

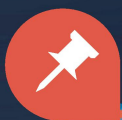
Le bulletin de l'APMEP - N° 538

AU FIL DES MATHS

de la maternelle à l'université...

Édition Octobre, Novembre, Décembre 2020

Mathématiques à l'oral



APMEP

Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public

ASSOCIATION DES PROFESSEURS DE MATHÉMATIQUES DE L'ENSEIGNEMENT PUBLIC

26 rue Duméril, 75013 Paris

Tél. : 01 43 31 34 05 - Fax : 01 42 17 08 77

Courriel : secretariat-apmep@orange.fr - Site : <https://www.apmep.fr>

Présidente d'honneur : Christiane ZEHREN



Au fil des maths, c'est aussi une revue numérique augmentée :
<https://afdm.apmep.fr>

version réservée aux adhérents. Pour y accéder connectez-vous à votre compte via l'onglet *Au fil des maths* (page d'accueil du site) ou via le QRcode, ou suivez les logos .

Si vous désirez rejoindre l'équipe d'*Au fil des maths* ou bien proposer un article, écrivez à
aufildesmaths@apmep.fr

Annonces : pour toute demande de publicité, contactez Mireille GÉNIN mcgenin@wanadoo.fr

À ce numéro est joint le BGV n° 215

ÉQUIPE DE RÉDACTION

Directeur de publication : Sébastien PLANCHENAUT.

Responsable coordinatrice de l'équipe : Lise MALRIEU.

Rédacteurs : Vincent BECK, François BOUCHER, Richard CABASSUT, Séverine CHASSAGNE-LAMBERT, Frédéric DE LIGT, Mireille GÉNIN, Cécile KERBOUL, Valérie LAROSE, Alexane LUCAS, Lise MALRIEU, Daniel VAGOST, Thomas VILLEMONTAIX, Christine ZELTY.

« **Fils rouges** » **numériques** : François BOUYER, Gwenaëlle CLÉMENT, Nada DRAGOVIC, Laure ÉTÉVEZ, Marianne FABRE, Robert FERRÉOL, Yann JEANRENAUD, Céline MONLUC, Christophe ROMERO, Agnès VEYRON.

Illustrateurs : Pol LE GALL, Olivier LONGUET, Jean-Sébastien MASSET.

Équipe TeXnique : François COUTURIER, Isabelle FLAVIER, Anne HÉAM, François PÉTIARD, Guillaume SEGUIN, Sébastien SOUCAZE, Sophie SUCHARD, Michel SUQUET.

Maquette : Olivier REBOUX.

Votre adhésion à l'APMEP vous abonne automatiquement à *Au fil des maths*.

Pour les établissements, le prix de l'abonnement est de 60 € par an.

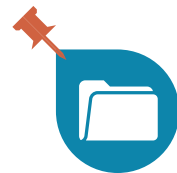
La revue peut être achetée au numéro au prix de 15 € sur la boutique en ligne de l'APMEP.

Mise en page : François PÉTIARD

Dépôt légal : Décembre 2020

Impression : Imprimerie Corlet.

ZI, rue Maximilien Vox BP 86, 14110 Condé-sur-Noireau ISSN : 2608-9297



Mathématiques contées

Les histoires peuvent-elles nous aider à transmettre des mathématiques? Marie Lhuissier est conteuse-mathématicienne. Elle écrit des contes un peu particuliers, qui proposent une approche poétique des mathématiques, pour les grands et les petits. Focus sur son conte La faiseuse de neige ▶. . .

Marie Lhuissier

Beaucoup de gens voient les mathématiques comme une discipline austère, froide et mécanique, restreinte au calcul, qui ne ferait appel à aucune de ces qualités qui font notre *humanité* : l'émotion, l'intuition, la création.

