

# Ressources en ligne et enseignement des mathématiques

**Michèle Artigue**

(Université Paris Diderot, DIDIREM)

**Ghislaine Gueudet**

(IUFM de Bretagne-UBO, CREAD)



Université d'été de mathématiques,  
Saint-Flour 2008



# Le contexte

- Un décalage évident entre :
  - la difficulté persistante d'intégration dans l'enseignement secondaire de logiciels mathématiques (géométrie dynamique, calcul formel...) dont l'usage est depuis longtemps prôné par l'institution d'une part,
  - la multiplication exponentielle et l'usage de plus en plus massif de ressources en ligne par les enseignants dans leur travail de préparation hors classe mais aussi, de plus en plus, dans les activités menées au sein de la classe.
- Une situation qui suscite à la fois espoirs et craintes et pose de multiples questions

# Des espoirs et des craintes

**Des espoirs** : des ressources diverses et de qualité accessibles à tous, une mutualisation des expertises, un accroissement des pratiques collaboratives, une curiosité et un intérêt renouvelés pour la discipline

**Des craintes** : une prolifération de ressources médiocres voire contestables utilisées sans esprit critique pour des raisons de « facilité »

---



WORLD'S LARGEST Collection of Often-Used, Interactive & Printable Classroom Forms

**MAKING LIFE EASIER FOR TEACHERS**

TIMESAVERS for TEACHERS specializes in printable, often-used classroom forms, report card comments, spelling activities, practical teacher tools, worksheets and downloadable teaching materials designed to save teachers valuable time. Be a well organized and better prepared teacher by using these 9 [popular](#) books and... have more time for other things in life!

 <p><a href="#">WORLD'S LARGEST Collection of Often-used Classroom Forms (interactive)</a></p>	 <p><a href="#">1000 Writing Prompts + Language Forms</a></p>	 <p><a href="#">1830 Ready-to-Use Report Card Comments</a></p>	 <p><a href="#">Organize Your Substitute Teacher Instructions (interactive)</a></p>
 <p><a href="#">Often-Used Classroom Math Forms</a></p>	 <p><a href="#">Fun Way of Learning Math Multiplication Facts!</a></p>	 <p><a href="#">Complete Collection of Classroom Awards, Certificates &amp; Passes (interactive)</a></p>	 <p><a href="#">End-of-the-Year Language Unit (saves 1 month of planning)</a></p>

# Questions sur les ressources en ligne en mathématiques

Des questions abordées lors de la réunion du Comité Scientifique des IREM du 3 décembre 2004 : « Mathématiques en ligne »

- Comment expliquer l'intérêt des élèves, des enseignants pour les ressources en ligne ?
- Comment évaluer ce que les élèves apprennent avec des ressources en ligne utilisées en classe ?
- Comment ces nouvelles ressources peuvent-elle s'articuler avec des ressources plus traditionnelles, quelles mises en œuvre peuvent être efficaces en classe ?
- Quelles nouvelles formes de conception de ressources apparaissent avec les ressources en ligne, quelle doit être la place des enseignants, des IREM, dans ces processus ?

« Mathématiques » dans Google :

en 2004 : 4 910 000 sites

en 2008 : 15 000 000 sites

## Trois approches en interaction

- Une approche centrée sur les élèves, les usages qu'ils développent des ressources en ligne et l'influence de ces usages sur leur activité mathématique, sur leurs apprentissages ;
- Une approche centrée sur les enseignants et les usages qu'ils développent et les effets sur leurs pratiques de ces usages;
- Une approche centrée sur la conception de ressources, et l'articulation entre usages et conception.

