
EMPLOI DE MATHENPOCHE ET APPRENTISSAGE : L'EXEMPLE DE LA PROPORTIONNALITE EN SIXIEME

Ghislaine GUEUDET
CREAD¹ et IUFM de Bretagne
Irem de Rennes

Résumé : Ce texte présente le travail d'un groupe de recherche INRP-IUFM de Bretagne qui a réalisé un enseignement expérimental de proportionnalité avec Mathenpoche en classe de sixième. Nous avons mis en place un scénario d'usage spécifique, qui laisse les élèves accéder librement à un vaste corpus d'exercices, accorde une part importante aux traces écrites et prévoit une mise en commun du travail fait sur l'ordinateur. Nous avons pu observer différents comportements des élèves avec le logiciel. Nous évaluons par ailleurs les apprentissages réalisés par les élèves en particulier à propos des procédures de résolution d'un problème de proportionnalité, de l'identification d'une situation de proportionnalité, et de la construction ou de l'emploi d'un tableau de proportionnalité.

Le nombre d'enseignants utilisant Mathenpoche dans leur classe est de plus en plus important, et les textes portant sur l'utilisation de Mathenpoche, suivant ce mouvement, sont donc logiquement de plus en plus nombreux. Ces textes sont de différentes natures : présentations de concepteurs (Hache 2004), témoignages d'enseignants (Thimonnier 2004), mais aussi de premières recherches (Hersant, Vandebrouck 2006).

D'importantes expérimentations sont en cours dans plusieurs académies. Le travail que nous présentons ici, s'il rejoint ce mouvement, n'y était pas destiné a priori. En effet

il s'agit d'une étude effectuée par un groupe de recherche de l'IUFM de Bretagne dont le thème de travail était les conséquences pour l'apprentissage de la proportionnalité de l'emploi d'une base d'exercices en ligne. Le groupe a décidé, en décembre 2003, de retenir Mathenpoche pour ses expérimentations. Nous nous situons donc en marge de ce qui est le plus souvent présenté : nous n'étudions pas les usages courants de Mathenpoche en classe. Nous avons au contraire mis en place un scénario d'usage de Mathenpoche (dans ce qui suit nous utiliserons l'abréviation Mep) probablement très éloigné des pratiques courantes, afin d'étudier les apprentissages réalisés par les élèves lorsqu'ils travaillent sur une ressource en ligne de ce type.

¹ Centre de recherches sur l'éducation, les apprentissages et la didactique, Université de Rennes 2 – IUFM de Bretagne

1. — Présentation du questionnement

Le point de départ de notre travail était la question (naïve !) suivante : est-il possible pour un enseignant d'utiliser une base d'exercices en ligne², en l'occurrence Mep, pour faire découvrir à ses élèves des notions, des propriétés, des procédures mathématiques avant que celles-ci aient été présentées en cours ? Pour étudier cette question de manière expérimentale, il est bien entendu nécessaire de ménager à des élèves un temps de travail sur Mep d'une durée suffisamment longue avant le cours correspondant. Il ne s'agit pas d'écarter l'enseignant pour laisser à Mep seul la responsabilité de l'enseignement. Nous souhaitons au contraire contribuer à la réflexion sur les scénarios d'usage (Guin&Trouche 2004) de Mep.

Evaluer ce que les élèves apprennent en travaillant sur Mep sans apport mathématique de l'enseignant pour toute la classe peut permettre ensuite de concevoir des scénarios prévoyant des interventions appropriées de l'enseignant, à des moments bien choisis.

Organiser un travail long pour des élèves sur Mep sans intervention de l'enseignant nous a alors conduits à de nouvelles questions. Tout d'abord les élèves n'ont pas tous le même comportement lors de leur travail avec le logiciel. En les laissant accéder à un contenu assez vaste, sans contrainte portant sur leur parcours, ils peuvent développer des modes d'utilisation de la ressource très divers. Et ils réalisent également des apprentissages très divers.

On peut dès lors se demander quels sont ces modes d'utilisation, quels sont les appren-

tissages réalisés, et si des liens existent entre les comportements sur Mep et les apprentissages réalisés. De plus il nous a semblé nécessaire d'associer au travail sur Mep une demande importante de production de traces écrites.

Ainsi les questions que nous étudions sont les suivantes :

- Lors d'un travail long sur Mep sans intervention de l'enseignant, peut-on observer différents parcours, différents comportements d'élèves sur l'ordinateur, et lesquels ? Ces comportements ont-ils des conséquences sur les apprentissages ?
- Quelles peuvent être les conséquences sur les apprentissages d'un enseignement comportant un travail important sur Mep, associé à des traces écrites à produire par les élèves ?

Nous avons retenu pour notre étude le thème mathématique de la proportionnalité, et ce pour deux raisons. Tout d'abord, la proportionnalité est un contenu mathématique qui se prête bien à un apprentissage fondé sur la résolution de problèmes. De plus, des études antérieures (Hersant 2001) ont porté sur les conséquences de l'emploi par des élèves en autonomie d'un logiciel proposant des problèmes de proportionnalité.

La constitution de notre groupe nous a conduits à expérimenter en CM2 et en sixième. Par souci de brièveté autant que de clarté, nous ne présentons ici que ce qui concerne le niveau de sixième. Pour déterminer les connaissances relatives à la proportionnalité dont nous allons observer l'évolution, nous nous sommes référés au programme du cycle 3 de l'école primaire, à celui de sixième qui est entré en vigueur à la rentrée 2005, et aux tra-

² Pour la définition de base d'exercices en ligne, voir par exemple Hersant & Vandebrouck 2006.

vaux de recherche en didactique des mathématiques sur la proportionnalité d'autre part (Vergnaud 1997, Boisnard et al. 1994). Nous avons retenu différents aspects dans le contenu mathématique relatif à la proportionnalité, ici nous en évoquerons trois :

— *les procédures employées par les élèves* : nous distinguons deux principaux types de procédures justes : les procédures reposant sur la linéarité, qui peut être additive ou multiplicative et les procédures reposant sur l'emploi d'une « constante multiplicative », c'est à dire ici : le coefficient de proportionnalité ou la valeur unitaire. En bien entendu, le principal type de procédure fautive est l'emploi d'une relation additive fautive. Prenons l'exemple du problème suivant : « trois tables identiques pèsent 18 kilos. Combien pèsent 12 tables ? ». Un élève qui répond « 12, c'est 4 fois 3, donc 12 tables pèsent $4 \times 18 = 72$ kilos » utilise la linéarité multiplicative. Un élève qui écrit « Si trois tables pèsent 18 kilos, une table pèse 6 kilos et donc 12 tables pèsent $6 \times 12 = 72$ kilos » utilise la valeur unitaire. Et l'erreur additive serait « $12 = 3 + 9$ donc 12 tables pèsent 9 kilos de plus que 3 tables, 12 tables pèsent $18 + 9 = 27$ kilos. »

— *le tableau de proportionnalité* : ce tableau peut être utilisé parce que c'est demandé dans l'exercice, ou spontanément. Dans le deuxième cas on dira que le tableau est utilisé comme outil. Lorsque le tableau est entièrement constitué par les élèves, il est également important de voir si ceux-ci y font bien figurer toutes les données de l'énoncé, et indiquent bien les intitulés de lignes ou de colonnes.

