

## Chapitre 3

# Développer dans moodle une base d'exercices mathématiques en ligne. Problématiques croisées entre didacticiens et informaticiens : le cas de wiris au Chili

Jorge Gaona\* et Daniel Marquès \*\*

\*Université Paris Diderot et \*\*Math for More

*Résumé. Dans cet article, on parlera de manière générale de la relation entre professeurs, didacticiens et développeurs ainsi que de certains projets de développement dans le contexte chilien. Cette relation est donnée principalement pour les potentialités et notamment concernant les limitations dans la conception d'une Base d'exercices en ligne. La communication entre professeurs, chercheurs et développeurs permettra, peu à peu, de dépasser ces limitations, néanmoins, les nouvelles avances techniques ouvrent d'autres questions didactiques.*

### **QU'EST-CE QU'UNE BEL ?**

Dans cet article, nous parlerons d'une Base d'exercices en ligne (BEL pour la suite) comme un ensemble d'exercices mathématiques développés à travers des logiciels précis, et auquel les étudiants peuvent accéder via un navigateur web.

Les caractéristiques techniques de chaque BEL dépendent du logiciel choisi pour le développement, mais celles-ci doivent posséder, au moins, les deux critères suivants :

- Les questions doivent avoir un système de correction automatique.
- Le système doit pouvoir garder les données ou du moins, une partie du travail des étudiants dans la plateforme.

Toutes les autres caractéristiques peuvent être ou ne pas être présentes, selon le niveau de développement du logiciel choisi.

Si une BEL particulière a d'autres caractéristiques, elle permet (potentiellement) de développer des questions intéressantes d'un point de vue du travail mathématique des étudiants. De manière analogue, l'absence de caractéristiques supplémentaires, peut impliquer certaines contraintes pouvant faire obstacle au travail mathématique mentionné.

### **POUR QUOI L'UTILISATION D'UNE BEL ?**

Une des principales raisons de l'utilisation des BEL est la possibilité d'évaluer périodiquement, et de façon détaillée, plusieurs étudiants (Sangwin, Cazes, Lee, & Wong, 2010).

Si le système a la possibilité d'élaborer des questions aléatoires, il est donc possible de donner aux étudiants plusieurs opportunités afin de développer et de démontrer leurs connaissances, c'est-à-dire, l'utilisation d'une BEL a une valeur pragmatique. Mais, si la technologie est bien exploitée, il peut avoir une valeur épistémique qui contribue à la compréhension des objets impliqués.

Différentes recherches montrent que ce type de système, bien développé soit disant, produit une forte activité du travail mathématique des étudiants et une différenciation dans leur méthode et le

cheminement de leur travail (Roschelle, Feng, Murphy, & Mason, 2016; Sancho-Vinuesa & Escudero, 2012; Vandebrouck & Cazes, 2005).

Les résultats de la mise en œuvre d'une BEL dépendent de plusieurs dimensions ; par exemple nous pouvons mentionner la dimension technologique : quelle technologie peut être utilisée et quelle type d'interaction permet-elle ? ; La dimension didactique : quelles sont les tâches travaillées dans la plateforme, et comment le professeur utilise-t-il ces ressources ?

Dans la dimension didactique, les tâches proposées aux étudiants dépendent des potentialités et des limitations technologiques du logiciel choisi. Dans cet article, nous travaillerons autour de trois caractéristiques du logiciel Wiris : CAS pour comparer la réponse des étudiants ; réponses de type graphique et les sous-tâches d'une tâche principale. La première de ces caractéristiques a bien été développée ces dernières années, tandis que les deux autres sont encore en train d'être développées. Dans toute cette évolution informatique, la communication avec la communauté d'utilisateurs a été essentielle.

Avant d'entrer dans le vif de cet article, nous décrirons rapidement les principales caractéristiques de l'intégration entre les logiciels Moodle et Wiris.

## **LE CAS DE L'INTEGRATION DE MOODLE ET WIRIS POUR CONCEVOIR UNE BEL**

Moodle<sup>1</sup> est une plateforme d'apprentissage en ligne, sous licence libre, qui peut-être intégrée avec différents modules libres ou payants. Wiris, de son côté, est un module payant qui intègre trois logiciels : Wiris Editor (un éditeur d'équations), Wiris CAS et Wiris Quizzes.

