

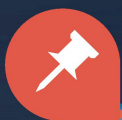
Le bulletin de l'APMEP - N° 548

AU FIL DES MATHS

de la maternelle à l'université...

Édition Avril, Mai, Juin 2023

Dehors les maths !



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

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>



Les articles sont en accès libre, sauf ceux des deux dernières années qui sont réservés aux adhérents via une connexion à leur compte APMEP.

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

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

À ce numéro est joint le BGV n° 230
spécial « Journées Nationales »

ÉQUIPE DE RÉDACTION

Directrice de publication : Claire PIOLTI-LAMORTHE.

Responsable coordinatrice de l'équipe : Cécile KERBOUL.

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

« **Fils rouges** » **numériques** : Gwenaëlle CLÉMENT, François COUTURIER, Jonathan DELHOMME, Nada DRAGOVIC, Fanny DUHAMEL, Laure ÉTÉVEZ, Marianne FABRE, Yann JEANRENAUD, Armand LACHAND, Agnès VEYRON.

Illustrateurs : Nicolas CLÉMENT, Stéphane FAVRE-BULLE, Pol LE GALL, Olivier LONGUET, Sixtine MARÉCHAL.

Équipe TeXnique : Sylvain BEAUVOIR, Laure BIENAIMÉ, Isabelle FLAVIER, Philippe PAUL, François PÉTIARD, Guillaume SEGUIN, Sébastien SOUCAZE, Sophie SUCHARD.

Maquette : Olivier REBOUX.

Correspondant Publimath : François PÉTIARD.

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.

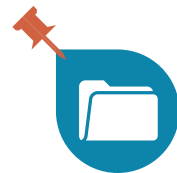
La revue peut être achetée au numéro au prix de 15 € sur la boutique en ligne de l'APMEP.

Mise en page : François PÉTIARD

Dépôt légal : Juin 2023. ISSN : 2608-9297.

Impression : Imprimerie Corlet

ZI, rue Maximilien Vox BP 86, 14110 Condé-sur-Noireau



Impliquer le corps pour faire des maths grâce à *Learn-O*

Faire des maths de façon ludique et sportive, voilà ce que propose Learn-O présenté ici par Thierry Blondeau et Arnaud Simard.

À vos marques, prêts, partez !

Thierry Blondeau & Arnaud Simard



Introduction

La note n° 6 du Conseil scientifique de l'Éducation nationale [1] affirme que le niveau de preuve soutenant un effet bénéfique de l'activité physique sur la performance en mathématiques est solide. Les recherches en psychologie cognitive sur la cognition incarnée (*embodiment*) suggèrent que les expériences sensori-motrices influencent la manière de penser et l'abstraction [2].

Si, en plus, on a le souci du faible niveau mathématique des élèves français dans les évaluations internationales, de la désaffection de ces mêmes élèves pour cette discipline ainsi que du problème de santé publique en devenir lié à la sédentarité croissante des jeunes... on se dit que le moment est venu de faire des maths dehors en bougeant. Mais attention, faire des mathématiques en plein air est certes très motivant pour la plupart des élèves car cela permet de changer de cadre, de sortir d'un contrat didactique classique et de la « dictature de la table et des chaises » mais en aucun cas la source de motivation ne peut se limiter à sortir de la classe pour faire des maths. Il est primordial de proposer aux élèves une véritable structure de séance riche et organisée ([3, 4, 5]) qui permette à l'élève d'évoluer à son rythme dans des situations pertinentes et qui le rendent responsable de sa réussite et autonome dans ses décisions. Le concept *Learn-O* s'inscrit dans ces choix et nous proposons, dans la suite de cet article, de partir à sa découverte en détaillant le principe et en donnant l'exemple de ce que nous appellerons la « géométrie immersive et collaborative ».

Descriptif du concept *Learn-O*

« L » pour ludique, « E » pour éducatif, « A » pour autonome, « R » pour réflexif, « N » pour neuro ergonomique et « O » pour ouvert forment l'acronyme *Learn-O*. Le lecteur pourra trouver dans [6] un descriptif précis de ces termes en lien avec les cadres théoriques sous-jacents.

