

---

## BASES D'EXERCICES DE MATHÉMATIQUES EN LIGNE ET PHÉNOMÈNES D'ENSEIGNEMENT- APPRENTISSAGE

---

Magali HERSANT, IUFM des Pays de La Loire  
& CREN Université de Nantes  
Fabrice VANDEBROUCK, IUFM de Versailles,  
Université d'Evry & Equipe Didirem

### 1. — Introduction

L'utilisation de logiciels se répand dans l'enseignement des mathématiques à tous les niveaux, sous la pression institutionnelle. De plus en plus de ressources en ligne se développent, avec sans nul doute un impact sur l'enseignement et l'apprentissage. Parmi ces ressources, nous nous intéressons aux bases d'exercices d'accès libre, c'est-à-dire constituées d'exercices ou de problèmes, organisées selon un certain classement, avec pour chacune un environnement qui peut comporter des aides de différents types, des outils (graphiques, calculatrices...) mais aussi la solution des exercices ou des problèmes.

Les études concernant ces types de logiciels font apparaître une augmentation de la motivation des élèves qui se traduit par une plus forte activité (Ruthven et Hennessy, 2002, Cazes, Gueudet, Hersant, Vandebrouck,

2004). Dans nos hypothèses de travail, l'activité mathématique des élèves, c'est-à-dire tout ce qu'ils peuvent dire, faire ou penser, est essentielle pour l'apprentissage ; c'est ce qui nous pousse à nous intéresser à ces produits. Par ailleurs, les mêmes études mettent en avant le fait que le rythme des élèves est plus facilement respecté en séances machines avec ces logiciels qu'en séances classiques et le fait que les aides des enseignants sont plus individualisées.

L'objet de cet article est double : questionner l'activité mathématique potentielle des élèves lorsqu'ils travaillent sur des bases d'exercices et interroger les incidences sur l'activité de l'enseignant (en termes de scénario d'utilisation notamment). Pour cela nous avons choisi de nous intéresser à deux bases d'exercices :

Math en Poche,

<http://www.sesamath.hautsavoie.net>  
et Wims, <http://wims.unice.fr>.

Après une première comparaison générale de ces deux bases illustrée par des exemples sur les fonctions numériques au niveau 3ème-2nde, nous effectuerons une étude didactique plus fine à partir d'exercices sur la proportionnalité au niveau 6ème. Nous terminerons par une réflexion sur les scénarios d'utilisation de ces bases d'exercices.

## 2. — Les logiciels étudiés, leurs structures

Nous proposons ci-dessous une présentation des deux logiciels qui permettra déjà

de mettre en évidence des différences d'activités potentielles des élèves et des incidences sur celle de l'enseignant liées à la structure des logiciels. Pour cela, nous utilisons une grille d'analyse qui permet de préciser ce que nous entendons par structure du logiciel (Cazes, Gueudet, Hersant, Vandebrouck, 2005).

- Math en Poche s'adresse au public de l'enseignement obligatoire (de l'élémentaire au lycée). Il s'agit d'une base d'exercices coopérative en constante évolution et entièrement dédiée aux mathématiques. Dans ce qui suit, nous nous intéresserons seulement à la version publique de Math en Poche (Mep) :

Structure didactique	Public visé : école élémentaire, collège, seconde
	Organisation didactique : des séries d'exercices sont programmées. Les questions des exercices (parfois appelés « problèmes » dans Mep) sont à variables numériques aléatoires et à énoncés variables. L'idée est que les élèves recommencent les exercices pour améliorer leur score.
	Type de réponses : brèves expressions algébriques, valeurs numériques ou QCM.
	Feed-back à chaque question : « bonne réponse » si c'est juste , « faux, tu as encore un essai » lors d'une première erreur, avec apparition de l'icône « aide » ; « encore faux, regarde bien l'aide » avec la bonne réponse et l'écran d'aide ouvert lors d'une deuxième erreur. En fin d'exercice, on suggère à l'élève de refaire le même exercice s'il a fait plus d'une erreur. Quelquefois des messages complémentaires (apport d'information mathématique) sont donnés à la suite d'une réponse correcte.
	Notation : chaque exercice comporte 5 ou 10 questions. Le score à chaque exercice (sur 5 ou 10) est très apparent.
Structure logicielle	Classification des exercices : organisation arborescente par niveaux scolaires puis par thèmes mathématiques puis par séries d'exercices correspondant chacun à un type de tâche mathématique. Voir annexe 1 pour ce qui concerne les fonctions numériques à la liaison 3ème-2nde.
	Interactivité cognitive : Mep indique si la réponse à chaque question est juste ou pas et note les élèves. Une aide est disponible.
	Enregistrement de traces : pas de trace dans la version non test
Contenu	Connaissances mathématiques abordées : tous les thèmes du primaire à la fin du collège, plus lien collège-lycée
	Types de tâches : variés entre application immédiate de connaissance <sup>1</sup> et problèmes plus complexes
	Environnement des exercices : selon les exercices, calculatrice disponible, aide disponible et conseillée.