— *la reconnaissance d'une situation de proportionnalité ou de non proportionnalité*.

Le programme du cycle 3 de l'école primaire fixe les objectifs suivants : « résoudre des problèmes relevant de la proportionnalité en uti-

lisant des raisonnements personnels appropriés ». Ainsi il apparaît clairement que la reconnaissance de situations de proportionnalité, l'emploi de tableaux de proportionnalité, mais également la connaissance experte de procédures de résolution de problèmes de proportionnalité sont à acquérir en sixième. Les procédures ont, bien entendu, un statut particulier ; en effet ce qui sépare une procédure personnelle d'une procédure experte est surtout le fait que la procédure experte est en quelque sorte officielle, elle a été présentée par l'enseignant, ce qui est difficilement visible dans le travail de l'élève.

Nous avons mis en place un dispositif expérimental que nous présentons dans la partie suivante (partie II). Dans la partie III nous présentons les différents comportements d'élèves que nous avons observés dans les classes. Nous nous penchons ensuite en partie IV sur les apprentissages réalisés par les élèves des deux classes étudiées, apprentissages que nous tentons de relier aux comportements en partie V, en présentant des cas particuliers d'élèves que nous avons retenus.

2. — Présentation de l'expérimentation.

Nous allons dans un premier temps faire un très bref rappel des caractéristiques de Mep qui sont importantes pour la suite de l'analyse ; ensuite nous présenterons le scénario d'usage retenu.

1. Mep : présentation rapide des caractéristiques du logiciel

Un « exercice » Mep comporte 5 ou 10 problèmes de structure voisine, qui doivent être faits d'un seul tenant (les exercices que nous avons retenus comportent tous seulement 5

problèmes chacun). Plusieurs jeux de valeurs numériques sont associés à chaque problème ; ainsi les valeurs numériques changent si l'élève relance l'exercice.

La réponse que l'élève doit fournir est numérique, ou plus rarement sous forme de QCM. L'élève peut faire deux essais de réponse ; à la première réponse fautive il reçoit un feedback « faux, encore un essai », et à la deuxième réponse fautive l'ordinateur affiche la bonne réponse. L'élève est crédité de 1 point par problème bien résolu ; son score sur l'ensemble de l'exercice (score sur 5 points) est toujours apparent. Si à la fin de l'exercice le score de l'élève est inférieur ou égal à 3 sur 5, un message s'affiche qui lui conseille de recommencer.

Durant la résolution d'un problème, l'élève peut accéder à une aide, en permanence pour certains exercices, ou après une première erreur pour d'autres. Cette aide est la même pour tous les problèmes d'un exercice, elle est basée sur la résolution d'un problème du même type.

Par ailleurs dans tous les exercices que nous avons retenus l'élève dispose d'une calculatrice élémentaire. Ces caractéristiques montrent que les auteurs du logiciel ont une idée a priori sur les usages : le score est très apparent, et l'élève est fortement incité à l'améliorer en relançant l'exercice. Les jeux de valeurs différents permettent d'éviter des stratégies de mémorisation.

Côté enseignant, un professeur inscrit comme « testeur » peut utiliser la version « réseau » de Mep. Il doit rentrer les noms de ses élèves et attribuer à chacun un login et un mot de passe. Il peut alors programmer pour ses élèves des séances, en choisissant le conte-

nu mathématique de celles-ci parmi les exercices de Mep. L'enseignant a également accès à un outil de suivi des élèves. Il peut les suivre « en direct », pendant les séances en classe ; à partir du poste enseignant, il visualise le déroulement du travail de chaque poste élève. Il peut aussi imprimer un bilan de la séance ; il y a une partie du bilan qui donne des informations sur le travail de l'ensemble de la classe, et une partie pour chaque élève, ou binôme d'élèves (en fait pour chaque poste). On sait : quels exercices ont été abordés ; combien de questions ont été faites ; si elles ont été réussies à la première tentative, à la deuxième tentative, ou pas ; combien de temps a été passé sur l'exercice. Nous avons beaucoup utilisé ces bilans pour l'analyse de l'expérimentation, nous en donnons un exemple en annexe 1.

2. Présentation du scénario d'usage

Les principaux choix a priori que nous avons faits pour le scénario sont les suivants :

- laisser les élèves travailler sur Mep pendant un nombre significatif de séances, sans intervention de l'enseignant pour toute la classe ;
- retenir uniquement des exercices Mep comportant 5 problèmes, et non 10. En effet nous avons travaillé avec de jeunes élèves (CM2 et sixième), sur des problèmes de proportionnalité. L'expérience faite lors de notre première année de fonctionnement nous a montré que les exercices de 10 problèmes risquaient de décourager les élèves de ces classes. Le corpus retenu comporte donc toute la série³ « Proportionnalité / Liaison

³ On trouve ces exercices à l'adresse <http://mathenpoche.sesamath.net/index2.php?option=apropos&niveau=6>. Choisir « Utiliser en ligne », puis « Numérique », puis « proportionnalité », enfin « liaison CM2/6ème » ou « proportionnalité ».

CM2/sixième » (codée 6N5s0 dans le logiciel), et les exercices « Proportionnalité ou pas ? » (6N5s1ex3) et « Compléter un tableau » (6N5s3ex1).

— ménager un place importante à l'écrit. Il s'agit tout d'abord de demander aux élèves des écrits individuels. C'est pourquoi nous avons élaboré un carnet de bord, c'est-à-dire en l'occurrence un document papier qui reprenait les exercices proposés par le logiciel, et dans lequel les élèves devaient écrire individuellement leur résolution de l'exercice, ainsi que d'éventuelles questions ou remarques pour l'enseignant. Les élèves devaient remplir ce carnet de bord durant chacune des séances de classe sur Mep. L'enseignante relevait les carnets et les annotait après chaque séance. L'exemple d'une page de carnet de bord est donnée en annexe 2. Par ailleurs, nous avons également fait réaliser aux élèves des écrits collectifs (affiches) comme support à la mise en commun du travail réalisé sur l'ordinateur.

— organiser le travail sur l'ordinateur en binômes. Ce choix résultait en partie d'une contrainte matérielle, due au nombre d'ordinateurs disponibles. Mais nous aurions pu contourner cet obstacle en organisant des séances en demi classe. Nous avons choisi de ne pas le faire, afin de favoriser les discussions entre les élèves, la confrontation de procédures proposées, ainsi que l'échange sur les choix de navigation.