L'Intégration Wiris-Moodle permet de concevoir différents types de questions avec correction automatique et des caractéristiques mathématiques particulières: Choix multiples, Cloze, Correspondance, Réponse courte, et Vrai/Faux

Dans chaque type de questions, il est possible de concevoir l'énoncé avec des éléments aléatoires et avec une rétroaction en fonction des éléments - aléatoires - de l'énoncé. Ces éléments aléatoires peuvent être des nombres, des symboles ou des objets mathématiques comme, entre autres, les fonctions (représentées de manière algébrique ou graphique) et les matrices. Chaque objet est généré comme une image et cela implique, spécifiquement, que les graphiques ne soient ni dynamiques ni manipulables.

Aussi une autre caractéristique intéressante est la possibilité de créer des questions qui ont d'infinies réponses, par exemple : Donne une matrice telle que toutes ses valeurs soient positives et le déterminant soit zéro ou donne un multiple de 5, donne une fonction quadratique telle que  $f'(1)=2$ .

Maintenant on parlera spécifiquement de certaines caractéristiques et les possibles influences sur le travail mathématique des étudiants.

---

<sup>1</sup> [www.moodle.org](http://www.moodle.org)

## CAS POUR COMPARER LA REPONSE DES ETUDIANTS

Si l'on s'intéresse à faire des questions dans une plateforme qui ne constituent que des questions à choix multiple, comme par exemple des questions dans lesquelles l'étudiant doit écrire un objet mathématique algébrique, il y a deux éléments qui peuvent faciliter ou entraver, selon leur disponibilité ou capacité, le travail des étudiants : un éditeur d'équations pour l'écriture de réponses et un CAS (Computer Algebra System) qui permet de comparer la réponse des étudiants avec celle du logiciel.

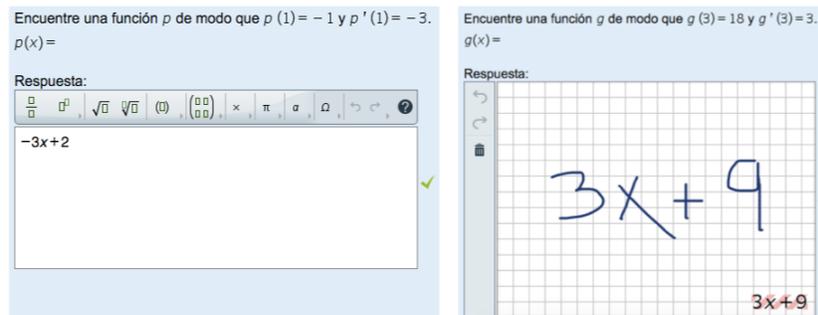
Les difficultés des élèves avec la syntaxe pour entrer des mathématiques dans l'ordinateur sont reportées dans la littérature informatisée. Par exemple Jones (2008) a recommandée d'utiliser des questions de pratique au début du travail, mais maintenant il est possible d'utiliser un éditeur des équations pour écrire les expressions.

Dans le cas de Wiris, l'éditeur d'équations est compatible avec le système d'évaluation depuis octobre 2010, les changements ont été liés à la compatibilité avec différents types de dispositif (ordinateurs, tablettes et téléphones) et surtout au développement de la reconnaissance d'écriture à la main. On Peut voir dans la Figure 1 les deux interfaces selon le dispositif sur lequel l'étudiant est connecté, si l'étudiant se connecte à partir d'un ordinateur le éditeur apparaît (à gauche), s'il se connecte à partir d'un dispositif mobile apparaît le système de reconnaissance d'écriture à la main (à droite). Une des questions qu'on peut poser est : quels sont les changements dans le travail cognitif des étudiants en changeant d'interface ?

Un deuxième défi qui ont ces systèmes est la possibilité d'accepter deux expressions équivalentes mais écrites de manière différente, par exemple :

$$x + y + 1, 1 + y + x, y + 1 + x, \text{ etc.}$$

Si le système n'a pas une CAS il devient très limitant.



