



HAL
open science

Les actions des élèves avec un didacticiel

Francine Athias

► **To cite this version:**

Francine Athias. Les actions des élèves avec un didacticiel. Revue de Mathématiques pour l'École, 2024, 241, pp.15-26. <10.26034/vd.rm.2024.3822>. <hal-04667249>

HAL Id: hal-04667249

<https://univ-fcomte.hal.science/hal-04667249v1>

Submitted on 4 Sep 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

LES ACTIONS DES ELEVES AVEC UN EXERCISEUR

Francine Athias

Université de Franche Comté

Les environnements numériques sont investis par les professeurs, en particulier dans des tâches d'entraînement. C'est précisément le cas de l'exerciseur en mathématiques que nous interrogeons, calcul@tice. Il s'agit désormais d'un site d'entraînement au calcul mental. L'usage de ces environnements numériques et de leurs supports (ordinateurs portables ou tablettes) se développe du fait de leur mobilité, de leurs applications engageantes, tant du point de vue des élèves que des professeurs. La plupart du temps, les élèves sont seuls, développant ainsi des niveaux de mise en fonctionnement des connaissances. Ce qu'ils font à ces moments reste caché des professeurs. Nous rendons compte de ces niveaux et de la mobilisation de savoirs déjà connus dans ce contexte. En appui sur ces résultats, nous voulons engager de nouveaux usages en classe d'un tel exerciseur, pour permettre aux élèves d'automatiser de nouvelles stratégies.

Mots-clés : exerciseur, autonomie, contrat-milieu, calcul mental.

INTRODUCTION

De nombreuses écoles primaires (en France et en Suisse) sont désormais équipées de différents supports numériques, tablettes, ordinateurs, ordinateurs portables, tableau interactif. Diverses utilisations sont répertoriées. Ainsi des sites institutionnels (en France, Eduscol) exposent des rapports sur l'équipement d'écoles avec des tablettes¹ : le rapport d'utilisation des tablettes numériques dans les établissements primaires et secondaires de l'académie de Créteil (Villemontaix & Khaneboubi, 2012) montre que les professeurs et les élèves sont plutôt favorables à l'utilisation de ce support mobile. Mais en même temps, les auteurs signalent une difficulté à rendre compte des apprentissages des élèves. D'autres sites institutionnels (Canopé) rapportent l'utilisation des tablettes à travers les propos des élèves et du professeur². Par exemple, un professeur raconte l'expérience avec ses limites. Le contexte institutionnel favorise et encourage vivement le numérique. En Suisse romande, le PER inclut un volet dédié à l'éducation du numérique³. Ifenthaler et Schweinbenz (2013) rapportent que l'intégration des outils numériques mobiles pourrait favoriser les apprentissages, si les professeurs acceptent leur intégration dans leur projet d'enseignement, et en développent des usages. Bernard, Boulc'h et Arganini (2013) se sont intéressés à l'évolution de l'autonomie, à la collaboration entre les élèves et à l'usage de la technologie. Ils notent une intégration progressive par les élèves des fonctionnalités diverses des tablettes. On peut toutefois relever que la question de l'apport du numérique à des apprentissages spécifiques est peu posée dans ces divers rapports.

En résumé, les usages de la technologie se sont développés dans la société à tous les niveaux, les supports technologiques sont accessibles partout et à tout moment, et leur convivialité favorise l'adhésion des élèves. Il reste à approfondir comment les technologies peuvent permettre de mieux apprendre et de mieux enseigner des savoirs spécifiques, cette question étant considérée respectivement du point de vue de l'élève et du côté du professeur.

¹ <https://eduscol.education.fr/educnet/numerique/dossier/apprendre/tablette-tactile/usages-pedagogiques>

² <https://canope.ac-besancon.fr/blog/utilisation-de-tablettes-tactiles-au-cm2/>

³ <https://www.vd.ch/toutes-les-autorites/departements/departement-de-lenseignement-et-de-la-formation-professionnelle-def/secretariat-general-du-departement-de-lenseignement-et-de-la-formation-professionnelle-sg-def/rentree-scolaire-2021-2022/education-numerique/le-cadre-romand-de-leducation-numerique-est-pose>

Concernant le professeur, un développement de sa capacité à produire des situations favorisant les interactions entre élèves, intégrant du numérique semble indispensable pour permettre des changements de posture et répondre ainsi aux enjeux exprimés par les institutions (Vuillemonaix & al., 2015). Du côté des élèves, Karsenti (2015) s'interroge sur l'étude d'une meilleure préparation des élèves dans l'usage des tablettes en contexte scolaire.

Par ailleurs, le tutorat entre pairs constitue une des approches pédagogiques dont l'efficacité a été démontrée (Slavin & Lake, 2008). Plusieurs études montrent l'influence bénéfique des interactions dans des dyades d'élèves, tout en soulignant l'importance de conditions spécifiques (Baudrit, 2000 ; Sandron & Fagnant, 2017).

Enfin, dans le domaine des mathématiques, Bueno-Ravel et Gueudet (2013) se sont intéressés aux usages des « banques d'exercices en ligne » chez les enseignants de mathématiques. Elles ont précisé qu'une telle banque n'est jamais mobilisée de manière isolée. Pour considérer l'activité des professeurs, il est nécessaire de rendre compte de toutes leurs ressources. Par ailleurs, Abboud et Rogalski (2017) montrent comment l'enseignant peut se retrouver dans des situations de tension dans un environnement numérique. Elles étudient la gestion de l'incertitude accentuée par l'utilisation de technologie (tableur, géométrie dynamique). Ces études se placent plutôt du côté du professeur, même si elles prennent en compte l'activité de l'élève. Dans cet article, nous avons fait le choix de nous placer du point de vue de l'élève, dans des situations organisées par le professeur dans un environnement numérique, en considérant le savoir visé. Plus précisément, nous nous intéressons aux actions des élèves de l'école primaire (élèves de 6 à 10 ans), dans un environnement numérique, au cours de l'usage d'un exercice de mathématiques, Calcul@tice⁴.

