

DES ARPENTEURS AUX INGÉNIEURS - DIR. EVELYNE BARBIN

Sur cette page : | [sommaire](#) | [introduction](#) | [auteurs](#) |

Sommaire

Présentation

Règles et proportionnalité

- ▶ La proportionnalité des Égyptiens aux Grecs
Évelyne Barbin

- ▶ Calcul indien : la règle de trois, toute une histoire ...
Catherine Morice-Singh

- ▶ L'arithmétique de Juan de Ortega : comment le sens naît de l'obscurité
Frédéric Métin

Découpages d'aires et de volumes

- ▶ Diviser un triangle au Moyen Âge : l'expérience des géométries pratiques latines
Marc Moyon

- ▶ Le volume de la pyramide chez Euclide, Liu Hui, Cavalieri et Legendre
Jean-Paul Mercier

Calculs et tracés

- ▶ Introduction de la loi Normale à partir du texte original de Gauss
Xavier Lefort
- ▶ Calculer avec des hyperboles et des paraboles
Dominique Tournès

Gestes et instruments

- ▶ Fonder les grandeurs : le geste et la parole
Dominique Bénard
- ▶ La machine à congruence des frères Carissan
Martine Bühler

Introduction

Cet ouvrage fait suite à *Des défis mathématiques. D'Euclide à Condorcet* et, comme le précédent, il rassemble neuf expériences d'introduction d'une perspective historique dans l'enseignement des mathématiques, depuis le collège jusqu'au post-baccalauréat. Ici, les expériences ont comme point de départ des problèmes en lien avec des pratiques de mesure ou de calcul. Beaucoup d'entre elles proposent de faire lire des textes anciens aux élèves et aux étudiants, mais aussi de construire, de dessiner et de manipuler. L'histoire éclaire le présent, dans un mouvement qui commence bien en amont des mathématiques déjà faites, par des investigations mathématiques « pour la tête et pour les mains », en utilisant le titre de l'ouvrage de Marcel Dumont et Françoise Pasquis paru en 1979.

Comment maintenir la même pente dans la construction des pyramides ? Comment creuser un tunnel par ses deux extrémités à la fois ? Les questions ont aussi à voir avec des problèmes de pesées, de trocs et de partages, de découpages de figures et de volumes, ainsi qu'avec des problèmes d'ingénieurs, de calculs d'erreurs, d'équations ou de congruences. Les raisonnements mathématiques accompagnent ici des gestes, découpages, dessins aussi bien que pliages, ainsi que des constructions de graphismes ou des fabrications de machines. Les différents chapitres de l'ouvrage renvoient aux mathématiques anciennes, égyptiennes, grecques, indiennes et arabes, mais aussi aux mathématiques des époques récentes, moderne et contemporaine. Ils rencontrent Archimède, Galilée, Fermat et Gauss, ainsi que des praticiens ou ingénieurs aux noms moins illustres, en les resituant dans leurs contextes scientifiques et culturels. L'un des principaux intérêts de l'histoire est de nous apprendre que les notions et les théories enseignées ont été inventées pour résoudre des problèmes. Du point de vue épistémologique, ce sont ces problèmes qui donnent leurs sens aux notions et théories. Les différents chapitres de cet ouvrage ont donc tous pour point de départ des problèmes historiques, mathématiques ou non. Nous les avons répartis en quatre parties.

La première partie rassemble des problèmes, aussi bien sur des figures que sur des nombres, que la notion de proportionnalité permet de mathématiser et de résoudre. Le chapitre d'Évelyne Barbin va des mathématiques égyptiennes à celles de l'Antiquité grecque. Les procédures des calculs égyptiens, comme

celles de la multiplication et de la division de deux nombres, peuvent s'interpréter comme une mise en œuvre de l'idée de proportionnalité. Elles sont figurées par des tableaux à deux colonnes contenant des nombres et leurs doubles (ou leurs moitiés). Beaucoup de problèmes égyptiens, comme celui de la pente d'une pyramide, sont résolus par des raisonnements de proportionnalité. Dans les mathématiques grecques, la proportionnalité intervient comme une notion première, pour les nombres comme pour les grandeurs. En géométrie, elle est liée au parallélisme et aux figures semblables. Le chapitre de Catherine Morice-Singh nous conduit dans l'Inde du xi^e siècle, avec le mathématicien Bhâskara qui explique que le dieu Vishnu est omniprésent, comme l'est la règle de trois pour les calculs. Il indique la disposition de la règle et la manière de mener les calculs pour résoudre toutes sortes de problèmes. Mais l'histoire de la règle de trois a commencé bien avant et elle se poursuit jusqu'à nos jours. Le chapitre de Frédéric Métin, consacré à un livre d'arithmétique catalan du xv^e siècle, montre que la proportionnalité suffit pour résoudre des problèmes qui se traduisent aujourd'hui par des équations du premier degré. De fait, les méthodes dites de fausse position permettent de se passer du calcul algébrique. C'est sans doute pour cette raison, et au vu aussi de leur efficacité, qu'elles sont présentes dans les calculs marchands, mais aussi dans l'enseignement jusqu'au début du xx^e siècle.

