À propos de l'enseignement scientifique en Égypte

Transfert et modernisation des sciences exactes. 1834-1902

Pascal Crozet

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/ema/140>

DOI : 10.4000/ema.140

ISSN : 2090-7273

Éditeur

CEDEJ - Centre d'études et de documentation économiques juridiques et sociales

Édition imprimée

Date de publication : 30 septembre 1994

Pagination : 69-99

ISSN : 1110-5097

Référence électronique

Pascal Crozet, « À propos de l'enseignement scientifique en Égypte », *Égypte/Monde arabe* [En ligne], 18-19 | 1994, mis en ligne le 08 juillet 2008, consulté le 07 juillet 2022. URL : <http://journals.openedition.org/ema/140> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ema.140>

Ce document a été généré automatiquement le 7 juillet 2022.

Tous droits réservés

À propos de l'enseignement scientifique en Égypte

Transfert et modernisation des sciences exactes. 1834-1902

Pascal Crozet

- 1 Avecla création des écoles modernes sous Muhammad 'Ali, est initié un transfert de savoirs scientifiques et techniques en provenance d'Europe, qui, pour qui n'y prendrait pas garde, semblerait offrir bien des similitudes avec ses homologues d'autres régions du monde¹. Deux éléments essentiels viennent pourtant donner au cas égyptien toute sa spécificité. Le premier d'entre eux touche au contexte culturel dans lequel s'inscrit ce transfert, et en particulier la tradition scientifique classique arabo-islamique dont la société égyptienne est l'une des héritières. Le second relève des raisons mêmes de cette transmission : contrairement à ce qui se produit en Inde par exemple, où l'enseignement des sciences exactes modernes est dès le départ organisé par l'occupant britannique, l'importation de savoirs européens n'est pas ici, du moins pour la période qui nous intéresse, l'œuvre des empires coloniaux ; elle semble au contraire participer, d'une certaine manière, de la lutte contre leur expansion.
- 2 L'enjeu — maîtriser les « outils de la modernité » — est bien entendu de première importance, du moins si l'on en juge par les invocations récurrentes aux sciences modernes européennes dont l'histoire contemporaine de l'Égypte est truffée. Trop considérer l'origine des savoirs et des modèles qui font l'objet du transfert conduirait pourtant à masquer le fait que celui-ci est en réalité le produit d'une prise en charge, d'une traduction au sens large comme au sens propre du terme, pouvant éventuellement induire déplacements et recompositions ; lesquels ne peuvent qu'être amplifiés par les deux éléments particuliers au cas égyptien que nous évoquions plus haut.
- 3 C'est sur cette prise en charge, par les scientifiques égyptiens eux-mêmes, que je voudrais revenir dans les lignes qui suivent, à propos de l'enseignement des sciences exactes. Il ne saurait bien entendu être question d'aborder tous les aspects du problème dans l'espace restreint d'un article. Je tenterai juste d'évoquer ici, de façon du reste assez superficielle et panoramique, le passage entre science classique et science

moderne, l'articulation entre savoirs hérités et savoirs importés, et l'influence des uns sur les conditions d'implantation et « d'appropriation » des autres.

- 4 A insister donc sur le processus même de transfert et « d'égyptianisation » des savoirs, je laisserai volontairement dans l'ombre les circonstances politico-économiques qui l'ont conditionné et n'ont cessé d'agir sur lui ; c'est-à-dire, pour prendre un exemple, que je ne m'intéresserai ni à la politique des travaux publics et de mise en valeur du territoire, ni au devenir des cadres et des experts pour la formation desquels le transfert a été initié. D'autre part, je m'en tiendrai aux seules sciences mathématiques, physiques et de l'ingénieur, en délaissant la chimie, la biologie, l'agronomie et les sciences médicales². Ce choix, motivé en partie par des questions de compétence personnelle, est aussi le fait des institutions : il correspond en effet à un partage des rôles principaux entre l'École d'ingénieurs et l'École de médecine, qui ont des histoires similaires mais non identiques, répondant aux institutionnalisations différentes des professions d'ingénieur et de médecin³.

Un développement autonome

- 5 La période qui nous intéresse ici, et que je borne, pour fixer les idées, par les dates de 1834 et 1902, se caractérise donc selon nous par la prise en charge, bon gré mal gré, de leur « destin scientifique » par les Égyptiens eux-mêmes. Si l'action des experts européens en la matière est parfois grosse d'influence, elle ne doit pas en effet faire oublier que la très grande majorité du corps professoral reste alors égyptienne, y compris dans les écoles supérieures, et que l'enseignement se fait presque exclusivement en arabe.
- 6 Mais revenons sur ces dates. En 1834 est fondée à Bûlâq une école d'ingénieurs (*muhandiskhana*), qui succède aux institutions analogues mais de moins grande envergure qui avaient vu le jour antérieurement à la Citadelle. Quelques mois plus tard, le retour des membres scientifiques des premières missions scolaires fournit la base du personnel enseignant. En 1837 enfin, le saint-simonien Charles Lambert, qui en assumera la direction jusqu'en 1850, la munit d'un programme solide et ambitieux, la plaçant en outre définitivement dans l'orbite française en matière de modèles à suivre. En peu de temps, l'Égypte est donc dotée d'une institution durable, utilisant des cadres qui sont, Lambert mis à part, tous égyptiens.
- 7 En 1902, pour des raisons multiples que je n'exposerai pas, a lieu une réforme de cette même école qui, entre temps, a quitté Bûlâq pour le centre du Caire. Si je prends cette date en considération, c'est parce qu'elle marque, avec l'éviction du directeur égyptien comme préalable à la susdite réforme, la reprise en main définitive de l'école par les Britanniques. Il s'agit là en fait de l'aboutissement d'un processus déjà largement engagé quelques années plus tôt, notamment avec l'imposition d'un sous-directeur anglais en 1896. En 1902 ne subsistera plus, comme cadre égyptien, que le seul bibliothécaire⁴.
- 8 La période qui court de l'une à l'autre de ces deux dates n'est bien entendu en rien uniforme pour ce qui nous concerne. Au-delà d'un contexte politico-économique qui a changé radicalement, se manifeste au contraire, à notre avis, toute une évolution qui aboutit — en s'exténuant dans un contexte difficile — à l'émergence d'une tradition d'enseignement scientifique en arabe, munie en particulier d'un vocabulaire recréé pour la circonstance, et dont l'une de mes tâches est de tenter de rendre compte. Il y a

pourtant, tout au long de la période, permanence d'un certain nombre de traits qu'il me paraît nécessaire de rappeler ici succinctement : la plupart d'entre eux sont du reste largement connus, même s'ils nécessitent parfois, pour être précisés, des enquêtes plus approfondies.

Place centrale de la *muhandiskhana*

- 9 En premier lieu, il faut souligner le rôle essentiel joué par l'École polytechnique dans le dispositif d'enseignement des sciences modernes en Égypte au XIX^e siècle. On sait que le système éducatif gouvernemental visait avant tout à former des experts, et que le niveau secondaire — appelé d'ailleurs préparatoire (*tajhiziyya*) jusque dans les années 1880 — n'a longtemps eu d'autre but que de fournir aux écoles supérieures des contingents aptes à suivre leurs cursus : de là une structuration par le haut avec ce qui en découle notamment en matière de programmes. C'est aussi essentiellement pour les besoins de la *muhandiskhana* qu'est initié le mouvement de traduction de manuels scientifiques dont bénéficieront les différents niveaux du système éducatif. Enfin, puisqu'elle constitue, avec l'École de médecine et de pharmacie, le seul établissement d'enseignement supérieur scientifique présent en Égypte, c'est naturellement dans cette même institution que seront formés bon nombre de professeurs de mathématiques, qui enseigneront non seulement en son sein, mais aussi dans d'autres écoles, préparatoires, supérieures et militaires, qu'ils seront d'ailleurs souvent appelés à diriger.
- 10 Ainsi, bien qu'elle ait à connaître des vicissitudes diverses (fermeture entre 1854 et 1865, contrecoups de la crise financière à partir de 1875 puis de l'occupation britannique après 1882), l'École polytechnique égyptienne conserve tout au long du siècle une position centrale. Ce ne sera plus tout à fait le cas après la création, en 1906, d'une filière scientifique à l'École normale supérieure⁵, et encore moins après la fondation d'une faculté des sciences en 1925.

Influence française

- 11 C'est de France, essentiellement, que proviennent les principales références lorsqu'il s'agit d'introduire les sciences exactes modernes en Égypte. Le phénomène se manifeste extérieurement de différentes façons : à travers le choix des manuels d'enseignement tout d'abord, puisque les manuels traduits le sont quasiment toujours du français, à l'exclusion ou presque de toute autre langue ; par la destination des missions scolaires, qui se dirigent vers la France plutôt qu'ailleurs, même si pour des disciplines plus technologiques on se tourne très tôt vers l'Angleterre (pour le télégraphe, les chemins de fer, la métallurgie, etc.) ; par la présence en Égypte d'experts qui sont très souvent français lorsqu'il s'agit d'enseignement⁶.
- 12 Par là, c'est de France que provient en général ce qui est proposé en matière de modèles d'organisation des savoirs scientifiques, d'idées sur ce que doit être la formation des ingénieurs, d'idéologies de la science. On peut évoquer par exemple l'influence du saint-simonisme à travers l'action de Lambert⁷ ; on pourrait aussi poser la question du positivisme.

L'arabe, langue d'enseignement des sciences

- 13 Contrairement à ce que l'on peut observer dans une certaine tradition coloniale, ou dans des pays comme la Russie au début du XIX^e siècle (on enseigne en français à l'École d'ingénieurs de Saint-Petersbourg), les sciences exactes sont ici enseignées dans la langue du pays. Avant 1834, l'arabe le disputait encore au turc ; les années 1890 voient par contre une anglicisation progressive des enseignements secondaire et supérieur. La période intermédiaire est le témoin d'un mouvement de traduction et d'arabisation particulièrement remarquable, dont le rôle est bien entendu prépondérant dans l'insertion des savoirs scientifiques venus d'Europe dans la société égyptienne.

