Évaluation Formative et plateforme WIMS

André GNANSOUNOU

IREM de Paris, Université Paris-Diderot

Résumé

Le système scolaire ambitionne de permettre à chaque élève, quels que soient ses projets, de pouvoir faire l'expérience personnelle de l'efficacité des concepts mathématiques. Les programmes d'enseignement de mathématiques pour les classes de secondaire sont déclinés sous forme de capacités attendues. Pour chaque partie du programme, l'accent est mis sur les types de problèmes que les élèves doivent savoir résoudre. Au-delà des résultats consensuels sur l'apport de l'utilisation des plateformes pour assurer l'apprentissage, le contenu de cet article interroge l'originalité de la plupart d'entre elles. Il permettra à tout enseignant, l'esquisse de la mise en œuvre d'une évaluation formative, en particulier sur WIMS.

Abstract

The school system aims to enable each student, regardless of its projects, to be able to personally experience the Efficiency of mathematical concepts. Teaching mathematics programs for secondary classes are declined as expected capacities. For each part of the program, the emphasis is on the types of problems that students should be able to solve. Beyond consensus results on the contribution of the use of platforms for learning the content of this article questions the originality of most of them. It will enable a teacher, sketching the setting of conducting a formative evaluation, especially on WIMS.

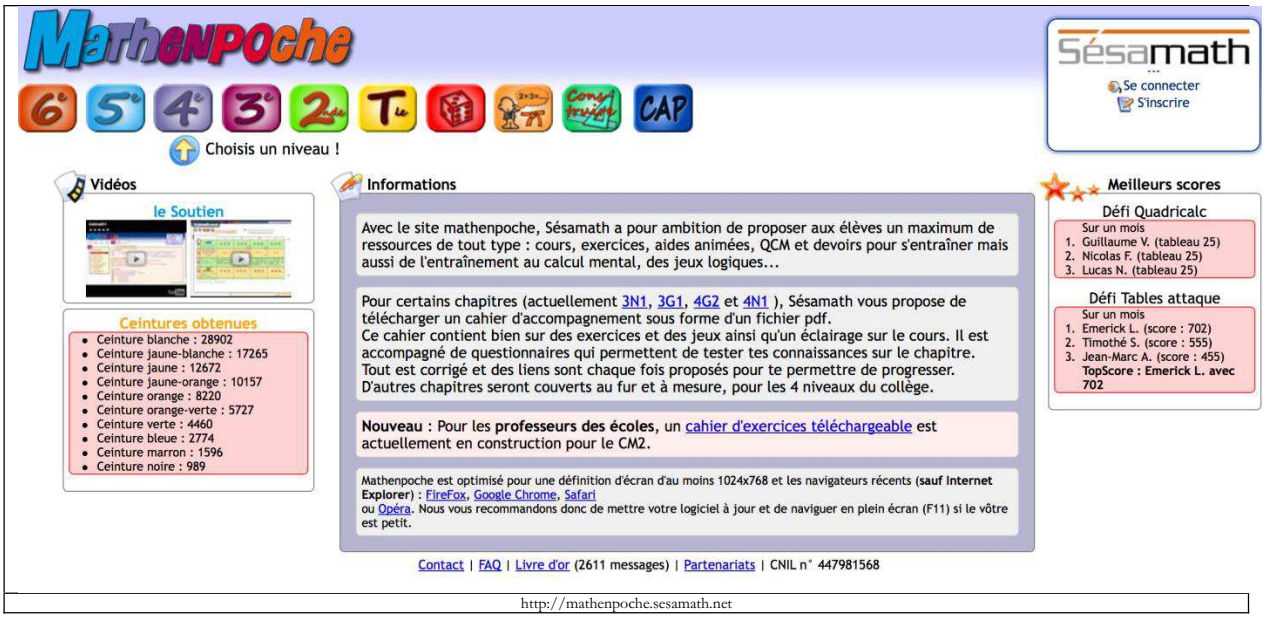
Un questionnement

Dans ma pratique d'enseignant, j'ai pris conscience qu'une grande majorité d'élèves en difficulté, ne prennent pas le temps de s'investir dans les devoirs à la maison et que certains d'entre eux font rédiger leurs devoirs par leurs proches ou par un internaute qu'il rémunère. Pire, certains apprenants rendent leur copie sans prendre la peine de connaître son contenu tout en espérant une bonne note en retour.
Dans cet article, je fais l'hypothèse selon laquelle un devoir fait à la maison est un processus d'évaluation formative des apprentissages. De ce fait, sa fonction est de soutenir l'apprentissage[1] et de fournir des informations sur l'état de développement des compétences, en participant à la construction chez l'élève d'un savoir scolaire ayant du sens.

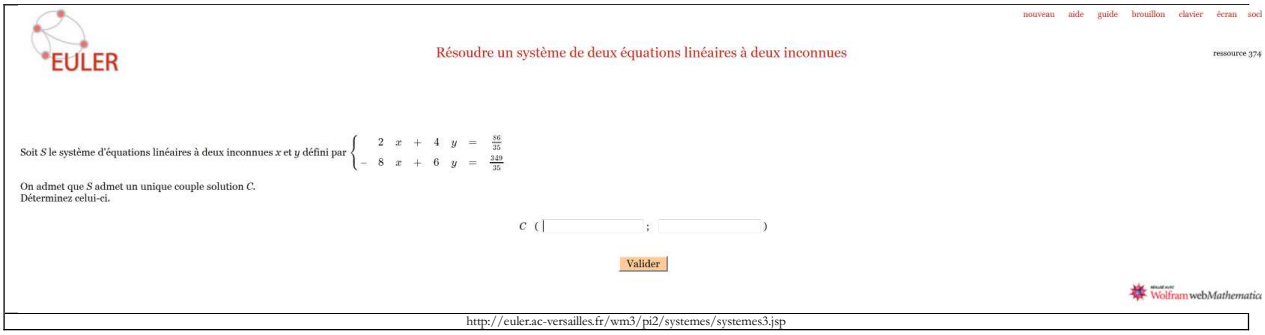
Qu'est-ce qui a été fait pour pallier cette situation ?