Dans le cadre de cet article, nous cherchons à documenter les usages des élèves d'un tel environnement numérique, d'un point de vue didactique, spécifiquement ici en mathématiques.

Dans une première partie, nous expliciterons les éléments théoriques et méthodologiques qui nous permettent de rendre compte de l'action des élèves en classe. Dans une deuxième partie, nous décrirons et analyserons trois activités au sein de trois classes. Dans une troisième et dernière partie, nous engagerons une discussion conclusive.

ÉLÉMENTS THÉORIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES

Dialectique contrat/milieu

Le professeur choisit des exercices particuliers dans l'environnement numérique. Lorsque l'élève est seul, il est confronté à ces exercices présentés sous différentes formes (images, textes, films) et aux rétroactions de l'exerciceur. Nous utiliserons la notion de milieu (Brousseau, 1998 ; Sensevy, 2011) pour en rendre compte (CDpE, 2019). Dans ce milieu, l'élève est confronté à différents éléments, au départ ils sont épars et peu signifiants. L'élève ne sait pas faire immédiatement. Pour agir dans ce milieu, l'élève sait déjà certaines choses, un ensemble de déjà-là, qui renvoie à des connaissances et des habitudes. Nous modélisons ces éléments par la notion de contrat didactique (Brousseau, 1998 ; Sensevy, 2011 ; CDpE, 2019). De plus, l'élève met en œuvre un certain système de règles d'usage, qui sont nées des répétitions de la pratique, en particulier, un système d'attentes. Par exemple, dans l'environnement numérique, l'élève s'attend à ce que le professeur lui fasse rencontrer des exercices, qui ont une solution. Il s'attend également à pouvoir agir dans le milieu. Même s'il n'a jamais réfléchi à un tel exercice, la lecture de l'énoncé est accessible.

⁴ <https://calculatice.ac-lille.fr/>

Exerciseur et autonomie des élèves

Nous nous inscrivons dans une vision selon laquelle le développement de l'autonomie est en lien avec ce qui est à apprendre ou réinvestir et la situation proposée par le professeur. L'autonomie que nous considérons est donc liée à des savoirs, pour nous ici des savoirs mathématiques. Robert (1998) définit des niveaux de mise en fonctionnement des connaissances qui peuvent être rapprochés d'un développement de l'autonomie dans la mobilisation de savoir déjà connu des élèves. Robert considère ainsi trois niveaux : technique, mobilisable et disponible. Nous allons les préciser et les adapter au niveau d'étude de notre recherche. Le niveau technique correspond « à des mises en fonctionnement indiquées, isolées, mettant en jeu des applications immédiates de théorèmes, propriétés, définitions ou formules. Il s'agit donc de contextualisations simples, locales, sans étapes, sans travail préliminaire de reconnaissance, sans adaptations » (Robert, 1998, p. 165). Dans notre contexte d'étude, le niveau technique correspond à des activités dans l'exerciseur demandant de calculer explicitement (par exemple $7+8$). Le niveau « mobilisable » correspond à des mises en fonctionnement plus larges : encore indiquées, mais dépassant l'application simple d'une propriété à la fois. Ce peut être par exemple parce qu'il faut adapter ses connaissances pour appliquer le théorème adéquat, ou changer de point de vue ou de cadre (Robert, 1998, p. 166). Dans le contexte de notre étude, ce niveau peut correspondre à des activités dans l'exerciseur demandant de faire appel à la division euclidienne sans que le terme de division n'apparaisse dans l'exercice. Enfin, le niveau « disponible » « correspond au fait de savoir résoudre ce qui est proposé sans indications, d'aller chercher soi-même dans ses connaissances ce qui peut intervenir » (Robert, 1998, p. 166). Dans le contexte de notre étude, ce niveau pourrait correspondre par exemple à un problème de recherche. Cependant, l'exerciseur est un lieu d'entraînement par des exercices. Nous ne rencontrons pas ce niveau dans le cadre de notre étude.

Ces éléments de la littérature nous amènent à envisager pour l'analyse, la distinction théorique suivante : le développement de l'autonomie est en lien avec le niveau de mobilisation des savoirs déjà appris. Dans le cadre des usages d'un exerciseur, nous allons utiliser deux niveaux, le niveau technique et le niveau mobilisable. Les apports théoriques nous permettent de reformuler ainsi notre question de recherche : le milieu d'un exerciseur favorise-t-il la mobilisation de connaissances des élèves ?

Méthode de recueil des données

Pour tenter de répondre à notre question, nous avons rencontré différents professeurs. Nous avons mené des entretiens pour connaître leurs usages d'un tel exerciseur. Quelques séances de classe ont été filmées et transcrites. Nous avons filmé des écrans d'élèves (trois ou quatre) au cours de ces séances. Dans le cadre de cet article, nous rapprochons les données de trois classes, qui utilisent le même exerciseur en mathématiques calcul@tice (Carole, CE1 ou 4H, France, CM2 ou 7H, Sandrine, CE1 ou 4H (la classe compte des élèves de CE2 ou 5H également)). Tel que décrit par ses auteurs, l'exerciseur est conçu comme un site d'entraînement pour les élèves au calcul mental. Il est précisé que le site est construit pour offrir aux enseignants des activités en renforcement des apprentissages travaillées dans les classes.

SITUATIONS DE CLASSE

Conditions d'usage de l'exerciseur

Les conditions de l'usage de l'exerciseur sont différentes dans chaque classe. La classe de CE1 (4H) utilise l'exerciseur une fois tous les quinze jours, sur ordinateurs, dans la salle dédiée. Les élèves sont en binôme et ont en général trois exercices à faire, choisis par la professeure. La professeure se déplace de binôme en binôme, selon les besoins. La classe de CM2 (7H) utilise l'exerciseur tous les vendredis matin : chaque élève doit faire un travail écrit sur le cahier et une série de trois exercices de l'exerciseur, choisis par la professeure. L'élève s'organise comme il veut en fonction des ordinateurs libres dans la classe. Dix ordinateurs portables sont installés dans la classe. Le travail écrit sur le cahier permet aux élèves de faire le point de leurs connaissances acquises dans la semaine. La professeure est disponible uniquement avec ces élèves pour les soutenir. La classe de CE1/CE2 utilise l'exerciseur une fois tous les quinze jours environ.