Je crois que cette vision provient d'un manque d'incarnation : les mathématiques ne semblent jamais être portées par des humains. On ne parle jamais de ce que l'on engage de notre personne quand on fait des mathématiques : « Pourquoi ça m'attire ? Qu'est-ce que ça m'apporte ? Pourquoi ça me procure du plaisir ? »

Je crois qu'il faut nommer ce que vivent ceux et celles qui font des mathématiques.

Je crois qu'il faut essayer d'incarner les mathématiques par tous les moyens.

Je crois que l'histoire est un moyen, un moyen particulièrement bien adapté aux enfants. . .

C'est pourquoi j'écris des contes mathématiques pour les enfants, et je les raconte. Un conte mathématique, pour moi, c'est tout d'abord une histoire — une vraie histoire, avec de vrais personnages qui ont une vraie quête. Et cette quête va, pour une raison ou une autre, amener *naturellement* ces personnages dans une posture de mathématicien.

Le conte, en tant qu'histoire, a d'autres spécificités, comme celle de ne pas être ancré dans un temps ou un lieu précis, ou l'utilisation d'archétypes et de symboles. Ces caractéristiques me semblent particulièrement propices à la transmission de mathématiques, mais mon propos ici se généralise à toutes sortes d'histoires.

Il me semble, quand je regarde autour de moi, que les tentatives de « transmettre les mathématiques autrement » empruntent souvent le chemin du jeu, parfois celui des arts visuels, mais rarement celui des histoires. C'est normal : les histoires sont par nature très éloignées des mathématiques ; les unes et les autres ne partagent que très peu de choses. Pour raconter quelque chose de mathématique à travers une histoire, il faut adapter beaucoup, et aussi renoncer, beaucoup. Et pourtant, le jeu en vaut la chandelle ! Je vais tenter, en me basant sur mon expérience de construction d'histoires mathématiques, de faire le tour des possibilités spécifiques qu'offre ce médium, et des contraintes qu'il impose. Je prendrai pour exemple *La faiseuse de neige*, un conte que j'ai écrit d'après une idée de Chloé Chateau, professeure de mathématique au lycée Albert Einstein, à Bagnols-sur-Cèze.

Je ne parlerai pas de l'approche historique, que je n'ai jamais tentée — raconter des éléments d'histoire des mathématiques. Je ne sais pas précisément ce qui peut être raconté, en particulier à des enfants. Les réflexions que je désire partager ici portent sur la fiction : comment créer une histoire à partir d'une idée mathématique ?

De la difficulté d'écrire une histoire mathématique

Si l'on veut écrire une histoire mathématique, il faut décider d'un contenu mathématique et trouver une manière de le mettre en histoire.



Prenez un objet mathématique que vous aimez bien. Par exemple, une fractale. Si j'essaie d'imaginer une histoire autour de cet objet, voici ce qui me vient spontanément :

C'est l'histoire d'une toute petite fourmi qui se promène sur un drôle de cheveu tout frisé, vraiment très frisé, tellement frisé que la petite fourmi ne fait que tourner et tourner encore, jamais elle ne peut faire un vrai pas en avant, il faut toujours tourner, et la petite fourmi, qui a l'impression de ne pas avancer du tout, se désespère.

Je n'aime pas beaucoup cette histoire. Pour moi, ce n'est pas une vraie histoire ; c'est un concept mathématique recouvert d'un mince vernis narratif. Si on enlève les mathématiques, il n'y a plus d'histoire, il n'y a plus rien.

Cette histoire a des qualités, c'est vrai. Elle transmet un contenu mathématique en utilisant les ressorts narratifs, qui permettent de capter l'attention et de mobiliser la mémoire.

Elle a aussi des défauts. Elle exacerbe l'aspect gratuit, inutile et déconnecté que peuvent présenter les mathématiques à certains yeux.

- « Si c'est ça, le genre de problématiques auxquelles les mathématiques peuvent répondre, alors elles n'ont clairement rien à m'apporter »
- « Une fourmi sur un cheveu... Si c'est le genre d'entités auxquelles les mathématiques sont utiles, pas étonnant que je ne me sente pas fait pour les maths ! »
- « Comme tentative de rapprocher la littérature et les mathématiques, ce n'est pas très convaincant. C'est même plutôt une preuve qu'on est soit littéraire, soit matheux ».

