
SOMMAIRE

Editorial	3
<i>Qu'est-ce qu'un algorithme ?</i>	5
Malika MORE, Irem de Clermont Ferrand	
Point de vue : Choix raisonné d'un langage de programmation pour l'apprentissage de l'Informatique au lycée	18
Valéry BRUNIAUX, Irem d'Aix-Marseille	
<i>Usages de la variable informatique et Scratch</i>	23
Vanéa CHIPRIANOV, Georges SALIBA, Grégory TRAIN	
<i>Une analyse des exercices d'algorithmique et de programmation du brevet 2017</i>	47
Commission Inter-Irem Informatique	
<i>Rubrique Multimedia</i>	82
<i>Rubrique Agenda</i>	88
<i>Rubrique Parutions</i>	89
Abonnements, réabonnements	94
Liste des Irem	95
Sommaire du prochain numéro	96

EDITORIAL

Des mathématiques à l'informatique et retour

Un numéro de la revue Repères Irem consacré aux sciences du numérique, qu'est-ce que ça cache ? Nulle volonté du comité éditorial de souffler sur les braises enfin refroidies du débat sur les relations entre les deux disciplines : les professeurs de toutes disciplines engagés dans les formations SI (la nouvelle spécialité Numérique et sciences informatiques) confirment que les sciences du numérique ont bien leurs problèmes propres, leurs concepts et leurs méthodes, leur didactique et leur épistémologie. Ce n'est pas dans un esprit hégémonique, mais d'ouverture, de collaboration que ce numéro est conçu. Ce champ disciplinaire récent, en place dans notre système éducatif depuis seulement quelques décennies, et non sans éclipses, pose des questions que les usages séculaires ont émoussées ou cachées aux yeux des praticiens des mathématiques. Il est à tout le moins intéressant de confronter les questionnements.

L'algorithme est l'un des liens forts entre mathématiques et informatique. L'article de Malika More, de l'Irem de Clermont-Ferrand, apporte à cette notion la clarté préalable à toute réflexion. « Le but de ce document est de donner quelques points de repère sur la notion d'algorithme et son utilisation avec

les élèves. » Ce numéro pouvait-il mieux débiter que par une telle ligne ?

On entend beaucoup l'affirmation « programmer des fonctions Python aidera à la compréhension des fonctions en mathématiques » après avoir entendu que « les variables en mathématiques et en informatique ne sont pas les mêmes ». De tels propos ne doivent pas rester des slogans mais doivent être éprouvés. Il devient bien connu qu'une même notion peut être développée en concepts différents. L'article « Usages de la variable informatique et Scratch », consacré au cycle 4, analyse les multiples visages de la variable informatique. Du grain à moudre pour les professeurs de mathématiques qui voudraient s'appuyer sur les enseignements connexes pour améliorer la compréhension des différents statuts de la lettre. Mais sachons rester vigilants devant des expressions comme « construction... d'une expertise informatique en classe de mathématique ».

La question de l'enseignement est souvent mieux abordée par la fin et par les fins : Quelles compétences sont visées et comment les évaluer ? L'article « Une analyse des exercices d'algorithme et de programmation du bre-

EDITORIAL

vet 2017 » proposé par la Commission inter Irem informatique aborde de telles questions, contribuant de manière essentielle à la construction d'une culture commune.

Enfin, la question du choix d'un langage de programmation est de celles qui relèvent le moins des mathématiques. Nous avons choisi de publier un point de vue (qui n'engage bien sûr que son auteur, au style piquant) car il témoigne d'une analyse structurée qui peut être exemplaire.

Certes, d'autres études seront encore nécessaires, qui nécessiteront la synergie des compétences, par exemple sur la notion de « fonction difficilement inversible », clé de la cryptographie, et dont la conceptualisation requiert une définition de la notion de complexité, et trouve la plupart de ses réalisations dans le cadre des mathématiques. Ce numéro spécial n'est pas « la fois pour toutes » : les pages de cette revue resteront ouvertes...