Le dispositif nécessite un espace suffisamment grand pour que l'ensemble des élèves participants puissent se déplacer (marche/course) en même temps (cour d'école, terrain de sport... ou toute autre surface). Le matériel utilisé est conséquent : de dix à vingt-six balises électroniques fixées sur des cônes de chantier parfaitement identifiables et plusieurs ordinateurs (deux au minimum). La disposition des balises (figure 1) dépend de l'activité proposée.



Figure 1. Exemple d'implantation *Learn-O*.



Chaque balise électronique (figure 2) possède son propre identifiant informatique.

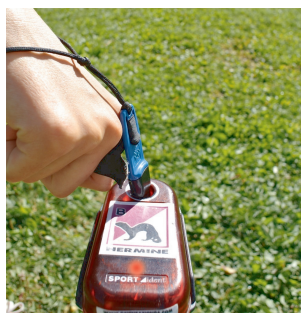


Figure 2.

L'élève possède un « doigt électronique » (figure 3) qui lui permet de biper les balises qu'il choisit en conservant l'identifiant ainsi que l'ordre des balises bipées.



Figure 3.

L'architecture des cônes sur le terrain est un environnement collectif et collaboratif, le doigt électronique permet un usage individuel de cet espace dans le but de réaliser des tâches personnelles.

La plupart des activités proposées se présentent sous la forme de petites cartes à jouer (format carte bancaire). L'élève choisit une carte de jeu dans la « boîte à pioche » (figure 4) : la liberté de choix est une variable importante pour l'élève.



Figure 4.

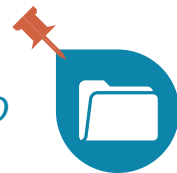
Cette carte contient des informations qu'il faut croiser avec la répartition des balises dans l'espace de jeu pour réaliser un parcours en bipant de manière consécutive sur les balises pour enfin venir vérifier sur un ordinateur si le parcours réalisé (qui correspond à la résolution du problème proposé sur la carte de jeu) est correct ou non (la validation se fait de deux manières : écran vert « c'est bon », écran rouge « il y a une erreur » ou alors par comparaison entre le parcours attendu et le parcours réalisé).

Toutes les activités *Learn-O* proposées sont fondées sur le déplacement du corps dans l'espace et peuvent être reliées à la lecture/compréhension ou à la création d'un plan (mental ou concret). La mémorisation, la localisation et le repérage sont au cœur de chacune des activités mais il relève de l'enseignant de le rendre explicite ou de le laisser implicite.

Descriptif d'une activité *Learn-O* : géométrie immersive et collaborative

Cette activité dite de géométrie immersive et collaborative peut être réalisée avec des élèves de cycle 1 à 4, voire plus. Dans ce dispositif, les cônes sont placés en quadrillage 5×5 . Les cartes de jeux sont remplacées par des *géoplans* (« planche à clous 5×5 »). Le *géoplan* devient le fond de carte qui représente la répartition des cônes.

Les élèves se déplacent physiquement dans un réseau pointé du méso-espace [7] pour résoudre des problèmes géométriques. Dans cette activité, l'incarnation de la géométrie a pour but de développer des images mentales et de les rendre mobilisables chez les élèves (on s'affranchit ici de la précision des tracés géométriques pour se centrer sur la pensée géométrique). C'est le principe « *bottom—up/top—down* » développé en psychologie cognitive concernant le processus de traitement cognitif de l'information. Le travail sensorimoteur de l'élève développe des représentations mentales (principe « *bottom—up* »). Ce travail de



synthèse de l'information génère des stratégies abstraites que l'élève utilise alors pour améliorer sa pratique (principe « *top—down* »). Par exemple, l'élève peut repérer des symétries qu'il utilisera pour économiser des déplacements.

L'activité de géométrie immersive génère également la nécessité de recourir à la modélisation qui justifie la géométrie plane sur feuille.

Géométrie immersive

Un élastique est placé sur le *géoplan*, le joueur doit suivre le parcours défini par l'élastique en bipant sur les balises qui en structurent le contour et se rendre à l'ordinateur pour valider par lui-même en comparant le *géoplan* physique avec la représentation à l'écran du tracé réalisé sur le terrain (voir figure 5).



Figure 5.

Les activités *géoplan* proposées aux élèves suivent une progression fine adaptée depuis la moyenne section de maternelle (voir figure 6 pour les différents *géoplans* utilisés).

