

# Scénarios d'usage de bases d'exercices de mathématiques en ligne

Ghislaine Gueudet (Ghislaine.Gueudet@bretagne.iufm.fr)  
CREAD et IUFM de Bretagne  
153, rue Saint-Malo 35043 RENNES CEDEX - FRANCE

MOTS-CLES : didactique des mathématiques, exercices en ligne, genèse instrumentale, scénarios.

## Résumé

*Nous présentons un travail en cours qui porte sur les usages par des enseignants de primaire et de collège de ressources Internet de type « bases d'exercices de mathématiques ». Nous nous plaçons dans une approche instrumentale, et considérons ces ressources comme des artefacts, qui peuvent devenir des instruments pour l'enseignant. Les scénarios mis en place en classe font partie des observables qui vont nous permettre de décrire la construction de l'instrument par l'enseignant. Nous avons donc élaboré une grille permettant la description précise de scénarios d'usage à l'échelle d'une séquence organisée autour d'un contenu mathématique précis. Nous donnons quelques exemples d'évolution des scénarios d'usage proposés par des enseignants, qui nous semblent relever de la genèse instrumentale.*

Le travail présenté ici s'inscrit simultanément dans l'axe TICE du CREAD (Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique) et dans le cadre du projet GUPTEn (Genèses d'Usages Professionnels des Technologies chez les Enseignants). Il relève de la première direction de recherche retenue dans ce projet : « *Les usages émergents chez les enseignants en poste : utilisation des ressources en ligne et communautés constituées autour de ces ressources* ». Une équipe a été constituée, associant des formateurs de l'IUFM de Bretagne, de l'IUFM de Basse-Normandie, et des enseignants de primaire et de collège. Cette équipe est désignée dans ce qui suit par l'acronyme EMULE : Enseignement des Mathématiques et Usage en Ligne d'Exercices.

## OBJETS D'ETUDE, CADRE THEORIQUE, METHODOLOGIE.

La particularité de départ d'EMULE est le type de ressources considérées : exclusivement des ressources en ligne pour l'enseignement des mathématiques de type « bases d'exercices ». Il s'agit de produits centrés sur des exercices de mathématiques. Ces exercices sont classifiés, et à chacun est associé un environnement qui peut contenir différentes sortes d'aides, des textes de cours, des possibilités de feed-back... Nous étudions des usages en classe, pour des niveaux scolaires qui vont du primaire au collège. Nous utiliserons dans ce qui suit l'abréviation BE pour base d'exercices.

Nous nous sommes intéressés à ce type de ressource d'une part parce que son usage s'est rapidement répandu ces dernières années en mathématiques au collège en France, avec notamment le succès grandissant du logiciel Mathenpoche<sup>1</sup> qui est central dans notre travail. Or l'emploi de ces ressources est jusqu'à présent peu étudié dans le cadre de la didactique des mathématiques. D'autre part, nous avons fait d'emblée l'hypothèse que l'emploi de BE était potentiellement porteur de modifications spécifiques du contrat didactique (Brousseau, 1998), par rapport aux autres TICE intervenant en mathématiques. En effet les BE formulent des commentaires sur le travail de l'élève, qui peuvent aller d'une simple validation ou invalidation (« Mauvaise réponse ! »), à des conseils sur ce que l'élève doit traiter (« recommence cet exercice »). Ces conseils peuvent même parfois entrer en conflit avec ceux de l'enseignant.

Nous avons étudié par ailleurs les conséquences de l'emploi de BE sur les activités des élèves (Cazes et al., 2006b). Ici notre questionnement porte sur l'usage de BE par des enseignants. Nous allons le préciser grâce au cadre théorique fourni par l'approche instrumentale.