L'enseignement correspondant s'est déroulé dans quatre classes : deux classes de sixième, une classe de CM2, et une classe de CM1/CM2 ; comme nous l'avons dit plus haut, ici nous ne parlerons que des deux classes de sixième, que nous noterons respectivement sixième A et sixième B. Ces classes comportent toutes deux 25 élèves. Les élèves sont issus d'un

milieu favorisé pour l'une (sixième A), et plutôt modeste pour l'autre (sixième B). Nous n'avons pas choisi ces contextes sociaux a priori, et nous ne les avons pas pris en compte dans l'analyse.

Le scénario d'expérimentation, que l'on peut également considérer comme un scénario d'usage de Mep comporte neuf séances d'une heure (une séance par semaine) dont le contenu est présenté dans le tableau 1 de la page suivante. Ces classes n'avaient pas encore travaillé sur la proportionnalité au début de l'expérimentation, ce qui n'exclut pas bien entendu que certains élèves disposent déjà de connaissances à l'issue du CM2. Au terme de cet enseignement, nous souhaitons que les élèves sachent mettre en œuvre les connaissances exposées lors de la séance 8 d'institutionnalisation.

Dans la sixième A, certains élèves se sont de plus connectés chez eux ou au CDI ; mais cet usage est resté marginal, et nous n'en tenons pas compte ici.

Chacune des séances 1 à 6 était observée par un ou plusieurs membres du groupe ; les séances d'échanges des quatre classes ont été filmées. Au terme de ce dispositif expérimental, nous disposons pour chaque élève des traces suivantes : son état des lieux initial ; son carnet de bord rempli ; l'affiche réalisée par son groupe et ses interventions lors de la séance d'échanges ; son état des lieux final et le suivi informatique de son travail sur Mep.

3. — Comment les élèves utilisent Mep

Pour analyser le travail des élèves sur le logiciel, nous disposons de données chiffrées issues des suivis d'élèves, et des observations

Tableau 1 : déroulement de l'enseignement de proportionnalité avec Mep.

Séance 0	Première évaluation : état des lieux initial (EL1, <i>Annexe 3</i>).
Séance 1 prise en main du logiciel et du carnet de bord.	Travail sur ordinateur (toujours en binôme) avec « Recettes », et « Combien » accessible pour les élèves qui iraient vite. Présentation du carnet de bord et de son emploi.
Séance 2 machine	Travail sur ordinateur (« Recettes », « Combien », « Comparaison »)
Séance 3 machine	Travail sur ordinateur (« Recettes », « Combien », « Comparaison », « Proportionnalité ou pas », « Compléter un tableau »)
Séance 4 machine	Travail sur ordinateur avec toute la série liaison CM2/sixième, « Proportionnalité ou pas », « Compléter un tableau »
Séance 5 préparation des échanges	Confection par groupes de quatre d'affiches sur les thèmes : « qu'est qu'un problème de proportionnalité ? » ; « à quoi sert un tableau de proportionnalité ? » ; « utiliser différentes procédures pour résoudre un problème de proportionnalité ».
Séance 6 échanges	Débat sur les affiches réalisées.
Séance 7	Evaluation finale : état des lieux final (EL2, <i>Annexe 4</i>).
Séance 8	Institutionnalisation (hors expérimentation). : présentation systématique des différentes procédures, introduction de la notion de coefficient de proportionnalité ; élaboration et emploi d'un tableau de proportionnalité ; reconnaissance d'une situation de proportionnalité en utilisant un graphique ou un tableau.

directes que nous avons réalisées. Ces observations ont montré deux faits qui ne sont pas accessibles via les suivis informatiques, et qui vont à l'encontre des attentes des enseignants.

D'une part les élèves font systématiquement appel à la calculatrice. On peut le voir dans ce que dit cette élève de la sixième B : « Attends il faut bien réfléchir. On vérifie quand même que 2×5 ça fait 10. Ça devrait, mais on ne sait jamais ». Après quoi elle vérifie effectivement avec la calculatrice.

D'autre part, les élèves ont très peu recours à l'aide du logiciel. Dès qu'ils réalisent qu'il s'agit d'une aide générale, qui ne donne aucune indication sur le problème qu'ils sont en train de traiter, ils ne la consultent plus

de leur propre initiative, en dehors d'une incitation directe de l'enseignant.

Au-delà de ces constantes, l'observation qui domine est la variété des comportements d'élèves. On peut s'en rendre compte en consultant le tableau 2 ci-contre, qui donne quelques éléments chiffrés pour la sixième A, comportant 13 binômes d'élèves.

Cette variété dans les éléments quantitatifs correspond à une véritable variété de comportements. Ceux-ci sont certainement fortement influencés par le scénario ; nous ne cherchons pas à identifier des profils d'élèves, qui seraient indépendants de la structure de la séquence intégrant Mep. Nous allons simplement décrire ici les comportements qui sont apparus dans les classes que nous avons observées.

Tableau 2 : *statistiques d'emploi de Mep dans la sixième A (3×1 heure en classe).*

	Min	Max	Moyenne	Ecart-type
Nombre d'exercices (soit 5 problèmes) abordés au total	3	7	4,7	1,2
Nombre maximum d'exercices lancés en une séance	1	7	2,8	1,5
Nombre maximum de fois où un exercice est relancé	0	5	1,2	1,4
Moyenne des scores maximum (score sur 5)	2,7	5	4,2	0,8

Faire une fois chaque problème

Ce comportement a été adopté par 19 binômes sur les 26 que comportent les deux classes (en fait plus précisément 18 binômes et une élève seule, soit 37 élèves sur 50). Ces élèves font chaque exercice qu'ils abordent une fois et une seule, quelle que soit leur note finale à l'exercice. Ils les traitent le plus souvent dans l'ordre d'apparition à l'écran. En fait, ces élèves travaillent sur l'ordinateur comme lors des séances traditionnelles. Le fait qu'il y ait tant d'élèves concernés n'est pas surprenant. D'une part, cette attitude correspond à ce que les élèves ont l'habitude de faire. D'autre part, notre scénario décourageait plutôt les élèves de refaire le même exercice, puisqu'ils savaient que l'évaluation finale portait sur l'ensemble du corpus. Nous avions d'ailleurs craint que les élèves ne parcourent rapidement les exercices, en « zappant » pour essayer de tout voir sans approfondir. Ce cas s'est en fait peu produit, il correspond au comportement suivant.

Visiter les exercices

Ces élèves ne font eux aussi qu'une fois chaque exercice ; ils se distinguent des autres par le temps passé sur chacun. Ils ont passé au maximum 15 minutes par exercice. Ce temps peut paraître très long pour un travail sur un exercice Mep, ne comportant de plus que

5 questions. Mais il faut rappeler que les élèves devaient écrire en même temps la solution sur leur carnet de bord, ce qui est difficile à réaliser en moins de 3 minutes par problème !