Alex Esbelin

PARUTIONS

Tous les articles parus dans les numéros 1 (octobre 1991) à 111 (avril 2018) de Repères Irem sont consultables et téléchargeables librement en ligne sur le site de Repères Irem (portail des IREM) à l'adresse suivante : <http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique24>

PARUS dans les IREM

- *Repères IREM*, N°115, avril 2019 revue des IREM publiée sous le patronage de l'Assemblée des directeurs d'IREM, Topiques éditions, Nancy, ISSN 1157-285X, diffusion-distribution Université Grenoble Alpes - IREM de Grenoble, CS 40700, 38058 Grenoble Cedex, (contacts : tél. +33 (0)4 76 51 44 06 ; Fax +33 (0)4 76 51 42 37 ; courriel irem-secretariat@univ-grenoble-alpes.fr)

VIENT DE PARAÎTRE

Ouvrages

- *Enseigner les mathématiques à l'école. Une démarche positive pour des apprentissages réussis*, Thierry Dias, Éditions Magnard, Paris, 2018, ISBN : 978-2-210-50399-1, 256 pages, prix : 22 €.
- *Le livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets : un manuscrit du IIe siècle excavé à Zangjiashan*, Rémi Anicotte, Inalco Presses, 2019, ISBN 978-2-858-31308-2, 30 €.

Revue, bulletins, lettres d'information

- BGV-Bulletin grande vitesse de l'APMEP, N°205, mars-avril 2019, édition en ligne, diffusion Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public, 26, rue Duméril, 75013 Paris, ISSN 0296-533X, consultable en ligne à l'adresse : https://www.apmep.fr/IMG/pdf/BGV_205.pdf
- *Au fil des maths - Le bulletin de l'APMEP*, « *Mathématiques et langages* », N°531, janvier-mars 2019, diffusion Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public, 26, rue Duméril, 75013 Paris (plus d'infos : consulter le site Web <https://afdm.apmep.fr/rubriques/sommaire/n531/>)

NOUS AVONS LU ...

MathemaTICE, N°65, mai 2019, Revue en ligne éditée par l'association *Sesamath*, consultable en ligne en libre accès à l'adresse Web :

<http://revue.sesamath.net/spip.php?rubrique164> (contact : mathematice@sesamath.net)

Voici les articles du numéro :

- Nathalie Carrié choisit l'approche par une pensée fonctionnelle du programme de première S. Elle explique comment Snap! - le Scratch qui code du code - l'a menée à pratiquer la pensée algorithmique en classe. Elle aborde alors la totalité du programme de Première S sous une vision algorithmique. En mettant en avant la notion universelle de fonction, elle transforme avec les élèves tout algorithme en fonction, afin d'insuffler à ses élèves la graine d'une pensée fonctionnelle pour les aider à mieux appréhender le monde qui les entoure. Des exemples éclairants de programmation fonctionnelle fournis en Snap! et en Python illustrent ses propos.
- Benjamin Clerc propose pour les programmes 2019 de mathématiques, en suivant au mieux les préconisations officielles (Les scripts en Python pour la classe de Seconde, Les algorithmes pour la spécialité de Première).
- Patrick Raffinat présente une étude de faisabilité sur l'intégration de ressources algorithmiques (Python ou Blockly) dans LaboMEP ; un prototype est disponible sur le site de développement de J3P.
- Hédi Abderrahim aborde les courbes de Bézier en vue d'activités au Lycée, par le truchement de GeoGebra. Ces courbes, nées de l'industrie automobile, ont eu ensuite des champs d'applications élargis. Elles intéresseront à n'en pas douter de nombreux élèves.
- Il y a eu longtemps une seule géométrie, euclidienne, qui modélise commodément le monde plat d'une simple feuille de papier. Sont apparues ensuite des géométries non euclidiennes, qui s'affranchissent du cinquième postulat d'Euclide. Ces géométries modélisent un univers différent. Alain Busser et Patrice Debrabant invitent les lecteurs dans le cockpit d'une tortue dynamique pour une exploration d'une de ses plus belles planètes, le disque de Poincaré.
- Pascal Couvrechef se demande si l'approche « créativité » préconisée par les concepteurs de Scratch est compatible avec l'enseignement des mathématiques au Collège ; auparavant, il évoque son importance à l'école primaire.
- David Crespil offre aux lecteurs de MathémaTICE un dernier article qu'il consacre au gnomon. Simple bâton planté à même le sol pour suivre les ombres du soleil, il donne lieu à des développements mathématiques qui ne manqueront pas de laisser les lecteurs (et leurs élèves) dans l'admiration ! Le problème des naufragés justifierait à lui seul l'étude de la trigonométrie sphérique...

