau que cette brochure se veut utile, en facilitant aussi la tâche de leurs professeurs.

Nous avons pensé que si professeurs d'Histoire et de Philosophie manquent souvent d'exemples précis concernant les mathématiques islamiques, inversement la connaissance de l'environnement géographique et historique, religieux et philosophique permet l'élargissement des remarques mathématiques. Ceci explique que, si tous les textes ont été discutés et amendés en commun, notre travail interdisciplinaire n'a pas cherché à aboutir à un texte unique qui aurait voulu tout dire mais à trois approches séparées, destinées surtout à enrichir les perspectives de professeurs souvent à l'étroit dans leur discipline.

La première partie présente le cadre géographique et historique dans lequel la civilisation islamique est née et a évolué jusqu'au XVIIe siècle.

La deuxième partie s'explique par le fait qu'en terre islamique le travail scientifique est inséparable de l'attitude religieuse et philosophique. Elle présente la religion musulmane et le Qorān, les types de savoir et quelques grands savants, puis précise les deux grandes traditions du shî'isme et du soufisme.

La troisième partie expose certaines voies de passage des mathématiques islamiques à l'Occident et illustre de quelques exemples : un mathématicien ben Musa, les métamorphoses d'une formule et, parmi ce qui est dû aux Arabes, une technique opératoire de la multiplication.

Dans chacune de ces trois parties, nous n'avons pas voulu nous limiter à la mathématique arabe -encore moins à l'Afrique du Nord- mais nous avons insisté sur le fait que la vie culturelle islamique était vivante au Moyen Orient, en Perse, en Asie Centrale et vivante de ses multiples contacts avec les autres civilisations.

Note sur la transcription des mots et des noms arabes

- Toutes les lettres se prononcent.
- Le h est toujours aspiré.
- Le kh se prononce comme la jota espagnole ou le ch allemand.
- Le u es prononce ou.
- Le 'ayn et le hamza sont représentés, tous deux, par l'apostrophe.

Note sur les calendriers

Les années du calendrier musulman étant composées de douze mois lunaires ne comportent que 354 ou 355 jours. Par suite la correspondance de datation entre les années des calendriers chrétien (C) et musulman (M) n'est pas constante. On peut, à peu près, la faire à l'aide de la formule suivante : $M = 1,031 (C - 622)$.

On notera en outre que les deux années ne commencent pas le même jour.

CADRE GEOGRAPHIQUE ET HISTORIQUE

En 1979 "le monde de l'Islâm" se présente comme un ensemble d'environ 800 millions d'êtres qui dessine sur un planisphère un large demi-cercle du Sénégal à l'Indonésie avec des prolongements en Chine, en URSS, en Afrique centrale et orientale et parmi les travailleurs immigrés d'Europe occidentale. La religion musulmane est née au VIIe siècle en Arabie et dans ce vaste ensemble actuel une sorte de primauté continue de revenir aux peuples arabes et arabisés des premiers temps.

1 - La civilisation islamique primitive s'est épanouie dans un cadre géographique et historique bien particulier (voir croquis 1).

La péninsule arabique est caractérisée, sur plus de 3 millions de km², par d'immenses solitudes plates steppiques et désertiques. Echappent à cette description l'extrême Sud-Ouest (le Yémen) et les oasis au pied de la barrière montagneuse du Hidjâz.

Les tribus nomades clairsemées tirent leur subsistance de l'élevage des chameaux et moutons, se livrent à des razzias à la fois sur les caravanes (qui entretiennent des relations d'affaires avec des pays très éloignés : Aden et Gerrba, Alexandrie et Damas) et sur les oasis (productions de céréales et de dattes, centres d'artisanat rudimentaire, étapes marchandes, lieux culturels).

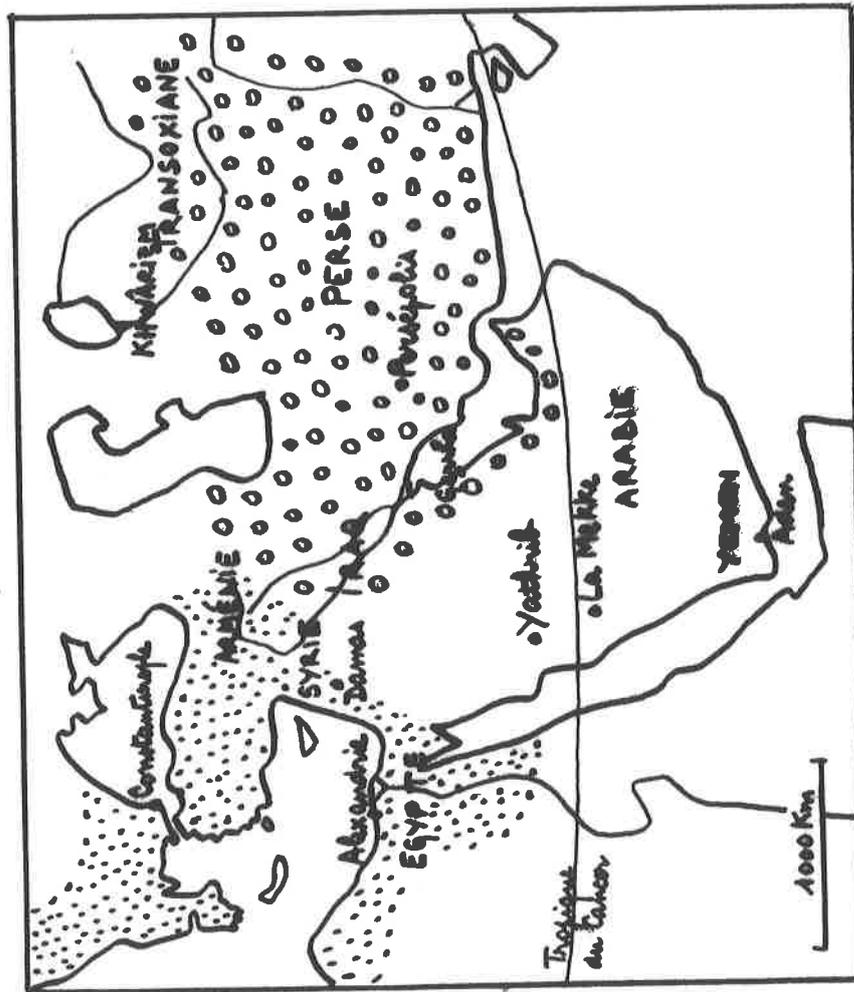
Dans ce monde sans unité politique, divisé en tribus, clans, familles, à l'écart des empires byzantin et sassanide, un rôle exceptionnel revient au VIIe siècle à la ville de La Mekke : le plus actif et le plus peuplé des lieux de sédentarisation. Simple agglomération de maisons dans un site apparemment peu favorable : dépourvu de verdure, étouffant, entouré de hautes montagnes, menacé en cas d'orages par des crues redoutables. La localité se montre néanmoins orgueilleuse de ses constructions et notamment de son temple fréquenté par les populations avoisinantes. Le pèlerinage est sous le patronage de riches marchands tels les clans d'Abû Shams et celui plus modeste de Banû Hâshim dont est issu Muhammad (voir généalogie).

Le temple cubique de la Ka'ba, son bêtyle : la Pierre Noire, divers emplacements sont l'objet de rites de révérence avec station, circumambulation, déterminant des territoires sacrés. Des sacrifices, habituels chez les Sémites, sont offerts aux divinités astrales, au dieu supérieur, créateur, Allâh. Des fêtes se déroulent au moment des semailles, des récoltes, du marquage des troupeaux au printemps... La présence de minorités juives et chrétiennes (parfois réfugiées) sont des ferments de monothéisme.

Croquis n°1

La péninsule arabique et

les Empires voisins vers 600.



 Empire byzantin

 Empire sassanide

D'après l'historien britannique Montgomery Watt, l'action de Muhammad s'est développée dans un contexte sociologique de crise : crise de croissance économique avec déséquilibre accru entre les clans, crise d'ordre moral et religieux et appel à un être passionné reflet de cette fermentation religieuse. Les valeurs de solidarité familiale, les notions de virilité, d'honneur et d'hospitalité, de domination et de soumission des femmes ne répondent qu'imparfaitement aux préoccupations de cette société jusqu'alors relativement stable.

2 - L'annonce de l'Islâm par le prophète Muhammad

Muhammad appartient à un clan peu florissant de La Mekke. Orphelin, il connaît la pauvreté, il est associé à un de ses oncles, caravanier. Son mariage avec une riche veuve Khadîdja le met à l'abri du besoin mais ne lui donne pas de descendance mâle qui aux yeux des Arabes est essentielle.

Peut être ceci explique-t-il des sentiments de frustration, de fréquentes retraites dans les grottes des environs de La Mekke. Des détails fournis par les biographes arabes insistent sur le caractère violent de la Révélation, le climat dramatique dans lequel Muhammad continue de recevoir et de faire connaître le message qu'un "ordre impérieux" l'a chargé de "réciter". Il paraît sûr que Muhammad est incompris de ses compatriotes durant une dizaine d'années (incompréhension due pour une part au fait que cette doctrine place implicitement tous les croyants à égalité devant un dieu unique et tend à substituer aux pouvoirs établis -les riches marchands- l'autorité du Prophète et de sa famille).

Il a pour appuis sérieux les gens de son entourage immédiat, son épouse, son oncle Abû Tâlib père d'Alî, son ami Abû Bakr, quelques clients et esclaves. Le 16 juillet 622, il doit avec quelques partisans s'expatrier à Yathrib (qui deviendra Médine, la ville du Prophète). C'est l'Hégire (l'émigration) date à laquelle les Musulmans font commencer l'ère islamique car là commence vraiment l'enracinement religieux, politique, juridique de l'Islâm. Après 8 ans de luttes, Muhammad impose à La Mekke sa nouvelle religion. Toute l'Arabie est alors convertie et unifiée.

3 - La difficile succession de Muhammad et l'expansion foudroyante de l'Islâm (632-750)

a) La période 632-660 est marquée à la fois par le déchainement de querelles internes et par des conquêtes militaires triomphantes.

- En 632 Muhammad meurt sans avoir désigné parmi ceux, qui se considèrent comme ses héritiers et qui s'affrontent déjà avec âpreté, qui lui succèdera à la tête de la communauté musulmane, qui sauvegardera l'unité, qui maintiendra l'oeuvre interrompue ? Cette grave question de la désignation

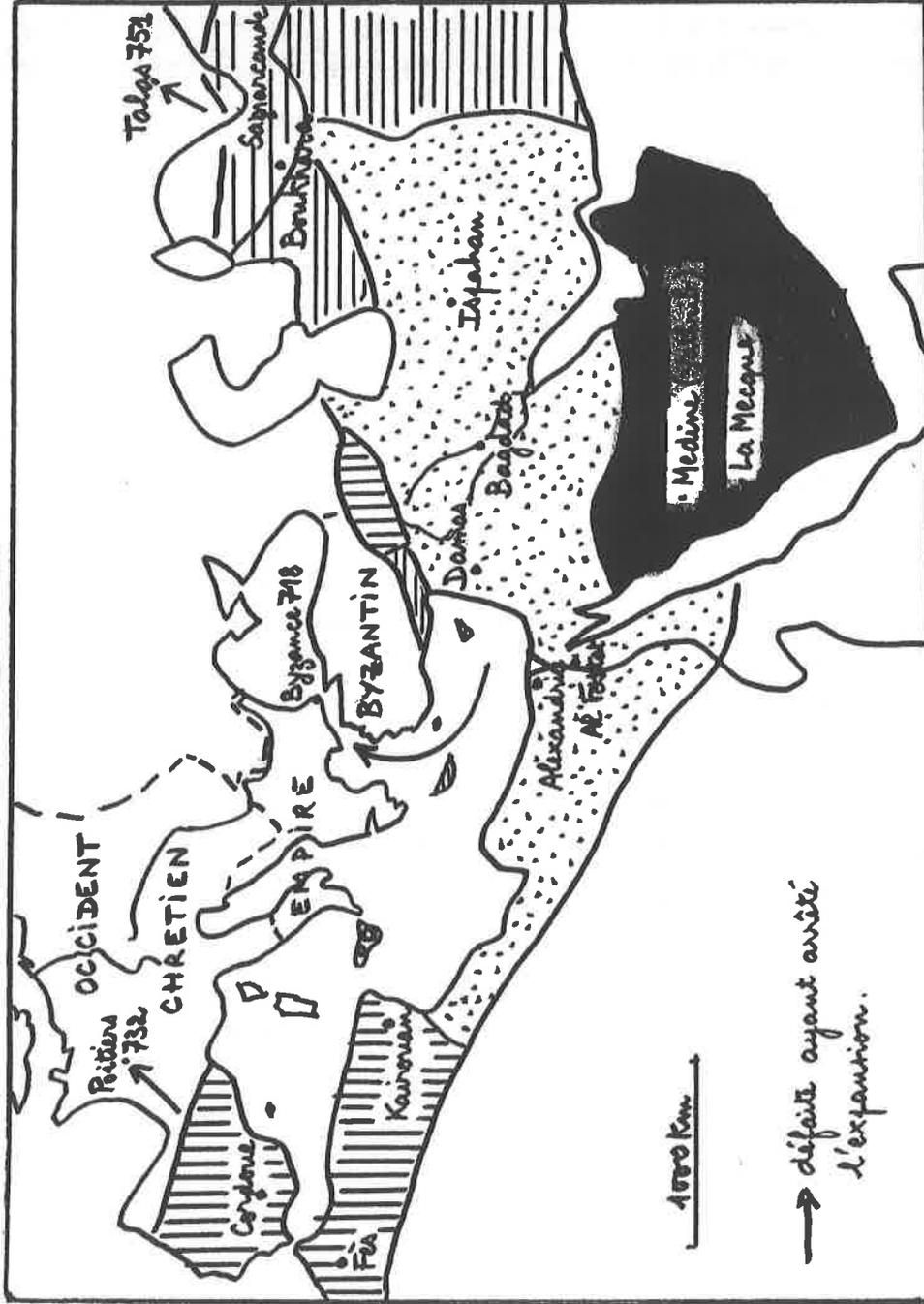
aux fonctions de Khalife (à la fois chef politique et successeur du Prophète) suscitera constamment querelles, divisions, schismes ... Les quatre premiers Khalifes ne doivent leur accession au pouvoir qu'à des élections discutées, dominées par des jeux d'intérêts divergents (voir généalogie). Cette période capitale pour l'avenir de la communauté voit la longue éviction d'Ali, compagnon et gendre du Prophète. Enfin désigné, il périt dans un attentat à Kûfa en 661, victime des luttes intestines des clans mekkois et médinois. La pacification des esprits ne peut se faire car Mu'awiya, qui gouverneur de Syrie accède au Khalifat, est soupçonné et Ali laisse des descendants : deux fils et d'irréductibles partisans qui établissent un nouveau contenu doctrinal politique et religieux : le shî'isme.