**Figure 1 : Interface pour l'étudiant selon la diapositive de connexion**

Néanmoins, comme l'indiquent Sangwin et al., (2010), le professeur peut chercher d'autres propriétés dans la réponse, comme par exemple si l'expression est simplifiée, factorisée ou développée, entre autres propriétés.

Sangwin et al. donnent comme exemple la factorisation de l'expression :

$$x^2 - 6x + 9$$

et soulignent que « The problem of recognizing that an expression entered by a student is factorized (over some field), is significantly more subtle than comparing the student's expression with the result of applying the CAS's "factor" command to the teacher's answer. For example, a CAA system may have to respond to any of the following expressions :

$$(x - 3)^2, (3 - x)^2, (x - 3)(x - 3), (3 - x)(3 - x), 9\left(1 - \frac{x}{3}\right)^2 \gg.$$

Quand on a commencé les projets au Chili dans les années 2010 on avait besoin de concevoir des questions de ce type, mais rapidement nous avons réalisé que si l'étudiant donne l'expression originale comme réponse, le système le considérait comme correcte, donc bien ayant une CAS, ces questions on devenue des questions à choix multiple.

À partir de la version 3.17 qui est sortie en 2012, le système a incorporé un onglet pour demander des caractéristiques supplémentaires de comparaison entre la réponse de l'étudiant et la réponse définie dans le système. Les options se montrent dans la **Erreur! Source du renvoi introuvable.**

**Figure 2 : Options (version en français) pour qualifier la réponse des étudiants**

Comme nous l'avons déjà indiqué, le professeur peut concevoir les questions, donc au moment de le faire, il doit choisir quelles sont les propriétés qu'il veut trouver dans la réponse de l'étudiant.

En reprenant les expressions données par Sangwin et al., nous utiliserons l'option « est factorisé » et les options « est factorisé » et « est simplifié » pour voir quelles sont les expressions que le système qualifie comme correcte (✓) ou incorrecte (✗) :

Expression	Options marqués dans le logiciel	
	Est factorisé	Est factorisé Est simplifié
$(x - 3)^2$	✓	✓
$(3 - x)^2$	✓	✓
$(x - 3)(x - 3),$	✓	✗
$(3 - x)(3 - x)$	✓	✗
$9\left(1 - \frac{x}{3}\right)^2$	✓	✗

Dans le tableau on peut observer que le système prend comme correct toutes les expressions qui sont écrites comme une multiplication ou une puissance, mais si le professeur choisit en plus que l'expression doit être simplifiée donc, seulement les deux premières expressions sont considérées comme correctes. Ces types de subtilités doivent être prises en compte pour les professeurs au moment de concevoir les questions. Aussi, les professeurs doivent tenir en compte ces types d'éléments au moment de donner l'énoncé parce que s'ils demandent « Factoriser l'expression  $x^2 - 6x + 9$  » quelle est la bonne réponse ?

## REPONSES DE TYPE GRAPHIQUE

Pour le moment, dans le logiciel si on veut adapter une question comme : « Tracer la représentation graphique de  $f(x) = x^2 - 6x + 9$  » sur la plateforme, les options sont concevoir une question à choix multiple ou correspondance où les options sont graphiques, donc le travail de construction se transforme en un travail d'identification.

Berg et Smith (1994) montrent dans leur recherche que des questions de type choix multiple et les questions de réponse libre ont des résultats très différents sur des questions de réponse graphique, donc le format réponse multiple présente un problème de validité.

Dans un travail plus récent Berg et Boote (2015) ont conçu des questions de choix multiple sur des réponses graphiques où les options ont été générées de manière empirique à partir de questions de réponse libre. En dépit des comparaisons entre les résultats des étudiants sur des questions de choix multiples générées de manière empirique sont plus proches au résultats des étudiants sur les questions de réponse libre, de toute façon il existe une différence qui continue à questionner la validité du format.