Chaque balise est repérée par un animal. Le *géoplan* « maternelle 1 » possède une représentation de ces vingt-cinq animaux. L'élève peut alors se repérer animal par animal et vérifier à chaque étape s'il est sur le bon animal. Le *géoplan* « maternelle 2 » ne possède plus que cinq animaux repères. L'élève doit prendre des repères (les animaux visibles sur le *géoplan*) et s'orienter grâce à ces repères. Le *géoplan* « translucide 1 » ne possède plus aucun repère hormis un morceau d'adhésif qui matérialise les ordinateurs pour orienter le plan. Le *géoplan* « translucide 2 » ne possède aucun repère, l'élève doit décider d'un « sens » de lecture et s'y tenir. Le *géoplan*

« opaque » n'est pas translucide (pour empêcher le retournement lors d'activité dédiée à la symétrie axiale).



Figure 6. *Géoplan maternelle 1, maternelle 2, translucide 1, translucide 2 et opaque.*

Les objectifs se succèdent :

- tracé point par point (l'élève choisit une origine et incrémente sommet par sommet sa figure) ;
- invariance des figures par rotation : sur *géoplan* « translucide 2 » l'élève doit choisir une orientation du *géoplan* ;
- reconnaissance de figures et auto-évaluation : l'élève a sous les yeux un *géoplan* physique avec une forme géométrique concrète, il transforme mentalement cette forme en un parcours qu'il réalise à pied en bipant sur les sommets représentés et enfin il compare la représentation obtenue de son parcours à l'écran avec la forme concrète sur son *géoplan* ;
- symétrie axiale : *géoplan* translucide pour avoir recours au retournement, puis *géoplan* opaque pour faire évoluer les procédures (voir figure 7) ;
- rotation (ou répétition d'un motif).



Figure 7. « Voici la moitié d'un papillon, fais apparaître à l'écran le papillon en entier. »

La longueur entre deux balises (sur les bords du quadrillage) est définie comme étant l'unité de longueur U . Le logiciel donne pour chaque figure réalisée la mesure de son périmètre (en unité U) et de son aire (en unité au carré U^2). Il devient alors possible de travailler sur les notions d'aire et de périmètre par le biais de petits défis géométriques (voir figure 8 pour un exemple de défi et sa réalisation). Les *géoplans* physiques sont à disposition ainsi que des feutres effaçables pour chercher en traçant directement sur la carte de jeu.

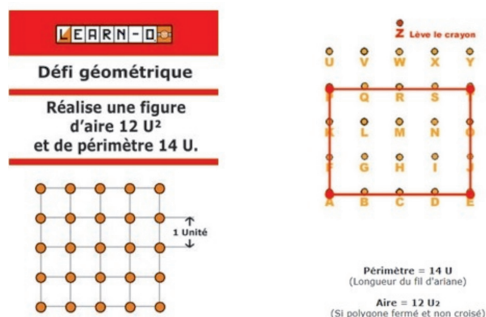


Figure 8.

Bien entendu, il devient naturel de travailler ensuite sur des problèmes de cycle 4 du type suivant : « trouve une approximation de $\sqrt{10}$ » (nous laissons au lecteur le soin d'imaginer comment résoudre ce problème en utilisant le théorème de Pythagore et le périmètre d'une figure).

Géométrie immersive... et collaborative

Les élèves sont par groupes de quatre et doivent réaliser une tâche commune. Le « *super géoplan* » est formé de quatre *géoplans* accolés (qui forment alors un *géoplan* 9 par 9 car il y a une ligne horizontale et une ligne verticale commune pour que les *géoplans* se relient parfaitement). Le but est de réaliser une figure qui s'étend sur les quatre *géoplans* (voir figure 9 pour un exemple de dessin à reproduire). Les membres de l'équipe sont obligés de discuter pour comprendre et construire la figure en se répartissant les tâches (chaque élève du quatuor choisit une couleur). La difficulté réside dans le fait de réussir à faire le lien entre le maillage de balises 5×5 sur le terrain et les quatre *géoplans* accolés.