Il existe des logiciels éducatifs, communément qualifiés de didacticiels[2] destinés à l'apprentissage des savoirs et réalisés à base d'exercices d'entraînement. On peut citer des serveurs de type Séquane et d'autres didacticiels couramment dénommés exerciseurs[3] qui embarquent dans leur utilisation un environnement interactif multimédia. MathEnPoche, Sésamath, Aplusix, Euler, Lilimath, WIMS ont le vent en poupe. Un certain nombre de concepteurs d'outils informatiques pour l'apprentissage et plusieurs de ceux qui réfléchissent sur l'innovation pédagogique ont fait cause commune autour de WIMS depuis les années 1990. Cette association a fortement influencé l'environnement informatisé et procure à WIMS, au moment où j'écris cet article, une certaine suprématie dans le milieu des plateformes. L'accompagnement d'un apprenant par ce système automatisé devient de plus en plus une nécessité incontournable notamment à cause des établissements scolaires qui sont géographiquement de plus en plus éloignés des lieux de domicile. Cela donne sans aucun doute à WIMS, de nos jours, le rôle de tuteur intelligent, se substituant ainsi aux systèmes experts qui ont fait parler d'eux au cours des années 80.
Dans un environnement WIMS, chaque apprenant a un retour personnalisé et peut repérer ses propres erreurs. L'instantanéité de cet outil permet à l'utilisateur de ne pas persister dans une démarche erronée.
WIMS contient des directives générales[4] sur la façon de procéder, sur le fonctionnement technique, sur les interprétations des résultats, sur l'interface de navigation ainsi que des directives spécifiques liées à la tâche à exécuter sous forme notamment d'aide, d'indication, de retour d'informations.
WIMS possède un mécanisme de correction des exercices effectués par les apprenants ainsi que des fonctions permettant de construire le corrigé des exercices, un barème d'évaluation et des messages contextualisés pertinents qui s'afficheront sur l'écran lorsqu'une bonne ou une mauvaise réponse sera donnée. Le chronométrage définissant une limite de temps pour la réalisation des tâches permet aux apprenants d'exercer leur capacité de restitution des connaissances de façon rapide et automatique.
WIMS inclut un mécanisme de rétroaction à savoir le score obtenu par l'apprenant, l'échelle d'interprétation des scores, le message de signalement d'un exercice réussi ou manqué, le corrigé d'un exercice avec des explications associées aux erreurs de l'apprenant qui s'affichent en même temps que le message qui signale une mauvaise réponse. L'explication fournie précise pourquoi la réponse sélectionnée n'est pas la bonne, et permet à l'apprenant de comprendre son erreur.
Une question dans WIMS peut être à choix multiple (QCM) ou être une question ouverte dans laquelle l'apprenant répond en formulant la réponse en langage naturel: les réponses admises sont courtes et en nombre limité. Des outils de références contextualisés peuvent être mis à disposition de l'apprenant pour l'inciter à consacrer du temps à la réflexion lui permettant ainsi d'éviter une réponse hasardeuse.

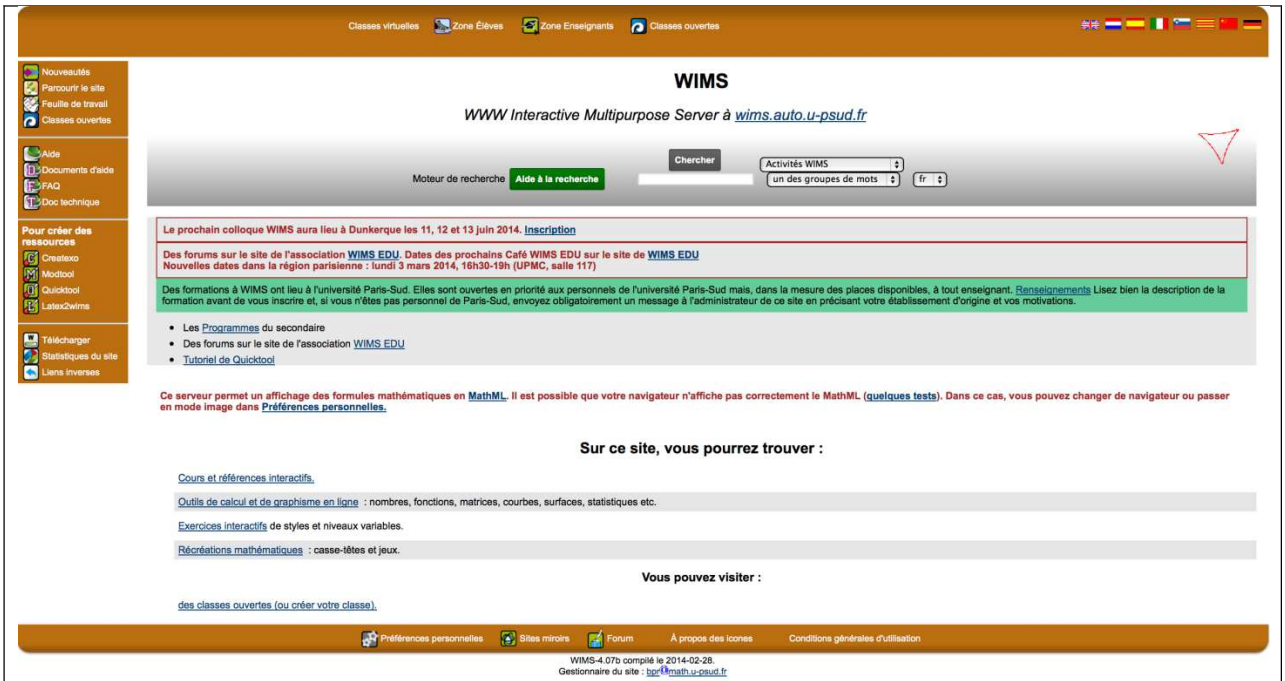
[1] http://edutechwiki.unige.ch/fr/
[2] http://fr.wikipedia.org/wiki/Didacticiel
[3] http://www.sequane.com/ ; http://mesexos.free.fr/exerciseurs/sequane/serveur_exercices.pdf
[4] Dominique Chassé, Sylvain Lefebvre (http://www.profetic.org/dossiers/spip.php?rubrique111)



http://mathenpoche.sesamath.net



http://euler.ac-versailles.fr/wm3/pi2/systemes/systemes3.jsp



http://wims.auto.u-psud.fr/wims/

Quels ont été les résultats ?

Plusieurs groupes d'études, dont celui dirigé en 2008 par le professeur Marie Nowak, regroupant les Universités de Lyon, d'Aix-Marseille, de Nancy-Metz, de Besançon, de Lille et de Paris, ont souligné les points positifs des exerciseurs sur lesquels il n'est pas utile de revenir au cours de cette étude: la motivation des élèves notamment par le degré de réussite aux activités proposées, la gestion de l'hétérogénéité, l'aide au diagnostic des difficultés des élèves sur les techniques mathématiques.
Le "Projet Région Ile de France" de M. Abboud-Blanchard, C. Cazes, M. Haspekian, L. Souchard, F. Vandebrouck et l'analyse de M. Artigue, G. Gueudet, à travers des questions multiples, ont mis l'accent sur les processus cognitifs en jeu dans l'activité mathématique avec ce type d'outil et notamment sur les types d'usage à privilégier: usages encadrés ou non encadrés, centré sur certains thèmes, sur le degré de liberté à laisser aux élèves, sur la façon d'articuler avec le travail ordinaire, d'organiser un système de traces, sur la façon de les aider à instrumenter efficacement ces dispositifs pour qu'ils deviennent des éléments de leur espace de travail, sur la façon de favoriser les usages hors classe.
Autour du thème "Enseignement des mathématiques au début de l'enseignement supérieur" développé au Colloque DIDIREM de septembre 2008, Fabrice Vandebrouck, Bernadette Perrin-Riou et Marie-Claude David, dans l'article qui s'en est suivi: "Enseigner les mathématiques avec WIMS à l'université", ont mis l'accent sur un certain nombre de défis auquel l'enseignement supérieur en Licence se trouve confronté. Un des défis ayant retenu leur attention est le besoin de stimuler le travail personnel des étudiants par la mise en place de l'utilisation de la base d'exercices en ligne WIMS.