## Une attention spécifique aux BEL

- Leur usage croissant dans les classes et les questions voire les craintes que cet usage suscite
- Le développement de travaux de recherche à leur propos dans le secondaire et le supérieur, concernant les enseignants et les élèves sur lesquels appuyer la réflexion
- L'illustration des rapports nouveaux que les ressources en ligne établissent entre conception et usages

# Plan

1. Introduction
2. Un premier exemple au collège
3. Un second exemple au lycée
4. Conception de ressources en ligne, usages et formation : quelles perspectives ?
5. Conclusion

# Premier exemple

## Collège : proportionnalité et BEL

Groupe Hypermédia et Proportionnalité (Hyperpro, groupe INRP-IREM de Rennes-IUFM de Bretagne, 2003-2005 ; Gueudet 2007).

**Apprentissage de la proportionnalité, au niveau CM2-sixième, avec une base d'exercices en ligne.**

Choix d'une BEL : les enseignantes de collège du groupe retiennent Mathenpoche (peu connu en 2003, seul le niveau 6<sup>e</sup> existe).

Pré-expérimentation (mars 2004), regard critique sur les exercices (pas assez adaptés à l'apprentissage de connaissances nouvelles), sur la mise en œuvre en classe.

Collaboration avec les développeurs de Mathenpoche pour la mise en ligne de nouveaux exercices, modification de la ressource (décembre 2004)...



# Collège : proportionnalité et BEL

Réalisation d'une série « Proportionnalité, Liaison CM2-sixième »  
(6 'exercices' comportant chacun 5 problèmes et une aide animée)

Des **choix mathématiques et didactiques spécifiques**, appuyés sur la recherche (Boisnard et al. 1994, Vergnaud 1997), à l'intérieur des contraintes techniques de la BEL

- Organiser les exercices selon des classes de problèmes de proportionnalité ;
- Varier les grandeurs en jeu ;
- Donner des solutions rédigées ;
- Donner pour chaque exercice plusieurs solutions, en particulier : linéarité, et coefficient de proportionnalité ;
- Proposer des problèmes « intrus » (ne relevant pas d'une situation de proportionnalité) ;
- Fournir en aide la résolution du premier problème.

# Collège : proportionnalité et BEL

## Exercice n°2 : Recettes

### Problème n°1 :

Pour faire de la pâte à galettes, on utilise 200 g de farine de blé noir pour 50 cL d'eau.

Combien utilise-t-on de farine pour 100 cL d'eau ?

Réponse :

### Des solutions possibles :

Solution 1 : 100 cL, c'est deux fois plus que 50 cL donc il faut aussi deux fois plus de farine :  $2 \times 200 \text{ g} = 400 \text{ g}$ .

Solution 2 : Il y a 4 fois plus de grammes de farine de blé noir que de cL d'eau. Pour 100 cL d'eau il faut donc  $4 \times 100 \text{ g} = 400 \text{ g}$  de farine de blé noir.



# Bravo !

Mon score : **1 sur 1**

Suite

# Collège : proportionnalité et BEL

## Un scénario spécifique :

- 4 séances en binômes sur ordinateur, sans intervention en classe entière de l'enseignant ;
- Un carnet de bord individuel, une page par exercice, demande de rédaction d'une solution pour chaque exercice ;
- Une séance de rédaction d'affiches, par groupe ; une séance de débat sur les affiches ;
- Une séance de synthèse par le professeur.

Une évaluation initiale, une évaluation finale (avant synthèse).

# Collège : proportionnalité et BEL

## Observations, usages des élèves

### Des usages variés de la BEL

- Emploi de la BEL comme d'un livre d'exercices : faire tout, dans l'ordre, une fois ;
- Suivre systématiquement les conseils affichés sur l'ordinateur (refaire si le score est inférieur à 3 sur 5) ;
- Zapping, relance systématique pour maximiser le score : minoritaires.

### Détournements, difficultés induites par la BEL ?

- Stratégie d'essai-erreur (possibilité de première réponse fausse), recherche de résultats entiers ;
- Dans les carnets de bord, résultats justes obtenus par une procédure fausse.

# Collège : proportionnalité et BEL

## Observation : apprentissages

(données : évaluations initiale et finale, carnets de bord, affiches, échanges)

- Procédures variées, linéarité et coefficient ;
- Reconnaissance d'une situation de proportionnalité ;
- Tableau de proportionnalité, comme outil.

PROPORTIONNALITE ou PAS

Volume (cm <sup>3</sup> )	16	28	36
Nombre de cubes	4	7	9

Pour passer de 4 à 16, il faut multiplier par 4 ainsi que pour passer de 7 à 28 et de 9 à 36. Le volume est proportionnel au nombre de cubes car il suffit de les multiplier par 4.

# Premier exemple, à retenir

- Une BEL a son propre **contrat didactique** (Brousseau 1998), qui influence les usages des élèves ;
- Le choix de **scénario** est fondamental ; articulation BEL et papier/crayon en particulier ;
- Possibilités de **conception** d'exercices, de modification de la BEL.

## Un deuxième exemple : le projet Ile-de-France

- Un projet conçu en partenariat avec les trois académies de la région parisienne : Créteil, Paris, Versailles, visant à soutenir l'accompagnement scolaire des élèves de lycée de ZEP via l'utilisation de ressources en ligne, en ciblant :
  - le niveau de la classe de seconde,
  - les mathématiques.
- Un projet fonctionnant sur la base d'un appel d'offres auprès de fournisseurs de ressources en ligne publics ou privés.
- Un projet en deux phases avec extension aux lycées professionnels et élargissement des ressources en ligne considérées dans la seconde phase.

# Le rôle de l'IREM Paris 7

- Un suivi de l'expérimentation visant à préciser et comprendre :
  - les potentialités et limites des ressources considérées pour l'accompagnement du travail scolaire des élèves,
  - les usages effectifs des ressources sélectionnées par les enseignants et les élèves, et leur raison d'être,
  - les conditions à réaliser pour permettre aux élèves et enseignants d'instrumenter efficacement ces outils et faire qu'ils deviennent des éléments de leur espace de travail.
- Un suivi mené en collaboration avec les institutions académiques et complémentaire de leur propre action.



## La méthodologie mise en place

- L'élaboration d'une grille pour une analyse « par inspection » des ressources
- Des questionnaires de début d'expérimentation et de bilan pour les élèves et les enseignants
- Des visites de sites avec rencontre des différents acteurs et observations d'usages
- Puis, dans la seconde phase, une centration sur quelques établissements généraux et professionnels, une plus grande attention portée à l'enseignant.

# Les résultats : l'analyse des produits

- Une analyse par inspection inspirée par des travaux en EIAH (Bastien & Scapin 1996), (Hu, Trigano et Crozat 2001), (Tricot, 2003).
- Une analyse conjuguant des perspectives ergonomiques, mathématiques et didactiques
- Une analyse organisée autour de 3 critères :
  - l'utilisabilité,
  - l'utilité,
  - l'acceptabilité.

# Une grille d'analyse structurée autour de 9 pôles

- Les aspects techniques de base
- L'interface
- La structure et la navigation
- La scénarisation didactique
- La personnalisation possible (côté enseignant et élève)
- Les documents et activités proposés (forme, contenu, relations)
- Les outils mathématiques spécifiques
- Les interactions
- L'évaluation et le suivi

# Les premières analyses : Paraschool

- Une technologie **utilisable** si l'on prend en compte les premiers critères mais qui reste encore peu évoluée.
- Une scénarisation didactique très classique (cours, savoir faire, exercices)
- Une personnalisation côté enseignant limitée, idem côté élève.
- Des documents en général corrects, conformes au programme, mais assez peu innovants et profitant peu des possibilités technologiques ; des formulations parfois peu claires et décalées.
- Très peu d'outils mathématiques spécifiques.
- Une couverture de l'ensemble du programme mais un éventail de tâches généralement limité, des tâches fixes non paramétrées et une progressivité des tâches à améliorer.