MEP

<sup>1</sup> Au sens de Robert (Robert, 2003)

## WIMS

Structure didactique	Public visé : tous les niveaux scolaires, avec un enseignant
	Organisation didactique : accès libre par thème ou bien feuilles de TD-Wims préparées par l'enseignant dans une classe virtuelle. Les exercices sont programmés et donc à variables aléatoires, parfois la forme des énoncés change aussi.
	Type de réponses, feed-back : brèves expressions algébriques, valeurs numériques, QCM.
	Feed-back : Wims annonce « juste » ou « faux » mais ne donne pas en général la méthode pour obtenir la bonne réponse
	Notation : note entre 0 et 10 à chaque essai ; l'élève peut faire plusieurs fois chaque exercice pour augmenter sa note mais a aussi la possibilité sur les feuilles de TD-Wims de s'entraîner « à blanc »
Structure logicielle	Classification des exercices : par thèmes et/ou par niveaux scolaires
	Interactivité cognitive : Wims donne pour chaque essai « juste » ou « faux » et note les élèves entre 0 et 10
	Enregistrement de traces : journaux de traces des activités de chaque élève lorsqu'ils sont dans une classe virtuelle et recueil des notes
Contenu	Connaissances mathématiques abordées : tous les thèmes du primaire à l'enseignement supérieur
	Types de tâches : des applications immédiates mais aussi de véritables problèmes qu'il est par exemple possible de construire en regroupant plusieurs exercices techniques sous un seul.
	Environnement des exercices : selon les exercices, quelques documents de cours accessibles, surtout des outils graphiques, calculatrices numériques, fonctionnelles... de rares aides pour quelques exercices

• La base d'exercices Wims a été développée à l'origine par Xiao Gang. Le site originel se situe à l'Université de Nice mais plusieurs sites miroirs existent maintenant en France. Les ressources proposées sont essentiellement mathématiques mais commencent à concerner d'autres disciplines (physique, chimie, SVT, géographie, grammaire). Une communauté d'utilisateurs et de développeurs se constitue depuis 1998 (Xiao, 2000) (voir descriptif au verso).

• Mep est organisé de façon arborescente, tandis que Wims est plutôt une bibliothèque d'exercices. Ainsi, dans la rubrique « fonctions » au niveau liaison 3ème-2nde, Mep propose le chapitre « généralité sur les fonctions » avec six séries d'exercices : « prendre un bon départ », « valeur (lecture) », « valeur (calcul) », « signe et variation », « optimisation » et « pour aller plus loin ». Les exercices proposés font plutôt intervenir l'aspect outil<sup>2</sup>

des fonctions numériques, ce qui permet un travail à la fois dans le cadre fonctionnel et le cadre géométrique pour certains exercices. Ils mettent en jeu les registres graphique, tableau, écriture algébrique.

Dans Wims, les exercices sur le thème des fonctions s'obtiennent en utilisant le moteur de recherche ou en entrant par les programmes d'enseignement. Avec les mots-clés « fonction numérique », « classe de 2nde » et en recherchant les exercices mis en lien avec les programmes de 2nde, on obtient une cinquantaine d'exercices proposant un travail sur l'aspect objet des fonctions numériques, dans le cadre fonctionnel, avec les registres de représentation tableau, graphique et écriture algébrique. Un exemple est donné en annexe 2. On trouve des exercices sur les domaines de définition d'une fonction, sur les tableaux de variation d'une fonction, la lecture graphique... mais pas d'exercice d'opti-

<sup>2</sup> au sens de Douady (Douady, 1986).

misation. Il faut revenir au moteur de recherche avec le mot-clé « minimum » pour en voir apparaître, mais ils ne semblent pas correspondre au niveau 2nde. Sur ce thème des fonctions les deux bases d'exercices sont finalement très fournies. L'enseignant peut éventuellement les compléter<sup>3</sup>.

Cette différence de structure influe sur le travail de préparation et d'exploitation d'une séance machine sur au moins trois aspects. Tout d'abord, l'enseignant utilisant Wims doit faire une recherche approfondie (avec plusieurs mots-clés) puis doit faire un tri important pour concevoir une feuille de TD-Wims. Il peut grouper certains exercices pour en faire des problèmes plus conséquents et plus aléatoires au niveau des énoncés. Par ailleurs, cette organisation du logiciel permet au professeur une marge de manœuvre plus grande que dans Mep. Il peut donc insérer plus facilement sa séance machine dans ses séances traditionnelles. Nous verrons dans les parties suivantes les difficultés que peuvent représenter ce travail et les connaissances didactiques sollicitées pour cela. Enfin, le recueil des notes des élèves et l'enregistrement des traces permises par Wims permettent au professeur un suivi de l'activité de tous ses élèves. Nous reverrons, dans la partie 4, toutes ces questions liées aux scénarios d'utilisation.

Du côté des élèves, la présentation arborescente de Mep suggère fortement un parcours de travail aux élèves qu'ils peuvent cependant suivre à leur rythme. Dès qu'ils entament un exercice, ils doivent répondre à toutes les questions pour avoir leur score final. Dans Wims, les exercices d'une feuille de TD-Wims sont sur un même plan et l'ordre de travail semble moins imposé, ce qui permet aux élèves non seulement d'aller à leur rythme mais aussi de

suivre leur propre parcours. Ces marges de manœuvre ont probablement une incidence en termes d'apprentissage, mais nous n'avons pas d'éléments tangibles à ce sujet. Par ailleurs, le fait d'avoir des parcours plus individualisés dans Wims modifie le travail de l'enseignant dans les aides individuelles qu'il peut apporter à ses élèves au cours de la séance. Avec Mep, l'enseignant peut mieux s'appuyer sur les exercices précédents pour aider les élèves en difficultés, ce qui n'est pas toujours possible avec Wims, à moins de consulter les journaux de traces en direct.

Une dernière différence nous semble importante : l'aide proposée dans Mep peut modifier de façon importante l'activité des élèves ou les interventions possibles du professeur. En effet, pour un exercice, il y a une seule aide disponible, quelle que soit la question de l'exercice. Cette aide n'est pas une solution immédiate et nécessite une adaptation par rapport à la question en cours. Elle peut même correspondre à la résolution d'une question plus difficile que celle en cours comme on en verra un exemple dans la partie suivante.

### 3. — Le thème de la proportionnalité au niveau sixième

Dans cette partie, nous effectuons une analyse des deux logiciels en ce qui concerne le thème de la proportionnalité en 6ème. Pour cela, nous utilisons en particulier des variables des problèmes de proportionnalité précisées dans Hersant (Hersant, 2001, pp. 56-77). Tous les exercices proposés par les deux logiciels sont dans le cadre<sup>4</sup> arithmétique (avec quelques références au cadre géométrique pour Mep) et la proportionnalité est toujours utilisée comme outil (sauf les trois derniers

<sup>3</sup> Pour Mep il faut être inscrit comme testeur.

<sup>4</sup> Au sens de Douady (Douady, 1986)

exercices de Wims et le dernier de Mep), ce qui est normal à ce niveau scolaire. Les contextes des exercices sont variés. Les domaines numériques sont les entiers, les décimaux et les rationnels. On observe essentiellement des différences de contenus au niveau des relations de proportionnalité en jeu, des tâches (Robert, 2003) et des registres de représentation sémiotique.

- Dans Mep, l'un des chapitres de la rubrique « numérique » est intitulé « proportionnalité ».

Il est divisé en trois séries : « proportionnalité », « échelle » et « pour aller plus loin ». La série « proportionnalité » comprend six exercices : « petits problèmes », « trouver le coefficient », « proportionnalité ou pas ? », « problèmes et tableaux » et « sur un graphique ». « Échelle » comprend cinq exercices et « pour aller plus loin » deux exercices. On recense ainsi cent questions sur la proportionnalité. Quelle que soit la série, les relations de proportionnalité sont toujours simples et mettent en jeu des grandeurs discrètes et continues ou des suites de nombres (exercices « coef-

Exercices	Tâche	Registre(s)
<b>Série « Proportionnalité »</b>		
Petits problèmes (10 questions)	Calculer une 4ème proportionnelle	Langage naturel
Trouver le coefficient (10 questions)	Calculer un ou des coefficients de proportionnalité	Langage naturel et tableaux
Proportionnalité ou pas (5 questions)	Reconnaître si une situation est de proportionnalité ou pas	Langage naturel et tableaux et graphiques
Pb. et tableaux (10 questions)	Remplir un tableau de proportionnalité, et calculer des images, des antécédents et un coefficient	Langage naturel → tableau
Sur un graphique (10 questions)	Lire graphiquement des images et des antécédents	Graphique → langage naturel
<b>Série « Échelle »</b>		
Calculer échelle (10 questions)	Calculer un coefficient (et changer d'unité)	Langage naturel et fraction
Calculer la dimension réelle (10 q.)	Calculer un antécédent (et changer d'unité)	Langage naturel et fraction
Calculer la distance représentée (10 q.)	Calculer une image (et changer d'unité)	Langage naturel et fraction
Mesurer pour calculer des échelles (5 q.)	Mesurer un segment, changer d'unité, calculer un coeff.	Langage naturel et dessin
Mesurer pour calc. des grandeurs réelles (5 q.)	Mesurer un segt., changer d'unité, calculer un antécédent	Langage naturel et dessin
<b>Série « Pour aller plus loin »</b>		
Tableaux sans coefficient (5 questions)	Calculer des 4e proportionnelles en utilisant la linéarité	Langage naturel et tableau
Coefficients fractionnaires (5 q.)	Calculer les deux coefficients sous forme de fraction	Tableau

coefficients fractionnaires » de la série « pour aller plus loin ». Le tableau suivant résume les tâches de chaque exercice ainsi que les registres utilisés pour représenter les données ou les changements de registre<sup>5</sup> (→).

