



Actes des

5ièmes rencontres des

Jeunes Chercheurs

**en Environnements Informatiques
pour l'Apprentissage Humain**

<http://rjceiah2014.univ-lr.fr>

Édités par Pierre-André Caron et Ronan Champagnat



Introduction

Les cinquièmes rencontres jeunes chercheurs sur les environnements informatiques pour l'apprentissage humain (RJC-EIAH 2014) se sont tenues à l'Université de La Rochelle les 16 et 17 juin 2014. Elles succèdent aux rencontres RJC EIAH 2012 qui se sont tenues à Amiens. Organisée tous les deux ans, cette conférence francophone parrainée par l'Association des Technologies de l'Information pour l'Éducation et la Formation (ATIEF) a pour objectif la promotion de la recherche et la formation des étudiants chercheurs. Ces rencontres visent à donner l'occasion aux jeunes chercheurs de se rencontrer pour présenter et échanger sur leurs travaux, entre eux et avec des chercheurs en particulier.

Nous avons reçu 26 propositions de communication pour les rencontres (24 dans la catégorie « papier long » et 2 dans la catégorie « poster »). Chaque article a été examiné par 2 relecteurs (3 pour 7 d'entre eux), un relecteur étant du domaine des STIC et l'autre en SHS. Le comité de programme a retenu 19 travaux pour une présentation orale et papier long et 7 pour une présentation sous forme de poster et papier court. La plupart des articles acceptés proviennent de France (20) mais d'autres pays sont représentés Algérie (3) Tunisie (2) Maroc (1).

Lors de la sélection, le comité de programme s'est efforcé d'évaluer les travaux soumis en fonction de l'avancée de la thèse. Ainsi un travail de fin de thèse a été évalué avec les critères scientifiques habituels (problématique, méthodologie, références aux autres travaux, validité des résultats, *etc.*) et le niveau d'exigence était proche de celui d'une conférence nationale. Pour un travail de début de thèse, le comité de programme n'a pas cherché à évaluer les résultats mais s'est attaché à mesurer l'originalité du travail, l'intérêt pour la communauté et la capacité à présenter clairement le travail. Au final, un bon équilibre s'est retrouvé dans la sélection. Par exemple les articles longs retenus ont été écrits par 8 étudiants en première année, cinq étudiants en deuxième année, sept étudiants en troisième année et plus (un article a été écrit en collaboration entre un étudiant de première année et un étudiant de troisième année).

Les disciplines ne sont pas représentées de manière uniforme, pour les STIC 19 communications, pour le SHS 7 communications. C'est un résultat récurrent pour la conférence RJC EIAH, qui doit nous interroger sur la pluridisciplinarité affichée de ces rencontres.

D'un point de vue scientifique, il est intéressant de relever les problématiques les plus abordées, ce qui peut indiquer les tendances du domaine des EIAH : les problématiques d'évaluation sont dominantes (9) suivi des problématiques d'ingénierie et de conception (6), de scénarisation (5), de formation d'apprentissage à distance (3) et d'assistance (3). Notons que la vague MOOC n'a pas encore déferlé sur les EIAH. Les objets d'étude se partagent assez équitablement les communications : Serious game, FLE et enseignement à distance. Les terrains concernent principalement l'enseignement formel universitaire (12), la formation continue (5), puis l'enseignement secondaire (3) et l'apprentissage non formel (1). Un fait remarquable concernent certains articles pour lesquels il est impossible à leur lecture de prédire un quelconque terrain d'usage (5).

Pour finir nous remercions les membres du comité de programmes qui ont fait des commentaires souvent très détaillés afin d'aider au mieux les doctorants. Nous remercions l'ATIEF et les différents sponsors pour leur soutien et plus particulièrement l'université de la Rochelle et le Laboratoire Informatique, Image et Interaction pour avoir accueilli ces rencontres. Enfin nous remercions les jeunes chercheurs en EIAH sans qui ces journées n'existeraient pas.

P.-A. Caron, R. Champagnat

Table des matières

Introduction

Table des matières

Conférence invitée

Les théories de la motivation

Fabien Fenouillet 1

Articles longs

Motiver à l'apprentissage sur le Web : Ludification générique et adaptative

Baptiste Monerrat 5

Comment évaluer un jeu d'apprentissage en contextes de formation professionnelle

Fahima Djelil 11

Construction collaborative de compétences au sein d'une communauté de pratiques dans un contexte de mobilité : Réflexions et choix méthodologiques

Acensio Laurie 17

Conception d'un environnement informatique fondé sur la linguistique textuelle et destiné à la formation des enseignants de FLE en Colombie

Jorge Mauricio Molina Mejia 23

Plateforme pour l'apprentissage de langue

Mars Abdelkarim 31

Vers une architecture de récit interactif pour les EIAH multi-utilisateurs

Azziz Anghour 37

A Bayesian Diagnostic Approach for Student Modeling

Yang Chen 45

Vers une approche d'aide à l'évaluation des QROCs pour le web sémantique

Safa Ben Salem 51

Tsaap-Notes – Plateforme de prise de notes collaborative étendue

Franck Silvestre 57

Aide à l'opérationnalisation de situations pédagogiques sous forme de patrons dans un environnement de formation à distance

Tadjine Zeyneb 63

Adaptation et réutilisation des scénarios pédagogiques : Une approche par l'évaluation du contexte d'usage à base d'indicateurs

Mariem Chaabouni 69

Toward rapid prototyping tools for designing collaborative learning activities on tabletops

Lili Tong 75

Le système iNformatIque COmmunautaire mobiLe et AdapTatif : Le système NICOLAT

Rachid Belmeskine 81

Stratégie d'observation : processus de spécification et processus utilisateur

Mohand Akli Ouali 89

Exploitation d'assistances épiphytes en contexte éducatif

Le Vinh Thai, Blandine Ginon 95

Recommandation de ressources pédagogiques basée sur les relations sociales

Mohammed Tadlaoui 101

La conception dans l'usage des ressources pédagogiques pour les élèves, un processus d'appropriation des ressources numériques comme des instruments pour l'apprentissage autonome

Taima Pérez 107

Architecture d'une application pour la gestion consolidée de ressources numériques

Daouda Sawadogo 113

Un duo d'artefacts virtuel et matériel pour accompagner la genèse instrumentale du compas

Anne Voltolini 119

POSTERS

Apport des systèmes de recommandation à l'apprentissage ubiquitaire Idir Benouaret	127
Abstraction et tissage de modèles pour la spécification de langage de scénarisation pédagogique Esteban Loiseau	129
Vers une aide à l'évaluation de diagrammes UML par transformation de graphes Anas Outair	131
Serious Game : Les traces d'usage et l'usage des traces Aurelien Libessart	133
Evaluation des comptes rendus de TP basée sur les annotations : une étude sur l'utilisation de MémoNote dans Lab Book Hakim Mokeddem	135
Plat'In : Plateforme interactive pour l'enseignement/apprentissage à distance de la Langue des Signes Française Lucie Metz	137
Approche d'évaluation de l'algorithmique basée sur la mesure de similarité Rym Aiouni	139

Intérêts et limites des théories de la motivation pour comprendre l'intention des utilisateurs d'un dispositif informatique

Fabien Fenouillet

**Laboratoire Cognitions Humaine et Artificielle (Chart-UPON EA 4004), Université de Paris Ouest Nanterre
La Défence**

<http://fabien.fenouillet.free.fr>

Résumé

La motivation fait partie de ces termes faciles à comprendre et d'une utilisation courante qui, comme d'autres concepts psychologiques, permettent de mettre le doigt sur des phénomènes psychiques d'une insoupçonnable complexité. Cependant, celui qui fait l'effort d'entrer dans ce vaste univers composé d'une centaine de théories différentes, est payé en retour d'une meilleure compréhension des "causes", "raisons", bref des motivations, qui expliquent le comportement humain. L'objectif de cet exposé sera dans un premier temps de présenter ce champs théorique afin d'en montrer, dans un deuxième temps, toute l'utilité pour comprendre le comportement de l'utilisateur d'un Mooc, d'un serious game ou plus généralement des dispositifs d'apprentissage informatisés.

ARTICLES LONGS

Motiver les apprenants par une ludification adaptative

Baptiste Monerrat

2^{ème} année de doctorat

Laboratoire LIRIS, 20, Avenue Albert Einstein, 69621 VILLEURBANNE CEDEX, France
baptiste.monerrat@liris.cnrs.fr

Résumé

Certaines activités pédagogiques sont moins motivantes que d'autres, comme la mémorisation. Il est alors fréquent que des apprenants abandonnent un EIAH, même quand celui-ci est pédagogiquement efficace. La ludification devient une méthode populaire pour renforcer l'engagement des utilisateurs sur le Web, en ajoutant des éléments ludiques dans l'environnement d'apprentissage. Cependant, peu d'attention est accordée aux préférences individuelles des utilisateurs en tant que joueurs. Cet article présente un système de ludification générique et adaptatif qui peut être appliqué comme une surcouche à tout environnement d'apprentissage sur le Web. Après un état de l'art sur les modèles d'utilisateurs et l'adaptation, nous présentons notre modèle de joueur et l'approche utilisée pour rendre les éléments de jeu génériques et adaptatifs.

1 Introduction et problématique

De nombreux EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) ont démontré leur efficacité lorsqu'ils sont utilisés, mais sont pourtant abandonnés par les apprenants qui manquent de motivation. La ludification (de l'anglais *gamification*) devient une manière populaire de motiver l'utilisateur à participer à diverses activités sur le Web. "*Quand elle est bien utilisée, elle permet de faire correspondre les motivations intrinsèques du joueur et celles du concepteur du système*" (Zichermann *et al.*, 2011). Cette approche a déjà démontré son efficacité dans divers contextes (Hamari 2014). Cependant, bien que ce concept ne soit pas nouveau (Deterding *et al.*, 2011), peu de recherches considèrent son utilisation en situation pédagogique.

D'une part pour être cohérente, une application d'apprentissage basée sur le jeu doit implémenter les aspects ludiques et éducatifs d'une manière fortement liée (Szilas *et al.* 2009). D'autre part, l'adaptation du jeu et l'adaptation de l'apprentissage doivent être gérés de manière indépendante (Peirce *et al.* 2008) car elles poursuivent des buts distincts. Ces deux contraintes peuvent sembler incompatibles, mais la première peut être respectée grâce à la conception d'éléments de jeu significatifs pour l'apprenant (Nicholson 2012) et la seconde en implémentant indépendamment le contrôle des mécaniques de jeu et le contrôle des contenus

pédagogiques (Monerrat *et al.* 2014). Nous nous intéressons ici à l'architecture et au contrôle des éléments de jeu. Cet article propose un système de ludification générique et personnalisé pour augmenter la motivation dans des EIAH qui ne sont pas intrinsèquement motivants.

1.1 Besoin de Généricité

Transformer un EIAH non ludique en jeu (sérieux) est un processus complexe. Ses concepteurs peuvent alors décider de le ludifier : intégrer des mécaniques de jeu sans modifier structurellement l'environnement. Les fonctionnalités ludiques doivent alors être conçues et implémentées spécifiquement pour celui-ci. Cette opération peut être aussi complexe et chronophage, et les éléments ludiques développés ne sont généralement pas réutilisables. Quelques systèmes tentent de répondre à ce problème. Mozilla OpenBadges (Mozilla 2011) propose un système de récompense générique, mais uniquement pour les badges. Nous voulons donc développer une « couche ludification » qui puisse être appliquée à différents environnements d'apprentissage.

Il y a plusieurs manières de faire de l'apprentissage basé sur le jeu. Les plus populaires sont les jeux sérieux et la ludification. Les jeux sérieux se définissent par l'utilisation de jeux vidéo à des fins éducatives (Prensky 2001). La ludification a été définie plus récemment comme l'utilisation d'éléments de jeu vidéo dans un contexte non ludique (Deterding *et al.* 2011). Alvarez *et al.* (2010) unifient les deux approches dans leur définition du serious game comme une application ludique qui combine les aspects sérieux et ludiques. Cependant dans la volonté d'implémenter le jeu de manière générique, nous jugeons utile de distinguer le jeu sérieux de la ludification (Tableau 1).

Tableau 1 : Différences entre jeu sérieux et activité ludifiée

	Jeu sérieux	Activité ludifiée
Phase de conception	L'application est entièrement conçue comme un jeu	L'application existante se voit ajouté des éléments ludiques
Résultat final	Un jeu contenant des savoirs que le joueur acquiert en jouant	Une application éducative (leçons, exercices, etc.) enrichie de mécaniques de jeu.

La ludification est l'approche la plus adaptée à notre problématique pour plusieurs raisons. D'une part, elle est compatible avec la réutilisation d'un environnement existant. D'autre part, les éléments de jeu ne sont pas centraux mais plutôt périphériques à l'application, ce qui semble favorable à une implémentation générique du jeu. Nous allons ainsi vers une surcouche ludique adaptable à différentes applications.

1.2 Besoin d'Adaptivité

Dans l'utilisation des jeux pour motiver à l'apprentissage, la diversité des sensibilités des utilisateurs face aux mécaniques de jeu (Yee 2006) pose une difficulté. Par exemple de nombreux joueurs seront facilement entraînés par une situation de compétition, mais d'autres y seront insensibles. Certains jeux vidéo (comme World of Warcraft) tentent de répondre à ce problème en proposant une très grande diversité de styles de jeu possibles au sein d'un même environnement (exploration, combat, entraide, etc.), mais cette grande diversité d'actions requiert un long temps d'apprentissage des mécaniques de jeu. Cette approche ne peut donc pas être transposée à la ludification d'environnements éducatifs, dans lesquels le risque serait de substituer le jeu à l'apprentissage. Les éléments de jeu doivent donc être personnalisés.

Plusieurs recherches ont contribué à l'adaptivité des jeux. Cependant, nous avons identifié trois manques auxquels nous essayerons de répondre par les travaux présentés dans cet article.

1. Le premier manque identifié concerne l'adaptation des dynamiques de jeu. Hocine *et al.* (2011) a analysé 16 propositions de jeux adaptatifs conçus entre 2002 et 2009. La majorité des travaux présentés ajustent le niveau de difficulté (vitesse du jeu, niveau des adversaires, etc.). D'autres proposent d'adapter le feedback fait aux joueurs ou le scénario (Marne *et al.* 2013), mais un seul d'entre eux modifie réellement les mécaniques de jeu : Natkin *et al.* (2007). Il attribue au joueurs des quêtes dont les dynamiques correspondent à leur personnalité.
2. Cependant ces travaux ne répondent pas au deuxième manque : l'adaptation de la ludification. Si les propositions de systèmes adaptatifs pour les jeux (ludiques ou sérieux) sont nombreuses, les travaux sur l'adaptation de la ludification sont encore lacunaires. Plutôt que de concevoir un système adaptatif, un nouveau système de ludification est généralement reconçu pour chaque nouveau contexte d'application, sans distinction entre les profils de joueurs.
3. Le troisième manque a été identifié par Hocine *et al.* (2011). Il s'agit de l'adaptation à des situations multi-joueurs. Les liens sociaux étant une base essentielle à de nombreux ressorts de jeu, nous ne pouvons pas concevoir

une bonne adaptation de ces ressorts de jeu en considérant les joueurs comme indépendants les uns des autres.

1.3 Questions de Recherche

Afin que le système proposé se positionne face à ces besoins, nous devons répondre aux trois questions de recherche suivantes : (1) Comment caractériser les éléments ludiques pour qu'ils soient génériques et s'intègrent à divers EIAH ? (2) Quelles données et quelle représentation doit avoir le modèle utilisateur pour supporter l'adaptation des mécaniques de jeu ? (3) Quels interface et modèle d'architecture permettent la collecte des interactions, l'adaptation des éléments ludiques, puis leur intégration dans l'environnement existant ?

Dans la section suivante nous étudions l'état de l'art pour connaître les caractéristiques propres à la ludification. Ensuite nous présentons l'architecture du système proposé et le modèle de joueur utilisé pour l'adaptation. Après la conclusion, nous présentons les pistes d'évolution du modèle de joueur et les perspectives d'expérimentation pour valider le système.

2 Etat de l'art

2.1 L'Utilisateur, Apprenant et Joueur

Dans l'apprentissage par le jeu, l'adaptation peut prendre en compte l'utilisateur en tant qu'apprenant ou en tant que joueur, car il est les deux à la fois. Dans leurs travaux en hypermédia adaptatif pour l'apprentissage, Brusilovsky *et al.* (2007) proposent une décomposition du modèle de l'apprenant en 6 parties concernant l'utilisateur :

1. Ses objectifs
2. Ses connaissances
3. Ses centres d'intérêt
4. Ses expériences passées
5. Ses traits de caractère
6. Son contexte de travail

Ces six sous-modèles ne sont pas nécessairement présents dans chaque environnement hypermédia adaptatif, mais visent à inclure tous les champs explorés. Dans notre contexte d'environnement ludifié, le modèle d'utilisateur est partagé en deux : modèle d'apprenant et modèle de joueur. Pour que l'environnement d'apprentissage existant soit adaptatif, il doit prendre en compte les objectifs (1), les connaissances (2), les centres d'intérêt (3) et les expériences passées (4) de l'utilisateur, comme plusieurs tuteurs intelligents le font déjà pour sélectionner ou recommander des contenus pédagogiques. Les deux autres sous-modèles (traits de caractère (5) et contexte (6)) peuvent concerner la partie apprenant autant que la partie joueur :

- De nombreux travaux sur la personnalité de l'apprenant s'intéressent à son style d'apprentissage (Brusilovsky *et al.* 2007), qui

concerne la partie pédagogique du modèle. De l'autre côté, les types de joueurs (voir partie 2.2.2) sont des aspects de la personnalité qui concernent la partie « jeu » du modèle.

- Le contexte regroupe de nombreux paramètres. Par exemple la localisation géographique peut affecter la partie pédagogique (comme pour recommander un objet proche dans un musée), ou la partie « jeu » du modèle (comme pour trouver des adversaires proches à défier).

2.2 Types de Joueurs

La modélisation du joueur vise à identifier le style de jeu et les préférences de jeu de l'utilisateur : les *player types*. L'étude de Bartle (1996) a été l'une des premières à classer les joueurs. Cependant, les 4 types proposés s'appliquent à un type de jeu particulier (*Multi User Dungeons*) et a manqué d'une étude qualitative auprès des joueurs (Dixon 2011). Plus récemment, Yee (2006) a proposé une classification empirique basé sur trois composants principaux : la réalisation, la dimension sociale et l'immersion. De plus, le récent intérêt pour la ludification a amené plusieurs organisations à développer leur propre classification de types de joueurs (Kotaku 2012, Gamification co 2013). Dans ces travaux, nous avons choisis de nous reposer sur la classification de Ferro *et al.* (2013) : *dominant, objectivist, humanist, inquisitive*. Bien que cette proposition ait encore besoin d'être validée, elle a l'avantage de proposer une association directe entre les types de joueurs et des mécaniques de jeu.

2.3 Les Données pour l'Adaptation

Comme Kobsa *et al.* (1999), nous distinguons l'adaptation à l'utilisateur, à l'utilisation, et à l'environnement (contexte).

Nous considérons les données sur l'utilisateur comme étant des informations figées telles que sa date de naissance ou son sexe. Plusieurs études ont démontré que ces informations peuvent être utiles pour prédire la motivation d'un utilisateur face à certaines situations dans les jeux. L'âge peut aussi jouer un rôle. Par exemple, Charlier *et al.* (2012) expliquent que les personnes plus âgées réagissent généralement mal aux contraintes de temps dans les jeux. Nous ne prendrons pas encore ces données en compte dans un premier temps.

Les données d'utilisation, basées sur les traces d'interactions entre le système et l'utilisateur, ont l'avantage d'être récupérables sans poser de questions à l'utilisateur. Grâce à une analyse détaillée de ces traces (ou logs), on peut par exemple déduire l'état émotionnel de l'utilisateur (Poel *et al.* 2004), sa manière d'apprendre (Bernardini *et al.* 2011), ou son niveau d'engagement (Beck 2005). Dans notre contexte, nous utiliserons ces traces pour essayer de déterminer le type de joueur de l'utilisateur.

Les données de l'environnement se rapportent à des informations d'origines très diverses. Il peut s'agir de

l'environnement logiciel (e.g. le navigateur), matériel (e.g. le dispositif), le lieu (e.g. la localisation géographique, les objets disponibles à proximité), mais également de l'environnement social (e.g. apprentissage en groupe, présence d'un tuteur). Dans ces travaux, nous nous intéressons particulièrement au contexte humain, car il peut fortement influencer la manière de jouer. Par exemple, Cheng *et al.* (2011) ont essayé de déterminer les bons moments pour jouer dans un contexte professionnel, tandis que Sanchez (2011) s'est intéressé à l'usage des jeux en classe. Enfin, nous nous intéressons également au dispositif car la taille de l'écran ou le fait d'apprendre sur un poste fixe sont des contraintes à certains types de jeu.

3 La Place des Éléments de Jeu

3.1 Des Éléments de Jeu Épiphytes

Afin de personnaliser les fonctionnalités ludiques au point de changer les mécaniques de jeu, il convient de pouvoir les ajouter et les retirer en toute liberté. C'est pourquoi nous proposons de considérer les fonctionnalités ludiques comme épiphytes : des applications qui peuvent jouer un rôle sur d'autres applications sans leur porter préjudice. Giroux *et al.* (1995) définissent les systèmes épiphytes ainsi : (1) un épiphyte ne peut pas exister sans un hôte, (2) l'hôte peut exister sans l'épiphyte, (3) l'hôte et l'épiphyte ont des existences indépendantes, et (4) l'épiphyte n'affecte pas l'hôte. Ces contraintes garantissent d'une part la généricité grâce à l'indépendance entre l'épiphyte et son hôte, mais aussi l'adaptivité car des fonctionnalités ainsi conçues pourront être activées et désactivées sans affecter l'activité d'apprentissage. Voici quelques exemples de fonctionnalités prévues :

- Un tableau de scores
- Des coupes récompensant des réussites
- La possibilité de partager son succès sur un réseau social
- Une invitation à défier d'autres utilisateurs

Comme l'indique la figure 1, les éléments de jeu sont intégrés dans l'interface d'apprentissage, mais contrôlés indépendamment de l'activité pédagogique.

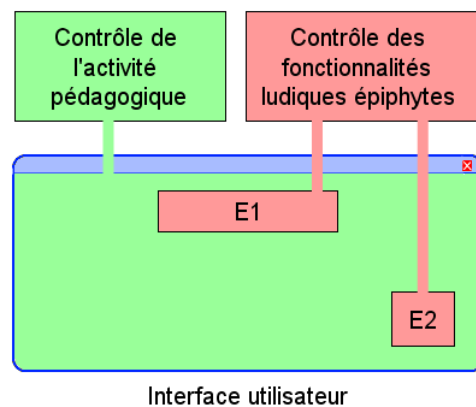


Figure 1 : Environnement avec deux épiphytes (E1 et E2) contrôlés indépendamment de l'activité d'apprentissage

3.2 Intégration des Fonctionnalités Ludiques

Il y a différentes manières possibles d'intégrer une nouvelle fonctionnalité dans l'interface utilisateur. D'une part nous devons en informer l'utilisateur afin qu'il connaisse les éléments de son interface. D'autre part cette information ne doit pas interrompre l'activité en cours (contrainte 4 d'un épiphyte). Nous proposons donc d'utiliser une fenêtre glissante qui informe l'utilisateur sans exiger d'action de sa part, comme indiqué sur la figure 2.

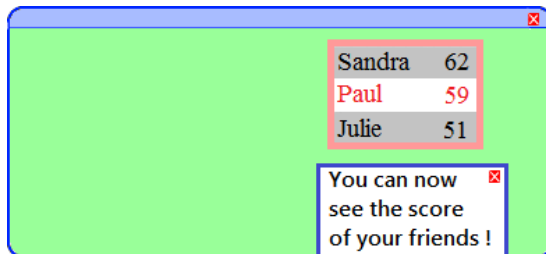


Figure 2 : Une fenêtre glissante pour informer l'utilisateur d'une nouvelle fonctionnalité.

Il est possible d'intégrer de nouveaux éléments dans les pages web de diverses manières, comme des bandeaux ou cadres pour les informations permanentes, ou les infobulles pour envoyer des feedbacks ponctuels. Quelques exemples sont proposés sur la figure 3.

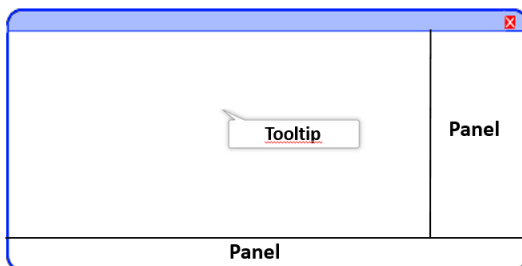


Figure 3 : Plusieurs manières d'intégrer un nouvel élément dans une interface web.

Enfin, il est important de permettre aux utilisateurs de désactiver les fonctionnalités proposées. La première raison est que le jeu doit rester une activité facultative pour rester un plaisir, certaines personnes ne souhaitant pas toujours jouer. La seconde raison est que le moteur d'adaptation peut faire des erreurs quand il connaît encore peu l'utilisateur. Ainsi nous lui donnons la possibilité de désactiver les fonctionnalités ludiques, ce qui transmettra au système d'adaptation une information précieuse concernant ce que l'utilisateur apprécie ou non.

4 Modèle de Joueur pour l'Adaptation

4.1 Le Modèle de Joueur

Le modèle de joueur contient des données qui sont directement collectées, et d'autres qui doivent être calculées. Les données collectées sont celles sur l'utilisateur, l'utilisation et l'environnement. La partie

calculée correspond au type de joueur, qui est principalement utilisée pour prédire à quelles fonctionnalités ludiques l'utilisateur sera sensible. Dans la section 2.2 nous avons expliqué notre choix de la classification de Ferro *et al.* (2013). Elle est résumée dans le tableau 2.

Tableau 2 : Classification de Ferro

Classification	Ex. d'éléments de jeu pertinents
Dominant	Personnages, conflits
Objectiviste	Accomplissement, défis
Humaniste	Narration, drame
Investigateur	Art, frontières
Créateur	Ressources, construction

Lorsqu'un nouvel utilisateur s'enregistre, les valeurs sont initialisées à 0.5 pour chaque type de joueur. En parallèle, chaque fonctionnalité ludique est également associée à une valeur pour chaque type de joueur. Un exemple est proposé dans le tableau 3.

Tableau 3 : Valeurs du modèle pour un tableau de scores.

Dominant	1
Objectiviste	0.6
Humaniste	0.2
Investigateur	0
Créateur	0

Ces valeurs sont ensuite utilisées par le moteur d'adaptation pour choisir la fonctionnalité la plus pertinente pour un utilisateur donné, à la manière d'un calcul de distance entre vecteurs.

4.2 Processus d'Adaptation

Dans cette partie nous expliquons comment le modèle de joueur (données collectées et calculées) est utilisé pour sélectionner les fonctionnalités épiphytes.

4.2.1 Adaptation à l'Utilisation

Nous sommes intéressés à la fois par les traces d'interactions avec le système hôte et celles avec les fonctionnalités épiphytes. Les interactions dans le système hôte servent directement aux épiphytes : par exemple pour récompenser l'utilisateur avec une coupe, il faut savoir qu'il vient de réussir une tâche. Concernant les épiphytes, nous considérons que plus l'une d'entre elle est utilisée, et plus l'utilisateur est sensible aux ressorts de jeu qui lui sont associés. Voici deux exemples d'adaptation aux données d'utilisation :

- Quand Tom a terminé un module il a la possibilité de partager son score sur un réseau social. Il utilise cette option très fréquemment. Sa valeur d'intérêt pour l'aspect « social » augmente.
- Quand cette option de partage a été introduite dans l'environnement de Nadia, elle l'a désactivée immédiatement. Sa valeur d'intérêt pour l'aspect « social » diminue.

4.2.2 Adaptation à l'Environnement

Concernant le contexte d'utilisation, il est utile de savoir si l'utilisateur est à l'école, au travail, ou sur son temps libre. Le dispositif utilisé peut être pris en compte aussi. En effet avec les applications du *cloud computing*, les applications sont utilisables sur divers dispositifs mais certaines caractéristiques comme la taille de l'écran ou la mobilité diffèrent.