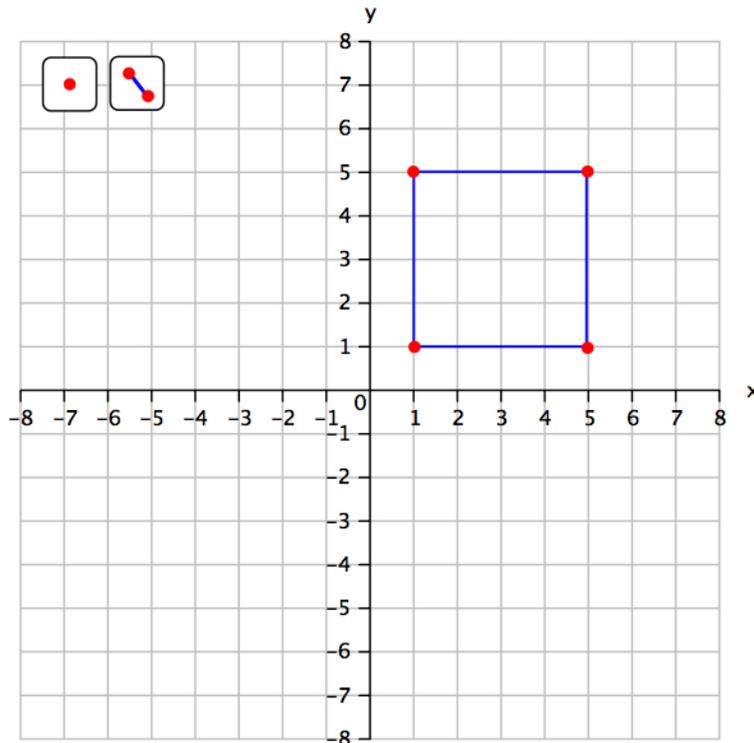
Dans la dernière rencontre à Barcelone entre les développeurs, professeurs et chercheurs qui travaillent sur Wiris, ceux-ci ont montré quelques avancées sur les réponses graphiques.

Pour le moment, ils sont en train de développer deux fonctionnalités : 1) Designer avec des objets prédéfinis comme par exemple segments, points, cercles, entre autres. 2) Reconnaître des dessins de graphiques faites à la main.

Dans la première fonctionnalité, on a une capture d'écran qui se montre dans la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Ces questions sont similaires (en termes d'interactivité) aux questions

qui peuvent être conçues dans des systèmes d'évaluation qui disposent d'un système de géométrie dynamique, comme par exemple GeoGebra Question Type<sup>2</sup> ou Aleks<sup>3</sup>.

Ce type d'outil permet une interactivité avec des objets géométriques et en comparaison avec le travail dans un format papier-crayon, les objets passent d'être un signe à un signe et instrument (Coutat & Richard, 2011; Gómez-Chacón & Kuzniak, 2011).



**Figure 3 : Réponse graphique type 1**

Dans la seconde fonctionnalité, les développeurs cherchent à créer un système qui reconnaisse le dessin fait avec le doigt sur un plan cartésien comme se montre dans la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Cette fonctionnalité est plus nouvelle en rapport aux systèmes déjà connus, mais au même temps s'approche plus au travail que les étudiants peuvent faire dans un environnement papier-crayon. Pour le moment les travaux de développement commencent, donc on ne connaît pas quelles seront les potentialités et les limitations, néanmoins le travail mathématique des étudiants sera plus riche que dans les questions de choix multiple.

---

<sup>2</sup> [https://moodle.org/plugins/qtype\\_geogebra](https://moodle.org/plugins/qtype_geogebra)

