

Colloque International

Histoire et philosophie des mathématiques et disciplines associées, en Méditerranée

2015

PROGRAMME ET RESUMES

4 - 6 novembre 2015

Marseille, France



Organisé par

CEPERC : Centre d'Epistémologie et d'Ergologie Comparatives UMR 7304

Partenaires :

AMU : Aix-Marseille Université

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

LABEXMED : Les sciences humaines et sociales au cœur de l'interdisciplinarité pour la
Méditerranée

SPHERE : Sciences, Philosophie, Histoire – UMR 7219

A*MIDEX : Initiative d'excellence Aix-Marseille Fondation Universitaire

Association Méditerranéenne d'Histoire des Sciences

Ville de Marseille

Communauté du Pays d'Aix

Conseil général du département des Bouches du Rhône

Alcazar : Bibliothèque municipale à vocation régionale - Marseille

Comité Scientifique

Philippe Abgrall (CNRS, CEPERC – UMR 7304, AMU)
Mohamad Al-Houjairi (ERTSA, Univ. Libanaise de Tripoli, Liban)
Marie Anglade (AMU, CEPERC – UMR 7304)
Marouane Ben Miled (ENIT, Univ. de Tunis El-Manar)
Paola Cantu (CNRS, CEPERC – UMR 7304, AMU)
Pascal Crozet (CNRS, SPHERE – UMR 7219, Univ. Paris Diderot)
Christian Houzel (CNRS, SPHERE – UMR 7219, Univ. Paris Diderot)
Alain Michel (AMU, CEPERC – UMR 7304)
Massimo Mugnai (École Normale de Pise)

Comité d'Organisation

Philippe Abgrall, CNRS, CEPERC (UMR 7304) AMU
Marie Anglade, AMU, CEPERC (UMR 7304)
Paola Cantu, CNRS, CEPERC (UMR 7304) AMU
Pascal Crozet, CNRS, SPHERE (UMR 7219) Univ. Paris Diderot
Anaïs Mauriceau, CNRS, CEPERC (UMR 7304) AMU

Table des matières

Programme	3
1 La circulation et la transmission des savoirs	8
2 L'évolution des identités disciplinaires	19
3 Les traditions textuelles et les traductions	34
4 Réseau méditerranéen et plate-forme collaborative	42

Programme

Présidence :Alain MICHEL

- 14h00 BERNARD VITRAC (ANHIMA, UMR 8210, CNRS, Paris) et
TONY LEVY (SPHERE, UMR 7219, CNRS - Univ. Paris Diderot-Paris 7 -
Univ. Paris I)
*Héron d'Alexandrie et Mordekhai Comtino : la rencontre entre les
mathématiques d'expression hébraïque et le corpus métrologique grec à
Constantinople, au XVe siècle*
- 14h45 MOHAMAD AL-HOUJAIRI (ERTSA, Université Libanaise, Tripoli)
*Sur un problème d'extrema des Sphériques de Théodose d'après un texte
de l'Istikmāl d'Ibn Hūd*
- 15h30 *PAUSE*
- 15h55 ALESSIO MORETTI (Université de Neuchâtel)
*Les diagrammes géométriques de Llull : leur signification en
mathématiques contemporaines et leur origine judéo-arabe*
- 20h00 *DINER – RESTAURANT « LA NAUTIQUE » VIEUX-PORT*

JEUDI 5 NOVEMBRE 2015

AMPHI CHARVE – AMU - ST CHARLES

**Session 2 : L'évolution des identités disciplinaires, problèmes
théoriques et épistémologiques**

Présidence :Hossein MASOUMI HAMEDANI

- 9h00 ALAIN MICHEL (CEPERC, UMR 7304, CNRS - AMU)
*La doctrine hilbertienne des mathématiques et leur histoire: l'exemple de la
théorie antique de la mesure.*
- 9h45 MASSIMO MUGNAI (Ecole Normale Supérieure, Pise)
*Saccheri's demonstrative logic between scholastic tradition and
mathematics*
- 10h30 *PAUSE*
- 10h50 ERIC AUDUREAU (CEPERC, UMR 7304, CNRS - AMU)
Euclide en mode mineur
- 11h25 JULIA JANKOWSKA (Institute of Philosophy, Univ. de Varsovie)
*Theory of semantic value. A case study on disciplinary identities within
philosophy : philosophy of mathematics and philosophy of language*

- 12h00 MIRELLA FORTINO (Liceo Scientifico "E. Fermi", Cosenza)
Esprit géométrique et logique des apparences dans l'épistémologie de Duhem et dans les traditions de pensée en Méditerranée
- 12h35 *DEJEUNER*
- Présidence :Philippe ABGRALL*
- 14h00 MAROUANE BEN MILED (LAMSIN / ENIT, Univ. al-Manar, Tunis)
Formes et sens dans l'Algèbre d'al-Khawarizmi
- 14h45 FOUED NAFTI (LAMSIN / ENIT, Univ. al-Manar, Tunis)
L'ouvrage 'Ilal ḥisāb al-jabr wa'l-muqābala d'al-Karājī, nouveautés et retombées
- 15h20 ELEONORA SAMMARCHI (SPHERE, UMR 7219, CNRS - Univ. Paris Diderot-Paris 7 - Univ. Paris I)
Propositions et problèmes de la tradition arithmético-algébrique : le cas du livre d'algèbre d'al-Zanjānī (XIII^e siècle)
- 15h55 *PAUSE*
- 16h20 NACERA BENSAOU (SPHERE, UMR 7219, CNRS - Univ. Paris Diderot-Paris 7 - Univ. Paris I)
Les algorithmes de résolution des équations cubiques chez al-Asfahānī (XIX^e siècle)
- 16h55 ERWAN PENCHEVRE (SPHERE, UMR 7219, CNRS - Univ. Paris Diderot-Paris 7 - Univ. Paris I)
Vénus selon Ibn al-Shāṭir

VENDREDI 6 NOVEMBRE 2015**AMPHI CHARVE – AMU - ST CHARLES****Session 3 : Les traditions textuelles et les traductions, problèmes philologiques de la transmission et de l'évolution du lexique***Présidence :Massimo MUGNAI*

- 9h15 PASCAL CROZET (SPHERE, UMR 7219, CNRS - Univ. Paris Diderot-Paris 7 - Univ. Paris I)
La langue arabe, véhicule du discours mathématique : quelques réflexions sur une période longue
- 10h00 ALEXANDRE CERVEUX (Institut de Recherche en Musicologie, Univ. Paris 4)
Musique et mathématiques dans les sources juives médiévales : la version hébraïque du traité attribué à Abū al-Ṣālt (Paris, BnF, héb. 1037)
- 10h35 *PAUSE*

- 11h00 PIERRE AGERON (Laboratoire de mathématiques Nicolas Oresme & IREM, Caen)
La traduction des mathématiques européennes dans l'Islam des XVII^e-XIX^e siècles
- 11h35 STEFAN NEUWIRTH (Laboratoire de mathématiques de Besançon)
Les problèmes philologiques posés par les paradoxes de Zénon
- 12h10 *DEJEUNER*

Session 4 : Structure du réseau méditerranéen et mise en place de la plate-forme collaborative de recherche et de documentation

Présidence : Marouane BEN MILED

- 13h45 ANAS GHRAB (Institut Supérieur de Musique, Sousse)
Saramusik : catalogue et éditions critiques en ligne des textes et manuscrits arabes sur la musique
- 14h20 TABLE RONDE : Philippe Abgrall, Mohamad Al-Houjairi, Marouane Ben Miled, Pascal Crozet, Anas Ghrab, Hossein Masoumi, Anaïs Mauriceau, Massimo Mugnai, Bernard Vitrac
L'édition numérique des textes anciens manuscrits et les nouvelles technologies des « Digital Humanities ». Comment créer une plateforme collaborative de recherche spécifique aux besoins de l'histoire et de la philosophie des sciences ?
- 15h45 *PAUSE*
- 16h10 Conclusion sur la création d'un réseau de recherche en histoire et philosophie des sciences en Méditerranée
- 16h45 *CLOTURE*

1 La circulation et la transmission des savoirs, problèmes historiques du développement des traditions conceptuelles

- HOSSEIN MASOUMI (Centre de la Grande Encyclopédie de l’Islam, Téhéran) : Un mathematician lu par un philosophe théologien : Fakhr al-Dīn al-Rāzī et la géométrie d’Ibn al-Haytham (page 9)
- ABDELMALEK BOUZARI (LEHM, Ecole Normale Supérieure de Kouba, Alger) : Quelques aspects des pratiques algébriques du Maghreb et leur circulation en Égypte (page 10)
- SABINE ROMMEVAUX-TANI (SPHERE UMR 7219 / Univ. Paris Diderot-Paris 7 / Univ. Paris I / CNRS) : Michael Stifel, lecteur de l’*Arithmetica practica* de Gerolamo Cardano (page 12)
- BERNARD VITRAC (ANHIMA UMR 8210, CNRS, Paris) et TONY LEVY (SPHERE UMR 7219 / Univ. Paris Diderot-Paris 7 / Univ. Paris I / CNRS) : Héron d’Alexandrie et Mordekhai Comtino : la rencontre entre les mathématiques d’expression hébraïque et le corpus métrologique grec à Constantinople, au XV^e siècle (page 13)
- MOHAMAD AL-HOUJARI (ERTSA, Université Libanaise, Tripoli) : Sur un problème d’extrema des Sphériques de Théodose d’après un texte de l’*Istikmāl* d’Ibn Hūd (page 14)
- ALESSIO MORETTI (Université de Neuchâtel) : Les diagrammes géométriques de Llull : leur signification en mathématiques contemporaines et leur origine judéo-arabe (page 15)