Les exercices sont le plus souvent proposés de façon assez graduée. Par exemple, dans l'exercice « petits problèmes », on trouve d'abord une question de multiplication (valeur de l'unité donnée) puis de division avant d'avoir à calculer réellement une 4<sup>ème</sup> proportionnelle. De même, dans l'exercice « trouver le coefficient »,

il s'agit d'abord de calculer un coefficient qui est entier, puis deux coefficients entiers, puis des coefficients rationnels. Lorsque les valeurs numériques le nécessitent, le logiciel propose la calculatrice comme outil.

- Dans Wims (Cf. tableau page ci-dessous), la recherche d'exercices par les mots-clés « proportionnalité » et « sixième » donne 21 exercices aux titres plus ou moins évocateurs de la tâche. La plupart d'entre eux mettent en jeu une proportionnalité entre des grandeurs discrètes ou continues mais on trouve à nou-

Exercices	Tâche	Registre(s)
CD-Rom	Résoudre un problème arithmétique sans proportionnalité	Langage naturel
Courses	Résoudre un problème arithmétique sans proportionnalité	Langage naturel
Densité	Calculer un antécédent (et changer d'unité)	Langage naturel
Densité 2	Calculer un coefficient (et changer d'unité)	Langage naturel
Densité 3	Calculer une image (et changer d'unité)	Langage naturel
Échelle	Calculer un antécédent (et changer d'unité)	Langage naturel
Échelle 2	Calculer une image (et changer d'unité)	Langage naturel
Essence	Calculer une quatrième proportionnelle	Langage naturel
Molière	Résoudre un problème arithmétique sans proportionnalité	Langage naturel
Poids	Calculer des images avec plusieurs relations de proportionnalités indépendantes	Langage naturel
Pourcentages	Calculer un pourcentage de répartition et calculer une répartition	Langage naturel
Pyramide	Calculer une image avec changement d'unité et données inutiles	Langage naturel
Solde	Calculer un antécédent, situation de pourcentage d'augmentation-réduction	Langage naturel
Tapis	Enchaînement d'isomorphismes, calculer une image, pourcentage d'augmentation-réduction	Langage naturel
Temps de parcours	Calculer une image ou utiliser une formule de vitesse	Langage naturel
Tour du monde	Calculer une image ou utiliser de formule de vitesse - donnée inutile	Langage naturel
Âges	Résoudre un problème arithmétique à 2 inconnues	Langage naturel
Partages	Calculer une part dans un problème de partage	Langage naturel
Tableau de proportion	Calculer une quatrième proportionnelle et un coefficient de proportionnalité	Tableau
Tableau de proportionnalité	Calculer des images et des antécédents et calculer un coefficient	Tableau
Tableau de proportionnalité 2	Reconnaître si une situation est de proportionnalité ou pas	Tableau

<sup>5</sup> au sens de Duval (Duval, 1995)

veau un travail à partir de suites numériques (les exercices « tableau de... »). Certains exercices mettent cependant en jeu plus de deux grandeurs et des relations de proportionnalité de type « enchaînements d'isomorphismes » ; certains ne sont pas des exercices de proportionnalité (tâche « résoudre un problème arithmétique » par exemple). Voici notre analyse concernant les tâches et registres.

- Les deux bases de problèmes mettent donc à disposition une grande variété d'exercices, tant du point de vue des domaines que des tâches. Le fait que les interventions de l'enseignant en séances machines soient plus individualisées permet en outre de faire mieux vivre toutes les adaptations de connaissances existantes et favorisent *a priori* une activité « riche » des élèves. Parfois, le travail dans des cadres nouveaux, favorisé par l'usage du logiciel, permet d'engendrer de nouvelles activités impossibles en environnement papier-crayon<sup>6</sup>.