Les élèves de CE2 (5H) ont une série de trois exercices de l'exerciseur à résoudre en autonomie, la professeure étant avec les CE1 (4H). La professeure n'est donc pas disponible pour les élèves de CE2, qui utilisent l'exerciseur. Les élèves utilisent des tablettes. Ces différentes organisations sont présentées sous forme de tableau (Fig. 1).

Niveaux	CE1 (4H)	CM2 (7H)	CE2 (5H)
Moyens techniques	ordinateurs fixes	ordinateurs portables	tablettes
Lieu	salle dédiée	salle de classe	salle de classe
Durées approximatives	20 minutes	25 minutes (parmi 3 heures)	25 minutes
Fréquences	2 fois par mois	4 fois par mois	2 fois par mois
Exercices	choisis par la professeure	choisis par la professeure	choisis par la professeure
Présentation des exercices	non	oui	oui
Modalité	binôme	Individuel/ aide entre pairs	Individuel/ Pas d'échange
Professeur	Disponible (se déplace de binôme en binôme, à la demande)	non disponible	non disponible (elle est avec les CE1)
Collaboration entre pairs	non	organisée	non

Fig. 1 : Organisation des classes observées

Un regard rapide sur ces trois classes montre que les professeures utilisent l'exerciseur régulièrement. Dans ce qui suit, nous faisons l'hypothèse que le moyen utilisé (tablette ou ordinateur) n'a pas d'influence sur les prises en main de l'exerciseur par les élèves, par exemple le rôle de la tablette ou de l'ordinateur pour valider un nombre ou l'écrire n'est pas interrogé.

Une première analyse de ce tableau montre que les professeures utilisent l'environnement numérique dans des conditions proches. L'exerciseur permet de dégager du temps à la professeure pour qu'elle puisse être disponible pour certains élèves. De plus cet usage est régulier. Les trois professeures nous confirment cet usage dans les entretiens. France en CM2 (7H), explique qu'elle ne souhaite pas intervenir auprès des élèves qui utilisent l'exerciseur parce qu'elle est occupée avec des élèves pour les aider à surmonter des difficultés rencontrées. Sandrine en CE1-CE2 (4H, 5H) rapporte le fait qu'elle a besoin de moments spécifiques avec les seuls CE1 (4H). Carole rapporte que, même si elle se déplace à la demande, les élèves travaillent beaucoup seuls.

Trois activités

Nous allons nous intéresser maintenant à l'environnement numérique. Pour chacune des classes, nous analysons une activité.

Niveau	CE1 (4H)	CM2 (7H)	CE2 (5H)
Activité	Calcul@kart	Le château fort	Le rectangle
Opérations	addition	division euclidienne	multiplication
Aide	Professeure (par moments)	un autre élève	aucune

Fig. 2 : Activités observées

LA CLASSE CE1 (4H) ET CALCUL@KART

Description

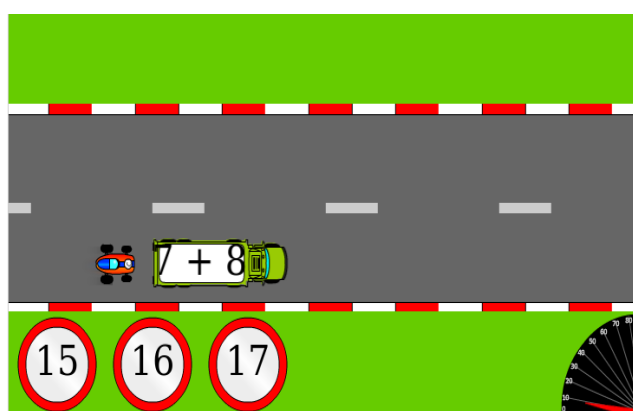


Fig. 3 : Un calcul

Calcul@kart⁵ propose d'additionner deux nombres entiers. Une opération en ligne est affichée sur la remorque du camion (par exemple $7+8$, Fig. 3). Le logiciel propose trois nombres, placé sous la route (au niveau de la bande d'arrêt d'urgence, ici 15, 16, 17). Pour répondre, il faut cliquer sur un des nombres proposés. En cas de bonne réponse, le kart va doubler le camion et le compte-tours en bas à droite de l'affichage va augmenter. En cas de mauvaise réponse ou de temps de réponse trop long, le logiciel va afficher la bonne réponse et le kart va percuter le camion.

Pour répondre aux questions, différentes stratégies sont envisageables : surcompter à partir du premier nombre, surcompter à partir du nombre le plus grand, faire appel à un résultat mémorisé, prendre appui sur les doubles ou les presque double (par exemple $7+8$), utiliser les compléments à 10 ($6 + 4$), organiser des décompositions-recompositions des nombres ($16 + 5 = 10 + 6 + 4 + 1 = 10 + 10 + 1$),

Analyse

Dans Calcul@kart, il s'agit de calculer une somme. La professeure nous explique que les calculs de cet exercice sont accessibles à ses élèves. Autrement dit, lorsque l'élève est confronté à l'environnement numérique, ses habitudes de calcul et ses habitudes de l'environnement numérique doivent lui permettre d'agir adéquatement, sans l'intervention de la professeure. Nous pouvons dire que nous sommes dans un niveau « technique » de mise en fonctionnement des connaissances (Robert, 1998). Il s'agit donc d'une contextualisation simple, locale et sans étapes.