L'approche instrumentale est désormais couramment utilisée en didactique des mathématiques pour étudier des phénomènes d'intégration des TICE (Guin et Trouche, 2002). Elle résulte de la transposition

---

<sup>1</sup> <http://mathenpoche.sesamath.net>

à la didactique des mathématiques de l'approche instrumentale développée en ergonomie cognitive par Rabardel et Vérillon (Rabardel, 1995 et 1999). L'ergonomie cognitive met l'accent sur la distinction entre *l'artefact*, qui est un objet donné qui peut être matériel ou symbolique, et *l'instrument*. *L'instrument* est le résultat d'une construction psychologique : il est composé de l'artefact, ou d'une partie de cet artefact, mobilisée dans l'activité du sujet, et d'un ou plusieurs schèmes d'utilisation associés. Ces schèmes d'utilisation sont construits par le sujet d'une part de manière privée, mais aussi par assimilation de schèmes sociaux d'usage. La transformation de *l'artefact* en *instrument* est le processus de genèse instrumentale. L'approche instrumentale souligne aussi l'existence générale de détournements conduisant à un décalage entre les usages prévus par les concepteurs d'artefacts et les usages effectifs.

Pour les BE, deux types d'utilisateurs se distinguent d'emblée : les élèves ou étudiants d'une part et les enseignants d'autre part. Ici nous centrons notre étude sur les genèses instrumentales des enseignants. L'artefact est la BE avec toutes ses fonctionnalités offertes à l'enseignant, et son contenu mathématique. Et la description des genèses instrumentales d'un enseignant nous conduit à étudier des questions du type : quels sont les usages de la BE faits par cet enseignant ? Comment évoluent ces usages au cours du temps, et comment les évolutions observées sont-elles corrélées à l'appropriation par l'enseignant des fonctionnalités et du contenu mathématique de la BE ? Peut-on observer des usages qui s'écartent des usages prévus par les concepteurs de la BE ?

L'étude de ces questions nécessite en particulier une description précise et structurée des usages, et la désignation des éléments observables à retenir. Ceci nous a naturellement conduits à utiliser la notion de scénario. Nous présentons dans la deuxième partie l'évolution de notre réflexion sur cette notion et les outils méthodologiques associés.

Nous avons organisé cette année un double recueil de données. D'une part auprès des enseignants de EMULE. Ceux-ci se sont engagés à utiliser dans leur classe des BE (au moins deux bases différentes), et à décrire très précisément leurs usages. Certaines de leurs séances sont aussi observées directement. D'autre part nous avons soumis un questionnaire à des enseignants de collège sur leur emploi de la base Mathenpoche, et nous comptons rencontrer ultérieurement ces collègues pour des entretiens. L'analyse de ces données est en cours ; ici nous donnerons donc seulement, dans la troisième partie, quelques exemples d'observations réalisées à propos des usages développés par les membres de notre groupe.

## **SCENARIOS D'USAGE DE BASES D'EXERCICES EN LIGNE : QUELLE DESCRIPTION ?**

La notion de scénario d'usage est utilisée par différents auteurs en didactique des mathématiques, notamment par Guin et Trouche (2004), dans le cadre d'un suivi de formation à distance d'enseignants de mathématiques (SFoDEM). Le SFoDEM soutient l'intégration des TICE en proposant des ressources qui comportent tout le matériau nécessaire à la réalisation en classe de séances, et notamment le scénario d'usage prévu :

« *Les scénarios d'usage décrivent étape après étape le déroulement de l'activité en classe en indiquant pour chacune de ces étapes, la situation, la tâche à réaliser, sa durée, l'acteur qui la réalise et les outils et supports nécessaires.* » (Guin et Trouche, 2004 p.90).