Vous me direz peut-être que mon exemple est grossier et caricatural. C'est fort possible, j'ai pris le premier qui me venait à l'esprit. Mais l'idée y est : si, quand vous enlevez les mathématiques, il n'y a plus rien, ni personnage ni problématique, alors ce n'est pas une vraie histoire.

Pourquoi, alors, cette histoire est-elle la première qui me soit venue à l'esprit ? Et surtout, pourquoi ai-je tant de mal à trouver de vraies histoires ?

Pourtant je sais bien que les mathématiques sont une source d'émerveillement et un lieu de liberté et de création, que ceux qui cherchent empruntent des chemins ardu et surprenants, que les mathématiques reposent sur une dynamique qui est, à elle seule, toute une manière d'appréhender le monde. Je sais bien que tout ceci est passionnant et mérite d'être raconté. Pourquoi, alors, ai-je tant de mal à le raconter ?

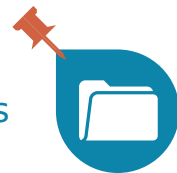
Probablement parce que le matériau qui forme les bonnes histoires est constitué des émotions, des relations humaines et des difficultés auxquelles le monde extérieur nous confronte. Et rien de tout cela n'est du domaine des mathématiques. La vérité, c'est que les concepts mathématiques ne sont pas, tels quels, du bon matériau à histoires. Alors il faut *détourner* les objets mathématiques, pour leur donner une fonction dans une histoire. Par exemple, une fractale de Von Koch devient un flocon de neige qu'une faiseuse de neige désire offrir à un petit garçon.

Extrait n° 1 de *La faiseuse de neige*.

Dans la petite ville de Leonberg, arriva un été un petit garçon qui aimait la neige plus que tout. Il s'appelait Johann. Dès la fin de l'automne, on le vit errer dans les rues, le visage levé vers le ciel, guettant les premières neiges. Et, quand l'hiver arriva, il passa tout son temps libre à contempler la neige et à recueillir des flocons. Lorsqu'un flocon lui plaisait particulièrement, pour ne pas l'oublier — la neige, ça fond — il le reproduisait dans une feuille de papier qu'il découpait à sa forme.

À travers sa fenêtre, la faiseuse de neige l'observait, et cela lui donnait du cœur à l'ouvrage. Elle confectionnait chaque flocon en se disant que, peut-être, le petit garçon rêveur verrait ce flocon précisément. Alors elle le faisait beau, pour lui, et cela la rendait heureuse.

Peut-être est-ce seulement mon imagination qui n'est pas assez ample mais, même détournés en objets à haute teneur symbolique — un cadeau, une clef, un talisman, une œuvre transgressive, etc. —, il me semble qu'il n'y a que très peu d'objets mathématiques qui puissent être intégrés à une histoire d'une manière qui me semble



convaincante. En particulier, il faut que ça soit des objets qui aient un avatar physique, tangible. Il faut qu'ils puissent être là sans qu'on ait besoin de les définir.

Les objets géométriques sont de bons candidats ; pour les autres c'est plus difficile.



Des histoires pour donner aux mathématiques une dimension culturelle

Une fois qu'on a un objet — et sa fonction dans l'histoire — va-t-on enfin pouvoir expliquer ses propriétés ? Ah, non ! On n'explique rien dans une histoire, sinon on sort de l'histoire et on retombe dans l'explication recouverte de vernis. On se contente, avec la plus grande légèreté possible, d'esquisser une idée de concept.