La deuxième partie est consacrée aux découpages de figures, aussi bien planes que solides, depuis Euclide jusqu'au mathématicien français Adrien-Marie Legendre, en passant par les mathématiques arabes et chinoises. La réalisation concrète de découpages de figures en vue de les recomposer en d'autres figures est au principe de bien des démonstrations d'Euclide. Mais elle n'est pas présente en tant que telle, car elle est subsumée, selon les canons de la rigueur géométrique grecque, par la construction de divisions de figures – si possible à l'aide de droites et de cercles (à la règle et au compas). Le chapitre de Marc Moyon nous apprend que, dans le Moyen Âge arabe, cette conception héritée de la géométrie grecque perdure. Mais, dans le même temps, des ouvrages de géométrie pratique proposent et justifient des découpages utiles, par exemple à l'artisan qui fabrique des mosaïques. Chez les auteurs médiévaux, les problèmes de divisions de triangles prennent le prétexte de questions d'héritages, ou trouvent leur place dans des corpus de constructions géométriques. Avec le problème du volume de la pyramide, Jean-Paul Mercier confrontent non seulement des solutions différentes, mais encore des pratiques mathématiques très diverses, avec les preuves par l'absurde d'Euclide pour démontrer, avec l'usage de volumes colorés de Lui Hui pour faire voir, ou avec la considération d'une infinité de corps chez Cavalieri pour obtenir des résultats directs.

La partie suivante s'intéresse à des problèmes de calculs d'ingénieurs, qui trouvent un moyen simple de résolution dans des représentations graphiques. Le chapitre de Xavier Lefort note que l'usage de la moyenne pour trouver le meilleur résultat lors de plusieurs mesurages date du xviii^e siècle, dans le cas, par exemple, de la méthode de triangulations pour établir des cartes géographiques. Le traitement mathématique de l'aspect aléatoire de la répartition des valeurs obtenues pour une même mesure fait l'objet au début du xix^e siècle de la loi de Laplace-Gauss, avec la fameuse représentation graphique en cloche. Dominique Tournès montre comment des ingénieurs de la fin de ce même siècle vont substituer aux calculs, fastidieux mais nécessaires, l'usage d'abaques, c'est-à-dire de graphes de courbes permettant de lire directement les résultats cherchés. Les tables graphiques ont de nombreux usages : elles permettent à l'ingénieur autrichien Julius Mandl de résoudre des équations de degré deux à quatre. Ce chapitre montre que les nomogrammes hyperbolique ou parabolique peuvent aujourd'hui servir pour concevoir des activités riches à l'intention des élèves de lycée.

La dernière partie développe des exemples de problèmes historiques qui sont résolus par des instruments, depuis la main jusqu'à la machine. La main n'est pas tant celle qui dessine, comme dans la partie précédente, que celle qui poursuit une intelligence par un geste, qui pèse, qui plie ou qui superpose.

Le chapitre de Dominique Bénard analyse le geste et la parole au fondement même de l'idée de grandeur. Ainsi, le geste pratique de la pesée est confronté aux « gestes théoriques » d'Archimède qui sont au départ des énoncés des axiomes à partir desquels l'ingénieur grec déduit mathématiquement la loi dite du levier. Le même type de passage est à l'œuvre dans l'élaboration d'une langue mathématique capable de traiter du mouvement chez Galilée ou de la figure chez Euclide. Le chapitre de Martine Bühler est consacré à la machine des Frères Carissan, présentée en 1920 à la Société d'Encouragement de l'Industrie Nationale, qui calcule des congruences arithmétiques. Cette machine est une sorte de « théorème en acte », précisément la réalisation en acte d'un algorithme de factorisation des nombres entiers inventé par Fermat en 1643.