En fait ici seulement deux binômes d'élèves se sont comportés de cette manière, soit 4 élèves sur 50. Il s'agissait d'élèves ayant de bons résultats en mathématiques. Ceux-ci se sentaient visiblement suffisamment confiants pour ne pas tenir compte de la note attribuée par Mep et du conseil proposé. Pour certains exercices délicats (par exemple : « à chacun son problème », exercices de proportionnalité simple composée, qui impliquent donc tous deux relations successives de proportionnalité simple) ils n'ont pas dépassé la note de 2 sur 5 ; ils n'ont pas recommencé en dépit du conseil affiché à l'écran. Le faible nombre d'élèves adoptant ce comportement reste pour nous surprenant. En effet, le détournement qui consiste à « surfer » sur Mep est une difficulté souvent signalée par les enseignants (Thimonnier 2004). C'est certainement notre demande importante de traces écrites qui a causé un ralentissement du rythme de navigation.

Suivre les conseils de Mep

Certains élèves recommencent systématiquement l'exercice s'ils obtiennent une note de 3 sur 5 ou moins. Quatre binômes, c'est à dire 8 élèves sur 50, se comportent de cette

manière. Ces élèves suivent les suggestions de Mep. En effet, à partir de 3 sur 5 et en dessous, un conseil est affiché qui suggère de recommencer l'exercice. Ces élèves semblent clairement moins confiants que les précédents. Ils recommencent lorsque l'ordinateur leur dit de le faire, et pas uniquement pour maximiser leur score, sinon ils n'iraient pas jusqu'au bout des 5 questions de l'exercice.

Maximiser le score

Seule une élève parmi les 50 que nous avons observés se comportait de cette manière. Elle relançait l'exercice complet dès sa première erreur (souvent à la question 1 ou 2). Son objectif était uniquement d'obtenir un score de 5 sur 5, en dépit du scénario choisi ici. En effet, comme nous l'avons dit plus haut, ce scénario encourageait les élèves à essayer d'aborder de nombreux exercices. Certains enseignants qui utilisent régulièrement Mep nous ont indiqué que ce comportement serait un détournement assez courant, qu'ils découragent notamment en expliquant aux élèves qu'ils verront tous les scores obtenus à l'exercice grâce aux suivis des élèves, et non pas seulement le meilleur score.

Existe-t-il un lien entre ces comportements et les apprentissages réalisés ? C'est la question que nous allons étudier dans la partie V. Nous allons tout d'abord dans la par-

tie IV dresser un panorama de l'évolution des connaissances dans la classe, qui permettra de mieux situer ensuite des évolutions individuelles.

4. — Qu'est-ce que les élèves ont appris en travaillant sur Mep ?

Dans cette partie nous dressons un bilan de l'évolution des connaissances dans les deux classes de sixième, à propos de chacun des trois aspects de la proportionnalité que nous avons retenus : les procédures, les tableaux, la reconnaissance d'une situation de proportionnalité.

— *Procédures*

Si on effectue une comparaison numérique abrupte de l'état des lieux initial (EL1) et de l'état des lieux final (EL2), on obtient le tableau 3 ci-dessous.

On voit ici que bon nombre d'élèves savent dès le départ résoudre certains problèmes de proportionnalité ; la moitié d'entre eux sait même mettre en œuvre les deux types de procédures. On observe cependant une progression générale sur les procédures de linéarité comme sur les procédures qui emploient une constante multiplicative. En travaillant sur Mep, certains élèves ont peut-être simplement approfondi ce qu'ils connaissaient déjà. D'autres ont découvert des procédures qu'ils

<i>50 élèves de sixième</i>	<i>EL1</i>	<i>EL2</i>
Emploi d'une constante multiplicative	31 (62%)	40 (80%)
Emploi d'une propriété de linéarité	32 (64 %)	35 (70%)
Emploi des deux types de procédures	24 (48 %)	28 (56%)
Emploi d'une procédure additive fausse	6 (12%)	19 (38%)

Tableau 3. *Procédures : comparaison état initial-état final.*

n'auraient pas spontanément mises en œuvre. Cependant l'institutionnalisation reste nécessaire, pour notre objectif d'emploi systématique d'une procédure appropriée.

Pour ce qui est des procédures additives fausses, l'apparente régression est due au problème de proportionnalité simple composée que beaucoup plus d'élèves ont abordée dans l'état des lieux final. Dans l'état des lieux initial, beaucoup d'élèves l'avaient peu ou pas abordé, et n'avaient ainsi pas commis d'erreur de procédure. Le repli sur des procédures fausses, lorsqu'un problème délicat est rencontré, est un phénomène bien connu. Il faudra ici plus de temps aux élèves pour réussir ce type de problèmes.

L'étude des carnets de bord permet d'affiner l'observation des évolutions. Dans tous les carnets, on note l'emploi de procédures reposant sur la linéarité additive et multiplicative. Et pratiquement tous (49 sur les 50) ont aussi recours au passage à l'unité, ou au coefficient, c'est à dire à une procédure de type « constante multiplicative ».

Parmi les 8 exercices que les élèves pouvaient traiter sur Mep, les 6 de la série "Liaison CM2/sixième" comportaient des solutions détaillées, et même pour la plupart deux solutions détaillées possibles, montrant chacune une procédure différente. Il nous semble que cet aspect a joué un rôle important dans l'enrichissement des procédures utilisées par les élèves. Cependant la tâche de proposer deux procédures différentes pour résoudre le même problème reste difficile. Ainsi dans les affiches qui portaient sur ce thème (« Proposer deux façons différentes de résoudre le problème ... »), les élèves n'ont pas toujours su proposer deux procédures différentes. Parfois ils ont cru le faire en utilisant des opérations dif-

férentes. Certains élèves ont remplacé des divisions par des multiplications à trous, ou ont transformé une multiplication en addition itérée pour arriver à une autre « manière de faire ». Lors de la résolution d'un problème, l'élève s'engage dans une procédure. Il est capable, suivant l'énoncé, de privilégier différentes procédures. Mais lorsqu'il en a retenu une pour un énoncé donné, il devient naturellement plus délicat d'en imaginer une autre.

— *Tableaux de proportionnalité*

Lors de l'état des lieux initial, seulement six élèves avaient spontanément utilisé un tableau comme outil, ce qui est tout à fait cohérent avec le programme de CM2. Dans l'état des lieux final, ce sont 28 élèves qui emploient le tableau en dehors de l'exercice où cet emploi était demandé. Pour ces élèves, le tableau constitue réellement une aide au raisonnement. Témoin de ce travail de raisonnement, un opérateur multiplicatif est présent sur une part non négligeable des tableaux proposés par les élèves ; il peut s'agir du coefficient de proportionnalité, ou d'un opérateur de linéarité multiplicative.

On observe aussi des tableaux utilisés comme outils dans environ le quart des carnets de bord.