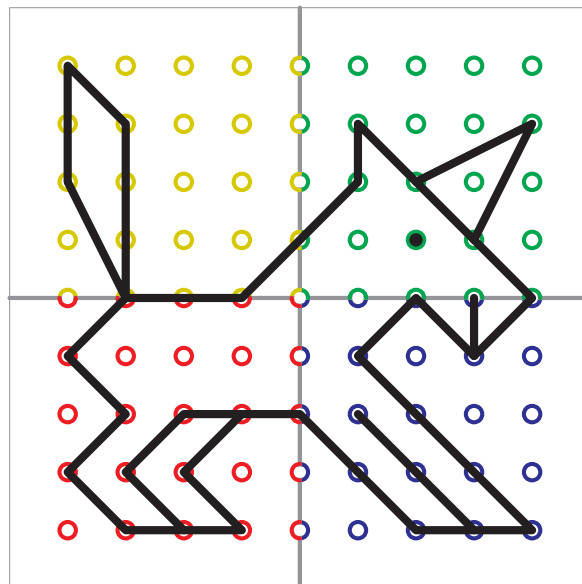


Figure 9.

Une fois que le travail collaboratif à quatre est compris, nous pouvons enfin réaliser de grandes fresques collaboratives sur un « *méga géoplan* » formé de cent *géoplans* accolés. Le but est de réaliser en groupe une figure qui s'étend sur les cent *géoplans*.

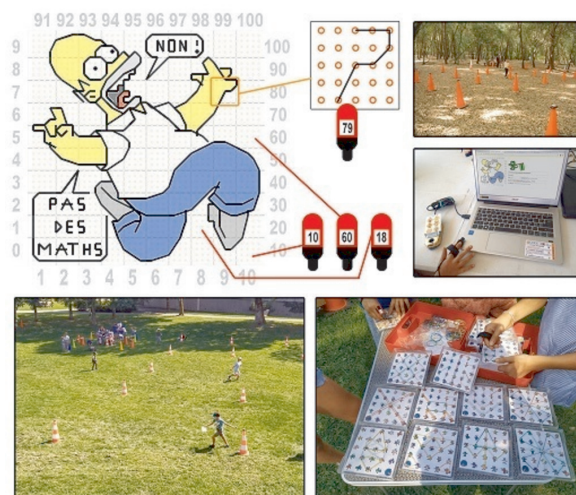
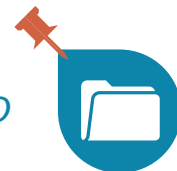


Figure 10. Géométrie collaborative « méga géoplan ».

Intégration de séances *Learn-O* au collège

L'activité de géométrie immersive et collaborative peut s'intégrer dans le cursus scolaire des



élèves de cycle 4. La durée minimale pour qu'une classe d'élèves de Quatrième réalise l'ensemble des tâches de cette séquence est de 2 h. Cette séquence gagne à être réalisée en deux parties : une partie de prise en main du matériel dont l'objectif est de faire appel intuitivement aux notions mathématiques vues dans les classes précédentes (transformations géométriques, périmètres, aires); et une partie plus spécifique de résolution de problèmes individuelle et collaborative.

L'intégration de *Learn-O* dans les apprentissages de cycle 4 ne se limite pas à la géométrie. Le caractère « ouvert » du concept *Learn-O* permet une adaptation du principe aux objectifs scolaires. Un générateur de cartes de jeux est à disposition [pour](#) créer soi-même des séries de cartes sur le thème souhaité. Ainsi, un enseignant peut créer lui-même ou faire créer à ses élèves des cartes jeux *Learn-O* sur des notions mathématiques. Par exemple, en 2022, une stagiaire M2-MEEF de l'INSPÉ de Besançon a réalisé une séance sur la décomposition des nombres entiers en produit de facteurs premiers pour ses élèves de Cinquième dans le cadre d'un mémoire sur la créativité en mathématiques.

Cette activité se présente implantée comme sur la figure 11 : quatre îlots de trois cônes (trois cônes avec un boîtier « 2 », trois cônes avec un boîtier « 3 », trois autres avec un boîtier « 5 » et enfin les trois derniers avec un boîtier « 7 ») sont répartis autour d'un îlot central de trois cônes dont le boîtier est la multiplication. Les balises sont triplées pour éviter les encombrements d'élèves.