Les auteurs de cet ouvrage appartiennent à des IREM (Instituts de recherche sur l'enseignement des mathématiques). Ils veulent faire partager aux lecteurs leurs démarches et leurs réflexions, en les invitant à quelques moments d'une longue aventure mathématique. De même que dans l'ouvrage précédent, nous parlons de « perspective historique », parce qu'il ne s'agit ici, conformément à l'esprit des programmes de

l'enseignement du secondaire, ni d'enseigner l'histoire des mathématiques, ni même de placer des plages historiques, mais d'intégrer l'histoire des sciences dans l'enseignement. L'introduction d'une perspective historique désigne largement la mobilisation dans son enseignement de toute la réflexion épistémologique et historique de l'enseignant. Le lecteur ne trouvera donc pas ici une formule toute faite ou une réponse unique. Les IREM, créés il y a plus de trente ans, sont des instituts universitaires dont les travaux concernent à la fois la recherche sur l'enseignement et la formation des enseignants, et auxquels participent des enseignants du supérieur et du secondaire.

Les différentes expériences relatées dans cet ouvrage indiquent bien la variété des ressources, qu'un enseignant de mathématiques peut trouver dans l'histoire de sa discipline à tous les niveaux d'enseignement, du collège aux classes post-baccalauréat. En effet, si les auteurs des chapitres indiquent les circonstances dans lesquelles ces expériences ont eu lieu, c'est pour préciser leurs conditions et pour inviter les lecteurs à les adapter ou à les transférer à d'autres lieux, d'autres classes ou d'autres niveaux. Beaucoup d'entre elles peuvent être imaginées dans d'autres contextes que ceux où elles ont d'abord eu lieu. Ceci parce que les programmes et les élèves changent, mais aussi, plus profondément, parce que l'histoire des mathématiques permet de désigner et d'explorer des pratiques et des savoirs pérennes, qui font partie du socle commun de l'enseignement des mathématiques.

Auteurs

Évelyne Barbin est professeur d'épistémologie, histoire des sciences et des techniques à l'université de Nantes. Elle est membre du Centre François Viète et de l'IREM des Pays de la Loire, et elle est co-responsable de la commission inter-IREM Épistémologie et histoire des mathématiques. Elle est actuellement présidente de l'International Group on the Relations between History and Pedagogy of Mathematics (HPM). Elle mène des recherches sur l'histoire et l'enseignement des mathématiques, ainsi que sur leurs relations. Ouvrages et éditions récentes : La révolution mathématique du xvii^e siècle, Ellipses, Paris, 2006 ; Histoire et enseignement des mathématiques : rigueurs, erreurs, raisonnements (coord. avec Dominique Bénard), INRP, Lyon, 2007 ; De grands défis mathématiques d'Euclide à Condorcet, Vuibert/Adapt, Paris, 2009.

Dominique Bénard est maître de conférence à l'université du Maine (Le Mans) où il enseigne les mathématiques et l'histoire des sciences. Il est responsable de l'antenne mancelle de l'IREM des Pays de la Loire et co-responsable avec Évelyne Barbin de la commission inter-IREM Épistémologie et Histoire des Mathématiques. Chercheur associé au Centre François Viète en histoire des mathématiques et de la physique, il s'intéresse plus particulièrement à la question de l'élaboration des grandeurs physico-mathématiques et à l'histoire de la mécanique du xv^e au xix^e siècle. Dernier article paru : « Gabriel Lamé et le polygone funiculaire », in Gabriel Lamé, "Les pérégrinations d'un ingénieur du XIX^e siècle", *Bulletin de La SABIX*, n° 44, octobre 2009.

Martine Bühler enseigne les mathématiques au lycée Flora Tristan à Noisy-le-Grand et participe aux travaux du groupe M:A.T.H. de l'IREM Paris VII depuis sa fondation par Jean-Luc Verley, alors enseignant à l'université Paris VII. Le groupe travaille à l'introduction d'une perspective historique dans l'enseignement des mathématiques grâce entre autres à la lecture de textes originaux par les élèves, et organise des stages de formation continue pour les enseignants. Publications récentes : « Sur les démonstrations en arithmétique : à propos de quelques preuves historiques du petit théorème de Fermat » *Revue Repères IREM*, n° 71, avril 2008. Un article en préparation : « Une arithmétique niçoise du xv^e siècle » (en collaboration avec A. Michel-Pajus).