L'observation des scénarios d'usages présents dans les ressources du SFoDEM montre par ailleurs qu'il s'agit généralement de textes plutôt brefs, que nous qualifierions plutôt de synopsis de séances. Les nécessités de descriptions de scénarios dans notre groupe diffèrent de celles du SFoDEM sur plusieurs points fondamentaux. Tout d'abord, l'objectif de ces descriptions n'est pas la possibilité de reproduction d'activités TICE par d'autres enseignants. Il s'agit pour les enseignants de notre groupe de décrire leurs pratiques à destination de chercheurs qui vont les analyser. Ainsi, en utilisant les critères employés par Pernin et Lejeune (2004), les scénarios proposés dans le cadre du SFoDEM ont une finalité plutôt *prescriptive*, tandis que les scénarios de EMULE sont *descriptifs* (même s'ils sont pour une large part prévus a priori).

Le travail d'élaboration de grilles de description s'est fait en commun avec les enseignants. Or ceux-ci ont d'emblée choisi de placer au départ de leurs descriptions le savoir mathématique visé (« parallèles et perpendiculaires », « fractions », « calcul avec des décimaux » ...). Ce point nous semble très important : il ne s'agit pas, pour les enseignants de EMULE, de partir de la BE et de réfléchir à des possibilités d'usage. L'origine de leur réflexion est le savoir à enseigner ; ce n'est que dans un deuxième temps qu'ils se posent la question de la place qu'occupera la BE dans une séquence consacrée à cette notion (place qui sera éventuellement vide, si ils ont considéré que la BE n'apporterait rien pour ce contenu). Nous voyons au passage que la *granularité* (Pernin et Lejeune, 2004) pertinente pour le travail de EMULE est celle de la séquence d'enseignement.

Après quelques premières descriptions sans critères définis a priori, nous avons soumis aux enseignants la grille suivante, élaborée à des fins d'observation lors de précédents travaux, en particulier dans l'enseignement supérieur (Cazes et al., 2006a) :

1. Organisation : séances machine / séances classiques.	1.1 Répartition
	1.2 Contenu mathématique
	1.3 Nature des séances sans ordinateurs
	1.4 Articulation entre séances machine et autres séances
	1.5 Rôle de l'ordinateur dans l'évaluation.
2. Enseignant	2.1 Rôle dans le choix de scénario
	2.2 Rôle pendant les séances machine
	2.3 Rôle pendant les autres séances
	2.4 Emploi des suivis informatiques
3. Elèves	3.1 Traces écrites attendues en séance machine
	3.2 Travail seul / en binôme / en groupe en séance machine
	3.3 Travail sur l'ordinateur en dehors des séances

Table 1 : grille initiale pour la description de scénarios d'usage

L'emploi de cette grille par les enseignants du groupe nous a conduits à la faire évoluer sur plusieurs points. Voici la grille actuellement utilisée.

1. Canevas de séquence	1.0 Ressources : BE choisie, autres TICE, autres supports
	1.1 Répartition et articulation des séances, nombre, durée
	1.2 Contenu mathématique et objectifs
	1.3 Nature des séances : découverte, réinvestissement, évaluation... ; préciser le rôle de la BE
	1.4 Références à la BE en séances classiques
2. Interventions de l'enseignant en séance machine	2.1 Contenu
	2.2 Support
3. Activités des élèves	3.1 Traces écrites attendues en séance machine et supports à utiliser
	3.2 Travail seul / en binôme / en groupe en séance machine
	3.3 Travail sur l'ordinateur en dehors des séances
	3.4 Différenciation
	3.6 Progression (imposée, avec seuils, ou libre)

Table 2 : grille de description de scénario après évolution

Nous allons commenter ici les principales modifications retenues. Les trois parties ont été maintenues, bien que les intitulés aient légèrement évolué.

Dans la partie « canevas de séquence » (précédemment « organisation »), nous avons ajouté une rubrique : « ressources ». En effet les enseignants du groupe associent parfois dans une même séquence l'emploi d'une BE et d'autres ressources, en particulier, d'autres ressources TICE ; c'est surtout le cas

en géométrie. Ce fait est d'ailleurs pris en compte par des BE comme Mathenpoche qui proposent désormais leur propre logiciel de géométrie dynamique.