# Les premières analyses: Paraschool

- Un découpage des tâches complexes en mini-questions qui risquent d'en faire perdre le fil, un historique accessible mais peu ergonomique.
- Des types de réponses privilégiant les QCM, en l'absence d'analyseur syntaxique performant et de moteur de calcul formel, et des éliminations souvent faciles.
- Des corrections, commentaires et des aides systématiquement accessibles mais parfois contestables, une analyse d'erreurs sommaire.
- Un tutorat offert mais pas d'interaction possible entre élèves.
- Une évaluation et un suivi accessibles à l'enseignant et l'élève.

En résumé : une **utilité** et une **acceptabilité** qui sont problématiques

# Les premiers résultats : côté élèves

- Des élèves le plus souvent attentifs, concentrés sur ce qu'ils font.
- Des élèves qui lisent les commentaires et corrections, qui ne semblent pas répondre juste au hasard.
- Des élèves qui semblent en général apprendre assez vite à se repérer dans les ressources.
- Des élèves qui gèrent leurs parcours.
- Des élèves qui ne se laissent pas piéger par les bonnes notes assez facilement obtenues.
- Des élèves qui tiennent un discours très raisonnable sur les potentialités et limites du travail avec ces ressources pendant les entretiens.

# Les premiers résultats : côté élèves

- Des élèves qui enchaînent souvent très vite les questions et les exercices pendant les séances.
- Des élèves qui, si l'on ne les y incite pas, ne prennent pas un brouillon, vont rarement voir le cours.
- Des élèves qui s'arrêtent rarement dans la lecture de commentaires et d'explications.
- Des élèves faibles qui se laissent tenter par le « scoring » ou ne semblent pas pouvoir tirer parti de l'interaction avec le produit.
- Des élèves qui n'arrivent pas forcément à réinvestir les réussites dans des activités proches en papier-crayon.
- Des élèves qui, passé le premier contact, utilisent très peu les possibilités d'usage hors classe, bien qu'ils soient bien équipés.

# Les premiers résultats : côté enseignants

- Les attentes :
  - aide pour gérer les élèves en difficulté,
  - aide pour gérer l'hétérogénéité des classes,
  - accroissement de motivation,
  - développement de l'autonomie,
  - diversification des méthodes pédagogiques
- Mais aussi, chez certains :
  - crainte de se voir supplanter par des machines
  - hostilité à l'usage de produits commerciaux



# Les premiers résultats : côté enseignants

- Des usages concentrés sur les dispositifs scolaires usuels : modules et aide individualisée, et épisodiques très majoritairement.
- Un certain confort d'enseignement même si les enseignants sont généralement très sollicités.
- Des difficultés à articuler les séances avec ressources en ligne et l'enseignement usuel, à organiser la prise de notes.
- Des difficultés pour les enseignants à réellement profiter des possibilités d'individualisation et de suivi des usages offertes par certaines ressources.
- Une exploration limitée en général des ressources utilisées.

# Des questions multiples

- Sur les processus cognitifs en jeu dans l'activité mathématique avec ce type de ressource, où en particulier il s'agit bien plus souvent de reconnaître la réponse correcte que de la produire, et sur la difficulté à juger des effets cognitifs possibles par simple comparaison avec le fonctionnement dans l'environnement papier/crayon qui obéit à une économie très différente.
- Sur les types d'usage à privilégier : usages dans le cadre des dispositifs d'enseignement ordinaires ou usages hors classe, voire hors établissement, et comment ?
- Sur le degré de liberté à laisser aux élèves dans le choix des activités et dans leur ordre,
- Sur la façon de gérer l'articulation entre le travail dans ces environnements et en environnement papier/crayon, l'organisation d'un système de traces,
- Sur la façon plus généralement de constituer ces outils en composants de l'espace de travail de l'élève en complémentarité avec les outils usuels de cet espace.