L'histoire n'a pas vocation à remplacer un cours, un exercice ou une énigme. Elle permet autre chose. Elle permet de partager des mots et des images. Elle est un possible outil de construction d'une culture mathématique. Car la culture n'est pas constituée seulement d'éléments bien assimilés ; elle contient aussi une multitude d'images, d'idées, de mélodies, de noms et de termes rencontrés on ne sait trop où, mais que nous partageons avec nos pairs, et qui dessinent en quelques traits l'étendue et les grandes directions de la pensée humaine à l'échelle de notre

société.

Les histoires servent à cela : planter des images dans les esprits, semer des idées. Elles peuvent constituer une sorte d'écrin pour des objets mathématiques, en les mettant en valeur par le rôle ou l'aura qu'elle leur prête. Or, les mathématiques sont trop absentes de la culture générale, et ce à tous les niveaux, y compris au niveau le plus superficiel. J'ai beau ne rien connaître à la peinture, je connais quand même les noms de quelques peintres célèbres ; j'ai déjà vu leurs œuvres les plus connues. Il n'y a pas d'équivalent en mathématiques, et ça manque.

Les histoires participent au premier niveau du partage, celui le plus accessible et le plus étendu, or les mathématiques peinent à investir ce niveau, pourtant crucial.

Extrait n° 2 de *La faiseuse de neige*.

À l'aide de ciseaux de plus en plus petits, la faiseuse de neige travailla longtemps. Elle travailla tout le printemps et tout l'été, sans se lasser. L'automne arriva, et elle n'avait pas terminé. Elle redoubla de rapidité et d'efficacité, et l'inquiétude commença à la gagner. Son flocon n'allait pas être prêt pour Noël. Puis, ce fut l'hiver, et le flocon n'était toujours pas achevé. La faiseuse de neige le savait : son flocon ne serait pas prêt, et le petit garçon rêveur allait à nouveau connaître un Noël sans cadeau. La tristesse qui l'envahit à cette pensée était aussi vaste que le travail qui lui restait à faire. Elle découpait, découpait ; vite et bien, elle découpait, et elle était toujours aussi triste. En ce début d'hiver il ne neigea pas à Leonberg ; au lieu de confectionner de la neige, une faiseuse de neige infiniment triste découpait en secret un grand flocon aux allures d'infini.

Récapitulons. Une histoire :

- ne permet pas de parler de n'importe quelle idée mathématique ;
- nécessite de détourner les objets mathématiques pour leur donner une fonction dans l'histoire ;
- n'autorise les explications qu'à un très faible niveau de complexité.



Au prix de ces contraintes, elle permet — on l'espère — de provoquer une rencontre marquante avec un objet mathématique.



Figure 1. *Illustration de La faiseuse de neige (Elis Tamula).*

Franchement, n'est-ce pas cher payé ? Toute une histoire pour semer une petite image et deux ou trois termes ?

D'abord, c'est nécessairement coûteux de sortir une discipline du langage qui lui est adapté, pour aller la glisser dans un autre langage. On perd beaucoup en cours de route, et on peine beaucoup.

Mais c'est ça, créer des ponts. Et on veut des ponts.

Ensuite, on n'est pas obligé de penser l'histoire comme une fin en soi. On peut la voir comme une porte d'entrée : un premier accès à une idée mathématique. Tout ce qu'on n'a pas voulu expliquer ou dire au sein de l'histoire, pour ne pas casser son rythme et dénaturer son cheminement, on peut le dire après, en profitant de la dynamique d'émerveillement, de curiosité ou d'enthousiasme amorcée — on l'espère — par l'histoire.

Et puis, enfin, l'histoire sert à beaucoup, beaucoup plus que cela. Certes, en termes de contenu mathématique, elle est très limitée. Mais elle offre une occasion, chose rare, de *parler des gens qui font des mathématiques*.

Des histoires pour faire voir les humains derrière les mathématiques

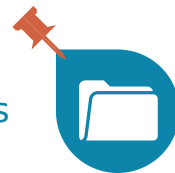
C'est, la grande force de l'histoire : mettre en scène des personnages qui vivent des choses intéressantes. Alors, puisque les mathématiques sont intéressantes, le rôle de l'histoire sera de montrer des personnages touchants, intrigants, attirants, émouvants, en train de faire des mathématiques. Et si possible, de décrire ce qu'ils font. Et encore mieux, de nommer ce qu'ils ressentent.