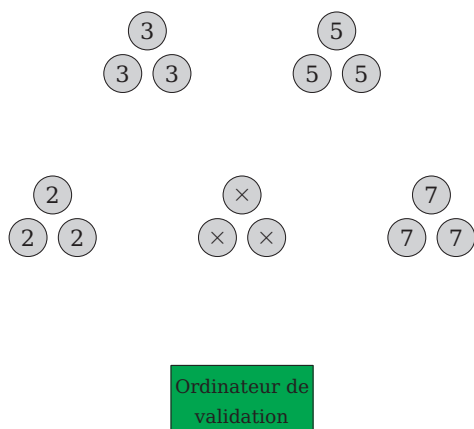


Figure 11.

Deux équipes d'élèves s'affrontent (repérés par les doigts électroniques bleus, contre les doigts électroniques rouges).

Un seul ordinateur de validation est accessible. À l'écran une liste de dix nombres est attribuée à l'équipe bleue, une liste de dix nombres est attribuée à l'équipe rouge (voir figure 12).

4	4
18	8
90	30
25	16
12	9
27	70
42	40
24	84
40	63
140	162

Figure 12.

L'équipe gagnante est la première qui efface ses dix nombres. Pour effacer un nombre, il faut le réaliser en cliquant sur les balises de calcul proposées (voir la figure 13 pour une réalisation du nombre 18 par un élève muni d'un doigt bleu; le « 18 » a disparu de la liste bleue et le calcul effectué par l'élève est affiché).

Dans cette version, seule la multiplication est autorisée et les nombres à disposition sont les quatre premiers nombres premiers 2, 3, 5 et 7. Il n'y a pas de règles du jeu. Les élèves d'une équipe peuvent décider d'une stratégie de groupe (un « leader » distribue les nombres à des élèves de son équipe) ou se lancer sans stratégie au risque de voir des membres d'une même équipe travailler sur les mêmes nombres.

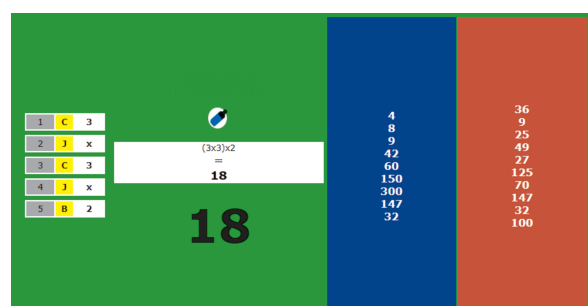


Figure 13.



Les nombres proposés sont tirés au hasard dans une liste de nombres choisis par l'enseignante (une série « facile » composée des nombres 4, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 18, 24, 25, 27, 35, 36, 50, 60, 70, 75, 90... et une série « difficile » composée de 42, 98, 147, 162, 150, 196, 210, 250, 500, 980...).

Exemple : le nombre 980 est à réaliser par un élève. Celui-ci reconnaît 10×98 . Il clique ainsi sur « $2 \times 5 \times$ » puis reconnaît $98 = 2 \times 49 = 2 \times 7 \times 7$ et clique donc sur « $2 \times 7 \times 7$ » et se rend à l'ordinateur pour valider et ainsi effacer le nombre 980.

Le trajet qu'il réalise est alors :

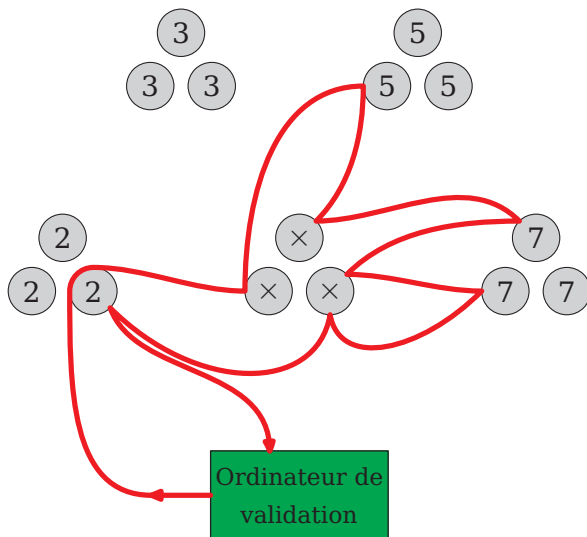


Figure 14.

La stratégie consiste à décomposer de manière efficace les nombres proposés sous forme de produit de facteurs premiers en anticipant le trajet le plus court à réaliser entre les différentes balises. L'ordre des facteurs dans la décomposition n'a pas d'importance. Ainsi plusieurs stratégies peuvent se concurrencer.