# Quelles dynamiques ?

- Des évolutions intéressantes des ressources et une réelle réactivité des développeurs.
- Des types d'usages qui se stabilisent : usage de « confort » (minoritaire), de « remédiation » (inverse souvent du dispositif initial), de « consolidation », mais peu d'usages hors classe organisés avec succès.
- Des modes d'interaction qui se stabilisent avec très majoritairement des aides mathématiques individuelles « productives » visant à obtenir un succès d'étape ; un fonctionnement convivial de la classe.
- Des plans de travail plus systématiques et mieux pensés mais une différenciation qui reste limitée, et peu d'utilisation des possibilités de suivi.
- Des efforts pour prolonger au papier-crayon, prendre en compte dans les évaluations, mais une gestion des traces et des bilans qui reste problématique.
- Des évolutions de comportement chez les élèves, des occasions d'apprentissage mais des apprentissages qui restent souvent difficiles à apprécier.
- Des spécificités intéressantes de l'expérimentation en lycée professionnel.

## 4. Ressources en ligne : conception, usages et formation

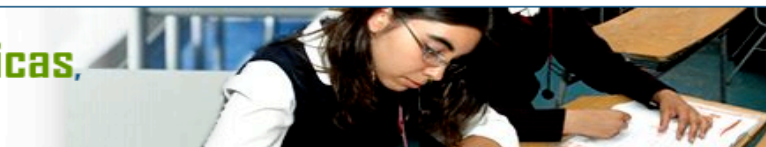
- La multiplicité des sites (institutionnels, associatifs, personnels...). Comment tirer parti de cette richesse ? Comment penser les rapports entre conception, usages et formation
- Quelques sources d'inspiration :
  - à l'étranger : Mexique, Chili
  - en physique : Pegase

# Conception, usages et formation

## *Des sources d'inspiration*



Para que **sus alumnos aprendan matemáticas**, necesitamos que aprendan



**¿Por qué debe estar en este proyecto?**

Docentes **1° a 4° medio**  
Ingrese y actualice sus datos **aquí**

**Novedades**

**Materiales 2007**  
1° - Referencia Profesor Alumno  
4° - Referencia Profesor Alumno

**Presentación**

**Cronograma de Actividades**

[Entrar al Sitio Enlaces Matemáticas](#)

Centro Comenius Universidad de Santiago de Chile



# Conception, usages et formation

## *Des sources d'inspiration*

Pégase : un site pour l'enseignement, et pour la formation des enseignants de physique-chimie (ICAR, INRP)



- Des activités, exercices, devoirs, couvrant l'ensemble du programme de lycée ;
- Des analyses du savoir en jeu ;
- Des indications sur le comportement des élèves, les conceptions fausses ;
- Des scénarios pour la mise en œuvre en classe ;
- Des compléments issus de la recherche en didactique (partie « se former »).

# Conception, usages et formation

## *Des sources d'inspiration*



**ENSEIGNER**


mardi 26 août 2008

Cinquième	Quatrième	Troisième	Seconde	Première	Terminale	Autres pays
-----------	-----------	-----------	---------	----------	-----------	-------------

**THEME: L'Univers en mouvement et le temps**  
**France – Niveau 10 (Seconde) – Physique**

Parties et activités du thème	Téléchargement	Commentaires
-------------------------------	----------------	--------------

☐ **Partie n°1:** Décrire un mouvement avec un modèle



activités



fichier élève



fichier prof.



tous



Savoir



Préparation



But

☐ **Partie n°2:** Interaction et force.



activités



fichier élève



fichier prof.