Le rôle de l'histoire pourra être de susciter l'une des réactions suivantes.

- « Ce personnage qui fait des mathématiques me ressemble, ses préoccupations me sont familières »
- « Je distingue dans ses grandes lignes la nature de l'activité mathématique »
- « Pour ceux qui la pratiquent, l'activité mathématique semble jalonnée d'émotions, de désirs, d'évolutions, de questionnements ».

Si l'histoire est solide et les personnages convaincants, elle invite les auditeurs à s'identifier aux personnages principaux, c'est-à-dire à s'identifier à des personnages qui se retrouvent naturellement en train de faire des mathématiques. Même si les enfants ont tendance à s'identifier facilement (par exemple, chaque fois que je raconte un conte à des enfants, chacun imagine que les héros ont son âge), je crois qu'il est important de donner du sens à cette identification en choisissant pour les personnages principaux une quête essentielle, à laquelle chacun pourra s'associer, et à laquelle les mathématiques, d'une manière ou d'une autre, apportent une réponse naturelle et signifiante... c'est-à-dire une réponse qui ne semble pas parachutée, et qui aborde un des sujets suivants : pourquoi on se met à faire des mathématiques, quelles émotions ça nous procure, comment ça nous construit.

Par exemple, notre faiseuse de neige ne parvient pas à terminer son flocon infiniment dentelé et



se désespère, jusqu'à ce que l'enfant découvre le cadeau en préparation, s'émerveille, et l'assure que le flocon est parfait à ses yeux — qui, à ce niveau de détail, ne peuvent pas faire la différence entre fini et infini. La faiseuse de neige accepte d'offrir son cadeau non-parfait, et de cette rencontre naît une amitié entre la vieille femme et le petit garçon, qui viendra souvent l'aider à créer ses flocons.



Figure 2. Illustration de *La faiseuse de neige* (Elis Tamula).

Extrait n° 3 de *La faiseuse de neige*.

La faiseuse de neige hésita quelques secondes, puis elle fit signe à Johann de la suivre et se dirigea vers sa table de travail. Le flocon était posé là, pas encore déplié, avec ses milliers de détails.

Johann le contempla longuement.

- C'est magnifique ! Ça ne ressemble à rien que j'aie jamais vu.
Il l'observa à nouveau.
- C'est comme si... c'est comme si on plongeait dedans ; on peut plonger dedans et ne jamais atteindre le fond ! Dans chaque détail on peut voir le motif entier, infiniment. Oh ! Ce flocon est parfait !
- Non, il n'est pas infini, et il n'est pas parfait. Regarde, là.
Johann regarda, mais il ne vit rien.
- Regarde bien, le fond est là. Le découpage s'arrête. Je ne terminerai jamais ce flocon, je ne suis pas assez rapide.
Une troisième larme coula sur sa joue, et se glaça. Johann regarda attentivement le flocon, mais il ne voyait rien.
- Vous savez, je ne suis pas faiseur de neige, moi.

Mes yeux ne sont pas comme les vôtres, je ne peux pas voir des choses aussi petites. Pour moi, ce flocon est infini. Je le vois infini et je l'imagine infini. Vous devriez l'offrir à ce petit garçon, ça lui fera sûrement plaisir.

- Tu crois vraiment ?
- Oui, c'est la plus belle chose que j'aie jamais vue. Il a beaucoup de chance, ce petit garçon.

Des histoires mathématiques dans les écoles

Si elles peuvent trouver leur place dans les bibliothèques et autres lieux ou événements culturels, il me semble que de telles histoires mathématiques ont également un rôle à jouer au sein de l'école.

