

Math-Bridge

Viviane Durand-Guerrier, Christian Mercat, Julianna Zsidó

Le taux d'échec dans les matières scientifiques parmi les étudiants en première année à l'université est un phénomène commun à la majorité des pays européens. Le projet européen Math-Bridge s'inscrit dans les efforts européens pour aborder cette problématique en proposant des outils ou des mesures afin de diminuer le taux d'échec.

Dans ce qui suit nous allons présenter brièvement le projet européen Math-Bridge, ensuite la plate-forme avec ses fonctionnalités et le contenu. Pour terminer nous décrivons quelques possibles scénarios d'usage de Math-Bridge.

1. Le projet européen et les partenaires

Le projet européen Math-Bridge [1] est financé par le programme européen eContent Plus et les institutions partenaires du projet, qui sont des universités ou des instituts de recherche. Le but est de fournir une large base de données de cours personnalisés de remédiation en mathématiques, informatisés dans une plate-forme en ligne. Le groupe cible est les étudiants en première ou deuxième année de formation post-baccalauréat ayant des mathématiques dans leurs cursus.

Les partenaires suivants fournissent du contenu mathématique sous forme de cours de remédiation :

- université de Vienne (Autriche) : mathe-online
- université de Kassel (Allemagne) : VEMA
- université Technique de Tampere (TUT, Finlande) : Basic Skills Test
- université de Sarrebruck (Allemagne) : LeAM calculus
- université ouverte des Pays-Bas : exercices interactifs reposant sur des raisonneurs.

Le contenu venant des partenaires de nationalités et de langues différentes, il a été nécessaire de fournir un important travail de traduction des contenus pour offrir les cours et exercices en plusieurs langues européennes (allemand, anglais, espagnol, finnois, français, hollandais, hongrois).

En France, l'université Montpellier 2 participe au projet et l'université Claude Bernard, Lyon 1 est un partenaire associé. L'équipe de l'UM2 est l'équipe coordinatrice de l'évaluation des scénarios d'usage mis en place dans les différents pays partenaires et responsable des traductions françaises.

2. La plate-forme

En termes techniques, Math-Bridge est un environnement informatique pour l'apprentissage humain (EIAH) muni d'un tuteur intelligent. Il est développé par le DFKI (institut allemand de recherche en l'intelligence artificielle). Son point fort est qu'il s'adapte aux besoins et au niveau de chaque utilisateur. Voir une copie d'écran de la plate-forme dans la figure 1.

The screenshot displays the Math-Bridge platform interface. At the top left is the Math-Bridge logo. The main content area is titled 'Volume complet du LeAM_calculus' and features a section 'Une fonction continue sur un intervalle fermé est bornée'. The text explains that a continuous function on a closed interval is bounded. It includes a 'Preuve' (proof) section using a contradiction argument and a 'Remarque' (remark) section. A sidebar on the left contains a 'Table des matières' (table of contents) with categories like '1. Théorie élémentaire', '2. Suites, séries et limites', and '3. Fonctions et relations'. The top navigation bar includes 'Aide', 'Mon profil', and 'Se déconnecter'. A right sidebar shows a language selection menu with options like 'Français', 'Magyar', and 'English', along with a 'Plus' button.

FIG. 1. La plate-forme Math-Bridge

Le système prend en compte les réponses aux exercices et en fonction du nombre d'exercices faits et de la justesse des réponses, il modélise les connaissances de chaque utilisateur. (C'est ce qui est appelé « modèle d'apprentissage ».)

Ce modèle d'apprentissage et l'organisation du contenu comme expliquée dans la section 3 permettent la création automatique de documents électroniques personnalisés appelés « livres » (figure 2). Ces livres peuvent avoir différents buts : découvrir une nouvelle notion, travailler des exercices sur un point précis, avoir un résumé du cours, réviser les points faibles, etc. Chaque scénario de création de livre va élaborer une suite cohérente de contenus, puisés dans la base de données, dans des proportions et dans un ordre dépendant de ce choix et du modèle d'apprentissage de l'étudiant.

La plate-forme offre des outils d'édition et de création de contenu pour les auteurs et un outil manuel d'assemblage de « livres » pour les tuteurs, ainsi que des outils et rapports pour visualiser la performance des étudiants et en tirer des statistiques si besoin.

De plus elle offre des forums, des boutons « utile » et « pas utile » pour que les étudiants et les enseignants puissent donner une évaluation personnelle du contenu. Les utilisateurs peuvent également ajouter des notes personnelles.