**Un mathématicien lu par un philosophe-théologien :
Fakhr al-Dīn al-Rāzī et la géométrie d'Ibn al-Haytham**

Hossein Masoumi Hamedani

Center for The Great Islamic Encyclopedia, Tehran

Fakhr al-Dīn al-Rāzī, théologien et philosophe du XII^e siècle (1148-1209), nous a laissé une œuvre importante dans la plupart des disciplines scientifiques de son temps. Or, en dépit des idées originales qui se trouvent dans ses écrits logiques, philosophiques et théologiques, une grande partie de son œuvre n'est que des compilations basées sur d'autres sources, certaines desquelles nous sont parvenues alors que d'autres semblent être à jamais perdues. Mener une recherche sur les rapports entre al-Rāzī et ses sources pourrait jeter une lumière sur la manière dont il choisissait ses sources et la façon dont il les transformait selon ses propres visées.

Dans cette communication, certains théorèmes géométriques empruntés par al-Rāzī à l'œuvre du grand mathématicien du X^e-XI^e siècle, Ibn al-Haytham, sont analysés et la manière dont il les adapte à ses propres fins est discutée. Cette étude montre un aspect des rapports entre d'une part la philosophie et la théologie, et d'autre part la science, à une époque où ces disciplines commencent à se rapprocher de plus en plus. L'étude de l'œuvre d'al-Rāzī, en tant qu'un des représentants les plus significatifs de ce rapprochement, nous révèle certaines des caractéristiques de cette époque.

Quelques aspects des pratiques algébriques du Maghreb et leur circulation en Egypte

Abdelmalek Bouzari

Laboratoire d'Epistémologie et Histoire des Mathématiques (L.E.H.M.)

Ecole Normale Supérieure de Kouba, Alger

Dans la continuité des travaux entrepris par Woepcke [1854 ; 1863], Suter [1901], Sanchez-Perez [1916] et plus tard par Busard [1968], il y a eu durant ces dernières décennies une série d'études consacrées aux mathématiques du Maghreb et d'al-Andalūs. Cette série d'études devait répondre à deux questions parmi d'autres. La première question portait sur les débuts de l'algèbre au Maghreb. Quant à la seconde, elle était liée à la nature des pratiques algébriques produites dans la région et leur circulation en Orient musulman.

Partant du fait qu'au stade actuel de la recherche, aucun écrit en algèbre datant d'avant la fin du XII^e siècle, n'a été exhumé. Nous tenterons dans le premier temps de notre communication de montrer comment à partir de quelques traces éparses, glanées depuis une trentaine d'années dans des manuscrits arabes de la région et dans quelques ouvrages biobibliographiques, il est possible de supposer la présence assez tôt, au Maghreb, des deux plus importants ouvrages de la tradition algébrique arabe : *al-Mukhtasar fī l-Jabr* [Abrégé de l'Algèbre] d'al-Khwārizmī (IX^e s.) et *Kitāb al-Jabr* [le livre d'Algèbre] d'Abū Kāmil (m. 930). L'Algèbre d'Abū Kāmil semble avoir été étudié puis enseigné avec une nouvelle présentation.

Dans le second temps de notre communication, nous présenterons le contenu des textes algébriques connus du Maghreb : le *Livre d'algèbre* d'al-Qurashī (m. 1185) ; l'*Urjūza fī al-jabr* [Le Poème sur l'Algèbre] d'Ibn al-Yassāmīn (m. 1204), ce Poème mathématique est plus connu sous le nom d'*al-Yāsamīniya* ; le *Talkhīs a'māl al-Hisāb* [Le Résumé de la Science du Calcul] d'Ibn al-Bannā' (m. 1321). Cet ouvrage est à notre connaissance, le livre mathématique le plus commenté dans la tradition mathématique arabe de l'Occident musulman, du XIV^e au XVI^e siècle. Son intérêt pour notre communication est qu'il contient un chapitre sur les procédures de résolution de problème par l'algèbre et enfin le *Kitāb al-'Usūl wa l-Muqaddimāt fī l-jabr wa l-muqābala* [Livre des Fondements et des Préliminaires sur l'algèbre et la muqābala] du même auteur, le contenu de ce livre est consacré entièrement à l'algèbre.

Dans un troisième temps de notre communication, nous suivrons la circulation des trois derniers écrits maghrébins vers l'Orient musulman, en particulier à travers l'important ouvrage de l'Egyptien Ibn al-Majdī (m. 1447) le *Hāwī l-lubāb wa sharḥ Talkhīs a'māl l-hisāb* [Le recueil de la moelle et le commentaire sur l'Abrégé des opérations du calcul]. Dans une partie de ce recueil, Ibn al Majdī commente le chapitre d'Algèbre du *Talkhīs* d'Ibn al Bannā'. Pour cela,

il se base sur cinq ouvrages qui, dit-il, sont fondamentaux. Il s'agit de : L'*Abrégé* d'al-Khwārizmī ; l'*Algèbre* d'Abū Kāmil ; *al-Fakhrī* et *al-Badī' fī l-ḥisāb* [le Merveilleux en calcul] d'al-Karājī (X^e s) ; le *Livre des fondements* d'Ibn al-Bannā' ; *Muqaddimāt al-Jabr* [Preliminaires à l'algèbre] d'al-Mardīnī (m. 1252), plus connu sous le nom d'Ibn Fallūs et enfin le Poème d'Ibn al-Yassāmīn.

Michael Stifel, lecteur de l'*Arithmetica practica* de Gerolamo Cardano

Sabine Rommevaux-Tani

Sciences, Philosophie, Histoire (SPHère – UMR 7219)
CNRS, Université Paris Diderot, Université Paris 1

Avant de publier l'*Ars magna*, Gerolamo Cardano fait paraître à Milan, en 1539, la *Practica arithmetica et mensurandi singularis*, traité dans lequel il donne en particulier une série de règles d'arithmétique traditionnelles, qui sont mises ensuite en pratique dans plusieurs problèmes d'arithmétique et de géométrie. Et dans un chapitre consacré à l'algèbre, Cardano présente d'une part la résolution des équations du deuxième degré et de celles de degré supérieur qui peuvent s'y ramener, et d'autre part la résolution de systèmes d'équations linéaires à plusieurs inconnues.

Michael Stifel – dans son *Integra arithmetica*, qui paraît à Nuremberg en 1544 – cite ce traité de Cardano en plusieurs endroits. Ainsi, à la fin du livre I, on trouve un appendice sur les règles de fausse position qui se termine par la reprise d'une des règles proposées par Cardano dans son traité. Puis, au livre III, dans le chapitre qui traite des notations utilisées dans le cas où le problème nécessite de poser plusieurs inconnues, Stifel renvoie à Cardano. Mais surtout, à la fin du livre III, au chapitre XIII intitulé : « qu'en guise d'épilogue on fasse de nouveau mention de la perfection de la règle de l'algèbre, grâce à quelques exemples de Gerolamo Cardano, pertinents pour le sujet », Stifel reprend au mathématicien italien quatre problèmes d'arithmétique, qui conduisent à des équations de degré élevé, que l'on peut résoudre en se ramenant à une équation du deuxième degré. Et finalement, dans un appendice « sur l'arithmétique de Cardano », on trouve là aussi une série de problèmes que Stifel reprend au mathématicien italien.

Nous examinerons chacune de ces références à l'*Arithmetica practica* de Cardano dans l'*Arithmetica integra* de Stifel, afin de montrer comment le mathématicien allemand s'approprie les travaux du mathématicien italien. Nous verrons en particulier que Stifel ne se contente pas de retranscrire les problèmes qu'il reprend à Cardano, mais qu'il s'approprie avant tout des méthodes.

**Héron d’Alexandrie et Mordekhai Comtino : la rencontre entre
les mathématiques d’expression hébraïque et le corpus métrologique grec
à Constantinople, au XV^e siècle**

Bernard Vitrac

Anthropologie et Histoire des Mondes
Antiques (AnHiMA – UMR 8210)
CNRS, Paris

Tony Lévy

Sciences, Philosophie, Histoire (SPHère –
UMR 7219)
CNRS, Université Paris Diderot, Université
Paris 1

Mordekhai Comtino (1402-1482), savant juif de Constantinople (où il occupa la charge de grand rabbin) est l’auteur d’une œuvre exégétique et scientifique prolifique. On lui doit plusieurs écrits astronomiques, ainsi qu’un ouvrage de mathématiques en deux parties désignées clairement comme *Arithmétique* et *Géométrie*. Le colophon du plus ancien et plus fidèle manuscrit désigne l’ouvrage par le titre « *Livre sur le calcul et la mesure* » (*Sefer ha-ḥeshbon we-ha-middot*).

