

**Algebraic language and the algorithm:
Art of thinking, thinking machines, and machines' thinking.**

Description of the project

The role of mathematics in our societies and in our lives has changed profoundly during the last fifty years. This transformation, driven largely by the digital revolution and its technological manifestations, is having profound consequences on the way we understand mathematics itself, and more specifically on the direction and priorities of disciplines like the history, sociology, and philosophy of mathematics.

Up to the 1970s, these disciplines saw their role as mainly one of translating ancient or non-western mathematical texts into modern algebraic terms. In this vision, mathematics was a special kind of science, a cultural invariant which was not susceptible to be examined except in metahistorical and universal terms, that is, according to its own categories. Within this massive project of translation in modern algebraic terms, scholars tended to group all sorts of practices and concepts under the capacious umbrella of the term "mathematics". Around that time, however, the irreducible differences among such practices began to be recognized as a problem. Thus, a growing number of historians turned their attention to what we could call the problem of reconciliationⁱ ⁱⁱ. To them, the central question in the history of mathematics was the following: how to reconcile the certainty of mathematical theorems with their contingent and historical construction in different times, spaces, and cultures?

**Langue algébrique et algorithme :
art de penser, machines à penser, et pensée des machines.**

Description du projet

Le rôle des mathématiques dans nos sociétés et dans nos vies a profondément changé au cours des cinquante dernières années. Cette transformation, entraînée en grande partie par la révolution numérique et ses manifestations technologiques, a des conséquences profondes sur la façon dont nous comprenons les mathématiques elles-mêmes, et plus particulièrement sur l'orientation et les priorités de disciplines comme l'histoire, la sociologie et la philosophie des mathématiques.

Jusqu'aux années 1970, ces disciplines voyaient leur rôle principalement dans la traduction de textes mathématiques anciens ou non occidentaux en termes algébriques modernes. Dans cette vision, les mathématiques étaient une science particulière, un invariant culturel qui ne pouvait être examiné qu'en termes métahistoriques et universels, c'est-à-dire en selon ses propres catégories. Dans le cadre de ce vaste projet de traduction en termes algébriques modernes, les chercheurs ont eu tendance à regrouper toutes sortes de pratiques et de concepts sous le vaste vocable de "mathématiques". C'est à cette époque, cependant, que les différences irréductibles entre ces pratiques ont commencé à être reconnues comme un problème. Ainsi, un nombre croissant d'historiens se sont penchés sur ce que l'on pourrait appeler le problème de la réconciliation^{ix} ^x. Pour eux, la question centrale dans l'histoire des mathématiques était la suivante : comment concilier la certitude des théorèmes

Since then, at the forefront of the history of mathematics has been the emphasis on social and cultural contexts, the the study of the uses and the meanings given to mathematical practices in different times and places. The main aim is explaining the constitution of mathematical theories and their formal features in terms of specific socio-cultural contextsⁱⁱⁱ. Historians have thus tried to shed light on the construction of mathematical theories while acknowledging their “universal” validity, and indeed turning it into an interesting historical problem.

The question of the universal validity of mathematics is an interesting problem for sociologist and anthropologists as well, as they explore the many ways in which mathematics is deployed in other sciences. One of the main achievements in this area is showing that the use of mathematical tools, in statistics or coding for example, is never neutral^{iv}. Furthermore, sociologists and anthropologists of mathematics have pioneered a reflexive mode of analysis that establishes a much needed critical distance from the historical actors and their mathematical tools, one that dispenses once for all from a “vehicular” view of mathematics as a neutral language. This implies also to acknowledge the actors' explicit perception of their practices.

Our project stems from the awareness that the present moment is a crucial turning point in the meaning and implication of mathematical tools, due primarily to the acceleration of the

mathématiques avec leur construction contingente et historique dans différents temps, espaces et cultures ?

