

Les Automatismes au collège

Florence AYME
Professeure de mathématiques
Collège Jean Giono
Le Beausset (Var)

Alain CATHERINE
Professeur de mathématiques
Collège de la Vallée du Gapeau
Solliès-Pont (Var)

Delphine FORMÉ
Professeure de mathématiques
Collège Jacques Prévert
Les Arcs sur Argens (Var)

Ouajdi TOUIHRI
Professeur de mathématiques
Collège Louis Nucéra
Nice (Alpes-Maritimes)

Résumé

Cet article vient en complément du document Eduscol « Les automatismes au collège »¹.
Après avoir redéfini et fixé les objectifs des automatismes, nous partagerons des témoignages d'expériences menées au sein et hors de la classe.
L'article se termine par un éclairage de la recherche sur les différentes pratiques menées en classe.

Table des matières

Les automatismes, pourquoi ?	2
Quels automatismes ?	2
Les automatismes dans le temps.....	3
Quelques propositions d'apprentissage des automatismes	7
Cahiers de vacances.....	7
Flash Cards.....	7
Fleur des nombres	8
Du côté de la recherche.....	9
Pour approfondir la réflexion	12

¹ <https://eduscol.education.fr/document/33866/download>



Les automatismes, pourquoi ?

La mémoire de travail est limitée en termes de durée et de capacité. C'est pour cela qu'il faut la libérer afin d'accomplir une autre tâche.

Les automatismes permettent cette libération et développent notamment la mémoire procédurale qui est la mémoire du long terme, des savoir-faire (procédures/compétences). Elle est utilisée de manière implicite.

Les automatismes permettent aussi de consolider et d'élargir les acquis. L'élève dispose alors de connaissances disponibles immédiatement exploitables, il peut ainsi se rendre disponible à la résolution de problèmes notamment (prendre des initiatives, s'engager dans une démarche, élaborer une démonstration, etc.).

Quels automatismes ?

Réserver les automatismes au calcul mental (donc numérique) limiterait les nombreux intérêts d'un travail régulier sur des procédures relevant des différents thèmes des programmes. La liste suivante n'est pas exhaustive.

- Les nombres et le calcul numérique :
 - vocabulaire spécifique aux opérations (double, tiers, somme, produit, etc.) ;
 - calculs sur les nombres de différents ensembles : décimaux entiers ou non, rationnels ou réels, du simple complément à 10 jusqu'aux calculs réfléchis d'expressions plus complexes ;
 - comparaisons, là encore sur les différents ensembles de nombres.
- Le calcul littéral :
 - développements, factorisations, résolutions d'équations, calculs d'images ou d'antécédents par une fonction, production d'une expression littérale dans un contexte arithmétique, etc.
- Les grandeurs et mesures :
 - conversions, calculs de grandeurs produits, grandeurs quotients, etc. ;
 - proportionnalité : propriétés de linéarité, reconnaissance de situations, coefficient, 4^e proportionnelle, etc. ;
 - triangles semblables, agrandissement, réduction, etc.
- La géométrie :
 - identification des codages, reconnaissance d'une figure usuelle ;
 - identification de l'image d'une figure par transformation(s) ;
 - production d'une égalité de Pythagore, d'une double égalité de Thalès, écriture ou détermination du bon rapport trigonométrique, etc.

Les automatismes dans le temps

Les automatismes peuvent être travaillés en classe et hors la classe.

Ils peuvent être travaillés à n'importe quel moment de l'heure en fonction des objectifs (diagnostic, introduction, etc.).

Les automatismes peuvent être pensés sur l'année, progression à l'appui. Voici un exemple de progression en classe de 3^e, incluse dans un enseignement par Ceintures (voir l'article « Les Ceintures au collège² » sur le site de l'académie de Nice) :

	Ateliers	Blanche	Jaune	Orange
A ₁	Arithmétique	Critères 3 ; 4 ; 9 et 11	Tous les diviseurs de... (Niv 1)	Division euclidienne
A ₂	Opérations	Puissances de 10	Sommes algébriques	Ecriture scientifique
A ₃	Calcul littéral	Développement (Niv 1)	Factorisation (Niv 1)	Factorisation $a^2 - b^2$
A ₄	Fonctions	Calcul d'images (Niv 1)	Equations 1 ^{er} degré	Calcul d'antécédents