3. Le contenu mathématique

Pendant les préparations didactiques du projet, l'ensemble des thèmes mathématiques a été organisé hiérarchiquement sous la forme d'une ontologie des concepts pertinents pour le groupe cible, voir par exemple la figure 3 pour les concepts en algèbre. L'organisation des concepts mathématiques dans une telle structure arborescente n'a pas été évidente. Certaines branches de mathématique

Course Generator

Select Type Select Topics Summary

À cette étape sélectionnez le type de livre que vous voulez qu'MathBridge crée pour vous. Que vous vouliez préparer un examen ou découvrir un nouveau sujet en profondeur, choisissez le type de livre qui vous convient le mieux.

- Découvrir**
Ce genre de livre contiendra des éléments qui vous aident à comprendre en profondeur les sujets choisis. Il contient les prérequis que vous devez aussi connaître et prendre en compte dans vos connaissances.
- Cours pré-structuré**
Ce type de cours utilise des objets pédagogiques complexes entremêlés pour générer un cours adapté.
- Pratiquer**
Ce genre de livre titille vos points faibles et entraînera vos connaissances sur ces sujets.
- Fascicule de travail**
Ce genre de livre contient des exercices qui visent à augmenter votre niveau de connaissance.
- Entraîner les compétences**
Ce genre de livre contient des exercices qui entraînent des compétences spécifiques.

Simulation d'examen
Ce genre de livre contient des exercices à résoudre en un temps limité que vous aurez sélectionné. Comme un véritable examen, les exercices auront des niveaux de difficultés variés.

- Simulation d'examen, 30 minutes
- Simulation d'examen, 45 minutes
- Simulation d'examen, 60 minutes
- Simulation d'examen, 90 minutes

FIG. 2. Création automatique de livres

comme par exemple la théorie des catégories n'apparaissent pas, parce qu'en début d'université, elles ne sont enseignées dans aucun pays européen ; d'autres concepts mathématiques sont pertinents dans un pays mais pas dans un autre. La profondeur de l'ontologie qui correspond au niveau d'entrée en détail d'une théorie, a été également un point de discussion.

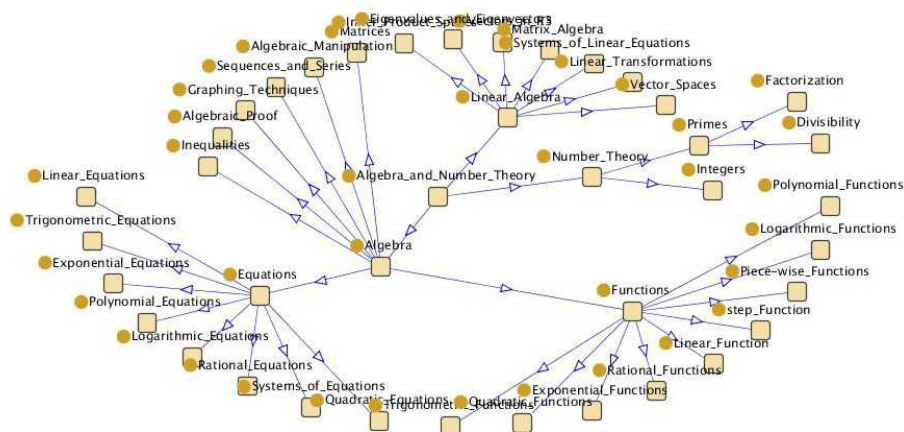


FIG. 3. Une partie de l'ontologie, autour d'« algèbre »

Les cours mathématiques, qui sont organisés en livres (virtuels), sont découpés en objets d'apprentissage, comme par exemple définition, lemme, théorème, preuve, exemple, exercice. La figure 4 montre tous les types d'objets d'apprentissage.