Depuis lors, au premier rang de l'histoire des mathématiques a été l'accent sur les contextes sociaux et culturels, l'étude des utilisations et des significations données aux pratiques mathématiques dans différents temps et lieux. L'objectif principal est d'expliquer la constitution des théories mathématiques et leurs caractéristiques formelles en termes de contextes socioculturels spécifiques^{xi}. Les historiens ont ainsi cherché à mettre en lumière la construction des théories mathématiques tout en reconnaissant leur validité « universelle », et d'en faire un problème historique intéressant.

La question de la validité universelle des mathématiques est aussi intéressante pour les sociologues et les anthropologues, car ils explorent les nombreuses façons dont les mathématiques sont utilisées dans d'autres sciences. L'une des principales réalisations dans ce domaine est de montrer que l'utilisation d'outils mathématiques, en statistique ou en codage par exemple, n'est jamais neutre^{xii}. De plus, les sociologues et anthropologues des mathématiques ont mis au point un mode d'analyse réflexive qui établit une distance critique nécessaire par rapport aux acteurs historiques et à leurs outils mathématiques, une distance qui se qui met définitivement à l'écart une vision « véhiculaire »] des mathématiques comme langue neutre. Cela implique aussi reconnaître une perception explicite de leurs pratiques de la part des acteurs.

Notre projet naît de la prise de conscience que le moment présent est un tournant crucial dans le sens et l'implication des outils mathématiques, dû principalement à l'accélération de la

digital revolution and the increasing, indeed all-pervasive, presence of code and automation in our social life^{v vi}. It is imperative to deploy the critical tools developed in the last few decades of history, sociology, and anthropology of mathematics to understand the role played by mathematics in constituting current processes of globalization. First and foremost, we believe, through the implementation of mathematical knowledge in algorithms.

We believe our expertise in interpreting the historical and social dynamics that have supported concrete forms of mathematical knowledge in the past enables us to analyze and interpret the current socio-technical processes. We are better equipped to explore the emergence and social impact of digital algorithms than colleagues from other disciplines because also because we can see the *longue durée* elements at play in the current moment. Digitalization and automation are indeed moments in a long history that has had a key point of passage in the emergence of algebra and the algebraic way of thinking in the early modern world^{vii}. The emergence of economic and political modernity itself is closely intertwined with the constitution of this new form mathematical order.

The main goal of our project is precisely to understand the current socio-technical transformation in the light of this momentous early modern algebraic shift. We'll focus therefore on two main moments:

1. The European reception of the notion of algorithm from

révolution numérique et à la présence croissante, voire omniprésente, du codage et de l'automatisation dans notre vie sociale^{xiii xiv}. Il est impératif de déployer les outils critiques développés au cours des dernières décennies de l'histoire, de la sociologie et de l'anthropologie des mathématiques pour comprendre le rôle joué par les mathématiques dans les processus actuels de la mondialisation. Nous croyons que ce rôle se joue d'abord et avant tout, par la mise en œuvre de connaissances mathématiques dans les algorithmes.

Nous croyons que notre expertise dans l'interprétation des dynamiques historiques et sociales qui ont soutenu des formes concrètes de connaissances mathématiques dans le passé nous permet d'analyser et d'interpréter les processus socio-techniques actuels. Nous sommes mieux équipés pour explorer l'émergence et l'impact social des algorithmes numériques que nos collègues d'autres disciplines parce que nous pouvons également voir les éléments de longue durée en jeu dans le moment présent. La numérisation et l'automatisation sont en effet des moments dans une longue histoire qui a eu un point de passage clé dans l'émergence de l'algèbre et le mode de pensée algébrique dans le monde moderne précoce^{xv}. L'émergence de la modernité économique et politique elle-même est étroitement liée à la constitution de ce nouvel ordre mathématique.

L'objectif principal de notre projet est précisément de comprendre la transformation sociotechnique actuelle à la lumière de ce changement algébrique moderne précoce. Nous allons donc nous concentrer sur deux moments principaux :

1. La réception européenne de la notion d'algorithme de la tradition mathématique arabe, et son impact profond sur

the Arabic mathematical tradition, and its profound impact on Renaissance mathematics.

2. The rise of algorithm-based technologies in the twentieth-first century, with its social and epistemological implications.

This long-term view on “algorithmic thinking” would enable us to individuate technical and semantic continuities, discontinuities, and breaks, to connect them to theoretical stakes, and to compare the social significance and disruptive effects of algorithms in two different, but related, contexts^{viii}. In this way, early modern concerns about “giving shape” to a mathematical problem according to rhetorical and logical principles, and about translating problems in algebraic language —an *operational* language— will be turned into powerful resources for interpreting the current meaning of algorithms as an “intellectual technology.”

Impact of the scientific and institutional collaboration

The collaboration between the two groups started a year ago with an invitation to Massimo Mazzotti (UC Berkeley) to contribute to Giovanna Cifoletti's seminars at the EHESS. The project presented here builds on this first step and aims to a closer interaction between the two coordinators and their colleagues, who will bring complementary sets of skills to the conversation.

The Berkeley coordinator is a specialist of eighteenth and nineteenth-century mathematics and has spearheaded the study of digital algorithms with a long-term project (Algorithms and

les mathématiques de la Renaissance.

2. L'essor des technologies algorithmiques au XXe siècle, avec ses implications sociales et épistémologiques.

Cette vision à long terme de la "pensée algorithmique" permettrait d'identifier les continuités techniques et sémantiques, les discontinuités et les ruptures, de les relier à des enjeux théoriques et de comparer la signification sociale et les effets perturbateurs des algorithmes dans deux contextes différents mais liés^{xvi}. Ainsi, les préoccupations modernes précoces concernant la "mise en forme" d'un problème mathématique selon des principes rhétoriques et logiques, et la traduction des problèmes en langage algébrique -un langage *opérationnel*- seront transformées en ressources puissantes pour interpréter la signification actuelle des algorithmes comme une "technologie intellectuelle".

Impact de la collaboration scientifique et institutionnelle

La collaboration entre les deux groupes a commencé il y a un an avec une invitation à Massimo Mazzotti (UC Berkeley) pour contribuer aux séminaires de Giovanna Cifoletti à l'EHESS. Le projet présenté ici s'appuie sur cette première étape et a pour objectif une interaction plus étroite entre les deux coordinateurs et leurs collègues, qui apporteront à la rencontre des ensembles complémentaires de compétences.

Le coordonnateur de Berkeley est un spécialiste des mathématiques des XVIIIe et XIXe siècles et a dirigé l'étude des algorithmes numériques dans le cadre d'un projet à long terme (Algorithms and Culture) au CSTMS, l'ORU qu'il dirige et qui

Culture) at CSTMS, the ORU that he directs, which involves a dozen of Berkeley faculty from across campus. Two major international conferences on the social dimension of algorithms have already been organized at Berkeley during the last two years as part of this project. The Paris coordinator is a specialist of Renaissance and early modern mathematics and she is involved in a Paris-based project on the 1930s German debate on the role of the algebraic language in science. If this collaboration develops, the EHESS will bring a key contribution to Berkeley's multidisciplinary research on algorithms. Furthermore, collaborating on this project will strengthen the connection between two research centers (CSTMS and Koyré) that have already began supporting the reciprocal exchange of their graduate students through an MOU. We hope that this project might contribute to increase the scale and continuity of our collaboration.

Each team participating to this project is composed of one or two senior researchers and two junior researchers (Ph.D. students and postdocs). Initially, the teams will carry out a review of the literature and will identify the primary and secondary resources necessary to focus on the specific comparative analysis that lies at the core of the project.

Next, the Paris coordinator will undertake a research mission of **two months** in Berkeley. Over this period, she will lead a series of periodical meetings **(six to ten)** with Berkeley colleagues and students, which will constitute the backbone of the first part of our conversation. She will also participate to other meetings within the Berkeley algorithms group, and make the most of Berkeley's library resources.

implique une douzaine de professeurs de Berkeley de tout le campus. Deux grandes conférences internationales sur la dimension sociale des algorithmes ont déjà été organisées à Berkeley ces deux dernières années dans le cadre de ce projet. La coordinatrice de Paris est une spécialiste des mathématiques de la Renaissance et des mathématiques modernes anciennes et participe à un projet basé à Paris sur le débat allemand des années 1930 sur le rôle de la langue algébrique dans les sciences. Si cette collaboration se développe, l'EHESS apportera une contribution clé à la recherche multidisciplinaire de Berkeley sur les algorithmes. De plus, la collaboration à ce projet renforcera les liens entre deux centres de recherche (CSTMS et Koyré) qui ont déjà commencé à soutenir l'échange réciproque de leurs étudiants diplômés grâce à un protocole d'entente. Nous espérons que ce projet contribuera à accroître l'ampleur et la continuité de notre collaboration.

Chaque équipe participant à ce projet est composée de deux chercheurs seniors et de deux jeunes chercheurs (doctorants et post-doctorants). Dans un premier temps, les équipes effectueront un approfondissement de l'examen de la littérature secondaire et identifieront les sources primaires et secondaires nécessaires pour se concentrer sur l'analyse comparative spécifique qui est au cœur du projet.

Ensuite, le coordinateur parisien entreprendra une mission de recherche de **soixante jours** à Berkeley. Pendant cette période, elle dirigera une série de réunions périodiques **(six à dix)** avec des collègues et des étudiants de Berkeley, qui constitueront l'épine dorsale de la première partie de notre conversation. Elle participera également à d'autres réunions au sein du groupe des algorithmes de Berkeley et tirera le meilleur parti des ressources

The third step will see each team drafting a paper, to be presented and prepared for publication at a final workshop at EHESS in Paris. The junior researchers will play a key role in co-authoring the papers, and participants of both teams will give talks at the final workshop, where the Berkeley coordinator and junior scholars will be invited.

Short-term trips are also planned for young researchers in some of the phases of the project as needed.

Paris team: Prof. Giovanna Cifoletti (historian of mathematics, specialist in Renaissance, Centre Alexander Koyré, EHESS-CNRS); David Silva (PhD student, linguistic anthropology); Jean-Marie Coquard (PhD Student, History of Science), Bertrand Paoloni (PhD Student, History of Science).

UC Berkeley team: Prof. Massimo Mazzotti (historian and sociologist of mathematics, director of the Center for Science, Technology, Medicine & Society); Prof Paolo Mancosu (historian of mathematics, UC Berkeley); Morgan Ames (postdoc scholar, CSTMS); Mariam Sabri (PhD student, History).

de la bibliothèque de Berkeley.

Dans un troisième temps, chaque équipe rédigera un document qui sera présenté et préparé pour publication lors d'un atelier final à l'EHESS à Paris. Les jeunes chercheurs joueront un rôle clé dans la co-rédaction des articles, et les participants des deux équipes donneront des conférences lors de l'atelier final, où le coordinateur de Berkeley et les jeunes chercheurs seront invités.

Des voyages de courte durée sont également prévus pour les jeunes chercheurs dans certaines des phases du projet, selon les besoins.

L'équipe de Paris : Giovanna Cifoletti (historienne des mathématiques, spécialiste de la Renaissance, Centre Alexander Koyré, EHESS-CNRS) ; David Silva (doctorant, anthropologie linguistique); Jean-Marie Coquard (doctorant, Histoire des sciences), Bertrand Paoloni (doctorant, Histoire des sciences).

L'équipe d'UC Berkeley : Massimo Mazzotti (historien et sociologue des mathématiques, directeur du Center for Science, Technology, Medicine & Society) ; Prof Paolo Mancosu (historien des mathématiques, UC Berkeley) ; Morgan Ames (post-doctorant, CSTMS) ; Mariam Sabri (doctorante en histoire).

References

BRIAN E., *La Mesure de l'État: Administrateurs et géomètres au XVIIIe siècle*, Albin Michel, 2016.

CIFOLETTI G., « Histoire culturelle des mathématiques », *Des Sciences et des Techniques: un débat*, coll.« cahiers des annales », 2009, p. 163-172.

CIFOLETTI G., *The Art of Thinking Mathematically*, numéro thématique de la revue *Early Science and Medicine*, coll.« Numéro thématique de la revue Early Science and Medicine », 2006.

DAMEROW P., *Abstraction and Representation: Essays on the Cultural Evolution of Thinking*, SPRINGER-SCIENCE+BUSINESS MEDIA, B.V., coll.« BOSTON STUDIES IN THE PHILOSOPHY OF SCIENCE », n° 175, 1996.

MAZZOTTI M., « Per una sociologia degli algoritmi », 1 juillet 2015, vol. 56, n° 3-4, p. 465-477.

MAZZOTTI M., « Algorithmic Life », *Los Angeles Review of Books*.

STEINER; C., *Automate This: How Algorithms Came to Rule Our World* by Christopher Steiner, Edition., Portfolio Penguin, 2013.

UNGURU S., « On the Need to Rewrite the History of Greek Mathematics », *Classics in the History of Greek Mathematics*, Springer, Dordrecht, coll.« Boston Studies in the Philosophy of Science », 2004, p. 385-431.

- ⁱ UNGURU S., « On the Need to Rewrite the History of Greek Mathematics », *Classics in the History of Greek Mathematics*, Springer, Dordrecht, coll.« Boston Studies in the Philosophy of Science », 2004, p. 385-431.
- ⁱⁱ DAMEROW P., *Abstraction and Representation: Essays on the Cultural Evolution of Thinking*, SPRINGER-SCIENCE+BUSINESS MEDIA, B.V., coll.« BOSTON STUDIES IN THE PHILOSOPHY OF SCIENCE », n° 175, 1996.
- ⁱⁱⁱ CIFOLETTI G., « Histoire culturelle des mathématiques », *Des Sciences et des Techniques: un débat*, coll.« cahiers des annales », 2009, p. 163-172.
- ^{iv} BRIAN E., *La Mesure de l'État: Administrateurs et géomètres au XVIIIe siècle*, Albin Michel, 2016.
- ^v MAZZOTTI M., « Algorithmic Life », *Los Angeles Review of Books*.
- ^{vi} STEINER; C., *Automate This: How Algorithms Came to Rule Our World by Christopher Steiner*, Edition., Portfolio Penguin, 2013.
- ^{vii} CIFOLETTI G., *The Art of Thinking Mathematically*, numéro thématique de la revue *Early Science and Medicine*, coll.« Numéro thématique de la revue Early Science and Medicine », 2006.
- ^{viii} MAZZOTTI M., « Per una sociologia degli algoritmi », 1 juillet 2015, vol. 56, n° 3-4, p. 465-477.
- ^{ix} UNGURU S., « On the Need to Rewrite the History of Greek Mathematics », *op. cit.*
- ^x DAMEROW P., *Abstraction and Representation.*, *op. cit.*
- ^{xi} CIFOLETTI G., « Histoire culturelle des mathématiques », *op. cit.*
- ^{xii} BRIAN E., *La Mesure de l'État*, *op. cit.*
- ^{xiii} MAZZOTTI M., « Algorithmic Life », *op. cit.*
- ^{xiv} STEINER; C., *Automate This*, *op. cit.*
- ^{xv} CIFOLETTI G., *The Art of Thinking Mathematically*, *op. cit.*
- ^{xvi} MAZZOTTI M., « Per una sociologia degli algoritmi », *op. cit.*