Voici deux exemples d'adaptation aux données d'environnement :

- Tom apprend dans la salle informatique de l'école avec ses camarades. Il n'est donc pas pertinent d'ajouter une fonctionnalité de *chat* car il discute avec eux directement.
- Nadia s'entraîne sur un *smartphone* et son score d'intérêt pour la compétition est haut. Il semble donc pertinent de lui proposer de défier des personnes localement proches d'elle.

4.2.3 Adaptation au Modèle de Joueur

Le moteur d'adaptation joue deux rôles : mettre à jour le modèle de joueur régulièrement, et sélectionner les fonctionnalités les plus pertinentes en fonction des données collectées et de ce modèle calculé. Pour mettre à jour le modèle nous utilisons les deux règles d'adaptation suivantes :

- Si l'utilisateur désactive une fonctionnalité, alors ses valeurs pour les ressorts de jeu associés diminuent.
- Si l'utilisateur utilise une fonctionnalité, alors ses valeurs pour les ressorts de jeu associés augmentent.

Certaines fonctionnalités ne sont pas la source d'interactions (ex. tableau de score), nous proposons donc que des informations supplémentaires soient affichées sous forme d'infobulles au passage de la souris. L'interaction générera alors une trace de l'intérêt de l'utilisateur. Pour ces fonctionnalités qui ne nécessitent aucun clic, nous pourrions également utiliser une approche reposant sur l'analyse de l'engagement de l'utilisateur, tel que présenté dans Monterrat *et al.* (2014).

Ensuite, pour choisir une fonctionnalité ludique, le moteur réalise les étapes suivantes :

1. Faire une liste des épiphytes qui n'ont pas encore été activées pour cet utilisateur et qui peuvent être pertinentes dans ce contexte.
2. Calculer pour chacune un score de pertinence (entre 0 et 1) basé sur la correspondance entre les valeurs dans le modèle de joueur et les valeurs de chaque fonctionnalité.
3. Sélectionner au hasard une de ces fonctionnalités en utilisant les scores comme coefficients de probabilité.

Enfin, comme de nombreuses fonctionnalités génèrent des interactions entre les joueurs, le moteur

d'adaptation devra « *prendre en compte les aspects collaboratifs et l'hétérogénéité entre les joueurs tout en maintenant une cohérence globale* » des éléments de jeu (Hocine *et al.* 2011).

5 Conclusion et Discussion

Dans cet article, nous avons présenté le fonctionnement d'un système intégrant des éléments de jeu pour motiver à une activité d'apprentissage. Ce système est générique et adaptatif. La généricité est basée sur le fait que les fonctionnalités ludiques soient conçues comme épiphytes pour assurer l'indépendance avec le système hôte. L'adaptation est basée sur un modèle de joueur prenant en compte ses préférences, mais aussi certains éléments de contexte.

Ce système n'est pas conçu pour transformer toute activité en jeu, car le jeu doit rester une activité volontaire et que de nombreuses activités d'apprentissage sont déjà intrinsèquement motivantes. Nous recommandons la ludification pour des activités moins motivantes pour l'utilisateur comme la mémorisation (e.g. de vocabulaire ou de formules de mathématiques), car l'activité de mémorisation est généralement basée sur la répétition.

6 Travaux Futurs

Nous avons commencé l'implémentation de ce système pour le greffer au Projet Voltaire, un environnement d'apprentissage de l'orthographe en ligne. Le Projet Voltaire adapte actuellement les contenus pédagogiques présentés suivant un modèle des connaissances de l'apprenant. Une fois la ludification implémentée, l'environnement adaptera donc indépendamment les aspects ludiques et pédagogiques, et nous pourrions l'utiliser pour mesurer l'efficacité de cette adaptation. Pour cela nous comparerons trois cas :

- Cas 1 : Sélection des éléments de jeu pertinents d'après le modèle de joueur.
- Cas 2 : Sélection aléatoire des éléments de jeu.
- Cas 3 : Sélection des éléments de jeu à l'opposé de ce qu'indique le modèle de joueur.

Pour commencer, nous utiliserons un modèle de joueur intégralement défini par des experts au préalable, suivant une approche *top-down*. Quand nous aurons commencé à collecter des données, celles-ci pourront être utilisées pour adapter le modèle dynamiquement au comportement des utilisateurs (Charles *et al.* 2004), suivant une approche *bottom-up*.

Quand les premières données auront été collectées, elles pourront être utilisées pour prédire le type de joueur d'un utilisateur qui n'a pas encore utilisé le système. Le classificateur sera développé grâce à un algorithme d'apprentissage automatique (*machine learning*). Ainsi, connaissant les données d'un nouvel utilisateur (genre, âge, etc.), nous regarderons les types de joueur des utilisateurs ayant des valeurs proches pour ces données.

Références

- Alvarez, J. and Djaouti, D. 2010. Introduction Au Serious Game.
- Bartle, R. 1996. Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who Suit MUDs. *Journal of MUD Research* 1, 1.
- Beck, J. 2005. Engagement Tracing: Using Response Times to Model Student Disengagement. *Artificial Intelligence in Education: Supporting Learning through Intelligent and Socially Informed Technology* 125: 88.
- Bernardini, A. and Conati, C. 2010. Discovering and recognizing student interaction patterns in exploratory learning environments. In *Intelligent Tutoring Systems*, 125-134
- Brusilovsky, P. and Millán, E. 2007. User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. In *The Adaptive Web* Pp. 3–53.
- Charles, D. and et Black, M. 2004. Dynamic player modeling: A framework for player-centered digital games. In *Proceedings of the International Conference on Computer Games: Artificial Intelligence, Design and Education*, pp. 29-35.
- Charlier, N., Michela, O., Remmele, B., Whitton, N., 2012. Not Just for Children: Game-Based Learning for Older Adults. In *6th European Conference on Games Based Learning*, Cork, Ireland Pp. 102–108.
- Cheng, L.-T., Shami, S., Casey, D., *et al.* 2011. Finding Moments of Play at Work. In *CHI 2011 Workshop (2–5)*. Vancouver: Canada.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. and Nacke L. 2011. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* Pp. 9–15.
- Dixon, D. 2011. Player Types and Gamification. In *Proceedings of the CHI 2011 Workshop on Gamification*.
- Ferro, L.S., Walz, S.P., and Greuter S., 2013. Towards Personalised, Gamified Systems: An Investigation into Game Design, Personality and Player Typologies. In *Proceedings of The 9th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Matters of Life and Death* p. 7.
- Gamification Co 2012. <http://www.gamification.co/2013/08/12/a-new-perspective-on-the-bartle-player-types-for-gamification/>
- Giroux, S., Pachet, F. Paquette, G. and Girard J. 1995. Des Systèmes Conseillers Épiphytes. *Revue D'intelligence Artificielle* 9(2): pp. 165–190.
- Hamari, J., Koivisto, J. and Sarsa H. 2014. Does Gamification Work?—A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2014)*.
- Hocine, N., Gouaïche, A., Di Loreto, I., and Abrouk, L. 2011. Techniques D'adaptation Dans Les Jeux Ludiques et Sérieux. *Revue D'intelligence Artificielle* 25(2): pp. 253–280.
- Kobsa, A., Koenemann, J. and Pohl, W. 2001. Personalised Hypermedia Presentation Techniques for Improving Online Customer Relationships. *The Knowledge Engineering Review* 16(02): p. 111.
- Kotaku 2012. <http://kotaku.com/5938464/theyve-narrowed-gamers-down-to-eight-fundamental-types-which-are-you>
- Marne, B., Carron, T. and Labat J.M. 2013. Modélisation Des Parcours Pédago-Ludiques Pour L'adaptation Des Jeux Sérieux. In *Actes de La Conférence EIAH 2013*, pp. 55–66.
- Monterrat, B., Lavoué, É., George, S., 2014. Motivation for learning: Adaptive Gamification for Web-Based Learning Environments, In *Proceedings of the 6th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2014)*, pp. 117-125
- Mozilla 2011. <http://openbadges.org>
- Natkin, S., Yan, C., Jumpertz, S. & Market, B. 2007. Creating Multiplayer Ubiquitous Fames Using an Adaptive Narration Model Based on a User's Model. In *Digital Games Research Association International Conference (DiGRA 2007)*.
- Nicholson, S. 2012. A User-Centered Theoretical Framework for Meaningful Gamification. *Proceedings GLS* 8.
- Peirce, N., Conlan, O., and Wade, V. 2008. Adaptive Educational Games: Providing Non-Invasive Personalised Learning Experiences. In *Digital Games and Intelligent Toys Based Education, 2008. Second IEEE International Conference on* Pp. 28–35.
- Poel, M., Akker, R., Heylen, D. and Nijholt, A. 2004. Emotion Based Agent Architectures for Tutoring Systems The INES Architecture.
- Prensky, M. 2001. *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Sanchez, E. 2011. A game in the classroom, what did the students learn? ESERA 2011, Lyon, France.
- Szilas, N., and Sutter Widmer, D. 2009. Mieux Comprendre La Notion D'intégration Entre L'apprentissage et Le Jeu. *Actes d'Environnements Informatiques Pour l'Apprentissage Humain EIAH09*: 27–40.
- Yee, N. 2006. Motivations for Play in Online Games. *CyberPsychology & Behavior* 9(6): pp. 772–775.
- Zichermann, G., and Cunningham, C. 2011. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media, Inc.

Comment évaluer un jeu d'apprentissage en contexte de formation professionnelle

Fahima Djelil
1^{ère} année de doctorat

Laboratoire Institut Pascal UMR-CNRS-UBP-IFMA, 24 Avenue des Landais, BP80026, 63171 Aubière, Clermont-Ferrand, France

fahima.djelil@udamail.fr

Résumé

Cet article se propose de définir une méthodologie d'évaluation de jeux d'apprentissage en phases de conception et d'expérimentation, par l'emploi de méthodes analytiques et empiriques d'évaluation sur la base des trois dimensions : utilisabilité, utilité et acceptabilité d'un jeu d'apprentissage. Après avoir présenté ces trois notions ainsi que les pratiques d'évaluation analytiques et empiriques actuelles, des concepts d'analyse et de mesure sont introduits avant de les associer à chacune de ces trois dimensions d'évaluation.

Introduction

Les pratiques d'évaluation de jeux d'apprentissage ont en général pour objectif d'assurer la qualité de leur conception (Di Loreto et Gouaich 2010), d'établir un diagnostic de leurs usages (Loh 2012) et de vérifier leurs retombées pédagogiques (Papastergiou 2009). Cependant, l'évaluation de ce type de logiciels n'est pas toujours très bien structurée et demeure un processus délicat et complexe à mettre en œuvre (Thomas et al. 2012), étant donné la multiplicité des dimensions et des aspects les caractérisant (van Staaldouin et De Freitas 2010). En effet, l'évaluation passe souvent par une étape de recherche et de définition de variables de mesure ainsi que de méthodes d'analyse adéquates. De plus, toutes les évaluations n'aboutissent pas à des résultats cohérents (Von Wangenheim et al. 2009, Annetta et al. 2009). Toutefois, l'évaluation reste le seul moyen de vérifier si les objectifs pédagogiques du jeu d'apprentissage sont effectivement atteints et de détecter ses éventuelles vulnérabilités fonctionnelles. Ceci dit, l'évaluation doit faire partie intégrante à la fois du processus de conception et d'expérimentation du jeu d'apprentissage.

Cet article vise à définir une méthodologie d'évaluation d'un jeu d'apprentissage en phases de conception et d'expérimentation par l'emploi de méthodes analytiques et empiriques d'évaluation, sur la base de trois dimensions : utilisabilité, utilité et acceptabilité d'un jeu d'apprentissage. La première section se consacre à la définition des notions d'utilisabilité, utilité et acceptabilité d'un jeu

d'apprentissage et la seconde expose les pratiques d'évaluation analytiques et empiriques existantes dans ce domaine. La troisième section introduit les concepts de mesure et d'analyse de jeux d'apprentissage. En fin, la dernière section explicite pour chacune des trois dimensions utilisabilité, utilité et acceptabilité les critères d'évaluation associés.

Par ailleurs, nous nous situons dans un contexte de formation universitaire et professionnelle, et nous désignons par jeu d'apprentissage, « *un logiciel informatique à visée pédagogique exploitant des ressorts ludiques pour l'apprentissage de concepts et de connaissances bien définis dans un contexte de formation bien établi* ». *Un jeu d'apprentissage peut être un jeu éducatif, un jeu sérieux ou tout autre logiciel d'apprentissage par le jeu*. Nous utilisons également le terme apprenant/joueur afin de désigner « *un apprenant ayant une expérience d'utilisation de jeux d'apprentissage ou de jeux vidéo de loisir* ».

Utilisabilité, Utilité et Acceptabilité : Trois Dimensions pour l'Évaluation d'un Jeu d'Apprentissage

Les notions d'utilisabilité, utilité et acceptabilité ont fait l'objet de nombreuses recherches en évaluation d'EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) (Barbel 2003, Tricot et al. 2003), mais elles ne sont pas aussi bien répandues dans le domaine de jeux d'apprentissage. Pourtant, une évaluation structurée d'un jeu d'apprentissage sur la base de ces trois dimensions, permettrait de simplifier les relations complexes qui existent entre les propriétés fonctionnelles de ce type de logiciel d'apprentissage et celles de son utilisation et exploitation.

En effet, l'utilisabilité d'un jeu d'apprentissage reflète la possibilité de l'utiliser et dépend de la qualité ergonomique de son interface (Szilas et Sutter Widmer 2013). Son évaluation permet de s'assurer de la jouabilité du jeu d'apprentissage, et de la pertinence de son contenu pédagogique avant son déploiement en classe (Warren et al. 2011). Cela permet d'examiner les éléments qui influencent la capacité de l'apprenant/joueur à réussir les activités du jeu d'apprentissage (Warren et al. 2011). L'utilité de ce dernier est centrée sur ses aspects didactiques. Son

évaluation permet de vérifier la progression de l'apprentissage et de s'assurer si les objectifs pédagogiques sont effectivement atteints (Sanchez 2011b, Szilas et Sutter Widmer 2013). Enfin, l'acceptabilité d'un jeu d'apprentissage concerne son contexte d'exploitation (Szilas et Sutter Widmer 2013), et dépend du jugement de l'apprenant/joueur, de l'enseignant et de l'institution porté sur sa valeur (Sanchez 2011b).

Évaluation Analytique vs Empirique d'un Jeu d'Apprentissage

Les méthodes d'évaluation analytiques et empiriques sont largement connues, aussi bien dans le domaine des IHM (Interfaces Homme Machine) (Senach 1990) que des EIAH (Tricot et al. 2003, Nogry et al. 2004). Cette terminologie n'est, à notre connaissance, pas encore adoptée dans le domaine de jeux d'apprentissage bien que les pratiques y soient présentes.

Dans le domaine de jeux d'apprentissage, plusieurs grilles et modèles rassemblant les critères caractérisant le jeu d'apprentissage, ont été proposés et utilisées comme référentiels pour la conception et l'analyse des différents aspects d'un jeu d'apprentissage (Garris et al. 2002, Kiili 2005, De Freitas et Oliver 2006, Amory 2007). Ces modèles d'analyse peuvent être fournis aux concepteurs sous forme de listes de conseils avant d'être ensuite exploitées dans l'évaluation finale de la qualité du jeu d'apprentissage réalisé (Marne et al. 2011, Marfisi et al. 2012). L'application de ces modèles en phase de conception du jeu d'apprentissage, aide à déterminer les limites fonctionnelles de ce dernier avant même son implémentation (Di Loreto et Gouaich 2010). Il s'agit typiquement d'une évaluation analytique du jeu d'apprentissage.

L'évaluation empirique d'un jeu d'apprentissage se fait par l'analyse de données expérimentales issues de traces d'activité, interviews directes, questionnaires d'utilisation, notes d'observation, enregistrements audio et vidéo, ... etc. (Navarro et Van Der Hoek 2007, Papastergiou 2009, Von Wangenheim 2009, Dunleavy et Simmons 2011, Loh 2012). Les données empiriques ainsi recueillies peuvent servir au diagnostic des compétences des apprenants/joueurs (Thomas et al. 2012), à l'évaluation de l'efficacité pédagogique du jeu d'apprentissage (Von Wangenheim 2009, Loh 2012), et à la détection de ses dysfonctionnements éventuels (Brown 2011, Manin et al. 2006).

Nous pouvons donc conclure que l'évaluation de l'utilisabilité, utilité et acceptabilité d'un jeu d'apprentissage se réalise par l'emploi de méthodes d'évaluation analytiques et empiriques. Ces méthodes sont complémentaires et concernent toutes les phases de développement du jeu d'apprentissage, notamment celles de sa conception, et son expérimentation.

Concepts et Mesures pour l'Évaluation de Jeux d'Apprentissage

L'ensemble des critères listés dans cette section sont le résultat d'analyse d'une palette de onze modèles de conception et/ou d'analyse de jeux d'apprentissage (Garris et al. 2002, Kiili 2005, De Freitas et Oliver 2006, Amory 2007, Dondlinger 2007, Di Loreto et Gouaich 2010, van Staaldouin et De Freitas 2010, Annetta et al. 2011, Marfisi et al. 2012, Sanchez et al. 2012, Szilas et Sutter Widmer 2013).

Critères d'Évaluation Liés à l'Environnement Ludopédagogique

L'environnement ludopédagogique regroupe tous les composants interactifs d'un jeu d'apprentissage. Cet environnement est imprégné d'un certain ensemble de caractéristiques à la fois ludiques et pédagogiques qui aident à maintenir et à renforcer la motivation de l'apprenant/joueur pour son apprentissage (Garris et al. 2002). Ces principales caractéristiques sont les suivantes:

- **Objectifs et règles** : les objectifs d'un jeu d'apprentissage sont des objectifs pédagogiques (Kiili 2005) qui désignent les compétences et connaissances ciblées par la formation (Marfisi et al. 2012, Sanchez 2013). La réalisation de ces objectifs est subordonnée à un ensemble de règles (Dondlinger 2007) qui sont des contraintes à respecter (Annetta et al. 2011) qui illustrent les concepts et notions constituant le domaine d'apprentissage (Garris et al. 2002).
- **Modes de représentation** : c'est la représentation du contenu pédagogique et des concepts d'apprentissage. Cette représentation peut être graphique, textuelle, auditive et peut inclure des animations, des avatars ...etc (Garris et al. 2002). Cette représentation peut faire abstraction des concepts d'apprentissage par l'emploi de métaphores (Sanchez 2011a) ou de narrations (Dondlinger 2007). Ces modes de représentation sont choisis de façon à stimuler l'apprenant/joueur afin d'agrandir son intérêt et sa motivation pour les activités d'apprentissage (Garris et al. 2002).
- **Difficulté progressive et adaptée** : les activités ludopédagogiques sont présentées à l'apprenant/joueur sous forme de défis et de challenges de complexité croissante et adaptée (Garris et al. 2002, Sanchez 2011b, Marfisi et al. 2012), afin d'assurer un apprentissage progressif tout en maintenant la motivation de l'apprenant/joueur (Kiili 2005, Annetta 2011).
- **Interaction** : l'interaction avec l'environnement ludopédagogique doit être facile et instructive afin de susciter l'intérêt de l'apprenant/joueur pour les activités du jeu d'apprentissage (Dondlinger 2007, Marfisi et al. 2012).

- **Feedback** : c'est la réponse du jeu d'apprentissage aux actions de l'apprenant/joueur (Dondlinger 2007). Il consiste en un retour constant qui joue un rôle régulateur de l'interaction entre l'apprenant/joueur et le jeu d'apprentissage (Garris et al. 2002). Il aide l'apprenant/joueur à comprendre les objectifs et les règles du jeu d'apprentissage afin de prendre des décisions et de développer les stratégies adéquates (Annetta et al. 2011).
- **Échecs et erreurs** : les erreurs commises par l'apprenant/joueur sont sans conséquences réelles et ne sont pas sanctionnées (Garris et al. 2002, Marfisi et al. 2012, Sanchez 2013). L'apprenant est autorisé à réessayer et à réfléchir sur l'origine de ses échecs éventuels à la réalisation des tâches constituant les activités du jeu d'apprentissage (Annetta et al. 2011).
- **Prologue** : permet d'introduire les objectifs du jeu d'apprentissage afin de faciliter l'interaction (Annetta et al. 2011).

Critères d'Évaluation Liés aux Réactions Affectives et Cognitives de l'Apprenant/Joueur

L'interaction de l'apprenant/joueur avec son jeu d'apprentissage engendre un certain ensemble d'émotions, sentiments et attitudes (Garris et al. 2002) qui sont sous-jacentes à la mécanique régissant le jeu d'apprentissage et à la qualité de conception de l'environnement ludopédagogique (Amory 2007). Ces réactions affectives sont aussi cognitives puisqu'elles impliquent le développement des connaissances et des compétences visées (Garris et al. 2002). Elles consistent essentiellement en ce qui suit :

- **Auto-efficacité** : ce sentiment se développe chez l'apprenant/joueur quand celui-ci arrive à maintenir un certain niveau de contrôle sur les règles du jeu (Dondlinger 2007, Annetta et al. 2011) et à réussir les différentes tâches constituant les activités du jeu d'apprentissage (Garris et al. 2002). Ce sentiment implique chez l'apprenant/joueur un autre sentiment de confiance qui aide à maintenir sa motivation (Garris et al. 2002, Kiili 2005).
- **Divertissement** : il est directement lié à la qualité de conception de l'environnement ludopédagogique (Marfisi et al. 2012), et à l'adéquation des compétences de l'apprenant/joueur aux niveaux de difficulté des défis qui lui sont imposés dans les activités du jeu d'apprentissage (Garris et al. 2002).
- **Immersion** : se produit quand l'apprenant/joueur est totalement submergé par les activités du jeu d'apprentissage (Annetta et al. 2011). Ce sentiment est également sous-jacent à la qualité de conception de l'environnement ludopédagogique (De Freitas et Oliver 2006).
- **Prise de décision et développement de stratégies** : l'apprenant/joueur est libre de prendre des décisions et de développer des stratégies (Amory 2007, Sanchez

2011b) dans la résolution des problèmes posés dans les différentes activités du jeu d'apprentissage (Dondlinger 2007, Marfisi et al. 2012).

- **Intérêt** : c'est le jugement positif porté par l'apprenant/joueur sur la qualité de l'environnement ludopédagogique du jeu d'apprentissage, notamment en termes d'interaction et des modes de représentation utilisés (Garris et al. 2002, Marfisi et al. 2012). Ce sentiment est également lié à la satisfaction de l'apprenant/joueur quant à la progression de son apprentissage (Garris et al. 2002).
- **Motivation** : se traduit par l'engagement et l'implication de l'apprenant/ joueur dans les activités du jeu d'apprentissage (Dondlinger 2007, Annette et al. 2011).

Critères d'Évaluation Liés au Contexte de Formation

Le contexte de formation concerne les conditions technologiques et organisationnelles d'utilisation du jeu d'apprentissage (De Freitas et Oliver 2006, Dondlinger 2007). Ce contexte peut inclure des informations telles que le lieu de formation, le temps alloué à la formation, l'organisation du programme d'enseignement, le recours à des supports de formation complémentaires, la présence de formateurs, ...etc (Van Staaldouin et De Freitas 2010, Marfisi et al. 2012).

Critères d'Évaluation Liés au Profil d'Apprenant/Joueur

Le profil d'apprenant/joueur regroupe des informations quant aux compétences et préférences des apprenants/joueurs (De Freitas et Oliver 2006), ainsi qu'à son expérience d'utilisation de jeux d'apprentissage.

Evaluation Analytique et Empirique de l'Utilisabilité, l'Utilité et l'Acceptabilité d'un Jeu d'Apprentissage

Évaluation de l'Utilisabilité

L'évaluation de l'utilisabilité d'un jeu d'apprentissage est directement liée à la qualité de conception de l'environnement ludopédagogique, ainsi qu'à certaines réactions de l'apprenant/joueur développées lors de ses interactions avec cet environnement. De ce fait, une évaluation analytique de l'utilisabilité doit intervenir en phase de conception, afin de vérifier la prise en compte des critères liés à la facilité d'utilisation de l'environnement ludopédagogique, incluant les mécanismes permettant le divertissement de l'apprenant/joueur. Une évaluation empirique permettrait de vérifier, dès la phase de prototypage en présence d'apprenants/joueurs, la facilité d'utilisation ainsi que l'adéquation des aspects ergonomiques et ludiques aux préférences de l'apprenant/joueur. Le tableau1 liste l'ensemble des critères retenus à cet effet.

Critère d'évaluation	Evaluation analytique	Evaluation empirique
Modes de représentation	- Leur adéquation aux préférences et niveaux de maîtrise de l'apprenant/joueur	- Appréciations et jugements de l'apprenant/Joueur
Interaction	- Facilité et qualité de l'interaction	- Appréciations et jugements de l'apprenant/Joueur
Divertissement	- Mise en œuvre de mécanismes ludiques attrayants	- Appréciations et jugements de l'apprenant/Joueur
Prologue	- Son adéquation aux besoins de l'apprenant/ joueur	- Son impact sur la facilité d'utilisation

Tableau 1 : Critères d'évaluation analytique et empirique de l'utilisabilité d'un jeu d'apprentissage

Évaluation de l'Utilité

L'utilité est centrée sur les objectifs d'apprentissage, son évaluation est liée aux critères de conception qui aident à développer chez l'apprenant/joueur ses réactions cognitives et à contrôler sa progression dans son apprentissage. L'évaluation analytique doit vérifier

la prise en compte de ces critères dès la phase de conception, tandis que l'évaluation empirique doit intervenir lors de l'expérimentation du jeu d'apprentissage auprès des apprenants/joueurs, afin de vérifier l'adéquation de ces critères au processus d'apprentissage et de s'assurer de l'atteinte des objectifs pédagogiques. Le tableau2 liste l'ensemble des critères retenus à cet effet.

Critère d'évaluation	Evaluation analytique	Evaluation empirique
Objectifs/règles	- Définition et précision des objectifs d'apprentissage - Adéquation des règles du jeu aux objectifs d'apprentissage	- Adéquation de l'apprentissage effectif aux objectifs d'apprentissage : (diagnostic des compétences acquises et non acquises, tests de la compréhension, la mémorisation, et la maîtrise des apprentissages)
Prise de décision et développement de stratégies	- Mise en œuvre de mécanismes pour la prise de décision et le développement de stratégies	- Impact des mécanismes de prise de décision et de développement de stratégies sur l'apprentissage
Modes de représentation	- Leur adéquation aux objectifs d'apprentissage	- Leur impact sur l'apprentissage
Interaction	- Leur adéquation aux objectifs d'apprentissage	- Leur impact sur l'apprentissage
Feedback	- Prévoir un feedback constant, rapide et instructif	- Son impact sur le développement de stratégies
Difficulté adaptée	- Mise en œuvre de niveaux de difficulté progressifs et adaptés	- Impact de l'adaptation des niveaux de difficulté sur l'apprentissage
Échecs et erreurs	- Frivolité des échecs et des erreurs	- Impact de cette frivolité sur la progression de l'apprenant/joueur
Auto-efficacité	- Prévoir des mécanismes offrant un sentiment d'auto-efficacité et de contrôle à l'apprenant/joueur	- Son impact sur l'apprentissage
Immersion	-Prévoir un niveau d'immersion adéquat	- Son impact sur la progression et l'apprentissage de l'apprenant/joueur

Tableau 2 : Critères d'évaluation analytique et empirique de l'utilité d'un jeu d'apprentissage

Évaluation de l'Acceptabilité

L'acceptabilité d'un jeu d'apprentissage est liée à son contexte d'exploitation et concerne l'adéquation de ce dernier aux aspects technologiques et pédagogiques de son utilisation. Elle dépend du jugement de l'apprenant/joueur, de l'enseignant et de l'institution porté sur la valeur du jeu d'apprentissage. De ce fait, l'évaluation analytique de l'acceptabilité doit vérifier dès la phase de conception, l'adéquation des activités du jeu d'apprentissage aux supports technologiques disponibles et aux profils des apprenants/joueurs

réunissant des indications quant à leurs compétences et expérience d'utilisation de jeux d'apprentissage. L'évaluation empirique doit vérifier la capacité du jeu d'apprentissage à susciter et à maintenir à la fois l'intérêt et la motivation de l'apprenant/joueur pour l'utilisation du jeu d'apprentissage. L'ensemble de ces considérations vont permettre d'assurer un jeu d'apprentissage dont les activités seront adaptées aux attentes de l'apprenant/joueur, de l'enseignant et de l'institution. Le tableau 3 résume les critères retenus à cet effet.