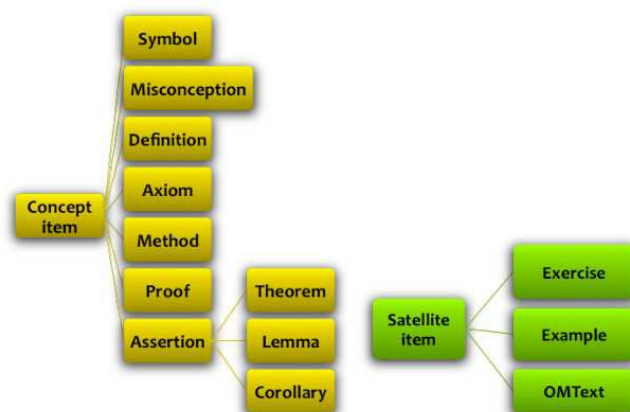


FIG. 4. Les différents types d'objets d'apprentissage

Un objet de type « Symbol » représente un concept de l'ontologie. Tous les objets d'apprentissage sont reliés entre eux (par différents types de relations possibles) et à des concepts de l'ontologie. Par exemple l'objet d'apprentissage « Preuve du théorème des valeurs intermédiaires » est relié à l'objet « Théorème des valeurs intermédiaires » et cet objet est relié au concept « Fonctions continues » dans l'ontologie.

La plupart du contenu est disponible en plusieurs langues. Les traductions respectent les différences culturelles des mathématiques entre les différents pays et les différentes communautés, linguistiques ou disciplinaires, dans les notations (par exemple les différentes notations pour les coefficients binomiaux, les notations i ou j pour l'unité imaginaire), dans le vocabulaire (par exemple un corps est appelé field en anglais) et dans les traditions (par exemple différents noms associés à un (même) théorème). Pour l'aspect multilingue de Math-Bridge et ses potentialités à ce propos, voir par exemple [2] et [4].

Les exercices peuvent être de différents types, allant du QCM à l'assistance par un outil de calcul formel, en passant par les exercices où les variables de la question sont tirées aléatoirement selon une certaine loi. Les réponses peuvent être littérales ou sémantiques, l'application de certaines procédures de simplification de calcul formel pouvant être appliquées avant l'analyse de la réponse.

Le contenu actuel est et restera libre d'utilisation par les élèves et les professeurs. Le moteur faisant fonctionner la plate-forme est sous licence libre. Cependant, pour avoir accès à des outils fins de diagnostics et d'analyse du comportement des étudiants, une adhésion de l'université au consortium sera demandée et cette adhésion sera vraisemblablement payante dans le futur de manière à couvrir les frais d'hébergement, de maintenance et de développement. Un conseil : demandez à ce que votre université devienne partenaire associé !

4. Scénarios d'usage de Math-Bridge

Math-Bridge offre par ses riches fonctionnalités un large choix de possibilités d'usage, allant du travail en autonomie complète des étudiants jusqu'à l'insertion

de Math-Bridge dans les travaux dirigés ou pratiques sous la responsabilité totale du professeur.

À l'université Montpellier 2, nous avons testé deux scénarios sur les deux bouts de l'échelle : l'insertion de Math-Bridge dans quatre séances de TP dans l'UE Analyse 1 en 2010/2011 et l'encouragement du travail autonome en complément de l'UE Analyse et Algèbre 1 en 2011/2012.

Le scénario en Analyse 1 a été le suivant. Dans l'UE Analyse 1, outre les cours magistraux et les travaux dirigés, nous avons prévu quatre séances de travaux pratiques pendant tout le semestre. Parmi les 17 groupes de TD, les enseignants de 8 groupes ont choisi de faire leurs TP sur Math-Bridge (les autres sur Maple). Nous avons créé uniquement des exercices interactifs pour entraîner les étudiants à résoudre des exercices typiques. La première séance a concerné les nombres complexes, la deuxième les généralités des fonctions continues (injectivité, théorème des valeurs intermédiaires, limites), la troisième les dérivées, tangentes, développements limités et la quatrième l'intégration. Comme le contenu était en accord avec le cours et les travaux dirigés et couvrait exactement nos besoins, les étudiants ont facilement accepté de travailler sur le contenu proposé. Dans ce scénario d'usage, les étudiants ont très peu de liberté, l'enseignant décide et planifie la façon d'utiliser Math-Bridge.

Le scénario en Analyse et Algèbre 1 en 2011/2012 est le suivant. Cette UE est organisée sous la forme de cours–TD intégrés, donc à tout moment les étudiants se retrouvent séparés en groupes, et chaque groupe a son enseignant qui assure la totalité des cours et les TDs. Pour utiliser Math-Bridge, nous avons contacté tous les étudiants par mail, en leur envoyant un tutoriel d'inscription sur la plateforme et en les encourageant à aller explorer le contenu et les fonctionnalités de la plateforme. Au cours du semestre, nous avons envoyé plusieurs fois des messages de rappel d'encouragement pour utiliser Math-Bridge. Comme le semestre est en cours, nous n'avons pas encore analysé les traces de l'usage sur Math-Bridge. Ce scénario d'usage encourage le travail autonome des étudiants, c'est-à-dire, de laisser identifier chaque étudiant lui-même s'il a des lacunes dans ses connaissances mathématiques (avec l'aide de Math-Bridge) et d'y remédier avec l'aide de Math-Bridge. Ce scénario suppose plus d'initiative propre et de maturité de chaque étudiant mais en même temps il est individualisé et volontaire.