Il y a de même des tableaux sur les affiches réalisées par les élèves, y compris lorsque le tableau n'était pas le thème de l'affiche. Le tableau est utilisé dans les affiches pour mettre en évidence la proportionnalité ou la non-proportionnalité ; il apparaît également dans certaines procédures de résolution. Lors des échanges, les élèves ont dit que le tableau servait « à répondre à la question », ou « à résoudre le problème ». Certains ont déclaré

qu'il servait « à comparer des nombres », lorsqu'ils employaient le tableau pour identifier une situation de proportionnalité. Aucun élève n'a émis de doute sur l'utilité du tableau.

Ceci n'est pas dû au travail sur l'exercice « compléter un tableau » de Mep, qui a été peu abordé et encore moins réussi. Ce dernier fait est visible dans les carnets ; malheureusement nous ne disposons pas pour cet exercice du suivi informatique complet, à cause d'une défaillance de réseau informatique dans une des classes de sixième. Dans l'autre classe, on observe que 7 binômes sur les 13 ont abordé cet exercice. Trois d'entre eux n'ont pas dépassé un score de 1 sur 5, un seul binôme a atteint 5 sur 5. Les tableaux ont bien été rencontrés dans le logiciel, mais d'emblée à titre d'outils dans les autres exercices : proportionnalité ou pas, en particulier. Ils étaient également présents dans la plupart des aides. Ceci correspond à ce qu'on observe en fin d'expérimentation : les élèves sont convaincus de l'utilité du tableau, mais une partie importante d'entre eux ne sait pas encore s'en servir. On observe dans EL2 que le tableau est bien construit, avec toutes les données de l'énoncé par seulement la moitié des élèves environ (26 élèves sur 50, et seulement 16 savent ensuite le remplir).

— *Reconnaissance des problèmes de proportionnalité ou non-proportionnalité*

Dans l'état des lieux final, 32 élèves sur les 50 ont su identifier la non-proportionnalité. Ces élèves se sont appuyés dans leurs productions sur des tableaux, qui ont pu les aider dans la recherche d'un lien entre les deux grandeurs proposées (horaire et prix). Les affiches montrent également un important recours au tableau pour mettre en évidence proportionnalité / non proportionnalité, ainsi

qu'un appui sur le coefficient, associé au tableau : « il faut comparer les nombres, à la fin on doit trouver le même ». Cependant dans EL2 seulement 21 des 32 élèves qui ont bien identifié la non-proportionnalité ont su écrire une justification correcte.

La plupart des élèves ont travaillé l'exercice « proportionnalité ou pas » sur l'ordinateur : 19 binômes sur les 26 l'ont abordé, et 14 parmi ces 19 ont obtenu un score supérieur ou égal à 4 sur 5. Ce travail semble avoir été profitable en ce qui concerne la reconnaissance d'une situation de non-proportionnalité ; mais l'écriture de justifications reste encore à travailler.

Au final, on peut dire que l'on observe des évolutions positives en ce qui concerne les procédures utilisées, le rôle d'outil du tableau, et la reconnaissance de la proportionnalité ou de la non-proportionnalité. Mais la constitution même d'un tableau qui sera utilisable, et l'écriture correcte de justifications restent nettement à travailler. Ceci n'est pas particulièrement surprenant après un travail sur Mep, qui en dépit du scénario que nous avons adopté peut difficilement agir sur ce que les élèves écrivent.

5. — Comportements sur Mep et apprentissages

L'analyse des traces recueillies lors de l'expérimentation conduit à effectuer deux constats principaux, à propos du lien entre comportements sur le logiciel et apprentissages : différents types de comportements sur le logiciel peuvent favoriser l'apprentissage, indépendamment des connaissances initiales de l'élève ; certains détournements du logiciel semblent en revanche nuire aux évolutions. Nous avons choisi pour illustrer chacun de ces

constats des cas particuliers d'élèves que nous présentons maintenant. Ces cas sont individuels, bien que toute la part du travail sur ordinateur ait été effectuée en binômes. Mais d'une part nous faisons référence à des productions individuelles : évaluations initiale et finale, carnet de bord ; et d'autre part, en dehors d'un cas de conflit interne à un binôme qui n'a pas pu être résolu (conflit entre un élève qui voulait s'appliquer, alors que l'autre souhaitait parcourir les exercices le plus rapidement possible), les deux membres de chaque binôme se sont toujours bien entendu sur les parcours à adopter. Ceci est peut-être dû à notre choix de laisser les binômes se constituer par affinités autant que possible.

1. Différents comportements associés à des apprentissages

Hugues (« faire une fois chaque problème »)

Hugues est un élève qui a généralement des difficultés en mathématiques, d'après l'enseignante de la classe. Son état des lieux initial est pratiquement vide. On ne peut y observer aucune procédure, correcte ou fausse. Il déclare ne pas connaître le sens du terme « proportionnalité ».

Hugues travaille très sérieusement sur l'ordinateur, consacrant 15 à 25 minutes à chaque exercice abordé (6 exercices sur les 8 proposés au total). Il remplit très sérieusement son carnet de bord, dans lequel on n'observe pratiquement que des procédures de type « constante multiplicative ». Son état des lieux final montre une nette progression sur les procédures et sur la reconnaissance de la non-proportionnalité. Il emploie correctement les deux types de procédures. En revanche il ne parvient pas à construire un tableau (il n'a

pas travaillé l'exercice « compléter un tableau » sur l'ordinateur).

Samia (« suivre les conseils de Mep »)

Samia a dès le départ des connaissances relatives à la proportionnalité ; en particulier, elle emploie les deux types de procédures. En revanche elle n'utilise pas de tableau, et ne sait pas reconnaître un problème de proportionnalité. A l'exercice 1 de EL1 (« le prix des stylos est-il proportionnel au nombre de stylos ? ») Samia répond :

« Oui car le stylo à 60 centimes, c'est un prix assez proportionnel pour un objet de ce genre. »

Ici elle exprime l'idée d'un ordre de grandeur plausible, interprétant « proportionnel » comme s'il s'agissait du contraire de « disproportionné ». Dans le même temps, elle montre qu'elle utilise correctement la procédure de passage à l'unité.

Lors du travail sur le logiciel, elle ne fait que peu d'exercices : quatre au total (combien, recettes, comparaison, proportionnalité ou pas). En revanche elle refait ces exercices jusqu'à obtenir un score de 5 sur 5. Elle passe souvent 30 minutes ou plus par exercice. Lors de l'état des lieux final, elle a bien reconnu la non proportionnalité, ce qui coïncide avec la note obtenue sur le logiciel à l'exercice « proportionnalité ou pas ». Elle a de plus également progressé sur les tableaux. Elle n'utilise toutefois pas le tableau comme outil dans les exercices où il n'est pas demandé.

Marie (« Visiter les exercices »)

Marie sait utiliser, dès l'état des lieux initial, les deux types de procédures. Elle

reconnaît bien la situation de proportionnalité. En revanche elle n'utilise aucun tableau, et elle ne parvient pas à résoudre le problème de proportionnalité simple composée.