Critère d'évaluation	Evaluation analytique	Evaluation empirique
Contexte de formation	- Disponibilité du matériel nécessaire - Adéquation des activités aux supports techniques utilisés	- Adéquation des activités du jeu d'apprentissage aux objectifs des enseignants/formateurs et de l'institution ainsi qu'aux attentes des apprenants/joueurs
Profil d'apprenant/joueur	- Prise en compte du profil des compétences, préférences et expérience d'utilisation de jeux d'apprentissage ou de jeux vidéo de loisir	- Adéquation des activités du jeu d'apprentissage aux profils des apprenants/joueurs
Intérêt		- Observation des comportements et diagnostic des usages - Appréciations subjectives des apprenants/joueurs
Motivation		- Observation des comportements et diagnostic des usages - Appréciations subjectives des apprenants/joueurs

Tableau 2: critères d'évaluation analytique et empirique de l'acceptabilité d'un jeu d'apprentissage

Conclusion

La méthodologie d'évaluation proposée dans cet article, se situe en contextes de conception et d'expérimentation afin de réduire les risques d'une mauvaise conception d'un jeu d'apprentissage qui doit être à la fois utile d'un point de vue pédagogique, utilisable du point de vue de l'apprenant/joueur et acceptable des points de vue de l'institution, l'enseignant/formateur et éventuellement de l'apprenant/joueur. Cette méthodologie réunit pour chacune des trois dimensions les différents critères qui sont possibles à évaluer par les méthodes analytiques et empiriques d'évaluation. L'ensemble de ces critères sont réunis à partir d'une sélection non exhaustive de modèles de conception et d'analyse de jeux d'apprentissage.

Remerciements

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet *Tactileo* (<http://projet.tactileo.net>) lauréat de l'appel à projets d'investissement d'avenir E-Education.

Références

- Amory, A. 2007. *Game Object Model Version II: a Theoretical Framework for Educational Game Development*. *Educational Technology Research and Development*, 55(1):51-77.
- Annetta, L.; Lamb, R. and Stone, M. 2011. *Assessing Serious Educational Games*. In *Serious Educational Game Assessment*, 75-93. Springer.
- Annetta, L.; Minogue, J.; Holmes, S.H. and Cheng, M.T. 2009. *Investigating the Impact of Video Games on High School Student's Engagement and Learning about Genetics*. *Computers & Education*, 53(1):74-85.
- Barbel, B. 2003. *Liens entre Utilisabilité et Utilité d'un Logiciel Educatif en Situation d'Enseignement*. In *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, 405-412.
- Brown, R. 2011. *Assessment Using After-Action Review*. In *Serious Educational Game Assessment*, 119-129. Springer.

- De Freitas, S, and Oliver, M. 2006. How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers & Education*, 46(3):249-264.
- Di Loreto, I. and Gouaich. A. 2010. An Early Evaluation Method for Social Presence in Serious Games. In *Proceeding of the 2nd International Conference on Computer Supported Education*.
- Dondlinger, M.J. 2007. Educational Video Game Design: A Review of the Literature. *Journal of Applied Educational Technology*, 4(1):21-31.
- Dunleavy, M. and Simmons, B. 2011. Assessing Learning and Identity in Augmented Reality Science Games. In *Serious Educational Game Assessment*, 221-240. Springer.
- Garris, G.; Ahlers, R. and Driskell, J.E. 2002. Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation & gaming*, 33(4):441-467, 2002.
- Kiili. K. 2005. Digital Game-Based Learning: Towards an Experiential Gaming Model. *The Internet and Higher Education*, 8(1):13-24.
- Loh, C.S. 2012. Information Trails: In-Process Assessment of Game-Based Learning. In *Assessment in Game-Based Learning*, 123-144. Springer.
- Manin, N.; George, S. and Prévot, P. 2006. Using Virtual Learners' Behaviours to Help the Development of Educational Business Games. In *Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing*, 287-301. Springer.
- Marfisi, I.; George, S.; Tarpin-Bernard, F.; and Prévot, P. 2012. Comment Evaluer la Qualité d'un Learning Game Pendant sa Conception? In *Actes de la Troisième Conférence en Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement*, 80-90.
- Marne, B.; Huynh-Kim-Bang, B. and Labat, J.M. 2011. Articuler Motivation et Apprentissage grâce aux Facettes du Jeu Sérieux. In *Actes de la conférence Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain, EIAH 2011*, 69-80.
- Navarro, E.O and Van Der Hoek, A. 2007. In *Proceedings of the Twentieth Conference on Comprehensive Evaluation of an Educational Software Engineering Simulation Environment*.
- Nogry, S. ; Jean-Daubias, S. and Ollagnier-Beldame, M. 2004. Évaluation des EIAH: Une Nécessaire Diversité des Méthodes. In *Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et l'Industrie*, 265-271.
- Papastergiou, M. 2009. *Digital Game-Based Learning in High School Computer Science Education: Impact on Educational Effectiveness and Student Motivation*. *Computers & Education*, 52(1):1-12.
- Sanchez. E. 2011a. *When Games Meet Learning. ICT and Informatics in a Globalized World of Education Facing the Future-Reflecting the Past*, 9-13.
- Sanchez. E. 2011b. *Key Criteria for Game Design. A Framework. Rapport du MEET Project. European Commission*.
- Sanchez. E. 2013. *A model for the Design of Digital Epistemic Games*. In *Proceedings of the World Conference on Computers in Education*, 257-264.
- Sanchez, E.; Jouneau-Sion, C.; Delorme, L.; Young, S.; Lison, C. and Kramar, N. 2012. *Fostering Epistemic Interactions with a Digital Game. A Case Study about Sustainable Development for Secondary Education*. In *Proceedings of the International Symposium on Science & Technology Education for Development, Citizenship and Social Justice*
- Senach. B. 1990. *Evaluation Ergonomique des Interfaces Homme-Machine: une Revue de la Littérature. Rapport de Recherche*
- Szilas, N. and Sutter Widmer, D. 2013. *L'évaluation rapide de jeux d'apprentissage : la clef de voûte de l'ingénierie ludo-pédagogique (Instructional Game Design)*. In *Actes de l'Atelier « Serious games, jeux épistémiques numériques » Méthodologies de recherche pour l'étude des interactions*, 24-28.
- Thomas, P. ; Labat, J.M.; Muratet, M. and Yessad, A. 2012. *How to Evaluate Competencies in Game-Based Learning Systems Automatically? In Intelligent Tutoring Systems*, 168-173. Springer.
- Tricot, A. ; Plécat-Soutjis, F. ; Camps, J.F. ; Amiel, A. ; Lutz, G. ; and Morcillo, M. 2003. *Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH*. In *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, 391-402.
- Van Staaldouin, J.P. and De Freitas, S. 2010. *A Game-Based Learning Framework: Linking Game Design and Learning Outcomes. Learning to Play: Exploring the Future of Education with Video Games*. Khine, MyintSwe (ed.). Peter Lang Publishers New York.
- Von Wangenheim, C.G.; Thiry, M. and Kochanski, D. 2009. *Empirical Evaluation of an Educational Game on Software Measurement*. *Empirical Software Engineering*, 14(4):418-452.
- Warren, S.; Jones, G. and Lin, L. 2011. *Usability and Play Testing*. In *Serious Educational Game Assessment*, 131-146. Springer

Construction collaborative de compétences au sein d'une communauté de pratiques dans un contexte de mobilité: Réflexions et choix méthodologiques

Laurie Acensio

1^{ère} année de doctorat

Laboratoire Lip6, 4 place Jussieu 75005 PARIS/Lexiane Formation, 40 rue de Liège 75008 PARIS

Laurie.Acensio@lip6.fr

Résumé

Notre travail de thèse s'intègre dans le projet TICLex¹ et a pour objectif de concevoir et mettre en œuvre un dispositif d'apprentissage fixe et mobile destiné à une communauté de pratique professionnelle. Ce dispositif mixte pourra s'utiliser de manière continue selon les contextes d'apprentissages formels et informels. Il sera ainsi, proposé aux cadres administratifs en formation continue des informations en temps réel et un conseil individualisé leurs permettant de résoudre des problématiques authentiques et ceci en complément de la formation classique en présentiel. Nous prolongerons notre travail par la construction d'une base de connaissances dans le domaine du conseil juridique qui sera enrichie grâce aux interactions et aux contributions de la communauté de pratique.

Notre hypothèse de recherche est que l'exploitation des compétences du réseau humain améliorera la qualité du dispositif d'apprentissage proposé et par conséquent, favorisera l'intelligence collective de la communauté de pratique.

Introduction

La pérennité d'une communauté de pratique est conditionnée par la participation de ses membres et plus précisément par l'importance des échanges sociaux qui peuvent être révélateurs de problématiques professionnelles réelles. La construction et le partage des savoirs sont des pratiques qui permettent de contextualiser les enseignements théoriques et s'apparente à la notion d'apprentissage situé (Lave & Wenger 1991). Nous voulons, à travers ce travail de thèse, capitaliser les échanges et les interactions entre apprenant-apprenant et apprenant-tuteur au sein d'une base de connaissances.

Par ailleurs, la dispersion géographique des apprenants pourrait freiner les échanges sociaux défavorisant ainsi l'émergence d'une communauté de pratique. Le support mobile constitue une

réponse adéquate pour faciliter l'expression et les interactions sociales entre les apprenants. En effet, les supports mobiles favorisent un processus social qui relie les apprenants à des communautés de personnes au travers de situations spécifiques. Cette démarche s'inscrit dans une logique d'activité où les apprenants, contribue à leur tour, à former d'autres apprenants. Le rôle du formateur n'est plus simplement un rôle de transmetteur de savoirs, mais un rôle de guide et de conseil grâce aux dialogues avec les apprenants.

Dans ce contexte, notre travail de thèse se découpera comme suit :

- Identifier et exploiter les interactions d'une communauté de pratique dans le but de construire et d'enrichir la base de connaissances juridiques susceptibles de répondre à de nouveaux besoins des apprenants ;
- évaluer l'impact des interactions communautaires sur la qualité des informations proposées ;
- évaluer l'impact de la mobilité sur l'apprentissage et l'utilisabilité du dispositif proposé.

Cet article pose les bases théoriques des domaines concernés et propose une méthodologie de conception du dispositif de formation. Les perspectives visées sont la gestion et la diffusion des connaissances en proposant une classification des thématiques récurrentes et de les indexer via une ontologie. Les objets d'études seront particulièrement les contenus d'entraides autour de problématiques professionnelles contextualisées et des résultats obtenus.

Contexte de la thèse

Contexte de la formation juridique en entreprise

La formation professionnelle juridique s'effectue principalement d'une façon traditionnelle dans un espace spécifique et fermé. Or premièrement, la nature de l'information juridique implique une autonomie des professionnels dans l'interprétation de la loi pour résoudre des problèmes particuliers. Deuxièmement, cette formation se fait dans le cadre d'un apprentissage informel, car de

¹ Financé par Lexiane Formation

nombreuses sources de droit produites par la DILA (Direction de l'Information Législative et Administrative) seront désormais disponibles dans leur intégralité librement. Cependant les résultats sont présentés de façon parcellaire rendant par conséquent, la recherche d'information ciblée difficile.

L'entreprise Lexiane Formation propose des formations théoriques dans le domaine juridique, en présentiel auprès d'un public ciblé, à savoir, des cadres du secteur public. Les séances de formation se déroulent en présentiel en se limitant au simple partage de contenus pédagogiques. Ces méthodes de formation s'avèrent insuffisantes pour accompagner les clients de Lexiane Formation dans la réalisation de leurs objectifs d'apprentissage. En effet, la stratégie de l'entreprise est d'accompagner vers un apprentissage informel en permettant le partage des expériences entre apprenants. Ces interactions sociales sont un élément central pour maintenir la motivation au sein d'un groupe dans le cadre d'une formation hybride et à distance. La mise en place d'un dispositif basé sur l'apprentissage informel et en situation de mobilité peut être considérée comme un prolongement de la formation continue traditionnelle et constitue la problématique initiale de notre recherche.

Dans ce contexte, le projet TICLex a pour objectif de développer une plateforme dédiée à l'apprentissage informel. Cet espace de travail vise à favoriser et à capitaliser les interactions sociales entre membres d'une communauté de pratique dans le but de construire et d'enrichir progressivement une base de connaissances autour de thématiques et de problématiques communes.

Contexte théorique

Rôle des interactions sociales dans l'apprentissage (Pask 1976) souligne l'importance des processus sociaux dans l'apprentissage via le modèle conversationnel, rejoignant les théories d'inspiration d'interactionnisme social de Vygotski, qui place les interactions sociales en condition constituante de l'apprentissage.

(Mongeau et Saint-Charles 2006) considère le groupe comme un objet communicationnel, qui émerge et se transforme progressivement au fil des interactions entre les membres. Sa pérennité est conditionnée par la participation de ses membres sous forme d'interactions répétées. Peu à peu, ces interactions deviennent relations, puis réseaux et structures, et ce, selon les trois dimensions de l'expérience humaine : cognitive, affective et spatio-temporelle (MacLean 1990).

(Chua et Balkunje 2013) insiste particulièrement sur l'expression sociale qui apparaît comme une

nécessité pour l'appartenance à une communauté et qui coexiste avec le partage des connaissances et la communication émotionnelle. La communauté de pratique est non seulement consolidée par les échanges sociaux mais elle est révélatrice de contextes professionnelles authentiques.

Nous pouvons également nous baser sur le modèle de « pédagogie conversationnelle », qui schématise l'acquisition de connaissances à travers quatre fonctions principales (discursive, adaptative, interactive et réflexive) soulignant toute la complexité de la médiation pédagogique (Laurillard 2002).

Apprentissage mobile

Les évolutions de la technologie mobile (tablettes, smartphones) permettent de s'affranchir dans une certaine mesure des unités de temps et de lieu qui ont été longtemps des contraintes dans le processus d'apprentissage. De ce fait, l'apprentissage mobile constitue un champ de recherche incontournable mais récent avec des divergences sur ses bénéfices en termes d'apprentissage. Cependant, les théories de l'apprentissage collaboratif sont relativement stables pour les étudier en connexion avec les dispositifs mobiles.

Nous pouvons retenir l'idée directrice suivante selon laquelle dans le domaine de l'apprentissage mobile, contrairement à l'apprentissage traditionnel, le contexte est considéré comme dynamique, construit en fonction des interactions entre les apprenants du groupe et de l'interaction avec des activités et des objets (Synvanen et al. 2005).

Nous pouvons étendre notre réflexion selon les deux points suivants :

- Le processus social facilité

Les technologies mobiles ont le potentiel pour une utilisation pédagogique sociale, car elles constituent une ressource matérielle adaptée pour relier les apprenants à travers certaines situations et favoriser l'expressivité de la compétence conversationnelle entre les membres d'une communauté de pratique.

(Koole 2009) décrit l'aspect social de l'apprentissage mobile comme des processus d'interaction et de coopérations sociales. Le dispositif mobile facilite la circulation des informations et la construction des connaissances à la fois collectives et individuelles en fonction de la culture et de l'environnement des participants.

En effet, d'un point de vue collaboratif, un environnement mobile accroît la disponibilité de l'apprentissage en permettant aux participants d'utiliser des dispositifs mobiles partout pour partager des données, des fichiers, des messages, des vidéos, des sons, etc. (Arrigo et al. 2007).

Les apprenants peuvent aussi se connecter à un

réseau de données, renforcer et maintenir les activités de communication et d'interaction sociale (Naismith et al. 2004) presque en tout lieu et en tout moment.

Par ailleurs, l'émergence des applications Web 2.0 qui mettent l'accent sur la participation, le partage et leur disponibilité sur les appareils mobiles, permet l'amélioration de l'apprentissage dans les deux contextes mobile et social (Hsu et Ching 2012).

L'expérience menée par (Pauschenwein et Sfiri 2010) démontre que l'utilisation de l'appareil mobile enrichit l'expérience d'apprentissage et accentue la motivation des utilisateurs mais peut différer en fonction de l'âge des individus.

- Support d'apprentissages informels
L'apprentissage mobile peut avoir lieu à tout moment et n'importe où, pouvant s'adapter ainsi à des contextes d'apprentissage informel (Cavus et Ibrahim 2009). Il s'apparente à l'apprentissage « just-in-time » qui permet de combler un besoin d'information immédiat. Dans le contexte de la formation professionnelle, l'apprentissage mobile est considéré principalement comme un système de soutien des performances : les technologies sont utilisées pour améliorer la productivité et l'efficacité des utilisateurs à travers la distribution d'informations et d'assistance en flux tendu et en relation avec des priorités immédiates.

Questions de Recherche

Dans le cadre de notre recherche, la plateforme Lexiane Exchange sera accessible sur PC et sur support mobile pour prolonger la formation en présentiel/distanciel.

Notre hypothèse de recherche est que la dynamique relationnelle en temps réel qui s'instaure au sein d'une communauté de pratique permet l'émergence d'une collaboration entre les membres. Des outils du web 2.0 (forums, wikis, micro-blogging...) constituent une piste intéressante favorisant les contributions et les réflexions entre apprenants d'une communauté de pratique. Ces interactions doivent être analysées et ensuite capitalisées dans une base de connaissances. Nous avons identifié deux questions de recherches principales qui se situent selon les niveaux différents:

- Au niveau du contenu sémantique, la première question concerne l'extraction de connaissances à partir de traces d'interactions. Ces connaissances décrivent des situations professionnelles authentiques. Selon les résultats obtenus, la finalité est d'identifier les thématiques abordées, de sélectionner, de classer et d'indexer les contenus pertinents (processus interactif

d'entraide, raisonnement collectif, partage de ressources...) selon un modèle générique conceptuel à plusieurs niveaux.

- Au niveau de l'usage, la deuxième question concerne l'étude de l'influence du support mobile sur la pratique pédagogique interactionnelle à finalité professionnelle, d'en constater les contextes d'utilisations en identifiant les activités individuelles et les moments de partage, de repérer les profils d'utilisateurs émergents, d'évaluer les modes d'interactions privilégiés (socio-cognitif, socio-affectif, avec formateurs/pairs), les évolutions de ces interactions et leurs limites éventuelles.

Cadre technique de la recherche

Afin de mettre en œuvre des dispositifs d'interactions et de collaboration entre apprenants au sein de la plateforme de formation, nous sommes orientés naturellement vers l'intégration de fonctionnalités sociales du web 2.0.

Concernant l'apprentissage mobile, certaines caractéristiques techniques des téléphones mobiles sont à prendre en compte dont principalement la petite taille des écrans qui rendent difficile : (1) la rédaction de long message écrit, (2) le confort de lecture. Ces contraintes conditionnent les choix relatifs au contenu, qui consiste à opter pour des concepts essentiels plutôt que des théories explicatives. Ainsi, l'impératif d'un contenu court et direct nous a orienté vers le choix du micro-blogging.

Outils du web 2.0 : Microblogging (de type Twitter)

Le micro-blogging (de type Twitter) connaît une utilisation croissante et récente. Le micro-blogging constitue une courte déclaration de 140 caractères maximum postée sur internet, axé sur l'affichage et la lecture des messages. Cette limite du nombre de caractère implique un style de message direct et restreint. Il peut être adapté par exemple pour transmettre des informations factuelles ou proposer un lien vers une page web. (Hsu 2012) démontre que malgré la limite de caractère, le micro-blogging peut aider à apporter une conversation profonde grâce à des échanges courts mais fréquents. Bien que les participants ne soient pas en mesure d'élaborer une argumentation approfondie, c'est l'ensemble des micro-blogging qui permettent une construction collaborative des connaissances.

Les « tweets » (ou message) sont directement visibles par les utilisateurs avec la possibilité d'effectuer le choix de suivre les messages d'un utilisateur. Les types de relations sociales entre utilisateurs peuvent être symétriques ou asymétriques via le paramétrage de visibilité.

L'abonnement à l'actualité du secteur d'activité témoigne d'un type d'intérêt à long terme. La pertinence de l'intérêt commun d'une communauté de pratique est privilégiée en rapport à un nombre important de « suiveurs ».

Du point de vue de l'apprentissage, (Ebner et al. 2010) a constaté que l'utilisation du micro-blogging soutient l'apprentissage informel et l'interaction sociale pendant les travaux de groupe grâce à l'affichage de leur processus de pensées et des éléments d'information liés à leurs activités.

Bien que la forme du micro-blogging soit adaptée au support mobile, nous ne négligeons pas les outils complémentaires comme les fils de discussions au sein de forums, qui peuvent également être révélateurs de contextes professionnels.

Outils du web 3.0 : ontologie

Les connaissances issues des interactions au sein d'une communauté de pratique ont un potentiel d'exploitation notamment par le partage des contenus favorisés par les outils du web 2.0. Ce constat pose un cadre d'analyse pour la création d'une ontologie. En effet, l'objectif du web sémantique est d'améliorer l'accès à l'information pour la rendre réutilisable et partageable par l'ensemble des utilisateurs. Cette approche fournit un environnement pour mettre à disposition de manière unifiée toutes les informations utiles et pertinentes pour l'apprentissage [Gilliot et al. 2012]. Dans le cadre de notre projet, les contenus issus des membres de la communauté constituent le point de départ de la création et le développement de l'ontologie. La construction collaborative d'une ontologie est défendue par de nombreux auteurs dont (Gandon et Giboin 2008) qui placent les utilisateurs au centre de processus de création, évitant un certain conformisme lors d'un travail contrôlé d'un ontologue. Selon ces auteurs, cette approche s'apparente à l'avènement d'une ingénierie cognitive distribuée qui préconise la construction d'une solution complète, non par le seul système informatique mais par un système plus large composé d'artefacts et de personnes. Par conséquent, une plus grande appropriation et adhésion de l'ontologie par ses utilisateurs facilite son utilisation, sa compréhension et sa maintenance. Cette méthodologie de construction pose la question de l'influence de la dimension sociale et cognitive sur le filtrage et la fiabilité des concepts. La principale limite de cette méthodologie se caractérise par la difficulté à sélectionner les contenus dits « de qualité », celle-ci étant une notion complexe. (Maurel et Chebbi 2012) proposent la notion de « confiance informationnelle » en listant plusieurs critères de

qualité dont la pertinence, fiabilité, crédibilité, authenticité, accessibilité.

La création et le développement d'une ontologie collaborative issues des interactions sur plateforme mobile constitue une piste peu exploitée dans la littérature. Toutefois, cette approche combinatoire rejoint la théorie du Web Socio-Sémantique (W2S) défendue par (Zacklad 2005) qui appréhende à la fois les sources, le contexte et le contenu. Elle nous intéresse tout autant car l'auteur considère que cette position facilite la prolongation et la préservation des transactions communicationnelles au sein des communautés de pratiques.

Quelques choix techniques

Le prototype envisagé sera déployé selon une architecture client/serveur. Nous avons choisi le système de gestion de contenu « Drupal » pour sa modularité et son extensibilité selon les besoins de fonctionnalités.

En particulier, un choix important de modules de réseaux sociaux dont le microblogging (Twitter) est disponible au sein de sa bibliothèque et facilement intégrable.

« Drupal » est basé sur le moteur de recherche libre Apache Solr² qui permet d'indexer de manière quantitative et qualitative les contenus et donc de les relier à une ontologie de domaine. A terme, nous envisageons d'étendre ce moteur de recherche pour permettre une recherche sémantique des contenus issus de notre plateforme de formation et même de ceux issus de sources ouvertes institutionnelles.

La solution « Drupal » permet également une optimisation mobile via des API de Web services avec une détection automatique des navigateurs utilisés.

Expérimentation

Afin de tester notre méthodologie et les outils, les expérimentations seront menées auprès des établissements publics de santé. Ces profils d'activités seront des cibles privilégiés car l'entreprise Lexiane Formation, bénéficie d'un réseau professionnel étendu dans le secteur hospitalier français. Cette communauté de professionnel constitue un bon terrain d'expérimentation car bien que dispersé géographiquement, de nombreuses problématiques communes sont facilement identifiables.

Une phase expérimentale du prototype de la plateforme est prévue auprès d'un échantillon de clients issus des différentes communautés (DRH, Direction Financière ...). Il s'agira de relier les apprenants indépendamment de leurs fonctions autour de problématiques communes, qui ont un

² <http://lucene.apache.org>

impact direct sur la résolution de leurs problématiques professionnelles.

Une seconde expérimentation est envisagée sur un échantillonnage plus large pour faire évoluer la plateforme de formation en un véritable réseau social dédié au secteur public.

Analyse et évaluation

Compte tenu de l'étendue des perspectives de recherche de notre approche combinatoire axée sur le web sémantique et l'apprentissage mobile, nous limiterons, dans un premier temps, notre étude sur l'analyse des contenus issus des interactions de la communauté de pratique pour la construction d'une base de connaissances. Dans un deuxième temps, nous étudierons l'impact du support mobile sur l'émergence et la pérennité d'une communauté de pratique.

Analyse des traces d'interactions

On constate que l'analyse des interactions en ligne en situation d'apprentissage est souvent décontextualisées et parcellaires. Nous proposons de structurer les données issues des interactions pour les capitaliser au sein d'un corpus d'apprentissage afin de rendre possible une analyse pertinente selon les axes choisis. Les données textuelles seront collectées à partir de discussions spontanées et des messages lancés par un modérateur³ sur un sujet particulier. L'analyse permettra d'effectuer une classification de la typologie des contenus et d'identifier ainsi les thématiques récurrentes de partage pour la modélisation d'une base de connaissances.

La plupart des méthodes existantes pour déterminer la polarité des messages sont basées sur l'apprentissage supervisé tels que les travaux de (Barbosa et Feng 2010) et de (Jiang et al. 2011) qui classifie les messages selon leur subjectivité et leur polarité.

Ces méthodes sont statistiques et sont exploitables à partir d'un corpus à grande échelle. Concernant notre projet, nous visons une analyse qualitative des interactions pédagogiques. Nous pouvons envisager de nous appuyer sur la typologie d'informations de (Brunel 2008) dont la première catégorie concerne les informations en lien avec l'environnement social et culturel, la deuxième catégorie est relative aux instrumentations symboliques et sémantiques et la dernière catégorie qui concerne les solutions techniques mobilisés par les personnes pour résoudre les problèmes propres à leur activité de travail.

Nous pouvons nous référer également à l'analyse

du discours-en-interaction (ADI) qui se base sur les divers types de discours qui sont produits en contexte interactif (Kerbrat-Orecchioni 2005).

Analyse du processus d'appropriation du support mobile

L'étude de l'analyse de l'usage de l'appareil mobile a pour but d'exposer le processus d'appropriation dans le cadre essentiellement de l'apprentissage collaboratif. Cette partie de l'expérimentation vise à schématiser les comportements des apprenants afin de mieux comprendre la dynamique des échanges médiatisés par l'ordinateur et le support mobile.

L'évaluation de l'impact pédagogique de l'apprentissage mobile est un domaine récent et les expérimentations sont difficilement comparables entre elles du fait de la multiplicité des domaines et des conditions (enseignement primaire, universitaire, formation professionnelle, discipline...).

Conclusion

Dans cet article, nous avons voulu souligner l'adaptabilité du support mobile pour faire émerger une dynamique relationnelle au sein d'une communauté de pratique.

Les perspectives de nos recherches théoriques nous laissent entrevoir la nécessité d'un apprentissage collaboratif, contextuel et situé dans le cadre d'une formation professionnelle. De plus, l'environnement de travail classique est bouleversé par l'émergence et la facilité d'accessibilité du web via les terminaux mobiles. Ces nouveaux phénomènes impliquent une analyse combinatoire dans l'orientation des recherches qui prennent en compte les supports d'utilisations et leurs conséquences sur la fluidité des contenus. L'apprentissage mobile ouvre la voie à de nombreuses problématiques : les contraintes émergentes sont principalement liées à la complexité de l'interopérabilité des contenus et aux exigences environnementales et techniques des supports mobiles. Concernant le projet TICLex, les réflexions seront davantage axées : d'une part sur la modélisation et une capitalisation communes des connaissances issues d'un processus social, d'autre part, nous prolongerons cette analyse par le rôle fonctionnel spécifique de chaque support (PC/Mobile) dans la combinaison et la circulation des contenus.

Remerciements

Nous tenons à remercier Jean-Marc Labat et Amel Yessad pour nous avoir permis d'orienter nos axes de recherche pour ce projet.

³ Laurie Acensio

Références

Actes de Conférences

Arrigo, M., Giuseppe, O. D., Fulantelli, G., Gentile, M., Novara, G., Seta, L., et al., 2007. A Collaborative MLearning Environment. In Proceedings of the the 6th Annual International Conference on Mobile Learning.