Yves Ducel (IREM de Besançon)

Quand Fernand rencontre Luca, Gérard Hamon,
Toulouse, Éditions d'architecture transversales, 2018, 97p. ISBN 978-2-9520365-7-3, 12€.

Quand Fernand rencontre Luca : titre énigmatique pour ce petit livre édité par les « éditions d'architecture transversales ». Comme son auteur nous est bien connu – Gérard Hamon, de l'Irem de Rennes et membre de la commission inter-Irem « épistémologie et histoire des mathématiques » – la curiosité m'a poussé à le lire.

Il s'agit d'un ouvrage qui a pour objectif de rapprocher deux savants de deux époques bien différentes : le mathématicien franciscain Luca Pacioli des XVe/XVIe siècles toscans, et l'architecte français Fernand Pouillon du XXe siècle. Ce rapprochement n'est pas inédit. En effet, il est déjà du fait de l'architecte qui, en 1980, décide de réaliser une édition du célèbre ouvrage *Divina proportione* du religieux toscan. « Si Fernand a décidé de publier Luca, c'est parce qu'il y trouvait un écho à ses centres d'intérêt dont un lien qu'il établissait entre l'architecture, l'art et la géométrie » (p.9). Gérard Hamon nous donne à voir à nouveau ces liens et d'autres encore que Fernand Pouillon lui-même n'avait peut-être pas vus, ou avait sous-estimés.

L'ouvrage sous recension, très agréable à lire et richement illustré, est divisé en trois chapitres. Dans le premier, intitulé « découvertes » (p. 11-43), Gérard Hamon montre comment il s'est intéressé à Luca Pacioli à partir de ses recherches sur les nombres imaginaires. Il présente ensuite les deux hommes, notamment avec des éléments bibliographiques. Cela m'a permis de découvrir l'œuvre littéraire de Fernand Pouillon que je ne connaissais que comme architecte de la cité Diar-es-Saâda d'Alger en 1953/54. Le second chapitre, « *Divina proportione* » (p. 45-73), est entièrement consacré à cet illustre ouvrage de Luca Pacioli principalement rédigé en italien (avec quelques passages en latin ou en grec). Gérard Hamon continue, comme dans le premier chapitre, à nous offrir des citations *in extenso* des sources utilisées. Il ne s'arrête pas à la description partielle du contenu de l'ouvrage mais en retrace les débuts de l'histoire du texte : trois manuscrits pour trois dédicataires différents avant la célèbre édition imprimée à Venise en 1509 chez Paganino Paganini¹. Il rappelle aussi la structure tripartite de l'ouvrage, avec une première partie centrée sur la *divina proportione*, puis un traité d'architecture où le toscan développe des éléments architecturaux mais aussi son alphabet tracé à la règle et au compas, et enfin un *Libellus* regroupant des dizaines de problèmes résolus, notamment sur les polyèdres de Platon. Le principal objet de cette seconde partie est le « Nombre d'Or », « qui [d'après Gérard Hamon] est le centre de ce document [i.e. le livre sous recension], un nombre toujours d'actualité en architecture et très souvent cité » (p. 7). Gérard Hamon revient sur la définition euclidienne du partage en extrême et moyenne raisons qui n'est pas « gratuit » puisqu'il est essentiel « à la réalisation [ndla : entre autres] d'un pentagone inscrit dans un cercle. Situation qui est plusieurs fois abordée par Pacioli dans les exercices du *Libellus* » (p. 50-51)². C'est l'occasion de consacrer un paragraphe à Fibonacci, mathématicien pisan du XIIIe siècle, dont le lien avec le nombre d'or – par la suite éponyme – est aujourd'hui