Les sources principales de Comtino, s’agissant de son livre de géométrie (mesure et division des figures planes et solides), bien que non nommées, sont clairement identifiables : 1) le traité de géométrie d’Abraham Bar Ḥiyya (*Le traité de la mesure des surfaces et des volumes / Ḥibbur ha-mešihā we-ha-tišboret*), composé à Barcelone au XII^e siècle, et adapté en latin en 1145 sous le titre *Liber embadorum* ; 2) des écrits métrologiques grecs, plus précisément, les *Metrica* de Héron (I^{er}-II^e siècle) et certaines collections de problèmes associées, probablement à tort, au nom du célèbre Mécanicien d’Alexandrie.

Mieux encore, on peut prouver que Comtino a utilisé le manuscrit grec *Seragliensis* G.I.1, copié vers 950 par le moine Ephrem. Ce manuscrit est l’unique codex actuellement connu contenant les *Metrica* de Héron ; il a été annoté par Maxime Planude (ca 1250-1310), puis signalé vers 1840 et enfin identifié en 1896. Ce précieux codex — le plus ancien manuscrit du corpus métrologique grec — n’a donc probablement jamais quitté Constantinople-Istanbul.

Les *Metrica* est un ouvrage en trois livres ; les deux premiers s’efforcent de justifier les algorithmes de mesure des figures planes et solides à partir des résultats de la géométrie “savante” (Euclide, Archimède, Dionysodore, Apollonius) ; ils ont connu peu de succès et de diffusion, aussi bien dans l’Antiquité qu’ensuite au Moyen-Âge. Le traité ne semble pas avoir été traduit en arabe, ni en latin et il semble être resté totalement inconnu entre temps. Il n’est donc pas anodin qu’au XV^e siècle, à Constantinople, un savant juif ait pu consulter et exploiter ce manuscrit et doter ainsi les *Metrica* de Héron et le corpus pseudo-héronien d’une postérité (gréco-) hébraïque !

Nous explorons les modalités de cette étonnante rencontre, les emprunts de Comtino au corpus métrologique grec ancien qui portent sur les mesures des figures respectivement planes et solides (trapèzes, cercle, polygones réguliers, pyramides ...). Nous essayons de caractériser sa démarche laquelle ne se réduit pas à une simple reprise compilatoire et traduit un authentique souci de la preuve, ce qui n'est pas si commun dans la tradition de la géométrie dite *pratique*.

**Sur un problème d'extrema des *Sphériques* de Théodose
d'après un texte de l'*Istikmāl* d'Ibn Hūd**

Mohamad Al-Houjairi

Études et recherches sur la tradition scientifique arabe (ERTSA – CNRS Liban)

Université Libanaise de Tripoli

L'histoire des disciplines géométriques — en particulier des *Sphériques* théodosiennes — témoigne du développement d'études des propriétés quantitatives caractérisant les êtres géométriques, qui doit conduire d'habitude tôt ou tard à des problèmes variationnels et d'extrema. En l'absence d'un outil analytique adéquat convenable pour résoudre de tels problèmes, une question raisonnable se pose : comment les géomètres de l'antiquité ont-ils traité les problèmes variationnels et d'extrema ?

Notre travail porte précisément sur l'analyse de la méthode adoptée par Théodose dans son traitement d'un problème variationnel et d'extrema concret, formulé par les deux propositions III-1 et III-2 de ses *Sphériques*.

L'étude est basée notamment sur un fragment du texte manuscrit de l'*Istikmāl* d'Ibn Hūd (MS Copenhague, *Or.* 82, folios 78r-78v) et elle comportera deux parties :

- 1) une édition critique et une traduction du texte mentionné
- 2) un commentaire mathématique et historique de son contenu.

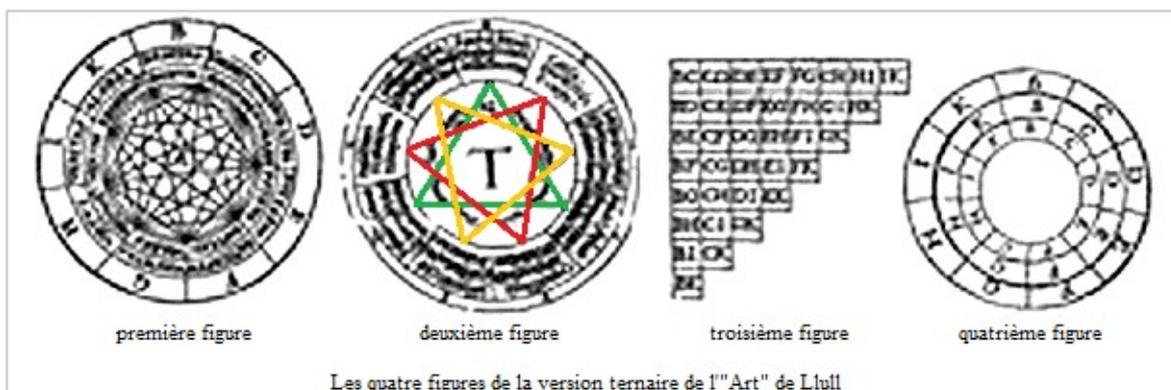
Les diagrammes géométriques de Llull : leur signification en mathématiques contemporaines et leur origine judéo-arabe

Alessio Moretti

Université de Neuchâtel

Âgé de 30 ans, le majorquin Ramon Llull (1232-1316), futur père de la langue catalane écrite, abandonna femme et enfants « suite à une série de visions de notre seigneur Jésus Christ » qui lui enjoignait de se dédier à la tâche d'apprendre l'arabe et la philosophie (ce qu'il fit pendant 9 ans) et de traverser la Méditerranée afin de convertir au christianisme, devant les mosquées et les synagogues, les infidèles (ce qu'il essaya à plusieurs reprises au péril de sa vie). Llull pensait avoir reçu à cet effet, par révélation divine en haut du mont Randa (pendant une méditation) l'idée d'un instrument rationnel imbattable pour établir sans équivoque la supériorité religieuse de l'idée de Trinité et effectuer ainsi pacifiquement des conversions au christianisme. Cette idée se matérialisait sous la forme de diagrammes, pour la plupart des roues concentriques contenant des formes géométriques et des symboles alphabétiques, le tout aboutissant à un « art combinatoire » de la pensée. L'art de Llull a évolué, quant à son expression concrète, donnant pour l'essentiel deux versions : l'une quaternaire, l'autre ternaire. L'art quaternaire comporte 6 figures (« A », « S » et « T », « V », « X » et « élémentale »).

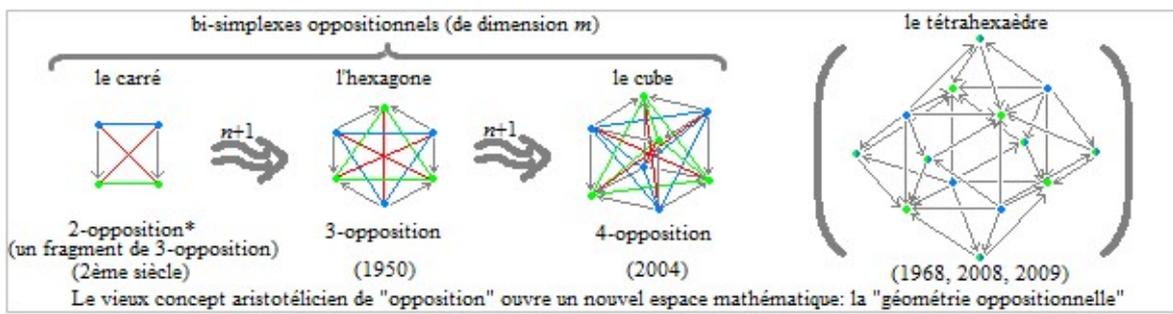
Plus tard (en 1290) Llull parvient à un mécanisme ternaire (au lieu de quaternaire) d'expression de la même idée fondamentale (l'Art de tous les arts), une version suppose être plus facile et compacte d'usage pour quiconque voudrait étudier sans erreur la vérité. Cette version ternaire comporte quatre figures (« A », « T », ainsi que deux autres sans nom).