Sur le logiciel, elle aborde à chaque séance tous les exercices disponibles. Dans la moitié des cas, elle reste à des scores de 2 ou 3, et n'essaie pourtant pas de relancer l'exercice. Elle consacre au maximum 15 minutes à un exercice. Dans l'état des lieux final, la seule différence notable par rapport à l'initial est l'emploi du tableau comme outil. Marie ne parvient toujours pas à résoudre le problème de proportionnalité simple composée. Ceci correspond bien à son travail sur le logiciel : elle obtient 5 sur 5 à l'exercice sur les tableaux, et seulement 3 sur 5 à l'exercice sur la proportionnalité simple composée.

Le premier constat que nous faisons à la suite de l'analyse des traces recueillies, constat que ces cas illustrent, c'est que des comportements très divers peuvent amener des apprentissages. Aucun des trois comportements que nous avons évoqués ici ne semble plus particulièrement freiner ou favoriser l'apprentissage. Or ces comportements diffèrent selon deux critères qui nous semblent très importants : le fait de relancer ou non un exercice ; et le temps passé à résoudre un exercice. On peut supposer que passer rapidement sur les exercices, sans les relancer lorsque le score est inférieur à 3 (ce que nous avons appelé ici « visiter les exercices ») peut avoir des conséquences négatives sur l'apprentissage. Nos données sont insuffisantes pour confirmer cette supposition, puisque les élèves concernés dans les classes que nous avons observées ont atteint de bons scores sur certains des exercices de Mep malgré leur rapidité, et l'évaluation finale montre qu'ils ont plutôt progressé.

En ce qui concerne les deux autres comportements : « faire les exercices un à un », ou « suivre les conseils de Mep », aucune différence significative n'apparaît entre les apprentissages réalisés par les élèves concernés. Les concepteurs de Mep encouragent explicitement les élèves à refaire l'exercice (donc l'ensemble de 5 problèmes) quand ils ont obtenu 3 sur 5 ou moins. Nos observations ne montrent pas un avantage de cette stratégie, par rapport à celle qui consiste à faire les problèmes un à un. Pour un problème donné, l'élève peut soit le tenter plusieurs fois, avec des jeux de valeurs différents ; soit y consacrer le même temps en une seule fois, avec un même jeu de valeurs. Déterminer véritablement si une de ces deux attitudes favorise plus les apprentissages que l'autre, et pour quels élèves, nécessite une étude complémentaire.

2. Des détournements du logiciel qui nuisent à la progression

Nolwenn (« maximiser le score »)

Nolwenn est l'unique élève qui adopte le comportement « maximiser le score » : elle relance l'exercice Mep dès sa première erreur. Nous avons déjà dit ci-dessus que ce comportement est un détournement du logiciel, puisque « l'exercice » Mep est une unité qui est conçue pour rester intacte.

Nolwenn est restée à des scores très faibles, puisqu'elle n'allait presque jamais au terme d'un exercice. Elle a abordé quatre exercices seulement.

Il s'agit d'une élève généralement faible en mathématiques ; son état des lieux initial montrait d'importantes difficultés. Elle y employait une unique procédure, qui était de plus fausse.

Elle a peu écrit dans le carnet de bord, ce qui est cohérent avec son attitude sur le logiciel : elle ne voulait pas écrire de procédures fausses, et est peu parvenue à élaborer des procédures justes. Son état des lieux final ne montre aucune progression. Pour cette élève le scénario que nous avons choisi ne convenait pas : elle aurait probablement eu besoin d'une intervention directe de l'enseignante. Ceci dit elle a aussi eu la malchance de se trouver seule devant l'ordinateur : une association en binôme aurait peut-être pu empêcher la stratégie qu'elle a adoptée.

Alice (« suivre les conseils de Mep », stratégie de recherche du résultat entier)

Le cas d'Alice montre une difficulté spécifique, et un détournement associé des possibilités offertes par Mep. Cette difficulté peut se formuler comme : « dans un problème de proportionnalité, il s'agit de faire des multiplications et des divisions dont le résultat est un nombre entier ou un décimal simple ». Ceci mène à développer une stratégie qui peut être relativement efficace : c'est ce que fait Alice. Dans son état des lieux initial, on ne voit apparaître aucune procédure correcte.

Elle a une idée a priori de la proportionnalité liée au calcul, d'après sa réponse à l'exercice 1 (déterminer si le prix des stylos est proportionnel au nombre de stylos, avec un lot de deux stylos à 1,20 €, un lot de trois stylos à 1,80 €, un lot de cinq stylos à 3 €) :

« Non, parce ce que quand on veut savoir par exemple dans le premier la moitié de 12 est 6, ça correspond bien, et dans le dernier (n°3) on ne peut pas prendre un résultat rond ».

Elle ne mentionne pas les grandeurs en jeu, mais simplement des relations entre les

nombre ; de plus elle s'attache fortement à l'écriture de ces nombres. Ainsi elle a pu passer de 1,20 à 12, mais pas de 3 à 30 ; et en divisant 3 par 5 elle ne peut évidemment pas obtenir « un résultat rond ».

Dans son travail sur le logiciel, Alice a fait 4 exercices (combien, recettes, comparaison, proportionnalité ou pas). Elle a refait les exercices jusqu'à obtenir un score de 4 sur 5. Elle passe un temps important sur chaque exercice (entre 20 et 30 minutes). L'observation directe montre qu'elle utilise systématiquement la calculatrice, pour faire des opérations à partir des nombres de l'énoncé. Si le résultat ne lui paraît pas plausible, elle l'écarte et elle refait une autre opération. Lorsqu'elle parvient à un résultat plausible, elle fait une tentative de réponse dans le logiciel. Ensuite elle s'adapte en fonction du feedback de la machine. Cette stratégie permet une assez bonne réussite pour les exercices qu'elle a rencontrés, car les valeurs numériques étaient toutes entières, ce qui ne laissait que peu de choix quant aux opérations possibles.

Elle emploie également cette stratégie dans l'état des lieux final.

Dans le cas d'Alice, le travail sur le logiciel n'a pas pu améliorer les choses. On peut même se demander s'il n'a pas aggravé la situation. En effet, la présence de la calculatrice permettait à l'élève de faire des essais de calcul à peu de frais. De plus, la possibilité de première tentative pouvait être utilisée pour tester une valeur qui lui semblait plausible.

Dans les deux cas il s'agit d'élèves qui opèrent un détournement du logiciel. Le premier détournement porte sur l'organisation du travail ; nous ne l'avons observé qu'une fois,

mais il pourrait être plus courant avec d'autres scénarios d'usage. Le second est lié au contenu mathématique lui-même, et nous avons pu voir plusieurs élèves employer la stratégie associée (surtout en fait en classe de CM2), bien que notre dispositif d'observation ne nous permette pas d'évaluer précisément le nombre d'élèves concernés. Ces détournements sont associés à une absence de progression de l'élève.