⁵Voir la page d'exercices : <https://calculatice.ac-lille.fr/exercices/>

LA CLASSE DE CM2 (7H) ET LE CHÂTEAU FORT⁶

Description

L'exercice se présente sous forme d'une petite histoire imagée. Une porte de château fort doit être obstruée grâce à des morceaux de bois de deux longueurs, 1m et un autre nombre de mètres. La longueur de la porte est affichée. Il est demandé à l'élève « Écris le nombre de blocs de chaque taille. Utilise le moins de blocs possible ». Par exemple, la longueur de la porte est de 62 m (Fig. 4). L'élève doit compléter

■ 8m x □ ■ 1m x □ ?

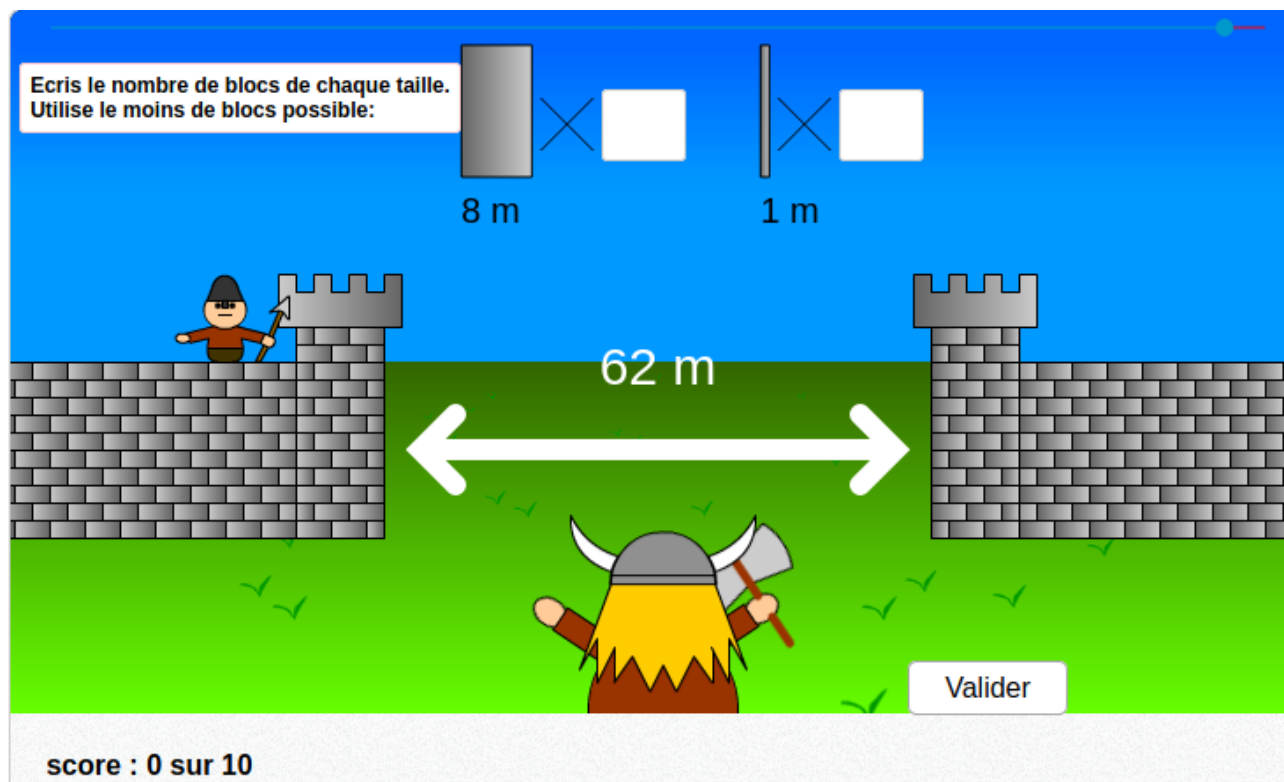


Fig. 4 : Un exemple

Si la réponse est juste, les blocs se placent devant la porte et l'obstruent. L'« ennemi » se cogne à la porte et tombe, un message de félicitations s'affiche. Si la réponse est fautive, un message propose une explication : « Attention ! Il n'y a pas assez de place pour ces blocs » lorsque la somme est supérieure à la longueur de la porte ou « Attention ! Il n'y a pas assez de blocs » dans le cas contraire. Un deuxième essai est proposé. S'il est faux, l'« ennemi » se glisse par la porte. Les blocs ainsi proposés se mettent sur la porte suivant le nombre de blocs choisis. Puis les blocs attendus en nombre adéquat permettent d'obstruer la porte. Les nombres de blocs attendus s'affichent alors en rouge. Un message indique à l'élève de regarder la correction, avant de passer à la suite.

Dans cet exercice, il s'agit de reconnaître la division euclidienne avec une expression $a = b \times q + r$. Le dividende a est représenté par la longueur de la porte. La grande barre ■ représente le diviseur b . L'expression affichée ■ x □ ? ■ x □ ? doit donc être vue comme ■ x $q + r$. Nous notons qu'il est inhabituel d'avoir le reste, multiplié par 1. De plus, la contrainte dans le texte « Utilise le moins de blocs possible » doit être reconnue comme $r < \blacksquare$ (ou $r < b$). Le dividende (a) n'est pas nécessairement un multiple du diviseur (b). Différentes stratégies des élèves sont envisageables. Ils peuvent réciter la table de multiplication (dans l'exemple, $1 \times 8, 8 ; 2 \times 8, 16 ; \dots 7 \times 8, 56 ; 8 \times 8, 64$) : ils encadrent ainsi le dividende par deux multiples du

⁶Cet exercice n'est plus disponible dans la version actuelle du site.

diviseur. Cette manière de faire est assez habituelle en classe. Les élèves choisissent le nombre inférieur le plus proche ($56 < 62$ avec en mémoire 8×7). Puis ils calculent la différence entre le nombre donné et le résultat de la table ($7 \times 8 = 56$; Il faut 6 pour aller à 62 : $56 + ? = 62$). Ils peuvent également faire des essais pour s'approcher du nombre en estimant l'ordre de grandeur ($6 \times 8 = 48$; $7 \times 8 = 56$). Ils peuvent alors conclure comme précédemment.