- Au même moment, avec une facilité assez étonnante (le fait restera vivace dans la mémoire des Musulmans) sont annexés la Syrie, l'Îraq, l'Arménie, la Perse, l'Egypte, la Tripolitaine avec pénétration jusqu'en Afrique du Nord et en Transoxiane. Il ne s'agit encore que d'un agrégat de provinces quasiment autonomes mais qui reconnaissent l'autorité du pouvoir Khalifien à Médine. S'ajoutent ainsi aux divisions des anciens compagnons du Prophète les facteurs de désunion venant des particularismes locaux non arabes.

b) L'accession au Khalifat de Mu'awiya en 660 marque le triomphe du clan des Umayyades sur le parti shî'ite et d'une nouvelle politique faite de compréhension et de confrontation de l'Islâm avec des régions de très vieilles civilisations. La capitale se déplace à Damas. Le problème de succession n'est toujours pas résolu et les querelles familiales minent la dynastie umayyade. Pourtant l'extension de l'Empire se poursuit de 660 à 750 (voir croquis n° 2) en Occident : Maghreb et Espagne, en Orient : le fleuve Amou Darya est franchi, le Turkestan chinois et le Sind sont atteints (des zones de troubles demeurent çà et là : effervescence religieuse anti-umayyade mais aussi éléments nationaux forts).

Pourquoi une telle facilité de conquêtes ? Habilité manoeuvrière, endurance des guerriers et caravaniers arabes ? Prosélytisme religieux de nouveaux convertis ? Faiblesses du monde byzantin (qui ne se relève pas des conquêtes du VIe siècle de l'Empereur Justinien) ? Disputes et persécutions religieuses dans les deux Empires ? Faiblesse souvent du peuplement ? Déchiement en Inde entre Hindouismes et Bouddhisme ? ... Certainement tous ces faits ont joué.

L'EXPANSION MUSULMANE



- l'Arabie à la mort de Mohammed
- ▤ premières conquêtes sous les 4 califes (de Médine) 632-660
- ▥ territoires conquis sous les Omeyyades (de Damas) 660-750
- ▦ territoire (Sicile) conquis sous les Abbassides (de Bagdad) 750-1258
- ▧ territoires restés en 750 sous la domination d'un Omayyade (de Cordoue) jusqu'en 1492

4 - L'unité brisée

Le renversement en 750 de cette dynastie umayyade par la famille abbasside marque une nouvelle étape. Jusqu'en 1258, les nouveaux khalifes créent un état, renforcent la titulature religieuse et politique des souverains, le cérémonial qui les isole de leurs peuples, multiplient les monnaies solides, s'appuient sur des armées de mercenaires. Le choix pour capitale du site de Bagdad pour le khalife Al Mansûr est révélateur d'un nouveau rapport de forces entre la faiblesse numérique des Arabes et le poids économique et culturel de nombreux secteurs de l'Empire d'où une classe de clients qui se met au service des Khalifes en lui offrant ses compétences : hauts fonctionnaires, scribes, collecteurs d'impôts ...

Malgré la pratique de l'élection anticipée du successeur, les tentatives d'unification échouent : ainsi en Espagne un survivant de la famille umayyade: Abd Al Rahmân, l'imigré, se proclame émir (le khalifat sera établi en 912) ; ainsi, au Maghreb, Fès est fondé en 800 ; ainsi, en Egypte, s'installe la dynastie d'émirs fatimides dès 969. Au XI^e siècle le monde musulman est donc partagé en trois khalifats : les Abbassides à Bagdad et les Umayyades à Cordoue, de sensibilité sunnite, les Fatimides au Caire de sensibilité sh'ite.

Auprès des Abbassides des tribus nomades Seldjoukides jouent dès le XI^e siècle un rôle indispensable en tant que mercenaires. Leur chef est émir suprême et prend le titre de sultan dès 1055 à fonctions politiques et militaires. Le khalife est réduit à des fonctions purement religieuses.

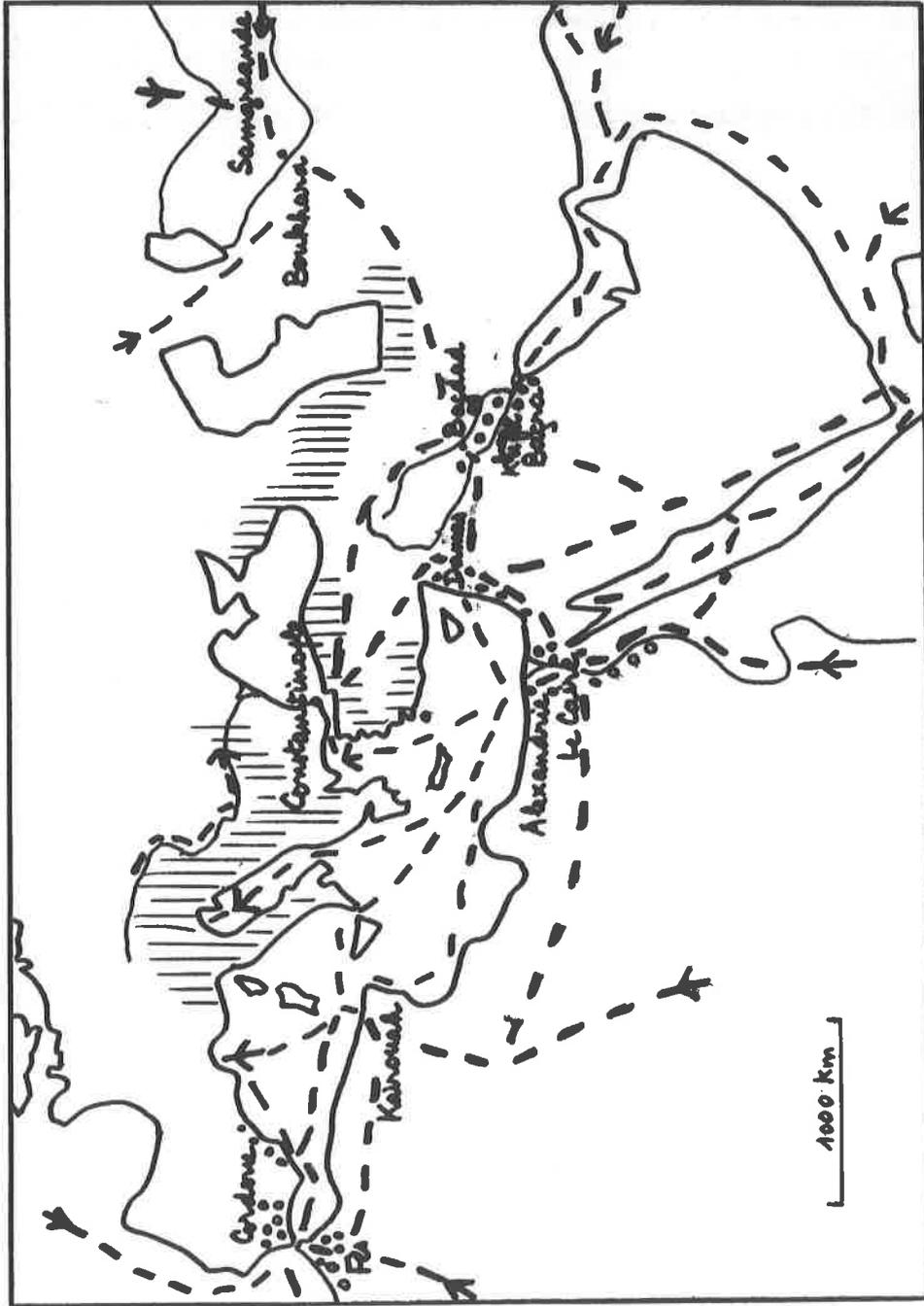
5 - Aspects de la civilisation musulmane

Même si à partir du Xe siècle l'unité politique n'existe plus, l'unité de religion -malgré des sensibilités différentes- permet d'affirmer qu'il existe un monde islâmique, en tout cas perçu par l'Occident chrétien comme un monde riche, urbanisé, brillant par sa vie culturelle et artistique.

Le monde musulman est au coeur d'un vaste réseau de routes commerciales terrestres et maritimes (voir croquis n° 3) qui ont mis en contact des régions qui se méconnaissaient jusqu'alors. S'échangent dans les villes musulmanes la soie, les porcelaines, les papiers, les parfums, les épices, les pierres précieuses qui arrivent de Chine et d'Inde, le bois et le fer de l'Europe occidentale, les fourrures, les esclaves et les armes de l'Europe orientale, l'or et les esclaves d'Afrique, les productions artisanales musulmanes : cuirs de Cordoue, armes de Tolède, tapis de Perse, soieries de Damas. Les marchands se paient en monnaie d'or ou d'argent et aussi en lettres de crédit (sakk, ancêtre du chèque).

Du fait de la configuration géographique et climatique du monde islamique d'une part et de l'histoire de la conquête religieuse et militaire d'autre part (passé urbain des Perses, Grecs et Romains, nécessité d'un

L'ESPACE COMMERCIAL DE L'ISLÂM



- - - - -> principales routes commerciales (terrestres ou maritimes)

••••• principales régions agricoles

||||| principales régions productrices de bois

o Damas centres d'artisanat, de commerce et d'artisanat

culte communautaire) les villes sont un des repères essentiels de l'espace géographique musulman. (Ainsi on peut parler d'une population de 1 500 000 habitants à Bagdad, 500 000 habitants à Damas, au Caire, 300 000 habitants à Cordoue ; Paris ou Venise n'ayant que quelques dizaines de milliers d'habitants).

A l'intérieur de leurs murailles elles rassemblent toutes les fonctions administratives, économiques, religieuses, intellectuelles.

. Fonctions politiques et administratives avec la résidence du gouverneur plus ou moins puissant et plus ou moins obéissant aux capitales khalifales. La citadelle et les hôtels particuliers qui l'entourent sont destinés aux gardes militaires, aux secrétaires, scribes et lettrés de fonctions et de rangs très divers. Ils y vivent dans le luxe mais aussi dans une atmosphère intellectuelle, poétique et religieuse tout à fait stimulante.

. Mais les villes musulmanes concentrent aussi toutes les activités économiques autres que l'agriculture et la transhumance nomade. (Cette dernière d'ailleurs très faible, en nombre). Et même ces deux activités sont en contact étroit avec la ville. Fonctionnaires et marchands urbains possèdent les terres, jouent le rôle de prêteurs. Les terres agricoles restent en effet une source de richesse et d'investissement importante grâce à une irrigation très ingénieuse et une production de plantes recherchées : canne à sucre, riz, grenades, dattes, lin, ... Chaque semaine des marchés agricoles se tiennent aux portes des villes.

Parmi ceux qui pèsent par leurs exigences sur les fellahs se trouvent les grands marchands et négociants : banquiers, changeurs, marchands entrepositaires, marchands d'import-export... qui disposent de nombreux correspondants, d'une vaste documentation sur l'empire et les marchés étrangers.

Les "fondouqs" et "caravansérails" à l'intérieur ou aux abords des villes constituent des lieux de contacts, d'échanges, des entrepôts, des résidences temporaires pour caravaniers et marchands étrangers, des lieux de perception de taxes.

Viennent ensuite les artisans maîtres : céramistes, potiers, menuisiers, tanneurs, armuriers, tisserands ... les boutiquiers : libraires, parfumeurs... la foule majoritaire et anonyme des travailleurs à façon, les colporteurs, les écrivains publics, les épiciers et apprentis, les bouchers, les marchands de boissons, les "traiteurs"...

Ils s'occupent de minuscules échoppes et peuplent les rues des souks fréquemment proches des mosquées.

Enfin, à côté vit un petit peuple de mendiants, de vagabonds, souvent inactifs, prompt aux soulèvements et pillages.

Les esclaves nombreux, souvent d'origine africaine, slave ou chrétienne sont assez bien intégrés au tissu social, à l'inverse de ceux des grands domaines campagnards.

. Les villes sont aussi des lieux de sociabilité et de distraction masculine, des lieux d'intenses activités et disputes intellectuelles et artistiques. Les tavernes, les harems publics y sont nombreux, les flâneries appréciées dans les cimetières, les jardins... L'eau qui est vitale pour les campagnes-oasis, les activités artisanales et commerciales, alimente bains et fontaines, cours des belles demeures, procure ombre et fraîcheur.

En langue arabe la même notion ne désigne-t-elle pas jardin-oasis et Paradis !

Les villes forment aux fonctions publiques, religieuses et judiciaires et en laissent s'épanouir toutes les potentiabilités.

La protection des autorités politiques est fréquemment acquise aux "lecteurs" du Coran et prédicateurs, théologiens, généalogistes, jurisconsultes et hommes de loi, aux lettrés d'intérêts et de subtilité très multiples : historiens, fabulistes, calligraphes... Mais parmi ces spéculations largement abstraites entrent des préoccupations très concrètes, très pratiques : ainsi arithmétique et algèbre s'appliquent à des calculs compliqués portant sur les règlements de succession selon les droits coraniques, l'établissement de certains impôts urbains. La géométrie et l'arpentage sont indispensables aux agents de l'Etat pour évaluer les diverses taxes assises sur les terres agricoles. L'étude des cycles astronomiques est encouragée par la détermination des heures de prières, des mois de Jeûne...

Les étudiants des médersas et autres collèges d'enseignement apportent constamment de nouveaux ferments.

Le mécénat des princes, le souci de prestige d'une aristocratie commerciale conduisent à la constitution de bibliothèques où sont rassemblés, compilés, traduits des centaines de milliers de manuscrits (ainsi alors que la bibliothèque royale de Louis IX ne renferme que 2 000 manuscrits, celle de Cordoue en rassemble 400 000 !). Les villes de Sicile et de l'Espagne musulmanes seront des foyers d'art et de discussion particulièrement précieux pour l'Occident médiéval.

Art des régions méditerranéennes, des déserts, art religieux perçu en Occident dans son unité et matérialisant en effet une unité tant souhaitée de Cordoue à Samarcande qu'il s'agisse de mosquées, de palais, de portes monumentales, de miniatures, de travail du stuc, de la pierre, des fabrications en bois, en métal, en céramique, des tapis et des étoffes...

Comment expliquer la formation d'une nouvelle esthétique, somme toute très unitaire ?

Les populations concernées sont porteuses de techniques millénaires qu'elles soient pharaoniques, babyloniennes, assyriennes, helléniques, chrétiennes d'Orient : grecque, copte, arménienne mais aussi slaves et "barbares" d'Occident.

Mais ces artistes et artisans ont su s'adapter aux conditions posées par la nouvelle religion : prescriptions concernant en particulier la figuration des êtres vivants et nécessité de rendre omniprésente la parole du Prophète. Ils s'appuient sur une demande forte venant des milieux religieux en développant les techniques de l'arabesque (stylisation d'éléments végétaux), des entrelacs géométriques en toutes sortes de matériaux jusqu'aux somptueux décors de céramique colorée. Ces techniques répondent à des soucis spirituels : la ligne permet un décor à l'infini et enserme les formules calligraphiées, mais aussi à des préoccupations princières, voire populaires où la louange et la lecture du texte sacré sont capitales. Le monde musulman a certainement connu l'enseignement généralisé de l'écriture et de la lecture afin que l'apprentissage du Qorān puisse se faire. C'est ainsi que la peinture en tant qu'art du livre est un art majeur, religieux et profane. Utilisant le procédé de la spirale qui cerne, détermine les rapports entre les êtres vivants, les plantes, les lettres... (Les études portant sur ce procédé seront très poussées). D'où cet aspect très particulier des miniatures musulmanes : avec des attitudes humaines très stéréotypées mais un soin remarquable apporté au traitement des étoffes, des cieux, aux visages, aux yeux en particulier, aux mains...

L'architecture dans l'opinion islamique n'est intéressante que par sa surface, "sa peau" de mosaïque, de stuc, de marbre, par ses versets du Qorān.

Ainsi la vie culturelle du monde musulman a été stimulée par la connaissance des acquisitions des pays conquis (1), par les multiples contacts entretenus par le commerce, par la richesse et le mécénat des autorités politiques et religieuses et elle a pu se diffuser par la langue arabe, langue du Qorān.

(1) Les Arabes ont notamment recueilli et fait passer en langue arabe toute la science grecque (nous connaissons même par eux des textes dont l'original a été perdu). Mais le travail de traduction n'est pas une oeuvre de transcription servile ; elle nécessite la création d'un lexique, l'identification, la vérification des concepts et suscite compléments et corrections.

6 - Le déplacement du monde musulman : Istamboul capitale

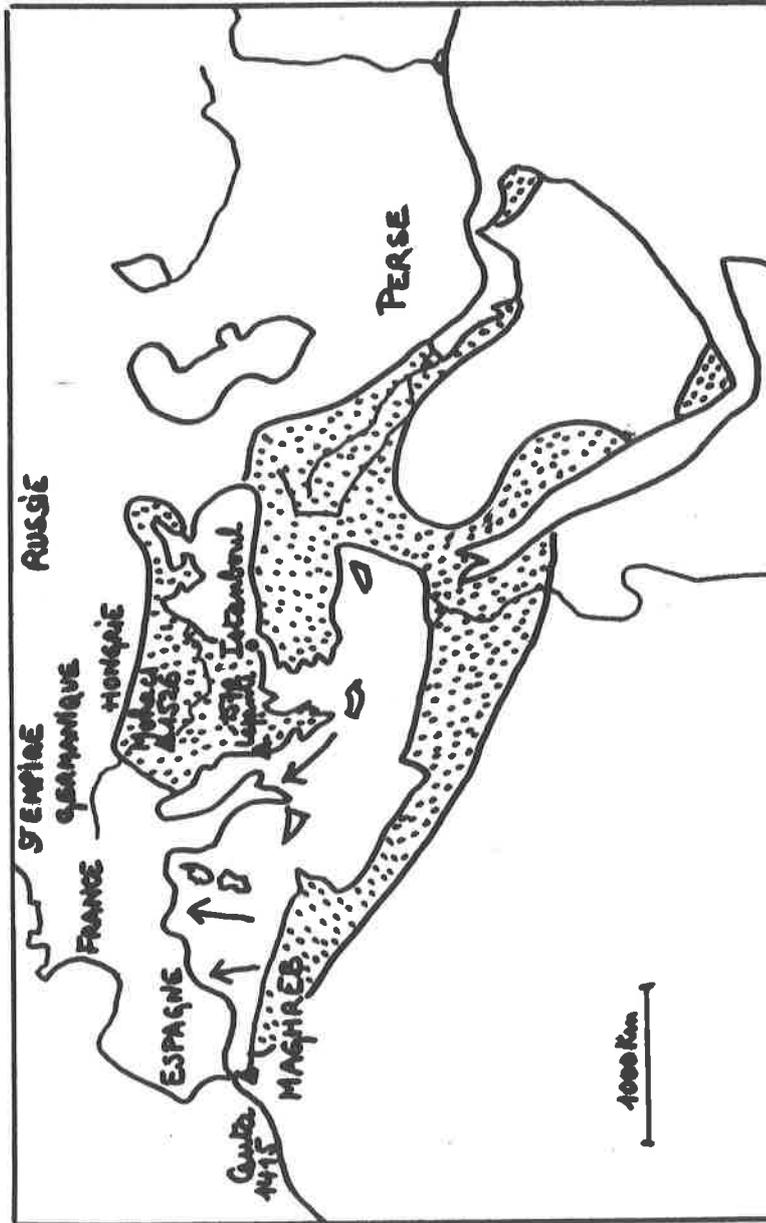
En 1258 le khalifat de Bagdad est balayé par la vague mongole qui cependant se brise sur la défense des Mamelouks qui ont accueilli en Egypte et en Syrie le dernier représentant des Abbassides.

Deux siècles plus tard, des tribus ottomanes musulmanes (provenant des confins du Turkestan - mer Caspienne : creuset de peuples migrants) s'emparent de Constantinople en 1453, mettant fin à 1000 ans d'Empire byzantin (à la fois objet de vénération et de répulsion) qui avait jusque là résisté à la conquête islâmique.

Sous le règne de Soleyman le magnifique (1520-1566) la puissance ottomane (voir croquis n° 4) s'exerce de la péninsule balkanique à l'Iraq et à l'Egypte, réaffirmant une certaine unité mais une unité qui ne recouvre pas la Perse et le Maghreb où s'élaborent de nouvelles composantes de ce monde musulman qui gagne sur de nouvelles terres : l'Indonésie, l'Afrique noire...

Croquis n°4

L'EMPIRE OTTOMAN AU XVI^eS.



Empire ottoman sous Solymen le Magnifique

→ expéditions barbaresques

▲ principales batailles - après de l'expansion ottomane

I - L'ISLAM

Le travail scientifique est inséparable, pour un mathématicien islamique, de la spéculation philosophique et de la méditation religieuse. C'est un trait qui distingue profondément la culture islamique de la culture occidentale, où, peu à peu, les vérités de foi et les vérités de raison ont trouvé leurs domaines propres et distincts. Paradoxalement, le philosophe arabo-andalou Averroës qui transmet à l'occident latin cette conception féconde de la double vérité, de la séparation de la connaissance rationnelle et de la spéculation religieuse, a eu fort peu d'écho en Islâm. Il est impossible, par conséquent, d'envisager les progrès de l'arithmétique, de l'algèbre, de l'astronomie islamiques en mettant tout à fait entre parenthèses l'histoire de la religion et celle de la philosophie.

L'Islâm est le troisième rameau de la tradition abrahamique : il forme avec le Judaïsme et le Christianisme ce que le Qorân désigne comme la "Communauté du Livre" (Ahl al Kitâb) : celle des religions monothéistes qui ont reçu la révélation d'une même vérité. Le grand islamisant L. Massignon a pu caractériser le Christianisme comme la religion de la Charité, le Judaïsme comme la religion de l'Espérance, l'Islâm comme celle de la Foi. Le mot Islâm signifie "soumission" à Dieu. Le croyant (moslim) se reconnaît à cette profession de foi : "Il n'est pas de dieu sinon Dieu" (Lâ ilâha illâ 'Llâh). C'est cette affirmation de l'unicité de Dieu, le Tawhid, qui fonde la seconde affirmation essentielle : Dieu est inconnaissable, transcendant toutes les créatures, mais il se révèle dans la prophétie, dans les symboles du livre saint. C'est donc à l'interprétation des symboles présents dans le Qorân que doivent se livrer les penseurs et les intellectuels. Poètes, mathématiciens, philosophes, architectes et musiciens ont en tête de faire de leur art ou de leur science une exégèse de la révélation divine. Ainsi les grands poètes persans qui chantèrent l'amour sacré dans les figures de l'amour profane : Jâmî (Yousouf et Zoleikha), Saadî de Shîraz (le golestân, 656h / 1258), Hâfez de Shîrâz (ob. 1389), Jalâl od-Dîn Rûmî (Diwân de Shams de Tabrîz), Attar (le mémorial des saints, le livre divin), Rûzbehân de Shîrâz (le jasmin des fidèles d'amour).

Le Prophète de l'Islâm, Mohammad est considéré comme le Sceau des Prophètes. C'est dire qu'il ne s'oppose pas aux prophètes antérieurs du monothéisme (Adam, Noé, Abraham, Moïse, Jésus) mais qu'il achève le cycle de la prophétie dont ces noms sont les moments privilégiés.

Dieu a envoyé la Torah aux juifs, l'Évangile aux chrétiens, le Qorān aux tribus d'Arabie, puis à tous les peuples par le dernier Prophète. Ceci explique à la fois l'harmonie de l'Islām et de nombreuses formes du christianisme primitif oriental et leurs divergences irréductibles : le Christ est une des figures de la Prophétie, animée par l'Esprit-Saint (rûh al-Qōds), mais point le "Fils de Dieu". Cependant Jérusalem typifie la Jérusalem Céleste, pôle de résurrection de l'Islām (la Qiblâ, orientant la prière fut d'abord dirigée sur Jérusalem) comme elle est le lieu du Temple pour les Juifs, et la Ville Sainte des Chrétiens.

Dieu ne s'incarne pas. Il livre son message par des apparitions dont les anges sont les instruments : et l'Ange prendra dans la philosophie, l'iconographie, la poésie islamiques une position centrale. Le Qorān fut donné à Mohammad en une série de rencontres nocturnes avec l'ange Jibrîl (Gabriel).

LE QORĀN

C'est un ensemble de 114 sourates, composées d'un nombre variable de versets ('ayat). Elles furent d'abord récitées de mémoire, fixées sur des omoplates de chameau, des morceaux de cuirs, puis réunies en un livre au temps du khalîfe 'Uthmān (23h / 644). La sourate al-fātiha ("celle qui ouvre a le statut de Credo, elle est l'invariable prière du croyant :

Au nom de Dieu

Celui qui fait miséricorde, le Miséricordieux

Louange à Dieu, Seigneur des mondes

Celui qui fait miséricorde, le Miséricordieux,

Le Roi du Jour du Jugement

C'est Toi que nous adorons, c'est Toi dont nous implorons le secours

Dirige nous dans la voie droite

La voie de ceux que tu as comblés de bienfaits

Non pas le chemin de ceux qui encourent ta colère

Ni celui des égarés

(trad. D. Masson (revue)).

Les sourates portent un titre (par ex : la Caverne, la Résurrection, l'Astre Nocturne) qui correspond très approximativement à une partie de leur contenu. Elles peuvent, sans transition, révéler les prescriptions juridiques, morales, spirituelles, ou des fragments de l'Histoire Sainte.

Ainsi, dans la sourate 24, intitulée la lumière, le verset 2 ordonne :

Frappez le débauché et la débauchée
de cent coups de fouet chacun
N'usez d'aucune indulgence avec eux
afin de respecter la Religion de Dieu,
- Si vous croyez en Dieu et au Jour dernier -
un groupe de croyants sera témoin de leur châtement.

Mais le verset 18 est d'un tout autre ordre :

Dieu vous expose les Signes
Dieu est celui qui sait, il est sage.

Et le verset 35 est un de ceux que les mystiques, anti-littéralistes
et anti-juridistes citeront et commenteront avec prédilection :

Dieu est la lumière des cieux et de la terre !
Sa lumière est comparable à une niche
où se trouve une lampe.
La lampe est dans un verre,
le verre est semblable à une étoile brillante.

(trad. D. Masson)

Ce mélange de prescriptions et de symboles, de législation autoritaire
et d'ouverture mystique et philosophique fait toute la complexité du Qorân.
Le livre peut être lu à plusieurs niveaux : comme un recueil impérieux de lois
civiles et religieuses : et l'on peut dire, en simplifiant à l'extrême, que
l'Islâm sunnite l'envisage ainsi : comme un ensemble de signes qui doivent
être interprétés, et libérer la vérité ésotérique (haqīqat) qui dépasse la
vérité littérale (shâri'a) ; et l'Islâm shī'ite y accordera la plus grande
attention.

II - QUELQUES APERCUS DES SAVOIRS ISLAMIQUES

a) Sur le fond des nombreuses recommandations rituelles et légales
contenues dans le Qorân, s'est édifiée une jurisprudence islamique et une des
sciences du droit les plus élaborées. La première école, celle de Malik ibn Anas
(ob. 795) s'appuie sur le Qorân, la sunna, c'est-à-dire la tradition élaborée
autour des actes du Prophète et le droit coutumier de Médine. Puis l'école de
Koufâ, dont le chef fut Abû Hanîfa (ob. 767) introduisit la libre opinion
et l'estimation personnelle, "une sorte d'empirisme lié à l'étude des circons-

tances" (1). L'école d'Al Shâfi'i revient à une conception plus dogmatique en préconisant pourtant la recherche d'un accord des Docteurs de la Loi. La quatrième école de Droit est celle d'Ahmed ibn Hanbal (ob. 855). Ces quatre écoles principales divisent l'Islâm majoritaire, sunnite. Il existe d'autres traditions, (dont celle des ayatollahs shî'ites). Mais toutes ont en commun de réduire la religion et la spéculation philosophique au seul examen juridique de la lettre des Ecritures. Les Foqahâ (docteurs de la loi) confondent ainsi politique et religion, et comme bien d'autres, la religion islamique édifia ce que Bossuet nomma "une politique tirée de l'Ecriture Sainte". Ces foqahâ font montre d'une étroitesse d'esprit si lamentable et d'une rigueur si révoltante, que les philosophes et les savants de l'Islâm les ont souvent brocardés. Ainsi Mollâ Sadrâ Shirazî, un iranien du 17e siècle, qu'ils persécutèrent :

"Lorsque j'eus constaté l'hostilité que l'on s'attire de nos jours à vouloir réformer les ignorants et les incultes, en voyant briller de tout son éclat le feu infernal de la stupidité et de l'aberration... alors cet étouffement de l'intelligence et cette congélation de la nature me contraignirent à me retirer dans une contrée à l'écart, me cachant dans l'obscurité et la détresse, sevré de mes espérances et le cœur brisé". (Les Quatre voyages spirituels, intr. trad. H. Corbin).

b) Les grammairiens : le Qorân est rédigé en arabe littéral, et il a servi de fondement à la fixation et à l'étude de cette langue, qui est proprement élue par Dieu, puisque le Livre n'est qu'une copie terrestre d'un Archétype céleste. Les grammairiens ont d'abord vocalisé correctement le texte (dont la scriptio defectiva est seulement faite de consonnes) puis ont tiré des sourates les exemples de morphologie et de syntaxe fondamentales.

c) Les exégètes mo'tazilites, un siècle après la prédication de Mohammad ont cherché à débarrasser Dieu de tout élément d'origine humaine, à interpréter en un sens rationaliste et anti-anthropomorphique des expressions comme La main d'Allah, la face d'Allah, etc...

d) La philosophie.

En conquérant l'Egypte, la Perse, la Syrie, puis l'Andalousie, les croyants de l'Islâm se sont affrontés à des cultures riches et anciennes.

(1) Voir sur tous ces points, le livre commode de Robert Mantran, l'Expansion musulmane, (VII-XI siècles, PUF, coll. Nouvelle CLIO).

Dans les capitales des Khalifats ' abbassides, fusionnèrent l'apport de la philosophie grecque, de la gnose juive, de la philosophie grecque chrétienne. Les savants de l'Islâm éditèrent, commentèrent et développèrent le platonisme, un aristotélisme très particulier (très mêlé de plotinisme et de néo-platonisme oriental), le stoïcisme. De nombreux savants chrétiens ou juifs se convertirent, enfin les iraniens tentèrent, à partir du 12^{ème} siècle une synthèse originale entre le platonisme, le Mazdéisme et l'Islam.

_____ Quelques grands noms :

Al Kindî, né à Koufâ vers 185/796, fit travailler autour de lui de grandes équipes de traducteurs qui sauvèrent les textes grecs, à partir des éditions déjà préparées en syriaque. On lui doit, entre autre, la mise au point de la célèbre Théologie dite d'Aristote, en fait composée de traités de Plotin, la traduction d'une partie de la Métaphysique d'Aristote et un traité que le monde latin connut ensuite sous le titre De Intellectu . Il rédigea un traité spécial sur la nécessité d'étudier les mathématiques pour dominer la philosophie.

Al Fârâbî, surnommé le Second Maître (Aristote est le Premier), fut un esprit "profondément religieux et mystique" (Corbin). Il laisse un traité qui fut largement étudié en Orient, les Gemmes de la Sagesse (Fosûs al-Mikâm), un traité sur la Cité Idéale, et il est l'auteur de la distinction capitale pour toute la philosophie médiévale entre l'être possible et l'être nécessaire : par Avicenne elle nourrira Albert le Grand et St Thomas.

Avicenne : Ibn Sînâ, comme Fârâbî, est natif de Perse. Extraordinairement précoce, il possédait à 18 ans toutes les connaissances de son temps. A Gorgan, il ouvre un cours public et rédige son grand Canon (Qânûn) de médecine qui en Orient jusqu'à nos jours et en Occident jusqu'au 16^{ème} siècle resta la base des études médicales. A Hamadan (dans l'ouest de l'Iran) il consacre ses jours à la charge de vizir et ses nuits à l'écrasante tâche de commenter Aristote et d'écrire la Somme de Physique, de Métaphysique et de Logique qu'est le livre du Schifâ' (La Guérison). Emprisonné pour ses liens avec le prince d'Ispahan, il rédige des récits mystiques : enfin en 421/1030, dans le sac d'Ispahan disparaît sa "philosophie orientale", le coeur ésotérique de son oeuvre. On en conserve seulement un commentaire du Livre L de la Métaphysique d'Aristote, des gloses sur la Théologie dite d'Aristote et des notes. Il mourut à l'âge de 57 ans.

En fait, l'oeuvre est immense, et son destin en Orient tout à fait décisif. Culminant dans une angélogologie et une théosophie, son ontologie a été la base du renouveau de la philosophie au 12^{ème} siècle en Iran, et en Occident, c'est dans son corps de concepts que les problèmes philosophiques

furent posées, non sans que sa doctrine de l'Intellect agent ne fût teintée d'augustinisme et ne fût lagement trahie. C'est Avicenne qui est responsable de l'essor philosophique parisien, italien, européen au 13ème siècle. Il est impossible sans lui de comprendre comment Thomas d'Aquin, Duns Scot ou même Descartes et Leibniz, plus tard, furent possibles.

Sohravarđi : surnommé le Shaikh al-Isrâq (le Maître de l'illumination). Il naquit en 549h/1155 au nord-ouest de l'Iran, voyagea en Anatolie, à Ispahan puis se rendit en Syrie où il fut décapité sur l'ordre de Saladin en 1191. Dans son livre principal, comme dans ses traités mystiques (Hikmat al Isrâq : Théosophie Orientale ; Le livre de l'Exil occidental ; le récit de l'Archange empourpré, etc...) il fait renaître le platonisme, en décrivant, d'une part une géographie métaphysique des pôles de l'Etre, où s'opposent Ténèbres et Lumière et d'autre part en produisant le concept d'imagination active. Il montre comment la connaissance sensible connaît le monde sensible, la connaissance intelligible le monde des Idées, entre elles, une connaissance intermédiaire, l'imagination active perçoit le monde réel mais imaginal des révélations prophétiques, des visions mystiques, des voyages et des drames de l'âme. Cette construction grandiose sera amplifiée et rigoureusement fondée en une doctrine du primat de l'existence sur l'essence par les philosophes de la renaissance iranienne : Mollâ Sadrâ Shirazî et son école d'Ispahan, au 17ème siècle.

Averroës : Ibn Roshd, naquit à Cordoue en 520/1126. Au livre de Ghazali, "l'effondrement de la philosophie," qui prétendait ruiner la spéculation métaphysique au nom de la religion et de la foi, il répondit par "l'Effondrement de l'effondrement." Grâce aux philosophes juifs son oeuvre, le Commentaire d'Aristote, parvint en Occident où il provoqua un essor philosophique considérable : la théologie scolastique dut se partager entre ses partisans et ses adversaires, jusqu'à ce que la synthèse thomiste mit provisoirement fin au débat. Mais en revenant à un aristotélisme plus rigide que celui d'Avicenne, plus anti-platonicien, Averroës opère une rupture de la Raison, entre l'entendement et la connaissance métaphysique liée au monde sublunaire, d'une part, la connaissance du Cosmos d'autre part, la méditation sur les formes pures enfin, il introduit des abîmes. Averroës est responsable pour une grande part de l'opposition de la Raison et de la Foi telle que toute la philosophie occidentale, jusqu'à Hegel, la connaît.

III - SHI'ISME ET SOUFISME : a) Le Shî'isme

La philosophie et les sciences islamiques n'auraient pas connu leur destin si riche si deux traditions d'une immense ampleur intellectuelle et spirituelle ne les avaient inspirées, et quelquefois sucitées : le shî'isme et le soufisme. Nous connaissons aujourd'hui -par l'actualité politique- l'importance du shî'isme pour des millions d'iraniens et nous devons y reconnaître une spiritualité vivante, propre à animer de prodigieux mouvements de masse, apte à soulever un peuple et à renverser de redoutables pouvoirs.

. Il est clair que l'histoire de l'Islām shî'ite est une des composantes les plus nécessaires à l'intelligence de notre présent (1).

Shî'a signifie en arabe un groupe d'adeptes qui suivent fidèlement l'enseignement d'une Ecole . En fait il désigne ceux qui adhèrent aux Douze Imāms (shî'isme duodécimain) ou aux sept Imāms (selon l'autre branche du shî'isme, le shî'isme ismaélien). Le mot Imām désigne les descendants du Prophète depuis ʿAlī ibn Abī Tālib, époux de Fātima. Certes cette adhésion a d'abord un sens politique : les shî'ites refusent toute légitimité aux khalifats qui ont évincé la famille d'ʿAlī (voir Supra). Mais dans cette rivalité se dégage un conflit bien plus important.

Les Imāms sont les Proches, les amis de Dieu (Awliyā ' Allāh) ils complètent la révélation qorānique par son interprétation ésotérique. Leur enseignement, recueilli et commenté, vise à délivrer les significations spirituelles du Qorān. La religion a deux aspects : elle est d'une part loi religieuse, système d'obligations pour le croyant (Sharī ' at) Elle est d'autre part la vérité, la réalité intérieure, mystique (haqīqāt) Les Imāms sont le complément indispensable du Prophète : sans eux la religion, privée de sa dimension mystique devient un simple code positif, proche de l'idolâtrie, une servitude intellectuelle caricaturale. Ainsi, le Shî'isme tourne-t-il le dos à un respect exclusif de la loi, à une attitude littéraliste et juriste, pour faire de la Révélation l'occasion d'une recherche personnelle de la transcendance divine. Le Shî'isme est la gnose de l'Islām.

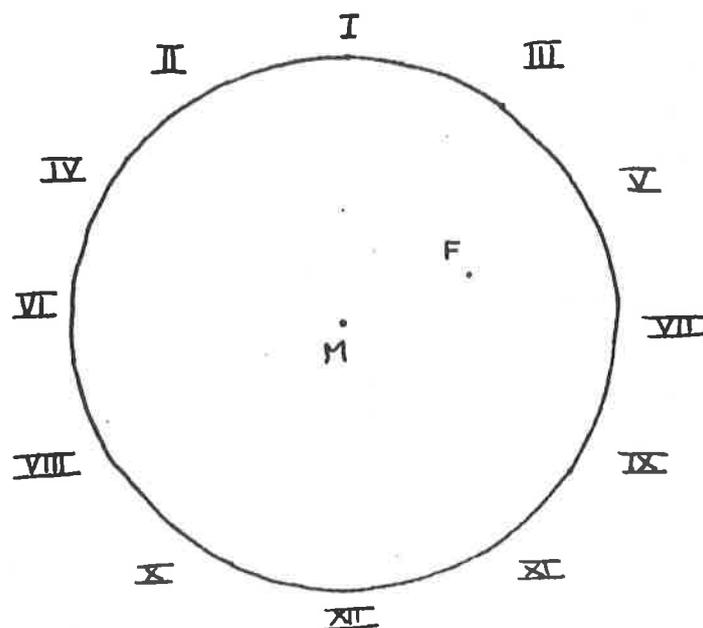
Cette interprétation mystique des Ecritures a une résonance rebelle : ainsi chez les Ismaéliens d'Alamūt qui vont jusqu'à refuser toute soumission à la loi pour ne conserver que l'expérience spirituelle. Ainsi dans l'écho de la bataille de Kerbela où périt l'Imām Hossein (fils d'Alī). Les shî'ites voient dans cette mort le symbole de la souffrance des hommes

(1) Il faut distinguer avec soin la tradition intellectuelle ou populaire du shî'isme et le "clergé" shî'ite qui ressemble à tous les pouvoirs de ce monde...

dans un monde où règnent puissance, mal et injustice. Une tradition shî'ite typifie ceci dans une vision : le sang du martyr Hossein plane entre ciel et terre. S'il retombait, le monde exploserait. Face à toutes les collusions entre les pouvoirs et les religions, le shî'isme se maintient donc dans une position de contestation. Il oppose à l'histoire profane, celle des khalifes, celle du monde matériel et politique, une histoire sacrée, ouverte sur une promesse. Car si le cycle de la prophétie s'achève avec Muhammad, un autre cycle se poursuit, celui du combat entre les amis de Dieu et les Ténèbres, qui s'achèvera avec le retour du XIIIème Imām (selon le shî'isme duodécimain) qui est vivant, invisible, occulté.

On verra, grâce à cette spiritualité, la philosophie islāmique échapper à la tentation d'être une simple philosophie de l'histoire profane, "à la botte" des pouvoirs (2). C'est grâce à cet esprit subversif que la voie royale de la philosophie islamique est celle qui d'Avicenne à Ibn'Arabî, de Sohravardî à Mollā Sadrā vise un salut personnel, une célébration plurielle et rigoureuse de l'âme individuelle, de ses drames et de son destin. Ainsi, dans la fusion entre le shî'isme et le platonisme a-t-on vu paraître l'encourageante tradition d'une philosophie de l'esprit qui ne succombe pas en une philosophie de l'Etat. Comme le dit H. Corbin, "les Imāms devaient rester ce qu'ils furent : les Témoin d'une autre monde et d'un monde autre" (2)

Voici comment une image pieuse, courante en Iran, présente le cycle sacré des saints Imāms :



(2) Henry Corbin, En Islam Iranien, t. I, p. 67

Ce cycle des douzes Imāms, dont le centre (M) est le Prophète Mohammad, et dont l'origine est double (puisqu'elle comprend aussi Fātima (F), la fille du Prophète, femme du premier Imām 'Alī) est propre au shī'isme duodécimain. Les 14 immaculés sont, au delà de leur personne terrestre, le Plérôme de l'Etre premier créé, des réalités de nature purement spirituelle qui sont comme une médiation entre Dieu et l'univers sensible de notre monde.

Les Imāms sont les intercesseurs de l'âme outragée auprès de Dieu, et manifestent aux yeux des hommes, comme autant d'êtres métaphysiques, l'autre monde.

Exemple de prière shī'ite (fragment) dûe à Nasīroddīn Tūsī

"O mon Dieu ! honore et salue, munis et bénis le prince ascète, l'Imām de prière... ornement des chaires et des temples, l'Eprouvé par le malheur et le chagrin ... l'honneur et le salut soient sur toi
ô Hossein ibn 'Alī ! (1) ô martyr ! ô opprimé ! fils de l'Envoyé de Dieu, fils de l'Emir des croyants, fils de Fātima l'Eclatante... ô prince des adolescents d'entre les habitants de Paradis ... intercède pour nous devant Dieu !"

Il faut souligner que le shī'isme ismaélien, qui s'appuie sur les sept premiers imāms, et forme l'autre grande famille de shī'isme a eu un destin fort étonnant. Devenu religion d'Etat sous la synastie fātimide, il s'est scindé , ensuite, pour donner -entre autres- une tradition purement spirituelle, qui se refuse à toute compromission dans l'ordre politique ou juridique. Enfin, les ismaéliens ont constitué, depuis l'Encyclopédie des Frères de la Pureté (Ikhwān al-Safā) rédigée au Yémen au IV^e siècle de l'Hégire jusqu'aux magnifiques "Symboles de la Roseaie du Mystère" de Mahmūd Shabestari (VIIIh/XIVs) une lignée très haute et une des plus riches traditions de la philosophie universelle.

(1) Hossein, fils d'Alī et III^e Imām, surnommé "sayyed al-Shohadā", "prince des martyrs" depuis qu'il est mort, supplicié au terme de la bataille de Kerbela en 61/680. Les iraniens shī'ites voient et célèbrent en son calvaire l'ensemble des souffrances des victimes de l'injustice et du mal en ce monde

(L'image ici reproduite et ce texte de Tūsī sont empruntés aux ouvrages d'H. Corbin).

b) Le soufisme

Il est difficile de caractériser en quelques lignes le soufisme : il s'agit, en effet, d'une tradition spirituelle qui d'un bout à l'autre des terres d'Islâm, contesta, par son désir de sainteté et par ses pratiques, l'autorité des docteurs de la loi. Pour les chefs religieux formés au Droit canon, le Qorân est avant tout une loi, religieuse et civile. Le soufi cherche à rencontrer la face de Dieu, par delà la lettre du Qorân. Il métamorphose sa vie en une expérience d'amour divin, dont l'apogée est l'union en Dieu, où le croyant vit dans l'extase l'unité de son âme et du créateur, le "toi=moi" (anta-anâ). Ainsi peut-il alors, comme Hallâj, proférer des sentences qui sembleront blasphématoires aux dévots et aux prêtres : Hallâj fut crucifié à Bagdad en 922 pour avoir dit "anâ'lHaqq" = je suis la Vérité" = "je suis Dieu", par où il annonçait non point qu'il s'égalait à Dieu, mais qu'il était consumé par l'amour au point de ne plus être que l'objet aimé : Dieu. Le soufisme, comme le shî'isme représente la longue lignée des intellectuels, des saints et des mystiques qui contestèrent l'ordre social et le pouvoir officiel religieux en Islâm.

IV - UN EXEMPLE D'EXEGESE SYMBOLIQUE DES NOMBRES

Le shî'ite ismaélien Qâzi No^Cmân, qui vécut au X^{ème} siècle, dans son ouvrage intitulé Asâs al-ta' wîl : "Livre du fondement de l'exégèse ésotérique" présente l'analyse suivante : les nombres 4, 7, 12 ont pour signification éternelle de symboliser : les quatre figures qui dominent la hiérarchie céleste (Iere Intelligence et Iere Ame) et la hiérarchie terrestre (Prophète et Imâm), les sept prophètes du cycle de la prophétie (d'Adam au dernier Imâm),

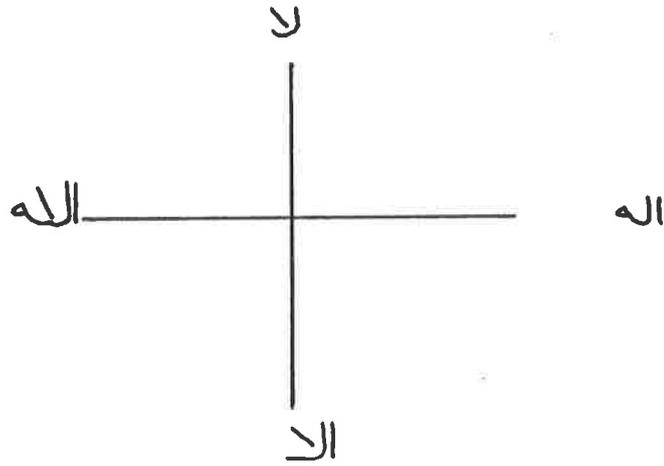
- les sept jours de la semaine, de la Création comme de la passion de l'humanité- les douze personnes symboliques qui entourent chaque Imâm. Cette structure 4, 7, 12 se retrouve dans deux figures isomorphes qui permettent de mettre en rapport pour notre auteur chrétienté et Islâm :

la "shahâdat" = la profession de foi de l'Islâm=se dit : لا اله الا الله

= Il n'y a pas de dieu sinon Dieu : L Ā I L Ā I L Ā A L L A H

Elle est composée de 4 mots, 7 syllabes, 12 lettres consonnes.

Les mots se distribuent aux quatre pôles de la Croix chrétienne :



Voici donc comment un penseur de l'Islām peut ne pas séparer l'arith-
métique de la spéculation religieuse et mystique

(d'après H. Corbin : Herméneutique
spirituelle comparée, Eranos-Jahrbuch,
33, 1964, Rhein-Verlag, Zurich 1965)

I - LES VOIES DE PASSAGE DES MATHÉMATIQUES

Nul n'ignore plus maintenant la valeur des présents que le 16^e siècle naissant apporta au monde de la science en Occident. Ils ont nom l'imprimerie et les manuscrits du monde antique retrouvés après dix siècles pendant lesquels seuls des commentaires en étaient connus. Les nombreuses éditions des auteurs anciens qui furent faites au cours de ce 16^e siècle, eurent pour objet de répondre à la curiosité née des multiples questions déjà soulevées par les savants du Moyen-Age. Or ces savants du Moyen Age n'avaient pas créé leur science "ex-nihilo", mais à partir de renseignements, souvent très parcimonieusement recueillis au cours des âges et retransmis de façon très précaire. Dans cette transmission le rôle des monastères d'abord, puis des écoles et des universités ensuite, est très grand. Mais il est une autre voie de passage sur laquelle nos connaissances ne s'éclaircissent que petit à petit. C'est celle du monde islamique.

Les lignes qui suivent veulent essayer de faire ressortir quelques faits concernant ce passage de l'Islâm à l'Occident chrétien, des notions qui, dès avant le 16^e siècle, préparent la naissance de la science moderne.

En 1500 l'homme de science ne fait plus ses calculs à la manière des latins. Dès l'an 1000, Gerbert a fortement contribué à initier ses contemporains au procédé de calcul, avec tableau à colonnes, adapté au système de numération écrite que les arabes véhiculaient depuis l'Inde. C'est d'Espagne (1) que, dans sa jeunesse, si on en croit les chroniques, le futur pape avait rapporté le procédé, avant de le préconiser à Reims, Ravenne ou Rome.

Le symbole zéro a été plus tardif à prendre rang, mais dès qu'il eut pris sa place avec les autres chiffres (2), les colonnes elles-mêmes disparurent et l'abaque céda le pas à l'algorithme. L'École de Chartres au 12^e siècle n'a plus d'abaque. Léonardo Fibonacci confond du reste les deux mots calcul et abaque.

Le cas de Fibonacci illustre une autre voie de passage du savoir islamique vers l'Occident : le commerce maritime en Méditerranée. Léonardo fit des séjours en Afrique et au Proche-Orient. Dans son ouvrage "Liber Abaci"

(1) En Espagne, les universités, comme celle de Tolède, sont des lieux d'échanges fructueux.

(2) Les mots : chiffre, zéro et zéphir ont la même origine arabe.

(rédigé vers 1200, abaci ne désigne plus l'abaque, en voie de disparition, mais tout simplement le calcul) il familiarise son lecteur avec les techniques arabes. Son oeuvre eut grand succès dans le monde du commerce car les marchands commençaient à faire leurs comptes selon ces procédés plus rapides et plus simples. Cet ouvrage ainsi que sa "Pratique de la Géométrie" furent en grande partie inspirés à Fibonacci par les travaux d'Al Khowarizmi dont il avait eu connaissance.

A la même époque de nombreux traités de géométrie furent répandus par ceux qui, à Palerme en Sicile, traduisirent les ouvrages apportés lors de la domination arabe sur l'île au 10^e et 11^e siècles (3). On peut dire que les bases de la géométrie d'Euclide arrivèrent surtout aux occidentaux par cet autre cheminement.

En 1500 l'emploi de lettres ou de symboles pour simplifier le discours mathématique et la rédaction de ce que nous nommons l'algèbre n'est plus chose rare. Ils n'ont certes pas la forme ni la richesse de manipulation que leur donnera par exemple Viète, en fin de siècle, mais déjà ils jouent leur rôle. C'est l'allemand Jordanus Néporarius qui semble être le premier à avoir employé systématiquement les lettres pour désigner des nombres arbitraires. D'aucuns pensent qu'en nommant "chose" ce qui est cherché -les allemands disent coss, les italiens cosa- ce peut être à l'imitation des arabes qui désignent l'objet inconnu par chaï lequel serait devenu x en Espagne. Toujours est-il que le mot "algèbre" est la déformation d'un titre "al jabr wal muqabala" de Al Khowarizmi (4).