Dans le premier degré, c'est évident : l'histoire est un médium privilégié pour aborder toutes sortes de sujets variés ; alors pourquoi pas les mathématiques ? En plus de tous les avantages évoqués jusqu'ici, il y en a encore un, de taille : l'écrasante majorité des enseignants du primaire sont issus de formations plutôt littéraires, avec peu de mathématiques ; ils ont donc peu de recul et d'aisance pour monter et piloter des projets originaux autour des mathématiques. Les histoires les rejoignent sur un terrain familier et maîtrisé.

Au collège ou au lycée, j'ai moins d'expérience, mais c'est sûrement possible aussi. Les contes sont pour toutes les oreilles : quand on accepte de rentrer dans leur atmosphère, même si on est adolescent, on y trouve toujours quelque chose.

Voici, toujours avec le conte *La faiseuse de neige*, un exemple d'utilisation en classe d'une histoire mathématique, en trois temps.

Premier temps : l'histoire

L'enseignant lit l'histoire, ou la joue ; ou bien des intervenants extérieurs viennent la présenter sous forme de spectacle.



Objectifs :

- provoquer des émotions positives (émerveillement, détente, identification avec le personnage) liées à un moment étiqueté comme « mathématique », que l'élève pourra invoquer tout au long de son parcours mathématique ;
- attiser la curiosité de l'élève vis-à-vis du flocon fractal infini ;
- dépasser l'opposition mathématiques-littérature.

Deuxième temps : la confection manuelle de flocons de Von Koch

Chaque enfant apprend à plier et couper un hexagone régulier dans une feuille de papier, puis à découper la fractale en itérant un même motif de découpage à échelle de plus en plus petite ▶. Enfin, ils décorent leurs flocons. Possibilité, une fois que l'algorithme de découpage est maîtrisé, de confectionner collectivement un grand flocon fractal.



Figure 3. Productions d'élèves de Sixième.

Objectifs :

- permettre à l'élève de s'appropriier le flocon fractal par la manipulation ;
- susciter la fierté d'avoir créé et finalisé un objet complexe, joli et étonnant ;
- lier mathématiques et beauté ;
- travailler des compétences du programme (les mesures, la symétrie, le comptage, ...).

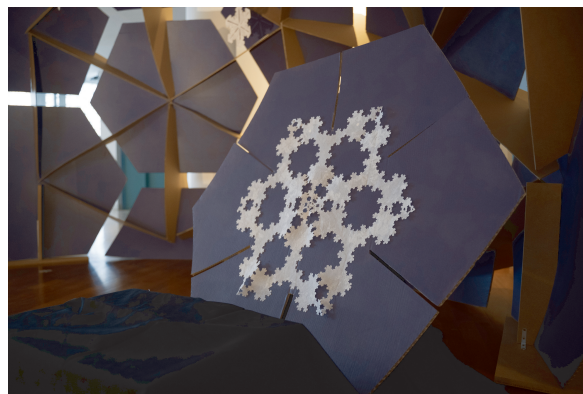


Figure 4. Élément de décor du spectacle-conte La faiseuse de neige.

Troisième temps : approfondissement ou ouverture

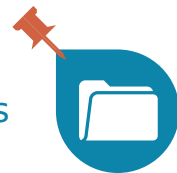
À partir d'un des éléments du conte, l'enseignant propose une réflexion ou un projet d'ouverture thématique ou d'approfondissement mathématique.

Objectifs :

- développer l'idée que les mathématiques sont en interaction avec les autres disciplines, et avec le monde extérieur ;
- montrer que les mathématiques sont vivantes et dynamiques.