6. — Conclusion

Au départ de notre travail nous avons posé la question de la possibilité d'emploi d'une base d'exercices en ligne, en l'occurrence Mep, pour faire découvrir aux élèves de nouvelles notions, de nouvelles méthodes mathématiques. L'expérimentation menée a montré que cette possibilité existait effectivement. Les exercices que nous avons utilisés ne sont pas initialement conçus comme des situations problèmes visant la construction de connaissances nouvelles, mais il est néanmoins possible de les utiliser ainsi. Nous avons pu observer de réels progrès dans la capacité des élèves à identifier une situation de proportionnalité et à donner des arguments justifiant cette identification ; dans leur aptitude à construire un tableau de proportionnalité et à l'utiliser comme outil. En ce qui concerne les procédures il est plus délicat de distinguer ce qui a été acquis durant l'expérimentation, mais la capacité à mettre en œuvre des procédures variées s'est elle aussi développée. Bien entendu nous ne nous plaçons pas ici dans une approche qui viserait à comparer un enseignement utilisant Mep avec un enseignement papier crayon portant sur les mêmes contenus.

Les apprentissages réalisés proviennent en partie du travail fait sur l'ordinateur, et des choix de contenu que nous avons effectués

dans Mep. Nous avons sélectionné des exercices qui permettaient aux élèves d'aborder les problèmes avec leurs connaissances de CM2, mais aussi d'observer dans les solutions, dans les aides fournies par l'ordinateur de nouvelles procédures, de nouveaux outils. Nous avons laissé les élèves libres de leur navigation dans un vaste corpus de problèmes.

Les élèves adoptent différents types de comportements lors de leur travail sur le logiciel. Certains font les problèmes un à un, comme dans un environnement papier-crayon ; d'autres visitent le corpus d'exercices proposés, en passant peu de temps sur chacun ; d'autres encore suivent scrupuleusement les conseils de Mep, et relancent l'exercice s'ils obtiennent 3 sur 5 ou moins. Aucun de ces comportements ne semble particulièrement freiner ou favoriser l'apprentissage, dans les classes que nous avons observées (signalons toutefois que les élèves qui « visitaient les exercices » n'avaient pas au départ de difficultés en mathématiques). Ce constat nous amène en particulier à questionner l'apport de la stratégie de relance des exercices, qui selon nous mérite d'être étudié dans des recherches ultérieures, tenant compte en particulier du temps passé par les élèves sur chaque problème.

Mais les apprentissages réalisés sont aussi une conséquence du scénario d'usage que nous avons mis en place. En effet les exercices proposés par l'ordinateur demandent une simple réponse numérique, ou sont présentés sous forme de QCM. Et il nous semblait que pour que les élèves construisent de nouvelles connaissances il fallait qu'ils soient amenés à formuler par écrit leur démarche. C'est pourquoi notre scénario accordait un rôle primordial aux traces écrites, et prévoyait une mise en commun à l'issue du travail sur ordi-

nateur avec le support d'affiches réalisées collectivement par les élèves.

Accorder une large place à des écrits issus du travail sur l'ordinateur nous semble encore suite à cette expérimentation un principe fondamental. L'idée d'une séance qui permette la mise en commun des expériences des élèves, et nécessite la formulation écrite pour les autres élèves de la classe est à conserver. En revanche le carnet de bord, nécessaire pour notre expérimentation, ne nous semble pas à recommander pour un usage courant de

Mep. Les élèves ne peuvent pas facilement résoudre un exercice à l'écran et simultanément écrire leur solution. Il faudrait songer à un autre type d'écrit, par exemple proposer de rédiger l'un des problèmes d'un exercice a posteriori, en laissant l'ordinateur accessible. D'une manière générale, il nous semble nécessaire de développer des travaux de recherche et des expérimentations dans les classes à propos des scénarios d'usage de bases d'exercices en ligne, et des conséquences des choix de scénario tant pour l'activité des élèves que pour celle de l'enseignant.

Le travail présenté dans cet article a été effectué par le groupe de recherche « Hypermédia et proportionnalité » de l'IUFM de Bretagne.

Ce groupe a été constitué dans le cadre du projet : « l'intervention et le devenir des connaissances antérieures des élèves dans la dynamique des apprentissages scolaires » (projet KANT). Ce projet, coordonné par Jean-François le Maréchal de l'UMR GRIC (Lyon) en réponse à un appel d'offres, implique plusieurs équipes partenaires ; notre groupe est rattaché à l'UMR ADEF, INRP.

Membres du groupe en 2004-2005 :

Chantal Baty, collège de Cleunay, Ghislaine Gueudet, IUFM Bretagne, Hélène Hili, IUFM Bretagne, Jean Julo, Université Rennes 1, Erik Kermorvant, IUFM de Bretagne, Annick Le Poche, collège de Pacé, Brigitte Thomas, IUFM de Bretagne et Ecole Bourguevreuril, Cesson-Sévigné, Jean-François Lucas, IUFM de Bretagne et Ecole de la Chapelle des Fougeretz, Mireille Sicard, IUFM de Bretagne.

En 2003-2004 : Micheline Lesquivit était membre du groupe jusqu'à la rentrée 2004, elle a ensuite été remplacée par Brigitte Thomas.

ANNEXE 1

Exemple du suivi informatique d'une séance

Exercices abordés.	abordé	moyenne	Mini	Maxi	Temps moyen
"Proportionnalité ou pas ?" (6N5s1ex3)	9 fois	2 / 5	0	5	08' 38"
"Combien ?" (6N5s0ex1)	14 fois	4 / 5	0	5	15' 47"
"Problèmes de comparaison" (6N5s0ex3)	12 fois	3 / 5	1	5	17' 37"

-----Résultats par élève :-----

Nirta

· "Problèmes de comparaison" (6N5s0ex3)  3 / 5 (33 min. 38 s.)

bg rf - moyenne : 9 / 10, minimum : 8 / 10, maximum : 10 / 10

· "Combien ?" (6N5s0ex1)  5 / 5 (15 min. 15 s.)

· "Problèmes de comparaison" (6N5s0ex3)  4 / 5 (21 min. 03 s.)

bl es - moyenne : 4 / 10, minimum : 0 / 10, maximum : 10 / 10

· "Combien ?" (6N5s0ex1)  5 / 5 (07 min. 48 s.)

· "Problèmes de comparaison" (6N5s0ex3)  3 / 5 (23 min. 39 s.)

· "Proportionnalité ou pas ?" (6N5s1ex3)  0 / 5 (05 min. 33 s.)

· "Proportionnalité ou pas ?" (6N5s1ex3)  0 / 5 (05 min. 33 s.)

br hs - moyenne : 10 / 10, minimum : 10 / 10, maximum : 10 / 10

· "Combien ?" (6N5s0ex1)  5 / 5 (17 min. 48 s.)

· "Problèmes de comparaison" (6N5s0ex3)  5 / 5 (18 min. 03 s.)

bt ek - moyenne : 6 / 10, minimum : 2 / 10, maximum : 10 / 10

· "Combien ?" (6N5s0ex1)  5 / 5 (04 min. 20 s.)