Barbosa L., Feng J. 2010. Robust Sentiment Detection on Twitter from Biased and Noisy Data. In Proceedings of the 23rd International Conference on Computational Linguistics, COLING'10.

Gandon F, Giboin A. 2008. Vers Des Ontologies à L'état Sauvage. In IC 2.0, 19èmes Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances, Loria.

Zacklad M. 2005. Introduction Aux Ontologies Sémiotiques Dans Le Web Socio Sémantique. In 16^{ème} journées francophones d'Ingénierie Des Connaissances.

Actes de Journal

Brunel S. 2008. Une Méthode Stratégique Pour La Génération de La Connaissance. Journal de l'Enseignement Des Sciences et Des Technologies de l'Information et Des Systèmes.

Cavus N., Ibrahim D., 2009. An Experiment in Using SMS to Support Learning New English Language Words. British Journal of Educational Technology, Vol. 40, 78-91.

Chua, AYK., Balkunje, RS. 2013. Beyond knowledge sharing : interactions in online discussion communities. International Journal of Web Based Communautés, Vol. 9, 67-82.

Ebner M., Lienhardt, C., Rohs, M., Meyer I. 2010. Microblogs in Higher Education : A Chance to Facilitate Informal and Process-oriented Learning ? Computers & Education, Vol. 55, 92-100.

Gilliot J-M., Garlatti S., Rebaï I., Pham Nguyen C., 2012. A Mobile Learning Scenario Improvement for HST Inquiry Based Learning. Workshop Emerging Web Technologies, Facing the Future of Education.

Hsu YC, Ching YH. 2012. Mobile Microblogging : Using Twitter and Mobile Devices in an Online Course to Promote Learning in Authentic Contexts. The International Review of Research in Open and Distance Learning, Vol 13, 211-225.

Jiang L., Yu M., Zhou Ming, Liu X., Zhao T. 2011. Target-dependent Twitter Sentiment Classification. 49th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Human

Language Technologies, Vol 1. 151-160.

Maurel D., Chebbi A., 2012. La perception de la confiance informationnelle. Communication et Organisation, Vol 42, 73-90.

Mongeau P., Saint-Charles J. 2006. Communication et émergence du leadership dans les groupes. Communication: horizons de pratiques et de recherches, Presse de l'Université du Québec, 109-130.

Naismith L., Lonsdale P., Vavoula G, Sharples M. 2005. Literature Review in Mobile Technologies and Learning-A Report for Futurelab. University of Birmingham.

Pauschenwein, J., Sfiri, A. 2010. Adult Learner's Motivation for the Use of Micro-blogging During Online Training Courses. International Journal of Engineering and Technology, Vol. 5, 22-25.

Snell S., Snell-Siddle C. 2013. Mobile Learning: The Effects of Gender and Age on Perceptions of the Use of Mobile Tools. Universal College of Learning, Palmerston North, New Zealand. 274-281.

Synvanen A., Beale R., Sharples M., Ahonen M., 2005. Supporting Pervasive Learning Environments : Adaptability and Context Awareness in Mobile Learning. IEEE-International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, University of Tampere edition. 251-253.

Livre

Kerbrat-Orecchioni C. 2005. Le Discours En Interaction. Ed. Armand Colin, 366 p.

Koole M.L. 2009. A Model for Framing Mobile Learning. Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training. AU Press, Athabasca University. Chap. 2: 25-47p, 278p.

Lave, J.; Wenger, E. 1991. Situated Learning, Legitimate Peripheral Participation. Cambridge University Press New-York, 138 p.

MacLean P.D. 1990. Les trois cerveaux de l'homme. Ed. R. Laffont, Paris, 367 p.

Laurillard, Diana. 2002. Rethinking University Teaching: A Conversational Framework for the Effective Use of Educational Technology. London: Routledge Falmer. 284 p.

Pask G. 1976. Conversation Theory : Applications in Education and Epistemology. Elsevier Amsterdam, Oxford

Conception d'un environnement informatique fondé sur la linguistique textuelle et destiné à la formation des enseignants de FLE en Colombie

Jorge Mauricio MOLINA MEJIA

4^{ème} année de doctorat

Laboratoire LIDILEM, 1180 avenue centrale, BP25, 38040 Grenoble, France

Résumé

L'objectif de nos travaux de recherche est de mettre en œuvre un système informatique d'aide à la formation des futurs enseignants de FLE en Colombie. Le système informatique que nous avons élaboré puise ses sources dans l'approche connue sous le nom de linguistique textuelle. Il possède deux caractéristiques essentielles : 1) il s'agit d'un dispositif de type hybride, c'est-à-dire, que d'un côté il pourra être utilisé pendant les cours de formation de manière présentielle et de l'autre côté, il pourra aussi servir d'exerciceur afin d'être employé en autonomie par les étudiants en formation ; 2) le système peut être paramétré afin que l'enseignant puisse créer ou éditer, lui-même, ses séquences pédagogiques.

Introduction

Bien qu'utilisées depuis quelques décennies dans un but éducatif, les nouvelles technologies et notamment les TICE et les systèmes ALAO se sont focalisés dans l'enseignement et apprentissage des langues étrangères d'un public assez large d'apprenants. Peu ou très peu d'outils informatiques ont visé spécifiquement la formation des formateurs, c'est-à-dire, des futurs enseignants de langues, en particulier dans le domaine du FLE en Colombie (Molina & Antoniadis 2014). Cet « oubli » est à l'origine de notre réflexion et du système que nous présentons dans cet article.

Comme Chaudiron (2007) et Antoniadis (2010) le suggèrent, notre approche s'appuie sur les procédures et résultats du Traitement Automatique des Langues (TAL), seule possibilité actuellement pour tenir compte et exploiter les propriétés des langues Antoniadis (2010). Il tient ainsi compte des besoins de ses utilisateurs (professeurs et futurs professeurs de FLE) et leur permet de manipuler des concepts familiers de leur domaine (Antoniadis 2010).

Un autre aspect à souligner est le fait qu'un système informatique doit être aisément utilisable et paramétrable par n'importe quel utilisateur n'ayant pas des connaissances spécifiques en informatique (Antoniadis 2010). Autrement dit nous avons conçu un

outil informatique dans lequel, les composantes et les fonctionnalités pourront être paramétrées par l'enseignant lui-même, et il pourra créer ou éditer ses propres séquences pédagogiques grâce à des outils issus du TAL et de l'ALAO. Cette approche, celle qui permet de donner à l'enseignant l'opportunité de s'emparer de l'outil et de l'utiliser à ses fins, nous paraît très en concordance avec les pratiques d'enseignement qui prônent pour une plus grande liberté au moment d'utiliser des outils informatiques dans la classe.

Genèse et contexte du projet

Notre projet est né de l'observation des étudiants en formation, futurs enseignants de FLE, qui faisaient leur stage professionnel à l'Université d'Antioquia en Colombie. À partir de ces observations, dans lesquelles nous avons constaté des problèmes au moment d'enseigner, nous avons décidé d'essayer de les résoudre en faisant appel à la linguistique textuelle. Ces problèmes étaient d'ordre de manque de connaissances au niveau linguistique, et se traduisaient dans le cours de français en une sorte d'insécurité linguistique.

À partir de ces premières observations, nous avons par la suite élargi le terrain de recherche à d'autres universités colombiennes formatrices des futurs enseignants de FLE. Dans ces universités, nous avons réalisé des entretiens et au travers des questionnaires informatisés mis en ligne, nous avons cherché des données nous permettant de mieux comprendre notre problématique et de mieux cibler les besoins, ainsi que les actions à mettre en œuvre. C'est grâce à ces besoins que nous avons pu commencer à travailler tout d'abord à partir d'une approche méthodologique et ensuite à partir des activités leur permettant non seulement une meilleure préparation à l'enseignement mais également à être performants au niveau du discours linguistique et didactique.

Grâce à l'analyse des questionnaires de recherche nous avons pu comprendre que le problème est dû au manque d'une connaissance plus approfondie des notions linguistiques. Ce manque de connaissance se traduit par une sorte d'insécurité linguistique, autrement

dit, étant donné qu'ils manquent de niveau de langue au moment d'enseigner, ils ont du mal à transmettre les connaissances à leurs apprenants.

Un projet fondé sur la linguistique textuelle

La linguistique textuelle est une approche théorique relativement récente. Certains auteurs (Charaudeau & Maingueneau 2002) indiquent son émergence dans les années 1960. Ce qui est sans doute intéressant concernant cette approche théorique est le fait qu'au lieu de prendre la phrase comme unité d'analyse et de travail, elle utilise une unité beaucoup plus large, le texte (Adam 1990 ; 2011a). Ceci permet de faire des analyses de la langue à partir d'analyses du texte.

Notions en linguistique textuelle

Parmi les notions qui font partie de la linguistique textuelle nous avons choisi trois et nous les avons divisées en d'autres sous-notions. L'idée est de faire découvrir aux étudiants en formation les différentes possibilités offertes par ce type d'approche linguistique.

Le choix des notions a été fait à partir de l'analyse des questionnaires de recherche et des réponses du public enquêté (enseignants-formateurs, étudiants en formation et enseignants de FLE).

Les trois grands axes de travail sont :

- **L'analyse de la structure d'un texte :** dont l'analyse des phrases principales et secondaires, l'analyse de la structure logique d'un texte, et l'analyse du type et des séquences textuelles (Adam 2011b).
- **L'analyse de la cohérence et cohésion textuelles :** dont l'analyse de la coréférence textuelle (anaphores et cataphores) et l'emploi des connecteurs et marqueurs logico-temporels et argumentatifs.
- **L'analyse de la progression thématique :** dont les notions de thème et rhème.

C'est à partir de ces trois axes que nous comptons améliorer la performance linguistique des futurs enseignants de FLE. En ayant choisi de travailler à partir de l'écrit, et dans celui-ci, dans l'analyse du discours écrit, nous tenons à améliorer aussi les aspects liés à la langue orale. Car, en partant de l'écrit et des structures logiques, les étudiants en formation apprendront également à mieux s'exprimer tout en employant les bons éléments que ce soit au niveau de la cohérence et de la cohésion du discours (par exemple emploi des anaphores ou de cataphores afin de ne pas se répéter, ou la bonne utilisation des connecteurs, etc.).

L'intérêt d'un dispositif informatique fondé sur la linguistique textuelle

En formation de formateurs, les outils informatiques de type ALAO conçus spécifiquement pour des étudiants en formation se font rares. Plus rares encore sont ceux

qui prennent en compte la formation, en même temps, des aspects linguistiques et didactiques de la langue cible.

Certains dispositifs de formation, comme le « Français en première ligne » (Develotte & Mangenot 2010), par exemple, sont plutôt axés dans des échanges multimédias (communication médiatisée par ordinateur). Mais des systèmes informatiques qui cherchent à former à partir de la textualité sont presque inexistantes (Mangenot 1998).

C'est pourquoi, nous proposons notre système que nous allons décrire par la suite.

Fonctionnalités et architecture

Nous avons conçu un environnement informatique qui est composé de deux interfaces (figure 1). Une première interface permet aux enseignants-formateurs de créer et de paramétrer des séquences pédagogiques selon leurs besoins pour la formation. Une fois créées, ces séquences sont envoyées aux étudiants en formation qui y auront accès à travers une autre interface qu'ils utiliseront et au travers de laquelle l'enseignant-formateur pourra faire un suivi du travail fait de leur part.

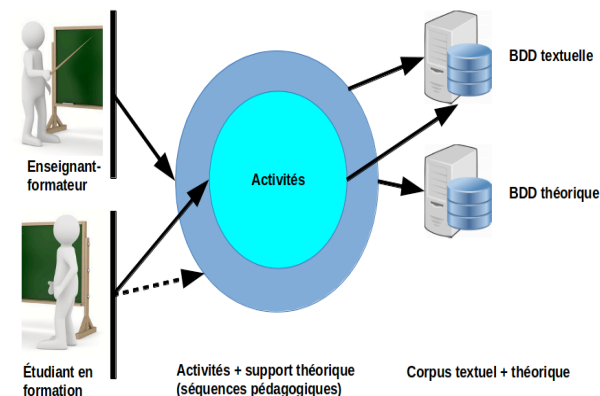


Figure 1. Architecture générale du système.

Pour ce faire, le système dispose de deux bases de données. La première est destinée au corpus textuel (BDD textuelle) et la deuxième contient le support et les schémas théoriques à être employés par les enseignants-formateurs, si besoin, pendant les séquences didactiques.

À partir de l'interface enseignant, les fonctionnalités permettent aux enseignants-formateurs de constituer des séquences de formation dites « à la carte ». Ce type de fonctionnalité permet à l'enseignant de préparer une activité pour un niveau déterminé, afin de travailler une notion en particulier et avec les textes qu'il considérera les plus adéquats (voir annexe A, modélisation des fonctionnalités du système informatique).

Corpus textuel

Type de textes

Nous avons constitué un petit corpus de textes de type journalistique et littéraire. De petite taille car il compte à peu près 4000 mots, il vise les niveaux B1, B2 et C1 du CECR. Nous avons choisi des textes authentiques de la presse et de romans, qui ont été utilisés dans des anciens examens du DELF et du DALF. Ils apparaissent sur le site du CIEP.

L'idée est d'enrichir par la suite ce corpus avec plus de textes de type journalistique et littéraire et d'y ajouter des textes de vulgarisation scientifique, des extraits d'articles en didactique et en linguistique.

Annotation des textes

Notre intérêt est de pouvoir exploiter de manière informatique les informations linguistiques portées par les textes. Pour ce faire nous faisons deux types d'annotations (voir figure 2). D'abord nous réalisons des annotations automatiques de type morphologique et syntaxique à l'aide de l'analyseur Cordial, version 20 (Synapse Développement 2013); une fois les annotations désambiguïsées nous procédons manuellement à une annotation fine des phénomènes liés à la linguistique textuelle. Le texte est structuré en format XML.

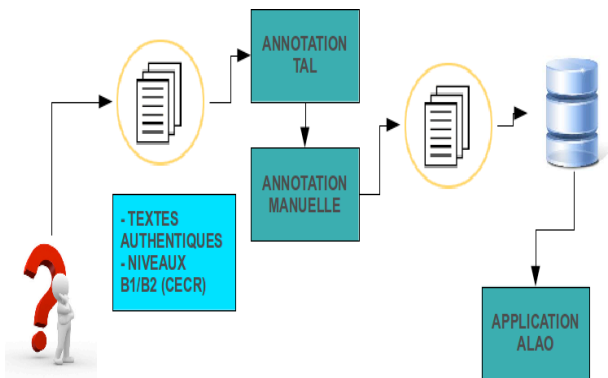


Figure 2. Schéma du traitement du corpus.

Dans la figure 3 nous pouvons apprécier une sortie de l'analyseur Cordial. Ces premières annotations nous les transformons dans un format XML.

La figure 4 montre un exemple d'étiquetage des éléments textuels, auxquels nous avons ajouté les informations linguistiques.

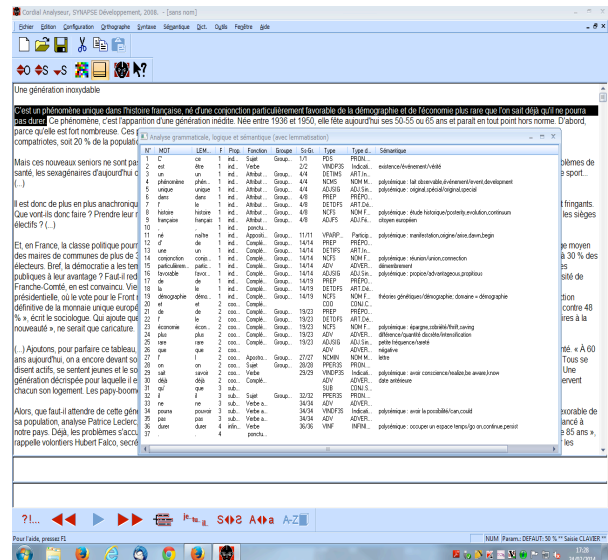


Figure 3. Exemple d'analyse du corpus à travers Cordial.

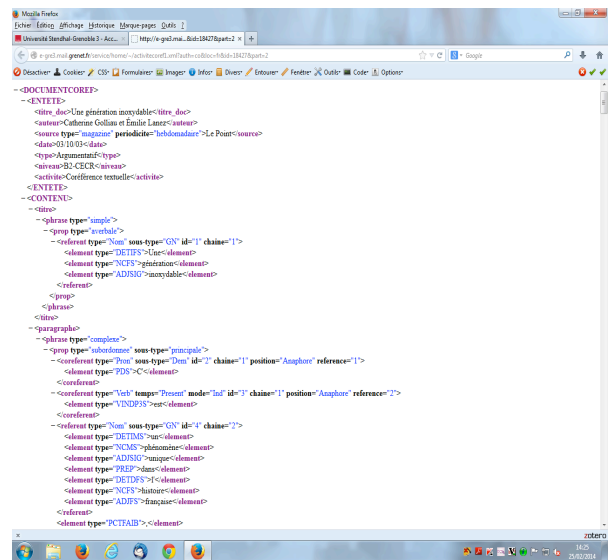


Figure 4. Exemple d'annotation en XML du corpus textuel.

Ce type d'annotation devra nous permettre la réalisation ultérieure d'activités.

Scénarisation des activités pédagogiques

C'est en ayant annoté des textes et en mettant en relief des caractéristiques propres à des phénomènes linguistiques que nous voulons faire apprendre aux étudiants que nous pourrions créer des activités propres à la linguistique textuelle. Notre système informatique est conçu avec deux propriétés principales : la première est de faire travailler des notions linguistiques ; la deuxième est de permettre la didactisation de ces notions.

Séquences didactiques

Nous avons décidé de constituer notre système à partir des séquences didactiques, constituées de quatre phases (figure 5).

Comme nous pouvons le voir dans le schéma ci-dessous (figure 5), les phases 1, 3 et 4 utilisent la BDD textuelle dans laquelle nous avons stocké tous les textes qui ont été annotés avec les notions à travailler, tandis que la phase 2 utilise le support théorique et les schémas d'enseignement seront stockés dans une deuxième BDD que nous avons nommée « théorique ».

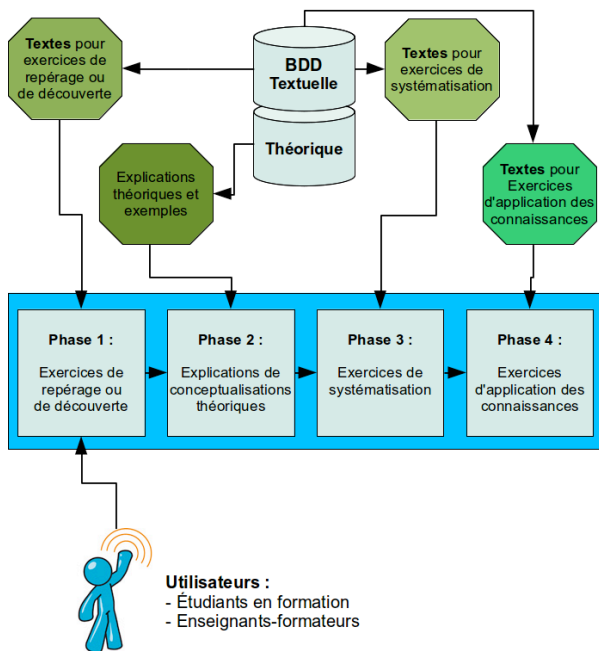


Figure 5. Schéma d'une séquence didactique.

Le rôle de chacune des quatre phases d'une séquence didactique est le suivant :

Exercices de repérage ou de découverte (phase 1) :

Cette phase permet aux étudiants de découvrir un phénomène d'ordre linguistique en partant des activités qui permettent la déduction de ces notions.

Explications de conceptualisations théoriques et didactiques (phase 2) :

Grâce à des explications théoriques d'ordre linguistique et des schémas explicatifs des notions liées à la linguistique textuelle, l'enseignant-formateur pourra les faire acquérir aux futurs enseignants de FLE. Une deuxième étape sera liée à des explications de type didactique de la manière dans laquelle ces notions pourraient être travaillées en cours de langue.

Exercices de systématisation (phase 3) :

Ce type d'exercices devrait permettre, aux étudiants en formation, de mieux saisir les notions travaillées pendant les séances en présentiel. Il s'agit des exercices (QCM, remplissage, déplacement d'éléments, etc.) permettant de mettre en œuvre d'une manière assez simple ces notions, pour mieux les apprendre et les comprendre.

Exercices d'application de connaissances (phase 4) :

Dans ce type d'activité, les étudiants vont pouvoir créer des textes par rapport à la notion travaillée. Ils devront, par la suite, concevoir une activité en didactisant le texte créé qui aura été corrigé auparavant par l'enseignant-formateur.

Description d'une séquence didactique

Nous passons maintenant à décrire le développement d'une séquence de formation à partir d'un exemple (tableau 1).

Notion : Cohérence et cohésion textuelle, analyse des connecteurs et marqueurs logico-temporels et argumentatifs.

Niveau : B2 du CECR

<p>Phase 1 : Activité de repérage (étape 1)</p> <p>Actions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les étudiants vont d'abord explorer le texte et repérer tous les éléments qui connectent des paragraphes, des phrases ou des propositions entre elles. - Ils vont glisser ces éléments dans une boîte qui contient tous les connecteurs et les marqueurs de tout type confondu. <p>Feed-back :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si les éléments appartiennent à la catégorie connecteurs et marqueurs logico-temporels et discursifs, ces éléments se mettent dans une couleur donnée, autrement ils restent dans la couleur initiale. - Les apprenants peuvent glisser des éléments entre le texte et la boîte jusqu'au moment où tous les éléments auront été validés. - Un compteur donne l'information de combien d'éléments manquent encore à être validés.
<p>Phase 1 : Activité de repérage (étape 2)</p> <p>Actions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une fois validée l'étape précédente, dans cette deuxième étape les étudiants vont classer tous les éléments trouvés. - Ils glissent tous les éléments repérés et les mettent dans des cases contenant le type de connecteur ou de marqueur. - Il s'agit tout d'abord de les classer en logiques, temporels, argumentatifs, et ensuite selon un type plus précis : spatiaux, énumératifs, reformulation, etc. <p>Feed-back :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il y a une validation au fur et à mesure de la réalisation de l'activité. Lorsque chacun des éléments est glissé dans chacune des cases ils prennent une couleur particulière selon la case correspondante. - Si l'élément ne correspond pas à la case il restera dans la couleur initiale. - Un nouveau compteur annoncera la quantité d'éléments manquants par case.
<p>Phase 2 : Explication théorique linguistique</p>

- Dans cette phase les étudiants en formation ont accès d'un côté à des explications d'ordre théorique, et de l'autre côté à des schémas explicatifs par rapport à la notion travaillée.
Phase 2 : Explication didactique
- Ici, les étudiants ont accès à des fiches pédagogiques avec des exemples, leur montrant la manière dans laquelle cette notion pourrait être didactisée.
Phase 3. Activité de systématisation (étape 1)
Actions : - Les étudiants doivent remplir des espaces avec les connecteurs ou marqueurs manquants. Que ce soit à partir d'exercices de type QCM, à menu déroulant ou à choix multiple, il s'agit de trouver l'élément qui convient selon le contexte.
Feed-back : - Lorsque tous les éléments auront été choisis les étudiants cliquent sur <i>envoyer</i> et un feed-back montrant les éléments qui ne sont pas corrects s'affiche automatiquement. - Les étudiants peuvent corriger plusieurs fois jusqu'à ce que tous les éléments soient complètement validés.
Phase 3. Activité de systématisation (étape 2)
Actions : - Une fois tous les éléments de l'étape précédente validés, les étudiants procèdent à les classer, grâce à des étiquettes qu'ils pourront choisir à partir des menus déroulants, choix multiples, etc.
Feed-back : - Comme dans l'étape précédente, il y a une validation à la fin de l'activité et la possibilité de corriger plusieurs fois.
Phase 4. Activité d'application de connaissances (étape 1)
Actions : - À partir d'une consigne donnée par l'enseignant, les étudiants vont écrire un texte dans lequel ils vont employer toutes les connaissances acquises. Dans ce cas précis, ils utilisent les connecteurs et marqueurs logico-temporels et discursifs. - Ils envoient le texte à travers leur interface informatique.
Feed-back : - L'enseignant-formateur est la personne chargée de corriger le texte et de l'envoyer aux étudiants en utilisant pour cela l'interface étudiant.
Phase 4. Activité d'application de connaissances (étape 2)
Actions : - Dans cette dernière étape, les étudiants en formation vont construire une séquence didactique en utilisant le texte qu'ils ont créé dans l'étape précédente. - Ils l'envoient par la suite au formateur en utilisant le

même mécanisme qu'ils ont employé pour la première étape de la phase 4.

Feed-back :

- Une fois l'activité corrigée, l'enseignant enverra l'évaluation aux étudiants à travers leur interface.

Tableau 1. Exemple de séquence didactique.

Conclusion et perspectives

Nous sommes actuellement en cours de finition du processus de conception informatique de notre environnement d'aide à la formation. Il nous reste la mise en œuvre informatique et l'évaluation avant de le présenter dans les universités colombiennes concernées.

Nous sommes persuadés que cet outil informatique d'aide à la formation peut s'avérer innovant pour la formation des futurs enseignants de FLE en Colombie. Il essaie de « tirer profit » de plusieurs champs disciplinaires (didactique de langues, linguistique textuelle, ingénierie pédagogique, TAL, ALAO, EIAH), et mettre leurs résultats au service des enseignants et futurs enseignants de FLE.

Remerciements

Nous remercions ici notre directeur de thèse M. Georges ANTONIADIS et les membres du laboratoire LIDILEM de l'Université Stendhal Grenoble 3. Un très grand merci également aux universités colombiennes ayant participé au projet.

Références

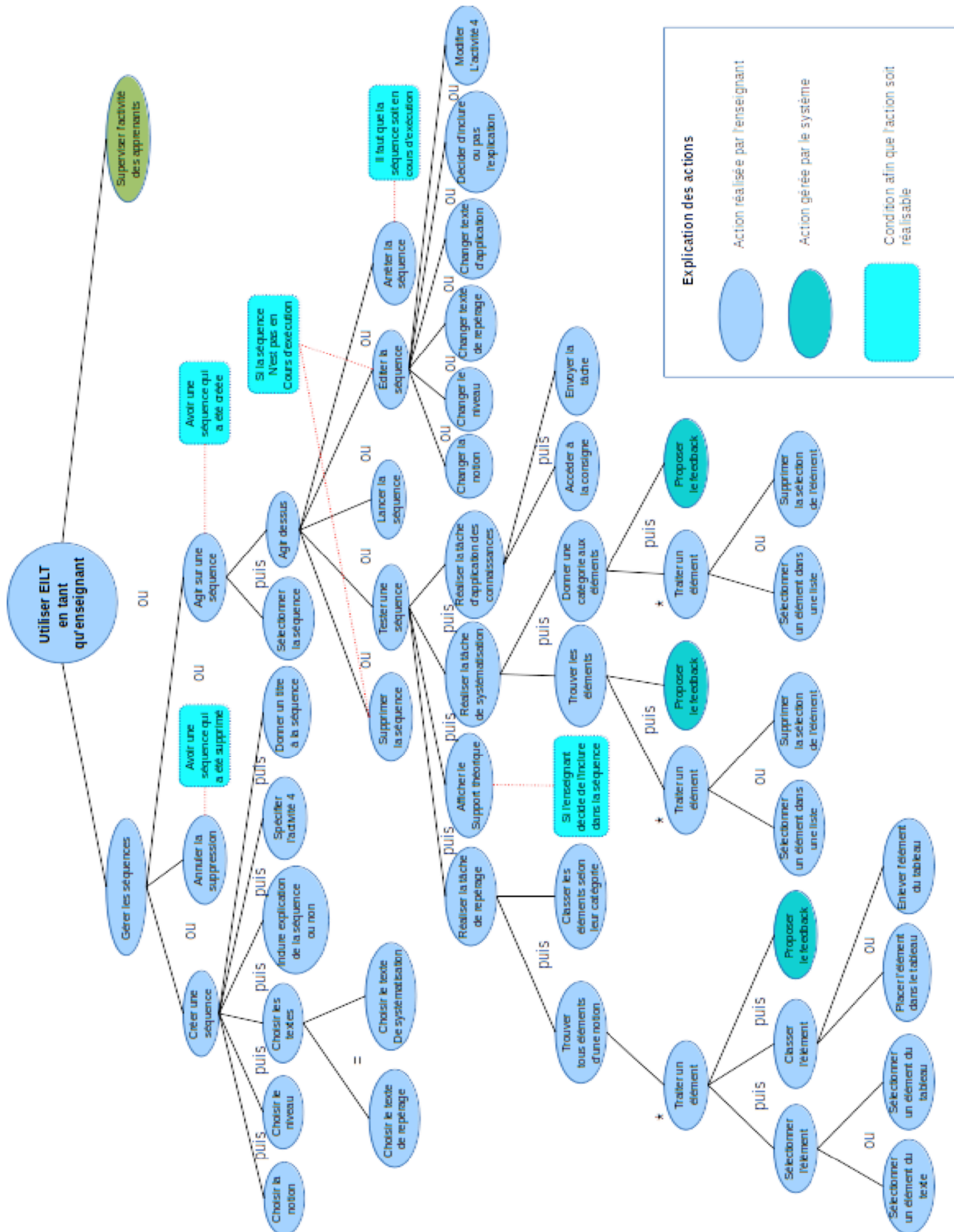
- Adam, J.-M. 1990. *Éléments de linguistique textuelle : Théorie et pratique de l'analyse textuelle*. Pierre Mardaga : Liège.
- Adam, J.-M. 2011a. *La linguistique textuelle*. Collection Linguistique Cursus, troisième édition. Armand Colin : Paris.
- Adam, J.-M. 2011b. *Les textes types et prototypes*. Collection Linguistique Cursus, troisième édition. Armand Colin : Paris.
- Antoniadis, G. 2010. « De l'apport pertinent du TAL pour les systèmes d'ALAO. L'exemple du projet MIRTO ». In *actes du 2e Congrès Mondial de Linguistique Française (CMLF-2010)*. 12-15 juillet 2010, La Nouvelle Orléans, USA.
- Chaudiron, S. 2007. « Technologies linguistiques et modes de représentation de l'information textuelle ». *Documentaliste-Sciences de l'information*, 2007/1 Vol. 44 pp 30-39.
- Charaudeau, P. & Maingueneau, D. 2002. *Dictionnaire d'analyse du discours*. Éditions du Seuil : Paris.