Au moyen de cet « Art » inédit (qui sera célèbre et influent pendant plusieurs siècles), Llull apparaît comme un des tous premiers penseurs occidentaux à avoir produit un dispositif diagrammatique complexe visant à mécaniser la pensée et donc à rendre le raisonnement une procédure (plus ou moins) décidable. En tant que tel,

il est souvent vu comme un précurseur de certaines des idées logiques les plus hardies de Leibniz ainsi qu'un précurseur moyenâgeux de certaines idées fondamentales de l'informatique. En même temps, plusieurs philosophes (tels Descartes ou Leibniz) ou historiens de la pensée formelle (tels Prantl, les Kneale ou Gardner) ont émis un jugement critique, parfois même dur, au sujet de la valeur formelle réelle des diagrammes de Lull. Dans cette communication nous voudrions établir deux points nouveaux relativement à cela.

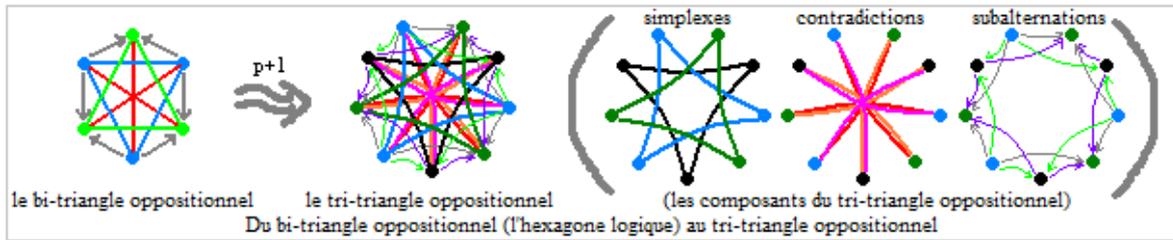
Premièrement, il semble y avoir eu un jugement erroné sur la nature formelle des diagrammes pensants de Lull. En effet, certains développements mathématiques récents (2004) ont réussi à généraliser avec succès les notions traditionnelles (et jusque-là mystérieuses) de « carré logique » (2^{ème} siècle) et d'« hexagone logique » (1950) et semblent converger de plus en plus vers une nouvelle jeune branche (ou théorie) des mathématiques, la « géométrie oppositionnelle ».



Or, ce nouveau savoir mathématique, qui permet d'étudier des « phénomènes oppositionnels » au moyen de « structures oppositionnelles », nous suggère qu'il est dangereux de juger les expressions géométriques traditionnelles de l'« opposition » (dont celles de Lull) à la seule aune de la logique mathématique (ou même de la théorie des graphes) : car sans référence à une espèce particulière de géométrie (« simplectique » et « poly-simplectique »), qui est irréductible à la logique, ceux qui jugent de ces matières géométrico-oppositionnelles courent le risque très sérieux de manquer des points essentiels de la rationalité en jeu ici.

Du point de vue de la géométrie oppositionnelle certains penseurs du passé (tels Buridan, Carroll, Vasil'ev, Blanché et Prior) peuvent être vus rétrospectivement comme des précurseurs de certaines parties de cette nouvelle branche des mathématiques. Or, il semble qu'il y ait des raisons de considérer également Lull comme un tel précurseur non banal de certains éléments de la géométrie oppositionnelle. En effet, les diagrammes de Lull sont composés, par endroits, de concepts opposés mis en relation par des figures géométriques (triangles, carrés, ...) et doivent donc être relus à nouveaux frais du point de vue de cette nouvelle perspective théorique. Or, ici des surprises peuvent être de mise, révélant une « rationalité » des figures de Lull bien plus grande qu'on n'avait pu le déceler jusqu'à présent. Ainsi une première question est celle de savoir si la deuxième figure « T » de la version ternaire de l'Art a un quelque lien avec la puissante notion

mathématique de « tri- simplexe oppositionnel de dimension 2 » (i.e. de « tri-triangle oppositionnel »).



Dans cette communication nous montrons que la figure ternaire « T » n'est pas un tri-simplexe, mais qu'elle est bien composée de deux « triangles de contrariété » valides (cette notion étant le cœur de la notion d'hexagone logique) et d'un triangle qui à y regarder de près échoue à jouir de cette propriété (pour des raisons complexes intéressantes). Llull est donc à ce jour le premier découvreur connu du concept de « triangle de contrariété » (700 ans avant Vasil'ev).

Deuxièmement, et du fait de ce qui précède, il semble que la question de l'origine des diagrammes doive maintenant être reconsidérée. Car il semble intéressant d'essayer de comprendre quelle inspiration, consciente ou inconsciente, peut avoir eue Llull pour « engendrer » des idées combinatoires philosophico-géométriques aussi originales que les siennes. Plusieurs spécialistes tendent à considérer qu'une éventuelle origine contingente (non mystique) des « roues pensantes » de Llull est probablement perdue à jamais, puisque relevant d'une quelque rencontre non relatée d'astrologues ambulants (arabes ?) usant, peut-être, de roues zodiacales. Contrairement à cette attitude épistémologique résignée nous allons montrer ici qu'il semble y avoir des éléments (inconnus ou négligés jusque-là) démontrant qu'une forte influence peut avoir été exercée sur Llull par la tradition cabalistique qui arriva en Catalogne du sud de la France : au moins deux diagrammes cabalistiques, que nous allons étudier, semblent pouvoir avoir été (consciemment ou inconsciemment) de clairs modèles de certains des principaux diagrammes de Llull.

2 L'évolution des identités disciplinaires, problèmes théoriques et épistémologiques

- ALAIN MICHEL (CEPERC, UMR 7304, AMU / CNRS) : La doctrine hilbertienne des mathématiques et leur histoire : l'exemple de la théorie antique de la mesure (page 19)
- MASSIMO MUGNAI (Ecole Normale Supérieure, Pise) : Saccheri's demonstrative logic between scholastic tradition and mathematics (page 20)
- ERIC AUDUREAU (CEPERC, UMR 7304, AMU / CNRS) : Euclide en mode mineur (page 21)
- JULIA JANKOWSKA (Institute of Philosophy, Univ. de Varsovie) : Theory of semantic value. A case study on disciplinary identities within philosophy : philosophy of mathematics and philosophy of language (page 22)
- MIRELLA FORTINO (Liceo Scientifico "E. Fermi", Cosenza) : Esprit géométrique et logique des apparences dans l'épistémologie de Duhem et dans les traditions de pensée en Méditerranée (page 23)
- MAROUANE BEN MILED (LAMSIN / ENIT, Univ. al-Manar, Tunis) : Formes et sens dans l'Algèbre d'al-Khawarizmi (page 25)
- FOUED NAFTI (LAMSIN / ENIT, Univ. al-Manar, Tunis) : L'ouvrage 'Ilal ḥisāb al-jabr wa'l-muqābala d'al-Karajī, nouveautés et retombées (page 26)
- ELEONORA SAMMARCHI (SPHERE, UMR 7219, CNRS - Univ. Paris Diderot-Paris 7 - Univ. Paris I) : Propositions et problèmes de la tradition arithmético-algébrique : le cas du livre d'algèbre d'al-Zanjānī (XIII^e siècle) (page 27)
- NACERA BENSAOU (SPHERE, UMR 7219, CNRS - Univ. Paris Diderot-Paris 7 - Univ. Paris I) : Les algorithmes de résolution des équations cubiques chez al-Asfahānī (XIX^e siècle) (page 28)
- ERWAN PENCHEVRE (SPHERE, UMR 7219, CNRS - Univ. Paris Diderot-Paris 7 - Univ. Paris I) : Vénus selon Ibn al-Shāṭir (page 29)

**La doctrine hilbertienne des mathématiques et leur histoire :
l'exemple de la théorie antique de la mesure.**

Alain Michel

Centre d'Épistémologie et d'Ergologie Comparatives (CEPERC – UMR 7304)

Aix-Marseille Université

Même dans la version d'esprit formaliste qu'on en a le plus couramment donnée, qui n'est pas nécessairement conforme à ce qu'a été la véritable conception de Hilbert, ce qu'on a appelé la "doctrine hilbertienne des mathématiques" a pu susciter une présentation renouvelée de leur histoire. Nous emprunterons un exemple de cet effort renouvelé de compréhension aux mathématiques de l'antiquité. Prenant pour guides les thèmes analytiques de Hilbert, en particulier l'option ensembliste et l'idée de l'axiomatisation, nous essaierons d'abord d'établir qu'il est légitime de délimiter, à l'intérieur des traités d'Euclide et d'Archimède, les contours d'une "théorie de la mesure" de contenu suffisamment précis. Nous tâcherons ensuite de la situer dans un contexte plus général de recherche de mise en ordre des énoncés, dans le but d'en éclairer la signification de rationalité mathématique.

Saccheri's demonstrative logic between scholastic tradition and mathematics

Massimo Mugnai

École Normale Supérieure de Pise

Résumé

Euclide en mode mineur

Éric Audureau

Centre d'Épistémologie et d'Ergologie Comparatives (CEPERC – UMR 7304)
Aix-Marseille Université

Le succès éditorial considérable des *Éléments* a conduit de façon naturelle les spécialistes à qualifier d'"œuvres mineures" les autres traités dus à Euclide. Je me demanderai si cette opposition entre majeur et mineur pouvait avoir un sens pour Euclide, mais en me plaçant du point de vue de l'ordre épistémologique, plutôt que de celui du succès éditorial. En me limitant aux cas de l'*Optique* (généralement mal lu) et des *Phénomènes* (apparemment très peu lu), j'indiquerai, en m'appuyant sur des considérations très élémentaires, pourquoi ces traités peuvent être dits "majeurs" et les *Éléments* "mineurs".