Cependant, pour le thème de la proportionnalité, on constate l'absence, dans les deux bases, de problèmes de comparaison de coefficient, comme dans la question « Macarons » suivante : *Mariam fait des macarons. Pour une première fournée elle met 12 gouttes de colorant vert pour 250 g de pâte et pour une seconde 7 gouttes de colorant vert pour 200 g de pâte. Quels seront les macarons les plus verts ?* Or ces problèmes nous semblent tout à fait intéressants à ce niveau. De même, on ne trouve pas d'exercices de type « illustrer par une situation réelle un tableau de proportionnalité », ce qui peut sembler compréhensible à ce niveau. Par ailleurs, dans Mep, on note l'absence totale de problèmes de pour-

centage alors que les programmes actuels y font référence. Ces remarques nous amènent à envisager des questions sur l'activité de l'enseignant notamment pour ce qui concerne l'organisation des séances classiques par rapport aux séances machines. Nous y reviendrons dans le paragraphe suivant. Par ailleurs, on remarquera aussi que, même si ce type d'analyse demande de mettre en œuvre des connaissances didactiques que l'on peut supposer développées au moins implicitement chez les enseignants, il semble plus facile de cerner les types de tâches travaillés et les manques avec Mep qu'avec Wims. C'est une différence essentielle pour ce qui concerne le travail de l'enseignant.

La comparaison des deux tableaux précédents permet aussi d'inférer que l'activité mathématique des élèves relative à la proportionnalité sera différente avec les deux bases d'exercices. Tout d'abord, les exercices de Mep sont plus proches des applications immédiates que ceux de Wims, sauf peut-être dans la série « échelle », avec souvent un caractère répétitif des questions. En outre, en dehors de la série « proportionnalité ou pas ? » Mep ne propose que des problèmes de proportionnalité : cela n'incite pas les élèves à se poser la question de la proportionnalité et peut les conduire à penser que tous les exercices sont des problèmes de proportionnalité. Au contraire, dans Wims, les exercices proposés demandent plus de disponibilité de connaissances, avec souvent des étapes intermédiaires à résoudre non annoncées ou des données inutiles. Certains de ces problèmes nous semblent d'ailleurs assez difficiles à résoudre pour un élève de 6ème, par exemple « Poids »<sup>7</sup>. De leur côté, les exercices de Mep mettent en

6 Il s'agit essentiellement d'activités dans le cadre graphique : par exemple les élèves peuvent faire varier des curseurs pour simuler des situations... Dans l'exercice Wims de l'annexe 2, les élèves doivent retrouver l'expression de la fonction affine et ont plusieurs essais possibles en s'appuyant

sur les rétroactions de Wims.

7 Poids : Un camion est 10 fois plus lourd qu'une voiture tandis qu'un camion est 4 fois moins lourd qu'un char. Sachant qu'un camion pèse 11 tonnes, calcule le poids d'une voiture et d'un char (en tonnes).

jeu plus de changements de registres que ceux de Wims et plus souvent des représentations dans des registres différents d'une même relation de proportionnalité. On peut penser que cette richesse permet à l'élève, au delà de l'activité de résolution de l'exercice, de faire des liens entre ces différents registres pour la proportionnalité.

Concernant toujours l'activité mathématique potentielle des élèves, évoquons la question de l'aide dans Mep. Pour un exercice, l'aide proposée est toujours la même, quelle que soit la question. Elle correspond généralement à la résolution d'une des questions la plus avancée de l'exercice, avec l'introduction éventuelle d'une autre registre que celui proposé dans l'énoncé de la question en cours. Ainsi pour l'exercice 1 « petits problèmes » de la série « proportionnalité », l'aide est toujours la résolution d'un problème de robinet dont nous reproduisons quelques écrans sur la page ci-contre.

Du coup, une bonne partie de l'activité mathématique d'un élève en difficultés peut résider non seulement dans la compréhension de cette aide mais aussi dans sa transposition pour remarquer qu'il s'agit du même type de problème et comprendre comment résoudre la question en cours. La présentation des données dans un tableau alors que les questions

sont proposées dans le registre du langage naturel suggère aussi à l'élève un travail papier-crayon, avec représentation des données dans un tableau. Enfin, l'aide propose d'utiliser le coefficient de proportionnalité pour la résolution de la question alors que la procédure linéaire est plus naturelle.

Toujours à propos de l'activité mathématique des élèves, on peut aussi remarquer que certains des exercices proposés dans Wims ou dans Mep, peuvent engendrer une fausse activité mathématique des élèves. Ainsi dans Wims, pour l'exercice « Tapis » (représenté ci-dessous), la bonne réponse est systématiquement « moins de... » car les pourcentages d'augmentation et de réduction sont toujours identiques. Un élève peut donc comprendre ce phénomène après quelques essais sans du tout comprendre l'enchaînement d'isomorphismes en jeu.

Cette fausse activité mathématique n'est pas uniquement liée à la présentation sous forme de QCM de l'exercice Wims. En effet, il en est de même pour l'exercice « sur un graphique » de Mep donné en annexe 3. La tâche est de lire graphiquement des images ou des antécédents, mais les valeurs numériques proposées aléatoirement à chaque question correspondent toujours à un seul choix possible de lecture en fonction des échelles

## Tapis

**Exercice.** Le prix d'un tapis coûtait 2000 francs en Novembre, baisse de 31 % en Décembre, puis monte de 31 % en Janvier. Quel est son nouveau prix ?

Entrez votre réponse :

- moins de 2000 francs
- même prix
- plus de 2000 francs
- je n'ai aucune idée

Envoyer la réponse



Énoncé de la question cherchée (appelée problème dans ce cas)

Exercices : ① ② ③ ④ ⑤

Exercice n°1 : Petits problèmes

Problème N°1 :

1 article coûte 2 €, combien coûtent 2 articles ?

Ma réponse :  € Valider

Rappel sur la proportionnalité et le type de problème

Un robinet fuit et laisse échapper 6 L d'eau en 2 heures.  
Quel volume d'eau s'échappe en 4 heures et 30 minutes ?

Chaque cas proposé dans cet exercice est une situation de proportionnalité : il y a deux types de grandeurs (ici, une quantité d'eau et le temps écoulé) et ces grandeurs sont proportionnelles c'est-à-dire on passe d'un nombre représentant la première quantité à un nombre représentant la deuxième en multipliant par un même nombre.  
Dans l'énoncé, il y a trois quantités et on doit en trouver une quatrième : on dit que l'on cherche la quatrième proportionnelle.

Les données de l'exercice sont placées dans un tableau

Un robinet fuit et laisse échapper 6 L d'eau en 2 heures.  
Quel volume d'eau s'échappe en 4 heures et 30 minutes ?

Dans la pratique, on peut trouver des relations simples entre les grandeurs :  
si l'une des quantités double, l'autre aussi ;  
si l'une est divisée par trois, l'autre aussi...  
On peut aussi placer les nombres associés à ces quantités dans un tableau.

Temps (heures)	2	4,5	Cette quantité doit être exprimée en heure : 30 minutes = 0,5 heure
Eau (litres)	6		

Calcul d'un coefficient de proportionnalité

Dans la pratique, on peut trouver des relations simples entre les grandeurs :  
si l'une des quantités double, l'autre aussi ;  
si l'une est divisée par trois, l'autre aussi...  
On peut aussi placer les nombres associés à ces quantités dans un tableau.

x ?	Temps (heures)	2	4,5	x ?
x ?	Eau (litres)	6		x ?

$2 \times ? = 6$

Calcul de la valeur cherchée

Dans la pratique, on peut trouver des relations simples entre les grandeurs :  
si l'une des quantités double, l'autre aussi ;  
si l'une est divisée par trois, l'autre aussi...  
On peut aussi placer les nombres associés à ces quantités dans un tableau.

x 3	Temps (heures)	2	4,5	x 3
x 3	Eau (litres)	6	13,5	x 3

**Il s'échappe 13,5 litres en 4 heures et 30 minutes.**

**A toi.**

79

et du quadrillage. Toutes ces analyses renvoient encore à l'activité de l'enseignant.

#### 4. — Choix du scénario : le difficile travail de l'enseignant

Compte tenu des analyses effectuées dans les deux paragraphes précédents, nous centrons maintenant notre analyse sur le travail de l'enseignant pour la conception du scénario d'utilisation d'une base d'exercices dans sa spécificité. L'utilisation de Wims nécessite particulièrement ce travail de préparation puisque l'enseignant doit concevoir une feuille de TD-Wims pour ces élèves. Par exemple, l'enseignant doit faire un tri parmi les 21 exercices proposés par les moteurs de recherche de Wims autour de la proportionnalité, ce qui constitue un travail assez proche du travail de préparation avec un livre dans un environnement papier-crayon. Vu son organisation arborescente, on pourrait penser qu'un tel travail préparatoire avec Mep est superflu mais nous allons voir qu'il n'en est rien.

Pour l'usage des deux logiciels, le scénario d'utilisation se conçoit à trois échelles différentes : celle d'une séquence d'enseignement (sur un thème donné, par exemple la proportionnalité), celle d'une phase (qui correspond en général à une séance mais qui n'est pas figée à cette durée d'une heure) et celle d'une tâche mathématique proposée aux élèves.

Au niveau de la tâche mathématique, l'enseignant doit tout d'abord effectuer chacun des exercices qu'il veut proposer à ses élèves afin d'évaluer les connaissances à mettre en fonctionnement et les types de mises en fonctionnement proprement dites (entre applications immédiates et tâches plus complexes).

Il peut également prendre conscience *a priori* des fausses activités mathématiques possibles et écarter (ou modifier dans Wims) certains exercices. Pour limiter autrement ces dérives, il peut cependant demander aux élèves de justifier sur papier leur réponse à un exemplaire particulier de l'exercice. Avec Wims, l'enseignant peut également concevoir des exercices en regroupant plusieurs exercices Wims pour jouer, au delà des valeurs numériques, sur l'aléatoire des formes d'énoncés et complexifier les tâches. Par exemple, pour les exercices de proportionnalité, il peut regrouper en un même exercice de sa feuille de TD-Wims les exercices « densité », « densité 2 » et « densité 3 » afin de faire travailler la même situation dans plusieurs sens. Il peut au contraire mélanger les contextes ou encore alterner exercices mettant en jeu la proportionnalité ou ne la mettant pas en jeu pour travailler le caractère disponible de cette connaissance. Il convient cependant d'être prudent dans les regroupements : trop d'adaptations rendent la tâche trop complexe et l'exercice construit peut devenir trop difficile pour les élèves.

Au niveau de la phase (séance), l'enseignant doit gérer les enchaînements de tâches proposées aux élèves. L'organisation des activités influe en effet très certainement sur la façon dont s'opère l'appropriation des connaissances. Ceci ne semble nécessaire que sur Wims lors de la conception de la feuille de TD-Wims. Par exemple, compte tenu des 21 exercices Wims sur la proportionnalité, l'enseignant peut choisir de faire travailler d'abord des exercices d'applications immédiates puis amener les élèves à travailler successivement certaines adaptations de façon graduée comme dans les séries Mep. Les élèves peuvent alors détourner le logiciel en ne travaillant essentiellement que les exercices faciles, quitte à

les refaire de nombreuses fois afin d'augmenter leur moyenne générale sans affronter les exercices difficiles. Ce détournement observé chez de nombreux élèves n'est pas possible avec Mep. Pour l'éviter, l'enseignant peut regrouper au sein d'un unique exercice de sa feuille Wims un exercice d'application immédiate et un exercice plus complexe. L'élève se verra proposer aléatoirement l'un des deux. Avec les deux bases d'exercices, l'enseignant peut enfin proposer aux élèves des tâches supplémentaires adaptées à partir d'exercices du logiciel (c'est à dire mettant en fonctionnement les mêmes connaissances avec des adaptations différentes) à réaliser en environnement papier-crayon, ce qui constitue une véritable marge de manœuvre.

Toute cette organisation *a priori* est cependant pilotée par le scénario d'usage au niveau de la séquence d'enseignement. Quel que soit le logiciel utilisé et comme il le fait classiquement, l'enseignant doit définir ses objectifs : travail de connaissances nouvelles, réinvestissement, révisions... Il doit cependant gérer l'articulation entre les séances classiques papier-crayon et les séances machines. Si certaines tâches bien représentées semblent faciles à proposer en nombre important sur machine, toutes les tâches ne sont pas réalisables sur logiciel comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent pour la proportionnalité. Le travail sur machine ne favorise pas non plus les tâches liées à la rédaction. L'enseignant peut par exemple faire le choix de laisser les applications immédiates pour un travail sur machine de façon à centrer l'activité en environnement papier-crayon sur des tâches plus complexes. Il s'expose ainsi moins aux détournements possibles et aux fausses activités mathématiques. Avec un recueil des scores reflétant véritablement une activité mathématique réelle, il peut alors

s'assurer que les applications demandées sur machine sont bien réalisées.

Dans tous les cas, partant du contenu plus ou moins limité de sa base d'exercices privilégiée, l'enseignant va chercher une répartition des types de tâches cohérente avec les programmes et préservant les dynamiques entre les différents cadres et registres, les aspects outils et objets des connaissances, leur caractère contextualisé ou décontextualisé, les mises en fonctionnement au niveau disponible ou mobilisable et prévoir un jeu sur des échelles de temps (dynamiques entre ancien et nouveau...). Son articulation doit aussi tenir compte des liens à effectuer entre les différents types de séances, notamment pour ce qui concerne l'institutionnalisation des connaissances et les phases de bilan. Ces phases seront plus faciles à préparer avec à disposition les scores des élèves aux différents exercices. Enfin, les temps de recherche en séance machine étant plutôt envisagés comme des moments de travail individuel ou par binôme, l'enseignant aura probablement à imaginer de nouvelles dynamiques entre les moments d'oral et d'écrit, de recherche et de rédaction.

## 5. — Conclusion

Dans cet article, nous avons essayé de mettre en évidence à partir de l'exemple de deux bases d'exercices en ligne comment l'utilisation de ce type de ressources dans l'enseignement des mathématiques peut influencer l'activité mathématique potentielle des élèves et requiert une adaptation dans l'activité de l'enseignant. L'influence du contenu du logiciel sur l'activité mathématique des élèves semble assez facile à inférer par les enseignants à partir de leurs connaissances élaborées pour les séances papier-crayon. L'influence des structures

didactiques et logicielles proprement dites semble au contraire plus difficile à inférer et nécessite sans doute, en plus d'une étude fine des exercices dans leur environnement, une observation des élèves et des enseignants au travail. Il apparaît du coup que tout ce qui relève de la conception du scé-

nario, à quelque échelle que ce soit est délicat. Pour les enseignants, les adaptations dans les pratiques ne sont sûrement pas évidentes mais seront probablement facilitées à l'avenir par les échanges entre enseignants qui se développent avec les communautés de pratiques.