Develotte, C. & Mangenot, F. 2010. Former aux tutorats synchrone et asynchrone en langues. Distances et savoirs vol. 8 - n°3/2010, p. 345-359.

Mangenot, F. 1998. « Outils textuels pour l'apprentissage de l'écriture en L1 et en L2 ». Publié dans Pratiques discursives et acquisition des langues étrangères (Université de Franche-Comté, 1998), actes du 10e colloque international FOCAL, Besançon, 19-21 septembre 1996.

Molina, J. M. & Antoniadis, G. 2014. « Toward the Constitution of a Hybrid Learning Environment for the FFL Teacher's Training in Colombian Universities Based on Text Linguistics ». In QUIROZ, Gabriel & PATIÑO, Pedro (Éditeurs) : LSP in Colombia: Advances and Challenges. Chapitre 15, Volume 175, pp 233-249. Collection Linguistic Insights. Éditions Peter Lang : Bern, Berlin, Bruxelles, Frankfurt am Main, New York, Oxford, Wien.

Annexe A : Modélisation système.



Plateforme pour l'apprentissage de langue assisté par ordinateur

Abdelkarim Mars

4^{ème} année de doctorat

Laboratoire LIDILEM, 1180 avenue centrale, BP25, 38040 Grenoble

abdelkarim.mars@gmail.com

Résumé

Cet article décrit le développement d'une plateforme pour l'apprentissage des langues assisté par ordinateur, principalement la langue française. Ce document présente également notre plateforme dédiée aux enseignants des langues en leur permettant de créer automatiquement des activités dans leur propre zone d'intérêt pédagogique à destination des apprenants. Ces activités peuvent être exportées et utilisées en local.

1 Problématique

Nous présentons dans cet article la problématique d'intégration des outils de traitement automatique de la langue (TAL) aux environnements d'EIAH (Environnement informatique pour l'apprentissage Humain) dans le cadre de la formation à distance.

Les enseignants des langues s'intéressent de plus en plus à mettre en œuvre et utiliser des systèmes d'ALAO dans leur processus d'enseignement (ROBBES 2009). La mise en œuvre de ces systèmes demande le plus souvent l'utilisation d'outils issus des TICE. Bon nombre de ces outils a pour but de faciliter la mise en place des plateformes dédiées à l'enseignement à distance (KALEIDOSCOPE 2005) (LEBRUN 2007). Néanmoins, la mise en place de ces plateformes, demande du temps et des connaissances de manipulation des EIAH (GARROT 2005), ce qui rebute souvent les pédagogues. D'autre part, la plupart de ces systèmes n'ont qu'une « vue » informatique de la langue, ce qui empêche de tenir compte de ces propriétés morphosyntaxiques et sémantiques.

Les recherches avancées dans le thème d'EIAH basé sur le TAL restent faibles, en raison de deux facteurs principaux: l'absence des spécialistes dans l'éducation de langue et expert dans le domaine du TAL, et le coût des ressources et des outils de traitement du langage naturel (analyseur morphologique, analyseur syntaxique, dictionnaire électronique, outils d'indexation pédagogique des textes ...). Pour cela, il n'y a seulement qu'un nombre limité de prototypes et de systèmes expérimentaux pour la langue Française.

Avec les progrès techniques, il est possible maintenant d'incorporer aux systèmes de nombreuses ressources linguistiques ainsi que des outils issus du traitement automatique de la langue (TAL) tels que des analyseurs morphologiques ou syntaxiques, des logiciels de traitement de corpus, etc. Il est donc nécessaire de s'interroger sur l'influence et l'apport de ces ressources et de ces outils issus du TAL dans le cadre d'activités pédagogiques.

2 Apport du TAL dans l'ALAO

L'utilisation du TAL pour la conception de systèmes d'ALAO n'est pas une idée nouvelle ; des systèmes comme (SEJOURNE] et al 2004), Drew (Selva et Chanier 2000), Synergo (Avouris 2005), la plateforme EXILLS (BRUN et al 2002) ou la plateforme MIRTO (Antoniadis 2010) font appel aux outils TAL et utilisent des produits qui en sont issus. Il existe d'autres logiciels d'ALAO sur Internet (Cours constructeur, Hot Potatoes ou Netquizz). Ces activités posent plusieurs problèmes comme la rigidité de logiciels (Une fois l'activité est créée, les données utilisées sont prédéterminées et ne peuvent pas être modifiées ou améliorées) et les cours ne sont pas adaptés aux compétences linguistiques des apprenants. Le seul avantage de ces exercices par rapport à ceux écrit sur support papier est l'interactivité avec l'ordinateur.

Nous proposons l'utilisation du TAL pour la conception de logiciels d'ALAO comme solution pour résoudre ces problèmes. Après une analyse d'une sélection de didacticiels de langue ainsi que des plateformes d'ALAO, nous avons remarqué plusieurs limitations des systèmes existants d'apprentissage : limite du nombre des exercices proposés, nombre de compétences abordées très limité, systèmes d'ALAO n'accordant pas beaucoup d'importance au savoir-faire et aux stratégies d'apprentissage (DUCHIRON 2005) ainsi que les textes prédéfinis très limités en nombre et en complexité.

3 Architecture de la plateforme

3.1 Description et fonctionnalités

Notre plateforme a été développée pour permettre aux utilisateurs de gérer et d'exploiter des ressources

textuelles à partir d'une interface unique avec des outils à la fois puissants et faciles à utiliser pour automatiser le travail nécessaire. La plateforme a été développée en mode PHP sous la forme d'un site web; ce mode permet d'éviter les contraintes techniques et permet aux utilisateurs de bénéficier automatiquement de mises à jour. En général, seul un mot de passe et login sont nécessaires pour accéder à notre plateforme à tout moment (authentification). Cette technologie (PHP) ne nécessite aucune configuration particulière et exclut les coûts d'installation, d'exploitation ou de maintenance engendrés par les solutions logicielles plus lourdes. Tout au long du développement de cette plateforme, nous avons essayé de rendre le côté technique transparent à l'utilisateur (enseignant) qui ne devrait se concentrer que sur l'aspect éducatif.

La plateforme permet d'offrir aux enseignants des langues la possibilité de concevoir facilement des activités pédagogiques, en bénéficiant pleinement des possibilités des outils TAL (analyseur morphologique, tokenizer ...), grâce à une interface orientée utilisateur. Il n'est donc pas nécessaire de recourir à une chaîne de traitement complexe, ni de faire appel à des spécialistes d'informatique ou de TAL. Ceci garantit une cohérence et une pertinence accrues entre les traitements linguistiques et les exploitations pédagogiques qui en sont faites. Les outils TAL exploités par notre plateforme restent « invisibles » pour l'enseignant, ce qui apporte à notre plateforme une « transparence technique », permettant ainsi une appropriation aisée par les non-spécialistes.

Notre plateforme permet de créer plusieurs types d'activités (exercices à trous, traduction, conjugaison...). Ces activités sont créées à partir d'un texte qui existe déjà dans nos bases de données, ou à partir d'un texte apporté par l'enseignant. Dans ce dernier cas, le texte est analysé morphologiquement. La structuration et l'exploitation des traces d'utilisation des activités créées font partie de l'architecture de notre plateforme. Elles permettent la génération automatique de feedbacks pédagogiques pertinents, en fonction des résultats et du profil des apprenants. Les traces sont structurées sous forme de fichiers XML par profil.

3.2 Structure interne

La mise en œuvre de cette plateforme nécessite l'utilisation des outils issus du TAL et le développement des modules complexes.

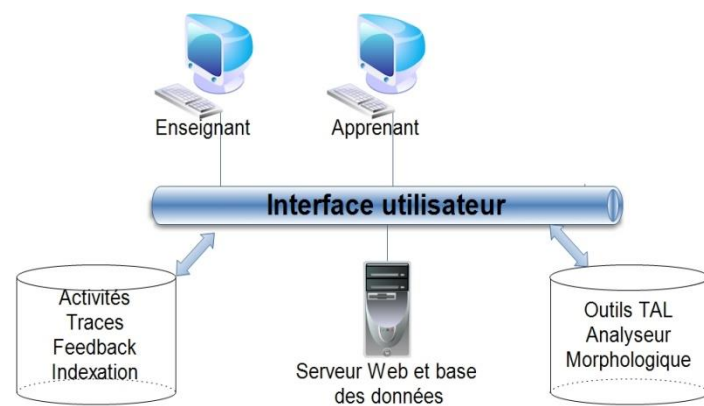


Figure 1 Architecture interne de la plateforme

3.2.1 Analyseur Morphologique

Dans le cadre de notre recherche, qui consiste à développer une plateforme d'aide à la création des ressources pédagogiques pour la langue française, nous avons besoin d'un analyseur morphologique fiable. Après des longues recherches et tests nous avons choisi l'analyseur Tree-Tagger¹. C'est un outil d'étiquetage morphosyntaxique et lemmatisation basé sur le modèle de Markov caché et l'arbre de décision. Cet outil est open source et multiplateformes (Windows, Linux, Mac). Cet analyseur a de bons résultats d'analyse morphologique qui arrivent jusqu'à 98 % pour le français.

3.2.2 Génération des activités

Une activité est la mise en œuvre d'un objectif précis pédagogique minimale (par exemple, faire un travail sur une notion grammaticale, la révision des conjugaisons, la rédaction d'un paragraphe, etc.). Les activités sont conçues par des enseignants de langues à travers une interface spécifique : l'éditeur d'activités. Il permet de manipuler et formater des objets pédagogiques tels que les textes (ou corpus de textes), des scripts et des instructions. Afin d'illustrer les étapes de la conception des activités, donnons l'exemple d'un enseignant qui veut créer une activité pour la révision, en utilisant des exercices lacunaires. Le travail de conception est alors décomposé en cinq étapes. La première consiste à sélectionner un script dans la boîte à outils, ce qui lui permet de générer un comblement des lacunes de l'exercice. La seconde est la définition d'un contexte didactique pour l'application du script (suite de fonctions liées par un objectif pédagogique). Cette opération de réglage de script permet à l'enseignant de choisir les éléments d'une base de texte et de déterminer les éléments (les critères sur la forme, la catégorie et / ou morphosyntaxiques). Ces deux premières étapes génèrent les exercices lacunaires désirés, qui seront intégrés dans l'activité. Avant la production de l'activité, trois étapes demeurent : l'écriture des instructions, préciser l'aide qui sera

¹ <http://www.cis.uni-muenchen.de/~schmid/tools/TreeTagger/>

donnée à l'apprenant et, enfin, préciser les critères d'évaluation.

Activité N°2

Consigne: Conjuguez les verbes indiqués.

Un habitant de Saint-Gély-du-Fesc (Hérault), qui coller des faux codes-barres sur des marchandises dont il fixer ainsi lui-même le prix, avoir être interpellé au cours du week-end dans une grande surface. Ce jeune homme de 22 ans avoir dénicher sur un site internet, le moyen de fabriquer des étiquettes présenter le prix souhaiter . Il ne lui rester alors plus qu'à remplacer dans les magasins, les codes-barres originaux par ses contrefaçons. Samedi dernier, il avoir être surprendre par une vendeuse d'un centre commercial Carrefour à Saint-Clément-de-Rivière (Hérault), alors qu'il apposer les étiquettes de sa fabrication sur des emballages. Il lenter de faire passer à la caisse des moteurs de portail, valoir 2.000 euros pièce, pour la modeste somme de 160 euros. Selon les gendarmes, l'ingénieur escroc avoir déjà sévir dans plusieurs grandes surfaces de la région, revendre sur internet les marchandises acheter à vil prix.

Figure 2 Exemple d'une activité créée (texte à trous)

3.2.3 Trace

Lors de la mise en œuvre d'une activité par les apprenants, la plateforme collecte un ensemble de traces de son travail. Ces traces sont collectées à l'aide d'un outil de traçage intégré à notre plateforme. Cet outil permet d'obtenir des traces formalisées et donc exploitables par nos outils de feedback. Nous collectons les traces qui concernent les informations personnelles de l'apprenant, ainsi que toutes les informations qui concernent les activités travaillées, réponses de l'apprenant, durée de réponse...

Les traces collectées par l'outil de traçage sont sauvegardées dans la base de données de la plateforme (figure3).

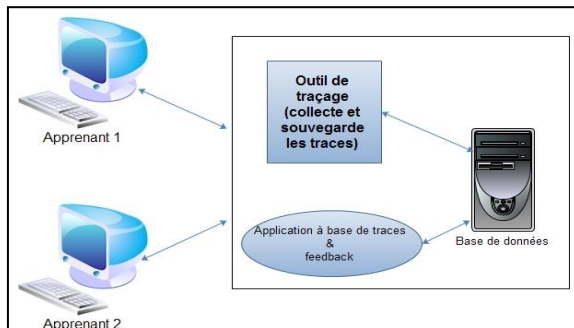


Figure 3 Collecte et sauvegarde de traces

3.2.4 Feedback

Ce module permet l'analyse des réponses des apprenants et apporte un feedback adéquat (évaluation automatisée). Le but de ce module est de corriger les erreurs commises par un apprenant en situation d'apprentissage (Antoniadis 2010). Dès qu'une activité est générée, elle est visible sur le profil de l'enseignant et les apprenants peuvent y avoir accès. Notre plateforme propose une évaluation automatique du travail de l'apprenant.

Les productions des apprenants, dans le cadre d'une activité, peuvent avoir des formes très diverses comme des mots, des phrases ou même des textes. L'évaluation des phrases et des textes est un problème difficile : les techniques de TAL ne peuvent pas vraiment donner des informations fiables sur les caractéristiques qui

nécessitent une interprétation humaine (signification, style, etc.) même pour la simple tâche de détection d'erreurs, les modèles existants sont silencieux et bruyants à la fois : quelques erreurs ne sont pas détectées et des expressions correctes sont parfois signalées comme des erreurs. À l'opposé, l'évaluation d'un questionnaire à choix multiple est un problème trivial qui n'a pas besoin d'une mise en œuvre coûteuse d'outils TAL. Nous étudions actuellement un protocole de trois niveaux pour l'évaluation de la réponse donnée par rapport à la réponse attendue correcte. Si la réponse donnée est différente, les erreurs sont considérées comme : 1 - faute d'orthographe : si la chaîne entrée n'existe pas dans un dictionnaire de formes fléchies, on peut supposer qu'elle porte une faute d'orthographe. Si la chaîne est très proche de la réponse correcte, un message peut être affiché, avertissant sur l'erreur d'orthographe. Sinon, une liste de mots ressemblant existants peut être proposée à l'apprenant, lui demandant de faire un choix. 2 - niveau morphosyntaxique : à ce stade, la réponse est intégrée dans le contexte linguistique de l'activité (par exemple, la phrase où l'écart a été fait, dans un exercice lacunaire), afin de calculer une analyse morphosyntaxique avec l'étiquetage et la lemmatisation. Si le lemme est le même que le lemme de la bonne réponse, un avertissement peut être affiché sur la différence dans les caractéristiques morphosyntaxiques. 3 - au niveau sémantique : dans le cas d'un lemme différent, un wordnet sémantique est recherché afin de vérifier si un lien étroit sémantique (synonymie, hyperonymie, hyponymie, méronymie, antonymie) peut être trouvé entre la réponse donnée et celle attendue. Puis, un avertissement peut être affiché comme « être plus précis », « pas exactement », etc.

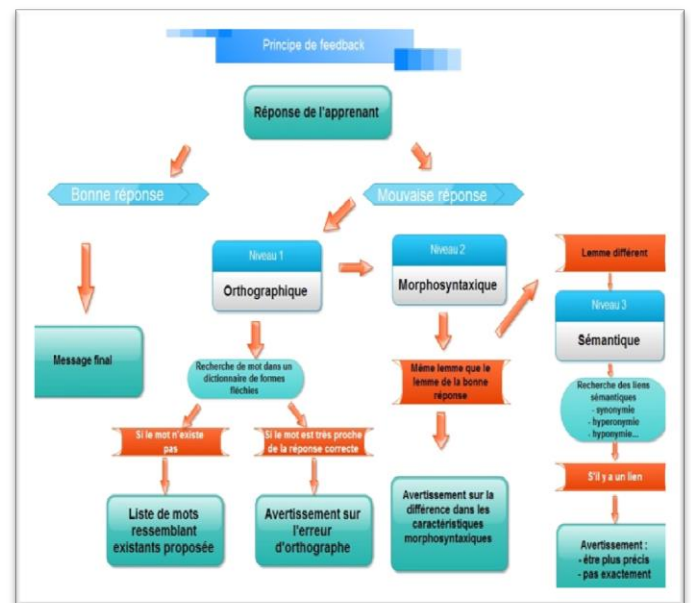


Figure 4 Les trois niveaux de Feedback

Un tel script peut être utile pour l'évaluation des activités diverses : combler les lacunes, les questions lexicales, etc. Selon le contexte spécifique et l'objectif d'une activité donnée, le feed-back à l'apprenant peut être très différent. Par exemple, si un exercice lacunaire est conçu pour tester la capacité à conjuguer des verbes en un temps donné, le fait que le lemme de réponse de l'apprenant soit différent n'est pas très important, à condition que la flexion verbale soit correcte. Par conséquent, dans la conception d'un tel scénario d'évaluation, il est important de séparer la comparaison et le feed-back. Nous avons mis en œuvre deux scripts :

- Le script de comparaison qui prend en entrée le contexte linguistique, la réponse attendue, la réponse donnée et renvoie un code de différence tel que : 0 : pas de différence 1.1 : erreur d'orthographe sur la réponse attendue 1.2 : erreur d'orthographe sur une autre réponse (avec une liste de mots proches) 2.1 : lemme incorrect.

- Le script de feed-back qui prend en entrée le code de la différence et renvoie un message, tel que : « oui, mais l'orthographe est mauvaise », « être plus précis », etc. Même si l'on peut proposer des messages standards pour chaque code de la différence, l'enseignant doit évidemment être en mesure de modifier un ensemble de messages pour les adaptés au contexte didactique d'une activité donnée.

3.2.5 Indexation pédagogique

Le but de ce module est de mettre en place une base de textes indexée pédagogiquement pour l'enseignement des langues. On procède à une classification automatique des textes en se basant sur les informations textuelles et le contenu linguistique de chaque texte traité. Cette base de textes indexés permettrait, grâce à son interface, (LOISEAU 2009) (LOISEAU 2005) aux enseignants de faire des requêtes basées sur des critères compatibles avec l'enseignement des langues.

4 Etat de la plateforme et perspectives

Une partie de notre plateforme (génération d'activités) est actuellement en expérimentation par des enseignants de FLE (université de Tirana, Sofia et Bucarest) dans le cadre d'un projet de l'AUF (Agence Universitaire de Francophonie). Ces expérimentations devraient permettre une évaluation réelle et complète de notre plateforme et apporter les modifications nécessaires.

La réalisation de ces modules a permis l'intégration de divers logiciels TAL (et non TAL). D'autres logiciels, principalement TAL, devraient être intégrés. Le choix du nombre et de la nature des logiciels intégrés ne peut être fait que grâce à un processus d'échange impliquant aussi bien des enseignants et des didacticiens des langues que des experts du TAL. Nous considérons que les logiciels qui sont déjà intégrés

permettent la création de suffisamment de scripts pour une utilisation expérimentale.

5 Conclusion

La réalisation de ces modules a permis l'intégration de divers logiciels TAL (et non TAL). D'autres logiciels, principalement TAL, devraient être intégrés. La création de ressources pédagogiques est à la fois le but de l'environnement et en assurent la cohérence. Les activités ainsi générées sont renouvelables. Malgré l'importance des outils et techniques employés dans le système d'ALAO, le TAL ne s'adapte pas de façon immédiate à l'apprentissage / enseignement des langues et de la linguistique. La première difficulté est tout d'abord liée aux performances imparfaites des outils de TAL qui doivent de ce fait être utilisés avec circonspection dans les applications pédagogiques, une solution consiste alors à se diriger vers une génération semi-automatique dans un cadre défini.

Le marché est prometteur pour les étudiants qui sont à la recherche d'un moyen intelligent pour apprendre la langue arabe. Le système proposé devrait être assez intelligent pour expliquer les différentes questions et donner le feedback adéquat à l'apprenant en cas d'erreur qu'il a fait. D'autre part, la plateforme doit être enrichie pour permettre la création d'activités pour l'apprentissage de la langue arabe.

Références

- ANTONIADIS, G. (2010). "De l'apport pertinent du TAL pour les systèmes d'ALAO : l'exemple du projet MIRTO." *2ème Congrès Mondial de Linguistique Française*: 150.
- Avouris N., Komis V., Margaritis G. F. M., Voyiatzaki E., « Logging of fingertip actions is not enough for analysis of learning activities », *Workshop AIED'05*, Amsterdam. 1-8, 2005.
- BRUN, C., PARMENTIER, T., SANDOR, A., SEGOND, F. (2002). "Les outils de TAL au service de la formation en langues". *Multilinguisme et traitement de l'information*, (dir. Segond F.). Paris : Hermès. pp. 223-250.
- DUCHIRON E (2005) « Atouts, limites et exploitations potentielles du choix fourni dans les logiciels de langue » *Revue Alsic Vol. 8, n° 3: spécial Untele*
- GARROT, E. 2008. Etude du tutorat in Plate-forme support à l'Interconnexion de Communautés de Pratique (ICP). Application au tutorat avec TE-Cap, Chapitre 1. *Thèse de Doctorat en informatique*, INSA Lyon.
- KALEIDOSCOPE (2005). Network of Excellence Kaleidoscope, <http://www.noe-kaleidoscope.org/>
- LEBRUN, M. (2007). Théories et méthodes

- pédagogiques pour enseigner et apprendre : Quelle place pour les TIC dans l'éducation? 2ème édition revue, De Boeck, Bruxelles
- LOISEAU M. "Élaboration d'un modèle pour une base de textes indexée pédagogiquement pour l'enseignement des langues", *Ph. D. thesis*: Stendhal University, Grenoble 3: 2009
- LOISEAU M., ANTONIADIS G., Ponton C. "Pedagogical text indexation and exploitation for language teaching". *3rd International Conference on Multimedia and ICTs in Education*. juin 2005, Cáceres, Extremadura (Espagne).
- ROBBES, B. 2009. La pédagogie différenciée : historique, problématique, cadre conceptuel et méthodologie de mise en oeuvre, janvier 2009. http://www.meirieu.com/ECHANGES/bruno_robbe_pedagogie_differenciee.pdf, p. 1-34
- SEJOURNE A., BAKER M., LUND K., MOLINARI G., « Schématisation argumentative et co-élaboration de connaissances : le cas des interactions médiatisées par ordinateur », In E.A. Théodile Lille 3 (Ed.), *Actes du colloque international "Faut-il parler pour apprendre ?"* (Arras), 2004.
- SELVA, T. & CHANIER, T. (2000). "Génération automatique d'activités lexicales dans le système ALEXIA". *Sciences et Techniques Éducatives (STE)*, vol. 7, 2. pp. 385-412. <http://archiveedutice.ccsd.cnrs.fr/edutice-00000282>

Vers une architecture de récit interactif pour les EIAH multi-utilisateurs

Azziz ANGHOUR

1^{ère} année de doctorat

LIASD-UMR4383, Université Paris8-IUT de Montreuil

a.anghour@iut.univ-paris8.fr

Résumé

Dans cet article nous introduisons le concept de récit interactif, sa définition et ses différents champs d'application notamment les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH). Nous nous penchons ensuite plus particulièrement sur le cas des récits interactifs s'adressant à plusieurs utilisateurs simultanés, et aux problématiques nouvelles que ces récits soulèvent. Nous présentons un état de l'art sur les différentes catégories de systèmes de récits interactifs et notamment les avancées scientifiques et les verrous de ces systèmes dans le contexte multi-utilisateurs. La troisième section présente notre proposition et les objectifs que nous visons dans les travaux en cours pour résoudre les cités précédemment. Finalement, nous présentons le projet *Learning Café*, une plateforme d'enseignement en ligne qui sera notre contexte d'application/expérimentation.

Introduction

Le récit interactif est un champ visant au contrôle ou à la génération de récit en fonction des actions et choix d'un utilisateur. Un récit est une suite ordonnée d'événements impliquant un ou plusieurs personnages dans un ou plusieurs lieux, une même histoire (ensemble fini d'entités, d'événements/actions et de contraintes) pouvant donner lieu à plusieurs récits différents. L'interactivité permet à l'audience d'agir sur le déroulement du récit en effectuant divers choix au cours de celui-ci.

Le récit interactif est un domaine de plus en plus exploré, et qui ouvre des applications dans divers domaines tels que le divertissement, le management, la médecine (thérapies psychologiques) ou encore les EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain). Ces derniers constituent un champ scientifique correspondant aux travaux focalisés sur les environnements informatiques dont la finalité explicite est de susciter et d'accompagner l'apprentissage humain. Ils comprennent les questions scientifiques et technologiques soulevées par la conception, la réalisation et l'évaluation de ces environnements, ainsi que la compréhension de leurs impacts sur la connaissance, la personne et la société [Tchounikine, 2002].

Dans le domaine des EIAH, un système de récit interactif permet de construire et scénariser des séquences d'apprentissage à partir d'un ensemble de contenus pédagogiques, en sélectionnant les éléments les plus pertinents par rapport au profil de l'apprenant, en employant des évaluations pour vérifier l'assimilation des contenus et en alternant les types de contenus afin de varier l'expérience d'apprentissage et d'éviter la monotonie.

Il existe de nombreux travaux autour des problématiques liées au récit interactif. Ces travaux ont mené au développement de plusieurs applications fonctionnelles et implémentables telles que le contrôle d'exécution récit de MIMESIS [Young, 2004], la mise en scène élaborée de Façade [Mateas, 2002], l'architecture de drame interactif de l'université du Michigan [Magerko, 2003], les travaux de l'Université de l'Intelligent Virtual Environnements sur les réseaux de tâches hiérarchisés [Cavazza, 2002] comme sur l'intégration des emotional feedback de l'utilisateur [Charles, 2007], mais aussi la théorie de la narration émergente [Aylett, 1999] ou le projet ID Tension [Szilas, 2003].

Cependant, si la question du récit interactif pour utilisateur solo est abondamment traitée dans la littérature, celle du contexte multi-utilisateur n'est pas encore arrivée à maturité. Or l'évolution des différents médias montre que les usages sont de plus en plus tournés vers des contextes multi-utilisateurs : plate-forme d'apprentissage en ligne, MMO (Massively Multiplayer Online), séries à large audience avec intégration des choix collectifs du public, productions

transmedia [Jenkins, 2007]. La mise en place des solutions de récit interactif actuelles au contexte multi-utilisateur ne se fait pas de façon évidente.

Dans cet article, nous présentons l'état de l'art des travaux traitant de la problématique du récit interactif en général. Ensuite, nous traiterons des enjeux que pose le récit interactif dans un contexte à utilisateurs multiples. Nous passerons en revue les différentes façons qu'il peut y avoir d'approcher la question et les problèmes qu'ils soulèvent. Nous formulerons ensuite un ensemble de propositions qui sont le point de départ de travaux en cours.

État de l'art

Le défi majeur de la communauté scientifique en récit interactif était de trouver des réponses pour éviter l'affrontement entre le récit (pré-scénarisation) et la liberté d'interaction offerte à l'utilisateur [Juul, 1998]. C'est-à-dire, comment proposer un tel système dans lequel l'auteur du scénario et le public partagent la responsabilité de la construction du récit. Ainsi, l'auteur n'est plus seul à décider du déroulement des événements, le public doit avoir une certaine liberté et

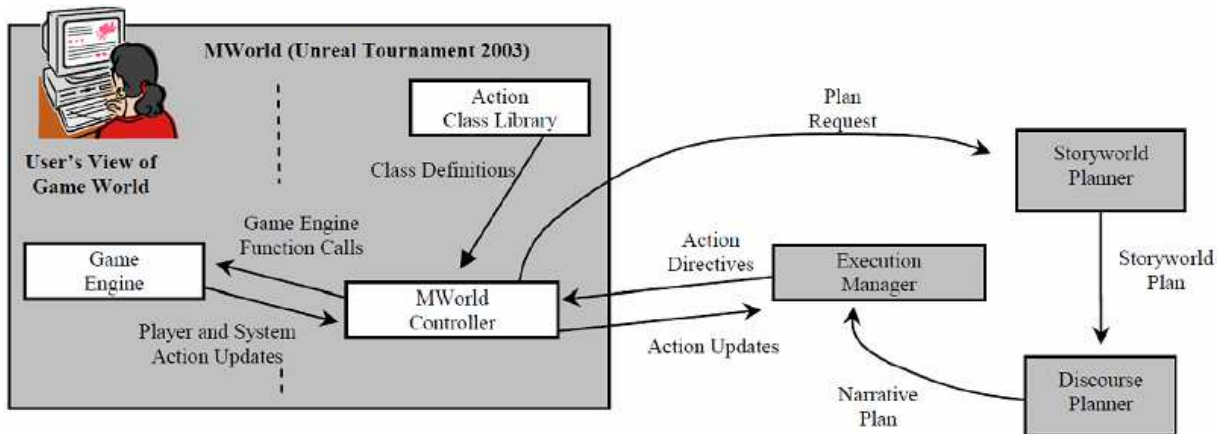


Figure 1 : Architecture du système MIMESIS [Young, 2004]

une influence sur la construction du récit final. Ce dernier doit vérifier des propriétés de qualité telles que le respect des structures définies par l'auteur, le respect des bornes de qualités définies par l'auteur, l'offre d'espace d'actions le plus vaste possible au public, l'intérêt du récit perçu par le public [Rempulski, 2013].

Les travaux proposés par les groupes de recherche de la communauté suivent des pistes différentes selon les orientations et objectifs privilégiés par chaque groupe et/ou projet. Rempulski dans [Rempulski, 2013] a séparé les approches existantes en trois ensembles : les approches scénaristiques, les approches agents et les approches hybrides.

• les approches scénaristiques

Les approches dites « scénaristiques » sont fondées sur une définition complète du scénario et ont pour objectif d'assurer la cohésion de celui-ci à l'exécution, quels que soient les choix de l'utilisateur. Si ces approches favorisent l'exécution en garantissant la qualité du récit produit, elles restent limitées par leurs volontés de contraindre le public à suivre le déroulement prévu du récit en limitant ses actions et/ou l'influence de ces dernières sur le déroulement du scénario. De plus, elles augmentent la complexité de la phase de conception. Il faut, dès cette phase, prévoir l'ensemble des possibilités à chaque état du récit et en tirer les conséquences sur ses prochains états possibles.

Un exemple type de ses approches est le système baptisé *MIMESIS* [Young, 2004] développé par Le Liquid Narrative Group du North Carolina State University. Il s'agit d'une architecture (cf. Figure 1) pour la construction d'univers interactifs en intégrant des composants intelligents ayant des objectifs spéciaux.

Le système *MIMESIS* comprend, entre autres, les principaux composants suivants :

- Le planificateur d'histoire : chargé de déterminer le plan d'histoire (i.e. des séquences d'actions cohérentes qui permettent d'atteindre un ensemble spécifique de buts) à suivre. Pour une demande de plan, le système utilise trois éléments qui sont les aspects pertinents de la situation actuelle, une bibliothèque d'actions prédéfinie et un ensemble d'objectifs qui doivent être remplis après l'exécution de ce plan.

- Le planificateur de discours : transforme le plan d'histoire en série de consignes de réalisation et l'envoi par la suite au gestionnaire de l'exécution, composant chargé de conduire l'action de l'histoire.
- Le gestionnaire de l'exécution : supervise la réalisation des consignes. Il construit un diagramme acyclique représentant les dépendances temporelles entre l'exécution de chacune des actions au sein du plan. Ensuite, il répète de manière itérative le cycle : sélectionner dans le graphe les actions qui sont prêtes à être exécutées, envoyer des consignes au contrôleur pour exécuter ces actions et recevoir les mises à jour indiquant si les actions sont exécutées avec succès. Si cette exécution a échoué, le système décide alors soit de détourner les événements pour les raccorder au plan actuel soit de corriger le plan si la dépense de ce changement est faible.

Dans ce système, la pertinence du récit produit est garantie, dans une certaine mesure, car le déroulement de l'histoire est basé sur un plan généré par le système. Cependant, l'influence de l'interaction de l'utilisateur sur le déroulement de l'histoire est faible car le déroulement de ce dernier est basé sur le respect des contraintes prédéfinies par l'auteur.

• **Approches basées sur des agents**

Les approches agents assurent la liberté de l'utilisateur. Le récit produit est une conséquence indirecte de l'interaction de l'utilisateur et des différents agents pré-conditionnés constituant l'univers. Ces approches favorisent la conception ; il est dès lors possible pour l'auteur de créer des interactions nombreuses et complexes entre les différents agents. Cependant, à l'exécution, la garantie de qualité du récit produit est moindre due au manque d'une structure de contrôle imposée.

Prenons comme exemple le projet *FearNot!* [Aylett, 2005] [Aylett, 2007] basé sur la théorie de la narration émergente [Aylett, 1999] décrite par le Centre for Virtual Environments de l'University of Salford dans le but de concilier la narration et l'interactivité. *FearNot!* est une application à but pédagogique pour lutter contre l'intimidation. Le déroulement de l'histoire est géré par l'utilisateur et les agents intelligents de l'univers. Il dépend entièrement de leurs interactions ainsi que de celles avec l'environnement.

Cette application offre une grande liberté d'interaction à l'utilisateur, et l'influence de ce dernier sur le déroulement de l'histoire est élevée car il n'y a aucune structure de contrôle imposée par l'auteur. Ceci implique qu'il n'y ait aucune garantie sur la qualité du récit produit.

• **L'approche hybride**

Pour pallier les manques des deux approches précédentes (manque de garantie de la cohérence et de la qualité du récit produit dans les approches agents, et les limites de liberté et de l'influence des actions de l'utilisateur sur le déroulement de l'histoire), Rempulski [Rempulski, 2013] a proposé l'approche hybride qui utilise les points forts de chacune des approches précédentes. Ainsi, l'utilisation de l'une ou l'autre méthode dans les phases où elles sont le plus adéquates permet de compenser leurs inconvénients, tout en profitant pleinement de leurs avantages.

Un exemple de cette catégorie est le projet *IDtension* [Szilas, 2003][Szilas, 2008] mené par Nicolas Szilas à l'université TECFA de Genève. *IDtension* est un moteur narratif pour le drame interactif qui a pour objectif de créer un théâtre virtuel capable d'interagir avec son public. Le spectateur peut expérimenter un récit et influencer sur le déroulement de celui-ci selon la perception qu'il en a.

L'approche agents est employée dans la phase de modélisation de récit en définissant les personnages (agents) et leurs comportements possibles en fonction de leur état. Dans la phase de réalisation de récit une approche scénaristique est utilisée ; la construction du récit se fait, ainsi, sous la contrainte de structures narratives et d'un modèle de l'utilisateur.

Les travaux dans le domaine sont nombreux, que ce soit des travaux basés sur les approches scénaristiques, sur les approches agents ou encore sur les approches hybride. Cependant, et malgré l'importance croissante des applications en contexte multi-utilisateur, peu de recherche ont porté sur les récits interactifs dans ce contexte.

La question du récit interactif multi-utilisateur a émergé avec l'apparition des MMO. La mise en interaction de milliers de joueurs dans des univers virtuels persistants a en effet soulevé de nouvelles questions en termes de gestion narrative. Cependant, la perspective de récit interactif multi-utilisateur ne peut être construite qu'à partir de solutions robustes dans le contexte d'utilisateur solo, ce qui a retardé le traitement de ce problème. Nous pouvons cependant noter dès 2004 les travaux de [Harger, 2004] qui visent à utiliser des méthodes d'improvisation théâtrale pour faciliter l'apparition d'une narration émergente [Aylett, 1999] au sein de MMO.

Plus récemment, de nombreux travaux sont apparus avec notamment la création de récit collaboratif [Manninen, 2006],

l'étude du rôle et fonctionnement de GM for multiplayer role-playing games (RPG) [Drachen, 2009], ou encore l'extension par [Riedl, 2011] du fonctionnement de *drama manager* à un contexte multi-utilisateur (basé sur l'approche scénaristique).

La principale différence entre récit à utilisateur solo et récit à utilisateurs multiples repose dans la capacité qu'a chaque utilisateur d'influer sur les récits perçus par les autres. Dans un récit pour utilisateur solo, quel que soit le nombre d'instances du récit qui seront produites, l'utilisateur sera placé dans la fiction qu'à l'instant de son usage du système ; le récit n'existera que pour lui et il en sera l'unique bénéficiaire.

Dans un contexte multi-utilisateurs, cette fiction d'exclusivité est brisée. Chaque utilisateur est conscient du fait que d'autres existent et participent de la même expérience narrative que lui. Il peut être amené à prendre connaissance de l'existence de ces utilisateurs à travers un partage d'expérience, la perception des actions de ces derniers sur le cadre du récit, ou même par des interactions directes. Cette présence d'autres utilisateurs agissant dans et sur le récit ne peut pas être niée et doit donc être intégrée au processus narratif.

Proposition

Nous proposons ici les bases permettant de définir une méthode de récit interactif différente, les problématiques soulevées par cet objectif ainsi que la voie que nous comptons suivre dans le futur.

A la différence de [Riedl, 2011], notre approche n'est pas fondée sur la supervision d'un scénario défini mais sur la construction dynamique de récit telle que proposée par [Delmas, 2009]. Notre objectif est de mettre en place un système permettant à chaque utilisateur de faire l'expérience d'un récit structuré et individualisé dans un contexte multi-utilisateur, tout en assurant la cohérence de l'environnement narratif dans lequel tous interagissent. Il ne s'agit pas de permettre la création d'un « récit global » dont chacun ne percevrait qu'une portion limitée mais de s'assurer que chacune des narrations présentées à chacun des utilisateurs respectent un ensemble de propriétés (structure, thème, pertinence par rapport aux entrées de l'utilisateur, etc.).

Notre proposition peut donc se résumer aux objectifs suivants :

- chaque utilisateur doit faire l'expérience d'un récit interactif personnalisé et structuré ;
- tous les récits doivent prendre place dans un environnement virtuel commun ;
- le récit de chaque utilisateur affecte l'environnement collectif et peut donc influencer sur les récits des autres utilisateurs ;
- L'univers doit respecter une cohérence globale.

Par *personnalisé*, nous signifions que le récit doit découler des actions et choix de l'utilisateur et que sa génération peut impliquer la construction et l'exploitation d'un profil utilisateur afin de proposer des situations narratives plus adaptées à ses préférences.

Par *structuré*, nous signifions que le récit de chaque utilisateur doit satisfaire des propriétés de structure. Il peut s'agir des structures archétypales proposées par [Aristote, -350], [Campbell, 2008] ou encore [Propp, 1968] ou de structures *ad hoc* définies par le concepteur du système.

Les récits de chaque utilisateur prenant place dans le même environnement virtuel. Cela implique que les ressources narratives (personnages, objets, lieux, événements) sont partagées. Ainsi, l'accès à certaines ressources peut être limité (un objet utilisé par un autre utilisateur, un personnage déjà en conversation, etc.) et les actes ou choix de certains utilisateurs peuvent rendre une ressource inutilisable par les autres (destruction d'un objet, modification profonde d'un lieu, mort d'un personnage, etc.). Ces limitations sont donc une source de conflit possible entre les récits idéaux de chaque utilisateur.

Dans les EIAH où un système de récit interactif revient à une scénarisation de contenus pédagogiques, il est possible de tracer un parallèle entre les systèmes de récits interactifs et des systèmes de recommandations. Ces derniers ont pour objectif d'orienter les utilisateurs d'une manière personnalisée vers des objets intéressants issus d'une large espace d'options possibles. Ainsi, un système de recommandations est généralement composé d'un modèle de domaine qui contient les connaissances du système d'information, le modèle d'adaptation qui contient les mécanismes d'extraction et de combinaison des connaissances, et le modèle utilisateur qui contient la description du profil des utilisateurs [Picot, 2011].

Dans la littérature il existe trois grandes familles de systèmes de recommandations :

- les systèmes de recommandations fondés sur le contenu (filtrage cognitif) : le choix des ressources à recommander est basé sur une comparaison des thèmes abordés dans les ressources par rapport aux thèmes intéressants l'utilisateur. En effet, le système recommande des ressources qui sont similaires à celles que l'utilisateur a aimées dans le passé. Par exemple, si l'utilisateur a noté positivement une vidéo qui appartient au métier de la restauration alors le système peut fournir des recommandations de vidéos de ce genre.
- les systèmes de recommandation collaboratifs (filtrage collaboratif) : le choix des ressources à recommander basé sur les appréciations des autres utilisateurs qui partagent avec lui les mêmes centres d'intérêt.
- les systèmes de recommandations hybrides : combinent les deux approches précédentes.

Cette dernière famille, c'est-à-dire l'approche hybride, nous semble la plus proche du contexte du récit interactif multi-utilisateurs, toujours dans les EIAH. En effet, le récit (un parcours pédagogique), dépend de l'historique de l'utilisateur, ses choix, etc. Mais, il dépend aussi des appréciations des autres utilisateurs et leurs choix.

Le rapprochement entre les systèmes de recommandations et les récits interactifs forme une première piste d'étude et d'analyse pour bénéficier des avancées recherche de ce domaine et de voir à quel niveau ils peuvent nous aider à résoudre les verrous et les problématique liées au domaine du récit interactif dans contexte multi- utilisateurs.

Le projet *Learning Café*

Le projet *Learning Café*¹ est une plateforme collaborative de formation en ligne dédiée aux TPE/PME dans le secteur

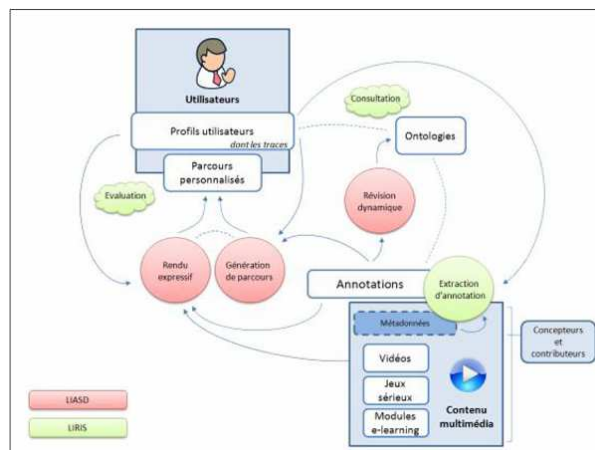


Figure 2 : Processus conduisant aux parcours pédagogiques personnalisés proposés aux utilisateurs

artisanal. Les partenaires du projet sont d'un côté des laboratoires de recherche notamment, le Laboratoire d'Informatique Avancée de Saint-Denis (LIASD) de l'Université Paris 8 et le laboratoire d'informatique en image et systèmes d'information (LIRIS) de Lyon. Quant aux partenaires industriels il s'agit de l'entreprise Omendo dont les activités principales sont les Conseils, Formation et E-learning, la société XSalto spécialiste des technologies Web et d'ingénierie logicielle, l'Institut National de la Boulangerie-Pâtisserie (INBP), La Talemellerie Boulangerie Pâtisserie artisanale et le Réseau MAISON et SERVICES.

Learning Café est un dispositif de formation communautaire. L'apprenant se connecte pour se former à distance selon un parcours pédagogique dynamique (individualisé en fonction de ses besoins). Les formations sont principalement sous un format images avec une prédominance de ressources vidéo car les formations sont essentiellement liées aux métiers manuels.

L'enjeu du projet est de développer des modes d'apprentissage nouveaux compatibles avec les atouts et les contraintes du monde d'aujourd'hui. Ainsi, par exemple la communication distante est aujourd'hui plus facile d'accès avec des technologies fiables, ce qui est une force pour ce projet. Le projet est aussi adapté à des contraintes fortes actuelles comme le manque de temps de chacun. *Learning Café* va donc donner des outils de formation appropriés à des cibles de

1 Labellisé Cap Digital, financement FUI.

population qui n'ont peu ou pas accès à la formation. Les cibles qui se formeront vont ainsi augmenter leur niveau de compétences et gagner en efficacité.

On peut donc résumer les objectifs du *Learning Café* aux points suivants :

- individualiser le parcours de formation par de la scénarisation dynamique ;
- améliorer la compétence des dirigeants de TPE/PME artisanales pour améliorer la croissance de l'entreprise ;
- améliorer la compétence des collaborateurs de TPE/PME du secteur artisanal pour améliorer l'efficacité de l'entreprise ;
- améliorer l'employabilité des publics peu ou non qualifiés dans le secteur artisanal.

Notre intervention dans le projet est centralisée sur le point d'individualisation du parcours de formation par la scénarisation dynamique (Figure 2). Dans un premier temps pour un utilisateur unique, et son extension en une modalité multi-utilisateurs par la suite.

Conclusion

Nous avons présenté un état de l'art sur les systèmes de récits interactifs, ainsi que la question de ces derniers dans un contexte multi-utilisateur. Nous avons parlé ensuite de notre proposition, notamment nos objectifs et notre idée de faire un rapprochement entre les systèmes de recommandations et les récits interactifs dans le but de voir à quel niveau pouvons nous appliquer les techniques de filtrage dans les récits interactifs. Cette idée fait l'objet de nos futur travaux.

Références

Artistotle, Poetics, Web Atomics, 350 B.C.

Aylett, R. 1999. Narrative in Virtual Environments - Towards Emergent Narrative, in: Narrative Intelligence. pages 83-86. AAAI Press

Aylett, R. S.; Louchart, S.; Dias, J.; Paiva, A.; Vala, M. 2005. FearNot! – An Experiment in Emergent Narrative. In: Panayiotopoulos, T.; et al. (Eds.) IVA 2005. LNAI, vol. 3661, 305–316. Springer, Heidelberg

Aylett, R.; Vala, M.; Sequeira, P.; Paiva, A. 2007. FearNot! – An Emergent Narrative Approach to Virtual Dramas for Anti-bullying Education. In: Cavazza, M.; Donikian, S. (Eds.): ICVS 2007, LNCS 4871, pp. 199–202. Springer, Heidelberg

Campbell, J. 2008. The hero with a thousand faces. New World Library, Bollingen Series, volume 17

Cavazza, M.; Charles, F. and Steven Mead, J. Character-Based Interactive Storytelling. 2002. in: IEEE Intelligent Systems, 17:4(17--24)

Charles, F.; Lemercier, S.; Vogt, T.; Bee, N.; Mancini, M.; Urbain, J.; Price, M.; André, E.; Pelachaud, C.; and Cavazza, M. 2007. Affective Interactive Narrative in the CALLAS Project, in: International Conference on Virtual Storytelling, Saint-Malo, France, pages 210-213, Springer

Delmas, G.; Champagnat, R.; and Augeraud, M. 2009. From Tabletop RPG to Interactive Storytelling: Definition of a Story Manager for Videogames, in: ICIDS, Guimarães, Portugal, pages 121-126, Springer

Delmas, G. 2009b. Pilotage de récits interactifs et mise en oeuvre de formes narratives dans le contexte du jeu vidéo. Thèse de Doctorat de l'Université de La Rochelle.

Harger, B.; Jimison, D.; Myers, E.; Smith, B.; and Tellerman, S. 2004. Emergent Stories in Massively Multiplayer Online Games: Using Improvisational Techniques to Design for Emotional Impact. in: ICEC, Eindhoven, The Netherlands, pages 359-362, Springer

Magerko, B.; and Laird, J. 2003. Building an interactive drama architecture. in: TIDSE, Stuttgart, Germany, Darmstadt, Germany, pages 226-237, Fraunhofer IRB Verlag

Manninen, T.; Vallius, L.; and Kujanpää, T. 2006. Plot Clusters - Intertwined and Re-playable Storyline Components in

a Multiplayer RPG. in: TIDSE, Darmstadt, Germany, pages 265-276, Springer

Mateas, M. 2002. Interactive Drama, Art and Artificial Intelligence. School of Computer Science, Computer Science Department, Carnegie Mellon University

Picot, R. 2011. Une architecture générique de Systèmes de recommandation de combinaison d'items. Application au domaine du tourisme. Thèse de Doctorat de l'Université de Bourgogne

Propp, V. 1968. Morphology of the Folktale. University of Texas Press

Rempulski, N. 2013. Synthèse dynamique de superviseur pour l'exécution adaptative d'applications interactives. Thèse de Doctorat de l'Université de La Rochelle

Riedl, M.; Li, B.; Ai, H.; and Ram, A. 2011. Robust and Authorable Multiplayer Storytelling Experiences. in: AIIDE, Stanford, California, USA, pages 189-194, The AAAI Press

Szilas, N. 2003. IDtension: a narrative engine for interactive drama. in: TIDSE, Stuttgart, Germany, Darmstadt, Germany, pages 187-203, Fraunhofer IRB Verlag

Tchoukine, P. 2002. Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Revue I3 information - interaction - intelligence 2(1)

Young, R. M.; Riedl, M.; Branly, M.; Jhala, H. ; Martin, R.J.; and Saretto, C. J. 2004. An architecture for integrating plan-based behavior generation with interactive game environments. in: Journal of Game Development, 1:1(51-70)

Jenkins H. 2007. Transmedia Storytelling. www.henryjenkins.org [18 Mai 2014].

A Bayesian Diagnostic Approach for Student Modeling

Yang Chen

3rd year Ph.D student

Laboratory LIP6, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France

yang.chen@lip6.fr

Abstract

Bayesian network (BN) has been successfully applied in hierarchical student models. Some researchers used diagnostic strategies to improve the evidence level of student models. But test items are typically related to a binary response model, namely students' answers are scored as right or wrong. As we know, wrong answers result from lacking one or more relevant concepts in students' knowledge states. This diagnostic information of wrong answers is ignored. To maximize the precision of student model, this paper presents an approach using diagnostic items, which are designed to provide the information about which concepts are probably lacked in students' knowledge states when they give wrong answers. A modified NIDA (Noisy Input, Deterministic AND) model is built to represent the relations between students' answers and their knowledge states. We use simulated students to evaluate our model and the results show that the efficiency and accuracy of student modeling are improved.

Introduction

Student model is a crucial module in Intelligent Tutoring Systems (ITSs), which helps the systems to adapt tutoring to each individual student. It is a tough task to model students' knowledge because uncertainty exists when we infer students' knowledge from their performances during problem solving (Conati et al. 2002). Students might perform correctly by guessing even though they do not know the relevant concepts. On the contrary, students knowing the relevant concepts might incorrectly perform by slipping. Bayesian network is a popular probabilistic model for student modeling. The advantages of Bayesian models are their highly flexible representation and well defined formalism for probability computations of unobservable nodes from observable nodes (Desmarais and Baker 2012). It can represent not only the uncertainty of the evidence level (relations between students' performances and basic knowledge items), but also the relations between different hierarchical knowledge items. BNs have been successfully applied for hierarchical student models (Millán et al. 2000; Millán and Pérez-de-la-Cruz 2002; Collins et al. 1996;

Tchétagni and Nkambou 2002). As the evidence level of a student model is to deal with the relations between the finest-grained level of knowledge items and the observers (e.g. test items or actions during problem solving), the accuracy and efficiency of the evidence level have a strong influence on student modeling. In this paper, we focus on maximizing the precision of the evidence level of a student model.

To improve the efficiency of the evidence level of a student model, some approaches (Millán and Pérez-de-la-Cruz 2002; Collins et al. 1996) applied adaptive strategies to select appropriate test items. Carmona et al. (2005) introduced the prerequisite relations between knowledge items of the evidence level to improve the efficiency and accuracy of student modeling. Their idea is based on the fact that students' answers to a question might be affected not only by students' knowledge of the concepts directly linked to the question, but also by their knowledge of the concepts not directly related to the question. To maximize the precision of student model, some diagnostic strategies were constructed to improve the evidence level. These diagnostic strategies model how the presence or absence of fine-grained knowledge items affects students' performances and answers.

Related Work

Some researchers make efforts to use diagnostic strategies to improve the evidence level of a student model. Millán and Pérez-de-la-Cruz (2002) combined Item Response Theory (IRT) with Bayesian student modeling on evidence level, which reasonably applied the diagnostic information that the student lacking more relevant concepts has less probability of answering the question correctly. IRT is a psychometric theory which is based on the assumption that students with higher proficiency of knowledge are more likely to correctly answer questions. In IRT, students' proficiencies of knowledge are measured by a single variable that is called as trait. The authors pointed out that the students' proficiencies of knowledge depend on the number and nature of the concepts which they know. So they represented students' proficiencies by discrete knowledge states. Based on IRT they modeled the relations between students' knowledge states and the probability of correctly answering questions. Their

experimental results show that their diagnostic strategy brings the good efficiency and accuracy of student modeling. However, their model is still related to a dichotomous response model. Students' answers are scored as right or wrong, without considering plentiful information from wrong answers. A psychometric model MC-DINA introduced by de la Torre (2009) applied the diagnostic information of students' answers by using multiple choice questions (MCQs) as test items. The author indicated the relations between wrong options of MCQs and students' knowledge states and applied a data-driven approach to estimate the parameters of his model. But due to too many parameters in his model, the estimation is complex. Inspired by these researches, we aim to model the relations between students' wrong answers and their knowledge states with the reduced number of parameters. By introducing the diagnostic information of wrong answers, the efficiency and the accuracy of student modeling can be improved.

Diagnostic NIDA Model

The evidence level of student model deals with the relations between test items (e.g. questions or tasks) and knowledge items (e.g. concepts or skills). Sometimes to answer a question requires students knowing several concepts. And a concept can be tested by several questions. This relationship between questions and concepts can be represented as Q-matrix in psychometrics. We assume that the Q-matrix in this paper is a conjunctive model, which means that all the related skills must be known to answer a question.

The uncertainty caused by slipping and guessing can be considered in two ways. One is that the uncertainty is related to questions. Students give wrong answers by slipping even though they know all the required concepts or they guess right answers even not knowing all the required concepts. In this way, students' answers to questions are usually coded as 1 (right) or 0 (wrong). The other is that the uncertainty is related to concepts. Students incorrectly use a concept for answering a question by slipping even though they know the concept or they do not know the concept but correctly perform in the step requiring the concept for answering. In this way, students' answers can be characterized according to the presence or absence of the relevant concepts. We suppose that the codes 1 and 0 respectively represent concepts correctly and not correctly used. If answering a question requires using three concepts, the correct answer can be coded as 111, and the wrong answer which is coded as 101 means that only the second concept is not correctly used. To use the diagnostic information of students' wrong answers, we consider the uncertainty for each concept.

We propose a diagnostic NIDA model (Fig. 1) to represent the relations between students' answers and their knowledge states. The NIDA (Noisy Input, Deterministic AND) model is a psychometric model which considers the guess and slip parameters for each concept (or skill). It is different from the DINA

(Deterministic Input, Noisy AND) model, which associates the guess and slip parameters to test items instead of concepts (Desmarais and Baker 2012; Junker and Sijtsma). As we have to diagnose the presence or absence of each concept, our work is based on the NIDA model. The NIDA model involves a binary response model, in which the answers to questions are scored as right or wrong. When students give a wrong answer, the probabilities of knowing all the relevant concepts are reduced according to the NIDA model. In fact, wrong answers are usually caused by lacking some but not all the relevant concepts. This diagnostic information is ignored in binary NIDA model.

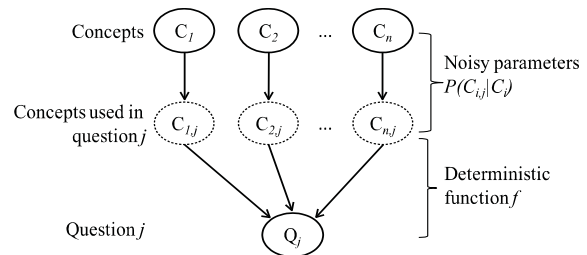


Fig. 1. Diagnostic NIDA model

In our diagnostic NIDA model, we introduce the diagnostic information of wrong answers. In figure 1, the *concept used in question nodes* between the *concept nodes* and the *question nodes* are shown to explain the parameters of our model. The noisy parameters represent the probabilities of slipping and guessing of using concepts to answer questions. The deterministic function represents the relations between students' answers and the used concepts, which depends on the response model of questions. In binary NIDA model, answers are scored as right only when all the concepts are correctly used. Otherwise, answers are scored as wrong. So in binary NIDA model, the deterministic function is logical AND. The response model of questions in our diagnostic NIDA model involves multiple characterized answers. The answers are characterized in terms of the relevant concepts correctly used or not. To reduce knowledge engineering effort, we use MCQs as test items and their options are the possible answers. Comparing with open-ended questions, it is easier to code the options of a MCQ according to concepts correctly used or not. The parameters of our diagnostic NIDA model are estimated as follows:

- Each concept node C_i has two values, 1 (known by students) and 0 (unknown by students). Each used concept node C_{ij} also has two values, 1 (concept C_i is correctly used in question Q_j) and 0 (concept C_i is not correctly used in question Q_j). In a MCQ, the values of question Q_j are the multiple characterized options.
- There are two kinds of noisy parameters between concept C_i and used concept C_{ij} . One is the slip parameter, that is, concept C_i is known, but it is not correctly used in the question Q_j . The other is the

guess parameter, that is, concept C_i is unknown, but it is correctly used in the question Q_j . The noisy parameters are as follows:

$$P(C_{i,j} = 0 | C_i = 1) = P_{slip}^{i,j} \quad (1)$$

$$P(C_{i,j} = 1 | C_i = 0) = P_{guess}^{i,j} \quad (2)$$

- The deterministic function represents the relations between students' performances (correctly or incorrectly using concepts) and the possible answers (coded options). When a student correctly uses all the relevant concepts for answering a question,

his/her answer is certainly the right option. When some concepts are not correctly used by the student, his/her answer is certainly the coded wrong option which corresponds to his/her performance. When the student's performance does not correspond to any coded option of the questions, and no more information can be obtained, we suppose that his/her answer can be any option with the same probability (see Table 1). In the example of Table 1, question Q_j involves three concepts (C_1, C_2, C_3) and the possible answers are the four coded options (A_1, A_2, A_3, A_4).

Table 1. An example of deterministic function $P(Q_j=A_k|C_{1,j}, C_{2,j}, C_{3,j})$

Used concepts ($C_{1,j}C_{2,j}C_{3,j}$)	A_1 (001)	A_2 (110)	A_3 (010)	A_4 (111)
000	1/4	1/4	1/4	1/4
001	1	0	0	0
010	0	0	1	0
011	1/4	1/4	1/4	1/4
...
111	0	0	0	1

The real situations are very complex. Students might exclude some bad options in terms of the relevant concepts which they can correctly use. In this case, some options might have higher probability to be chosen than others. Hence, if we can get more information from real educational settings, the deterministic function needs to be improved.

Therefore, our diagnostic NIDA model only requires the prior values of slip and guess parameters for each concept. By using the slip and guess parameters of concepts and the deterministic function, we can calculate the probability of a student choosing each option of a question when giving his/her knowledge state.

Relations between Concepts

In the evidence level of a student model, prerequisite relations sometimes exist between concepts. The prerequisites of a concept are the ones that a student needs to know before knowing the concept. Besides the prerequisite relations, concepts can be classified into different levels according to their difficulties. In some ITSs, students are adapted to learn the difficult concepts only after they have the knowledge of some simple concepts. So the prerequisite relations might exist between different difficulty levels of concepts. We introduce the different levels of concepts into our diagnostic NIDA model (see Fig. 2). The trial BN in this paper contains fourteen concepts, which are classified into three levels according to the difficulty, the easy level (concepts $C_1...C_5$), the medium level (concepts $C_6...C_{11}$) and the difficult level (concepts $C_{12}...C_{14}$). The nodes L_1 and L_2 are the prerequisite levels of knowing the more difficult concepts, which have two values, 1 (students get the level) and 0 (students do not get the level).

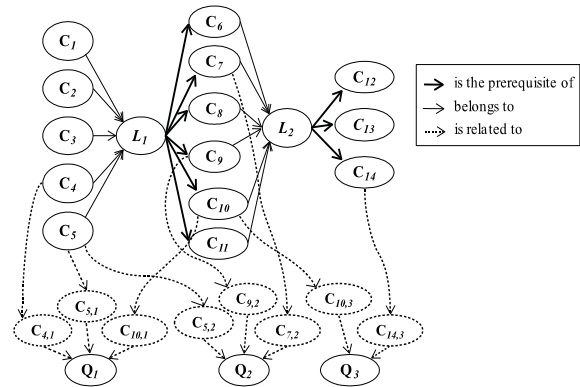


Fig. 2. A trial BN of different levels of concepts

Evaluation

In this part, we aim to evaluate whether the efficiency and accuracy of student modeling are improved by our diagnostic NIDA model. Furthermore, based on our diagnostic NIDA model, we evaluate how the relations between the concepts in the evidence level affect student modeling. As empirical data is expensive, many studies (Millán and Pérez-de-la-Cruz 2002; Carmona et al. 2005) preliminarily evaluated their student models by simulated students with predefined knowledge profiles. We also use simulated students to pre-evaluate our model.

We have three experiments in the evaluation. For *experiment 1*, all the fourteen concepts are independent and there is no difference in difficulty or relation among them. The prior probability of knowing each concept is 0.5. For *experiment 2*, prerequisite relations exist between the fourteen concepts and we use the prerequisite network in (Carmona et al. 2005). The prior probability of the concepts without prerequisites is 0.75. For the concepts with prerequisites, if all the prerequisites are known, the prior probability of

knowing the concepts is 0.5; otherwise, it is 0. For *experiment 3*, the relations between concepts are as Fig. 2. In this experiment, students get a level if they know three or more related concepts. The prior probabilities of knowing the easy concepts are 0.75. And if students get the prerequisite level, the prior probabilities of knowing the more difficult concepts are 0.5; otherwise, it is 0.

We randomly generate one hundred questions. Each question is related to two or three concepts. So there are more than three hundred nodes in our BN. For each question, there are four options, the correct answer and three coded wrong answers. For the questions which are related to two concepts, the right option is coded as 11 and the other three coded options are 00, 01, 10. For the questions which are related to three concepts, the right option is coded as 111 and the other three coded options are randomly selected from the set {000, 001, 010, 011, 100, 101, 110}. For each experiment, we give the prior values of the slip and guess parameters.

We randomly generate 180 simulated students with four types of predefined knowledge states (45 students in each type), knowing 0 to 3 concepts, knowing 4 to 7 concepts, knowing 8 to 11 concepts and knowing 12 to 14 concepts. As the relations of concepts are introduced in *experiment 2* and *3*, the predefined knowledge states of students in these experiments comply with the prerequisite relations between concepts or the different difficulty levels. To simulate a student's answers, firstly we determine the probabilities of knowing each concept according to his/her predefined knowledge state. If a concept is in his/her knowledge state, the probability of knowing the concept is 1. Otherwise, it is 0. Then we can calculate the probabilities P_A , P_B , P_C , P_D of choosing the four options A , B , C , D of each question by our BN inference. At last, we randomly generate a number p in the range $[0, 1]$. According to the value of p , we can determine the simulated answer of the student.

We randomly select some questions for students to test. When a question is selected, a student's answer can be simulated. Then the probabilities of knowing the concepts which are related to the question are updated by our BN inference. In *experiment 2* and *3*, due to the relations between concepts, the probabilities of knowing the concepts which are not directly related to the question might also be changed. When the student gives a right answer, the probabilities of knowing the relevant concepts are increased. However, when the student gives a wrong answer, according to our diagnostic BN, not all the probabilities of knowing the relevant concepts are reduced. The probabilities of the concepts which are correctly used in the wrong answer are increased and those which are not correctly used in the wrong answer are reduced. Fig. 3 shows in *experiment 3* how the probabilities of knowing the concepts are updated by the binary NIDA model and by

our diagnostic NIDA model after a simulated student gives wrong answers to the questions.

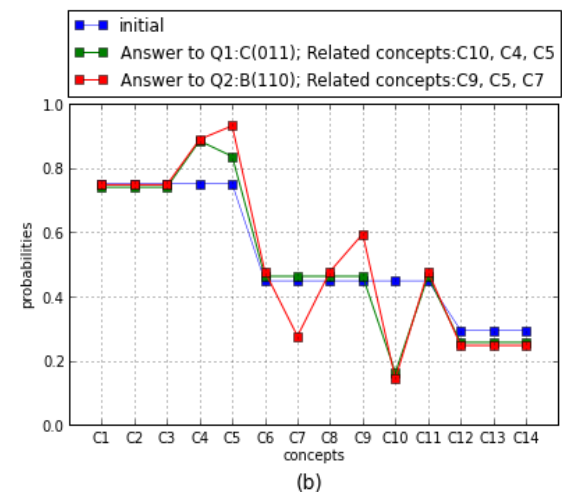
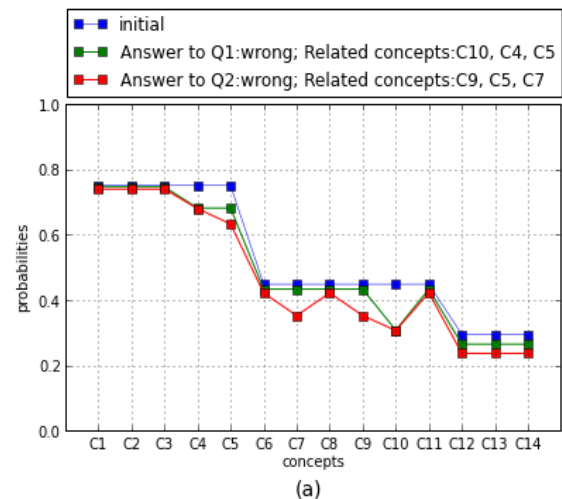


Fig. 3. Updating the probabilities of knowing the concepts in *experiment 3*: (a) binary NIDA model; (b) our diagnostic NIDA model

After a certain number of questions are tested, the concepts can be evaluated into three categories by a threshold e (0.2 in the experiments). If the posterior probability of knowing a concept is greater than $1-e$, the concept is diagnosed as *known* by the student. If the posterior probability is less than e , the concept is diagnosed as *unknown* by the student. Otherwise, the concept is *undiagnosed*. Comparing the result with the predefined knowledge state of the simulated student, the rates of correctly diagnosed, incorrectly diagnosed and undiagnosed concepts can be calculated. The rate of correctly diagnosed concepts is the percentage of the concepts which known by the student are tested as known and which not known by the student are tested as unknown. The rate of incorrectly diagnosed concepts is the percentage of the concepts which known by the student are tested as unknown and which not known by the student are tested as known.

Table 2. The rates of correctly diagnosed, incorrectly diagnosed and undiagnosed concepts

		Binary NIDA model	Our diagnostic NIDA model			
P_{slip}, P_{guess}		0.1	0.1			0.2
Questions		50	50	40		
Experiment 1	correct (%)	73.95	96.23	93.61	87.33	77.49
	incorrect (%)	2.37	0.64	1.19	1.89	3.09
	undiagnosed (%)	23.68	3.13	5.20	10.78	19.42
Experiment 2	correct (%)	90.08	98.08	96.92	93.64	86.86
	incorrect (%)	1.77	0.41	0.48	1.18	2.13
	undiagnosed (%)	8.15	1.51	2.60	5.18	11.01
Experiment 3	correct (%)	83.20	97.39	94.40	89.60	81.85
	incorrect (%)	2.01	0.53	1.02	1.75	2.58
	undiagnosed (%)	14.79	2.08	4.58	8.65	15.57

After 180 simulated students are tested, the final result is the average value of all the students' tested results. When the prior values of all the slip and guess parameters are given as 0.1, in *experiment 1* (without the influence of relations between concepts), after 40 questions are tested by 180 students, 93.61% of concepts are correctly diagnosed, 1.19% incorrectly diagnosed and 5.20% undiagnosed by our diagnostic NIDA model (see Table 1). Comparing with the result of binary NIDA model tested by 50 questions, which is 73.95% correctly diagnosed, 2.37% incorrectly diagnosed and 23.68% undiagnosed, our model behaves well in improving the accuracy and efficiency of student modeling. Fig. 4 shows the rates of correctly diagnosed concepts tested by the binary NIDA model and our model with different numbers of questions (P_{slip} and P_{guess} are always 0.1 in this figure). Without the influence of the relations between concepts (*experiment 1*), our diagnostic NIDA model shows a higher accuracy and efficiency in student modeling than the binary NIDA model. Fig. 4 also shows that based on our model, student modeling can be improved by introducing the relations between concepts (*experiment 2 and 3*). And in our trial BN, introducing the prerequisite relations between concepts (*experiment 2*) shows a slightly better behavior than introducing the different difficulty levels of concepts (*experiment 3*), but the latter requires less effort of knowledge engineering than the former.

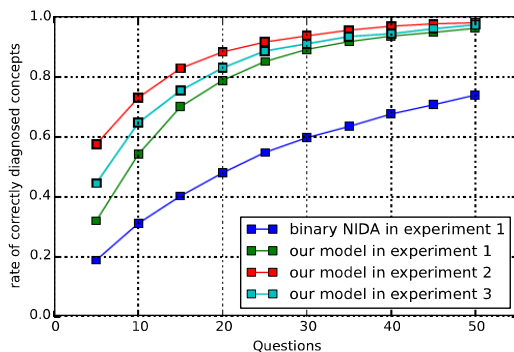


Fig. 4. Rate of correctly diagnosed concepts

Conclusion and Future Work

Students' wrong answers result from lacking one or more relevant concepts in their knowledge states. Considering the diagnostic information of students' wrong answers, we encode students' answers according to the presence or absence of the relevant concepts. To simplify the effort of knowledge engineering, we use MCQs as test items and the options are coded. We introduce the modified NIDA model to represent the relations between students' answers and their knowledge states. Our evaluation results show that comparing with the binary NIDA model, the accuracy and efficiency of student modeling are improved by our diagnostic NIDA model. Moreover, by introducing the relations between concepts, the accuracy and efficiency of student modeling can be improved.

In future work, we can improve our model in two aspects. Firstly, even though we evaluate our model by using simulated students, as the real situations are complex and the unpredictable cases usually exist, it is highly necessary to use the real data sets to evaluate our model. In real educational situations, the Q-matrix representing the relations between MCQs and concepts, and the coded options of each MCQ are determined by knowledge experts (e.g. teachers). We collect the answers of students to MCQs. And students' profiles which are pre-evaluated by teachers should also be included in the data set. After the required data set is available, we fit our diagnostic NIDA model to the data and evaluate the accuracy of our model. The data can be partitioned as the training data for fitting our model and the test data for estimating the accuracy of our model. The most widely used fitting technique is the Expectation Maximization (EM) algorithm (Chang et al. 2006; Pardos and Heffernan 2010; Wang and Beck 2013). Therefore, using training data we learn the slip and guess parameters in our BN by EM algorithm. After the parameters of our BN are fitted to the training data, we estimate the accuracy of our model using the test data. The method of estimating accuracy is similar to that demonstrated in this paper. Comparing students' knowledge states diagnosed by our modified NIDA

model with their pre-evaluated profiles, the accuracy of our model can be estimated. As previously mentioned, we need to partition the data into a training data set and a test data set. Cross-validation is a common technique for such partitioning, which is widely used for assessing accuracy of student models (Gong et al. 2011; Yudelson et al. 2013). We cross-validate our model using k randomly assigned folds. In k -fold cross validation (Han et al. 2011), the initial data set is randomly partitioned into k subsets or "folds" with approximately equal size. Training and testing are performed k times. In each iteration, one of the partitions is used as the test data set and the rest are used to train the model. In the cross-validation, the accuracy of our model is the overall number of correctly diagnosed concepts from k iterations, divided by the total number of tested concepts in the initial data set.

Secondly, we randomly select the test items in the experiments. Some adaptive strategies will be introduced into our model to select appropriate test items. An available approach is to calculate the *utility* of test items (Millán and Pérez-de-la-Cruz 2002; Collins et al. 1996). The test items with higher *utility* can provide more information to distinguish knowing from not knowing the relevant concepts.

Acknowledgement

I would like to thank my thesis director Jean-Marc Labat and co-director Pierre-Henri Wuillemin for their helpful comments and guidance. My work is supported by the grant from China Scholarship Council (CSC).

References

- Carmona, C., Millán, E., Pérez-de-la-Cruz, J.L., Trella, M., Conejo, R.: Introducing Prerequisite Relations in a Multilayered Bayesian Student Model. In: Proceedings of 10th International Conference on User Modeling, pp. 347-356, Edinburgh, UK (2005)
- Chang, K.M., Beck, J., Mostow, J., Corbett, A.: A Bayes Net Toolkit for Student Modeling in Intelligent Tutoring Systems. In: Proceedings of 8th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, pp. 104-113, Taiwan (2006)
- Collins, J.A., Greer, J.E., Huang, S.X.: Adaptive Assessment Using Granularity Hierarchies and Bayesian Nets. In: Proceedings of 3th International conference on Intelligent Tutoring Systems, pp. 569-577, Montréal, Canada (1996)
- Conati, C., Gertner, A., VanLehn, K.: Using Bayesian Networks to Manage Uncertainty in Student Modeling. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 12(4), 371-417 (2002)
- de la Torre, J.: A Cognitive Diagnosis Model for Cognitively Based Multiple-Choice Options. *Applied Psychological Measurement* 33(3), 163-183 (2009)
- Desmarais, M.C., Baker, R.S.J.d.: A Review of Recent Advances in Learner and Skill Modeling in Intelligent Learning Environments. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 22(1-2), 9-38 (2012)
- Gong, Y., Beck, J.E., Heffernan, N.T.: How to Construct More Accurate Student Models: Comparing and Optimizing Knowledge Tracing and Performance Factor Analysis. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 21(1-2), 27-45 (2011)
- Han, J., Kamber, M., Pei, J.: *Data Mining: Concepts and Techniques*, 3rd ed. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, USA (2011)
- Junker, B.W., Sijtsma, K.: Cognitive Assessment Models with Few Assumptions, and Connections with Nonparametric Item Response Theory. *Applied Psychological Measurement* 25(3), 258-272 (2001)
- Millán, E., Pérez-de-la-Cruz, J.L., Suárez, E.: Adaptive Bayesian Networks for Multilevel Student Modelling. In: Proceedings of 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, pp. 534-543, Montréal, Canada (2000)
- Millán, E., Pérez-de-la-Cruz, J.L.: A Bayesian Diagnostic Algorithm for Student Modeling and its Evaluation. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 12(2-3), 281-330 (2002)
- Pardos, Z.A., Heffernan, N.T.: Modeling Individualization in a Bayesian Networks Implementation of Knowledge Tracing. In: Proceedings of 18th International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization, pp. 255-266, Big Island, USA (2010)
- Tchétagni, J.M.P., Nkambou, R.: Hierarchical Representation and Evaluation of the Student in an Intelligent Tutoring System. In: Proceedings of 6th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, pp. 708-717, Biarritz, France and San Sebastian, Spain (2002)
- Wang, Y., Beck, J.: Class vs. Student in a Bayesian Network Student Model. In: Proceedings of 16th International Conference on Artificial Intelligence in Education, pp. 151-160, Memphis, USA (2013)
- Yudelson, M.V., Koedinger, K.R., Gordon, G.J.: Individualized Bayesian Knowledge Tracing Models. In: Proceedings of 16th International Conference on Artificial Intelligence in Education, pp. 171-180, Memphis, USA (2013)

Vers une approche d'aide à l'évaluation des QROCs pour le web sémantique

Safa Ben Salem

Unité de Recherche PRINCE, ISITCom- Hammam Sousse, Université de Sousse, Tunisie

bensalem_safa@yahoo.fr

Résumé

L'évaluation des connaissances peut être définie comme le processus qui consiste à décrire, recueillir et fournir des informations utiles pour porter un jugement décisif en fonction de diverses approches d'apprentissage. L'évaluation des Questions à Réponses Ouvertes et Courtes (QROC), où l'apprenant est appelé à développer une réponse allant de quelques mots jusqu'à 5 lignes, constitue un type d'évaluation complexe. Dans cet article, nous présentons une approche qui vient en aide des enseignants permettant d'évaluer les questions à réponse ouverte et courte en utilisant des cartes conceptuelles pour les réponses et des mesures de similarité entre les textes. Cette évaluation de la réponse courte est basée sur la réponse de référence créée par l'enseignant. A la suite d'une génération de bases de connaissances à partir des concepts clés des réponses étudiant et enseignant, nous proposons de les comparer avec une mesure de similarité pour attribuer un score final à la réponse.

Mots clés : Evaluation assistée par ordinateur, questions à réponse ouverte courte, carte de concept, techniques de similarité.

1. Introduction :

L'évaluation peut être définie comme le processus qui consiste à décrire, recueillir et fournir des informations utiles pour porter un jugement décisif en fonction de diverses possibilités. Elle vise aussi à déterminer dans quelle mesure des objectifs éducatifs sont atteints par des apprenants. Pour le domaine d'apprentissage à distance (Cheniti Belcadhi et al. 2008), l'évaluation est primordiale si l'on veut accompagner l'apprenant et s'assurer d'un avancement concret. Ce processus consiste à établir un jugement de valeur sur un objet à partir d'informations méthodiquement recueillies et vise à prendre des mesures qui découlent de ce jugement afin d'améliorer ce qui a été évalué.

Selon (Daniau et Bélanger 2008), l'évaluation est en fait un instrument de communication entre l'enseignant et l'apprenant sur l'objet de l'apprentissage. Le rôle de l'enseignant est de choisir le moyen le plus approprié pour permettre de juger l'acquisition, la maîtrise des objectifs de l'apprentissage ou de la formation. Parmi

les moyens couramment utilisés pour l'évaluation des apprentissages figurent les questions à choix multiples, questions à réponses ouvertes, Vrai ou Faux, etc.

Pendant l'activité d'évaluation d'une ressource pédagogique sous forme d'un questionnaire ouvert, l'apprenant développe une réponse que l'enseignant prend en note. Dans ce cas, la question ouverte laisse la réponse libre dans sa forme et dans sa longueur. Mais cette liberté est limitée par d'autres formes de question que constitue ce type. La question à réponse ouverte (Norman 1995) où une production est attendue des apprenants constitue la racine d'une hiérarchie dont les branches sont classées selon la longueur de leurs réponses: QROC (= Question à Réponse Ouverte Courte), QROM (=Question à Réponse Ouverte Moyenne) et QROL (=Question à Réponse Ouverte Longue).

L'article est organisé comme suit. Dans les sections 2 et 3, nous présentons la problématique de notre approche de recherche qui se rapporte particulièrement au processus d'évaluation des questions à réponse ouverte courte sur le web. La section 4 décrit notre approche d'aide à l'évaluation, la section 5 présente le scénario de notre système et nous terminons par la conclusion, dans la section 6.

2. Problématique :

L'évaluation est une activité importante dans tout le processus éducatif. Ce processus est, en fait, un instrument de communication entre l'apprenant et l'enseignant sur l'objet de l'apprentissage. Comment pouvons-nous aider l'enseignant à évaluer automatiquement des questions à réponse courtes ouvertes ?

Plusieurs outils ont été développés, permettant d'automatiser en partie ce type d'évaluation. Parmi, nous citons C-rater (Leacock 2003), Automark (Mitchell et al. 2002), etc. Le premier système s'est orienté au début vers l'évaluation assistée par ordinateur des réponses des apprenants puis, il s'est spécialisé aux réponses dites « courtes » allant de quelques mots jusqu'à 50 mots. Alors que l'objectif ultime d'Automark est de fournir une évaluation robuste faces aux erreurs d'orthographe, de grammaire, de syntaxe et de sémantique des réponses courtes. Ces systèmes utilisent différentes techniques

pour pouvoir traiter, comprendre, évaluer et attribuer un score pour la réponse candidate.

Parmi les approches à explorer pour l'évaluation des QROCs, nous trouvons la génération des cartes de concepts. Pour quoi utilise-t-on des cartes de concepts pour la représentation des connaissances trouvées dans les réponses développées par les étudiants ?

Les cartes de concept se considèrent comme des schémas de haut niveau et des aspects assertionnels comme les entités, les relations entre entités, le vocabulaire de domaine, qui sont connectés de façon sémantique. Ce sont, en fait, des modèles de représentation des connaissances qui expriment explicitement les relations les plus pertinentes entre un ensemble de concepts. Ces relations sont représentées au moyen d'expressions formant des propositions. Lors de la construction d'une carte de concept, il faut être prudent que tous deux concepts avec leurs expressions, qui les relie, forment une unité de sens, une réclamation, une courte phrase et leur construction peut se faire selon plusieurs techniques. Nous nous intéressons aux approches de construction des cartes de concepts « concept mapping ».

Ces cartes sont beaucoup utilisées dans le domaine d'éducation comme une manière de représentation des connaissances de l'étudiant. Cette représentation va pouvoir aider l'enseignant à avoir une idée sur le taux de compréhension de ses étudiants d'un cours donné. Ces cartes peuvent être utilisées dans le processus d'évaluation soit sous format des exercices dans un examen ou bien pour faire un résumé sur des chapitres étudiés. Mais dans notre approche nous allons implémenter les cartes conceptuelles afin d'extraire des connaissances qui représentent en fait les phrases courtes et les unités sémantiques produites par l'apprenant dans son texte de réponse.

Plusieurs outils ont été développés dont le but est d'évaluer la compréhension des apprenants et de venir en aide pour le processus d'apprentissage pour l'enseignant. Parmi ces outils de construction des cartes de concepts, nous citons COMPASS (Gouli et al. 2004), VCM (the Verified Concept Mapping tool) (Laurent et al. 2003), Knowledge Assessment System (Romans et al. 2010), etc. Ces systèmes viennent en aide aux enseignants dans le processus d'apprentissage à plusieurs niveaux pour pouvoir améliorer des parties enseignées et viennent aussi en aide aux étudiants tout en fournissant des feedbacks. La génération des cartes de concepts à partir des réponses de l'apprenant et de l'enseignant constitue une étape importante dans notre processus d'évaluation, étant donné qu'elle constituera un appui pour le calcul de similarité entre les différents concepts qu'elles constituent.

Comment pouvons-nous introduire une des techniques de mesure de similarité au cours du processus d'évaluation d'une activité pédagogique ?

Dans le cadre de ce travail de recherche, nous allons se focaliser sur l'une des branches de cette hiérarchie ayant la plus courte production ; c'est la question à réponse ouverte courte. Ce type de questions, à laquelle

nous pouvons répondre en quelques mots ou phrases, se distingue en particulier, de la question à développement court par le fait qu'il n'exige qu'un seul élément d'information comme réponse.

D'autre part, la réponse à une question à développement court prévoit plusieurs éléments d'informations. Comparativement à la question à développement long ou court, la correction de la question à réponse courte est plus facile et moins subjective. Etant donné qu'elle est bien structurée, elle laisse autant à l'apprenant qu'à l'enseignant très peu de place à l'interprétation.