Verte	Bleue	Marron	Noire
Tous les diviseurs de... (Niv 2)	Nombres premiers	Décomposition en facteurs premiers	Simplification de fractions
Priorités avec entiers	Ecritures $a \times 10^n$	Priorités avec fractions	Puissances
Développement (Niv 2)	Factorisation (Niv 2)	Factorisation (Niv 3)	Factorisation (Niv 4)
Calcul d'images (Niv 2)	Equations 2 nd degré	Caractérisation fonction linéaire	Caractérisation fonction affine

Figure 1 : progression classe de 3^e

² https://www.pedagogie.ac-nice.fr/mathematiques/wp-content/uploads/sites/30/2020/07/Ceintures_au_college_A-Catherine_final.pdf

Études, par exemple, l'Atelier 1 de la Ceinture Blanche, de sa conception à l'édition des fiches :

Le générateur

Il est fabriqué à l'aide d'un tableur.

						Énoncés	Corrigés	
4								
5								
6	3 156	3	1	5	6	Diviseurs de 3156 :	3 ; 4 ;	Au moins divisible par 3.
7	7 920	1980				Diviseurs de 7920 :	3 ; 4 ; 9 ; 11	Au moins divisible par 4.
8	3 779	3	7	7	9	Diviseurs de 3779 :	aucun des quatre	Quelconque.
9	121		1	2	1	Diviseurs de 121 :	11	Au moins divisible par 11.
10	6 111	6	1	1	1	Diviseurs de 6111 :	3 ; 9 ;	Au moins divisible par 9.

Figure 2 : extrait du fichier tableur pour créer l'atelier 1 de ceinture blanche

Les nombres saisis en colonnes D, E et F (à l'exception de E9) sont issus de la formule :

« =ALEA.ENTRE.BORNES(0;9) »

En E9, le nombre est issu de la formule :

« =SOMME(D9;F9) » afin d'assurer l'obtention d'un multiple de 11.

En C6, le nombre est issu de la formule :

« =3-MOD(SOMME(D6:F6);3) » afin d'assurer l'obtention d'un multiple de 3.

En C7, le nombre obtenu est quelconque, compris entre 250 et 2 499 :

« =ALEA.ENTRE.BORNES(250;2499) ».

En C8, on revient à un nombre aléatoire entre 0 et 9.

En C10, le nombre est issu de la formule :

« =9-MOD(SOMME(D10:F10);9) » afin d'assurer l'obtention d'un multiple de 9.

En A6, est saisie la formule : « =C6*1000+D6*100+E6*10+F6 ». De même pour A8 et A10.

En A7, est saisie la formule : « =4*C7 » afin d'assurer l'obtention d'un multiple de 4.

En A9, est saisie la formule « =D9*100+E9*10+F9 ».

Le choix a été fait ici de limiter les multiples de 11 aux nombres de trois chiffres.

En G6, on saisit la formule : « =" Diviseurs de "&A6&" : " »

Cette formule est étirée pour toute la colonne G des énoncés.

En I6, on saisit la formule :

« =SI(PGCD(A6;396)<3;"aucun des quatre";"")&SI(MOD(A6;3)=0;"3 ; ";"")
&SI(MOD(A6;4)=0;"4 ; ";"")&SI(MOD(A6;9)=0;"9 ; ";"")&SI(MOD(A6;11)=0;"11";"") »

Quand il y en a, les diviseurs obtenus sont tous suivis d'un « ; » sauf le dernier 11.

Ces cinq lignes sont répétées à l'identique pour les cinq suivantes, ce qui donne dix nombres à étudier.

L'utilisation de la touche « F9 », éventuellement accompagnée des touches « Ctrl + Maj » permet l'édition instantanée de dix énoncés et corrigés correspondants.

Les fiches

Ce générateur permet de créer des fiches d'entraînement, dans un traitement de textes. Chaque fiche contient deux pages constituées de tableaux de 2×3 correctement dimensionnés.

La première va contenir six rectos d'énoncés et la seconde six versos de corrigés, correctement positionnés pour se correspondre lors de l'impression en recto-verso.

L'importation va se faire à l'aide du collage spécial : « texte non formaté » (raccourci clavier « Ctrl+Alt+Maj+V »).