Analyse

Dans l'activité du château fort, il s'agit d'écrire une égalité en lien avec l'encadrement des multiples successifs du diviseur et la division euclidienne. La professeure nous explique qu'elle et ses élèves travaillent cette notion. Ils sont en train de faire des calculs de division ainsi que des problèmes. L'analyse des savoirs nous montre que, si l'activité est en lien avec les multiples et la division, il est nécessaire pour l'élève de le voir. Autrement dit, lorsque l'élève est confronté au milieu de l'environnement numérique, il doit s'appuyer sur ses connaissances. Nous pouvons dire que, quand l'élève découvre cet exercice, nous sommes dans un niveau « mobilisable » de mise en fonctionnement des connaissances où ces dernières dépassent l'application simple d'une propriété (Robert, 1998).

LE CE2(5H) ET LE RECTANGLE

Description

Dans l'exercice « le rectangle⁷ », le premier exercice se présente de la manière suivante : une grille de 12x12 carreaux s'affiche. Le carré en haut à gauche est surligné en bleu. Un point rouge se situe en bas à droite de ce carré. L'énoncé est présent : « Déplace le point pour avoir un rectangle de 10 petits carreaux » (le nombre, ici 10, change à chaque fois (cf. fig 5).

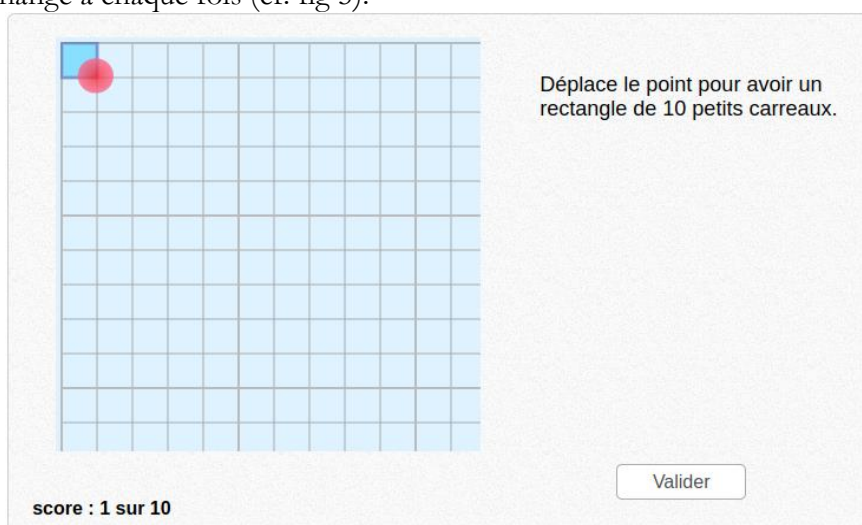


Fig. 5 : Un calcul

Il s'agit de déplacer le point rouge vers la droite et/ou vers le bas de manière à ce que le nombre de carrés demandés (ici 10) soit atteint. Différentes manières sont acceptées (1 ligne de 10 cases, 1 colonne de 10 cases, 2 lignes de 5 cases, 5 lignes de 2 cases). Si l'élève se trompe, il peut faire un nouvel essai. S'il se trompe une deuxième fois, le logiciel construit le rectangle, en appui sur les tables de 2 à 9.

Dans cette situation, il s'agit de décomposer le nombre comme un produit de deux facteurs entiers. Autrement dit, il ne suffit pas de connaître des résultats mémorisés organisés (la table de multiplication du 3, du 4...). Il faut retrouver une décomposition multiplicative, par exemple voir dans 21, 3 fois un nombre entier (ou 7 fois un nombre entier). Différentes stratégies sont envisageables. Une stratégie experte consiste à savoir retrouver le nombre à partir des résultats mémorisés connus. Par exemple, 10, c'est 2×5 donc

⁷Voir la page d'exercices : <https://calculatice.ac-lille.fr/exercices/>

l'élève trace deux colonnes de 5 cases ou deux lignes de 5 cases. L'élève peut aussi placer le nombre dans une table connue, par exemple 27 est dans la table du 3, et les résultats plus ou moins mémorisés et organisés permettent de déterminer 9. L'élève peut aussi envisager un des facteurs (par exemple placer 3 colonnes), puis ajuster le bouton rouge en dénombrant petit à petit les cases dessinées.

Analyse

Dans l'exercice du rectangle, il s'agit de voir un nombre comme un nombre-rectangle, c'est-à-dire voir un nombre entier comme le produit de deux nombres entiers. La professeure nous explique qu'elle et ses élèves travaillent la multiplication, vue comme addition itérée. Précisons cela. Écrire 2×5 signifie que l'on prend deux fois le nombre 5, soit $5 + 5$. Les élèves et la professeure sont en train de faire des calculs de produits, de transformer des additions itérées en multiplications et inversement. Autrement dit, lorsque l'élève est confronté au milieu de l'environnement numérique, il doit s'appuyer sur ses connaissances nouvelles (ce qu'est la multiplication) et il doit traduire ce qu'il connaît pour pouvoir tracer le rectangle. Nous pouvons dire que, quand l'élève découvre cet exercice, nous sommes dans un niveau « mobilisable » de mise en fonctionnement des connaissances où ces dernières dépassent l'application simple d'une propriété (Robert, 1998). Cela nécessite pour l'élève d'aller chercher lui-même dans ses connaissances ce qui peut intervenir.

Quelques élèves : analyses

EN CE1 (4H)

Dans la classe de CE1 (4H), nous n'avons filmé que deux élèves. Ces deux élèves effectuent de nombreux calculs (72 calculs). Ils s'engagent, ils connaissent les règles : il faut sélectionner un nombre, sinon un « accident » se produit. Les élèves savent ce que signifie le calcul additif proposé $6+7$. Ils savent également regarder où s'affiche le calcul et comment valider un des nombres affichés (connaissances instrumentales). Le problème qu'ils ont à résoudre est de choisir un nombre parmi trois. Comme nous l'avons vu dans l'analyse de cet exercice, à chaque calcul, si la somme n'est pas mémorisée, il est nécessaire de déterminer la somme. Les stratégies pour ces calculs ne sont pas imposées par le programme. Ce qui est attendu, c'est de trouver le nombre, dans le temps imparti. Les élèves utilisent une seule stratégie, surcompter en appui sur les doigts. Ils réussissent plutôt bien. Les rétroactions de l'environnement numérique les renforcent dans cette stratégie plutôt gagnante. Mais elles ne permettent pas de développer d'autres stratégies (même si elles sont travaillées en classe).