Nous avons précisé le contenu de la rubrique 1.4, en l'intitulant « Références à la BE en séances classiques » plutôt que « Articulation... » pour plus de clarté, et parce que nous avons constaté que le lien qui nous intéressait concernait ce sens particulier. Il s'agit de noter, par exemple, si l'enseignant corrige en séance classique un exercice qui a été rencontré en séance machine ; ou même s'il fait simplement mention oralement de la BE dans une séance classique. Cette rubrique est rarement renseignée, et ce fait nous semble devoir être analysé.

C'est la partie relative à l'enseignant qui a subi le plus grand nombre de modifications. Dans un premier temps, la rubrique « rôle dans le choix de scénario » a été supprimée. Ceci traduit une modification plus générale : nous séparons désormais clairement le scénario d'usage et le travail de l'enseignant, avant ou après les séances. Pour ces deux temps de travail : avant et après, nous utilisons des grilles spécifiques, que nous ne présenterons pas ici. Signalons simplement à propos du travail de préparation de l'enseignant que nous avons prévu de noter la source éventuelle du scénario retenu, celui-ci pouvant être adapté d'un scénario décrit par exemple sur le site web de la BE ; cependant le cas ne s'est pas encore présenté.

Ensuite, il a semblé difficile aux enseignants de décrire leur « rôle », terme peut-être trop général. Ils ont donc d'eux-mêmes restreint ces « rôles » généraux à leurs interventions prévues lors des séances sur machine.

En ce qui concerne les élèves, nous avons ajouté deux rubriques : « progression », qui tient compte des possibilités offertes par certaines BE de contraindre le parcours de l'élève parmi les exercices proposés, mais également des consignes qui peuvent être ajoutées par l'enseignant, oralement ou à l'écrit. Nous rejoignons ici le critère de *degré de contrainte d'un scénario* introduit par Pernin et Lejeune (2004), et l'opposition scénario contraint/scénario ouvert. La seconde rubrique ajoutée est celle qui concerne la différenciation, qui est apparue comme une rubrique fondamentale dès le début de notre travail. Ici encore on rejoint un des critères de Pernin et Lejeune (2004) : *le degré de personnalisation des scénarios*. Notons qu'aucun des logiciels que les enseignants ont utilisé en classe ne s'adapte spontanément à un profil d'élève. Ici la personnalisation relève de la responsabilité de l'enseignant seul, qui va programmer des menus différents pour différents élèves.

Notons que dans tous les cas, les enseignants font figurer dans cette grille à la fois les caractéristiques du scénario qui était prévu a priori, et celles du déroulement effectif dans le cas où celle-ci diffèrent notablement de ce qui était prévu.

## **EVOLUTION DES SCENARIOS D'USAGE PREVUS PAR LES ENSEIGNANTS DU GROUPE.**

Dans ce travail qui est en cours, nous avons déjà pu noter des évolutions dans les scénarios proposés par les enseignants de notre groupe, principalement avec le logiciel Mathenpoche (noté MEP dans ce qui suit). Nous présentons ici celles de ces évolutions qui nous ont semblé les plus saillantes.

### **Des scénarios plus variés**

Les enseignants du groupe ont débuté l'année en utilisant MEP plutôt en fin de séquence, pour que les élèves s'exercent après la présentation en classe de nouvelles notions ou techniques. Dans ce cas le travail sur MEP se fait par demi-classe, les élèves travaillant individuellement sur un poste. L'autre demi-classe travaille sur papier, sur des exercices proches. Il n'y a pas de traces papier relatives au travail sur MEP demandées. On observe désormais une plus grande variété de scénarios, conduisant à dépasser la simple fonction d'exerciceur pour MEP. Des séances MEP sont ainsi placées en début de séquence, pour introduire une notion (proportionnalité en CM2). Des séances hors classe sont de plus en plus souvent programmées, grâce à la généralisation de possibilités d'accès Internet haut débit, par

exemple dans les médiathèques de quartier. MEP commence aussi à être utilisé pour l'évaluation des élèves : par exemple dans une classe de 4<sup>ème</sup>, la moitié de la note d'un contrôle sur les calculs avec des décimaux provenait d'un travail sur MEP.