Quelques réajustements sont parfois à prévoir : suppression d'un « ; » inutile, par exemple, quand le liste de diviseurs ne va pas jusqu'à 11.

Voici une fiche ainsi obtenue :

Critères 3 ; 4 ; 9 et 11 <i>Enoncés</i>	
Diviseurs de 3561 :	
Diviseurs de 8028 :	
Diviseurs de 7878 :	
Diviseurs de 671 :	
Diviseurs de 8073 :	
Diviseurs de 3795 :	
Diviseurs de 6876 :	
Diviseurs de 4244 :	
Diviseurs de 220 :	
Diviseurs de 2853 :	

Figure 3 : fiche obtenue par le générateur, recto

Critères 3 ; 4 ; 9 et 11 <i>Correction</i>	
	3
	3 ; 4 ; 9
	3
	11
	3 ; 9
	3 ; 11
	3 ; 4 ; 9
	4
	4 ; 11
	3 ; 9

Figure 4 : fiche obtenue par le générateur, verso

Ces fiches peuvent être utilisées comme rituel de début d'heure, par exemple.

Les énoncés d'évaluation

Toujours grâce au générateur, on peut créer des fiches d'évaluation pour les élèves et de corrigés pour l'enseignant.

Là encore, les « copier » devront bénéficier de « collage spécial » (« Texte » ou « nombre » selon les cas), ainsi que de réajustements, ici ou là.

Passage Ceinture Blanche			
Atelier 1			
Date : __/__/----			3° __
Nom :			
Prénom :			
Niveau d'acquisition :			
Refusé	Ballottage	Reçu	0 Faute
A			__/8
Parmi 3 ; 4 ; 9 et 11...			
Diviseurs de 3 597 :			
Diviseurs de 3 712 :			
Diviseurs de 2 455 :			
Diviseurs de 3 249 :			

Figure 5 : énoncé de la fiche d'évaluation

Passage Ceinture Blanche			
Atelier 1			
Date : __/__/----			3° __
Nom :			
Prénom :			
Niveau d'acquisition :			
Refusé	Ballottage	Reçu	0 Faute
A			__/8
3 et 11			
4			
aucun des quatre			
3 et 9			

Figure 6 : corrigé de la fiche d'évaluation

Temporalité dans la séance :

- en début de séance : cela permet à l'élève de se mettre rapidement au travail, d'entretenir et de consolider ses connaissances ;
- en cours de séance : afin de se remobiliser, de s'entraîner sur les notions travaillées, d'exploiter les automatismes dans le cadre de la résolution de problèmes ;
- en fin de séance : de s'auto-évaluer sur le contenu de la séance, d'accompagner le travail hors la classe.

La pratique d'automatismes doit être une activité régulière, fréquente, courte, qui se distingue des autres temps d'apprentissage.

Pour que le travail sur les automatismes soit efficace, les thèmes abordés devront être alternés et travaillés régulièrement. Il convient de conserver un même thème sur plusieurs séances et de toujours garder une question sur la séquence d'apprentissage en cours.

Quelques propositions d'apprentissage des automatismes

Cahiers de vacances

Ces cahiers peuvent être préparés de manière personnelle, en collaboration avec l'équipe disciplinaire ou dans le cadre des liaisons CM2/6^e ([Pixel art math C3 niveau 1](#)) et 3^e/2^{de} ([Préparer sa rentrée en seconde](#)).

Ils sont constitués de fiches de travail de niveaux différenciés utilisables en autonomie à la maison, en classe lors de séances d'accompagnement personnalisé, ou pendant l'école ouverte, etc.



Figure 7 : image pixel art permettant l'autovalidation aux QCM dans les cahiers de vacances 6^e

Flash Cards

Un travail sur la conception de Flash Cards a été mené afin de motiver la réflexion et l'autonomie des élèves. Les élèves ont pu apprendre, créer des automatismes et consolider leurs connaissances.

Les cartes ont été utilisées à différents moments d'une séance en fonction des besoins des élèves. Les Flash Cards n'étaient pas forcément identiques d'un îlot à l'autre. C'est un moyen ludique de réviser, s'auto-évaluer, travailler en binôme.

Remarque : la conception des Flash Cards demande du temps et du matériel (photocopie couleur, plastifieuse).