Puisque la seule utilité de l'histoire est d'éclairer le présent, je terminerai en exploitant la conclusion précédente pour montrer à quel point les discussions contemporaines sur la nature non euclidienne de l'espace, discussions incessantes depuis les succès de la théorie de la relativité générale, peuvent être confuses.

Theory of semantic value.
A case study on disciplinary identities within philosophy :
philosophy of mathematics and philosophy of language

Julia Jankowska

Institute of Philosophy
Université de Varsovie

I will present a case study in the intersection of the contemporary philosophy of mathematics and the philosophy of language (semantics). The study is meant to show how the emergence of subdisciplines can lead to one and the same problem being dealt with as two ostensibly different problems, and how comparing these two seemingly different problems, belonging to two different subdisciplines and usually studied by different people, can lead to a deeper understanding of the subject.

Historically, thinkers used to be interested in more than one discipline and we know that most important figures in the history of human thought worked seriously in several different areas at once. In the modern period, great philosophers were also scientists, but even in the 20th century the examples of Kurt Gödel and Albert Einstein show that fruitful ideas, even the most important ideas of the century, were probably arrived at as a result of multi-domain interests. Both Kurt Gödel and Albert Einstein claimed interest in philosophy, and what motivated them was a desire to understand important things about the world in general. Such an attitude goes strikingly against the prevailing contemporary strive for specialization and the down-to-earth reflection that the body of human knowledge has grown so much that it is not possible anymore for a single person to be informed in more than just one narrow branch.

Certainly, the cooperative spirit of our times is a necessity: we really have to rely on secondary sources, and in fact we always do, starting with the very choices we make when we even begin to deal with a possible research theme (like for example when we take a decision as to which textbooks to use first). The formation of further and further divisions and the emergence of still new academic (sub)disciplines is also a natural result of institutional support, which is a necessary and helpful framework for our work. In my presentation I want to argue that such divisions are, at the same time, both potentially beneficial, and risky. They are beneficial, because a newly defined discipline allows researchers to do important work on fundamental issues, finding clear definitions of the discipline's notions and good, sharp formulations of its research questions. It is risky, because an isolated discipline is closed for insights from other disciplines.

Presently, even a discipline with a scope as general as philosophy is divided into various fields, subfields, and subfields of subfields. In my presentation, I will show, using an example taken from contemporary philosophy, the possible effect of the emergence of new disciplinary identities. I will discuss two problems studied in two branches of contemporary philosophy, one in the philosophy of mathematics, and one in the philosophy of language. In the philosophy of mathematics, one of the major problems is the existence of mathematical objects and the question what mathematics is about. In the philosophy of language, one of the major problems is the right attitude to the study of language. In both disciplines a number of positions have evolved and numerous arguments in their favor have been analyzed. I shall show that these problems are closely related, and that comparing linguistic theories with solutions to the problem of the existence of mathematical objects can be fruitful and mutually enriching. In particular, I will show how certain (light platonist) arguments from the philosophy of mathematics may be applied to the philosophy of language, and how certain (anti-externalist) arguments from the philosophy of language may be applied to the philosophy of mathematics. I intend to show that arguments from both disciplines speak in favor of the same views, and that, as a result, taking both disciplines into account in parallel allows us to gain better insights into both of them, and, consequently, to solve at once problems concerning both disciplines.

In addition, the case study will illustrate a point about disciplinary identities concerning the development of a discipline and its language and methodology. The question asked is: What are the factors that make it possible to compare the results of a discipline with the results of other disciplines and what factors facilitate interdisciplinary communication? On the basis of the case study I will identify three factors: I think that the comparison in the case study is possible because both disciplines are still sufficiently close to each other (the complexity of the disciplines has not yet led to their “closure”), because both of them have developed sharp languages (proper work on the fundamentals of the disciplines has been done), and because both have a sufficiently broad subject-matter for the issues they deal with to be more generally relevant and not exclusively discipline-specific (the subject-matter of the disciplines is sufficiently broad).

Esprit géométrique et logique des apparences dans l'épistémologie de Duhem et dans les traditions de pensée en Méditerranée

Mirella Fortino

Liceo Scientifico "E. Fermi", Cosenza

Notre enquête sur la philosophie et l'histoire des sciences chez Pierre Duhem nous a conduit à remarquer toute l'importance qu'il accorde aux traditions de la pensée méditerranéenne. Et cela s'impose dans le cœur de l'épistémologie duhemienne, c'est-à-dire dans la discussion concernant l'opposition entre la perspective instrumentaliste et la perspective réaliste. Nous découvrons ainsi que la thèse de Duhem selon laquelle la théorie physique est « un système de propositions mathématiques, déduites d'un petit nombre de principes, qui ont pour but de représenter [...] un ensemble de lois expérimentales », nous offre, dans la considération de l'histoire de l'Astronomie, une précieuse occasion de réflexion. Cette thèse nous révèle avant-tout un savant qui a consacré *Sozein ta phainomena. Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée* (1908), et depuis son « œuvre héroïque », *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic* (1913-1959), à la contemplation des liens étroits entre science et philosophie. Si nous connaissons bien l'aversion du physicien de la thermodynamique Pierre Duhem aux prétentions essentialistes de la Mécanique de dévoilement de la nature des choses, à bien voir l'Astronomie est le domaine où Duhem situe l'opposition entre la tradition des « mathematici », engagés à *sauver les apparences* du monde céleste, et la tradition des physiciens-philosophes ou bien des « naturelles », voués à raisonner selon l'opposition V/F et à défendre la découverte de la vérité. Le problème de Duhem concerne alors le parti qu'il faut prendre face à ces différentes traditions de pensée. Nous voulons découvrir les raisons de l'option duhemienne entre ces deux traditions de pensée. La première remonte à Platon et à son disciple Eudoxe alors que l'autre remonte à la philosophie d'Aristote et des ses commentateurs. La science hellénique, le Moyen-Âge arabe, juif, chrétien, les idées de Copernic et Galilée constituent l'objet de la réflexion duhemienne quant à la logique des apparences. Dans le domaine de la philosophie et de l'Astronomie, la tradition méditerranéenne est contenue et synthétisée admirablement dans les chefs-d'œuvre de Duhem que nous avons mentionnés. Et il faudra voir dans l'antagonisme de ces traditions de pensée la raison du langage irrévérencieux de Duhem lorsque nous découvrons dans la dernière page de *Sozein ta phainomena* l'admiration pour Andreas Osiander et le cardinal Roberto Bellarmine, en dépit de Képler et du réalisme de Galilée qui dans cet écrit a été défini « réalisme illogique ». Alors il s'agit de considérer le rôle des mathématiques dans l'épistémologie duhemienne. Mais surtout il faudra voir que chez Duhem il y a une raison profonde qui sous-tend à la défense de l'ancien axiome

« sauver les phénomènes » : l'harmonie entre la méthode de l'Astronomie et l'Énergétique à laquelle le physicien français a consacré infatigablement son travail.

Nous soulignerons quelques liens historiques qui nous fourniront les directions d'une recherche possible, ouverte, et également originelle d'un point de vue historiographique, les directions d'une voie encore inexplorée, sinon marginalement, pour résoudre enfin quelque impasse interprétative de l'anti-réalisme de Duhem. En outre ces liens nous permettrons de souligner l'entrelacement entre l'histoire et la philosophie des sciences.

Formes et sens dans l'*Algèbre* d'al-Khawarizmi

Marouane Ben Miled

Laboratoire de Modélisation Mathématique et Numérique dans les Sciences de l'Ingénieur (LAMSIN)
Université El-Manar, École Nationale d'Ingénieur de Tunis

Les six équations canoniques construites par un procédé combinatoire, dans les premières pages de l'*Algèbre* d'al-Khawarizmi ne sont pas des propositions : elles ne sont ni vraies, ni fausses et ne prennent leurs sens qu'une fois interprétées arithmétiquement et/ou géométriquement. Pourtant, de par leurs fonctions, les termes "mal", "racine" et "nombre" ne s'interprètent pas de façon complètement arbitraire, *a fortiori* l'égalité et la somme sur lesquelles se construisent les équations. Dans cet exposé, je me pencherai sur ces questions en suivant de près le vocabulaire utilisé par al-Khawarizmi. Un regard sera également posé sur l'usage qui sera fait de ce texte par les successeurs d'al-Khawarizmi.