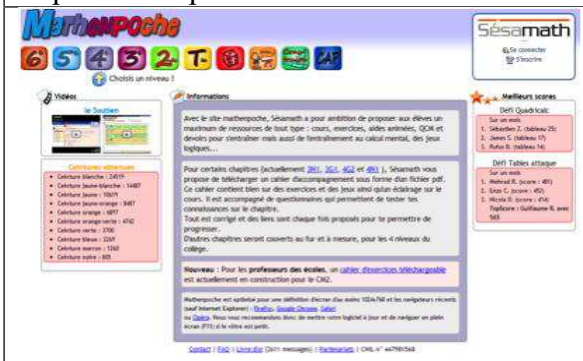
Quelles étaient les conclusions ?

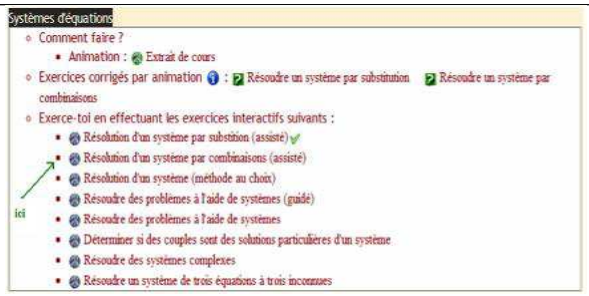
Les compétences développées par certains exerciseurs comme MathEnPoche sont loin d'être négligeables: la mémorisation, la familiarisation avec un contexte donné et l'entraînement à une technique. D'autres exerciseurs comme WIMS développent des compétences proches des aptitudes utiles lors des résolutions de problèmes, son cadre ouvert permet de valoriser les démarches personnelles mais demande de la prise d'initiative de la part des élèves. Dans son article «Enseigner les mathématiques avec WIMS à l'université», Fabrice Vandebrouck souligne que «le travail fourni par les étudiants apparaît comme plus important en séance WIMS que pendant les séances de classe traditionnelle» Tout ceci contribue sans aucun doute à faire rentrer définitivement l'école dans l'ère du numérique.

Depuis ces différentes études, y -a- t- il eut une évolution des exciseurs ?

Pour tenter de répondre à cette question, sur une tâche donnée: «Résolution de système d'équations par la méthode de combinaisons linéaires», nous avons regardé de plus près ce que propose MathEnPoche et comment cette ressource peut être mise en œuvre à l'aide de WIMS.

▪ Résolution de système d'équations par la méthode de combinaisons linéaires sur MathEnPoche

Étape1 : Aller à l'adresse : http://mathenpoche.sesamath.net/	Étape2 : Se connecter/s'inscrire/choisir un niveau
	

Étape3 : Choisissons « G4 : Équations de droites »	Étape4 : Cliquer sur «Systèmes d'équations » puis sur Résolution d'un système par combinaisons
	

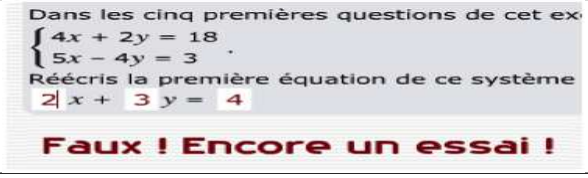
Nous observons la présence d'un certain nombre d'exercices sur 4 paragraphes dont celui qui nous intéresse: systèmes d'équations. Nous remarquons également l'existence d'un cours sur les systèmes d'équations.
(Cliquer sur Équations de droite / Résolution de Systèmes / Résolution par combinaison / suite)

À ce stade, l'apprenant peut décider: soit de voir l'extrait du cours, soit de voir les exercices corrigés par animations, soit de s'exercer à l'aide d'exercices interactifs. Faisons le dernier choix:

Étape5.1: Il s'agit ici de répondre à la question posée en complétant ce qui manque.

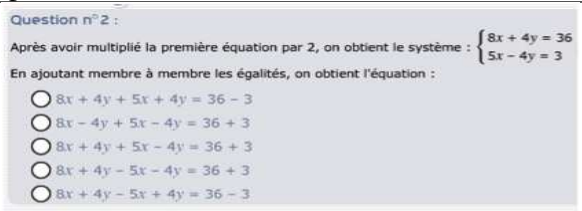
Étape5.2

Étape5.3

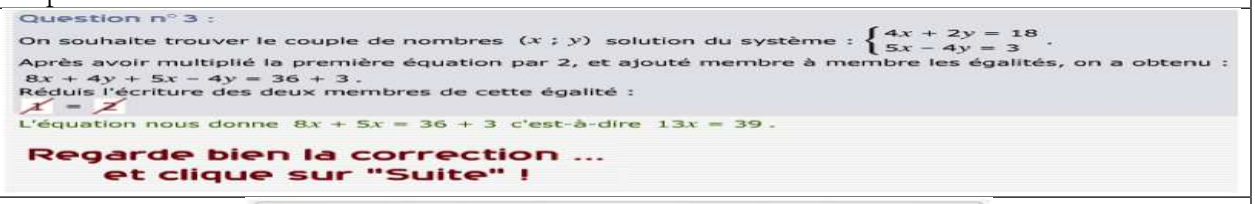


Étape5.4

Étape5.5



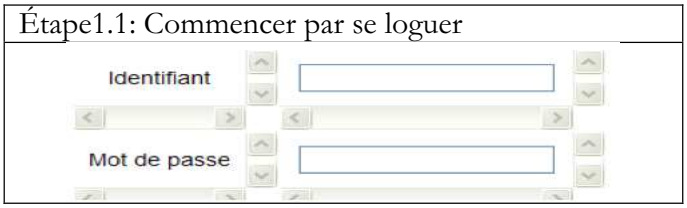
Étape5.6



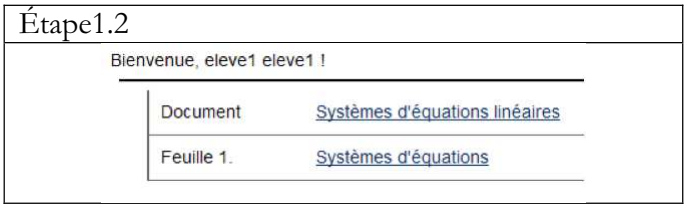
Il en ressort que l'apprenant est guidé pas à pas avec des séquences bien construites. Le système permet de corriger une fois qu'une fausse réponse est introduite et ceci, sans pénaliser le candidat.
L'apprenant en difficulté peut décider de rentrer des réponses aléatoires afin d'avoir le corrigé pour une question donnée, sans lesquelles il n'aura pas la main pour continuer le processus.
Dans un rapport sur l'expérimentation de logiciels exerciseurs, Marc GRELIER de l'académie de Lyon, décrit comment MathEnPoche ou Aplusix peuvent être utilisés comme des outils d'évaluation sommative du travail des élèves.

▪ Résolution de système d'équations par la méthode de combinaisons linéaires sur WIMS

Étape1.1: Commencer par se loguer

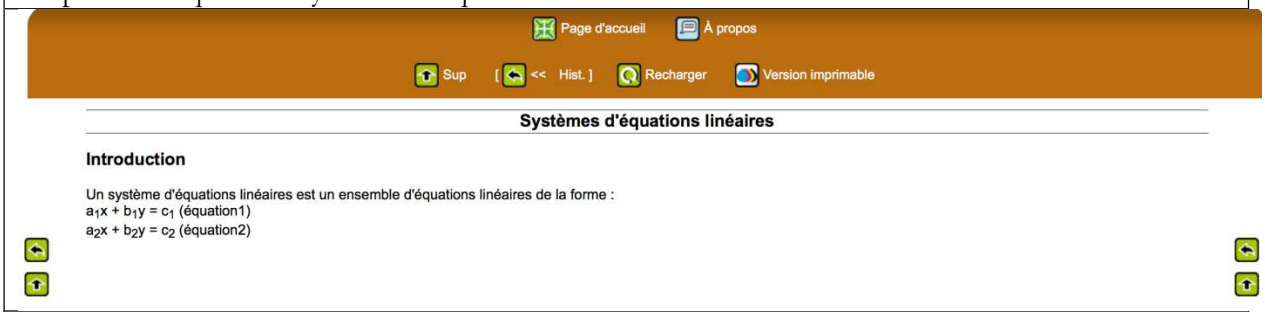


Étape1.2

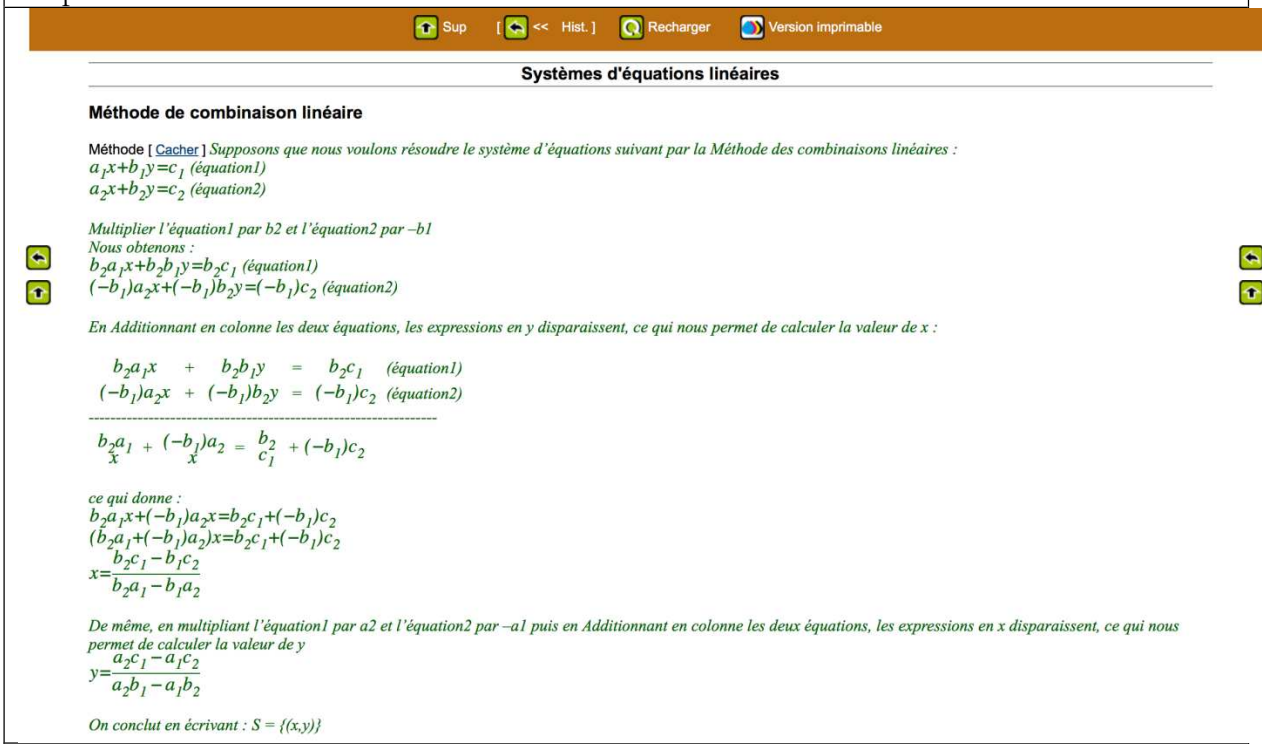


Il suffira ici de cliquer sur « Systèmes d'équations linéaires » puis de parcourir « Introduction et Méthode de combinaison linéaire », ce que montrent les figures des étapes suivantes :

Étape2.1 : Cliquer sur Systèmes d'équations linéaires



Étape2.2 : Parcourir : Introduction et Méthode de combinaison linéaire



Étape2.3 Application

Application [Cacher]

$2x+3y=4$ (équation1)

$5x+6y=2$ (équation2)

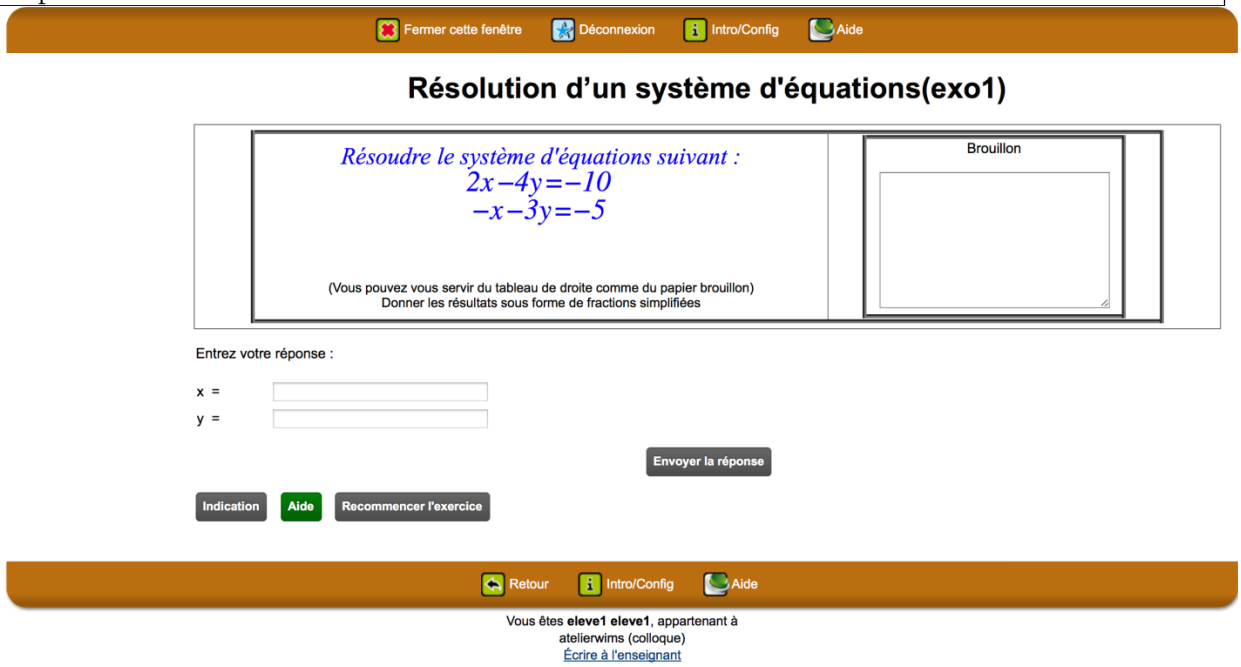
avec a1 = 2 ; b1 = 3 ; c1 = 4 ; a2 = 5 ; b2 = 6 ; c2 = 2

$$x=\frac{b_2c_1-b_1c_2}{b_2a_1-b_1a_2}=\frac{6\times4-3\times2}{6\times2-3\times5}=\frac{24-6}{12-15}=-\frac{18}{3}=-6$$

$$y=\frac{a_2c_1-a_1c_2}{a_2b_1-a_1b_2}=\frac{5\times4-2\times2}{5\times3-2\times6}=\frac{20-4}{15-12}=\frac{16}{3}$$

On conclut en écrivant : S = {(x,y)} = $\{(-6,\frac{16}{3})\}$

Étape2.4 : Exercice1



Étape2.5 : Aide

Systèmes d'équations linéaires à deux inconnues

1. Un Systèmes d'équations linéaires : C'est quoi ?
Un système d'équations linéaires est un ensemble d'équations linéaires de la forme :
$a_1x + b_1y = c_1$ *(équation1)*
$a_2x + b_2y = c_2$ *(équation2)*

2. Exemple :
$2x + 3y = 4$ *(équation1)*
$6x + 2y = 8$ *(équation2)*

3. Qu'est-ce que résoudre un système d'équations linéaires ?
Résoudre un système d'équations linéaires, c'est trouver toutes les valeurs pour lesquelles les équations sont vérifiées.

4. Quelles méthodes utilise-t-on pour résoudre un système d'équations linéaires à deux inconnues ?
Pour résoudre un système d'équations linéaires, on peut utiliser soit :
- *La méthode de combinaisons linéaires*
- *La méthode de substitutions*
- *La méthode graphique*

5. Un système d'équations linéaires à deux inconnues donné a-t-il plusieurs solution(s) ? Une solution unique ? Aucune solution ?
En réalité, chaque équation du système représente l'équation d'une droite.
$a_1x + b_1y = c_1$ *(équation de la droite d_1)*
$a_2x + b_2y = c_2$ *(équation de la droite d_2)*
Trois cas sont possibles:
- *1er cas : les droites d_1 et d_2 sont sécantes.*

Ce n'est possible que lorsque $b_2 \times a_1 - b_1 \times a_2 \neq 0$
Dans ce cas, le système admet une solution unique
Exemple :
$2x + 3y = 4$ *(équation de la droite d_1)*
$6x + 2y = 8$ *(équation de la droite d_2)*

- *2ème cas : les droites d_1 et d_2 sont strictements parallèles.*

Ce n'est possible que lorsque $b_2 \times a_1 - b_1 \times a_2 = 0$ et $c_1 = c_2$
Dans ce cas, le système n'admet aucune solution
Exemple :
$9x + 3y = 4$ *(équation de la droite d_1)*
$6x + 2y = 4$ *(équation de la droite d_2)*

- *3ème cas : les droites d_1 et d_2 sont confondues.*

Ce n'est possible que lorsque $b_2 \times a_1 - b_1 \times a_2 = 0$ et $c_1 \neq c_2$
Dans ce cas, le système admet une infinité de solutions
Exemple :
$9x + 3y = 4$ *(équation de la droite d_1)*
$6x + 2y = 8$ *(équation de la droite d_2)*

Étape2.6 : Indication

Supposons que nous voulons résoudre le système d'équations suivant par la Méthode des combinaisons linéaires :

$a_1x+b_1y=c_1$ *(équation1)*

$a_2x+b_2y=c_2$ *(équation2)*

Multiplier l'équation1 par b2 et l'équation2 par –b1

Nous obtenons :

$b_2a_1x+b_2b_1y=b_2c_1$ *(équation1)*

$(-b_1)a_2x+(-b_1)b_2y=(-b_1)c_2$ *(équation2)*

En Additionnant en colonne les deux équations, les expressions en y disparaissent, ce qui nous permet de calculer la valeur de x :

$b_2a_1x + b_2b_1y = b_2c_1$ *(équation1)*

$(-b_1)a_2x + (-b_1)b_2y = (-b_1)c_2$ *(équation2)*

$\underset{x}{b_2a_1} + \underset{x}{(-b_1)a_2} = \underset{c_1}{b_2} + \underset{c_2}{(-b_1)}$

ce qui donne :

$b_2a_1x+(-b_1)a_2x=b_2c_1+(-b_1)c_2$

$(b_2a_1+(-b_1)a_2)x=b_2c_1+(-b_1)c_2$

$x=\frac{b_2c_1-b_1c_2}{b_2a_1-b_1a_2}$

De même, en multipliant l'équation1 par a2 et l'équation2 par –a1 puis en Additionnant en colonne les deux équations, les expressions en x disparaissent, ce qui nous permet de calculer la valeur de y

$y=\frac{a_2c_1-a_1c_2}{a_2b_1-a_1b_2}$

On conclut en écrivant : S = {(x,y)}

Retour au travail

On remarque que la présentation et la ressource sont l'œuvre du professeur qui fait en sorte que le contenu mathématique de ses séquences devant la classe hors TICE, fusionne avec cette machine didactique qu'il a mise en œuvre.

Régine Mangeard[5], dans son article sur l'utilisation intégrée de WIMS au lycée, tout en soulignant les forces et faiblesses de cet exerciseur, met l'accent plus particulièrement sur la couverture plus large et plus systématique des programmes du lycée. Cette visibilité a été assurée après la publication du projet ev@lwims diffusé par le CRDP de l'Académie de Nice. L'un des points négatifs qui revient le plus souvent est sa présentation très peu agréable.

En somme, avec WIMS, l'apprenant et son professeur ne sont pas enfermés dans des types d'activités prédéfinies. Cet exerciseur permet au concepteur d'une ressource d'avoir une certaine adaptation tout en restant le seul maître du contenu scientifique proposé à l'élève. Ce n'est pas tout à fait le cas des autres exerciseurs. L'article de Marc GRELIER de l'Académie de Lyon souligne que MathEnPoche a une présentation soignée, les aides sont préprogrammées, la démarche est totalement guidée, mais regrette le fait qu'il n'y ait pas de possibilité de prise d'initiative, de conjecturer, de mobiliser diverses connaissances pour résoudre un problème.

[5] http ://www.apmep.asso.fr/spip.php ?article2357

Un pas vers la Conception d'une ressource interactive sous WIMS : L'écologie des savoirs scolaires

La théorie anthropologique de la didactique (TAD) part du postulat que "toute activité humaine met en œuvre une organisation" que Chevallard nomme "organisation praxéologique" et plus précisément "praxéologie mathématique" lorsque les types de tâches relèvent des mathématiques.
Ce précepte est connu également sous le nom de théorie des 4t au sens qu'il utilise quatre notions essentielles qui sont: "tâche, techniques, technologie, théorie".
Ces notions vont permettre de modéliser l'activité mathématique en général et une ressource sous WIMS en particulier.
Les étapes de la démarche peuvent donc être : (1) repérer le type de tâche sur lequel on souhaite travailler, (2) distinguer les tâches relevant du type de tâche, (3) lister les techniques qui peuvent être mises en œuvre, et éventuellement (4) référencer la théorie en jeu.

Instructions sous WIMS et encodage

Nous faisons l'hypothèse que pour provoquer l'apprentissage des élèves, nous pouvons orienter la programmation de WIMS de façon à ce que la tâche soit prise en charge par l'instruction STATMENT, les techniques par HINT, la gestion des réponses de l'apprenant et le bloc technologico-théorique par FEEDBACK pendant que HELP reformule la tâche en la rendant plus accessible.

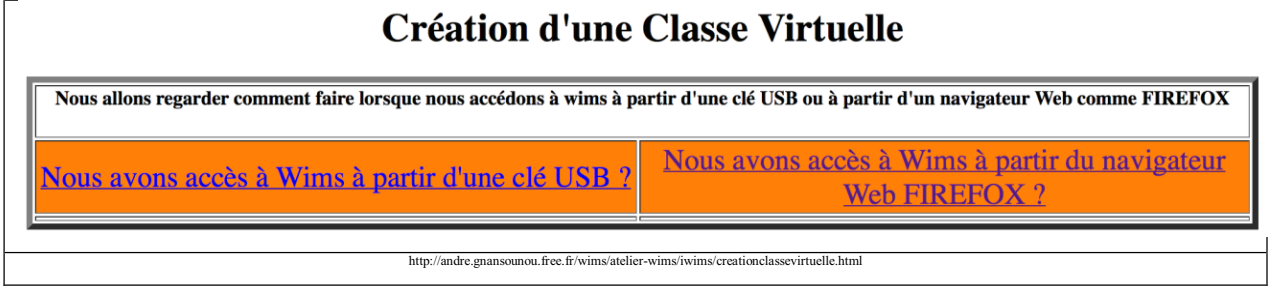
Comment construire une Évaluation Formative à l'aide de WIMS ?

La première étape consiste à créer une classe virtuelle qui va nous permettre d'organiser le travail de nos apprenants en y mettant des feuilles d'exercices considérées comme des types de tâches selon Chevallard[6]. Nous pouvons alimenter une feuille d'exercices en important des exercices WIMS déjà opérationnels directement de la base d'exercices WIMS avant de les contextualiser. Il est également possible que le professeur fabrique lui-même un exercice WIMS en utilisant ou non un modèle prédéfini. Sous WIMS, la récupération des données statistiques attachées aux apprenants afin de situer leur niveau d'apprentissage, est d'une simplicité appréciable.

Processus de création d'une classe virtuelle

L'une des toute premières étapes consiste à choisir la façon dont on accède à la PlateForme WIMS. Cet accès peut en effet se faire à partir d'une clé USB ou à partir d'un navigateur Web comme FIREFOX.

Étape1 : Choix de la manière d'accès à la PlateForme WIMS



Supposons que nous disposons d'un accès à WIMS à partir de ce navigateur Web, la quasitotalité des universités françaises ont installé leur propre serveur WIMS. Certains lycées ont aussi fait de même. L'accès est normalement libre.

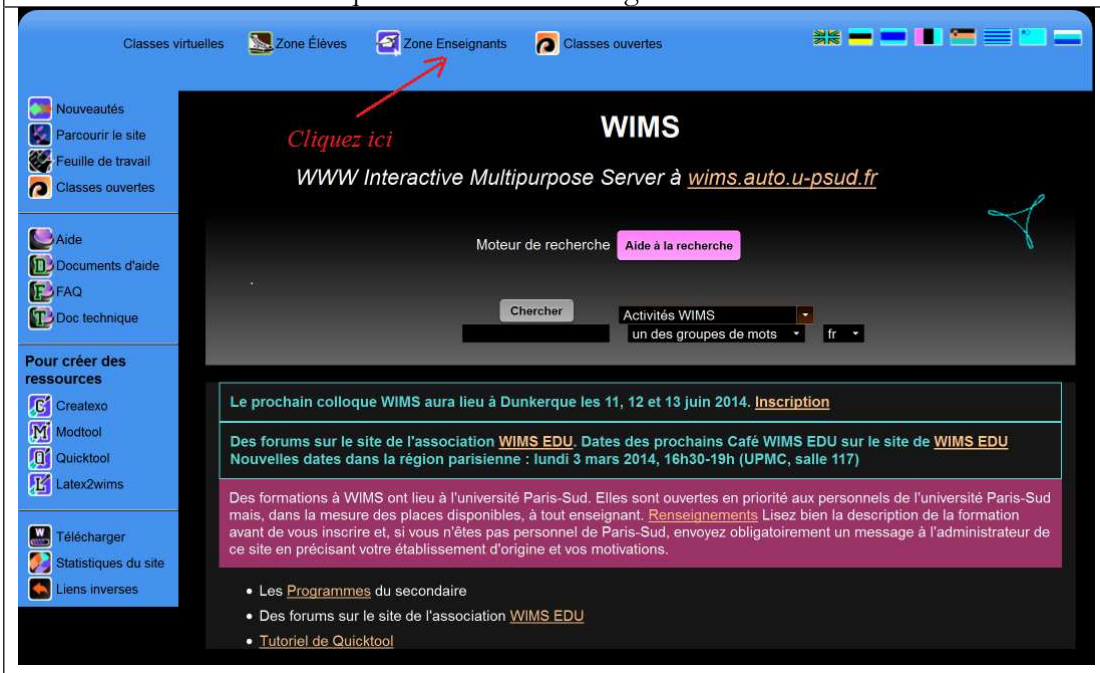
Voici quelques serveurs très fréquentés:
- Serveur WIMS de l'Université Paris sud: "http://wims.auto.u-psud.fr/wims/"
- Serveur WIMS de l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC): http://wims.lutes.upmc.fr/wims/

[6] http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/La_TAD_devant_l_alterite_culturelle_et_linguistique.pdf

Créons notre classe virtuelle sur le serveur de l'Université Paris sud :
- en allant à l'adresse "http://wims.auto.u-psud.fr/wims/",
- en complétant et en validant puis en cliquant sur: Zone Enseignants / Créer une classe / Classe individuelle /

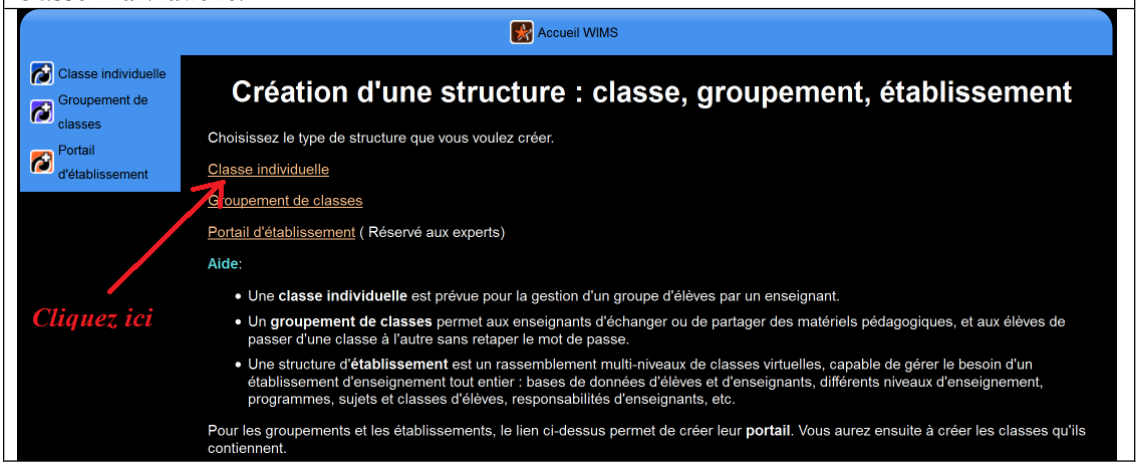
Pour une première création de classe, il est recommandé de choisir la création d'une classe individuelle.
Notons que toute personne disposant d'une adresse courriel valide, peut créer une classe virtuelle WIMS quel que soit son âge ou son statut.

Utiliser un serveur Web pour accéder à la PlateForme WIMS puis amorcer la création d'une classe virtuelle en cliquant sur "Zone Enseignant"

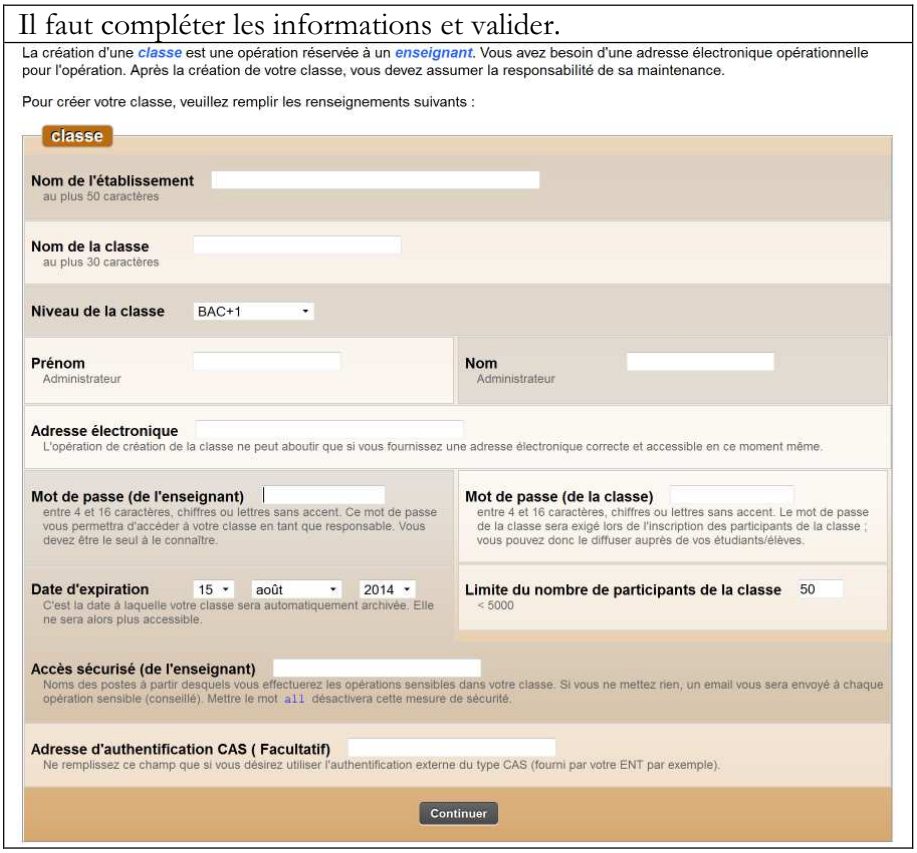


Poursuivre le processus de Création d'une Classe Virtuelle en cliquant sur "en créer une".

Pour une première création de classe, il est recommandé de choisir la création d'une classe individuelle.

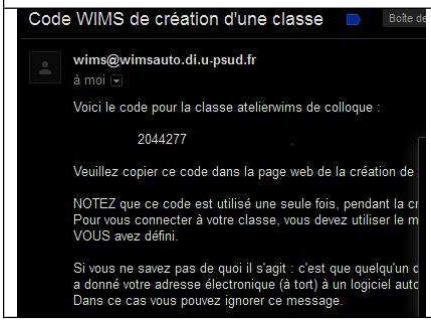


Il faut compléter les informations et valider.



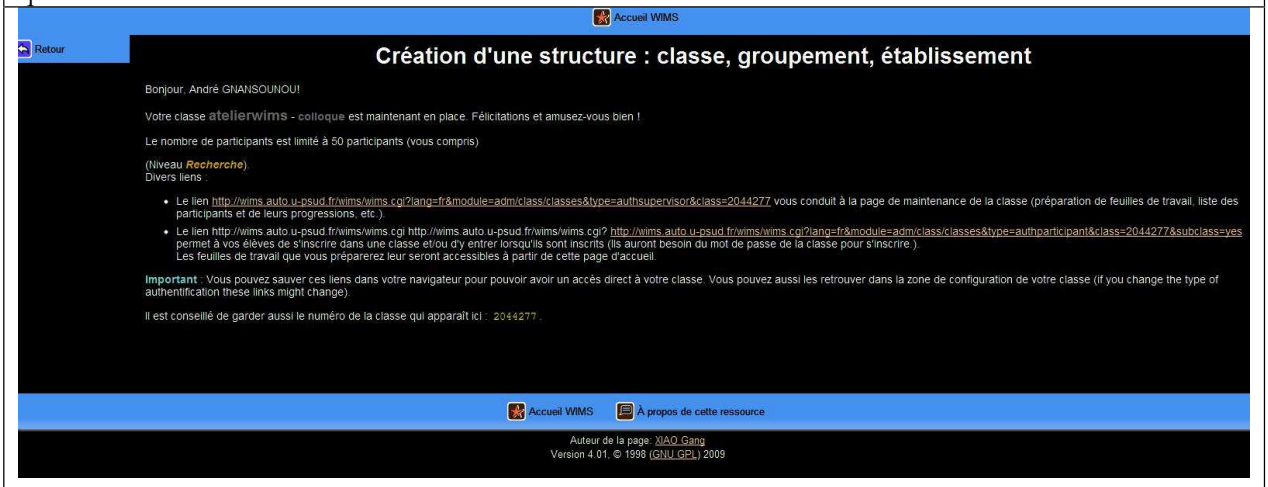
Les deux figures suivantes nous montrent comment confirmer le mot de passe de l'enseignant et celui qui va permettre aux utilisateurs de s'inscrire. Cette confirmation va se faire en deux temps. En premier lieu, il faudra les retaper puis, dans un deuxième temps, confirmer le code réceptionné par message email.

Voici un exemple de message du système WIMS contenant le code.



Il s'agit ici de retaper le code.

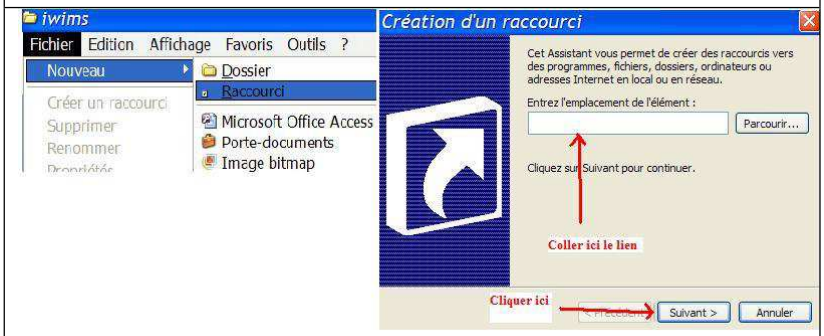
Le système accuse réception en envoyant deux liens qui permettront d'accéder à la classe virtuelle qui vient d'être créée.



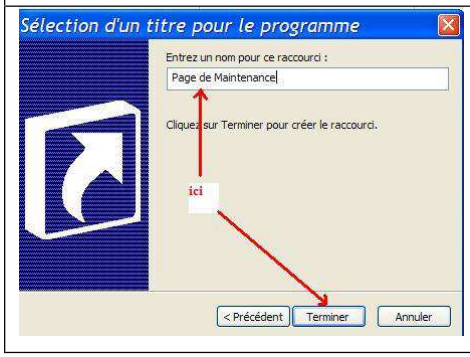
L'utilisation d'une classe virtuelle est facilitée par la possibilité d'avoir des raccourcis sur lesquels l'utilisateur peut cliquer pour y avoir accès:
- Aller à l'endroit où vous voulez créer le raccourci (par exemple sur la racine de la clef USB, sur le bureau, dans le dossier idevoir,...)
- Fichier/Nouveau/Raccourci
- Copier et coller l'adresse du lien dans le bandeau / Suivant
- Nommer le raccourci «Page de Maintenance» / Valider

Pour le second lien: nommer le raccourci «Page de Travail».
Cette manipulation permet de disposer des deux raccourcis: Page de Maintenance et Page de Travail. Celui nommé «Page de Travail» sera mis à la disposition des utilisateurs de la classe.

Création de raccourcis vers le premier lien, celui de la Page de Maintenance.



Création de raccourcis vers le deuxième lien, celui de la Page de Travail.



Conclusion

L'apprenant, acteur principal de son apprentissage devient également grâce aux exerciseurs tels que WIMS, acteur de son évaluation. L'injection des corrections détaillées des exercices à la suite d'une réponse erronée peut permettre d'une part, d'amplifier les effets positifs de la mise en place d'une pédagogie différenciée dans une classe, et d'autre part, d'initier les apprenants aux méthodes attendues du programme scolaire comme le souligne Fabrice Vandebrouk dans son article "Enseigner les mathématiques avec WIMS". La présence des exercices basés directement sur les capacités attendues du programme assure à l'enseignant la possibilité de l'inclure directement lorsqu'il met en place sa séquence de cours. Le rôle de l'enseignant reste central puisqu'il aura la responsabilité de choisir les types de tâches conformes au savoir savant, d'orienter la résolution des tâches à l'aide des techniques appropriées sans trop s'éloigner des capacités attendues, afin de maîtriser la mise en œuvre et la gestion de sa classe virtuelle.

Notes

[1] Web Interactive Multipurpose Server, WIMS est un serveur éducatif, une plateforme d'apprentissage en ligne couvrant des apprentissages de l'école primaire jusqu'à l'université, dans de nombreuses disciplines. WIMS est né à Nice, sous l'impulsion de son créateur Xiao Gang et déployé à travers le monde, ouvert à chaque individu, comme à chaque établissement scolaire ou classe, permettant de construire des parcours d'apprentissage et de créer soi-même des exercices sous licence GNU GPL, avec un code source disponible, modifiable, distribuable.

[2] L'écologie des savoirs scolaires, c'est la façon dont est organisé le savoir scolaire pour pouvoir être enseigné.

[3] L'essentiel de la recherche française en didactique des mathématiques se réfère, soit à l'approche anthropologique développée par Yves Chevallard, soit à la théorie des situations développée par Guy Brousseau qui s'est construite sur une quinzaine d'année (1970 – 1986) autour de l'approche constructiviste de Piaget.

[4] Une tâche est ce qui provoque les activités des élèves, c'est par exemple un énoncé.

[5] Une technique ou savoir-faire est une manière d'accomplir ou de réaliser une tâche donnée.

[6] La technologie est un discours rationnel sur la technique. Ce discours a pour objet premier de justifier «rationnellement» la technique en assurant qu'elle permet d'accomplir la tâche.

[7] La théorie justifie une technologie, c'est par exemple un axiome au-dessus de toute polémique éventuelle.

Bibliographie

[1] Cazes, C., Gueudet, G., Hersant, M. Vandebrouck, F. (2007). Using e-Exercise Bases in mathematics: case studies at university, International Journal of Computers for Mathematical Learning 11(3), 327-350.

[2] Vandebrouck F. (2007). Une base d'exercices en ligne dans la classe de mathématique: activité des élèves et pratiques des enseignants. Dans Gueudet G. et Matteron Y. (Eds) (2007). Actes du séminaire national de didactique des mathématiques, 2007. ARDM et IREM de Paris 7.

[3] Cazes C. et al. (2006). Using E Exercises bases in mathematics: case studies at university. International Journal of Computer in Mathematics Learning, 11 (3), 327-350.

[4] Cazes C. et al. (2005). Utilisation de bases d'exercices en ligne: quelles conséquences pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques? Dans Castela C. et Houdement C. (Eds), Actes du séminaire national de didactique des mathématiques, année 2005. pp 177-212. ARDM et IREM de Paris 7.

[5] Régine Mangeard. Rapport R. Mangeard, Présentation à l' APMEP de "Une utilisation intensive de WIMS en lycée", qui a débouché sur un article paru dans le BV de l'APMEP et accessible en ligne sur le site de l' APMEP et dans la revue mathematice. http ://www.apmep.asso.fr/spip.php ?article2357.