<sup>3</sup> <https://www.aleks.com/>

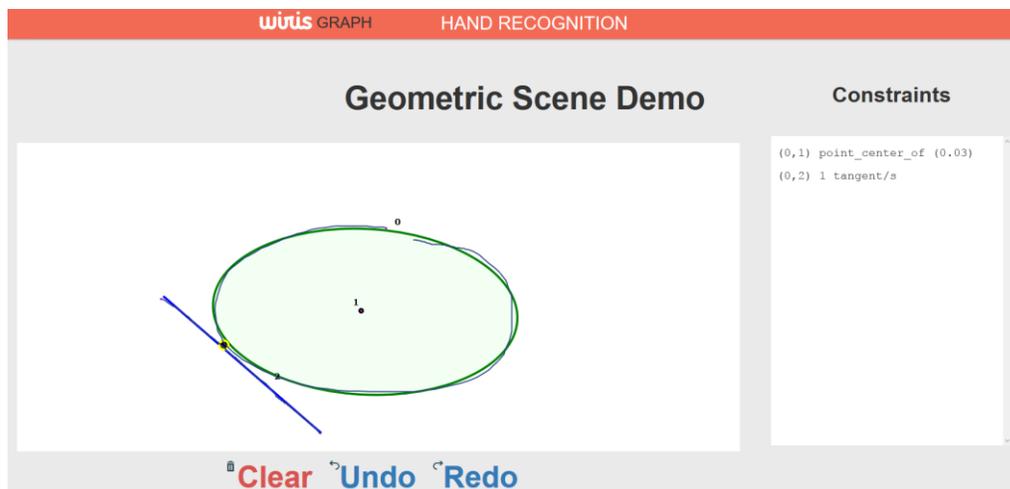


Figure 4 : Réponse graphique type 2

## SOUS TACHES ET TACHES ADAPTATIVES

La dernière caractéristique est la possibilité de faire des sous questions. Par exemple, une question typique est :  $f$  est la fonction affine telle que  $f(x) = 4x - 3$ . Donc

- l'image de 5
- l'antécédent de 11
- la pente de la fonction
- le graphique de  $f$

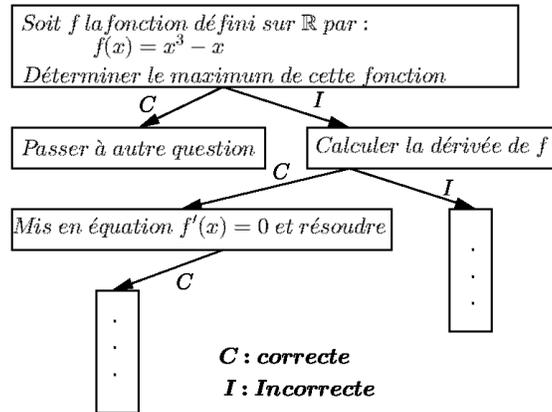
Dans le cas de Wiris, si on fait chaque sous tâche comme une tâche indépendante, le caractère aléatoire produit des fonctions différents, donc ce n'est pas possible de faire des sous tâches.

Pour remédier cette situation, ils ont développé un autre logiciel sous licence libre qui s'appelle Adaptive Quizzes<sup>4</sup> qui permet de faire des sous-tâches en fixant les valeurs qui sont définis pour le même algorithme. De la même manière le logiciel permet de concevoir à partir d'un arbre de décision une évaluation qui s'adapte à la performance des étudiants.

Par exemple, une manière d'utiliser l'arbre de décision est ordonner les questions de telle façon que si l'étudiant répond de manière correcte, la question suivante qu'il doit répondre est plus "compliquée" et si la réponse est incorrecte, la question suivante est plus "simple".

Une autre forme de l'utiliser est décomposer une question en plusieurs parties au cas où la réponse soit incorrecte et donner une autre question dans le cas qui soit correcte, comme par exemple à partir d'un arbre de décision affiché dans la Figure 2.

<sup>4</sup> <http://www.wiris.com/es/quizzes/adaptive-quiz/download>



**Figure 2 : Exemple d'arbre de décision**

En termes de potentialité, les possibilités qui offrent sont énormes, mais au même temps face à l'abondance, les choix didactiques qui doit faire le concepteur peuvent influencer beaucoup dans l'espace de travail mathématique des étudiants (en le sens de Kuzniak : (Kuzniak, 2011, 2013; Kuzniak & Richard, 2014)).

Par ailleurs, la dimension instrumentale (Artigue, 2002; Gueudet & Trouche, 2008; Lagrange, 2000; Rabardel, 1995) est liée à la dimension didactique, parce que toutes les potentialités ou limitations dans les questions dépendent de l'expertise que le concepteur ait. Flynn (2003) a montré qu'il faut de la créativité et de l'expérimentation pour concevoir des questions qui profitent de la technologie, aussi que les concepteurs ont besoin de temps pour développer l'expertise nécessaire.