Stratégie 1 : choisir un nombre, le décomposer entièrement mentalement puis enchaîner les clics sur les balises en minimisant le déplacement.

Stratégie 2 : choisir un nombre, le décomposer successivement en fonction des facteurs les plus évidents et se déplacer en fonction des facteurs identifiés.

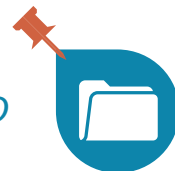
Stratégie 3 (expert) : dans la liste des nombres à réaliser, choisir les nombres qui peuvent se succéder à un facteur près. Par exemple : 8, 24 et 48. Il s'agit alors de réaliser le 8 ($2 \times 2 \times 2$), le valider puis sans effacer sa puce cliquer sur « $\times 3$ » et ainsi valider le 24 et enfin cliquer « $\times 2$ » pour valider le 48.

Ces stratégies peuvent se faire seul ou à plusieurs. La motivation du match, l'ambiance produite par le mouvement et l'émulation entre élèves en font une activité plébiscitée. Bien entendu, cette activité peut avoir des variantes intéressantes : augmenter le nombre de facteurs premiers à disposition, identifier le PGCD de deux nombres en fonction des balises cliquées, introduire d'autres nombres ainsi que l'addition en éloignant le cône « addition » pour que son recours soit très coûteux en termes d'énergie. L'idée est toujours la même : générer de la motivation par le déplacement et donner à la notion travaillée le statut d'outil le plus efficace pour minimiser le déplacement.

Conclusion

Le concept *Learn-O* est innovant, inclusif, interdisciplinaire et adaptable à tout public. Les caractères ludique et physique remportent l'adhésion et l'attention des élèves. L'engagement dans la tâche est immédiat et actif pour tous. Le numérique apparaît comme un outil favorisant la rapidité du retour d'information et enfin l'attrait de la performance implique une répétition des tâches sans lassitude. Le rapport de l'élève à l'erreur est placé dans le contexte du jeu « si je perds, je rejoue pour gagner » et favorise ainsi la persévérance. Ces différents aspects font de *Learn-O* un outil singulier dans le monde éducatif.

Les mathématiques sont fondamentalement théoriques et abstraites. Dans notre approche, la manipulation et l'utilisation du corps en mouvement se veulent un vecteur de développement d'images mentales manipulables, c'est-à-dire un point d'accroche pour l'abstraction. L'apprentissage scolaire des maths passe par des phases rébarbatives (mais inéluctables) de répétition afin d'acquérir



des automatismes. Le jeu est un moyen de rendre ces phases attrayantes. Enfin, l'activité physique, dont on ne peut nier les bienfaits pour le corps et l'esprit, doit devenir une priorité pour des jeunes de plus en plus sédentaires. Toutes ces raisons sont autant de motivations pour encourager le développement d'un enseignement complémentaire des maths basé sur l'activité physique ludique en plein air. C'est l'un des buts recherchés et atteints avec le concept *Learn-O*.

Références

- [1] CSEN. *Note n° 6 Activité physique, fonctionnement cognitif et performances scolaires : niveau de preuve et grade de recommandation*. 2022.
- [2] F. Bara et A. Tricot. « Le rôle du corps dans les apprentissages symboliques : apports des théories de la cognition incarnée et de la charge cognitive ». In : *Recherches sur la philosophie et le langage* n° 33 (2017), p. 219-249.
- [3] P. Eysseric, A. Simard et C. Winder. « Exemple de dispositif de formation à l'utilisation des jeux à l'école pour les apprentissages mathématiques ». In : *Actes du colloque EMF 2012* (2012).

- [4] T. Haye. « Étude des conditions et des contraintes d'implémentation d'un jeu de société à l'école, comme vecteur d'apprentissages mathématiques : cas du jeu de Go au cycle 3 ». Thèse. 2019.
- [5] N. Pelay. « Jeu et apprentissages mathématiques : élaboration du concept de contrat didactique et ludique en contexte d'animation scientifique ». Thèse. 2011.
- [6] T. Blondeau, J. Coste et A. Simard. « *Learn-O* : Des maths en plein air ». In : *Repères-IREM* n° 124 (2021), p. 9-36.
- [7] G. Brousseau. « Théorie des situations didactiques ». In : *Didactique des mathématiques 1970-1990*. Grenoble : La pensée sauvage, 1998.