Par exemple, quatre propositions d'approfondissement :

- travail sur la symétrie : reproduire un flocon de neige, deviner le motif qui va apparaître quand on déplie la feuille. Et aussi : travail sur les symétries de rotation, sur les pavages, ...
- étude de la nature « infinie » du flocon : calcul du nombre de côtés et de la longueur totale du bord du flocon après 2, 3, 4 étapes, ..., 10 étapes, ..., 100 étapes, ..., une infinité d'étapes ! Trouver d'autres objets qui sont infinis de cette manière (= introduction aux suites numériques !);
- étude du caractère « fractal » du flocon : zoomer dans le flocon, construire une courbe de Von Koch arbitrairement grande par assemblages de petites courbes de Von Koch. Construction



d'autres fractales auto-similaires. Possibilités de programmer.

- faire le lien avec la recherche actuelle : les fractales, l'infini, les symétries sont des sujets de recherche actuels. Inviter un chercheur ou une chercheuse en mathématiques dans la classe.

Ou encore trois propositions d'ouverture :

- les flocons de neige : quelles formes ont-ils ? Comment se forment-ils ? Comment peut-on les photographier ?
- les motifs mathématiques dans la nature : symétries (les coccinelles, les fleurs, les feuilles) ; fractales (les choux romanesco, les côtes bretonnes) ; autres motifs (les pommes de pin, les tournesols)
- découverte de la figure de Johannes Kepler (scientifique du XVII^e siècle, qui a inspiré le personnage principal de l'histoire).

En guise de conclusion

J'ai essayé de présenter ici mon point de vue d'auteure : comment transmettre un message en

utilisant l'histoire comme medium. Mais, pour faire une histoire, il faut deux personnes : celle qui l'écrit, et celle qui la lit. Et même parfois trois : celle qui l'écrit, celle qui la raconte, et celle qui l'écoute. Pour l'instant, j'ai beaucoup réfléchi et travaillé pour concevoir des histoires qui présentent les mathématiques comme je les vois, mais j'ai encore peu de retours de ceux et celles qui les reçoivent, et presque aucun de ceux et celles qui les relaient. Alors, si vous racontez des histoires à vos élèves ou vos enfants — mes histoires ou d'autres histoires — pour leur faire découvrir un autre visage des mathématiques, s'il vous plaît, n'hésitez pas à m'écrire pour me raconter comment elles ont été reçues, perçues, entendues.

.....◆.....

Marie Lhuissier est professeure de mathématiques dans l'académie de Lyon et conteuse-mathématicienne. N'hésitez pas à consulter son site [▶](#).

luissier.marie@gmail.com

© APMEP Décembre 2020



C'EST MON
MASQUE
SPÉCIAL
"JE RENDS
LES INTERROS"

Clin d'œil n° 3.

Sommaire du n° 538



Mathématiques à l'oral

Éditorial

Opinions

Entrée dans le supérieur en septembre 2021 : que sait-on ? — Alice Ernoult, pour la commission « Enseignement supérieur »

★ La verbalisation en classe de mathématiques : mission impossible ? — Thierry Dias

Avec les élèves

★ Des murs pédagogiques pour travailler l'oral en classe — Luca Agostino

★ Loyd vs Dudeney — Emmanuelle Pernot & Fatih Pinar

Géométrie de bout de ficelle dans la cour de récré — Bernard Parzysz

★ Quel oral pour un élève porteur d'une déficience visuelle ? — Nathalie Schalk

★ Démontrer en vidéo — Christophe Hache & Étienne Quinchon

1 Ouvertures

51

3 Partage d'un secret — Fabien Herbaut & Pascal Véron

51

★ Mathématiques contées — Marie Lhuissier

59

3 Mathématiques et systèmes de retraite — Pierre Carriquiry

66

17 Récréations

75

Géométrie des pizzas — Jean-Pierre Friedelmeyer

75

Au fil des problèmes — Frédéric de Ligt

81

Au fil du temps

84

Matériaux pour une documentation

84

La « méthode des coordonnées » de Descartes — Martine Bühler

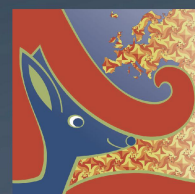
90

Le CDI de Marie-Ange — Marie-Ange Ballereau

94



CultureMATH



APMEP
www.apmep.fr