## CONCLUSION

Nous avons commencé avec des projets en utilisant ce logiciel pour créer un système d'évaluation en ligne pour mathématiques, la possibilité de concevoir et de créer des questions avec des éléments aléatoires a été une possibilité qui nous a ouvert plusieurs options, mais rapidement nous avons trouvé des limitations, une des premières a été la reconnaissance d'autres caractéristiques des expressions algébriques comme par exemple si il est factorisé, simplifié, rationalisé entre autres.

Malgré les nouvelles options, il y a une dimension instrumentale qui doit être prise en compte parce que l'interaction des étudiants avec la machine et la valorisation qu'elle donnera dépend des choix des concepteurs, que dans les projets que nous avons faits sont des professeurs des mêmes institutions dans lesquelles a été mis en œuvre.

La communication avec les développeurs a été fondamentale pour dépasser ces limitations, mais aussi pour discuter sur de nouvelles limitations comme les réponses graphiques ou la possibilité de concevoir des sous-tâches. Mais de toute façon, nous en tant que professeurs et chercheurs proposons des idées, mais à partir des contraintes techniques et de l'expertise de développeurs ces idées se transforment en possibilité du logiciel.

## REFERENCES

Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work.

- International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245–274.
- Berg, C., & Boote, S. (2015). Format Effects of Empirically Derived Multiple-Choice Versus Free-Response Instruments When Assessing Graphing Abilities. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <http://doi.org/10.1007/s10763-015-9678-6>
- Berg, C., & Smith, P. (1994). Assessing students' abilities to construct and interpret line graphs: Disparities between multiple-choice and free-response instruments. *Science Education*, 78(6), 527–554. <http://doi.org/10.1002/sce.3730780602>
- Coutat, S., & Richard, P. (2011). Les figures dynamiques dans un espace de travail mathématique pour l'apprentissage des propriétés géométriques. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 16.
- Flynn, P. (2003). Adapting “ Problems to Prove ” for CAS-Permitted Examinations Dual Functions of “ Problems to Prove ” in Examinations. *International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, 10(2), 103–122.
- Gómez-Chacón, I., & Kuzniak, A. (2011). Les espaces de travail géométrique de futurs professeurs en contexte de connaissances technologiques et professionnelles. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 16, 187–216.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2008). Conceptions et usages de ressources pour et par les professeurs, développement associatif et développement professionnel. *Dossiers de L'ingénierie Éducative*, 65, 76–80.
- Jones, I. S. S. (2008). Computer-aided assessment questions in engineering mathematics using MapleTA®. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, 39(3), 341–356.
- Kuzniak, A. (2011). L'Espace de travail mathématique et ses genèses. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 16, 9–24.
- Kuzniak, A. (2013). Travail Mathématique et domaines mathématiques. In *Proceedings of the 3rd symposium Espace de Travail Mathématique* (pp. 1–11). Université de Montréal.
- Kuzniak, A., & Richard, P. (2014). Espaces de travail mathématique. Point de vues et perspectives. *RELIME Revista Latinoamericana de Investigacion En Matematica Educativa*, 1–8.
- Lagrange, J.-B. (2000). L'intégration d'instruments informatiques dans L'enseignement : une approche par les techniques. *Educational Studies in Mathematics*, 43(1), 1–30.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*.
- Roschelle, J., Feng, M., Murphy, R. F., & Mason, C. A. (2016). Online Mathematics Homework Increases Student Achievement. *AERA Open*, 2(4). <http://doi.org/10.1177/2332858416673968>
- Sancho-Vinuesa, T., & Escudero, N. (2012). ¿ Por qué una propuesta de evaluación formativa con feedback automático en una asignatura de matemáticas en línea? *Revista de Universidad Y Sociedad Del Conocimiento*, 9.
- Sangwin, C., Cazes, C., Lee, A., & Wong, K. (2010). Micro-level automatic assessment supported by digital technologies. In *Mathematics education and technology-rethinking the terrain* (pp. 227–250). Springer US.

Vandebrouck, F., & Cazes, C. (2005). Analyse de fichiers de traces d'étudiants: aspects didactiques. *Revue Des Sciences et Technologies de l'Information et de La Communication Pour l'Education et La Formation (STICEF)*.