Un article sur le site académique³ est dédié aux automatismes avec une expérimentation concernant les Flash Cards.

³ <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/mathematiques/>

Fleur des nombres

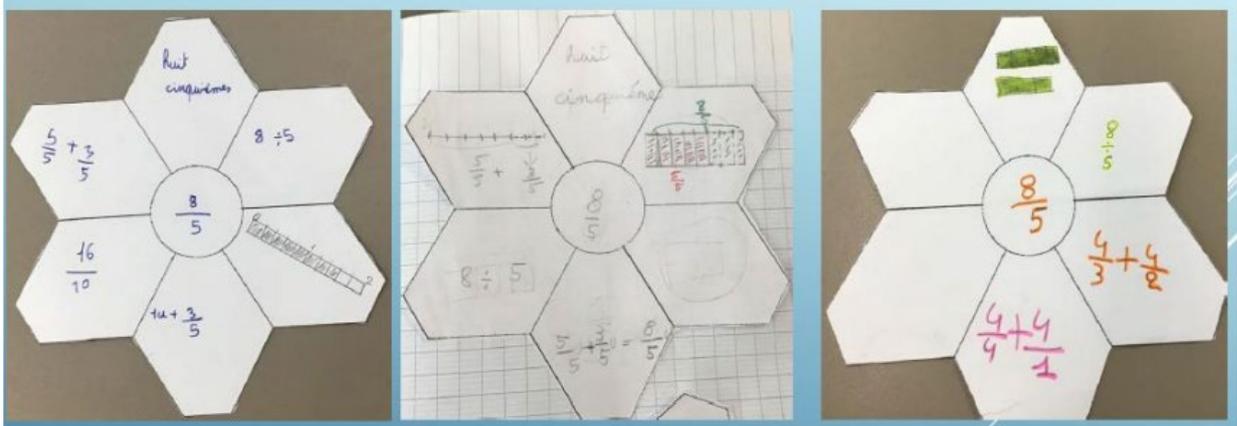


Figure 8 : exemples de fleur du nombre $\frac{8}{5}$

Voir l'article sur le site académique : https://www.pedagogie.ac-nice.fr/mathematiques/wp-content/uploads/sites/30/2020/04/Fleur_nombres_S-Etienne_final.pdf

Du côté de la recherche

Le lien suivant donne accès, sur le site PodEduc de l'Éducation nationale, à la conférence de Jérôme PRADO, « **POURQUOI DEVELOPPER LES AUTOMATISMES MATHÉMATIQUES CHEZ LES ELEVES** », donnée à distance en mai 2022 (durée 30 min).

<https://podeduc.apps.education.fr/video/0766-pourquoi-developper-les-automatismes-mathematiques-chez-les-eleves-par-jerome-prado/>

Jérôme PRADO est chercheur en sciences neurocognitives au Centre de recherche en Neurosciences de Lyon dont le site est à l'adresse suivante : <https://bbl-lab.fr/fr/>.

Nous donnons ci-après un résumé de cette conférence que nous vous invitons à regarder.

La résolution de problèmes mathématiques fait beaucoup appel à la **mémoire de travail**, qui est limitée à la fois en durée (quelques secondes) et en capacité (5 items tout au plus). L'intérêt principal des automatismes est de libérer la mémoire de travail.

Un processus automatique se produit sans intention, est inconscient et se déroule parallèlement à une autre activité mentale en cours. Ceci fait qu'un processus automatisé ne rentre pas en mémoire de travail.

Le domaine le plus étudié en automatisation des processus mathématiques est celui de la « **fluence arithmétique** », capacité de donner rapidement et sans erreur les résultats d'opérations arithmétiques simples par exemple. La fluence arithmétique est en forte corrélation avec les performances générales en mathématiques des enfants. La fluence arithmétique libère en effet la mémoire de travail et permet de se concentrer sur les aspects plus conceptuels de la résolution d'un problème mathématique. Ce qui rend cette question particulièrement importante en mathématiques est l'aspect cumulatif de la discipline. La fluence arithmétique : connaissance des tables, des faits numériques, etc. est à la base de la « pyramide » des mathématiques.