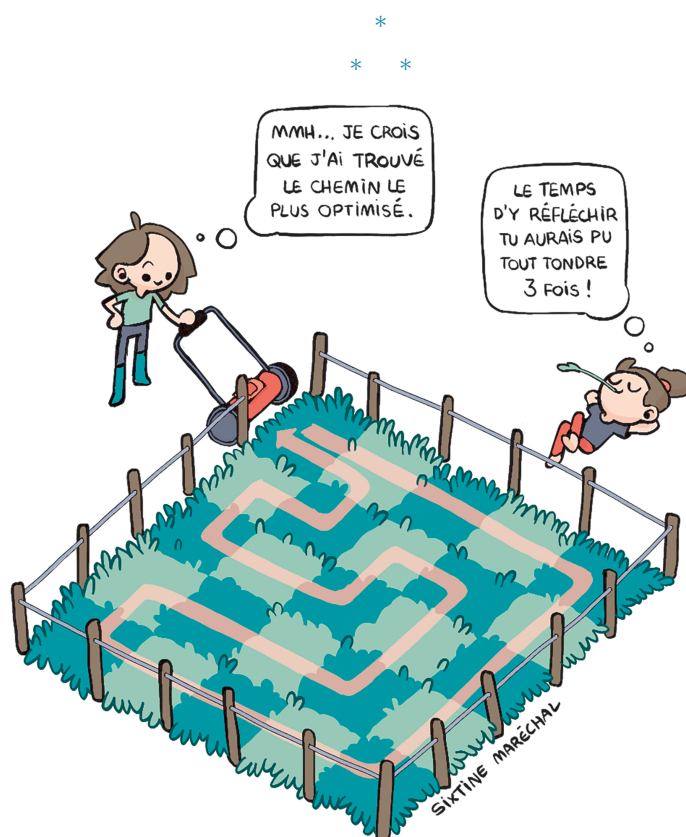


Thierry Blondeau est éducateur sportif et le créateur de *Learn-O*.

Arnaud Simard est maître de conférences en mathématiques à l'INSPÉ de l'université de Franche-Comté.

thierry.blondeau@gmail.com
arnaud.simard@univ-fcomte.fr

© APMEP Juin 2023



Les maths et moi.

Sommaire du n° 548



Dehors les maths !

Éditorial

Opinions

N'oublions pas la géométrie — Valentina Celi

✦ Le centre Galois — Philippe Grillot

Avec les élèves

✦ Arpenter la cour du collège — Émile Séguret

✦ Des maths au gymnase — Isabelle Audra

✦ Des maths en promenade — Ulysse Retailleau

✦ À vos maths ! Prêts ? Calculez ! — Marie Génin

Fabriquer des labyrinthes romains en Sixième
— Bernard Parzysz & Thibaut Renard

On éclate les ballons ! — Alexane Lucas

Des œufs pour les statistiques en IUT
— Anne-Sophie Suchard

Ouvertures

Une curiosité numérique — François Boucher

1 ✦ Impliquer le corps pour faire des maths grâce à
Learn-O — Thierry Blondeau & Arnaud Simard 55

3 ✦ Le gratin d'aubergines — Pierre Pansu 62

3 ✦ Activités *Streetmath* — Marie Lhuissier &
7 Olga Paris-Romaskevich pour l'association
Mathématiques vagabondes, Nathalie Corson &
Alice Ernoult 68

11

11 **Récréations** 72

17 ✦ Le club des premiers — Olivier Longuet 72

23 Au fil des problèmes — Frédéric de Ligt 76

27 Des problèmes dans nos classes
— Valérie Larose 79

30 **Au fil du temps** 82

40 Le CDI de Marie-Ange — Marie-Ange Ballereau 82

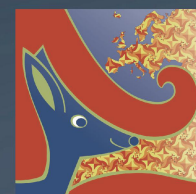
44 Un soupçon de géométrie, une pincée d'algèbre et
quelques racines carrées — Marie-Line Moureau 84

49 Matériaux pour une documentation 88

49 **Courrier des lecteurs** 95



CultureMATH



APMEP
www.apmep.fr