L'ouvrage *'Ilal ḥisāb al-Jabr w'al-muqābala* d'al-Karajī, nouveautés et retombées

Foued Nafti

Laboratoire de Modélisation Mathématique et Numérique dans les Sciences de l'Ingénieur (LAMSIN)
Université El-Manar, École Nationale d'Ingénieur de Tunis

Dans son ouvrage *al-Fakhrī*, al-Karajī établit une analogie entre les puissances de dix – idée provenant de l'arithmétique – et les puissances de l'inconnue. Il consacre aussi tout un chapitre aux six équations canoniques selon la tradition d'al-Khwārizmī qui consiste à justifier les algorithmes géométriquement. Mais certains ajouts propres à al-Karajī, et d'autres que l'on rencontre déjà dans l'algèbre d'Abū Kāmil, ont rendu ce chapitre plus général.

En revanche, dans son ouvrage *al-Badī'*, al-Karajī met plutôt l'accent sur l'analogie entre les monômes sourds et les monômes inconnus. La théorie des équations ne figure nulle part dans cet ouvrage.

Dans un troisième ouvrage purement algébrique qui évite notamment le recours aux figures géométriques dans les justifications des algorithmes de résolution des équations quadratiques, al-Karajī aborde de nouveau le sujet des équations par une autre approche. Dès son introduction, l'auteur souligne les buts poursuivis dans la composition de cet ouvrage, dont le plus important est d'aspect scholastique. Il mentionne également que son approche rendra son ouvrage accessible aux non spécialistes. Dans cet ouvrage intitulé *Kitāb 'Ilal ḥisāb al-jabr wa al-muqābala, tafsīruhu wa al-burhānu 'alayhi* (Livre des causes du calcul d'*al-jabr* et d'*al-muqābala*, ses explications et ses démonstrations), dont nous avons établi une édition critique, l'auteur introduit l'équation algébrique comme le résultat d'une opération. Par conséquent, sa résolution revient à faire des calculs sur l'inconnue algébrique et non pas à manipuler une figure pour en extraire la longueur d'une *ligne*. Par ailleurs, le seul titre de cet ouvrage nous incite à mener une étude sur la signification des mots « preuve », « démonstration » et « cause », dans la sphère intellectuelle de Bagdad entre le IX^e et le XI^e siècle.

L'examen de certains ouvrages des successeurs orientaux et maghrébins d'al-Karajī nous permet d'avancer une explication de la genèse de la théorie des équations quadratiques ainsi que de la preuve algébrique. Al-Samaw'al, le plus éminent commentateur de l'algèbre d'al-Karajī, a mis l'accent sur la contribution de ce dernier et a développé le calcul sur les puissances de l'inconnue.

Dans cette communication nous présenterons cet ouvrage d'al-Karajī en détaillant l'approche qui le caractérise et en soulignant le dessein de son auteur pour une émancipation de l'algèbre.

Nous montrerons que le texte *Kitāb 'Ilal ḥisāb al-jabr wa al-muqābala* semble avoir eu une part importante dans l'évolution de la discipline de l'algèbre et son examen attentif, ajouté à celui de la contribution d'as-Samaw'al, nous permet de reconstituer la genèse de la preuve algébrique.

Enfin, nous donnerons des éléments de réponses à la question de la circulation des ouvrages algébriques d'al-Karajī en mettant l'accent, notamment, sur une éventuelle relation entre le texte d'un mathématicien de Marseille, Moise Ben Tibbon et l'œuvre algébrique d'al-Karajī.

Propositions et problèmes de la tradition arithmético-algébrique : le cas du livre d'algèbre d'al- Zanjānī (XIII^e siècle)

Eleonora Sammarchi

Sciences, Philosophie, Histoire (SPHère – UMR 7219)
CNRS, Université Paris Diderot, Université Paris 1

A partir de la fin du X^e siècle, une nouvelle école d'algébristes se constitue autour de la figure du mathématicien al-Karajī. La démarche de cet école est d'explorer les rapports entre arithmétique et algèbre, selon une dynamique d'aller-retour entre les deux disciplines déjà présente dans les recherches des algébristes antérieurs, mais qui n'avait jamais fait l'objet, auparavant, d'une analyse si attentive et profonde. L'objectif est, *in primis*, de développer le caractère opératoire de l'algèbre afin de parvenir à une théorie exhaustive du calcul algébrique. De cette manière, la notion d'opération devient le cœur de la réflexion en algèbre.

Écrit vers la moitié du XIII^e siècle, le livre d'algèbre *Qustās al-mu'adala* du mathématicien persan al- Zanjānī est un traité sur le calcul algébrique qui s'inscrit clairement dans cette tradition de recherche arithmético-algébrique.

Le traité s'inspire de plusieurs écrits d'al-Karajī – y compris certains textes maintenant perdus – et il en regroupe et réorganise les notions principales. De ce point de vue, sa lecture permet d'avoir, aujourd'hui, une vision d'ensemble sur les thématiques chères à cette tradition. Nous nous apercevons ainsi que des changements significatifs furent effectués aussi bien du côté du contenu que de la forme et du lexique mathématique.

Par exemple, les collections de problèmes acquièrent un rôle de première importance dans l'organisation générale du livre d'al-Zanjānī. Constituant plus que la moitié du traité, les problèmes ne sont plus une simple annexe à la théorie. Au contraire, c'est celle-ci qui est, maintenant, modelée sur eux. À côté de la théorisation du calcul algébrique nous trouvons, donc, des tentatives de théorisation des types de problèmes que l'on rencontre en algèbre.

Le travail d'édition critique du texte a aussi mis en relief certaines spécificités lexicales d'al-Zanjānī ainsi que, indirectement, des autres membres de la tradition. Ces choix linguistiques sont un signe du changement dans la conception de certaines notions algébriques et arithmétiques telles que la notion d'objet algébrique, d'opération et de nombre.

Les algorithmes de résolution des équations cubiques chez al-Asfahānī (XIX^e siècle)

Nacéra Bensaou

Sciences, Philosophie, Histoire (SPHère – UMR 7219)
CNRS, Université Paris Diderot, Université Paris 1

Takmilat al-'Uyūn est un traité de mathématiques publié en 1824 par le mathématicien 'Alī Muḥammad ibn Muḥammad Ḥusayn al-Asfahānī pour, vraisemblablement, « compléter » *'Uyūn al-ḥisāb* de Moḥammad Bāqir al-Yazdī, mathématicien du XVII^e siècle.

Ce traité est surprenant à plus d'un titre. Restreint par le nombre de ses pages (seize folios), dense par le nombre d'algorithmes qu'il propose, il est rédigé dans la langue et le style des mathématiques arabes « traditionnelles », sans symbolisme mathématique, et pose le problème de la résolution des vingt-cinq équations cubiques, posé et résolu par ses lointains prédécesseurs des XI^e et XII^e siècles : 'Umar al-Khayyām et Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī. Ainsi, al-Asfahānī s'inscrit directement dans la tradition « al-Khayyām, al-Tusi ».

Cependant, al-Khayyām qui énumère et classe l'ensemble des équations en fonction du nombre de termes impliqués dans l'équation, adopte une approche totalement géométrique pour les résoudre. Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī complète la théorie d'al-Khayyām sans toutefois s'affranchir totalement de la géométrie. Il reclasse les équations autour de l'existence ou non des racines, il apporte d'une part un algorithme numérique d'extraction de la racine qu'il applique aux équations qui ont toujours une racine positive, et d'autre part, il résout celles qui peuvent ne pas avoir de racine par une nouvelle méthode analytique. Supposons l'équation sous la forme $f(x) = N$, alors al-Ṭūsī cherche à savoir si un point d'intersection entre $y = f(x)$ et la droite $y = N$ peut exister ou non et obtient la réponse en calculant $f(x_0)$ (le maximum de $f(x)$), et en le comparant à N . Il détermine le point x_0 en cherchant la racine d'une expression qui n'est autre que la dérivée première de $f(x)$.

Al-Asfahānī développe une approche nouvelle et totalement algébrique, sans aucun recours à la géométrie. Il classe ses équations, comme al-Khayyām, en fonction du nombre de termes impliqués dans l'équation. Pour chaque type d'équation il propose un algorithme pour la représenter en fonction de ses racines. Il résout l'ensemble des équations par différents types d'algorithmes :

- des algorithmes classiques par calcul de radicaux, connus depuis al-Khawarizmi, appliqués aux six équations du second degré ou celles qui reviennent à l'une d'entre elles ;

- des algorithmes d'extraction de la racine chiffre par chiffre « à la al-Ṭūsī » qu'il applique à l'ensemble des équations cubiques non réductibles au second degré et classées par al-Ṭūsī comme ayant toujours une solution.
- de nouveaux algorithmes d'analyse indéterminée basée soit sur la recherche et réduction de l'intervalle de la racine ou de calcul d'un point fixe d'une fonction. Ces algorithmes déterminent la solution par un processus itératif de calcul de termes d'une suite convergente. Al-Asfahānī qui justifie la convergence, applique cette dernière classe d'algorithmes à l'ensemble des équations qu'al-Ṭūsī résout par ses méthodes analytiques.
- Il combine l'extraction de la racine chiffre par chiffre à l'analyse indéterminée dans une méthode appelée « celle des deux tableaux ».