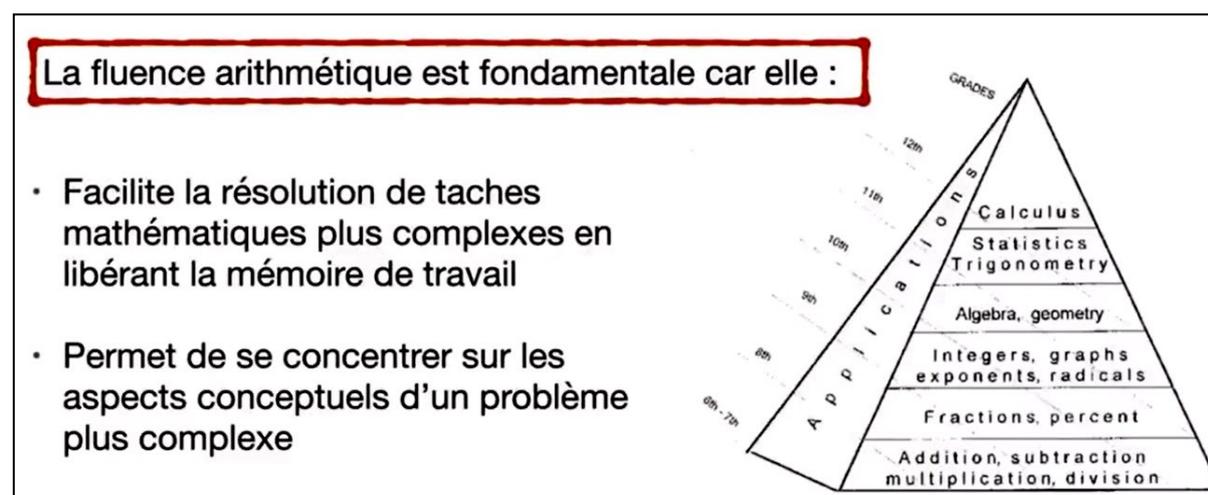


Figure 9 : extrait vidéo de Jérôme Prado

Le cerveau possède deux systèmes pour automatiser : la **mémoire déclarative** et la **mémoire procédurale**, correspondant à des régions différentes du cerveau. Il y a ainsi deux moyens d'automatiser en arithmétique :

- en créant un réseau de faits arithmétiques (tables d'addition et de multiplication par exemple) par association en mémoire déclarative ;
- en répétant des procédures (procédures de comptage par exemple).

Une étude au Canada (Lefèvre et al., 2014) montre une diminution importante des performances en arithmétique élémentaire entre 1982 et 1993, ce qui pourrait être liée à une utilisation de plus en plus précoce de la calculatrice en classe.