1 Disponible sur <https://archive.org/details/divinaproportion00paci/page/n4> (consulté le 20 avril 2019).

2 Je me permets ici d'ajouter, pour le lecteur de Repères-IREM, une référence bibliographique autour du rôle du partage en extrême et moyenne raisons (et donc du nombre d'or) dans la construction du pentagone : Moyon, Marc, « Inscrire et circonscrire des figures : exemples autour du pentagone », in Évelyne Barbin (éd.), *Les constructions mathématiques avec des instruments et des gestes*, Paris, Ellipses, 2014, p.177-204.

PARUTIONS

évident. C'est le paragraphe (p. 53, 57-58) qui m'a le plus déçu car le rapport habituellement tenu de Gérard Hamon aux sources est ici trop modeste et nous devons nous contenter d'une transcription mathématique moderne du *Liber abaci*³. Connaissant les qualités d'historien de l'auteur, je ne m'avancerai pas à qualifier ce passage d'anachronique ; il aurait néanmoins requis davantage de précautions pour ne pas laisser croire aux lecteurs que Fibonacci aurait lui-même reconnu le nombre d'or ou formellement résolu l'équation $x^2 - x - 1 = 0$. Le mathématicien pisan n'a d'ailleurs fait aucun lien entre sa suite de nombres et l'algèbre. Le rapprochement du nombre d'or à la suite dite « de Fibonacci » est bien plus tardive, et ne remonterait qu'à Kepler dans sa *Strena sive de Nive sexangula* (1611)⁴. Ensuite, Gérard Hamon continue avec la très intéressante présentation du *Libellus* où, à nouveau, il nous offre une sélection de quelques problèmes traduits avec *fac-simile*. L'enseignant de mathématiques y trouvera une intéressante source de problèmes pour ses élèves. Le troisième chapitre porte sur « la fortune éditoriale de *Divina proportione* » (p. 75-81). Elle complète parfaitement les premiers éléments de l'histoire du texte déjà présentés. Le rôle de Fernand Pouillon, que je méconnaissais totalement, est ici central avec sa très belle édition de 1980 au « Jardin de Flore », maison d'édition qu'il a lui-même créé quelques années avant.

Enfin, l'ouvrage sous recension s'achève sur une très belle « postface à deux voix » (p. 83-97). Catherine Sayen (diplômée en sciences politiques et en urbanisme), ancienne élève et spécialiste de Fernand Pouillon, revient sur l'alphabet de Pacioli. En outre, le passionné de livres d'architecture Jean-Claude Mathias, quant à lui, nous raconte son aventure personnelle avec les polyèdres de *Divina proportione*, dessinés par Léonard de Vinci et qu'il décide de reproduire.

En conclusion, j'ai pris beaucoup de plaisir à lire ce petit livre où l'enseignant de mathématiques saura trouver d'importantes références et le curieux enrichira sans aucun doute sa culture personnelle. L'objectif de Gérard Hamon est atteint, c'est-à-dire « avoir fait mieux connaître Fernand et Luca, ou bien [avoir] fait connaître l'un à ceux qui connaissent l'autre, ou encore *Divina proportione* tel que chacun des deux l'a réalisé » (p.81).