#### Plus de différenciation

L'idée d'utiliser MEP comme support à la différenciation était présente dès le départ pour tous les enseignants. Les enseignants de collège utilisaient d'ailleurs déjà MEP lors de séances de soutien. En classe entière, dans la configuration usuelle décrite au paragraphe précédent, les deux demi-classes ne travaillaient pas nécessairement sur les mêmes exercices. On a pu observer un affinement de ces possibilités de différenciation. On en vient parfois à des sous-groupes moins nombreux, voire des élèves considérés individuellement, pour lesquels les enseignants programment des menus spéciaux en s'appuyant sur les bilans d'activité fournis par MEP. Cette évolution est aussi liée à la possibilité de travail hors classe, qui permet des ajustements. Cependant le mode de différenciation qui est désormais le plus répandu ne fait pas appel aux possibilités de menus différents. Au contraire, les enseignants programment le même menu pour toute la classe ; mais ce menu est extrêmement vaste (par exemple, en CM2, tous les exercices sur la numération entière, soit en tout 70 questions), et c'est aux élèves de choisir librement ce dont ils ont le plus besoin. Chaque élève ne fera alors qu'une toute petite partie de ce vaste corpus, selon son propre choix. Le professeur régule cependant les choix de l'élève en utilisant le suivi fourni par le logiciel.

#### Plus de contraintes sur les parcours

L'emploi des possibilités de contraintes sur les parcours des élèves offertes par le logiciel n'a guère évolué. Seule une enseignante (sur les cinq que compte le groupe) utilisait ces possibilités en début d'année : succession des exercices fixée, nécessité d'obtenir une note minimale avant de passer à l'exercice suivant, et elle les a abandonnées depuis. En revanche certaines contraintes, non programmables sur le logiciel, sont maintenant formulées oralement par les enseignants. En particulier dans certains cas les enseignants demandent de ne faire qu'une seule, ou au plus deux fois le même exercice, quelle que soit la note obtenue et donc quel que soit le conseil formulé par le logiciel (MEP demande de recommencer l'exercice pour une note inférieure à 3 sur 5). En effet les enseignants ont observé que certains élèves relançaient jusqu'à dix fois le même exercice au cours d'une séance d'une heure pour essayer d'obtenir la note maximale, plutôt que de traiter les exercices suivants.

Ces observations sont bien entendu à poursuivre et à compléter. Nous allons cependant en proposer ici une première analyse afin d'apporter quelques éléments de réponses à nos questions formulées en termes de genèse instrumentale, sans entrer dans le détail de la description de ces genèses qui fait partie de nos objectifs ultérieurs.

Les évolutions relatives à la variété des scénarios et à la différenciation accrue apparaissent clairement comme des conséquences de la familiarisation avec les fonctions du logiciel. L'enseignant qui découvre une BE est confronté d'une part à un important corpus d'exercices de mathématiques dont il ne connaît ni la structure ni le contenu ; et d'autre part à des fonctionnalités de suivi des élèves, de programmation de séances. Nous avons pu observer dans notre groupe que les enseignantes de collège, utilisant pour la première fois le logiciel WIMS<sup>2</sup> avaient retenu des séances « préfabriquées », qu'elles modifiaient ensuite en supprimant certains exercices, en changeant l'ordre dans lequel ces exercices étaient proposés. . . Le manque de familiarité restreint clairement la variété des usages. L'emploi de MEP pour l'évaluation des élèves est devenu possible lorsque les enseignants se sont familiarisés avec la lecture des bilans des élèves. En ce qui concerne les possibilités de différenciation, deux éléments ont joué un rôle central : d'une part la maîtrise que les enseignants ont acquis des gestes techniques pour la programmation de menus dans MEP ; d'autre part leur connaissance du contenu mathématique des exercices. Ceci leur permet dans un laps de temps raisonnable de préparer des menus différents pour une même classe, et surtout d'utiliser sans inquiétude le deuxième mode de différenciation évoqué. En effet, pour proposer un corpus de 70 questions, parmi lesquelles les élèves vont traiter ce qu'ils veulent, il faut avoir développé une grande familiarité avec ces questions. Un coup d'œil rapide au bilan permet alors à