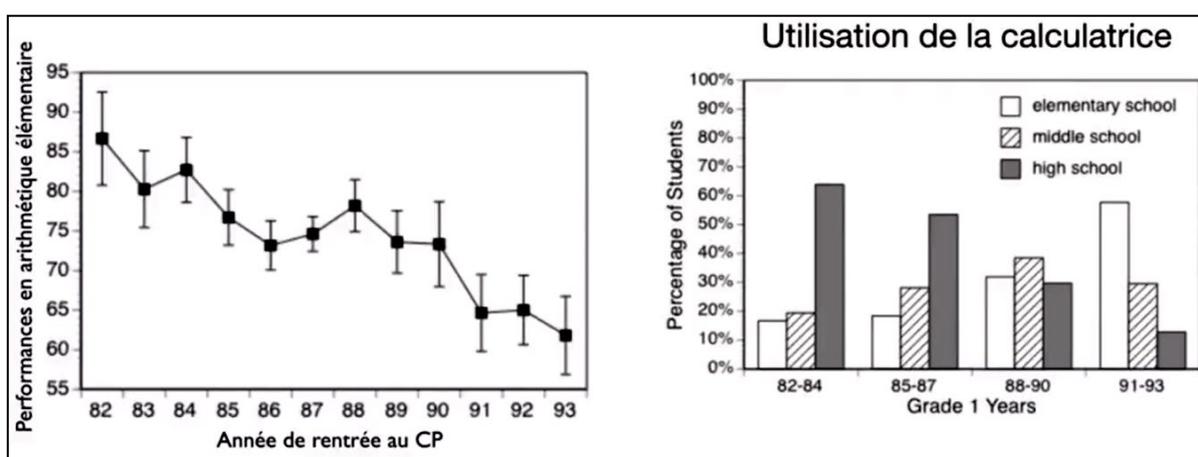


Figure 10 : extrait vidéo de Jérôme Prado

Voir, à ce propos, pour la France, la note de la DEPP n° 19.08 de mars 2019⁴ sur l'évolution des performances en calcul des élèves de CM2 à trente ans d'intervalle (1987-2017). Jérôme PRADO analyse ces résultats en estimant que les enfants de CM2 de 2017 ont une mémoire de travail beaucoup plus chargée par les automatismes arithmétiques de base que ceux de 1987.

Un dernier point abordé est celui de la fluence arithmétique et de la **confiance en soi**. En effet, si un enfant a de l'anxiété par rapport aux mathématiques, cela interfère en mémoire de travail. Les deux graphiques suivants montrent une corrélation importante entre le niveau d'anxiété mathématique et la performance (sur le graphique 1, chaque point correspond à un enfant de 7-8 ans étudié ; sur le graphique 2, chaque point correspond à un pays de l'étude PISA).

⁴ <https://www.education.gouv.fr/l-evolution-des-performances-en-calcul-des-eleves-de-cm2-trente-ans-d-intervalle-1987-2017-11978>

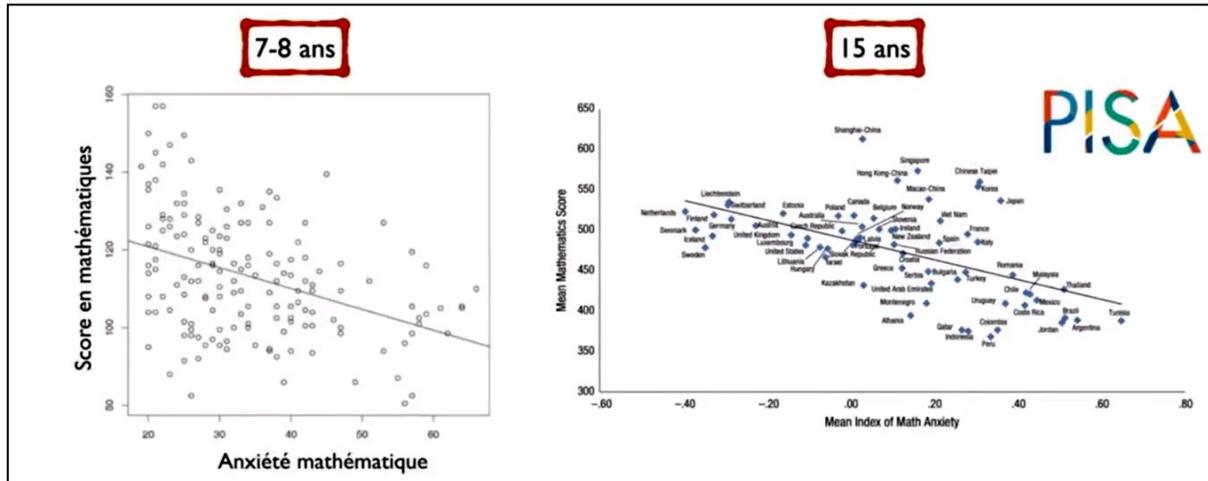


Figure 11 : extrait vidéo de Jérôme Prado

En conclusion, Jérôme PRADO met en avant **trois principes pour favoriser l'automatisation** :

- **répéter** ;
- **étaler** dans le temps et alterner les contenus ;
- **se tester** (pour s'évaluer mais aussi pour apprendre en donnant un retour au cerveau).

Pour approfondir la réflexion

- Prado, J. (2022, mai 13). *Pourquoi développer les automatismes mathématiques chez les élèves* [vidéo]. Pod Éduc. <https://podeduc.apps.education.fr/video/0766-pourquoi-developper-les-automatismes-mathematiques-chez-les-eleves-par-jerome-prado/>
- Proust, J. (2019). La métacognition : les enjeux pédagogiques de la recherche, in : S. Dehaene (éd.), *Les sciences au service de l'école*. Odile Jacob. https://joelleproust.org/wp-content/uploads/2012/09/Chapitre-CSEN-Proust_11-Juillet-19.pdf