Marc Moyon, IREM de Limoges

Mathématiques récréatives. Éclairages historiques et épistémologiques, sous la direction de Nathalie Chevalarias, Michèle Gandit, Marcel Morales, Dominique Tournès, collection « Enseigner les sciences », coédition UGA Éditions / IREM / EDP Sciences, Université Grenoble Alpes, Grenoble, 2019, 256 pages, ISBN : 978-2-7598-2318-5, 25 €

Cet ouvrage est issu des travaux du 22e colloque inter-Irem d'épistémologie et d'histoire des mathématiques qui a réuni, à l'Université Grenoble-Alpes du 01 au 03 juin 2017, des enseignant(e)s et des chercheur(e)s des Irem motivé(e)s par l'introduction d'une perspective historique à tous les niveaux de l'enseignement des mathématiques.

Spécialistes reconnus de la formation à l'enseignement des mathématiques et de l'histoire des mathématiques, les auteurs avaient pour ambition d'interroger la notion de jeux mathé-

3 Pour le « problème des lapins » en français, voir Moyon, Marc, *Fibonacci: extraits du livre de calcul (Liber abaci)*, Paris, ACL- Les éditions du Kangourou, 2016, p. 29-32.

4 *Strena sive de Nive sexangula [L'étréenne ou la neige sexangulaire]*, tr. Robert Halleux, Paris : J. Vrin-CNRS, 1975.

matiques du point de vue à la fois épistémologique et historique. Qu'est-ce qui est mathématique dans les différents types de jeux en usage à un moment donné dans une société donnée ? Quand, pour quoi et comment les mathématiciens se sont-ils intéressés à l'étude de certains jeux ? En quoi les jeux ont-ils contribué à la création ou au développement de certaines parties des mathématiques et de l'informatique ? En s'inspirant de l'histoire, comment concevoir des situations ludiques pertinentes pour l'enseignement des mathématiques d'aujourd'hui, en particulier des probabilités et de l'algorithmique ?

L'ouvrage est organisé en dix chapitres qui adoptent successivement ces quatre angles de vue autour du thème conducteur des mathématiques récréatives. La première partie, « Jeux de société ou miroir d'une société ? », nous fait d'abord prendre conscience de la dimension socio-culturelle que ces jeux peuvent avoir. La deuxième partie, « Portraits de récréateurs en leur temps », nous emmène à la rencontre de plusieurs auteurs des XVII^e et XIX^e siècles. La troisième partie, « Variations combinatoires et algorithmiques », est consacrée à des types particuliers de jeux ou de récréations. Enfin, la dernière partie, « Quand la récréation entre en classe » propose une analyse didactique d'expérimentations réalisées avec des élèves.

Déjà les programmes scolaires de 2016, notamment ceux de cycle 4, soulignaient l'idée que les jeux pouvaient servir de motivation et de support à l'éducation des jeunes élèves en mathématiques. Plus récemment, le rapport Villani-Torossian recommande également le plaisir par le jeu comme l'une des entrées à privilégier pour attirer les jeunes vers les mathématiques. Outre la prise en compte de situations ludiques dans l'apprentissage des mathématiques, les programmes en cours et à venir du lycée font maintenant une place explicite à l'exploitation de l'histoire des mathématiques dans la démarche pédagogique. En considérant en même temps les deux approches ludique et historique des mathématiques, ce livre est en mesure d'apporter des éléments de réponse aux attentes des enseignants de terrain sur le contenu de ces programmes. À cet effet, il propose aux enseignants du second degré et du supérieur des ressources (énigmes, jeux, etc.) inspirées de l'histoire pour mettre en place des situations ludiques d'apprentissage adaptées à leur classe. Il est plus largement accessible à toute personne curieuse de savoir quand et comment les mathématiciens se sont intéressés à l'étude des jeux pour divertir leurs contemporains, populariser les mathématiques auprès des jeunes ou développer des théories nouvelles.

Yves Duclé (IREM de Besançon)