---

<sup>2</sup> Web International Multipurpose Server, <http://wims.unice.fr>

l'enseignant de repérer les domaines dans lesquels l'élève est encore en difficulté, ceux où il a progressé, etc.

En ce qui concerne les évolutions relatives aux contraintes de parcours, on peut noter le cas de l'enseignante qui a abandonné les contraintes programmées ; elle l'a fait après avoir constaté que les élèves ne « zappaient » pas comme elle le craignait, mais au contraire travaillaient très sérieusement sur l'ordinateur. Par ailleurs, on constate surtout la généralisation de contraintes formulées oralement, et qui peuvent s'opposer aux conseils affichés sur l'écran. Ici on note un écart entre les usages prévus par les concepteurs et les usages développés par les enseignants. La structure de MEP montre que la fonction initialement prévue pour le logiciel est la fonction d'exerciseur (Cazes et al., 2006a). Ceci est d'ailleurs confirmé dans des évolutions récentes de MEP, qui propose désormais un manuel (payant sur papier et téléchargeable gratuitement) pour la classe de cinquième, dans lequel les emplois prévus de MEP sont indiqués. Ces emplois sont systématiquement réduits aux exercices d'application. Or les enseignants comme nous l'avons vu varient les emplois de MEP et s'éloignent en particulier de la fonction d'exerciseur.

Bien entendu, ces observations ne portent que sur des enseignants de notre groupe, et bien que nous leur ayons laissé une totale liberté d'organisation, la participation à la recherche a probablement influencé les évolutions relatées ci-dessus. Nous pensons cependant que les facteurs d'évolution relevés : appropriation des fonctionnalités de la BE, mais surtout de son contenu mathématique, et peut-être aussi la confiance croissante des enseignants dans le sérieux du travail des élèves sur la BE peuvent se retrouver chez de nombreux enseignants. Nous retenons aussi que les descriptions de scénarios d'usage, associées aux descriptions du travail fait par l'enseignant en dehors de la classe sont des observables fondamentaux pour l'analyse des genèses instrumentales des enseignants. C'est pourquoi nous souhaitons poursuivre et affiner notre réflexion sur cette notion de scénario.

## **Bibliographie**

Brousseau, G. (1998), *Théorie des situations didactiques*, La Pensée Sauvage éditeurs, Grenoble.

Cazes C., Gueudet G., Hersant M., et Vandebrouck F. (2006a). Utilisation de bases d'exercices en ligne : quelles conséquences pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques ? *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*, IREM Paris 7.

Cazes C., Gueudet G., Hersant M., et Vandebrouck F. (2006b article soumis pour publication à la revue IJCM) *Using e-exercises bases in mathematics : case studies at university*.

Guin, D et Trouche, L. eds. (2002) *Calculatrices symboliques. Transformer un outil en un instrument du travail mathématique : un problème didactique*. La Pensée Sauvage éditions Grenoble.

Guin, D et Trouche, L. (2004) Intégration des TICE : concevoir, expérimenter et mutualiser des ressources pédagogiques. *Repères. Num. 55. p. 81-100*, Topiques éditions, Metz..

Pernin, J.-P. et Lejeune, A. (2004) Dispositifs d'apprentissage Instrumentés par les Technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios. Colloque TICE 2004, UTC, Compiègne.

Rabardel P. (1999) Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. *Actes de la Xème école d'été de didactique des mathématiques*, Houlgate.

Rabardel P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin