

Repères **IREM**

numéro 113

Octobre 2018

revue

des **Instituts**
de **Recherche**
sur l' **Enseignement**
des **Mathématiques**

*publiée sous le patronage de
l'Assemblée des Directeurs d'IREM*

TOPIQUES éditions

SOMMAIRE

Editorial	3
<i>L’histoire et l’épistémologie des mathématiques au service de la formation des enseignants</i>	5
Groupe A.H.M.E.S., Irem de Clermont-Ferrand	
<i>Rubrique Vie des IREM</i> (Appel à contribution)	25
<i>Rubrique Multimedia</i>	26
<i>Rubrique Agenda</i>	30
<i>Enseigner l’informatique à l’école élémentaire au cycle 2 : une expérimentation avec Scratch Junior,</i>	31
Nathalie VIGOT, ESPÉ de Bretagne, Irem de Rennes	
<i>Une séquence d’enseignement articulant les lois de probabilités à densité et le calcul intégral,</i>	45
Charlotte DEROUET, Sylvie ALORY, Irem de Strasbourg	
<i>Rubrique Parutions</i>	81
<i>Rubrique Clé en main</i>	85
Quatre pyramides pour un trésor Groupe « Situations problèmes en géométrie au collège » Irem de Clermont-Ferrand	
<i>Rubrique Pour aller plus loin</i>	93
Evaluation	
Abonnements, réabonnements	96
Liste des Irem	97
Sommaire du prochain numéro	98

EDITORIAL

Avec ce numéro, Repères IREM se veut au cœur de l'acronyme IREM : trois articles pour trois niveaux d'enseignement ou de formation différents sur des thèmes mathématiques variés ; des aspects historiques ; une recension sur l'évaluation ; des présentations d'activités de classe. Rien d'exhaustif, bien évidemment, mais ce regroupement permettra à chacun de trouver des idées ou des réflexions intéressantes.

La formation des enseignants est abordée par l'article de Frédéric LAURENT pour le groupe AHMES¹ de l'IREM de Clermont-Ferrand. Leur travail a pour objectif de questionner l'utilité d'une dimension historique dans le parcours de formation des enseignants. Dans cet article est présentée leur méthodologie à partir du thème de « l'introduction du nombre dérivé et des tangentes en classe de 1^{re} scientifique » développé en formation initiale ou continue à partir de textes historiques. Le but visé est de montrer comment l'enseignant peut enrichir sa compréhension des concepts mathématiques et se familiariser avec des aspects didactiques de sa discipline grâce à un éclairage historique. Que nous soyons ou non professeurs de première, nous sommes invités à nous

plonger dans des textes de Descartes et Roberval, présentant des constructions de tangentes à une courbe. Une découverte qui, nous l'espérons, vous passionnera.

Si les aspects historiques vous questionnent, nul doute que le premier thème de la rubrique « MULTIMÉDIA » de ce numéro vous attirera aussi. Ce dernier porte sur Alan TURING au travers de la présentation de quatre émissions de deux heures diffusées sur le site de France Culture. Suit une réflexion sur Python et les raisons de son succès, par son créateur Guido VAN ROSSUM, dans un entretien accordé à la rubrique Pixel du site lemonde.fr. Enfin sont présentées les vidéos consultables en ligne du site de l'IREM de Paris.

Le second article de ce numéro, de Nathalie VIGOT, présente une expérimentation portant sur l'appropriation du langage de programmation avec l'application Scratch Junior en cours élémentaire première année (CE1). Les stratégies, les procédures, les erreurs et les obstacles des élèves, pour résoudre une situation problème en élaborant un programme, y sont décrites et analysées. Les interactions entre la programmation et les connaissances mathématiques y sont abordées.

¹ Apports de l'Histoire des Mathématiques aux Enseignants du Secondaire

EDITORIAL

Le dernier texte propose quant à lui « une séquence d'enseignement articulant les lois de probabilité à densité et le calcul intégral en terminale S », conçue puis expérimentée dans le cadre d'un travail collaboratif entre Sylvie ALORY (enseignante) et Charlotte DEROUET (chercheuse en didactique des mathématiques). L'objectif affiché est de motiver l'apprentissage du calcul intégral, par le biais de l'étude de problèmes probabilistes.

Partant de propositions faites par des manuels pour introduire la notion de fonction de densité, elles mettent en évidence des manques et des erreurs qui ne permettent pas une bonne compréhension de cette notion. Elles présentent ensuite en détail les problèmes de modélisation probabilistes introductifs rete-

nus, dont le but est de faire construire aux élèves la notion de fonction de densité et de faire émerger l'idée de l'intégrale.

Nous vous souhaitons une bonne lecture, qui pourra se poursuivre en redécouvrant certains articles proposés dans la recension sur l'évaluation proposée par Laurianne FOULQUIER, ou en trouvant des idées de livres ou de brochures à vous procurer dans la rubrique « PARUTIONS », ou dans la toute nouvelle « CLÉ EN MAIN », présentant une situation d'enseignement de la géométrie dans l'espace au cycle 4, issue de la brochure « Espace et géométrie - Reconnaître, construire, représenter - des activités solides en main pour les cycles 3 et 4 » de l'IREM de Clermont-Ferrand.

Vincent PAILLET

Tous les articles parus dans les numéros 1 (octobre 1991) à 107 (juillet 2017) 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>

PARUTIONS

PARUS dans les IREM

- *Repères IREM*, N°112, juillet 2018, 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)
- *Petit x*, N°106, juin 2018, (sommaire : *Éditorial*, Isabelle Bloch, Denise Grenier ; *L'enseignement des transformations géométriques à l'école primaire dans le cadre d'un dispositif de formation lesson study en Suisse romande*, Valérie Batteau, Jean-Luc Dorier ; *Activité ... Les nombres triangulaires*, Christian Larue ; *Classe inversée : une expérience en première année universitaire. Quelle réorganisation des apprentissages ?*, Stéphanie Bridoux ; *Connaissances sur les nombres des élèves de fin de secondaire et adaptation à l'université*, Isabelle Bloch), revue de l'IREM de Grenoble, ISSN 0759-9188, diffusion-distribution IREM de Grenoble - Université Grenoble Alpes, BP 41, 100 rue des maths, 38402 Saint-Martin D'Hères Cedex (contact : denise.grenier@univ-grenoble-alpes.fr)

NOUS AVONS REÇU ...

Ouvrages

- *Enseigner les mathématiques. Didactique et enjeux de l'apprentissage (École, Collège, Lycée)*, Jean-Luc Dorier, Ghislaine Guedet, Marie-Lise Peltier, Aline Robert, Éric Roditi, préface de Cédric Villani, collection « Guide de l'enseignement », Belin : Éducation, ISBN : 978-2-410-00858-6, 518 pages, prix : 29 € (présentation et sommaire : http://www.irem.univ-paris-diderot.fr/up/Belin-Enseigner_maths.pdf, une note de lecture paraîtra dans le prochain numéro de la revue)
- *Mathématiques élémentaires pour l'école*, Alain Mercier et Serge Quilio, collection « Paideia : éducation-savoir-société », Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2018. ISBN 978-2-7535-7400-7, prix : 24 €
- *Researching the History of Mathematics Education: An International Overview*, Furinghetti, Fulvia, et Alexander Karp, éd., ICME-13 Monographs. Springer International Publishing, 2018, xv-314p. ISBN 978-3-319-68293-8
- *Mathematics, Education and History : Towards a Harmonious Partnership*, Clark, Kathleen M., Tinne Hoff Kjeldsen, Sebastian Schorch et Constantinos Tzanakis, éd., ICME-13 Monographs. Springer International Publishing, 2018, ix-387p. ISBN 978-3-319-73923-6

Revue, bulletins, lettres d'information

- *La lettre d'information de CultureMath*, juin 2018, (+ d'infos : contacter culturemath@dma.ens.fr ou consulter le site Web <http://culturemath.ens.fr/>)
- *BGV-Bulletin grande vitesse de l'APMEP*, Spécial Journées nationales 2017, N°194, mai-juin 2017, 24 pages, édition papier, édition-diffusion-distribution Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public, 26, rue Duméril, 75013 Paris, ISSN 0296-533X.
- *BGV-Bulletin grande vitesse de l'APMEP*, N°196, septembre-octobre 2017, 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_196.pdf.
- *Bulletin de l'IFÉ*, juillet 2017, 12 pages, publication scientifique de l'Institut français de l'Éducation (IFÉ), 8 pages (Abonnement et téléchargement sur le site Web de l'IFÉ à l'adresse : <http://ife.ens-lyon.fr/ife/recherche/bulletins/bulletins-2017/bulletin-juillet-2017/view>)

NOUS AVONS LU ...

MathemaTICE, N°61, septembre 2018, Revue en ligne éditée par l'association Sesamath, consultable en ligne en libre accès à l'adresse Web : <http://revue.sesamath.net/spip.php?rubrique144> (contact : mathematice@sesamath.net)

En voici le sommaire :

- Anne Héam et Sylvie Barbier présentent, à travers de nombreux exemples, différents usages pédagogiques du site LearningApps.org. Ce site permet aux enseignants comme aux élèves de créer des applications. Une partie de ces applications, qu'elles utilisent dans leurs classes depuis 3 ans, peut être testée directement dans la page de l'article, sans ouvrir de fenêtre supplémentaire ;
- Jean-Marc Duquesnoy propose le récit d'une exploration en Terminale S, fondée sur les polynômes de Lagrange et utilisant les outils informatiques ;
- Ludovic Galeazzi détaille le projet soutenu par la CARDIE de Dijon, en vue de la Journée Nationale de l'Innovation d'avril 2018. Il anime ce projet de coopération dans quatre classes de Collège, depuis le rentrée 2017 ;
- Margarida Romero, Lucie DeBlois et Pavel Abadjyan conduisent un groupe d'adultes et un groupe d'enfants à manipuler et assembler quatre pièces de robotique modulaire Cubelets, pour en faire un véhicule. Suite aux analyses des vidéos réalisées, ils discutent le rôle de l'exploration créative dans la démarche de résolution de problèmes ;
- Jacques Taillet s'appuie sur une station météo pour mettre en œuvre des mathématiques de la Seconde à la Terminale, avec des élèves volontaires d'un atelier scientifique de son Lycée. Les mathématiques prennent dans ce contexte un sens nouveau, très au-delà d'une banale activité scolaire ;
- Patrick Raffinat et Yves Martin racontent le travail réalisé pour le plaisir par le comité de rédaction de MathémaTICE à partir d'un exercice de codage proposé à une classe de Collège : les développements de la situation initiale sont spectaculaires et significatifs du point de vue mathématique. Coder ne signifie pas tourner le dos aux mathématiques ;
- Aymeric Picaud offre une analyse du changement de repère dans le module turtle de Python, suivie d'une comparaison des changements de repères dans d'autres logiciels. Le critère de comparaison est essentiellement la perception de l'observateur ;
- Patrick Raffinat cherche à promouvoir l'enseignement de l'algorithmique dans un cadre géométrique, en s'appuyant sur le logiciel DGPad qu'il utilise en sortant des sentiers battus ; il propose notamment un environnement de programmation par blocs, externe à DGPad, qui peut être utilisé par des élèves ne connaissant pas DGPad.

Yves Ducl (IREM de Besançon)

Les mathématiques et le réel : expériences, instruments, investigations, Évelyne Barbin, Dominique Bénard, Guillaume Moussard (dir.)

Rennes, Presses Universitaires de Rennes, collection « Essais », 2018, 246p. ISBN 978-2-7535-6531-9, 20€

Cet ouvrage collectif est le fruit d'une sélection de travaux menés lors du XXI^e colloque de la commission inter-IREM « épistémologie et histoire des mathématiques », organisé au Mans, en mai 2015. Il « est centré sur les aspects expérimentaux des pratiques mathématiques, impliquant des instruments et des gestes, et donc construisant un certain rapport avec le 'réel', voire avec le sensible » (p. 7).

Le contenu de cet ouvrage est riche et extrêmement varié avec ses quinze chapitres répartis en trois grandes parties : « des instruments pour mesurer et pour tracer » (6 chapitres), « des instruments et des machines pour calculer » (4 chapitres), « des mathématiques entre réel et réalité » (5 chapitres). La majorité des chapitres se rapportent à des instruments et machines

mathématiques pour mesurer des grandeurs (poids, distances, aires ou encore angles), tracer des figures géométriques ou bien opérer sur des nombres ou des mesures. L'ensemble fournit « un éventail riche et varié de situations historiques et pédagogiques » (p. 241-242) qui permet une réflexion sur le rôle de l'expérience et son impact dans l'apprentissage des mathématiques, sur les relations entre les mathématiques et d'autres disciplines scientifiques, et notamment la physique.

Avec cet ouvrage, le lecteur a la chance de (re)découvrir des instruments et autres machines comme, entre autres, des balances, la Dioptré de Héron d'Alexandrie (1er s. ap. J.C.), des graphomètres, le pantographe, divers compas, plusieurs générations de mesureurs d'angles du XVIe au XXIe siècle, des multiplicatrices et autres machines arithmétiques comme celles de Leibniz, de Pascal ou encore l'arithmomètre de Thomas de Colmar. Citons aussi des tables métrologiques présentées comme des instruments oubliés du XVIIIe siècle. Les aires culturelles sont tout aussi richement représentées avec l'Antiquité grecque, la Chine des dynasties Han et Chin, l'Empire ottoman du début du XVIIIe siècle, l'Europe de la Renaissance au XIXe siècle. Je dois encore ajouter que les approches – historique, épistémologique et didactique – des auteurs sont aussi bien différentes et complémentaires. Elles concourent toutes à montrer la richesse de l'histoire des mathématiques pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.

Mais, comme le rappellent les éditeurs scientifiques de l'ouvrage sous recension, « introduire une perspective historique [dans l'enseignement des mathématiques] suppose que l'enseignant connaisse et pratique l'histoire de sa discipline, et les enjeux commandent que cette connaissance ne se borne pas à la lecture d'abrégés historiques » (p. 7). Tous les auteurs fournissent ici une vraie réponse. En effet, leur ouvrage est bien là pour aider l'enseignant à appréhender l'histoire des mathématiques de diverses manières : par la lecture de textes originaux (parfois peu connus voire inédits), par l'exploration d'instruments et de machines mathématiques, ou encore par l'approche interdisciplinaire généralement développée. Ainsi, l'enseignant sera plus à même d'aborder certaines parties de son enseignement dans leur contexte historique. C'est dans ce sens que les éditeurs terminent leur conclusion par : « l'ouvrage présente des ensembles cohérents d'expériences et d'investigations qui devraient à court terme pénétrer dans l'enseignement » (p. 242). Mais, il ne faudrait finalement pas croire que cet ouvrage ne s'adresse qu'aux enseignants et formateurs. En effet, il ne demande pas de connaissances préalables particulières et tous les lecteurs curieux sauront facilement tirer profit des apports historiques et culturels des quinze chapitres.

Marc Moyon, IREM de Limoges

La formule de Stokes, roman, Michèle Audin,

Paris, Cassini, 2016, 246p. ISBN 978-2-84225-206-9, 18€

Il n'est pas dans mon habitude de recenser un roman¹, je dois avouer que c'est un exercice pour lequel je n'ai aucune compétence particulière... d'autant plus lorsque l'auteur est Michèle Audin, mathématicienne, historienne des mathématiques et membre de l'Oulipo !

J'ai donc choisi, par simplicité ou par paresse (?), de reproduire ici la quatrième de couverture qui, à mon avis, décrit mieux que moi le contenu de cet ouvrage :

« De ce roman, du 1er janvier au 31 décembre, une formule est l'héroïne. Elle revêt différents atours pour se faire apprécier de différents physiciens et mathématiciens, de Gauss à Bourbaki en passant par Ostrogradski, Green, Kelvin et Stokes, Riemann, Élie Cartan. D'un moulin de Nottingham aux rives du lac Majeur, d'Ukraine à Paris, elle voyage en diligence, emprunte de déli-

¹ Il s'agit bien d'un roman ; c'est même dans le titre ! Néanmoins, c'est un roman accompagné, comme un ouvrage d'érudition, d'une bibliographie (scientifique et littéraire) et d'index très utiles. Il est aussi illustré, entre autres, de nombreuses figures, de photographies de lieux et d'objets, de portraits...

 PARUTIONS

cats ponts de chemin de fer et visite d'Angleterre victorienne la Russie tsariste et la France de la Troisième République ; elle est à Paris pendant l'affaire Dreyfus, assiste aux combats meurtriers sur le canal de l'Escaut pendant la première guerre mondiale ; elle contemple la formation d'une communauté mathématique, avant de s'incarner sous une forme élégante et épurée, moderniste, presque futuriste... »

Maintenant, je peux malgré tout partager mes sentiments face à cette lecture. Encore un aveu : c'est un livre dans lequel je me suis perdu... et j'ai aimé ! D'abord, une madeleine de Proust : il a évoqué en moi le souvenir naïf des « livres dont vous êtes le héros » que je lisais adolescent. Rassurez-vous, ce n'est pas parce que j'ai une quelconque responsabilité dans l'histoire de la formule de Stokes (sourire) mais juste parce que Michèle Audin nous propose des lectures, à l'instar de ces gamebooks, entre le 1er janvier 1862 et le 31 décembre 1935, en passant, par exemple, par le 31 mars 2012 ou encore par le 13 Août 1819 : « ce n'est pas chronologique » écrit, à plusieurs reprises, l'auteure. C'est au lecteur, suivant (ou pas) les indications de l'auteure, de parcourir à sa guise les nombreux jours proposés. Les jours de l'année 2012 m'ont particulièrement plu... je les ai tous lus (si je n'en ai pas oubliés) en me surprenant de sourire ou de rire !

Ensuite, en tant qu'historien des mathématiques, la lecture m'a inévitablement dérouté : on passe d'une date à une autre, d'un lieu à un autre, d'une institution savante à une autre... en restant souvent sur sa faim... est-ce gênant ? Assurément, non : « c'est un roman », confie Michèle à sa fille autour du petit-déjeuner du 14 juin 2012. Malgré tout, le travail de Michèle Audin est suffisamment fouillé, documenté pour que son objectif, celui qu'elle explicite à un éventuel éditeur, soit atteint : « raconter l'histoire de la formule de Stokes, de ses transformations et de son évolution, de ceux (et celles, pensai[t-elle]) qui y ont contribué, dans leur diversité, une 'communauté' mathématique en formation, avec ses vedettes et ses hommes (oui, [elle sait²]) ordinaires, avec leur conditions de vie et de travail » (p. 156).

Enfin, des formules, des équations que j'aurais aimé comprendre mais, pour certaines, même les symboles utilisés me sont inconnus. Mais, ouf, de l'aveu même de Michèle Audin « ici, rien n'est obligatoire, on lit ce qu'on veut, on saute ce qu'on veut » (p. 23). C'est donc rassurant... je ne trahis pas le projet de l'auteure. Toutes ces lignes ne sont pas indispensables pour comprendre l'histoire de la formule de Stokes.

En bref, lecture rafraichissante garantie en parcourant toute ou partie de cette année folle aux côtés de Michèle Audin !

Marc Moyon, IREM de Limoges

2 Michèle Audin précise – et on devine son regret – : « Aucune femme mathématicienne (et encore moins physicienne) dans l'histoire de cette formule ! (...) Mais pourquoi donc n'y a-t-il pas de femmes dans cette histoire ? » (p. 84).