Sélectivité du transfert

- 14 On sait que ce qui intéresse surtout les gouvernants égyptiens, lors de la mise en place des écoles modernes, c'est la technologie occidentale plus que les sciences elles-mêmes. Celles-ci viennent en quelque sorte en supplément, sur un mode essentiellement régi par les liens qu'elles entretiennent avec les techniques dans l'enseignement français. S'agissant donc de former des ingénieurs, plutôt destinés en outre aux Travaux publics, on conçoit que certaines disciplines scientifiques comme la théorie des nombres ou le calcul des probabilités n'aient pas véritablement fait l'objet de transfert.

Absence de recherche organisée

- 15 Mais il y a plus : ce transfert a lieu sans que l'on songe vraiment à fonder des institutions de recherche, à l'image par exemple des académies dont sont dotés les pays européens. C'est que, comme l'explique Roshdi Rashed, l'on vise alors « les effets de cette science plus que les moyens de la produire », d'où une situation qui tend notamment à « l'instauration d'une certaine dépendance scientifique permanente à l'égard des pays d'Europe »⁸. Nous verrons qu'en fait, la conception des gouvernants égyptiens en la matière rencontre, pour des raisons diverses, les préjugés de bon nombre d'experts européens amenés à se prononcer sur les sciences modernes qu'il y a lieu de développer en Égypte.
- 16 Il est vrai qu'il y a pourtant, sur les rives du Nil, des sociétés savantes comme l'Institut égyptien, créé en 1859, et qui comprend une section « sciences physiques et mathématiques ». Mais cette institution se pense avant tout comme le reflet de la « vie intellectuelle » de la seule colonie européenne⁹. En outre, elle s'occupe finalement assez peu de sciences exactes¹⁰ et encore moins d'opérer un relais vers la société égyptienne. Il y a bien également un observatoire, qui fonctionne de 1840 à 1850, puis de nouveau à partir de 1868 ; mais ses activités sont réduites et se cantonnent pour l'essentiel aux relevés météorologiques, à la détermination journalière du midi moyen et à l'établissement du calendrier¹¹.
- 17 En réalité, les recherches réalisées en Égypte au XIX^e siècle dépendent avant tout des opportunités et des individualités, se heurtant de surcroît à l'absence d'une véritable bibliothèque scientifique régulièrement approvisionnée¹².

Pourtant, des activités scientifiques...

- 18 Malgré ces handicaps, qui contribuent « à empêcher la fondation d'une véritable cité scientifique »¹³, on assiste bien au cours du XIX^e siècle, à l'insertion dans la société égyptienne d'un certain objet science, sur lequel vont pouvoir notamment se cristalliser des enjeux de type réformiste ou nationaliste. Si, en effet, la période considérée est peu propice à la recherche, on y exerce tout de même des activités scientifiques : enseignement bien sûr, mais aussi vulgarisation à travers des revues comme *Rawdat al-madâris* (1870-1878) ou *al-Muqtataf* (à partir de 1876), sans compter l'utilisation, par les ingénieurs, de certains outils à forte composante scientifique.
- 19 Nous parlions plus haut de prise en charge des sciences modernes par les scientifiques égyptiens. Qu'est-ce alors qu'un scientifique égyptien ? Plus souvent qu'un chercheur, il sera plutôt en réalité un enseignant, un auteur de manuels, un éditeur de revue. L'histoire des sciences, il est vrai, a jusqu'à présent plus volontiers dirigé ses projecteurs vers ce qui pourrait paraître comme les pôles les plus avancés de la science, vers la création de nouveaux concepts ou de nouveaux savoirs destinés à l'universalité ; dans le cas de l'Égypte du XIX^e siècle, le champ de l'étude pourrait alors paraître limité. Pourtant, il y bien selon nous, dans ce même cas, une forme de production scientifique : pas seulement celle qui ferait que des chercheurs égyptiens contribueraient à « la science en marche », mais aussi toute une tâche visant à traduire les sciences modernes, à les adapter, à les transposer, et plus généralement à leur ouvrir, en Égypte, un espace institutionnel, conceptuel et d'applicabilité. A l'accomplissement de cette tâche, les enseignants, et en particulier ceux de la *muhandiskhana* seront les premiers confrontés.

Modèles et préjugés

- 20 Pour mieux comprendre la façon dont ils s'en sont acquittés, il nous semble nécessaire de dire rapidement quelques mots des modèles proposés par les Européens en contact avec les élites égyptiennes, des idées qu'ils propagent sur ce que doit être la science en Égypte, et des préjugés parfois tenaces qui peuvent être à l'origine de ces idées. En effet, tout n'est pas rendu *également* accessible aux futurs responsables égyptiens. Et à cet égard, les vues des premiers médiateurs que sont leurs maîtres européens, que ce soit en Europe ou en Égypte, jouent naturellement un rôle considérable.
- 21 Parmi ceux dont les conceptions auront été probablement le plus en mesure d'exercer une influence notable et durable, le directeur saint-simonien de la *muhandiskhana* tient l'un des premiers rangs. C'est la conséquence, pour commencer, d'une sorte d'effet de masse : l'école de Lambert forme en une quinzaine d'années presque la moitié des ingénieurs formés en Égypte tout au long du XIX^e siècle¹⁴ ; en particulier, un bon nombre de futurs responsables de l'institution scolaire, comme 'Ali Mubarak ou Isma'îl Mustafa pour ne donner que deux exemples, reçoivent là leur première éducation scientifique. Ensuite, les manuels traduits à l'époque de Lambert sont la plupart du temps choisis par lui, et restent utilisés, sous une forme plus ou moins aménagée, jusque vers le milieu des années 1870. Enfin, cette même école, toujours sous les rênes de Lambert, garde tout au long du siècle l'image d'une institution efficace à laquelle on se référera souvent¹⁵.

- 22 Il ne saurait être question de reprendre ici tous les termes d'une analyse que j'ai tenté de livrer ailleurs¹⁶. Qu'il me suffise de dire que pour former les ingénieurs égyptiens, Lambert vise l'alignement des programmes de son école sur ceux de l'École centrale parisienne. Ce choix correspond en réalité à une sorte de moyen terme entre sa propre formation de polytechnicien, reposant sur un bagage scientifique particulièrement solide, et le désir de voir se développer en Égypte un enseignement surtout tourné vers la pratique. Les sciences sont certes enseignées à la *muhandiskhana*, et de façon plus affirmée que dans les écoles anglaises, par exemple, où l'on s'oriente plus nettement vers une approche concrète des techniques à assimiler ; mais elles le sont uniquement de façon minimale, comme pour fédérer un corps de connaissances qui, sans elles, pourrait paraître morcelé¹⁷.
- 23 Ce projet, qui a pour objectif de fournir des ingénieurs « prêts à l'emploi » et résolument tournés vers les applications pratiques, répond bien tout à la fois aux désirs du pacha et à la visée saint-simonienne d'une transformation rapide de la société par un développement de l'industrie dont on pense qu'il ne lui manque que des hommes convenablement formés pour s'épanouir¹⁸. Mais il repose aussi sur une conception qui relègue au second rang des priorités la marche vers une certaine autonomie en matière de production scientifique.
- 24 Chez Lambert, apparaissent au fond certains des traits que l'on retrouvera souvent chez la plupart des Occidentaux confrontés au transfert des sciences modernes vers l'Égypte. Ces traits semblent tourner autour de trois postulats :
- la science qui doit être développée en Égypte, que ce soit par les Égyptiens eux-mêmes ou par les membres de la colonie européenne, doit répondre avant tout à des objectifs utilitaires, visant au développement matériel du pays ; ou alors elle doit fournir du savoir sur l'Égypte en tant qu'objet ;
 - le transfert s'effectue dans une sorte de vide scientifique, qui fait notamment de l'Égypte une sorte de « pays neuf »¹⁹ ;
 - la langue arabe est impropre à véhiculer les savoirs scientifiques et techniques, ou du moins la tâche à accomplir pour créer le vocabulaire manquant est telle qu'il vaut mieux, pour plus d'efficacité, passer par l'intermédiaire d'une langue européenne²⁰.
- 25 Dans un rapport où il rend compte, devant l'Académie des Sciences, du travail de Mahmud al-Falakî sur l'éclipse de 1860, Paye, astronome, fils d'un ingénieur de l'expédition d'Égypte, écrit par exemple : « Comprenant que dans un pays neuf (car sous bien des rapports on peut qualifier ainsi l'Égypte, cette aïeule des nations), la science doit d'abord payer sa bienvenue par des travaux utiles à tous, qu'il lui faut avant tout concourir à l'œuvre gouvernementale de sa civilisation, Mahmoud-Bey, disons-nous, a choisi dans les branches si variées de l'astronomie, pour sa spécialité, la partie géographique, la chronologie, la géodésie, plutôt que des branches purement spéculatives. »²¹
- 26 Citons encore Ventre Pacha, ingénieur en chef de la *dâ'ira saniyya* qui, constatant en 1899 que l'Institut égyptien ne s'était guère occupé de « mathématiques pures », s'explique : « Rien d'étonnant à cela, du reste, puisque notre société, d'après ses statuts, ne peut guère s'occuper que d'applications en rapport direct, immédiat, avec les intérêts matériels du pays, ou de questions de sciences pures intéressant particulièrement l'Égypte. »²²