EN CM2 (7H)

Pour cette classe, nous allons retenir deux cas d'élèves. Le premier, Marc, va tenter plusieurs fois de répondre. À chaque fois il se trompe et le sait. Les rétroactions de l'exerciseur sont claires. Il sait s'il a juste ou non. Après 20 minutes, il quitte l'ordinateur. La deuxième élève, Valentine, est comme Marc au début. Elle n'y arrive pas. Très rapidement (au bout de 1 minute 35), la professeure demande à Valentine si elle souhaite de l'aide « Valentine, tu as besoin d'un coup de main ? ». Pourtant, la professeure n'est pas à côté d'elle, elle est avec des élèves qui travaillent sur leur cahier. Valentine accepte volontiers « Euh oui je crois ». Rémi propose de l'aider. Valentine et Rémi sont désormais ensemble (50 avec 8 et 1, Fig. 6).

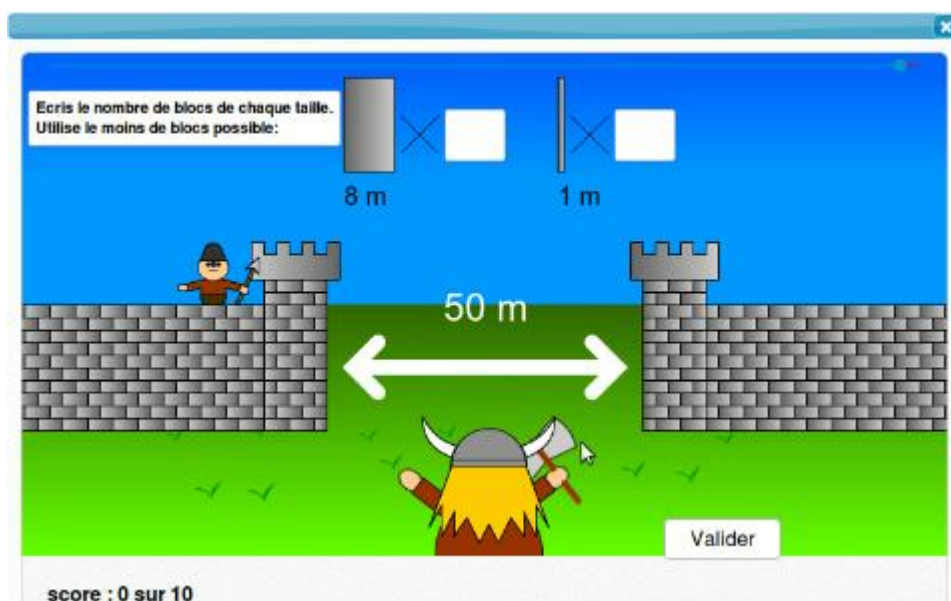


Fig. 6 : Un nouveau calcul

Rémi pose de nombreuses questions successives permettant à Valentine d'agir adéquatement : « sur 50 mètres. Combien de fois 8 pour faire 50 ? » ; « 8 fois 5 ? ». Rémi continue en proposant le calcul suivant dans la table de 8 « 8 fois 6 ? ». Rémi demande si on peut aller plus loin « à partir de 48, est-ce que tu peux aller plus loin que 50 en multipliant par 8 ? ».

Analysons ce moment. La professeure a déclaré qu'elle utilisait calcul@tice pour qu'elle puisse avoir du temps pour pouvoir travailler avec certains élèves. Elle explique qu'elle n'intervient pas. Par contre, elle insiste sur l'entraide entre les élèves. La traduction du problème par Rémi permet à Valentine d'agir adéquatement. Au départ, l'élève est confronté à différents éléments, épars et peu signifiants. Il ne sait pas faire immédiatement. Il propose des nombres comme réponse. Les rétroactions de l'exerciseur lui permettent de voir qu'il n'a pas la bonne réponse. Mais elles ne lui permettent pas d'agir adéquatement. Nous ne savons pas quelles sont les connaissances mobilisées. Lorsque les échanges ont lieu entre les deux élèves (Rémi et Valentine), il en est tout autrement. Le tuteur oriente l'attention de l'élève sur le savoir à mettre en œuvre, en proposant d'approcher les multiples successifs du diviseur. Comme le développement de l'autonomie des élèves est en lien avec le niveau de mobilisation des savoirs déjà appris, nous pouvons voir ici le niveau « mobilisable » des connaissances du tuteur engager l'élève tuteuré vers un niveau « technique » de connaissances. Ces mobilisations des connaissances ne sont pas visibles par la professeure.

EN CE2 (5H)

Dans cette classe, nous allons regarder un élève, Léo. Le premier nombre demandé est 4. Il écarte délicatement le doigt sur l'écran pour tracer un rectangle, représentant le nombre-rectangle 2x2. Ce premier calcul nous permet de voir qu'il sait utiliser la tablette (écarter les doigts, valider). Le deuxième nombre demandé est 21. Il agit de la même manière, en étirant sur le point rouge (2 colonnes de 10). Cette fois, il dénombre toutes les cases, en les pointant une à une de haut en bas. Comme le nombre obtenu (20) ne convient pas, il agrandit le rectangle d'une ligne (et donc de deux cases) et valide sans recompter. Le résultat est faux. Il ne parvient pas à faire les autres calculs.