· "Problèmes de comparaison" (6N5s0ex3)  4 / 5 (21 min. 32 s.)

· "Proportionnalité ou pas ?" (6N5s1ex3)  1 / 5 (10 min. 12 s.)

· "Proportionnalité ou pas ?" (6N5s1ex3)  1 / 5 (10 min. 12 s.)

cm cm - moyenne : 4 / 10, minimum : 0 / 10, maximum : 6 / 10

· "Combien ?" (6N5s0ex1)  0 / 5 (08 min. 54 s.)

· "Combien ?" (6N5s0ex1)  3 / 5 (21 min. 04 s.)

· "Combien ?" (6N5s0ex1)  3 / 5 (21 min. 04 s.)

cp hs - moyenne : 10 / 10, minimum : 10 / 10, maximum : 10 / 10

· "Problèmes de comparaison" (6N5s0ex3)  5 / 5 (21 min. 49 s.)

· "Proportionnalité ou pas ?" (6N5s1ex3)  5 / 5 (16 min. 50 s.)

dl ta - moyenne : 4 / 10, minimum : 2 / 10, maximum : 10 / 10

· "Combien ?" (6N5s0ex1)  1 / 5 (05 min. 45 s.)

· "Combien ?" (6N5s0ex1)  5 / 5 (21 min. 24 s.)

· "Proportionnalité ou pas ?" (6N5s1ex3)  1 / 5 (04 min. 56 s.)

· "Proportionnalité ou pas ?" (6N5s1ex3)  1 / 5 (04 min. 56 s.)

dr ca - moyenne : 6 / 10, minimum : 4 / 10, maximum : 10 / 10

· "Combien ?" (6N5s0ex1)  5 / 5 (20 min. 02 s.)

· "Problèmes de comparaison" (6N5s0ex3)  2 / 5 (13 min. 15 s.)

· "Problèmes de comparaison" (6N5s0ex3)  2 / 5 (13 min. 15 s.)

ANNEXE 2**Exemple d'une page de carnet de bord****Proportionnalité - Série 1 - Exercice 3 – « Proportionnalité ou pas »****Question...**

La production de ces champs est-elle proportionnelle à leur surface ?

Surface (ha)			
Production (t)			

Ce que j'ai trouvé et comment j'ai fait :

J'ai utilisé l'aide du logiciel :

 oui **non**

Maintenant je sais résoudre ce problème :

 oui **non**

Ce que j'ai trouvé difficile / mes questions pour le professeur :

ANNEXE 3

Etat des lieux initial

Classe de sixième

EXERCICE 1

Le prix de vente des stylos ci-dessous est-il proportionnel au nombre de stylos ?

1,20 € 1,80 € 3 €

Explique :

EXERCICE 2

3 tables identiques pèsent 18 kg.

- 1) Combien pèsent 12 tables? 7 tables ?19 tables?
- 2) combien y a-t-il de tables dans un lot de 90kg?

Explique :

EXERCICE 3

Verre doseur A

contenu (en cL)

hauteur (en cm)	contenu (en cL)
0	0
2,8	22
4,2	33
7	55

hauteur (en cm)

Verre doseur B

contenu (en cL)

hauteur (en cm)	contenu (en cL)
0	0
4,3	2
6	6
6,9	9

hauteur (en cm)

Observe les graphiques et réponds aux questions suivantes :

Verre doseur A :

On a une situation de proportionnalité

oui

non

Pourquoi ?

Verre doseur B :

On a une situation de proportionnalité

oui

non

Pourquoi ?

EXERCICE 4

Aux jeux olympiques d'Atlanta, Popov a nagé 100m en 56 secondes et Loader 200 m en 110 secondes. Lequel est le plus rapide ?

Explique :

EXERCICE 5

Avec 3 kg de blé, on fabrique 2 kg de farine.
Il faut 6kg de farine pour obtenir 18 pains fantaisie.

Combien doit-on utiliser de kg de blé pour fabriquer 9 pains fantaisie?

Explique :

ANNEXE 4**Etat des lieux final****Classe de sixième****Exercice 1**

6 tables identiques pèsent 30 kg.

- 1) Combien pèsent 18 tables ? Combien pèsent 21 tables ? Explique.
- 2) Combien de tables y a-t-il dans un lot de 70 kg ? Explique.

Exercice 2

La location de cette tronçonneuse coûte 16 euro pour 4 heures et 21 euro pour 6 heures. Joseph affirme que le pris est proportionnel au nombre d'heures. Zoé affirme que le prix n'est pas proportionnel au nombre d'heures.

Qui a raison ? Explique.

Exercice 3

Avec 3 kg de blé, on fabrique 2 kg de farine.
Il faut 6 kg de farine pour obtenir 18 pains fantaisie.
Combien doit-on utiliser de kg de blé pour fabriquer 9 pains fantaisie ?

Explique.

Exercice 4

Le train Sirocco parcourt 150 km en 50 min.
Le train Alizé parcourt 100 km en 30 min.

Quel est le plus rapide ?
Donne deux solutions pour résoudre ce problème.

Exercice 5

Dans la recette du flan aux œufs, on utilise 4 œufs pour 60 cL de lait.

- 1) Combien d'œufs doit-on utiliser pour 90 cL de lait ?
- 2) Quelle quantité de lait doit-on utiliser pour 10 œufs ?

Utilise un tableau pour résoudre le problème.

Bibliographie

- Boisnard D., Houdebine J., Julio J., Kerboeuf M.-P., Merri M. (1994) *La proportionnalité et ses problèmes*, Hachette éducation, Paris.
- Cazes, C., Gueudet G., Hersant M., Vandebrouck F. (2005) *Utilisation de bases d'exercices en ligne : quelles conséquences pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques ?* Actes du séminaire de didactique des mathématiques, à paraître.
- Guin, D et Trouche, L. (2004) *Intégration des TICE : concevoir, expérimenter et mutualiser des ressources pédagogiques*. Repères. N° 55. p. 81-100.
- Hache, S. (2004) *Quelques réflexions sur les travaux IREM / MEP*, Repères. N° 57. p. 95-100.
- Hersant M. (2001) *Interactions didactiques et pratiques d'enseignement - Le cas de la proportionnalité au collège*. Thèse de doctorat de l'Irem de Paris 7.
- Hersant, M. Vandebrouck F. (2006) *Bases d'exercices de mathématiques en ligne et phénomènes d'enseignement apprentissage*. Repères. N° 62. p. 71-84.
- Thimonnier, A. (2004) *Différentes utilisations de Mep en classe. Une enseignante apprivoise le logiciel*. Bulletin de l'APMEP N° 457 p.239-244.
- Vergnaud G. éd. (1997) *Le Moniteur de Mathématiques : résolution de problèmes Niveau 2-3 (CM1 - CM2) Cycle 3*, Nathan, Paris.