- 27 En réalité, la question de la production scientifique égyptienne est le reflet d'une situation qui tend naturellement à maintenir ce pays dans une lointaine périphérie vis-à-vis des centres où s'élabore la « science mondiale ». Pour les savants européens, l'Égypte est surtout digne d'intérêt dans la perspective d'une science qu'on pourrait qualifier d'exploratoire ; de là une sorte de prééminence des travaux géographiques, géologiques, botaniques et zoologiques, de la part aussi bien des membres de la colonie européenne que de ceux des diverses missions scientifiques envoyées sur les rives du Nil. En bref, la science en Égypte est avant tout pensée comme une science sur l'Égypte. Une telle situation ne pourra manquer, par exemple, d'exercer d'une façon ou d'une autre une influence sur les travaux scientifiques d'un Mahmud al-Falakî²³.
- 28 Pour en revenir à l'enseignement, la conception de savoirs scientifiques et techniques à diffuser en liaison avec des applications immédiates au développement matériel du pays semble se renforcer à la fin du siècle, à cause du fait colonial. Au moment où l'Égypte connaît une phase importante d'industrialisation, ce sont en effet les ingénieurs et les experts européens qui sont aux postes de commande, leurs homologues égyptiens se voyant cantonnés à des tâches d'exécution ; de là des répercussions sur les programmes de la *muhandiskhana* qui se transforme progressivement en une « simple école professionnelle »²⁴.
- 29 Ces conceptions, ces idées, ces postulats, dont nous venons de donner un aperçu, ne sont certes pas repris tels quels à leur compte par les scientifiques égyptiens, loin s'en faut. Mais ils constituent une toile de fond avec laquelle ils ont naturellement à composer. Si l'idéologie saint-simonienne, qui sous-tend l'action de Lambert, est ignorée en tant que telle par la grande majorité des enseignants égyptiens, il reste, en particulier, que les programmes et les manuels de la *muhandiskhana* sont bien initialement ceux, traduits, de l'École centrale.
- 30 Subsiste malgré tout, entre modèle et réalisation, un décalage qui dépasse le simple fait — essentiel au demeurant — du passage de la langue. Dans la façon dont sont accentuées certaines disciplines plutôt que d'autres, ou dans celle dont peut être écartée une vision des sciences considérées sous le seul prisme de l'utilité immédiate, on peut sans doute mesurer l'ampleur d'un décalage qui repose plus globalement sur ce qu'on pourrait appeler le terrain du transfert.

Sciences classiques et sciences modernes

- 31 Car, bien entendu, l'Égypte est loin d'être un « pays neuf » sur le plan scientifique. Le passé brillant qui fut le sien en la matière n'est certes contesté par personne, même par les observateurs occidentaux qui en décèlent les traces chez les faiseurs de calendrier, en remarquant avec une pointe de condescendance ou d'ironie que ceux-ci restent « aveugles aux vrais principes de la science »²⁵. Mais cette tradition scientifique, précisément, est trop facilement assimilée à un passé lointain, et en tout cas elle apparaît comme définitivement déclassée, presque sans rapport avec les nouveaux savoirs ; d'où la difficulté d'imaginer le transfert comme pouvant s'appuyer d'emblée sur un tissu de connaissances préexistant. Or, qu'en est-il exactement de ces sciences traditionnelles ?

- 32 Il nous semble là nécessaire de revenir un moment sur la dichotomie science classique/science moderne, et surtout sur ce à quoi renvoie cette dichotomie dans le cas de l'Égypte.
- 33 Un premier constat s'impose qui, de prime abord, semble bien connu : les sciences cultivées en Europe jusqu'au milieu du XIX^e siècle, et dans lesquelles s'enracinent ce qu'on appelle les « sciences modernes », sont pour une large part les héritières des sciences arabo-islamiques de l'époque médiévale. Plus précisément, les deux ensembles participent d'un même mouvement historique qui, partant des sciences grecques et hellénistiques, les réunit dans un ensemble plus vaste auquel on peut donner le nom de sciences classiques. La diversité géographique ne doit pas abuser²⁶, et s'il y a rupture entre deux types de sciences; elle est plutôt le fait, au cœur même de l'Europe, au cœur même de l'œuvre de certains savants européens, du passage vers d'autres formes de rationalité²⁷. Mieux encore, tout se passe comme si ces sciences classiques portaient en elles-mêmes une part de la détermination de leur propre développement, indépendamment du lieu de leur production : ainsi, les dernières recherches en histoire des sciences montrent que certains problèmes et certains résultats, attribués jusqu'à présent aux derniers représentants, européens, de ces sciences classiques, avaient aussi été le fait, dans les mêmes termes, de quelques-uns de leurs prédécesseurs arabes²⁸.
- 34 Que sont alors ces sciences classiques, et de quoi traitent-elles ? Pour en avoir un aperçu, et par là énoncer brièvement les virtualités de rencontre entre les deux types de science dans l'Égypte du XIX^e siècle, reportons-nous par exemple à la classification d'al-Farâbî²⁹, qui reflète d'une façon ou d'une autre les activités scientifiques de son époque. Al-Fârâbî distingue, pour les sciences mathématiques (*'ilm al-ta'âlîm*), « sept grandes parties » :
- l'arithmétique et la théorie des nombres (*'ilm al-'adad*) ;
 - la géométrie (*'ilm al-handasa*) ;
 - l'optique (*'ilm al-manâzil*) ;
 - l'astronomie (*'ilm al-nujûm at-ta 'limi*) ;
 - la musique (*'ilm al-mûsîqâ*) ;
 - la statique et la théorie des machines (*ilm al-athqâl*) ;
 - la science des procédés ingénieux (*'ilm al-hiyal*).
- 35 Dans cette dernière catégorie, dont Roshdi Rashed écrit qu'elle est forgée « afin d'aménager une zone non-aristotélicienne au sein d'une classification dont le parti-pris demeure aristotélicien »³⁰, al-Farâbî range notamment l'algèbre, science non grecque, ainsi que l'art des instruments — de musique, d'astronomie, d'optique.
- 36 Il ne saurait être question de rentrer ici plus avant dans cette classification, ni d'explicitier avec précision ce que recouvre chacune de ces sept parties ; ce n'est pas non plus le lieu de mesurer avec minutie les écarts qui la distinguent de classifications analogues, avant ou après elle, ni de préciser les rapports entretenus par chacune de ces dernières avec la science de son époque. Ce qu'il nous semble toutefois utile de rappeler, c'est que, malgré les évolutions inhérentes au développement scientifique, ces classifications reposent toutes, jusqu'au milieu du XVII^e siècle, sur un même schéma général issu du monde grec, auquel il suffira d'apporter des aménagements, et qui deviendra ensuite peu à peu caduc. Ce schéma consacre la permanence des grandes disciplines étudiées et leur rapprochement au sein d'un même ensemble, le quadrivium³¹ de l'Occident latin. Toutes ces choses sont certes largement connues : mais elles nous permettent d'insister sur un point selon nous essentiel : la communauté

d'un patrimoine qui constitue à la fois l'héritage des sciences modernes européennes, et celui des traditions scientifiques tardives des pays de l'aire arabo-islamique. Cette communauté de patrimoine confère à ces pays une sorte de singularité forte parmi les pays non européens, singularité qui ne pourra manquer de transparaître au moment du transfert des sciences occidentales hors des frontières de l'Europe : le cas de la Chine, par exemple, offrirait en la matière de tout autres caractéristiques³².

37 Cette communauté de patrimoine conduit naturellement à envisager les bouleversements que connaissent les sciences européennes entre les XVII^e et XIX^e siècles, bouleversements qui, précisément, restent inconnus de l'autre côté de la Méditerranée. Sans nous étendre trop non plus sur ce point, rappelons quelques traits qui pourraient permettre de prendre la mesure d'une sorte d'écart minimal entre savoirs hérités et savoirs importés dans l'Égypte du second tiers du XIX^e siècle. Outre les transformations survenues sur le plan de l'organisation institutionnelle de la science, comme sur celui de ses intentions et de ses visées d'application, citons ;

- le développement sans précédent de la méthode expérimentale ;
- l'apparition puis la mathématisation de nouvelles disciplines physiques comme la théorie de la chaleur, l'électricité ou le magnétisme ;
- l'approfondissement très notable de certaines disciplines mathématiques comme l'algèbre, grâce notamment à l'adoption et au perfectionnement d'une notation symbolique ;
- la constitution de nouvelles disciplines en mathématiques, comme l'analyse infinitésimale.

38 De l'autre côté de la Méditerranée, les activités scientifiques sont, au début du XIX^e siècle, dans un état probablement lui aussi fort différent de celui qui était le leur quelques siècles plus tôt. Il faudrait pourtant se garder de considérer ces activités comme défuntes depuis des lustres parce qu'elles ont peu fait parler d'elles. Plusieurs auteurs évoquent au contraire l'éventualité d'une sorte de « renaissance » intellectuelle dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle, renaissance dont auraient pu alors bénéficier les sciences exactes. En réalité, on ne connaît en la matière que fort peu de choses, et si les chroniques d'al-Gabartî ont conservé les biographies de quelques *'ulamâ* versés dans l'étude des mathématiques et de l'astronomie³³, aucune recherche n'est venue rendre compte de leurs travaux. En outre, les différents catalogues de manuscrits disponibles en Égypte attestent bien de la permanence, tout au long du XIX^e siècle, d'activités scientifiques traditionnelles, réduites sans doute, et surtout dirigées vers les applications et les instruments de l'astronomie.

39 Les deux ensembles, moderne et traditionnel, semblent donc même coexister un moment, sans que leur rencontre ait été organisée, ni même pensée. La différence quant aux visées d'application va souvent, il est vrai à rencontre d'un tel rapprochement ; ainsi l'astronomie moderne n'est-elle introduite en Égypte, du moins dans une phase initiale, que pour servir de support théorique à la topographie³⁴, alors que l'astronomie traditionnelle est essentiellement orientée vers la détermination du calendrier, celle des horaires de prières et l'astrologie. Le contact entre les deux ensembles a pourtant bien lieu, à des niveaux différents que nous tenterons de repérer. Mieux encore, l'ensemble scientifique traditionnel, présent ou passé, nous semble avoir pour une bonne part contribué à modeler la physionomie et le destin du transfert, en exerçant notamment une influence prépondérante dans la vitesse différentielle de l'assimilation des divers savoirs scientifiques venus d'Europe.