On estime que l'oeuvre de Régiomontanus mort en 1476 contient l'essentiel de la trigonométrie. En ce qui concerne cette branche des mathématiques il ne faut pas oublier qu'elle est le précieux auxiliaire de l'astronomie. Or l'astronomie -et l'astrologie- ne cessèrent d'être sollicitées tant par les penseurs que par les hommes de pouvoir. Cette demande mit donc, tout au long des siècles, les intéressés à l'affût de renseignements à obtenir de toutes sortes et de toutes sources. Il n'est peut être pas exagéré d'écrire que, de ce fait, les traités d'astronomie indous, persans et arabes eurent priorité pour passer et être traduits en Occident. Or ces traités et les tables d'observations qui les accompagnent portent en eux les bases et les développements de la trigonométrie. Citons dans cette voie les traductions et adaptations d'Adélard de Bath (10^e siècle) lequel alla à Palerme et à Jérusalem, les tables astronomiques, dites Alphonsines, de Tolède (13^e siècle) et l'oeuvre de Sacrobosco.

(3) Cet apport sera amplifié par celui qui résultera de la prise de Constantinople par les turcs en 1453

(4) Le nom Al Khowarizmi a donné lui-même algorithm. Des ouvrages du 16^e siècle portent, en français, le nom d'"algèbre et de muquabela", en allemand de "Gebra und Almuthabola", etc... (voir documents n° 1 et 2)

En ce qui concerne le travail de traduction, outre son ampleur, il faut penser qu'il a certainement été un élément moteur de la recherche pendant toute la période s'étendant du 11e au 15e siècle (5). Il faut évoquer encore les sujets débouchant sur des notions mécaniques telles, mouvement, force, vitesse. On citera alors les noms de Buridan, Albert de Saxe, Oresme et apparaîtront en regard d'autres traductions d'ouvrages venus du monde islamique, traductions dépouillées et commentées en Occident chrétien avec le plus vif intérêt. On aborde ici des ouvrages très souvent d'allure encyclopédique pour leur époque tels ceux d'Aricense, Averroès, ben Maymon.

Ainsi, pendant plusieurs siècles l'outil et la pensée mathématiques, entretenus par de nombreuses communautés de l'Eglise, ne cessèrent par ailleurs de recevoir une part de leur manne du monde islamique. Le flambeau non seulement ne s'éteignit pas, mais les problèmes soulevés par l'activité des savants de l'Islâm trouvèrent écho chez leurs confrères d'Occident. Qui plus est la pensée en général prit l'habitude de rechercher des arguments d'allure mathématique pour débattre des grandes questions auxquelles elle était confrontée : l'infini, temps et espace, le continu. Ces arguments "rationes mathematicæ" prirent de plus en plus de place dans les oeuvres philosophiques et métaphysiques occidentales. Même si toutes n'atteignent pas le niveau rencontré, par exemple, chez un Oresme (13e siècle-Paris) ou un Bradwardine (14e siècle - Angleterre) elles sont présentes hors du champ mathématique. Cette attitude nouvelle est assez bien décrite dans cette citation (13e siècle) du Grand Albert : "En matière de foi je m'en tiens à Saint Augustin mais, en matière de sciences je préfère croire Aristote et ses commentateurs arabes".

Au Moyen Age, contact direct, traductions, Espagne, commerce méditerranéen : un appétit est entretenu qui va se développant.

Au début du 16e siècle, imprimerie, Manuscrit du monde antique retrouvés : des auxiliaires arrivent à point pour satisfaire les exigences d'un esprit nouveau.

En Occident la science moderne peut sourdre.

P.S. Bien entendu il ne faudrait pas croire que la science mathématique de l'Islâm ait été limitée aux questions qui viennent d'être évoquées.

Notre propos a été uniquement de montrer des cheminements de cette science vers l'Occident, au cours du Moyen Age.

(5) Ceci eut pour conséquence l'Avicennisme et l'Averroïsme latin qui dominèrent tous les débats intellectuels de l'Occident jusqu'au 13e siècle (Saint Thomas).

On connaît mieux maintenant et on découvre sans cesse de nos jours l'ampleur des connaissances mathématiques, dès le 9e siècle, des savants islamiques ou islamisés. Mais on ne peut souvent que constater combien leurs découvertes soit restèrent ignorées, soit n'eurent qu'un rayonnement très limité.

On citera donc encore : Al Tusi (mort en 1274) qui possédait une formule proche de celle du triangle arithmétique de Pascal et travaillait la combinatoire ; Umar Khayyâm (mort en 1123) qui étudiait des équations du 3ème degré ; Djawhari qui au 9e siècle s'attaquait au postulat d'Euclide ; les géomètres qui, dès cette époque, étudiaient les polygones réguliers et semi-réguliers. On trouve une trace de leur maîtrise, en ce domaine, dans les multiples décorations toutes géométriques qui, sous forme de mosaïques font notre admiration (6). Et que dire des "arabesques".?

On citerait encore des calculs du 10e ou du 14e siècle qui, dans le prolongement de l'oeuvre d'Archimède étaient bien près des suites, des séries voire du calcul intégral.

La richesse de l'astronomie a été évoquée. Pour ce qui est de la mécanique il faut parler des travaux de Bîrûni sur le centre de gravité. Ce même Bîrûni ne demandait-il pas à la balance, qu'il étudiait, de prouver les règles du "jabr" et du "muqâbala" ? (7)

(6) Voir documents n° 3 et 4

(7) Birûni, (973-1048), comme beaucoup de savants islamiques, est historien, géographe, philosophe, poète, astronome, mathématicien, physicien, botaniste, minéralogiste... (voir document n° 5)

ALGÈBRE, l. I. Science du calcul des grandeurs considérées généralement. On a choisi, pour représenter les grandeurs ou les quantités, les lettres de l'alphabet, comme étant d'un usage plus facile & plus commun que aucune autre sorte de signes.

Ménage derive ce mot de l'Arabe *Alghabar*, qui signifie le rétablissement d'une chose rompue; supposant seulement que la principale partie de l'Algebre consiste dans la confection des nombres rompus. Quelques-uns pensent contre M. d'Herbelot, que l'Algebre prend son nom de Geber, philosophe Chémite & Magicien célèbre, que les Arabes appellent *Geber*; & que l'on croit avoir été l'inventeur de cette science; d'autres prétendent que ce nom vient de *giff*, espèce de parchemin, fait de la peau d'un chameau, sur lequel Ali & Gasir Sadek écrivoient en caractères mystiques la doctrine du Mahonisme, & les grands événements qui devoient arriver jusqu'à la fin du monde; d'autres le derivent du mot *geber*, dont avec la particule *al* on a formé le mot *Algebre*, qui est purement arabe; & signifie proprement la réduction des nombres rompus en nombres entiers; étymologie qui ne vaut gueres mieux que celle de Ménage. Au reste, il faut observer que les Arabes ne le servent jamais du mot *Algebre* seul, pour exprimer ce que nous entendons aujourd'hui par ce mot; mais ils y ajoutent toujours le mot *marabehah*, qui signifie opposition & comparaison; ainsi *Algebre marabehah* est ce que nous appelons proprement *Algebre*.

Quelques Auteurs délimitent l'Algebre, l'art de résoudre les problèmes mathématiques; mais c'est-là l'idée de l'Analyse ou de l'art analytique plutôt que de l'Algebre. Voyez ANALYSE.

En effet l'Algebre a proprement deux parties: 1.° la méthode de calculer les grandeurs, en les représentant par les lettres de l'alphabet; 2.° la manière de se servir de ce calcul pour la solution des problèmes. Comme cette dernière partie est la plus étendue & la principale, on lui donne souvent le nom d'Algebre tout court, & c'est principalement dans ce sens que nous l'envisageons dans la suite de cet article.

Les Arabes l'appellent *l'art de résolution & de comparaison*, ou *l'art de résolution & d'équation*. Les anciens Auteurs Italiens lui donnent le nom de *regula rei & census*, c'est-à-dire, la règle de la racine & du carré; chez eux, la racine s'appelle *res*; & le carré, *census*. Voyez RACINE, QUARRÉ. D'autres la nomment *Arithmétique spécifique*, *Arithmétique universelle*, &c.

L'étymologie du mot :
Algèbre dans
l'"Encyclopédie"
(Article rédigé par
d'Alembert)

GVLIELMI GOSELLINI CADOMEN- SIS BELLOCASSII DE ARTE magna, seu de occultis parte nume- rorum, quæ & Algebra, & Almuca- bala vulgo dicitur,

LIBRI QVATVOR.

In quibus explicantur æquationes Diophantii, Regula Quantitatis simplicis, & Quantitatis sardæ.

Ad Reuerendissimum in Christo Patrem
REGINALDVM BEALNÆVVM,
Mandensem Episcopum, Illustrissimi
Ducis Alenconij Cancellarium, Comi-
tem Geuodanum, atque in sanctiori &
interiori consilio Consiliarium.

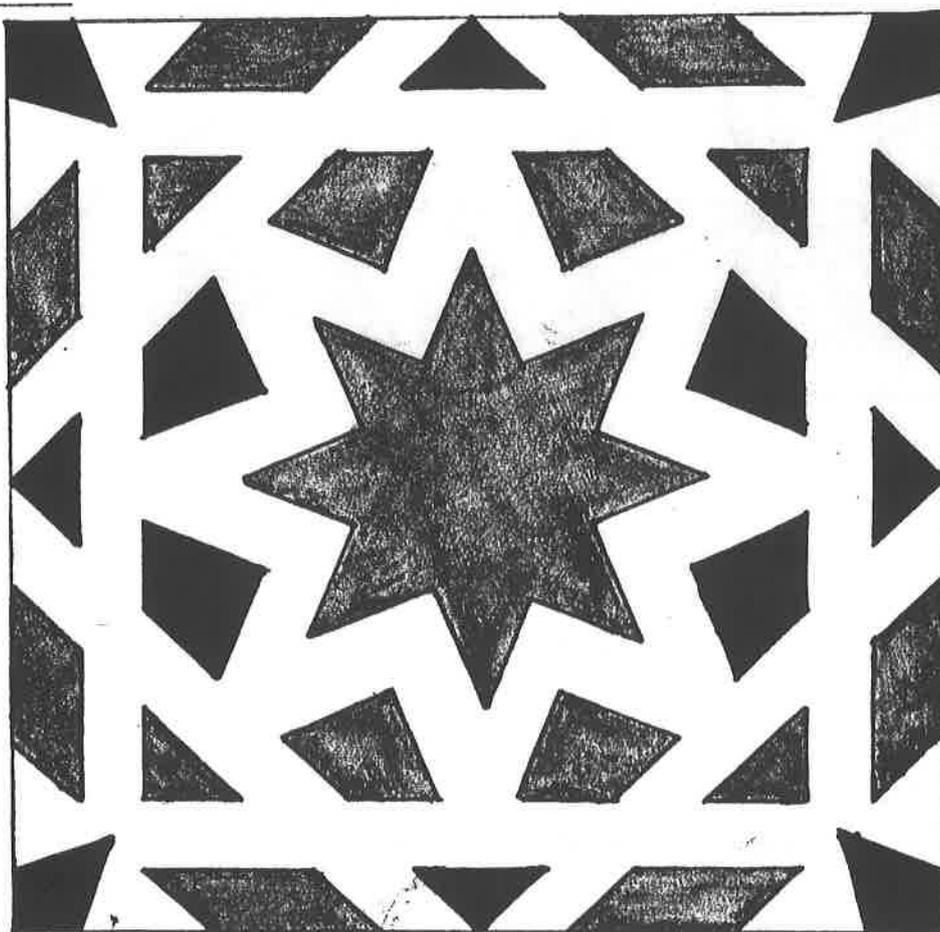


PARISIS

Apud Aegidium Beys, via Jacobæ,
ad insigne Lilij albi.

M. D. LXXVII.

L'ouvrage mathématique de Guillaume Gosselin (On ne connaît pratiquement rien de la vie de cet auteur).

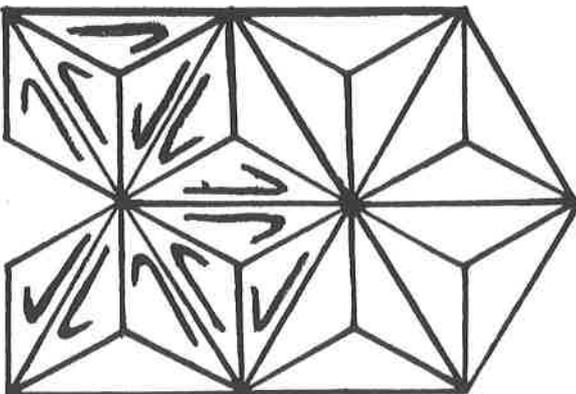
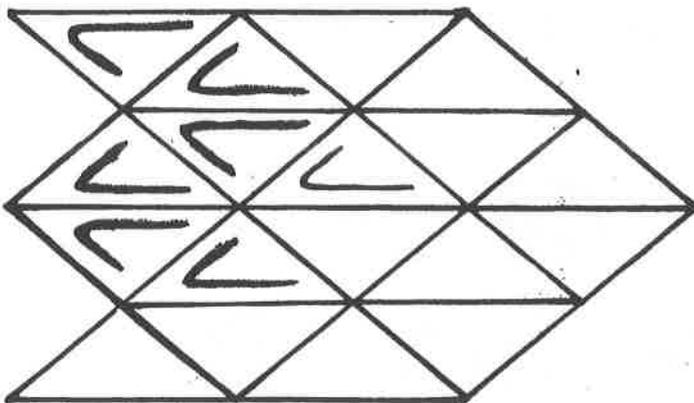
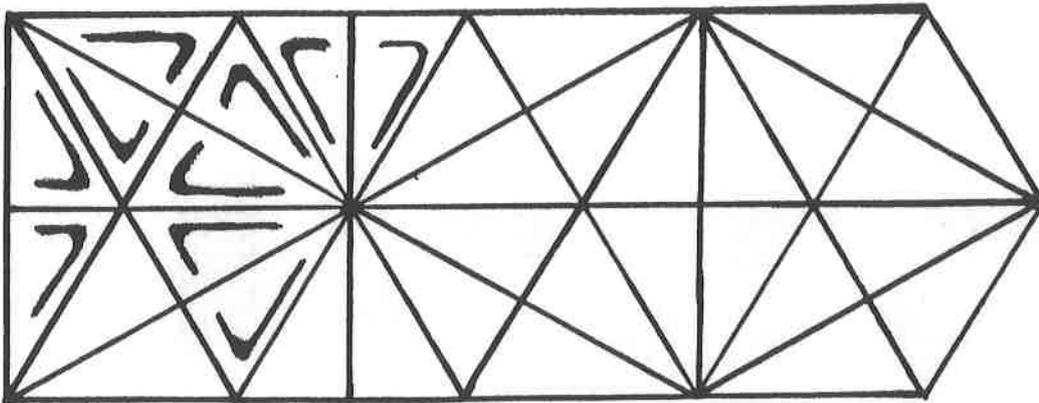


Une mosaïque

A l'aide de simples lignes droites se coupant sans cesse naissent des motifs réguliers dont l'art s'est emparé.

Ces figures traduisent une grande maîtrise des propriétés de symétrie et de rotation.

(Reproduction d'un motif décoratif relevé sur un coffret de marqueterie hispano-arabe).



Pavages

Les géomètres arabes s'intéressèrent au problème du pavage d'un plan à l'aide de surfaces régulières se répétant à l'infini.

On a démontré qu'il n'y a qu'un nombre fini de façons de procéder à ce pavage y compris en tenant compte d'un même motif illustrant chacune des surfaces. Si on en juge par les pavages figurant à l'Alhambra de Grenade, les architectes arabes d'alors connaissaient la solution du problème (XIIIe siècle).

(On pourra étudier ce problème, par exemple, à l'aide de la géométrie de Berger, tome 1, éditions Cédic).

II - UN MATHÉMATICIEN ISLAMIQUE : BEN MUSA

Lorsqu'on évoque les mathématiques du monde islamique, il est normal de s'arrêter sur l'ouvrage de Muhammad ibn Musa al Khowaresmî (1) intitulé "Al Kitâb al muhtasar fi hisab al jabr wal muqabala" et répandu sous le titre abrégé "al jabr" qui est devenu algèbre.

L'ouvrage semble avoir été décrit dans le premier tiers du 9e siècle. Le texte original n'en a pas été retrouvé. On en connaît des traductions latines du 12e siècle, traductions souvent partielles (Adélarde de Bath, Robert de Chester). Il faut attendre 1831 pour avoir une édition complète avec traduction en anglais à partir d'un manuscrit conservé à Oxford. La méconnaissance d'autres documents de l'époque voulut que longtemps on fit de ben Musa le créateur de l'algèbre. Montucla dans son histoire des mathématiques de 1771 (1799) écrit :

"Les plus anciens auteurs d'algèbre chez les arabes sont Muhammad ibn Musa et Thebit ibn Corah. Le premier est donné par Cardan pour l'inventeur de la résolution des équations du second degré".

Un peu mieux documenté, Chasles, en 1837, signale que la préface de l'Al jabr précise :

"Ben Musa a composé ce traité succinct, à la demande du calife Al Mamûn, pour faciliter une foule d'opérations qui se présentent dans le commerce des hommes et dans les besoins de la vie."

Les Arabes possédaient donc alors des connaissances plus étendues que celles révélées dans l'ouvrage ; et Chasles de conclure :

" Quoiqu'il en soit, c'est un fait bien remarquable et digne de méditation des savants de l'Europe, qu'un traité d'algèbre regardé comme élémentaire au 9e siècle chez les arabes ait été, sept cents ans après, la base et l'origine des grandes découvertes des européens dans les sciences". (2)

L'Al jabr comporte 95 feuillets de problèmes (partages d'héritages, mesures de terrains, etc...) et 70 feuillets de calculs sur des exemples.

Ainsi ben Musa écrit :

"Si on double une grandeur, son carré est multiplié par quatre ; si on triple, son carré l'est par neuf et ainsi pour les autres nombres."

Ou encore :

"Si six objets valent douze pièces, un objet vaut deux pièces et quatre objets huit pièces et ainsi pour les autres nombres."

(1) Mohammed fils de Moïse natif de Khwahizm.

(2) Par contre Chasles estime que la numération décimale des entiers n'est pas venue en Occident par les Arabes et que Boèce en connaissait le principe déjà en puissance chez les Grecs...

C'est donc le lecteur qui déduira la règle générale. Si pour maints de nos contemporains, algèbre est synonyme d' x , d' y , de $+$ et de $-$, ils ne s'y retrouveraient pas chez ben Musa où ne figurent pas un symbole, pas un signe. On peut même dire que les nombres y sont écrits en toutes lettres.

En fait, ce qui apparaît surtout chez ben Musa, c'est l'expression d'une sorte d'état d'esprit nouveau qui donne des règles pour raisonner directement sur la grandeur qui est cherchée. On lui donne même un nom : *jizr*, et non plus seulement à partir de suppositions sur celle-ci.

Ainsi envisageons le problème suivant : trouver un nombre tel que sa moitié plus son double valent trente.

Pendant longtemps, tant chez les Arabes qu'en Occident on préconisait la méthode suivante :

Supposons 2. Sa moitié plus son double valent 5. Il manque 25 pour avoir 30. Toutes les fois que j'augmente de 2 la supposition l'écart va diminuer de 5. Il faut donc ajouter cinq fois 2 à la supposition. En effet $2 + (5 \cdot 2) = 12$ dont la moitié plus le double valent bien 30.

Toute autre est la méthode du "jabr" (remplissage, restauration) et du "muqabala" (réduction). On pourrait lire chez le Khwarismien :

Sept "jizr" moins vingt cinq valent deux "jizr" plus dix. Que vaut le "jizr" ?

Par le jabr on a : sept "jizr" valent deux jizr plus dix plus vingt cinq.

Par une muqabala : sept "jizr" valent deux jizr plus trente cinq.

Par une autre muqabala : cinq "jizr" valent trente cinq.

alors : le "jizr" vaut sept.

On résonne ici directement sur l'être cherché au lieu de déduire des résultats de suppositions faites sur sa valeur. Ce n'est que bien plus tard que le mathématicien se posera le problème de l'existence de cet être. Pour l'heure ce n'est point l'affaire au reste les réponses négatives et même nulles sont rejetées n'ayant pas de raison d'être : traité "pour faciliter les opérations dans le commerce des hommes".

Ben Musa aborde également des problèmes du second degré. Dans un premier temps il montre que, par jabr et muqabala on est toujours conduit à des formes simples telles ce que nous écrivons $x^2 + 5x = 24$. Mais il énonce un "mal" et cinq "jizr" valent vingt quatre "dirham". "Mal" c'est le carré du gizr et le "dirham" la grandeur connue (en fait ce mot désigne l'unité monétaire).

Alors pour résoudre on applique la règle suivante :

Divise en deux le jizr, prends en le carré et ajoute le dirham,

extrait le jizr du tout et soustrais-en la moitié du jizr. Tu obtiens le jizr et son mal (3).

C'est à dire :

$$\frac{5}{2}, \left(\frac{5}{2}\right)^2, \left(\frac{5}{2}\right)^2 + 24, \sqrt{\left(\frac{5}{2}\right)^2 + 24}, \sqrt{\left(\frac{5}{2}\right)^2 + 24} - \frac{5}{2} = 3$$

On obtient la seule racine positive, les nombres négatifs n'ayant pas encore droit de cité en tant que tels. Au reste les équations ne comportent pas de coefficients négatifs, c'est pourquoi elles prennent différentes formes toutes étudiées par ben Musa (4).

Mais comment la méthode est-elle justifiée, autrement que par un contrôle du résultat ?

C'est ici qu'on peut distinguer, maintenant, chez ben Musa et ses successeurs deux tendances. Si la justification est de nature géométrique, l'auteur arabe-ou persan s'inspire de documents hellénistiques (5). Si cette justification est algébrique les documents sont indiens (6).

Ainsi c'est essentiellement par sa clarté et par sa simplicité que l'ouvrage de Muhammad ben Musa a marqué son époque. Si des études récentes tendent à montrer qu'il n'a rien révélé de nouveau en algèbre encore lui fallait-il présenter, simplement, des résultats souvent bien difficiles à aborder ailleurs ; cela mérite estime.

(3) On notera que jizr désigne à la fois le nombre cherché, son coefficient et une racine carrée, seul le contexte permet de s'y retrouver.

(4) $x^2 - x - 6 = 0$ n'est pas convenable mais ben Musa étudie : $x^2 = x + 6$, de même $x^2 + 6 = 5x$.

(5) On peut à ce sujet consulter notre brochure "Egale zéro - Aperçu historique de la notion d'équation".

(6) Les Indiens écrivaient déjà vers le 7e siècle l'équation précitée sous la forme

$$ru^2 = ya + 5$$

ru c'est la roupie qui est devenue le dirham ; ya c'est l'inconnue, $\sqrt{\quad}$ le carré. Par ailleurs, les Indiens manipulaient des nombres négatifs.

III - LES METAMORPHOSES D'UNE FORMULE

Les Grecs avaient obtenu de nombreux résultats quant au calcul des aires. Ces résultats conduisirent à des relations entre produits de longueurs. A leur suite Ptolémée établit le théorème qui porte son nom :

"Si un quadrilatère ABCD est inscrit dans un cercle on a :

$$AB \cdot CD + BC \cdot AD = AC \cdot BD" \quad (I)$$

Ce résultat est obtenu en calculant de plusieurs façons l'aire du quadrilatère.

Partant de cette formule et en considérant les côtés du quadrilatère en tant que cordes soutendant des arcs du cercle, les géomètres islamiques donnèrent dans

les commentaires de l'oeuvre de Ptolémée (*) la relation (II) :

$$2 \text{ corde } (c-d) = \text{corde } (c) \cdot \text{corde } (\pi-d) - \text{corde } (d) \cdot \text{corde } (\pi-c)$$

Pour cela on écrit (I) $AB \cdot CD = AC \cdot BD - BC \cdot AD$

On suppose AB diamètre d'un cercle de rayon un donc $AB = 2$. On appelle c et d les mesures des arcs $\overset{\frown}{AD}$ et $\overset{\frown}{AC}$. ($\overset{\frown}{AC} > \overset{\frown}{AD}$) ; l'arc $\overset{\frown}{AB}$ a pour mesure π .

Ensuite arrivèrent de l'Inde les notions de sinus et de cosinus. On remplaça la corde par la demi-corde qui était le sinus de l'arc-moitié.

Ainsi si $\overset{\frown}{AC} = 2\overset{\frown}{AM} = 2c$

$$\text{corde } AC = 2AN = 2 \sin \overset{\frown}{AM} = 2 \sin x$$

$$\text{corde } BC = 2ON = 2 \cos \overset{\frown}{AM} = 2 \cos x$$

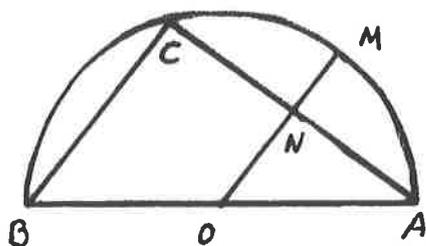
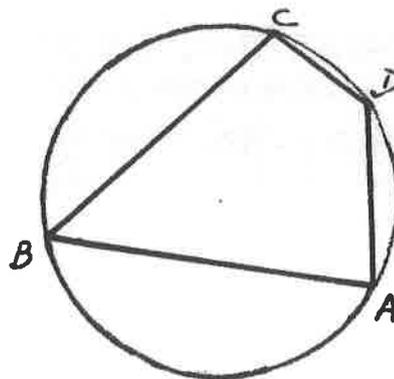
et la formule (II) devient

$$4 \sin(x-y) = 2 \sin x \cdot 2 \cos y - 2 \sin y \cdot 2 \cos x$$

$$\text{ou } \sin(x-y) = \sin x \cdot \cos y - \sin y \cdot \cos x \quad (III)$$

Cette relation qui est à la base de la trigonométrie plane a pris alors place dans les traités de trigonométrie du monde occidental lorsqu'elle y fut connue. Certes on en donna d'autres démonstrations par la suite...

* L'oeuvre de Ptolémée nous est parvenue dans un ouvrage appelé Almagest. En fait les arabes et persans prirent l'habitude de regrouper les documents en leur possession concernant les travaux de Ptolémée sous le titre de "le traité qui est le plus important, le plus docte" d'où Magiste (en latin) qui avec l'article arabe al a formé al-magest.