### Références

Cazes, Gueudet, Hersant, Vandebrouck, 2004, Using Web-based learning environment in teaching and learning advanced mathematics, ICME 10, Copenhagen, July 4-11, 2004

Cazes, Gueudet, Hersant, Vandebrouck, 2005, Problem solving and web resources at tertiary level, CERME 4, Spain, <http://cerme4.crm.es/Papers%20definitius/14/wg14listofpapers.htm>

Douady, 1986, Jeux de cadre et dialectique outil-objet, *Recherche en Didactique des Mathématiques* 7.2, pp. 5-31, La Pensée Sauvage

Duval, 1995, *Sémiosis et pensée humaine : registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*, Peter Lang

Hersant, 2001, Interactions didactiques et pratiques d'enseignement, le cas de la proportionnalité au collège, *Thèse de l'Université Paris 7*

Robert, 2003, Tâches mathématiques et activités des élèves : une discussion sur le jeu des adaptations introduites au démarrage des exercices cherchés en classe de collège, *Petit x*. 62. p. 61-71, IREM de Grenoble

Ruthven, Hennessy, 2002, A practitioner model of the use of computer-based tools and resources to support mathematics teaching and learning, *ESM* 49(2-3), pp47-86

Xiao, 2000, Interactive Mathematics Server, *Journal of on line Mathematics and its applications* <http://www.jama.org/articles/xiao/xiaotop.html>

**ANNEXE 1**

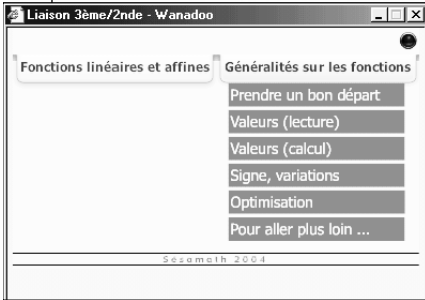
*Organisation arborescente de Math en Poche (fonctions 3ème-2nde)*

Exercices :

- 1
2
3
4
5
6

Au programme de cette série :

1. [Vers la notion de fonction](#)
2. [Quantité en fonction d'une autre](#)
3. [Notations pour des fonctions](#)
4. [Exprimer en fonction de  \$x\$](#)
5. [Reconnaître des graphiques fonctionnels](#)
6. [Représentation graphique point par point](#)



**ANNEXE 2**

*Exercice « Coïncidence libre » dans Wims*

adresse [http://wims.auto.u-psud.fr/wims/wims.cgi?session=A8584FE38B.38+Lang=fr&+module=H6%2Fgeometry%2Fcoincfree.fr&+cmd=new&+Degree=1&+maxsize=25&+maxreply=](http://wims.auto.u-psud.fr/wims/wims.cgi?session=A8584FE38B.38+Lang=fr&+module=H6%2Fgeometry%2Fcoincfree.fr&+cmd=new&+Degree=1&+maxsize=25&+maxreply;) OK

[Accueil WIMS](#)   
 [Intro/Config](#)   
 [Références](#)   
 [Aide](#)   
 [À propos](#)   
 [Aides WIMS](#)

## Coïncidence Libre

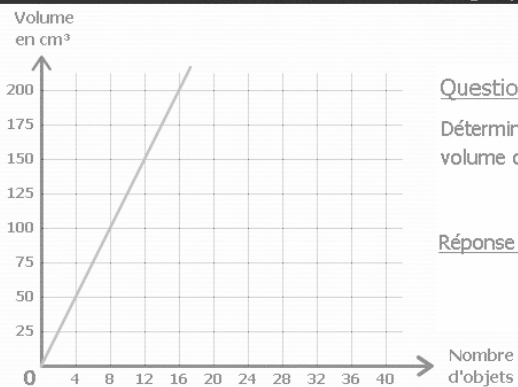
Vous voyez ici la courbe d'une fonction réelle  $f(x)$  définie sur l'intervalle  $[-1,1]$ . Votre but est de trouver une fonction dont la courbe est la plus proche possible de celle de  $f(x)$ .

Envoyer votre essai numéro 1 (sur 10) :

$g(x) = |0$

**ANNEXE 3***Exercice « Sur un graphique » du chapitre « proportionnalité »*

Exercices :

**Exercice n°5 : Sur un graphique**Question N°1 :

Déterminer graphiquement quel est le volume occupé par 16 objets.

Réponse :  cm<sup>3</sup>**Valider**Mon score :