Autrement dit, l'élève sait comment il doit utiliser la tablette dans l'exercice : en écartant le point rouge, il doit représenter un nombre par un rectangle sur un quadrillage (on le voit avec le nombre 4). Pour chaque nombre demandé, il peut s'appuyer sur ce qu'il connaît déjà : les tables de multiplication, les nombres-rectangles déjà travaillés, la multiplication vue comme une addition itérée, les habitudes en classe de mathématiques. Ces habitudes et ces connaissances modélisées par la notion de contrat didactique sont mises en défaut dans l'exercice, ici représenter 21 par un rectangle. Cependant, l'élève ne parvient pas à la décomposition du nombre attendue. Les rétroactions de l'exerciseur ne lui permettent pas d'agir adéquatement. À ce moment-là, personne n'intervient pour qu'il en soit autrement.

Synthèse

Les trois exercices, calcul@kart, le château fort et le rectangle, ont été proposés par les différents professeurs dans un contexte de réinvestissement, de l'addition (CE1, 4H), de la multiplication (CE2, 5H) et de la division (CM2, 7H). Les faits numériques ne se présentent pas de la même manière. Dans calcul@kart, les calculs sont demandés dans le sens de l'attente du résultat d'une opération : que vaut $6+7$? Le niveau de mise en fonctionnement des connaissances est technique (Robert, 1998). Dans le rectangle et dans le château fort, les calculs attendus sont inhabituels dans la classe. Pour le nombre rectangle, il faut déterminer les deux facteurs dont le résultat est donné : par exemple 20 est le résultat d'une multiplication, de quelle multiplication s'agit-il ? Dans le château fort, il faut déterminer le multiple le plus proche tout en étant inférieur à un nombre donné dans une table donnée : quel est le multiple de 5 le plus proche de 29 tout en étant inférieur à 29 ? Le niveau de mise en fonctionnement des connaissances est mobilisable (Robert, 1998) Dans le premier cas, les élèves peuvent s'engager facilement. Dans le second cas, il en est tout autrement (Léo, Marc et Valentine).

DISCUSSION-CONCLUSION

Notre étude comparative confirme les travaux concernant l'intérêt des élèves dans des environnements numériques (Karsenti & Fiévet, 2013). L'animation des activités séduit les élèves : ils jouent volontiers. Dans le même temps, notre étude montre les limites d'un tel exerciceur. Il s'agit d'exercices d'entraînement au calcul mental. Cela sous-entend que ces exercices peuvent être résolus en appui sur des stratégies déjà vues en classe. Dans les différents cas présentés, la plupart des élèves ont passé un agréable moment, semble-t-il. Cependant, nous n'avons pas pu mettre en évidence d'évolutions dans les usages des stratégies déjà connues. Les rétroactions de l'environnement numérique ne semblent pas permettre cette évolution. Par ailleurs, nous avons mis en évidence à travers cette étude de cas une limite de cet exerciceur, lorsque l'élève n'a pas pu mettre en œuvre les stratégies déjà vues en classe ou s'il n'établit pas de lien avec les stratégies utilisées en papier-crayon et avec l'exerciceur. Faut-il donc les priver de ces moments, puisque le gain pour les entraînements semble assez faible ? Ou alors peut-on continuer, malgré tout ? Le risque pourrait être aussi d'un désintérêt, la nouveauté amusante étant passée (Amadiou & Tricot, 2014). Le milieu incluant un exerciceur favorise-t-il la mobilisation de connaissances des élèves ? Notre étude donne à voir quelques pistes intéressantes. Dans la classe de CM2 (7H), la professeure a décidé de ne pas être disponible. Elle a organisé un tutorat entre pairs. Ainsi, lorsque Valentine rencontre une difficulté face à la nature de l'exercice, dans une situation d'autonomie, un élève (Rémi) est capable de transformer les questions de l'exercice proposé dans l'environnement numérique en une question mathématique (« en 29 combien de fois 5 ? »). Il permet ainsi à sa camarade (Valentine) d'aller jusqu'au bout des exercices. Le niveau de fonctionnement des connaissances rend ainsi compte d'un développement de l'autonomie. Mais comment l'élève devient tuteur ? (Sandron & Fagnant, 2017). Quelles pourraient être les actions des professeurs pour les engager dans cette voie ?

Le deuxième point porte sur l'évolution éventuelle des stratégies des élèves dans l'environnement numérique. Le temps est une variable importante pour l'automatisation des stratégies pour le calcul mental. Par exemple, dans [Calcul@kart](#), les élèves rencontrent des sommes. Comme nous l'avons vu, ils peuvent utiliser des stratégies déjà vues et ils réussissent plutôt bien. Ils apprennent à surcompter de plus en plus vite. En effet, un des intérêts de cet exerciceur est le temps qui est une variable importante pour l'automatisation de stratégies de calcul mental. Cette variable sur le temps ne modifie pas leurs stratégies.

Quelles pourraient être les actions des professeurs pour les conduire à les faire évoluer ? Lorsque la professeure n'est pas disponible (du fait du double niveau en CE1/CE2 (4H/5H)) ou parce qu'elle est avec d'autres élèves), nous avons décrit deux élèves (Léo et Marc) qui se lassent rapidement. Léo ne sait pas comment agir et le traduit par un « je ne comprends pas ».

Le milieu ne permet pas à tous les élèves d'agir adéquatement. Mais comment les professeurs peuvent-ils se rendre compte de cette impuissance d'agir, lorsqu'ils ne sont pas là ? Même lorsqu'ils sont là, ils peuvent

se trouver dans des situations de tension (Abboud & Rogalski, 2017). Par exemple, comment aider Valentine ?

Cette étude comparative permet de pointer des questions intéressantes. Les rétroactions de cet environnement numérique particulier sont insuffisantes pour permettre à l'élève d'agir de son propre mouvement. Les professeurs n'utilisent pas les exercices de manière isolée (Bueno-Ravel & Gueudet, 2013).

Nous précisons que, dans le cadre de notre étude, les professeurs n'utilisent pas toutes les fonctionnalités de l'exerciseur. En effet [Calcul@tice](#) permet aux professeurs d'avoir accès aux résultats des élèves et de personnaliser les parcours d'exercices à proposer aux élèves (dans l'application Concevoir des séances ou des parcours : *Préparer une séance à destination des élèves à partir de la bibliothèque d'exercices en y ajoutant si besoin des vidéos*).