Aperçu sur la production de manuels

- 40 Cette assimilation progressive des sciences modernes par la société égyptienne, ou même cette « appropriation » si l'on veut, nous semble pouvoir être lue en portant quelque attention sur la production de manuels scientifiques tout au long du siècle. Ces ouvrages, traduits, adaptés ou composés directement en arabe pour les étudiants, ne sauraient bien évidemment caractériser tout à fait ce qui « passe » dans l'enseignement. Ils demeurent toutefois des indicateurs, certes à manier avec précaution, sur le niveau des connaissances transmises bien sûr, mais aussi sur les conceptions sous-jacentes de la science qui président à leur élaboration, ou sur les hiérarchies qui sont instituées ; en outre, ils constituent la principale source de toute étude sur la langue scientifique et sur les rapports des savoirs importés avec les sciences traditionnelles.
- 41 Contentons-nous ici de nous intéresser au mode de formation de ces ouvrages (traduction, adaptation, composition), pour montrer que leur production est bien le lieu de création d'une tradition, dans laquelle on peut effectivement voir le signe d'une appropriation.
- 42 Les premiers livres à être publiés sont, on s'en doute, des traductions, qui sont particulièrement massives jusqu'en 1850, précisément pendant la période de Lambert. On sait que ce mouvement de traduction, dont on a souligné, d'une façon générale, la vigueur sous Muhammad 'Alî³⁵, mobilise des énergies nombreuses. Pour ce qui nous intéresse, interviennent principalement les anciens membres scientifiques des missions scolaires, quelques professeurs ou répétiteurs de la *muhandiskhana* qui ont appris le français en Égypte même, d'anciens élèves de l'école de langues de Rifâ'a al-Tahtâwî, et des correcteurs issus directement d'al-Azhar. Les mêmes textes sont la plupart du temps, traduits et revus plusieurs fois avant leur publication définitive. Certains d'entre eux font ainsi l'objet d'une première traduction par les soins de l'enseignant concerné, donnant lieu à une édition lithographiée sur les presses de l'école, pour les besoins immédiats de l'enseignement ; puis intervient, pour publication à l'imprimerie de Bûlâq, un réviseur issu de l'école des langues, qui revoit la traduction en la comparant avec l'original, retravaille la syntaxe, résout le cas échéant quelques problèmes de vocabulaire, attribue un titre conforme à la tradition, en bref tente de l'adapter aux normes de composition alors en usage³⁶. Les élèves de Rifâ'a se livrent même parfois à une véritable re-traduction, comme le montrent les deux versions du même texte français de Bélanger que nous reproduisons³⁷.
- 43 Cette première phase de production de manuels, tout entière consacrée, donc, à la traduction, est suivie, vers le milieu du siècle, par une phase d'adaptation ou plutôt de recomposition : on ne traduit plus alors les manuels français de façon intégrale, mais on pioche ici ou là des passages que l'on dispose autrement, on compile, ou bien encore on résume en ôtant ce qui paraît superflu eu égard aux programmes en vigueur. Ainsi la première partie de la *Géométrie descriptive* d'Olivier, traduite une première fois intégralement au début des années 1840, fait-elle l'objet d'un résumé publié en 1853, date à laquelle la traduction de l'*Analyse géométrique* de Bélanger subit elle aussi une transformation ; de même la *Géométrie* de Legendre bénéficie-t-elle d'une nouvelle traduction, partielle et aménagée, engagée par 'Alî 'Izzat à la demande de 'Alî Mubâarak, et publiée en 1858 pour servir à l'enseignement dans les écoles regroupées sous la direction de Rifâ'a.

- 44 Ce qui nous semble caractériser ces premières étapes, c'est la référence constante au texte français et l'absence totale, du moins à notre connaissance, de composition d'ouvrages directement en arabe. Même lorsque les textes originaux sont recomposés, ils le sont, semble-t-il, toujours en français, la traduction en arabe n'intervenant qu'après coup. Du reste, lorsque les traductions apparaissent comme très fidèles à l'original, ce n'est pas par respect pour l'auteur français : le nom de celui-ci n'est la plupart du temps pas mentionné³⁸. Tout se passe en réalité comme si cet intense mouvement de traduction, accompagné d'un nécessaire travail sur la langue, était une étape indispensable non seulement pour diffuser des savoirs nouveaux, mais aussi pour mettre en place une tradition, jusqu'alors inexistante, obsolète ou oubliée, de production d'ouvrages scientifiques.

Bélangier, *Résumé des leçons d'analyse géométrique*, Paris, 1839-1840, p. 59

français qui nécessitera plusieurs décennies avant de se concrétiser sur le plan de l'édition. Dans les années 1840, en effet, sont publiées deux traductions de manuels français d'arithmétique, celui de George et celui de Reynaud. Ces deux ouvrages recouvrent à quelques nuances près le même programme, le second étant plus précisément composé à l'usage des candidats à l'École Polytechnique de Paris. On y trouve principalement, comme dans la plupart des manuels de l'époque, les règles habituelles sur les quatre opérations appliquées aux entiers et aux fractions, un chapitre sur les racines carrées et cubiques et sur leur extraction, un autre sur les proportions et les progressions, le tout finissant par une introduction arithmétique des logarithmes et un exposé sur leur utilisation. Mais aussi, les deux ouvrages contiennent tout un chapitre sur ce qu'on appelle alors les nombres « complexes »³⁹, c'est-à-dire les quantités qui s'expriment par la composition « d'unités de diverses grandeurs, tels que le nombre 5 toises 3 pieds »⁴⁰. Ce chapitre, qui trouve surtout sa justification dans la persistance de l'utilisation de multiples systèmes non décimaux, introduit en particulier toute une nomenclature de mesures anciennes françaises qu'on retrouve en outre dans nombre d'exercices proposés ailleurs dans ces livres. Sans que leur présence ne constitue bien entendu un obstacle véritable, on conçoit que le maniement des onces (*ûnsa*) et des toises (*tuwâz*), de même que les conversions de francs en livres tournois, ne soient guère à leur place dans des manuels d'enseignement en arabe destinés à des étudiants égyptiens. Il faudra attendre 1869, avec le livre de 'Alî 'Izzat, pour que soit publié un ouvrage qui, bien que construit sur la base des deux traités précédents, propose exemples et énoncés mettant en œuvre les diverses unités de mesure égyptiennes⁴¹.

- 46 A partir des années 1870-1880, les manuels se multiplient, en particulier pour les niveaux élémentaires pour lesquels ils étaient jusque-là presque inexistants. Mais les traductions sont alors beaucoup plus rares, et ce pour tous les niveaux ; les ouvrages, dans leur grande majorité, sont désormais composés directement en arabe, même s'ils restent bien sûr marqués aussi bien par ceux qui les ont précédés que par les manuels français qui peuvent servir de source à une éventuelle compilation. En outre, ces livres ont le plus souvent pour auteurs des enseignants qui ont fait toutes leurs études en Égypte, comme Ahmad Zohnî, Sabir Sabri ou Ahmad Kamâl, respectivement directeur et sous-directeurs de la *muhandiskhàna* dans les années 1880 et 1890, et qui représentent une génération qui parvient à maturité au moment de l'occupation britannique. Nous sommes en réalité assez loin, en cette fin de siècle, des traductions scrupuleuses réalisées par les anciens membres des missions scolaires.
- 47 Au regard du petit nombre des recherches engagées, le mouvement d'appropriation des sciences modernes dans l'Égypte du XIX^e siècle pourrait certes paraître bien incomplet. Il nous semble pourtant sensible au vu d'une production de manuels qui se perfectionne et « s'égyptianise », parvient à définir et à fixer une terminologie, s'écarte peu à peu des modèles et finit par constituer une sorte de tradition. Cette tradition subira, avec l'anglicisation de l'enseignement, à partir des années 1890, un véritable choc qui, ajouté à l'affaiblissement des études théoriques à la *muhandiskhana*, fera qu'il faudra attendre plus d'une trentaine d'années pour retrouver en arabe un ouvrage qui ne fasse qu'approcher, sans en atteindre sur bien des points le degré de généralité, le niveau du traité d'algèbre d'Ahmad Kamâl⁴² ; et encore s'agira-t-il d'une traduction⁴³. Quant à la langue arabe comme langue d'enseignement des sciences, on sait qu'elle ne recouvrera jamais la place qui était la sienne.

Le rôle du terrain

- 48 Mais si mouvement d'appropriation il y a, il ne se fait pas, comme nous le laissions entendre plus haut, de façon uniforme ; en réalité, tous les savoirs ne sont pas, sur ce point, logés à la même enseigne. En particulier, les disciplines qui étaient le plus développées dans les sciences classiques trouvent naturellement en Égypte, un terrain favorable à l'importation de savoirs qui sont alors trop rapidement qualifiés d'exogènes.
- 49 C'est le cas de la géométrie. Le livre qui est au programme dans les écoles préparatoires égyptiennes, des années 1830 aux années 1870, est le manuel de Legendre, composé en 1794 et plusieurs fois remanié ensuite. Ce livre fait l'objet de deux traductions arabes distinctes qui donnent lieu à des éditions multiples entre 1839 et 1872, sans compter les ouvrages composés directement en arabe qu'il inspire à la fin du siècle⁴⁴. Or, le traité de Legendre opère, en France, un retour partiel au mode d'exposition des *Éléments* d'Euclide, après plus d'un siècle de domination du modèle de la *Géométrie* de Port-Royal⁴⁵. L'ouvrage de Legendre et le traité euclidien — réduit à ses livres géométriques⁴⁶ — diffèrent certes sur bien des points, notamment sur quelques axiomes et définitions, sur l'agencement des propositions et sur la possibilité d'assimiler les longueurs et les aires à des nombres auxquels on peut appliquer les règles de l'algèbre ; mais ils traitent tous deux fondamentalement des mêmes objets, utilisent le plus souvent les mêmes concepts, adoptent une présentation similaire. En outre, rien ou presque, chez Legendre, ne donne lieu à l'utilisation de termes géométriques dont on ne puisse trouver d'équivalent chez Euclide, ou à défaut chez Héron d'Alexandrie ou 'Abû-l-Wafâ' al-Buzjânî.
- 50 D'autre part, les *Éléments* sont encore étudiés au XVIII^e et au début du XIX^e siècle par quelques '*ulamâ*' égyptiens dans l'édition de Nâsir al-Dîn al-Tûsî (XIII^e siècle)⁴⁷, laquelle fait par ailleurs l'objet d'une impression à Istanbul en 1801. On comprend alors que le passage à l'arabe du traité de Legendre n'ait guère dû poser de problèmes de terminologie et de traduction d'une façon générale (le vocabulaire utilisé est bien issu de la langue géométrique classique), et que « l'importation » des savoirs « européens » se soit bornée dans ce cas à réactualiser et à réactiver un corps de connaissances qui préexistait bel et bien. Mais, mieux encore, cette situation favorable ne pourra manquer de profiter au transfert de disciplines plus récentes qui comme la géométrie descriptive, ont avec la géométrie élémentaire un grand nombre d'objets communs.
- 51 Ce n'est pas ici le lieu de détailler ce qui pourrait constituer une sorte de profil du transfert, qui rendrait compte matière par matière de la vitesse d'assimilation des sciences modernes par la société égyptienne. Pourtant, si l'on prend pour critère la production de manuels, en relevant de surcroît les disciplines les plus fréquemment enseignées par les quelques Européens à l'œuvre dans les Écoles supérieures, se dessinent alors deux grandes tendances qu'il nous semble utile de noter, à propos de ce qui apparaît comme plus facilement pris en charge par les enseignants égyptiens : on trouve là, en premier lieu, les sciences mathématiques plus souvent que les sciences physiques ; et surtout, les disciplines théoriques plus que les disciplines d'application. Ce dernier point pourrait paraître à première vue paradoxal puisque ce sont ces dernières qui étaient avant tout visées par le transfert. La situation privilégiée des mathématiques est relevée par la commission pour les réformes dans l'organisation de