Pour certains algorithmes, al-Asfahānī propose des variantes qu'il compare vis-à-vis de la longueur des calculs. L'algorithme d'extraction, chiffre par chiffre, de la racine d'une équation cubique d'al-Asfahānī appartient sans aucun doute à la tradition des mathématiciens arabes depuis les travaux arithmétiques sur l'extraction des racines des nombres d'al-Khawarizmi et ses premiers successeurs jusqu'à al-Ṭūsī qui l'étend aux équations cubiques, puis jusqu'à al-Yazdī qui l'exploite pour résoudre plusieurs équations de degré supérieur à trois.

Par ailleurs, les sources de certains algorithmes d'analyse indéterminée qu'al-Asfahānī propose semblent exister dans la tradition des mathématiciens astronomes qui ont développé le calcul trigonométrique et en particulier la table des sinus et des algorithmes approchés d'interpolation de plus en plus précis initiés dès le XI^e siècle. Un des mathématiciens du XV^e siècle de cette tradition, des plus proches prédécesseurs d'al-Asfahānī, est Ghayāthu al-Dīn al-Kāshī qui développe une méthode itérative pour le calcul de sinus 1° (basé sur la résolution d'une équation cubique) très similaire à un algorithme d'al-Asfahānī.

Al-Asfahānī est un savant Iranien né en 1800 à Isfahān et décédé à Téhéran en 1878. Mathématicien et astronome, il écrit en arabe et en persan. En mathématiques, il publie *Takmilat al 'Uyūn*, un traité sur la division de la sphère par des plans, où il cite explicitement Ibn Sahl, al-Qūhī et Archimède, un traité sur les propriétés des nombres et un traité sur le logarithme. En 1857 il est enseignant à Dār al-Funūn où il est en contact avec des enseignants de l'école d'Isfahān mais aussi avec des enseignants occidentaux.

Vénus selon Ibn al-Shāṭir

Erwan Penchèvre

Sciences, Philosophie, Histoire (SPHère – UMR 7219)
CNRS, Université Paris Diderot, Université Paris 1

J'exposerai les modèles planétaires présents dans l'ouvrage *Nihāyat al-Sul* de l'astronome syrien Ibn al-Shāṭir (1304-1375), en prenant comme exemple le cas de Vénus dont les latitudes posent un problème intéressant. Cet exposé sera accompagné d'une réflexion sur la notion de référentiel dans les premières théories du mouvement.

3 Les traditions textuelles et les traductions, problèmes philologiques de la transmission et de l'évolution du lexique

- PASCAL CROZET (SPHERE, UMR 7219, CNRS - Univ. Paris Diderot-Paris 7 - Univ. Paris D) : La langue arabe, véhicule du discours mathématique : quelques réflexions sur une période longue (page [31](#))
- ALEXANDRE CERVEUX (Institut de Recherche en Musicologie, Univ. Paris 4) Musique et mathématiques dans les sources juives médiévales : la version hébraïque du traité attribué à Abū al-Şālt (Paris, BnF, héb. 1037) (page [32](#))
- PIERRE AGERON (Laboratoire de mathématiques Nicolas Oresme & IREM, Caen) : La traduction des mathématiques européennes dans l'Islam des XVII^e-XIX^e siècles (page [34](#))
- STEPHANE NEUWIRTH (Laboratoire de mathématiques de Besançon) Les problèmes philologiques posés par les paradoxes de Zénon (page [36](#))

**La langue arabe, véhicule du discours mathématique :
quelques réflexions sur une période longue**

Pascal Crozet

Sciences, Philosophie, Histoire (SPHère – UMR 7219)
CNRS, Université Paris Diderot, Université Paris 1

Résumé

Musique et mathématiques dans les sources juives médiévales : la version hébraïque du traité attribué à Abū al-Şālt (Paris, BnF, héb. 1037)

Alexandre Cerveux

Institut de recherche en musicologie (IreMus – UMR 8223)

Université Paris-Sorbonne

Dans le champ de la recherche portant sur les sciences juives médiévales, la musique fait figure de petite sœur oubliée. Les sources juives provenant de l'espace méditerranéen, traductions, œuvres originales en hébreu ou en arabe, dénotent une forte influence de la culture et des sciences arabes. L'arabe est la langue quotidienne des juifs de terres d'islam et d'Espagne. À partir du XII^e siècle s'enclenche en Provence un grand mouvement de traduction du corpus scientifique et philosophique arabe vers l'hébreu. Mais le judaïsme méditerranéen reste culturellement arabisé. On trouve une influence incontestable de la théorie musicale arabe dans les sources juives.

Un traité en particulier attire notre attention. Attribué à Abū al-Şālt (1068-1134), il s'agit d'une traduction en hébreu figurant dans le ms. de Paris (BnF, héb. 1037), datant du XV^e siècle. Ce traité est une adaptation du *Kitāb al-mūsīqī al-kabīr* d'al-Fārābī. Le manuscrit de Paris comporte deux autres traités de théorie musicale. Cependant, ils relèvent de la théorie musicale occidentale. Les trois traités traitent de thèmes transversaux.

La version hébraïque du traité attribué à Abū al-Şālt est la seule que nous possédions. Elle dénote l'influence de l'approche systématique arabe dans sa présentation de la théorie musicale. Après une présentation des prérequis à l'art musical, de nombreux aspects sont abordés, sous forme de chapitres : la production des intervalles et leur multiplication, division, addition ou soustraction ; les divisions de la corde et les classes d'intervalles ; la constitution de systèmes ou d'échelles ; les notions de consonance ou de dissonance dont l'explication est liée au ratio numérique ; la perceptibilité des intervalles et leur réalisation tangible sur les instruments à cordes (*qanūn*, *'ūd*, *ṭanābīr al-baghdadī* et *ṭunbūr al-khurāsān, rabāb*) ; les progressions rythmiques et mélodiques.

Ce traité est remarquable en ce qu'il présente de manière pointue les différents aspects de la théorie musicale arabe médiévale et des notions d'organologie. D'un point de vue philologique, son étude contribue au développement de la lexicographie de l'hébreu médiéval. À ce sujet, la confrontation des théories occidentale et arabe permet de tracer l'assimilation des concepts théoriques. La plupart de ces concepts étant étrangers à la culture juive traditionnelle, l'assimilation de termes techniques arabes est parfois nécessaire.

Ce traité est, pour ce qui concerne la présentation de la théorie musicale exprimée en hébreu, une des rares sources à dénoter l'approche systématique

arabe. Cependant, il existe d'autres sources juives qui révèlent une prégnance de la pensée arabe, de penseurs comme al-Kindī, les Ikhwān al-Ṣafā', Avicenne ou Averroès. Ces sources ont un point commun : le rythme, sa production, son expression.

Nous nous interrogerons sur le contexte de la traduction de ce traité, sur son apport conceptuel, et étudierons l'assimilation et l'expression de certains concepts dont il atteste, comme les proportions, la production d'intervalles et l'harmonie. Nous les mettrons dans la perspective d'autres sources juives médiévales où s'illustrent la pensée musicale et mathématique, que nous confrontons à la pensée juive.

Au terme de notre étude préliminaire, la conclusion provisoire que nous pouvons former est que, dans la pensée arabe, la dimension rythmique s'inscrit dans le cadre de la doctrine de l'ethos. Cette doctrine, adoptée par les penseurs juifs, permet d'expliquer certains passages de l'Écriture. Ainsi, les sources juives médiévales portant sur la musique semblent s'inscrire dans un projet de rationalisation de l'Écriture.

La traduction des mathématiques européennes dans l’Islam des XVII^e - XIX^e siècles

Pierre Ageron

Laboratoire de Mathématiques Nicolas Oresme (LMNO – UMR 6139) & IREM de Basse-Normandie
Université de Caen Basse-Normandie

Dès le XVII^e siècle et jusqu’à l’orée du XX^e, de nombreux textes scientifiques, et notamment mathématiques, furent traduits des langues de l’Europe occidentale vers celles des pays d’Islam. Longtemps oublié, ce mouvement de traduction suscite depuis quelques années un intérêt appuyé, à travers les travaux de İhsanoğlu, Günergun, Crozet, Abdeljaouad, De Young et bien d’autres. C’est un phénomène d’ampleur insoupçonnée qui est ainsi en train de se révéler, au point d’apparaître comme un véhicule majeur du transfert des sciences modernes. La multiplicité des langues sources (latin, français, anglais, allemand, italien, castillan, grec), des langues cibles (arabe, osmanli, persan), des supports (manuscrits, imprimés par lithographie, imprimés par typographie), des pays concernés (du Maroc au Bengale), des contextes politiques (de la pleine souveraineté à la domination coloniale) et des chronologies surpassent toute érudition individuelle et requièrent de joindre les compétences. Cependant, les problématiques spécifiques liées à l’activité de traduction justifient d’en proposer une étude unifiée et autonome. Celle-ci permettrait notamment : 1°) une approche globale de questions comme la légitimité religieuse de la traduction et la sélection des ouvrages à traduire ; 2°) la comparaison des pratiques en matière de terminologie, de notations et de mise en page ; 3°) l’étude de la circulation des traductions d’un pays à l’autre. Opéré à petite échelle, ce rapprochement permet par exemple d’établir que dans les années 1860 ont circulé en Tunisie et au Maroc, sous forme manuscrite, des traductions en arabe des *Éléments de géométrie* de Legendre et du *Cours d’arithmétique* de George qui ne sont autres que celles réalisées et typographiées en Égypte presque trente ans auparavant – la première étant elle-même réalisée à partir d’une première traduction turque. Mon intervention se propose donc de faire un bref point bibliographique sur la connaissance de ce mouvement de traduction et de susciter un échange sur les tâches nombreuses qu’il semble utile d’accomplir.