Les autres partenaires du projet ont, bien sûr, d'autres scénarios d'usage qui sont également possibles : l'usage de Math-Bridge dans un cours de remédiation en mathématiques offert aux étudiants avant le début de leur premier semestre (en première année). Soit en fixant un objectif de réussir un certain nombre d'exercices pendant le cours de remédiation, soit en faisant les cours de remédiation en autonomie entièrement sur Math-Bridge, soit en mélangeant des phases d'apprentissage autonome et guidé par un tuteur.

5. Limites de Math-Bridge

Bien sûr, Math-Bridge n'est pas la seule plateforme en ligne offrant les cours de remédiation en mathématiques, mais à notre connaissance, elle se distingue des plateformes similaires par deux aspects principaux. Premièrement, elle s'adapte aux besoins mathématiques de chaque utilisateur, par la création automatique de livres. Deuxièmement, cette plateforme est multilingue avec la possibilité pour

l'utilisateur de changer très facilement de langue. Le revers de la médaille est que la création de contenus est (pour l'instant) assez lourde. Pour que le modèle d'apprentissage et la création automatique de livres fonctionnent, les objets d'apprentissage doivent être enrichis par des informations supplémentaires (qu'on appelle « méta-données »), par exemple pour un exercice interactif, il faut renseigner son objectif pédagogique, préciser qu'il s'agit d'un exercice d'entraînement, indiquer sur quels concepts mathématiques il porte, quelles compétences et connaissances sont visées, indiquer son degré de difficulté, etc. De ce fait, la création de contenu demande outre des connaissances mathématiques et didactiques, également une bonne connaissance de la manière dont les contenus sont structurés dans Math-Bridge, ce qui freine le développement de nouveaux contenus adaptés aux différents contextes d'utilisation envisageables.

Un autre point crucial est le fait que plus la base contient d'objets d'apprentissage, mieux la création automatique de livres fonctionne. Ceci est dû au fait que, pendant la création automatique, les livres sont assemblés selon les méta-données correspondant à la demande de l'utilisateur. Si le système ne trouve pas d'objets annotés par les méta-données recherchées, le livre assemblé ne correspondra peut-être pas suffisamment bien aux besoins de l'utilisateur. Étant donné que le projet a débuté il y a seulement deux ans et demi et que les contenus sont structurés en cinq collections venant des partenaires (comme décrit dans la section 1), la base de donnée n'est pas encore suffisamment riche pour que la création automatique fonctionne d'une manière optimale sur les curricula susceptibles d'être concernés dans les différentes langues.

Afin de pouvoir dépasser cette difficulté, un outil de création de contenu très facilement maniable est en cours de développement. Ceci devrait faciliter l'édition et la création de contenu pour Math-Bridge et contribuer à enrichir la base au fil du temps si suffisamment d'institutions l'utilisent.

Une dimension essentielle (non-technique) est la question de scénarios d'usage possibles. Nous en avons présenté plusieurs (section 4), mais pour l'instant nous ne sommes pas en mesure de dire lesquels seraient les plus adaptés pour utiliser au mieux les possibilités de Math-Bridge.

6. Références

- [1] Math-Bridge project, funded by the eContentplus programme, ECP-2008-EDU-428046 Coordination : DFKI, Stuhlsatzenhausweg 3, D-66123 Saarbrücken, Germany <http://www.math-bridge.org/>
- [2] Melis, E. ; Gogvadze, G. ; Libbrecht, P. ; Ullrich, C. (2009). Culturally Adapted Mathematics Education with ActiveMath, *Artificial Intelligence and Society*, Special Issue on Enculturating HCI, Volume 24, pp. 251 - 265
- [3] Mercat C. (2009). Math-Bridge, un pont (européen) entre lycée et université, *MathémaTICE*, no. 16, <http://revue.sesamath.net/spip.php?article244>
- [4] Zsidó J. ; Durand-Guerrier V. (2011). Math-Bridge, une plateforme multilingue, à paraître dans les *Actes du 16ème école d'été de didactique des mathématiques*, Carcassonne