IV - UNE TECHNIQUE OPERATOIRE : LA MULTIPLICATION

En appelant "table de Pythagore" l'outil de base de notre multiplication, on peut penser que cette opération n'a pas changé de technique depuis l'époque grecque. Cela n'est pas. Le nom même de "table de Pythagore" est récent.

Nous allons essayer ici de montrer brièvement quel a été l'apport du monde islamique en la matière.

La numération grecque et la numération ordinaire arabe (dite gumal) ne sont pas des numérations de position comme la numération indienne, ancêtre de la nôtre (1). Il y a des symboles différents pour les unités, les dizaines, les centaines, ... Ainsi le nombre que nous écrivons 333 s'écrit pour les grecs $\text{C} \lambda \delta$, pour les arabes ش ل ب (3) (de droite à gauche et en séparant les symboles -"noeuds"-). En conséquence, il faudrait plusieurs tables de Pythagore... L'outil de la multiplication est alors la duplication qui n'utilise que des "doubles" connus "par coeur". Pour multiplier 123 par 83 on procédait et écrivait ainsi :

On "doublait" d'une part et on partageait en deux (à une unité près par défaut) d'autre part, et on ajoutait les "doubles" correspondant aux "impairs".

Il fallait procéder par étapes successives. Avec un certain entraînement le procédé est assez rapide. (2)

123	83
246	41
492	20
984	10
1986	5
3936	2
7872	1
10209	

Mais il ne faut pas oublier que ces nombres ne s'écrivaient ni avec nos chiffres indiens ni avec notre numération de position.

Ainsi en écriture romaine, laquelle est déjà un énorme perfectionnement sur la grecque, on ferait les "doubles" précédents selon le schéma suivant :

(1) Voir notre brochure "Histoire de la numération écrite"

(2) Il est encore utilisé en certaines régions du globe, lié à l'emploi du boulier

(3) On lira, de droite à gauche : Shir lâm jîm

	C	XX	III
	C	XX	+++
	C	XX	++I
	CC	XXXXX	II
	CC	XXXX	
	CCCCC	XXXX	II
	CCCC	XXXX	II
M	CCCCC	XXX	+++
	CCCC	XXX	++I

etc ...

Il est inutile d'envisager alors un procédé écrit de multiplication pour les grecs ou les arabes lorsqu'il s'agit de nombres un peu grands. Seul est possible un système d'abaque ou de boulier où se séparent unités, dizaines, centaines... On a alors des bâtons ou des boules dans chaque colonne avec jeu de report. Le système s'est amélioré sous la forme qu'on vient de voir, vers la fin de l'empire romain, semble-t-il (4).

Vers le 10e siècle les mathématiciens et surtout les astronomes de l'Islam (Persans en particulier) cherchèrent devant la complexité de l'opération

à adapter le vieux système de numération des babyloniens. En gros système de position dont l'usage a pu avoir été conservé sur place ou plus vraisemblablement ré-importé de l'Inde.

Un même symbole représente l'unité et la soixantaine (système à base 60). $\nabla \nabla$ veut dire 61 ; $\nabla \nabla \nabla$ est 62 ; $\nabla \nabla \nabla \nabla$ est 121.

Il suffirait alors de 59 symboles pour écrire tous les nombres, aussi grands soient-ils. Les savants persans de l'époque n'hésitèrent pas qui construisirent 59 "noeuds" adaptés du système usuel "gumal". Pour multiplier il fallait une table des produits entre eux des 59 nombres à un seul noeud ! ... et aussi une d'addition ! ...

Ainsi le "système des astronomes" note $\nabla \nabla$ pour 61 ; $\nabla -$ pour 62 et $- \nabla$ pour 121, enfin $\nabla \cdot \nabla$ pour 3601 car on dispose du "zéro". (on notera l'ordre de gauche à droite).

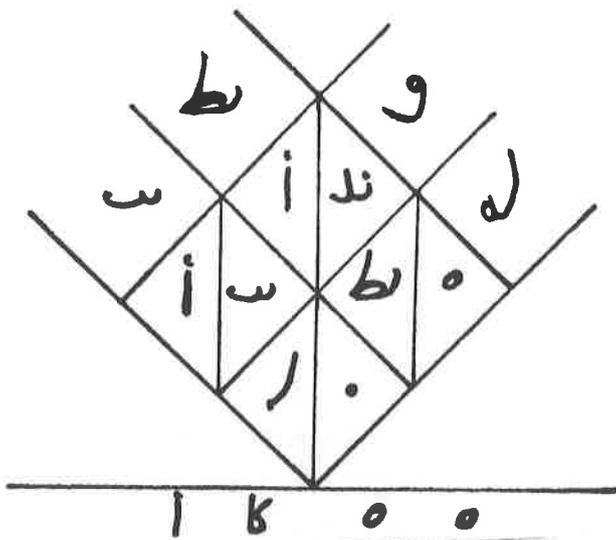
Voici comment était alors disposée la multiplication

Soit 395×739

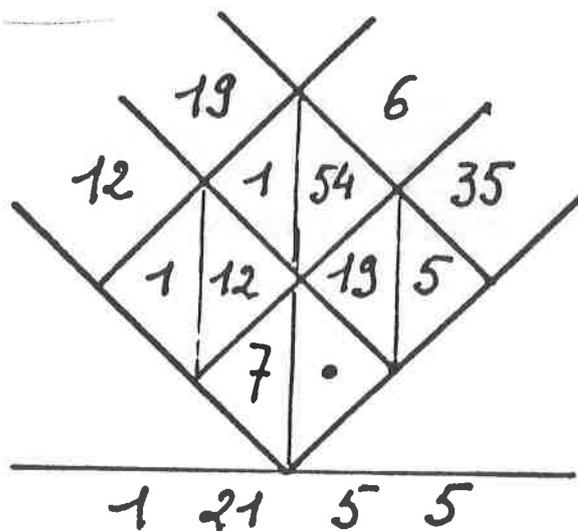
395 va s'écrire (6.60 + 35) soit $\nabla \nabla \nabla$

739 va s'écrire (12.60 + 19) soit $\nabla \nabla \nabla$

(4) Il ne faut pas perdre de vue que le papier est encore rare au 10e siècle. C'est pourquoi les procédés de calcul alors répandus visent essentiellement à l'emploi du boulier ou d'une tablette sur laquelle on efface au fur et à mesure comme sur les "ardoises" des classes élémentaires. Le prix du papier n'a guère baissé que vers le 13e siècle, mais, longtemps encore, cette matière fut économisée par l'escolier.



Ce qui, avec notre écriture s'interprète :



Les produits se lisent dans chaque carré, produits qu'on peut faire dans n'importe quel ordre.

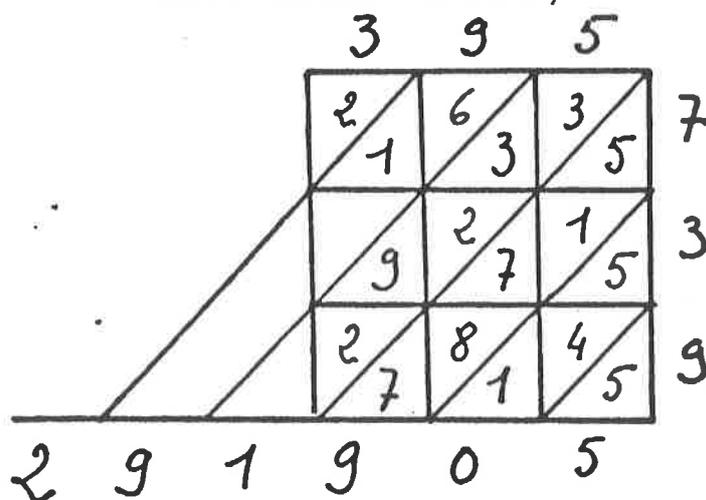
$$19 \times 6 = (1.60 + 54)$$

On additionne ensuite par colonne (avec retenue, par soixantaine, au besoin)

$$1(216000) + 21(3600) + 5(60) + 5 = 291905 = 395 \times 739$$

Lorsque la numération indienne de position à base dix apparut et que les chiffres indiens prirent, en Andalousie, à peu près la forme qui est nôtre, la disposition du calcul s'adapta sans peine. (5)

On trouve assez tôt en Occident et, par suite, dans les premiers livres imprimés, la disposition suivante directement inspirée par celle des astronomes (Les colonnes deviennent seulement en biais).



(5) De nos jours, les pays arabes ont adopté le système décimal avec écriture des nombres de gauche à droite selon la numération de position. Toutefois la graphie des chiffres reste différente dans un certain nombre de ces pays.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
•	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩

L'habitude d'opérer directement les additions de retenues par ligne est également antérieure à l'imprimerie car elle se trouve dans les premiers ouvrages imprimés.

Différentes dispositions se disputèrent les faveurs des calculateurs avant d'en arriver à la forme actuelle, mais la plupart dérivent de celle que nous avons étudiée. Ainsi le rôle des mathématiciens des pays de l'Islam, bien au delà de la seule transmission du système indien, est, semble-t-il, assez clair sur cet exemple.

$$\begin{array}{r} 395 \\ \hline 2765 \quad 7 \\ 1185 \quad 3 \\ 3555 \quad 9 \\ \hline 291905 \end{array}$$

BIBLIOGRAPHIE

- D. SOURDEL : - L'Islâm - Que sais-je ? 1968
- La civilisation de l'Islâm classique - Arthaud 1968
- L. GARDET : - Les Hommes de l'Islâm - Hachette 1977
- L'Islâm : religion et communauté - Desclée de Brouwer
- A. MAZAHERI : - La vie quotidienne des Musulmans au Moyen Age - Hachette 1966
- M. RODINSON : - Islâm et capitalisme - Seuil 1974
- C. COQUERY : - La découverte de l'Afrique - Archives - Gallimard 1970
- R. BLACHERE : - Le Coran - Que sais-je ? 1967
- H. LAOUST : Les schismes dans l'Islâm - 1965
- A. PAPADOPOULO : - L'Islâm et l'art musulman - Mazenod 1974
- Catalogue : L'Islâm dans les collections nationales - Grand Palais 1977
- Courrier de l'UNESCO - n° juin 1974 - Al Birûni

Le Corân : introduction, traduction et notes par D. Masson, NRF Gallimard,
"La Pléiade".

Régis BLACHERE : Introduction au Coran, Maisonneuve et Larose.

Henry CORBIN : Histoire de la philosophie Islamique, Idées NRF, Gallimard.

Henry CORBIN : Suite de l'ouvrage précédent : in Histoire de la Philosophie,
NRF, "La Pléiade".

On se reportera à cet ouvrage pour des bibliographies plus
détaillées : en particulier sur les philosophes de l'Islam.

Louis MASSIGNON : La Passion de Hallaj, NRF, Gallimard.

E. de VITRAY - Mayerovitch : Mystique et Poésie en Islam, Desclée de Brouwer.

Henry CORBIN : En Islam Iranien, NRF, Gallimard (4volumes)

MONTUCLA : Histoire des Mathématiques (An 7)

SEDILLAT : Matériaux pour l'histoire des sciences chez les orientaux (1845)

CHASLES : Aperçu historique des méthodes en géométrie (1875)

CAJORI : A History of mathematical notations (1952)

SMITH : History of mathematics (1953)

BECKER ET HOFMANN : Histoire des mathématiques (1956)

TATON - YOUSCHKEVITCH : Histoire générale des sciences (1966)

YOUSCHKEVITCH : Les mathématiques arabes (1976)

ABDELJAOUAD : Vers une épistémologie des décimaux (1978)

INSTITUT DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES DE L'UNIVERSITÉ
DE DIJON

B.P. 138 - 21004 DIJON CEDEX - Tél : (80) 66.64.13 poste 641

Groupe d'Histoire des Mathématiques pour nos Elèves, Animateur H. PLANE,
Lycée Jacques Amyot - 89000 AUXERRE

Le groupe a produit, jusqu'à présent, les brochures suivantes,
(disponibles à l'I.R.E.M.)

- Notes sur des mathématiciens à l'usage d'élèves entrant en seconde (5e édition) ;
- La Numération écrite (3e édition) ;
- Glanes d'histoire des mathématiciens (4e édition augmentée) ;
- Jeux de géométries (petite histoire des parallèles) (2e édition) (épuisé) ;
- Lecture d'un texte de Huygens (la fonction logarithme) (3e édition) ;
- Egale zéro (Aperçu historique de la notion d'équation) (3e édition) ;
- Pages et calculs choisis de Blaise Pascal (2e édition) ;
- Léon d'Anvers : analyse d'une arithmétique du 16ème siècle ; (épuisé)
- Choses d'Algèbre (Aperçu historique des notations) ;
- Vecteur : Recherche de paternité ; (épuisé)
- Mathématiques et Islam.
- De l'invention des tangentes (Pages et calculs choisis de Fermat) ;
- Calculus populusque romanus (Aperçu sur le calcul au temps des Romains) ;
- Comptes grecs (Aperçu sur le calcul au temps des Grecs).

Et, en collaboration avec l'équipe d'animation pédagogique d'Histoire
de l'Yonne :

- Survol d'histoire des mathématiques en Occident et émergence de la science
moderne ;
- Textes et documents de science relatifs au début du 17ème siècle.

On demandera ces deux dernières au C.D.D.P. de l'Yonne,

25, avenue Pasteur
89000 AUXERRE

Imprimerie de l'I.R.E.M.

Dépôt Légal n° 21, du 1er trimestre 1981