En illustration, j’exposerai deux études de cas issus de mes propres recherches.

D’une part, je reviendrai sur les traductions en arabe d’une série d’ouvrages mathématiques européens, en français, anglais ou italien, qui ont été réalisées au Maroc au XIX^e siècle et que j’ai identifiées en 2013. J’entrerais davantage dans le travail des traducteurs, en relevant leurs stratégies d’omission ou d’interversion, de mise en page (elles révèlent parfois une incompréhension des codes du livre européen), de terminologie (elles doivent affronter la question de l’ordre de l’annexion pour la traduction des composés savants), d’adaptation des notations

algébriques (les traductions de Lacroix et Inghirami présentent de remarquables hybrides entre notation maghrébine traditionnelle et notation européenne). J'analyserai d'autres manuscrits, issus de collections privées de Marrakech, notamment la *fatwa* du poète et historien Akensûs légitimant la traduction de la grande *Astronomie* de Lalande et la traduction par le renégat 'Abd al-Raḥmān (Joseph) Desaulty des *Usages de la sphère* de Delamarche.

D'autre part, je présenterai pour la première fois *Hadiyyat al-muhtadī li-īqād al-sirāj al-munṭafi'* [Le Cadeau du converti pour ranimer la flamme éteinte], long traité en arabe sur la géométrie euclidienne, la géométrie d'arpentage, la dynamique galiléenne et leurs applications aux sciences militaires en langue arabe, achevé en 1779¹. Onze manuscrits au moins en sont conservés, d'aspect parfaitement conforme aux manuscrits arabes traditionnels, mais n'avaient guère attiré l'attention. Je montrerai que l'auteur est un renégat allemand vivant à Belgrade qui, à des sources allemandes (Wolff) ou traduites du français en allemand (Bélibor, Blondel), a incorporé des éléments empruntés au savoir islamique de la tradition vivante. Dans son travail virtuose d'intertextualité se perçoit une polyphonie de voix, au détriment parfois de la rigueur hypothético-déductive. Cet ouvrage, qui joua un rôle important dans la pénétration des sciences modernes en Turquie et dans les provinces arabes de l'Empire ottoman, est le témoin remarquable d'une tentative de constitution d'un savoir hybride euro-islamique. Dans cette intervention, outre l'analyse traductologique de l'entrelacement des sources, j'étudierai la terminologie, souvent originale. C'est semble-t-il dans ce livre qu'à la suite d'un glissement sémantique, les trois coniques – parabole, ellipse et hyperbole – sont nommées pour la première fois *shuljam*, *ihlīlaj* et *hudhlūl* [navet, mirabelle et colline], termes aujourd'hui usuels dans certains pays arabes.

¹ Cette partie de mon travail a été réalisée en commun avec Mahdi Abdeljaouad (Tunis) et Mahmood Shahidi (Téhéran).

Les problèmes philologiques posés par les paradoxes de Zénon

Stefan Neuwirth

Laboratoire de Mathématiques de Besançon (LMB – UMR 6623)

Université de Franche-Comté

L'édition Diels-Kranz des *Présocratiques* propose quatre fragments attribués à Zénon, philosophe qui a vécu au cinquième siècle avant Jésus-Christ à Élée, sur les bords de la mer Tyrrhénienne. Le quatrième fragment est le paradoxe de la flèche et a été transmis par les *Vies* de Diogène Laërce : “ce qui se meut ne se meut ni dans le lieu où il est, ni dans celui où il n'est pas”. Les trois premiers traitent du paradoxe de la pluralité et ont été transmis par le *Commentaire sur la Physique d'Aristote* de Simplicius : “si les étants sont multiples, [. . .]”. Ils étudient des manières de penser qu'il y a plusieurs étants et aboutissent à des contradictions. L'histoire de la philosophie place ce paradoxe dans la continuité du *Poème* de Parménide, qui déclame que le « il est » est un et indivisible.

Ces fragments emploient

- des termes de grandeur appliqués à l'“étant” : “grand”, “petit”, “épaisseur”, “masse”, “rien”, “égalier” ;
- des termes de pluralité des “étants” : “multiple”, “autant”, “limité”, “illimité” ;
- des termes de disposition des “étants” : “ajouter”, “retrancher”, “entre”, “côtoyer”, “ultime” ;
- deux formules de répétition d'un acte de pensée : “or le dire une fois revient à le dire sans cesse”, “il y a toujours d'autres [. . .] et à nouveau [. . .] d'autres encore.”

Ces termes et formules continuent d'interroger, d'abord les philologues, et les historiens et philosophes des mathématiques ensuite. Ils posent des problèmes difficiles d'interprétation ; c'est d'ailleurs même le cas pour la structure grammaticale des phrases.

Cette communication propose de faire d'abord le point sur les choix philologiques des études de Maurice Caveing (1982), de Hermann Fränkel (1942/1955), de Mario Untersteiner (1962) et de Gregory Vlastos (1971). Ces choix ont eu un impact sur leur traduction, respectivement en français, en allemand, en italien et en anglais, et sur leur interprétation des fragments.

Puis le lexique de Zénon sera comparé à celui du livre VI de la *Physique* d'Aristote, dans lequel celui-ci discute les arguments de Zénon contre le mouvement. Cela permet de comparer les deux séries de paradoxes et de constater l'évolution du sens des termes et des formules utilisés.

Enfin, la thèse suivante est discutée. Les paradoxes de Zénon traitent du monde physique et de la possibilité de tenir un discours mathématique à son sujet. Cela

explique la pertinence et tout à la fois les limites de l'étude fondamentale de G. E. L. Owen (1957-58). Alors que les termes employés par Zénon renvoient tous à une réalité physique, le compte rendu proposé par Aristote se place d'emblée sur le terrain d'une modélisation mathématique dont les hypothèses réduisent toute tentative de formulation des paradoxes à l'absurde. Cela s'observe en particulier lorsque le concept de l'infini en puissance est appliqué à la réalité physique.

4 Structure du réseau méditerranéen et mise en place de la plate-forme collaborative de recherche et de documentation

- ANAS GHRAB (Institut Supérieur de Musique, Sousse) : Saramusik : catalogue et éditions critiques en ligne des textes et manuscrits arabes sur la musique (page [39](#))

Saramusik : catalogue et éditions critiques en ligne des textes et manuscrits arabes sur la musique

Anas Ghrab

Institut Supérieur de Musique

Université de Sousse

Le travail sur les manuscrits arabes sur la musique a été entamé de manière systématique depuis le 19^e siècle. Le 20^e siècle a vu apparaître un certain nombre de catalogues spécialisés afin de localiser et décrire ces manuscrits, ce qui a permis le développement d'éditions critiques de ces textes. Mais aujourd'hui, quelles sont les solutions les plus adéquates afin de poursuivre ce travail dans l'univers numérique ? Jusqu'à quel point ces solutions sont-elles adaptées à la langue arabe ?

Dans le but de faire un état des lieux de ces questions, cette présentation donnera un aperçu du projet Saramusik (<http://www.saramusik.org>) qui explore différentes technologies disponibles afin de mettre en place un catalogue unique des manuscrits arabes sur la musique. Ce catalogue permet également l'incorporation d'une édition critique de ces textes. Le projet vise aussi à intégrer les recommandations de la *Text Encoding Initiative*.

Index

Ageron, Pierre, [38](#)
Al-Houjairi, Mohamad, [15](#)
Audureau, Eric, [22](#)

Ben Miled, Marouane, [27](#)
Bensaou, Nacera, [31](#)
Bouzari, Abdelmalek, [10](#)

Cerveux, Alexandre, [36](#)
Crozet, Pascal, [35](#)

Fortino, Mirella, [25](#)

Ghrab, Anas, [43](#)

Jankowska, Julia, [23](#)

Levy, Tony, [13](#)

Masoumi, Hossein, [9](#)
Michel, Alain, [20](#)
Moretti, Alessio, [16](#)
Mugnai, Massimo, [21](#)

Nafti, Foued, [28](#)
Neuwirth, Stéphane, [40](#)

Penchevre, Erwan, [33](#)

Rommevaux-Tani, Sabine, [12](#)

Sammarchi, Eleonora, [30](#)

Vitrac, Bernard, [13](#)