l'instruction publique (1880), qui estime qu'elles constituent « la branche d'enseignement qui laisse le moins à désirer », et que « les professeurs sont généralement bons »⁴⁸. De surcroît, les mêmes mathématiques restent, de 1892 à 1896, la seule matière, hormis la langue arabe elle-même, à être enseignée en arabe dans les Écoles secondaires⁴⁹, le principal argument alors avancé par les responsables égyptiens pour résister aux pressions britanniques étant que « de toutes les sciences, celle-là avait été la plus cultivée en Égypte, par des traductions et des ouvrages nombreux sur cette matière qui avaient paru depuis cinquante ans et qui avaient créé une terminologie suffisamment claire et simple pour permettre de se tenir à la hauteur de cette science en Europe »⁵⁰.

- 52 La physionomie particulière du transfert des sciences modernes vers l'Égypte est sans doute le fruit de causes multiples, qu'il ne saurait du reste être question de toutes passer ici en revue. S'interroger par contre sur celles qui sont liées aux savoirs hérités conduit naturellement à tenter de relever les différents niveaux auxquels ont pu s'articuler science nouvelle et science traditionnelle. C'est ce que nous nous contenterons d'évoquer succinctement pour terminer.

Rôle du vocabulaire

- 53 Le niveau d'articulation le plus apparent, le plus tangible, est sans aucun doute, comme nous l'avons déjà noté, celui de la langue, le patrimoine scientifique arabe constituant une sorte de réservoir lexical auquel peuvent aller puiser les traducteurs, notamment pour ne pas introduire inconsidérément des gallicismes par trop étrangers au moule traditionnel de l'arabe. En réalité, on sait peu de chose des modalités précises par lesquelles les auteurs de manuels ont pu recourir aux textes anciens. Si quelques témoignages évoquent bien une recherche lexicale de ce type par des représentants du système traditionnel⁵¹, on ignore, dans l'état actuel des recherches, ce qui était effectivement lu ou consulté⁵². En outre, l'examen des ouvrages traduits ou composés au XIX^e siècle montre que si, dans certains domaines comme la géométrie ou la trigonométrie, on retrouve bien globalement le lexique classique, apparaissent parfois ailleurs des écarts qui tendent à suggérer que la connexion avec les « bonnes » sources n'était pas toujours parfaitement assurée.
- 54 La lecture du *Khawâss al-a'dâd* de 'Alî Mubarak réserve ainsi quelques surprises. Publié en supplément à la revue *Rawdat al-madâris* au début des années 1870, l'ouvrage est une compilation de textes français traitant de théorie des nombres ; il aborde ainsi, de façon élémentaire et dans le but d'offrir au lecteur de quoi « se dérouiller l'esprit »⁵³, un domaine resté à l'écart des programmes des écoles préparatoires ou supérieures. En particulier, sont là introduits des thèmes de l'arithmétique classique qui apparaissent surtout, dans le contexte scientifique du XIX^e siècle, comme des résidus d'activités mathématiques passées : nombres figurés (triangulaires, carrés, pentagonaux), triplets pythagoriciens, nombres parfaits⁵⁴, nombres amiables⁵⁵, carrés magiques, etc. On se trouve donc, d'une certaine façon, sur un terrain *a priori* plutôt favorable du point de vue de la langue : du reste, il n'est pas interdit de penser, sans que rien de certain ne puisse être établi sur ce point, que le choix d'un tel sujet par 'Alî Mubarak et les éditeurs de la revue n'est précisément pas étranger au fait que ces thèmes aient pu être cultivés autrefois en arabe.

- 55 Or, si l'auteur retrouve bien les termes consacrés pour les nombres amiables (*al-a'dâd al-mutahabba*) ou les carrés magiques (*Jadâwil al-awfâq*), il s'écarte notablement du lexique classique pour les nombres parfaits ('*adad kâmil* au lieu de '*adad tâmm*) et les nombres premiers ('*adad asamm* au lieu de '*adad awwal*). Le dernier cas est sans aucun doute le plus surprenant, puisque 'Alî Mubarak s'écarte tout à la fois et du terme ancien, et de la traduction littérale du français, qui ici se rejoignent ; en outre, le mot *asamm* (sourd), appliqué à un nombre, existe bien dans la langue scientifique classique, mais il est avant tout utilisé pour désigner une quantité irrationnelle⁵⁶ plutôt qu'un nombre premier. On trouve certes dans la première des *rasâ'il* des Ikhwân al-Safâ⁵⁷ imprimées par ailleurs une quinzaine d'années plus tard, ainsi que dans le traité d'arithmétique pratique d'al-Qalasâdî encore en usage à al-Azhar au XVIII^e siècle une utilisation du terme *asamm* qui finit par désigner, au bout du compte, les nombres premiers supérieurs à 11. Mais la définition qui est alors donnée n'est pas celle des nombres premiers en tant que tels, et ces textes se situent manifestement dans des traditions ou des contextes qui ne sont pas ceux d'une investigation scientifique des propriétés des nombres.
- 56 Tout se passe donc comme si existait bel et bien un recours au patrimoine scientifique, mais que celui-ci n'était pas toujours bien ciblé, ou se faisait parfois exclusivement au travers de commentaires tardifs ou d'ouvrages de seconde main. En réalité, seule une étude méthodique de la reconstruction de la langue scientifique au XIX^e siècle permettra de préciser l'ampleur et le rôle effectif de ce recours.

Science et société

- 57 Un deuxième niveau d'articulation entre science nouvelle et science traditionnelle peut être décelé dans les liens déjà existants, par le biais des applications, entre certaines disciplines et certains traits culturels de la société égyptienne ; ces liens tendent en effet à se perpétuer au-delà du transfert, favorisant alors l'ancrage des nouveaux savoirs.
- 58 C'est le cas par exemple de l'astronomie, à laquelle la détermination du calendrier et des horaires de prière ont toujours donné une place singulière, dont semble profiter naturellement le transfert de l'astronomie moderne. En effet, cette discipline est indéniablement favorisée par les missions scolaires, plus en tout cas que toute autre discipline théorique. En particulier, c'est de cette façon que sont formées deux des personnalités les plus marquantes du monde scientifique égyptien au XIX^e siècle, Mahmûd al-Falakî et Isma'îl Mustafâ al-Falakî, lequel, notons-le, dirigera la *muhandiskhana* pendant plus de vingt ans. Au-delà des hommes, le phénomène intéresse aussi les institutions, puisque l'Observatoire du Caire est un des très rares établissements à caractère scientifique à être créé et à fonctionner durant cette période.
- 59 Or, si de tels hommes ou institutions sont en Égypte les représentants de l'astronomie moderne, ils reprennent aussi en charge, tout naturellement, les tâches jusqu'alors dévolues aux astronomes traditionnels. Ainsi, Mahmûd al-Falakî au début de sa carrière, et Isma'îl Mustafa à la fin de la sienne, se livreront-ils à la confection d'almanachs ; et de façon plus explicite encore, c'est bien la détermination du calendrier et du midi moyen qui semble avoir constitué la principale raison d'être des activités astronomiques de l'Observatoire. Mieux encore, il y même là une sorte de

continuité : les almanachs de Mahmûd al-Falakî sont en effet loin d'être indépendants de ceux qui l'ont précédé, et les instruments de l'astronomie traditionnelle, comme le quadrant *al-muqantar*, continuent d'intéresser, de façon certes tout à fait accessoire mais bien pour leur utilité propre, les tenants des savoirs modernes⁵⁸.

Permanence des thèmes traditionnels

- 60 Ce dernier point nous amène à aborder ce qui pourrait constituer un troisième niveau d'articulation, plus flou, plus souterrain, si venait à être confirmée une hypothèse de travail qu'il vaut mieux pour l'instant formuler sous forme d'interrogation : en quoi les structures classiques d'organisation des savoirs, comme la classification d'al-Fârâbî par exemple, ont-elles pu perdurer de façon sous-jacente, orienter certains renouvelaux, favoriser certains thèmes et, au bout du compte, contribuer à modeler la physionomie du transfert des sciences modernes ? En particulier, quelle pourrait être en la matière l'influence d'un néoclassicisme marqué par le contact avec l'Occident, dont Hasan al-'Attâr serait, au début du XIX^e siècle, une des figures les plus marquantes⁵⁹ ? Il n'existe là, à vrai dire, que des soupçons, suffisants néanmoins pour que la question mérite d'être posée.
- 61 En premier lieu, remarquons, quoiqu'on pourrait sans doute l'expliquer autrement, que la division entre *muhandiskhana* et École de médecine perpétue la division classique entre sciences mathématiques, d'une part, et sciences physiques et naturelles, d'autre part. On pourrait montrer en effet que les professeurs de physique et chimie, quel que soit le lieu où ils enseignent et y compris à la *muhandiskhana*, sont plutôt issus de l'École de médecine, et qu'à l'inverse, les professeurs de mécanique, de géodésie ou de cosmographie, formés eux à l'École polytechnique, sont en général considérés comme des professeurs de mathématiques.
- 62 En second lieu, et de façon plus troublante, certains écrits des scientifiques égyptiens semblent comme suscités par des rapprochements traditionnels entre disciplines, ou par des thèmes manifestement liés à une situation antérieure de la science. C'est le cas par exemple des études sur l'harmonie musicale menées par des scientifiques comme Ibrâhîm Mustafâ ou par Shafîq Mansûr⁶⁰. Ce dernier, formé à l'École polytechnique de Zurich avant de poursuivre des études juridiques à Paris, consacrera par ailleurs sa première publication à l'utilisation des mathématiques dans un problème d'héritage issu du code civil français⁶¹ ; ce qui ne manque pas de sel si l'on sait que les problèmes d'héritage dans le droit islamique ont probablement constitué le principal motif du maintien d'un enseignement minimal de l'algèbre dans le cursus traditionnel. On pourrait encore envisager sous ce même angle le choix du thème de *Khawass al-'a'dad* par 'Alî Mubârak ou l'intérêt porté aux instruments astronomiques...

Conclusion

- 63 Il est un mode de relation au patrimoine scientifique que nous n'avons pas mentionné, alors qu'il constitue aujourd'hui le principal biais par lequel s'effectue le contact avec les sciences classiques : le recours à l'histoire, et en particulier à l'histoire des sciences. Fort rarement en effet, les scientifiques égyptiens auront fait appel à une connaissance organisée des activités scientifiques passées, à la différence sensible des quelques enseignants européens présents en Égypte, qui essaieront beaucoup plus souvent de

mettre en valeur l'héritage arabe au travers d'introductions historiques à leurs manuels de physique ou de chimie⁶². Il est vrai qu'en ce domaine, plus encore qu'en d'autres, les auteurs égyptiens restaient largement tributaires des travaux occidentaux. Mais n'est-ce pas aussi le signe d'un rapport avec les sciences classiques moins distancié que ce qu'il deviendra par la suite ?

- 64 Sans doute le transfert des sciences modernes vers l'Égypte au XIX^e siècle est-il pour une bonne part le produit de considérations toutes pragmatiques relatives au métier d'ingénieur. Il nous semble pourtant qu'on ne peut véritablement en saisir le sens qu'en l'inscrivant dans un véritable processus de modernisation, c'est-à-dire une transition entre un état antérieur dont il importe d'analyser les traits et un état modernisé qui ne peut manquer d'en porter les traces. C'est du moins ce que nous avons tenté de suggérer.

BIBLIOGRAPHIE

Références des manuels cités

Belanger J.-B., *Résumé des leçons d'analyse géométrique*, École Centrale des Arts et Manufactures, cours autographié. Paris, 1839-1840 :

- imprimé sous le titre *Résumé de leçons de géométrie analytique et de calcul infinitésimal*, Malhias, Paris, 1842 ;
 - traduit par Ahmad Fâ'id sous le titre *Majmû'a durûs al-tahlîlât al-handasiyya*, lithographie à la *muhandiskhana* vers 1844-1845 ;
 - recomposé par Ahmad Fâ'id et traduit par S. Magdî et al-S. 'Imâra sous le titre *al-Durra al-saniyya fî al-hisâbât al-handasiyya*, 2 vol., imprimerie de la *muhandiskhana*, Bûlâq, 1853 ; réédition en 2 vol., Matba'a al-madâris al-malakiyya, Le Caire, 1875.
- George L.-J., *Cours d'arithmétique théorique et pratique*, Grimblok, Senef. Bontoux, Vincenot et Vidari, Nancy. 1828 (6e éd.) ;
- traduit par 'A. Badawî et lithographie sur les presses de la *muhandiskhana* en 1257 (1841) ;
 - traduction reprise par M. Bayyûmî sous le titre *Thamra al-iktisâb fî 'ilm al-hisâb*, Bûlâq. 1263 (1847).
- Hall H.S. & Knight S.R., *Higher Algebra*, MacMillan and Co., London, 1891 (4e éd.),
- traduit, sans mention du nom du traducteur, sous le titre *Kitâb al-jabr al-'âlî*, 3 vol., al-Matba'a al-'am Friyva. Le Caire, 1916 (2e éd.),
- Ishaq H., *Mecmû'a-i nulûm- i riyâziye*, 4vol, éd. Bûlâq, 1841-1845.
- 'Izzat 'A., *al-Khutâsa al-'aziyya fil tahdhîb al-'usûl al-hisâbiyya*, Bûlâq, 1285 (1869) ; réédition lithographiée, Matba'a Mansûr Ahmad al-Matba'jî, 1293 (1876),

Kamal A., *al-Kamâlât al-tawfiqiyya fil al-'usûl al-jabriyya*. 2 vol., Matba'a diwân 'umûm al-ma'ârif, Le Caire. 1299 (1882).

Lefebure de Fourcy L., *Eléments de trigonométrie*. Bachelier. Paris, 1836 (3e éd.);

- traduit par A. Daqia sous le titre *Muthallathât mustawiyya wa kurawiyya*, lithographie à la *muhandiskhana* 1257 (1841).

- traduction révisée par 'A. Abu al-Su'ûd, sous le titre *Rudâb al-ghâniyyât fil hisâb al-muthallathât*, Bûlâq, 1259 (1843).

Legendre A.-M., *Eléments de géométrie*, Firmin Didot, Paris, 1823 (12e éd.), 1845 (14e éd.);

- traduit en turc par I. Adham, sous le titre *Kitab-i usut-i hendese*, Bûlâq, 1252 (1836);

- traduit en arabe à partir de la version turque d'Adham par M. Ismat, sous le titre *'Usûl al-handasa*, Bûlâq, 1255 (1839) ; rééditions de cette traduction en 1282 (1865) et 1289 (1872) sous le titre *al-Nukhba al-'aziyya fî tahdhîb al-handasiyya* ;

- traduction aménagée des quatre premiers chapitres de l'édition française de 1845 par 'A. 'Izzat, sous le même titre *al-Nukhba al-'aziyya fî tahdhîb al-handasiyya*, Bûlâq, 1274 (1858); rééditions en 1275 et 1276 (1859).

Mubarak 'A., *Khawâss al-a'dâd*. Le Caire, Matba'a al-madâris al-malakiyya, 1288-1289 (1871-1873).

Olivier Th., *Cours de géométrie descriptive : première partie : du point, de la droite et du plan*, Carilian-Gœury et Dalmont, Paris, 1843.

- traduction par I. Ramadan, lithographiée sur les presses de la *muhandiskhana* entre 1840 et 1843⁶³, puis révisée et imprimée sous le titre *al-La'âlî al-bahiyya fî al-handasa al-wasfiyya*, Bûlâq 1261 (1845)⁶⁴.

- morceaux choisis et traduits par I. Ramadan, sous le titre *al-Minha al-ladaniyya fî al-handasa al-wasfiyya*, Bûlâq, 1269 (1853) ; réédition, Matba'a al-madâris, Le Caire. 1290 (1873).

Reynaud A. A. L. (dit le Baron) : *Traité d'arithmétique*, Bachelier, Paris, 1832 (16e éd.).

- traduit par M. al-Shimi, avec révision de 'Ali 'Izzat, sous le titre *Kachf al-niqâb fî 'ilm al-hisâb*, Bûlâq, 1265 (1849) ; rééditions en 1266 (1850) et 1289 (1872).

Archives et documents officiels

- Dâr al-wathâ'iq al-qawmiyya ; mahfûzâl maglis al-wuzarâ'. nizâra al-maârif, carton n° 12 A (École Polytechnique).

- Charles Lambert : papiers personnels, fonds Enfantin, Bibliothèque de l'Arsenal (Paris).

- Recueil des documents officiels du gouvernement égyptien.

Ouvrages et articles

Alleaume G., « Les ingénieurs en Égypte au XIX^e siècle; 1820-1920 ; éléments pour un débat », *Bâtisseurs et bureaucrates ; ingénieurs et société au Maghreb et au Moyen-Orient*, éd. E. Longuenesse, Lyon, Maison de l'Orient, 1990.

Artin Y., *Considérations sur l'Instruction publique en Égypte*, Le Caire. 1894.

Ibn al-Banna, *Talkhis a'mâl al-hisâb*, éd. Mohammed Souissi, Tunis, 1969.

- Crozet P., « Les saint-simoniens et le transfert des sciences exactes européennes vers l'Égypte », contribution au colloque *Le saint-simonisme en Égypte*, Paris, novembre 1991, Actes à paraître.
- Crozet P., « La trajectoire d'un scientifique égyptien au XIX^e siècle : Mahmûd al-Falakî (1815-1885) », contribution au colloque *La Réforme sociale en Égypte*, Le Caire, décembre 1992, Actes à paraître (CEDEJ).
- Al-Farabi, *'Ihsâ' at-'ulûm*, éd. 'Uthmân Amin, Maktaba al-anglo al-misriyya. Le Caire, 1968.
- Fleuri G., « Sur la détermination graphique des centres de pression et des moments d'inertie d'aires planes », *Bulletin de l'Institut d'Égypte*, Le Caire, 1920, 1. II, p.35-43.
- Gran P., *Islamic Roots of Capitalism. Egypt, 1760-1840*, University of Texas Press, Austin, 1979.
- Heyworth-Dunne J., *An Introduction to the History of Education in Modern Egypt*, Frank Cass & Co., Londres, 1939 (rééd. 1968).
- Ikhwan al-Safa', *Rasâ'il juz' al-'awwai (qism al-riyâdî)*, s.l. (imprimerie du journal *al-Adâb* par 'Alî Yûsuf), 1306 (1888-1889).
- Itard J., *Essai d'histoire des mathématiques*, Blanchard, Paris, 1984.
- Jama'iyya al-mu'allimîn, *al-Kitâb al-dhahabi li-madrasa al-mu'allimîn al-'uliyâ, sadr li-munâsiba murâr khamsin 'âmman 'alâ takharrij awwal fariqa fihâ*, 1885-1935, Matba'a lajna al-ta'lîf wa-l-tarjama wa-l-nachr, Le Caire, 1937.
- Jami C., *Les Méthodes rapides pour la trigonométrie et le rapport précis du cercle (1774) ; tradition chinoise et apport occidental en mathématiques*, Collège de France, Institut des Hautes Etudes chinoises, Paris, 1990.
- Lane E., *An Account of the Manners and Customs of the Modern Egyptians*, East-West Publications, Londres, rééd. 1978.
- Mahmoud-bey, *Rapport à Son Altesse Mohammed Saïd, vice-roi d'Égypte, sur l'éclipse totale de soleil observée à Dongolah (Nubie), le 18 juillet 1860*, Mallet-Bachelier, Paris, 1861.
- Mansur Sh., *L'article 757 du code civil : application des mathématiques à la jurisprudence*, Gauthier-Villars, Paris, 1880,
- Al-Qalasadi, *Kachf af-'asrâr 'an 'ilm hurûf al-ghubâr*, éd. Mohammed Souissi, Carthage, 1988.
- Rashed R., *Entre arithmétique et algèbre ; recherches sur l'histoire des mathématiques arabes*, Les Belles Lettres, Paris, 1984.
- Rashed R., *Optique et mathématiques : recherches sur l'histoire de la pensée scientifique en arabe*, Variorum, Aldershot, 1992.
- Rashed R., « Science classique et science moderne à l'époque de l'expansion de la science européenne », *Science and Empires*, éd. Pelitjean, Jami & Moulin, Kluwer Académie Publishers, Dordrecht, Boston, London, 1992, p. 19-30.
- Regnier P., *Les Saint-Simoniens en Égypte, 1833-1851*, 'Abdelnûr, Le Caire, 1989.
- Schnepp B. (Dr) : Lettre du 1/09/1859, *Bulletin de l'Institut égyptien*, Alexandrie, 1859, n° 1, p. 8.
- Al-Shayyal G. al-D., *Târîkh al-tarjama wa al-haraka al-thaqâfiyya fi 'asr Muhammad 'Ali*, Dâr al-fikr al-'arabi, Le Caire, 1951.
- Sonbol A. al-A., *The Creation of a Medical Profession in Egypt, 1800-1922*, Syracuse University Press, Syracuse, New-York, 1991.

Ventre A. F., « Discours sur les travaux concernant les mathématiques et l'astronomie », dans *Livre d'or de l'Institut égyptien*, 6 mai 1859-5 mai 1899, Le Caire, 1899, p. 37-42.

Youschkevitch Adolf P., *Les mathématiques arabes (VIIIe-XVe siècles)* (trad.), Vrin, Paris, 1976.

NOTES

1. Ce texte a été rédigé pour une part importante à partir des notes réunies en vue d'une séance du séminaire « Connaissance de l'Égypte » qui s'est tenue au CEDEJ le 20 avril 1990.
2. Dans la suite de cet article, à seule fin d'abréger la lecture, les mots science et scientifique s'appliqueront aux seules sciences mathématiques, physiques et de l'ingénieur.
3. Des points de convergence nombreux entre les deux ensembles pourraient bien entendu être relevés ; pour l'enseignement et le transfert des sciences modernes à l'École de médecine, voir Sonbol.
4. Note au Conseil des ministres concernant la réorganisation de l'École polytechnique, datée du 22 mars 1902 (Dâr al-wathâ'iq).
5. Voir Jama'iyya al-mu' allimîn, p. 68-72.
6. Citons, outre Charles Lambert : Victor Vidal, directeur de l'École de droit et d'administration de 1868 à 1891, mais aussi polytechnicien, et à ce titre souvent consulté pour ce qui concerne l'enseignement des sciences ; Eloi Guigon, directeur de l'École des Arts et Métiers de 1868 à 1890 ; ou Bruneau et Larmée, directeurs de l'école d'artillerie.
7. Voir notre contribution à ce sujet.
8. Rashed, « Science classique et science moderne », p. 28-29.
9. C'est ce qui ressort en filigrane des déclarations de certains de ses membres, comme celle de son secrétaire perpétuel, le docteur Schnepf, qui écrit en 1859 : « Nous sommes heureux de le constater, dès aujourd'hui, et les comptes rendus de l'Institut égyptien le prouveront d'ailleurs du reste, la colonie européenne de l'Égypte vit d'une vie intellectuelle tout aussi vivace que n'importe quelle colonie du monde ; et — nous devons cet hommage à la vérité — la génération musulmane de ce pays, loin d'être hostile aux progrès d'une institution scientifique naissante, s'associe elle-même à nos travaux, avec une ardeur et un dévouement qui l'honorent. » (Schnepf, p. 8).
10. Selon l'aveu de l'un de ses membres, que nous citons plus loin (Ventre, p. 38).
11. Il est notable, par exemple, qu'aucune publication un peu régulière n'ait rendu compte des travaux astronomiques de l'observatoire avant son transfert à Helwân.
12. La situation demeurera en l'état jusqu'à la création de la Faculté des Sciences. En 1920, Gaston Fleuri, professeur de mécanique à l'École polytechnique depuis 1897, écrivait encore, en avant-propos à l'une de ses études : « Le travail que j'ai l'honneur de vous soumettre est prêt depuis bientôt dix ans mais je ne m'étais jamais décidé à le publier de crainte de donner comme nouveaux des faits déjà connus. Aucune recherche à ce sujet n'est en effet possible en Égypte, qui se trouve, au point de vue scientifique, dans une situation d'infériorité dont il serait temps qu'elle sortît. Seule, des contrées civilisées, l'Égypte ne possède pas de bibliothèque scientifique. Je sais bien qu'il existe quelques livres de science à la Bibliothèque sultanienne, mais c'est si peu de choses qu'il vaut mieux n'en pas parler. (...) Depuis que je suis en Égypte j'ai tenté à diverses reprises d'intéresser certaines personnes à la constitution d'une bibliothèque scientifique ; je n'ai pas réussi. » (Fleuri, p. 35).
13. Rashed, *op. cit.*, p.29.
14. Je me réfère notamment aux reconstitutions d'effectifs de la *muhandiskhana* réalisées par Ghislaine Alleaume que je remercie ici pour sa communication.

15. Par ex. en 1880 lors des réunions de la commission pour les réformes dans l'organisation de l'Instruction publique, on regrette « l'état florissant où se trouvait l'École polytechnique à l'époque de Lambert Bey » (*Recueil des documents officiels*, 1881, p. 199).

16. *Op. cit.*

17. Dans le programme de 1837, Lambert écrit, à propos de l'enseignement de physique industrielle : « La partie théorique qui constitue l'étude de la première année doit être complète, quoique dirigée vers les applications, afin que le lien avec la science ne se brise pas. Mais l'indication de certaines théories, plutôt qu'un long développement, doit surtout être présentée aux élèves, avec les résultats les plus saillants, sous forme de tableaux ou de résumés. » (Lambert et Hékékian, MS 7746/1, p. 26 ; c'est moi qui souligne). Autre exemple dans le même sens : le cours de mathématiques est calqué sur celui mis au point, pour l'École centrale, par Bélanger, dont les leçons sont explicitement conçues pour « compléter l'instruction des élèves sur les mathématiques pures, jusqu'au point nécessaire pour les mettre en état de suivre utilement les cours de Mécanique rationnelle, d'Hydraulique et de Théorie dynamique des machines » (Bélanger, 1842, p. v.).

18. C'est une semblable conviction qui fut pour une part à l'origine de la création de l'École centrale de Paris.

19. Le qualificatif « neuf » appliqué à l'Égypte est utilisé aussi bien dans une lettre saint-simonienne anonyme datant de 1833 (cf., Régnier, p. 61) que par Faye dans le passage que nous citons plus bas.

20. On sait que le problème de la langue d'enseignement est un problème récurrent dans l'histoire de l'enseignement scientifique en Égypte. Si Lambert tente sans succès d'imposer le français (cf. Régnier, p. 97-98), à l'inverse, l'arabe ne parvient toujours pas à s'imposer au moment de la création de la Faculté des Sciences en 1925.

21. Dans Mahmoud-Bey, p. 34-35.

22. *Op. cit.*

23. Voir notre contribution à ce sujet.

24. Alleaume, p. 76.

25. Lane écrit par ex. : « Those persons in Egypt who profess to have considerable knowledge of astronomy are generally blind to the true principles of the science ; to say that the earth revolves round the sun. They consider absolute heresy. Pure astronomy they make chiefly subservient to their computations of the calendar. » (Lane, p. 220)

26. Voir par exemple Rashed, *Optique et géométrie*, p. VII-22-26.

27. Pour les mathématiques, voir Rashed, *ibid.*, p. VIII-349-360.

28. C'est par exemple le cas, en optique, du commencement de l'étude géométrique des lentilles, daté à tort de la fin du XVI^e siècle, et qui remonte en réalité au X^e siècle, avec les travaux d'Ibn Sahl (*ibid.* p. VI-464-491). C'est aussi le cas de l'emploi de méthodes algébriques en théorie des nombres, qui, loin d'être initié par Descartes et Fermat, trouve un aussi large développement chez Kamâl al-Dîn al-Fârîsî (mort en 1320) ; lequel donne également, bien avant Frénicle et Pascal, une interprétation combinatoire des nombres figurés (Rashed, *Entre arithmétique et algèbre*, p. 274-297).

29. Al Farâbî, p. 93-110.

30. Rashed, *Optique et géométrie*, p. XV-34.

31. Le quadrivium comprend l'arithmétique, la géométrie, l'astronomie et la musique (l'optique et la statique sont considérées comme des branches de la géométrie, et l'algèbre comme une branche de l'arithmétique).

32. Ainsi, selon Catherine Jami, « les mathématiques chinoises traditionnelles sont plutôt algorithmiques, et c'est surtout l'algèbre qui s'y est développée » (Jami, p. 31). Il s'en suit que « la langue géométrique, à la différence de la langue algébrique, a essentiellement pour origine celle

de la géométrie occidentale » (*ibid.*, p. 98) ; « en particulier, la notion d'angle est étrangère à la tradition chinoise en mathématiques comme en astronomie » (*ibid.*, p. 200).

33. Un compte rendu en est fourni par Heyworth-Dunne, p. 77-82.

34. Voir mon article sur Mahmûd al-Falaki.

35. Voir par exemple Gamâl al-Dîn al-Shayyâl.

36. Ce processus est notamment celui qui a cours pour le traité de trigonométrie de Lefébure de Fourcy, traduit une première fois par Ahmad Daqia et lithographié en 1257 (1841) sous le titre *Muthallathât mustawiyya wa kurawiyya*, puis révisé par Abu al-Su'ûd et publié à Bûlâq en 1259 (1843) sous le titre *Rudâb al-ghâniyyât fil hisâb al-muthallathât*.

37. Le premier de ces textes, datant très probablement de 1844-1845 est issu d'une traduction intégrale des leçons d'analyse géométrique professées par Bélanger à l'École Centrale ; cette traduction est l'oeuvre d'A. Fâ'id, membre de la mission égyptienne en France de 1830 à 1836 assisté d'un correcteur issu d'al-Azhar et de l'école de langues, A. al-Sayyid. Quelques années plus tard, A. Fâ'id prend le traité de Bélanger pour base et, procédant par découpages et collages, recompose en français un nouveau traité qui sera traduit par S. Magdî et al-S. 'Imâra. Cette nouvelle version, dont est issu le second texte que nous reproduisons, est publiée une première fois en 1853, puis une seconde en 1875. Outre la différence de style et de qualité d'impression qui distingue les deux passages, notons l'apparition, dans le second texte, du mot *halazûn* pour désigner la spirale. Dans la première traduction, A. Fâ'id se contente d'un terme vague (« la courbe d'Archimède ») comme si le mot lui manquait ; or, dans le paragraphe qui précède celui qui nous intéresse, il n'hésite pourtant pas à fabriquer un néologisme pour introduire la cycloïde (*sikluwîd*). Tout se passe donc comme si Fâ'id adoptait là une position d'attente, comptant sur le temps pour retrouver le terme exact dans les textes classiques. En réalité, une telle recherche ne pourra aboutir, le traité d'Archimède sur les spirales étant semble-t-il resté inconnu du monde scientifique arabo-islamique jusqu'au XIX^e siècle : il est donc fort probable que la traduction de S. Magdî constitue l'un des premiers textes arabes utilisant le mot *halazûn* (limaçon) pour désigner une courbe géométrique. Notons toutefois que l'équivalent turc de *halazûn* avait déjà été utilisé en 1831 dans un contexte semblable par H. Ishaq, directeur de l'école d'ingénieurs d'Istanbul (cf. Ishaq, vol. II, p. 241).

38. Cette omission ne facilite pas, bien sûr, la tâche du chercheur. Elle explique en outre que les études sur la traduction ou l'imprimerie sous Muhammad 'Alî aient jusqu'à présent produit des listes d'ouvrages traduits sans pouvoir en indiquer les originaux. Les identifications que nous avons pu réaliser et que nous mentionnons ici ont été pour une bonne part rendues possibles par la lecture des papiers de Lambert.

39. Ne pas confondre avec ce qu'on appelle aujourd'hui « nombres complexes », composés d'une partie réelle et d'une partie imaginaire.

40. Reynaud, p. 99.

41. Remarquons toutefois que Bayyûmi avait adapté au cas égyptien, en utilisant la monnaie locale et des années de 360 Jours, les exercices portant sur les intérêts simples et composés (George, trad. Bayyûmî, p. 209 s.) Mais ce type d'adaptation n'était en rien généralisé à tout l'ouvrage comme ce sera le cas chez 'Alî Izzal.

42. *Al-Kamâlât al-tawfiqiyya*.

43. Il s'agit du manuel de Hall et Knight traduit dans les années 1910 pour servir à l'enseignement dans la section scientifique de l'École normale supérieure.

44. Contrairement à ce qu'affirment certains auteurs, le *Mabâdî' al-handasa* traduit par Rifâ'a al-Tahtâwî n'est en rien une traduction partielle du traité de Legendre, mais celle d'un manuel rédigé dans un esprit radicalement différent, avec des visées pratiques très immédiates, pour servir à l'enseignement dans les écoles militaires.

45. Voir Itard, p. 360-371.

46. Livres I, II, III, IV, VI, XI, XII, XIII.

47. D'après al-Gabarti relevé par Heyworth-Dunne, p. 82. L'oeuvre scientifique d'al-Tûsî semble par ailleurs avoir constitué une référence importante pour Hasan al-'Attâr le maître de Rifa'a al-Tahtâwî (cf. Gran. p. 161 et 175).

48. *Op cit.*, p. 232.

49. Les dates que nous donnons correspondent en fait à l'enseignement en première année des écoles secondaires, les réformes gagnant année par année les degrés supérieurs ; ce qui fait qu'un élève terminant ses études secondaires en 1899 aura encore appris l'algèbre et la géométrie en arabe.

50. Artin, p. 123. Artin est, au moment où il écrit ces lignes (1894) sous-secrétaire d'État à l'Instruction publique, et à ce titre président du comité technique chargé de fixer les programmes ; il est du reste loin d'être un farouche défenseur du maintien de l'arabe comme langue d'enseignement en général.

51. Al-Shayyâl, p. 212.

52. Les ouvrages mentionnés par al-Gabarti ou par Hasan al-'Attâr, et dont les copies manuscrites disponibles en bibliothèque sont particulièrement nombreuses, constituent toutefois en la matière un corpus privilégié.

53. Mubâarak, p. 2.

54. On dit qu'un nombre est parfait s'il est égal à la somme de ses diviseurs propres (exemples : 6 est un nombre parfait puisque $6=1+2+3$; de même 28 puisque $28=1+2+4+7+14$).

55. On dit que deux nombres sont amiables si chacun d'eux est égal à la somme des diviseurs propres de l'autre. Exemple : 220 et 284 sont amiables (c'est le plus petit couple). Une valeur mystique a parfois été attribuée à ces nombres.

56. Au XII^e siècle, Gérard de Crémone traduira d'ailleurs *asamm* par *surdus*, et les nombres irrationnels seront également appelés nombres sourds jusqu'au XVIII^e siècle.

57. La définition donnée par les Ikhwân al-Safâ' est laconique et peu précise : « Le nombre onze est le premier nombre sourd, parce qu'il n'a pas de partie qui s'exprime grâce à lui, mais on dit une « partie » de onze ou deux « parties » de onze ; tout nombre qui a cette propriété est dit sourd, comme treize, dix-sept et ce qui se conforme à cela » (Ikhwân al-Safâ, p. 21). Pour mieux comprendre le sens de cette définition et des exemples qui lui sont attachés, on peut se référer au *Livre sur l'arithmétique nécessaire aux scribes* de Abu al-Walâ' al-Buzjâni. Celui-ci fait en effet la distinction entre fractions « exprimables » et fractions « inexprimables », ou « sourdes », les premières étant constituées des sommes et des produits de fractions dont le dénominateur est compris entre 2 et 10. Si ces fractions sont « exprimables », c'est parce que la langue arabe a pourvu d'un nom les fractions de numérateur 1 et de dénominateur compris entre 2 et 10 (de *nisf* jusqu'à *'ushr*) et qu'elle ne l'a pas fait pour les dénominateurs supérieurs (il n'y a pas de mot en arabe pour désigner « un onzième » ou « un douzième »). Les fractions sourdes (*asamm*) sont donc celles dont le dénominateur comprend des facteurs premiers supérieurs ou égaux à 11 (voir Youschkevitch, p. 29). On retrouve ainsi là l'origine de la définition des Ikhwân al-Safâ' qui consacre une particularité linguistique et non une réelle propriété mathématique du nombre. Pour sa part, al-Qalasâdî note, toujours à propos de la décomposition en facteurs du dénominateur, et sans donner vraiment de définition, que 11 est la première des parties sourdes (al-Qalasâdî, p. 57). En utilisant le mot *asamm* pour désigner les nombres premiers comme tels (2, 3, 5 et 7 compris). 'Ali Mubâarak effectue donc un glissement qui tend à ignorer l'origine sémantique du mot. Un tel glissement, il est vrai, peut être aussi constaté dans le traité d'arithmétique d'Ibn al-Bannâ', qui attribue l'épithète « sourd » à tout nombre épargné par le crible d'Eratosthène ; mais le mathématicien marocain se situe bien alors dans le même contexte de « dénomination » des fractions que son successeur andalou, et sa définition trop extensive paraît contradictoire avec d'autres passages de son livre, où il ne semble pas considérer 3 ou 7 comme des parties sourdes (Ibn al-Bannâ', p. 55-56).

58. Pour les deux derniers paragraphes, voir mon article sur Mahmûd al-Falakî.

59. Voir Gran, p. 151-177.
60. Voir *Cahiers de l'Orient*, n° 24.
61. Voir bibliographie. S. Mansûr sera en outre, dans les années 1880, l'auteur de nombreux manuels de mathématiques pour les niveaux primaire et secondaire, ainsi que fun des chroniqueurs les plus réguliers de la revue *al-Muqtataf* pour les mathématiques.
62. C'est le cas de Perron et de Gastinel qui enseignent à l'École de médecine.
63. D'après Lambert, MS 7746/3, f°16 r°.
64. Le traducteur a très probablement utilisé les cours autographes rédigés par Olivier pour son enseignement à l'École centrale, et qui sont antérieurs à l'édition imprimée que nous indiquons.
-

INDEX

Mots-clés : enseignement, histoire, histoire des sciences, mathématiques, modernisation, science, sciences arabes, XIXe siècle