tous



Savoir



Préparation



But

- ☐ **Activité 1:** Introduction de la notion d'action.
- ☐ **Activité 2:** Première mise en oeuvre du modèle des interactions
- ☐ **Activité 3:** Différentes situations d'interaction pour un système choisi.
- ☐ **Activité 4:** recherche de situations correspondant à un diagramme
- ☐ **Activité 5:** Détermination des phases du mouvement d'un médecine-ball.
- ☐ **Activité 6:** Analyse des interactions lors du mouvement d'un médecine-ball
- ☐ **Activité 7:** Mise en oeuvre de l'ensemble du modèle des interactions
- ☐ **Exercice 1:** Étude des interactions pour des situations variées
- ☐ **Exercice 5:** Jeu de fléchettes (DS2)
- ☐ **Exercice 6:** Lancer de balle (DS2)
- ☐ **Exercice 7:** La caisse (DS2)
- ☐ **Exercice 8:** Le penalty (DS2)
- ☐ **Exercice 9:** Exercice 9 (DS2)
- ☐ **DS 2:** DS n°2
- ☐ **Modèle 1:** Modèles des interactions

# Conception, usages et formation

## *Une autre perspective*

D'une idée initiale....

- Mettre en ligne de 'bonnes ressources' mathématiques ;
- Mettre en ligne de 'bons scénarios' pour la mise en œuvre en classe de ces ressources.

A un **changement de perspective**, prenant en compte°:

- les processus d'intégration, d'appropriation ;
- le lien entre conception et usages.

Conception de ressources **avec** les utilisateurs enseignants



# Conception, usages et formation

*Une autre perspective*

Succès des ressources conçues par certaines associations d'enseignants ; quels processus de conception collaborative dans ces associations ?

Mutualisation et travail coopératif dans les associations d'enseignants, journée de réflexion organisée par les Clionautes, Sésamath et Weblettrés, 24 septembre 2008, ENS rue d'Ulm.

Accompagner les enseignants dans la conception de ressources, la mutualisation, la collaboration ; permettre leur contribution à l'évolution ultérieure des ressources...

# Conception, usages et formation

## *Une autre perspective*

L'expérience pionnière du SFoDEM  
(2000-2006, IREM de Montpellier,  
Guin et al. 2008)



Objectif d'intégration des TICE, formation continue hybride, emploi d'une plate-forme.

Conception de séquences par des collectifs de stagiaires, un processus continu d'élaboration, mise en œuvre, révision.

# Conception, usages et formation

*Une autre perspective*

Le projet Pairform@nce (Atelier  
UE Gueudet-Trouche)



Objectif d'intégration des TICE, formation continue hybride, emploi d'une plate-forme.

Conception de séquences par des collectifs de stagiaires, un processus continu d'élaboration, mise en œuvre, révision.

Et : la plate-forme fournit des ressources pour les formateurs. Parcours de formation, donnant la structure de formations à mettre en œuvre dans les académies.

Associer les formateurs utilisateurs à la conception de parcours ?

# Conception, usages et formation

## *Une autre perspective*

Ce qu'on retient de ces projets, en termes de conception, de collaboration :

Des possibilités offertes par Internet à la conception, à la collaboration effective : nécessité d'un accompagnement.

Vers des ressources fournissant une **assistance méthodologique** (Guin et Trouche 2008) pour accompagner un enseignant, un formateur, un collectif d'enseignants ou de formateurs dans la conception de ressources vivantes.

## 5. Conclusion

Un changement des rapports entre conception et usage°:

l'utilisateur associé à un **processus de conception continu**.

Un changement de la manière de penser la conception:  
ne pas réfléchir en termes de diffusion d'un produit fini  
mais de **ressources évolutives** et  
**d'accompagnement des utilisateurs** dans leur  
participation à la vie des ressources.

## 5. Conclusion

Un questionnement qui dépasse les ressources en ligne°: prendre en compte **l'ensemble des ressources** disponibles pour les enseignants, les élèves (logiciels, manuels scolaires, productions des élèves...)

Le professeur développe au cours du temps, à partir d'ensemble de ressources, un **système de documents** pour son enseignement (Gueudet et Trouche 2007).

Des travaux à poursuivre, interactions des professeurs, des élèves avec les ressources disponibles...