Xavier Lefort est enseignant de mathématiques à l'Institut universitaire de technologie de Saint-Nazaire (département Génie civil), université de Nantes. Cette situation le conduit, non seulement à enseigner cette matière essentiellement comme discipline de service, mais aussi à intervenir dans d'autres cours (topographie, algorithmique...). Ses recherches personnelles concernant l'introduction historique des concepts et méthodes qu'il doit enseigner lui font privilégier cette perspective dans l'exercice de sa profession. Membre de la commission inter-IREM Épistémologie et histoire des mathématiques, il a animé au sein de l'IREM des Pays de la Loire de nombreuses formations et a collaboré à plusieurs publications consacrées à l'histoire des sciences et des techniques.

Jean-Paul Mercier est professeur agrégé de mathématiques au collège France Bloch Sérazin à Poitiers, et travaille à l'IREM de Poitiers ; s'implique aussi dans la formation des enseignants. À ce titre il participe à la recherche CDAmperes-INRP, et spécialement à la place des grandeurs dans l'enseignement. Il s'intéresse particulièrement à redonner du sens aux périmètres, aires, volumes, et angles au collège. Une contribution en 2004 à la revue Repères IREM sur les identités remarquables, et actuellement la coréalisation des brochures sur les grandeurs Angles, Durées, Aires, Volumes, Prix, Longueurs en classe de sixième de l'IREM de Poitiers.

Frédéric Métin est professeur au lycée Gustave Eiffel de Dijon où il enseigne les mathématiques en français et en anglais, formateur à l'IUFM de Bourgogne et membre de l'IREM de Dijon. Ses recherches portent sur les mathématiques pratiques de la Renaissance européenne, xv^e-xvii^e siècles et plus particulièrement sur les théories des fortifications. Publications récentes : « Images de la nature, images de l'homme dans les ouvrages de géométrie pratique au xv^e siècle », in Arts et sciences à la Renaissance, Ellipses, Paris, 2007 ; « Adam Fritach's New Fortification », in *Proceedings of the HPM 2007 Conference on History in Mathematics Education*, Prague, octobre 2007 ; « Mathématiques et fortifications : construire la sécurité », in *Tangente* n° 124, octobre 2008.

Catherine Morice-Singh enseigne depuis quelques années les mathématiques au lycée Jules Ferry de Paris, après avoir accompli la plus grande partie de sa carrière en Inde dans un établissement du réseau de l'enseignement français à l'étranger. Elle poursuit ses recherches sur les mathématiques indiennes (période du ve au xi^e siècle) et travaille plus particulièrement sur des textes de la tradition jaina. Elle participe aux travaux du groupe « Mathématiques : approche par les textes historiques » de l'IREM de Paris VII et elle est membre de la commission inter-IREM Épistémologie et histoire des mathématiques.

Marc Moyon, est maître de conférences en épistémologie et en histoire des mathématiques à l'université de Limoges. Ses recherches portent sur les mathématiques médiévales et renaissantes, avec en particulier l'étude de l'appropriation des sciences des pays d'Islam par l'Europe Latine. Membre de la commission inter-IREM Épistémologie et histoire des mathématiques, il anime de nombreuses formations et plusieurs groupes de réflexion académiques sur l'introduction d'une perspective historique dans l'enseignement des mathématiques. Ouvrages et articles récents : *Les sciences arabes en Afrique* (avec A. Djebbar), Grandvaux-VECMAS, 2011 ; « Pratical Geometries in Islamic Countries : the example of the division of plane figures, in *History and Epistemology in Mathematics Education, Proceedings of the 6th European Summer University*, Verlag Holzhaussen GmbH, Vienne, 2011 ; « Quand les zelliges entrent dans la classe... étude de la symétrie », *Les découvertes en Pays d'islam*, Le Pommier, Paris, 2009.

Dominique Tournès est professeur de mathématiques à l'université de la Réunion, directeur de l'IREM de la Réunion, membre de la commission inter-IREM Épistémologie et histoire des mathématiques, et chercheur associé au laboratoire SPHERE (UMR 7219, CNRS et université Paris Diderot). Ses travaux portent sur l'histoire des méthodes et des instruments de calcul depuis le xvii^e siècle, notamment en ce qui concerne les équations différentielles. Il a été à l'origine de « Venez prendre l'aire ! », une exposition sur les instruments mécaniques d'intégration présentée au Musée des Arts et métiers de Paris en 2006. Dernier ouvrage paru : *La construction tractionnelle des équations différentielles*, Blanchard, Paris, 2009.