Un tel usage peut probablement apporter quelques éléments de réponse. En faisant le choix d'observer les élèves, nous montrons que des actions des élèves échappent aux professeurs (l'aide apportée par Rémi, les manières d'agir de Léo, les deux élèves qui calculent sur leurs doigts). Ces actions échapperaient à l'usage du parcours d'exercices. Pourtant, elles pourraient être des signes, que les professeurs pourraient interpréter, avant et après les usages d'un tel environnement numérique, sachant que le moment des usages est fait en dehors de la présence des professeurs. Nous envisageons de continuer à documenter ces moments hors de la présence des professeurs et de les partager avec eux. C'est le choix que nous avons fait à la suite de cette étude comparative. Nous, chercheurs, travaillons avec des professeurs, des formateurs dans le cadre d'une ingénierie coopérative (Sensevy *et al.*, 2013 ; Sensevy, 2016 ; Sensevy & Bloor, 2019). Notre but est de documenter ce qui se passe dans ces instants hors de la présence des professeurs et de les partager dans le collectif. Cette coopération devrait nous permettre d'élaborer des orchestrations nouvelles (Trouche, 2011 ; Gueudet, Bueno-Ravel & Poisard, 2014), incluant des usages de l'exerciseur (qui engagent les élèves) et des moments de travail dans l'environnement papier-crayon pour permettre aux élèves de travailler de nouvelles stratégies (Athias *et al.*, 2022).

BIBLIOGRAPHIE

- Abboud, M. & Rogalski, J. (2017). Des outils conceptuels pour analyser l'activité de l'enseignant ordinaire utilisant des technologies en classe. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 37(2-3), 161-216.
- Amadiou, F & Tricot, A. (2014). *Apprendre avec le numérique, Mythes et réalités*. Édition Retz.
- Athias, F., Vaterkowski, A-L., Ochem, A. et Joly, S. (2022). Des ressources en ligne pour l'école primaire. *MathémaTICE* N° 82.
- Baudrit, A. (2000). Le tutorat : un enjeu pour une pratique pédagogique devenue objet scientifique ? *Revue française de pédagogie*, 132, 125-153.
- Bernard, F-X., Boulc'h, L. & Arganini, G. (2013). Utilisation de tablettes numériques à l'école. Une analyse du processus d'appropriation pour l'apprentissage. *Sciences et Technologies de l'information et de la communication pour l'éducation et la formation* (STICEF), ATIEF, 1-13.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Bueno-Ravel, L. & Gueudet, G. (2013). L'approche instrumentale des genèses d'usage : le cas des bases d'exercices en ligne. Des technologies aux ressources numériques, genèses d'usages et genèses documentaires Dans J.-B. Lagrange (Ed.), *Les technologies numériques pour l'enseignement - Usage, dispositif et genèses* (pp. 106-1249), Toulouse : Octarès.
- Collectif Didactique Pour Enseigner, CDpE (2019). *Didactique pour enseigner*. Presses Universitaires de Rennes.
- Gueudet, G., Bueno-Ravel, L., & Poisard, C. (2014). Teaching Mathematics with Technology at the Kindergarten Level: Resources and Orchestrations. In A. Clark-Wilson, O. Robutti, & N. Sinclair (Éds.), *The Mathematics Teacher in the Digital Era* (Vol. 2, p. 213-240). Springer Netherlands.
- Ifenthaler, D. & Schweinbenz, V. (2013). The acceptance of Tablet-PCs in classroom instruction: The teachers' perspectives, *Computers in Human Behavior*, 39 (3), 525-534.

- Karsenti, T. & Fievez, A. (2013). *L'iPad à l'école : usages, avantages et défis : résultats d'une enquête auprès de 6057 élèves et 302 enseignants du Québec (Canada)*. Montréal, QC : CRIFPE.
- Karsenti, T. P. (2015). *Usages didactiques des technologies de l'information et de la communication (TIC) pour soutenir le développement de la compétence à écrire des élèves du primaire en milieu défavorisé*. Rapport de recherche. Université de Québec.
- Robert, A. (1998). Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18(2), 139-190.
- Sandron, L. & Fagnant, A. (2017). L'influence d'une formation au tutorat sur les performances en résolution de problèmes et sur la motivation autodéterminée d'élèves de fin d'enseignement primaire. *Revue française de pédagogie*, 178, 75-92.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. De Boeck.
- Sensevy, G. (2016). Le collectif en didactique. Quelques remarques. Dans Y. Matheron, G. Gueudet, V. Celi, C. Derouet, M. Krysinska, S. Quilio, M. Rogalski, T. A. Sierra, L. Trouche, C. Winslow, & S. Besnier (Éds.), *Enjeux et débats en didactique des mathématiques* (Vol. 1, p. 223-253). La pensée Sauvage Éditions.
- Sensevy, G., Forest, D., Quilio, S. & Morales, G. (2013). Cooperative engineering as a specific design-based research. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 45(7), 1031-1043.
- Sensevy, G. & Bloor, T. (2020). Cooperative Didactic Engineering. Dans S. Lerman, (Eds) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Cham. https://doi-org.scd1.univ-fcomte.fr/10.1007/978-3-030-15789-0_100037
- Slavin, R-E. & Lake, C. (2008). Effective programs in elementary mathematics: A best-evidence synthesis. *Review of Educational Research*, 78, (3), 427-515.
- Trouche, L. (2003). *Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques : Nécessité des orchestrations*.
- Villemonteix, F. & Béziat, J. (2013). Le TNI à l'école primaire : entre contraintes et engagement. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 20(1), 327-350.
- Villemonteix, F., Hamon, D., Nogry, S., Sejourné, A., Hubert, B. & J-M. Gélis, J-M. (2015). *Expérience tablettes tactiles à l'école primaire - ExTaTE*. [Rapport de recherche] Laboratoire EMA.