Les questions à réponses ouvertes et courtes (QROC) sont des questions pour lesquelles l'apprenant doit fournir une réponse courte corrigée avec une grille standardisée (une réponse modèle). Elles sont faciles à produire; à condition d'être bien construites, elles permettent d'évaluer la capacité d'analyse de problème. Leur fiabilité est relativement bonne, mais leur correction est cependant longue et plus difficile à standardiser.

Les techniques de mesure de similarité représentent une nouvelle démarche pour l'évaluation des réponses des apprenants. En fait, vu que la réponse courte ouverte ne se limite pas à une phrase mais plutôt à quelques lignes (ne dépassant pas les 50 mots), il est assez difficile de formaliser et de traiter ce paragraphe écrit en langage naturel. Pour ce faire il faut utiliser des ressources sémantiques : les cartes conceptuelles pour identifier les différents liens entre les concepts, des mots clés potentiels de la réponse de l'apprenant, et éliminer par la suite ce qui reste du texte, le bruit. Le processus d'évaluation automatisée se base sur une réponse de référence, modélisée par l'enseignant, et une réponse candidat, écrite par l'apprenant. Par la suite, nous devons générer deux bases de connaissances pour pouvoir les comparer, après avoir fait notre choix, à l'aide d'une mesure de similarité et en extraire à la fin un score.

3. Evaluation des Questions à Réponse Ouverte et Courte « QROC » :

Une étude qui a été faite nous a permis de classer les différents types de questions utilisés pour des activités pédagogiques dans les six niveaux de la taxonomie de Bloom. Cette classification a été réalisée à l'aide des verbes utilisés dans le corps de la question utilisée. Ce sont des verbes d'action.

En effet, contrairement aux autres types de questions : questions à choix multiple, questions Vrai ou Faux, le modèle de questions à réponse ouverte courte s'intéresse aux trois premières habiletés de la taxonomie de Bloom. Le principe même de cette taxonomie pédagogique est que l'apprenant ne peut accéder à un niveau donné que s'il est capable d'exécuter les opérations au(x) niveau(x) inférieur(s). Par exemple, la capacité d'évaluer, le plus haut niveau dans la taxonomie de Bloom, n'est possible que si l'apprenant est en mesure de détenir les informations

nécessaires, de les comprendre, de les appliquer, de les analyser, de les synthétiser, pour finalement les évaluer. La question à réponse ouverte courte est le type qui a l'avantage de mobiliser les trois premières opérations intellectuelles au cours de l'apprentissage de la plus simple (la connaissance) à une opération plus complexe (l'application), dont chacune correspond à un niveau de compétence à atteindre.

Tableau 1. Les types de questions et leurs verbes d'action (Ben Salem et al. 2013)

Degré croissant de complexité	Verbes d'action	Different types de questions
Connaissance	Lister, spécifier, décrire	Question à Réponse Courte, QROC, QCM, Vrai/faux
Compréhension	mentionner, expliquer, interpréter	Question classique, QROC, QCM
Application	Représenter	QCM, QROC
Analyse	Déduire, analyser	QCM, exercice
Synthèse	Appliquer, concevoir, Développer, discuter	Test de synthèse, problème
Evaluation	Juger, justifier, prévoir	Production personnelle

L'évaluation automatisée des réponses ouvertes des apprenants pourrait être vue comme le plus haut niveau d'une hiérarchie dans laquelle deux sous-catégories pourraient être identifiées: l'évaluation automatique des réponses ouvertes courtes et l'évaluation automatique des textes libres ou encore des essais. Jusqu'à nos jours, la recherche s'est concentrée sur ces deux principales tâches secondaires d'évaluation assistée par ordinateur et a fait naître plusieurs systèmes qui se différencient par le type d'évaluation mais ayant tous un unique objectif : venir à l'aide des enseignants tout en ayant une évaluation correcte et assez proche de celle d'un expert humain (Pérez-Marin et al. 2009).

Plusieurs outils ont été développés dont le but est d'évaluer la compréhension des apprenants et de venir en aide pour le processus d'apprentissage pour l'enseignant. Parmi ces outils de construction des cartes de concepts, nous citons COMPASS (Gouli et al. 2004), VCM (the Verified Concept Mapping tool) (Laurent et al. 2003), Knowledge Assessment System (Romans et al. 2010), etc. Ces systèmes viennent en aide aux enseignants dans le processus d'apprentissage à plusieurs niveaux pour pouvoir améliorer des parties enseignées et viennent aussi en aide aux étudiants tout en fournissant des feedbacks. La génération des cartes de concepts à partir des réponses de l'apprenant et de l'enseignant constitue une étape importante dans notre processus d'évaluation, étant donné qu'elle constituera un appui pour le calcul de similarité entre les différents concepts qu'elles constituent.

En dépit de l'idée noyau des principaux systèmes est la

même : comparer la réponse de l'apprenant avec la réponse de référence celle produite par l'enseignant, une comparaison objective et complète ne peut pas être faite puisque ces systèmes utilisent différents corpus et différentes métrique d'évaluation.

Quelques discussions ont été faites à propos du choix du système qui peut être considéré comme meilleur et qui puisse aboutir à une évaluation valide des QROCs et qui se rapproche à celle effectuée manuellement par l'enseignant (Pérez-Marin et al. 2009). Elles ont abouti qu'il n'y a aucun système qui peut accentuer comme étant le meilleur de toutes les comparaisons tout en fournissant une évaluation vigoureuse et proche de celle de l'enseignant. Cependant, il est important d'accentuer aussi que la technologie existe. En fait, en combinant tous les principaux avantages de chaque système, nous pouvons en déduire un outil idéal pour une évaluation fiable assistée par ordinateur des réponses libres des apprenants.

Certains de nos travaux de recherche (Ben Salem et al. 2010), nous avons pu implémenter une approche semi automatique pour l'évaluation des questions à des réponses ouvertes courtes à l'aide des ontologies (fig1.).

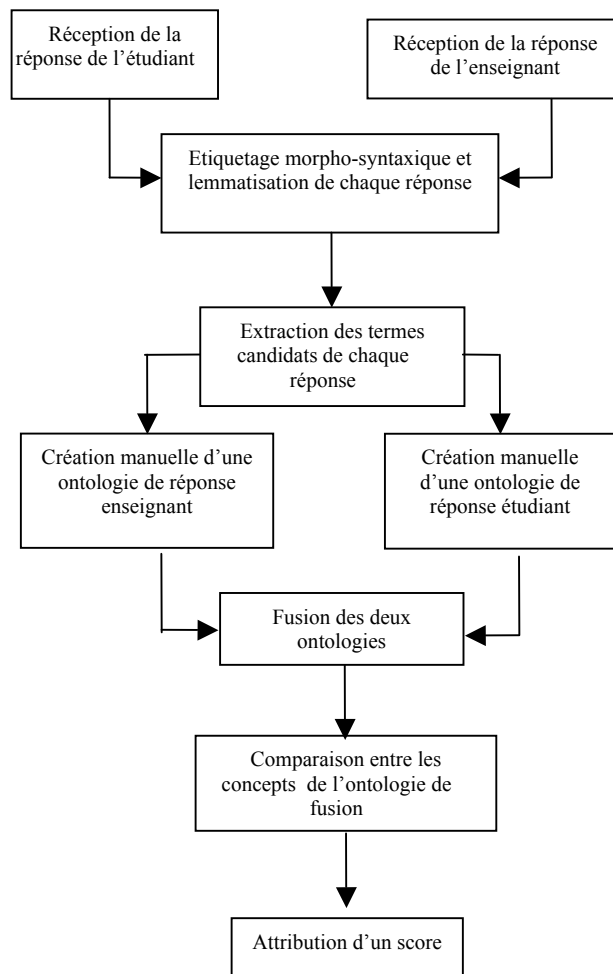


Figure 1. Approche proposée pour l'évaluation des QROCs

Nous avons opté pour la génération manuelle des ontologies des réponses modèle (de l'enseignant) et candidate (de l'étudiant), après avoir effectué des traitements sur les textes et extrait les concepts clés. Ceci est fait à l'aide de l'éditeur d'ontologie Protégé. Nous entamons, par la suite, l'étape de fusion des deux ontologies à l'aide de l'outil PROMPT (Noy et Musen 2000) et la comparaison à l'aide de la mesure de similarité de Wu et Palmer (Wu et Palmer 1994) pour pouvoir attribuer un score final. Notre approche présente l'avantage de pouvoir combiner l'utilisation des ontologies et les techniques de similarité. Cependant, elle n'est pas en mesure actuellement de résoudre les conflits de synonymes et la négation.

4. Le Scénario de l'Évaluation de la Question à Réponse Ouverte Courte

Dans cette section, nous proposons de décrire et mettre en évidence les principales caractéristiques de notre système et l'approche d'évaluation proposée pour les QROCs. Nous présentons donc le scénario suivant (Ben Salem et al. 2013).

Le tuteur alimente la base de données d'un module d'apprentissage avec des mots clés appropriés. Une fois la base de données est mise à jour, le tuteur choisit des mots-clés à partir de cette base et à partir d'une autre liste de verbes d'action afin que le système puisse concevoir des questions pour préparer des tests d'examen.

Ainsi, le système aura comme entrée des mots clés des différentes bases, il les combine et affiche une liste de choix de questions tout en respectant la forme désirée du corps de la question. En effet, le système développe une activité d'évaluation sommative en utilisant des mots clés potentiels d'un cours donné et des verbes d'action appropriés pour le type de question à réponse ouverte courte.

Le tuteur choisit parmi la liste des questions fourni par le système quelques unes et les dépose comme une activité d'évaluation sur la plateforme. Le tuteur prépare ses propres cartes conceptuelles dites Cartes Conceptuelles modèles pour la réponse correcte à chaque question du test d'examen.

Après avoir fait l'authentification, l'apprenant accède à l'espace de l'application pour passer son examen. Ensuite, il / elle développe ses réponses et il/elle en tire des cartes conceptuelles. Il / elle confirme ses réponses et les envoie.

Juste après, le système déclenche le processus de comparaison des cartes conceptuelles de tuteur avec celles de l'apprenant. Le processus de comparaison est effectué sur la base des techniques de mesure de similarité que nous allons évoquer dans la section suivante et sur la base aussi d'une ressource sémantique externe qui est WordNet (Ben Salem et al. 2013).

5. Notre Approche d'Aide à l'Évaluation des Questions à Réponse Ouverte Courte

Avant que le processus d'évaluation ne se déclenche, l'enseignant doit tout d'abord donner des questions à répondre par les étudiants. Les apprenants émettent leurs réponses dès qu'ils ont terminé ce qui leur est demandé. La correction se déroule sur trois étapes : prétraitement du texte de la réponse candidate, génération d'une carte de concepts correspondante, comparaison et mesure de similarité.

Comme il est difficile de formaliser et de traiter ce paragraphe développé en langage naturel par l'étudiant. Pour ce faire il faut utiliser des ressources sémantiques : les cartes conceptuelles pour identifier les différents liens entre les concepts, des mots clés potentiels de la réponse candidate, mais il faut tout d'abord éliminer ce qui reste du texte, le bruit. Pour ce faire, un prétraitement du texte écrit et une élimination des termes dits « stop words » doivent être effectués (fig.2).

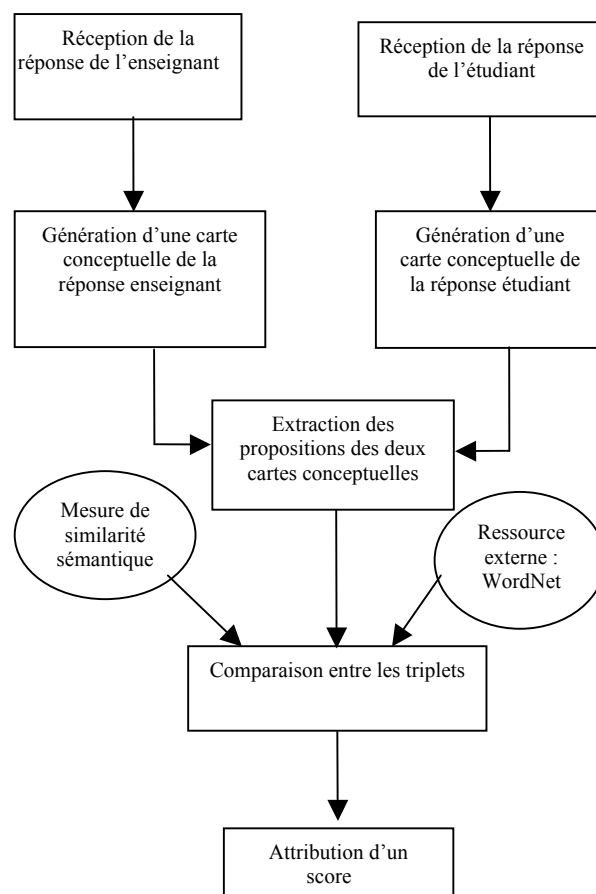


Figure 2. Approche d'aide à l'évaluation des QROCs

Comme notre objectif primordial est de pouvoir évaluer des questions à réponses ouvertes courtes sans perdre le fil d'idée ni les mots clés utilisés par l'étudiant dans sa réponse et aussi la sémantique, nous avons choisi d'utiliser les cartes de concepts. C'est un moyen de conversion du texte de la réponse en un arbre

sémantique qui contient les différents concepts potentiels clés. D'après Novak (Novak et Gowin 1984), les cartes de concepts, appelées aussi « Cmaps », sont définies comme étant :

" des outils graphiques pour l'organisation et la représentation des connaissances. Elles comprennent des concepts, souvent enfermés dans des cercles ou des boîtes d'un certain type, et des relations entre les concepts indiqués par une ligne de liaison entre deux concepts. Les mots de la ligne, dénommés aussi des mots de liaison ou des phrases de liaison, permettent de préciser la relation entre les deux concepts. "

Dans ce qui suit, nous allons décrire la structure des cartes de concepts et illustrer notre choix d'utiliser ses Cmaps. Nous citons en particulier :

- Les concepts sont représentés de façon hiérarchique : les concepts les plus généraux sont dans le haut de la carte et les plus spécifiques, c'est-à-dire les concepts moins généraux sont organisés hiérarchiquement en dessous.

- Les concepts sont représentés comme des nœuds: le triplet « nœud-lien-nœud » forme « une proposition » signifiante, parfois appelée unité sémantique (semantic unit ou unit of meaning) (Novak et Gowin 1984). Cette appellation désigne plus exactement que la proposition reproduit intégralement une phrase complète produite par le candidat, après avoir effectué le prétraitement.

- La structure hiérarchique de la connaissance permet de reproduire une idée particulière développée dans le texte de la réponse de l'étudiant

Nous entamons par la suite l'étape de comparaison des deux Cmaps celle de l'étudiant et celle de référence. Ce processus aura trois critères pour qu'il soit complet et efficace :

L'unité de comparaison doit être le triplet « concept1, relation, concept2 » : comme cette unité représente une idée (une phrase), nous pouvons par la suite comparer des idées et non pas des concepts seuls puisque ses derniers ne reflètent pas une pensée développée mais plutôt un mot clé uniquement. Cette comparaison est effectuée avec une mesure de similarité.

La hiérarchie doit être prise en considération : comme le Cmap est une représentation des connaissances du concept le plus général à celui particulier, nous devons garder un œil sur la position des propositions et leur appartenance au même niveau ou non lors du processus de comparaison des réponses. Ce critère doit être pris en considération car dans le cas contraire, nous pouvons avoir une proposition existante dans la réponse de référence mais qui n'a pas le même niveau que celle de la réponse candidate, d'où il y aura perte de la sémantique une autre fois.

La ressource externe comme WordNet : pour venir en aide au processus de comparaison et comprendre les termes utilisés par l'étudiant, nous allons avoir recours à ce réseau de synonymes pour avoir une idée si les concepts trouvés dans le Cmap de l'étudiant sont dans le même contexte de l'idée recherchée.

Dès que la tâche de comparaison entre les propositions est achevée, nous allons procéder à un calcul des résultats de la mesure de similarité. Finalement, nous allons calculer et attribuer un score pour la réponse de type ouverte courte de l'apprenant.

La similarité sémantique définit en effet comme étant l'appréhension de la liaison entre deux concepts d'une même arborescence. Pour ce faire, il faut utiliser des ressources sémantiques : les ontologies, c'est-à-dire des bases de connaissances. Elles seules permettent de montrer les différents liens que nous pouvons avoir entre des concepts (hypéronymie, antonymie, etc.). L'identification de la similarité dans les modèles de représentations des connaissances est un concept fondamental qui est adopté par plusieurs techniques telles que le regroupement, la fouille de données (data mining), le Web sémantique et en particulier, le domaine de la recherche de l'information. Parmi ces mesures nous citons: mesure de Rada (Rada et al. 1989), mesure de Resnik (Resnik 1995), mesure de Jiang et Conrath Jiang et Conrath 1997), mesure de Wu et Palmer (Wu et Palmer 1994), etc.

Nous allons opter pour une mesure de similarité qui tiendra en compte la notion d'hiérarchie des concepts dans la carte et aussi de la sémantique pour que notre approche soit proche de celle du processus d'évaluation manuelle.

6. Conclusion :

Notre approche permet d'aider l'enseignant à effectuer une évaluation de types de questions à réponse ouverte courte en se basant sur les termes et les relations candidats qui représentent les propositions de la carte de concepts relative à la réponse de l'apprenant et de les comparer aux propositions de la carte de l'enseignant. Ceci est fait à l'aide d'un calcul de la mesure de similarité. Ce processus de comparaison doit respecter impérativement les trois critères suivants : comparer des propositions et non des concepts, respecter la hiérarchie au cours du processus et faire recours à une ressource externe à savoir WordNet. Notre approche présente l'avantage de pouvoir combiner l'utilisation des cartes conceptuelles et les techniques de similarité sémantiques.

References

- [1] Ben Salem, S.; Cheniti Belcadhi, L. and Braham, R. 2010. Evaluation semi automatique des questions à réponse ouverte pour le web sémantique. In Workshop : Applications médicales de l'informatique : Nouvelles approches, cinquième édition. Tunisie.
- [2] Ben Salem S.; Cheniti Belcadhi L. and Braham R. 2013. Using Concept Maps in Knowledge Assessment of Short and Open Answer Questions. In the 6th International Workshop on Social and Personal Computing for Web-Supported Learning Communities SPeL. Roumanie.
- [3] Cheniti Belcadhi, L.; Harchay, A., Braham and R.

2008. SWAP-LEARN : un environnement pour l'évaluation et l'apprentissage. In Workshop : Applications médicales de l'informatique : Nouvelles approches, quatrième édition, 24-27. Tunisie.

[4] Daniau, S. and Bélanger, P. 2008. Synthèse des publications en langue française sur l'évaluation formative de la formation de base ne milieu de travail. Dans L'enseignement, l'apprentissage et l'évaluation des adultes : pour de meilleurs compétences de base. Editions OCDE, disponible sur : <http://dx.doi.org/10.1787/172252366268>

[5] Gouli, E. ; Gogoulou, A. ; Papanikolaou K. and Grigoriadou M. 2004. Compass: an adaptive web-based concept map assessment tool. In Proceeding of the First Int. Conference on Concept Mapping, Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Spain.

[6] Jiang, J. and Conrath, D. 1997. Semantic similarity based on corpus statistics and lexical taxonomy. In Proceedings of International Conference on Research in Computational Linguistics. Taiwan.

[7] Laurent, C.; Judy, K. and Amanda, M. 2003. Incremental student modelling and reflection by verified concept-mapping VCM. In the 11th International Conference on Artificial Intelligence in Education, 219-227.

[8] Leacock, C. 2003. C-rater: Automated Scoring of Short-Answer Questions. In Computers and humanities journal, 37: 389-405.

[9] Mitchell T.; Russell T.; Broomhead P. and Aldridge N. 2002. Towards Robust Computerised Marking of Free-Text Responses. In Proceedings of the 6th CAA Conference. Loughborough

[10] Norman, G. 1995. Evaluation methods: A resource

handbook. Program for educational development, program for faculty development and Educating Future Physicians of Ontario (EFPO), 1-13. McMaster University, Ontario, Canada.

[11] Noy, N. F. and Musen, M. A. 2000. PROMPT: Algorithm and Tool for Automated Ontology Merging and Alignment. In AAAI conferences, American Association for Artificial Intelligence (www.aaai.org).

[12] Novak, J. D. and Gowin, D. B. 1984. Learning How To Learn. Cambridge University Press.

[13] Pérez-Marín, D. ; Pascual-Nieto, I. and Rodriguez, P. 2009. Computer-assisted assessment of free-text answers. The Knowledge Engineering Review 24(4), 353-374.

[14] Rada, R.; Mili, H.; Bicknell, E. and Blettner, M. 1989. Development and application of a metric on semantic nets. The IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics journal, 17-30.

[15] Resnik, P. 1995. Using information content to evaluate semantic similarity in taxonomy. In Proceedings of 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence. Montreal.

[16] Romans, L.; Alla, A. N.; Marks, V. and Janis, G. 2010. Feedback in the concept map based intelligent knowledge assessment system. Proceeding in Scientific journal of Riga technical university Computer science applied computer science.

[17] Wu, Z. and Palmer, M. 1994. Verb semantics and lexical selection. In Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the Associations for Computational Linguistics, 133-138.

Tsaap-Notes – Plateforme de prise de notes collaborative étendue

Franck Silvestre

2^{ème} année de doctorat

Laboratoire IRIT, Université Toulouse III, 118 Route de Narbonne, F-31062 TOULOUSE CEDEX 9

franck.silvestre@irit.fr

Résumé

Plusieurs études ont montré les bénéfices apportés par les systèmes de prise de notes collaborative, les systèmes de micro-blogging et les systèmes de votes interactifs dans différents contextes d'apprentissage. Dans cet article, nous nous intéressons plus particulièrement au contexte des cours dispensés en face à face à un grand nombre d'étudiants. Nous présentons Tsaap-Notes, une plate-forme de prise de notes collaborative reposant sur un système de micro-blogging et intégrant les fonctionnalités de systèmes de votes interactifs. Tsaap-Notes combine les fonctionnalités des trois systèmes afin d'améliorer et de renforcer les bénéfices qu'apportent chacun des systèmes pris séparément. L'article présente également les résultats encourageants provenant d'une première expérimentation réalisée avec un groupe de quarante étudiants.

Prise de notes collaborative, micro-blogging, système de votes interactifs, mobilité.

1. Introduction

Différentes études ont démontré les bénéfices de l'utilisation pendant les cours des systèmes de prise de notes collaborative (Kam et al. 2005), des systèmes de micro-blogging (Junco et al. 2011) et des systèmes de votes interactifs (Caldwell 2007). Parmi les bénéfices communs les plus notables induits par l'utilisation de ces trois types de systèmes, nous trouvons la construction collaborative de connaissances et l'augmentation de l'engagement des étudiants. Ces trois types de systèmes ont des caractéristiques qui leur sont propres : le micro-blogging offre une orientation « réseau social » (Kwak et al. 2010) et s'utilise sur tous les dispositifs connectés à Internet de plus en plus présents dans les salles de cours (ordinateurs, tablettes, smartphones) (Ebner 2009) ; les dispositifs de prise de note collaborative permettent l'annotation des ressources numériques diffusées pendant le cours (par exemple annotations des diapositives) (Kam et al. 2005); enfin, les systèmes de votes interactifs maximisent l'engagement des étudiants (Gauci et al. 2009), et donnent à l'enseignant l'opportunité de

déclencher et d'arbitrer des discussions constructives entre les étudiants (Uhari, M. et al. 2007).

L'hypothèse que nous souhaitons valider dans le cadre de nos travaux est qu'une combinaison adéquate des fonctionnalités des trois systèmes permet d'améliorer et de renforcer les bénéfices qu'apportent les différents systèmes pris séparément. En d'autre terme, nous souhaitons montrer que le tout est plus grand que la somme de ses parties quand il s'agit de l'utilisation de différentes approches d'apprentissage collaboratif pendant le cours.

Afin de valider notre hypothèse, nous avons conçu et développé Tsaap-Notes, un système de prise de notes collaborative, reposant sur un système de micro-blogging et intégrant les fonctionnalités d'un système de votes interactifs.

Nos contributions, dans l'état d'avancement actuel de nos travaux, portent sur (1) la conception, la construction et la mise à disposition de Tsaap-Notes, (2) l'analyse des résultats de la première expérimentation menée auprès de 40 étudiants de Master utilisant Tsaap-Notes.

La suite de l'article se décompose de la manière suivante : la section 2 présente l'analyse ayant motivé et guidé la conception de Tsaap-Notes ; la section 3 présente la plateforme Tsaap-Notes détaillant uniquement les fonctionnalités à forte valeur ajoutée ; la section 4 présente les résultats de la première expérimentation réalisée auprès d'un groupe de quarante étudiants en Master Informatique de l'Université de Toulouse III ; enfin nous concluons et présentons les perspectives guidant nos travaux futurs.

2. Trois en un – Pourquoi ?

La prise de notes est une activité importante des étudiants participant à un cours. Dans leur étude (Steimle et al. 2007), les auteurs montrent que la proportion d'étudiants prenant des notes pendant le cours varie entre 60% et 95%. Toutes les disciplines sont concernées. En conséquence, la prise de notes est une activité qui touche toutes les disciplines et durant laquelle la grande majorité des étudiants produisent du contenu en réaction au cours auquel ils participent.

S'appuyant sur les théories sociales de l'apprentissage, l'étude (Kam et al. 2005) présente les résultats et bénéfices de l'utilisation de l'outil de prise de notes collaborative Livenotes. Le partage, la confrontation des différentes contributions et l'exploitation des contributions pendant le cours par l'enseignant sont autant de facteurs positifs pour l'apprentissage déclenchés par la prise de notes collaborative. Dans leur étude (Kiewra et al. 1988) sur les différentes modalités de prise de notes, les auteurs ont montré que les étudiants atteignent un niveau de rétention maximum des connaissances diffusées pendant le cours quand ils peuvent annoter les supports. Cette fonctionnalité se retrouve dans la plupart des dispositifs de prise de notes actuels : Livenotes par exemple offre la possibilité d'importer la diapositive présentée pendant le cours dans l'interface donnée aux étudiants pour prendre des notes. L'utilisation d'un wiki pour la prise de notes collaborative pendant les cours présentée dans (O'Neill 2005) ou l'utilisation d'un éditeur de texte collaboratif décrit dans (Habert 2012) confirment les différents bénéfices de la prise de notes collaborative. Sur le volet non-académique, la société Unishared (<http://www.unishared.com>) fournit une plate-forme collaborative de prise de notes reposant sur Google Drive. L'école de commerce "ESCP Europe" a signé un partenariat avec Unishared afin de promouvoir l'utilisation de la plate-forme collaborative de prise de notes auprès de tous ses étudiants.

Les outils actuels de prise de notes collaborative suivent tous la même approche : un unique document partagé reçoit toutes les contributions. Chaque étudiant doit écrire sur le même document pour collaborer. Même si cette approche est techniquement viable aujourd'hui, elle ne facilite pas la participation d'un grand nombre d'étudiants. Livenotes est présenté comme un outil pour travailler avec de petits groupes de cinq étudiants au plus ; dans (Léo 2012), Clément Delangue un des trois étudiants cofondateur d'Unishared explique que, dans la pratique, afin d'éviter le désordre dans le document partagé, seuls deux à trois étudiants contribuent à la rédaction du document pendant le cours. En conséquence, pour les cours s'adressant à un large auditoire, les outils actuels ne sont pas conçus pour favoriser la participation du plus grand nombre. De fait, certains des avantages de la prise de notes collaborative sont réduits: les retours obtenus par les enseignants ne concernent qu'une très petite partie de l'auditoire et il n'y a aucun moyen de savoir quels sont les réels bénéfices pour les étudiants qui ne prennent pas part à la prise de notes collaborative. De plus, le résultat de cette approche, le document partagé, offre une vue unique pour tous les étudiants. Il n'existe aucun moyen pour chaque étudiant d'extraire une vue personnalisée du document, de conserver ou de rejeter certaines contributions de manière simple.

Le micro-blogging s'est largement répandu depuis la naissance de Twitter. Le micro-blogging s'est

rapidement imposé comme un outil efficace de partage et de construction collaborative de connaissances pouvant être utilisé à tout moment, n'importe où, avec tous les périphériques connectés à Internet (Cheng et Evans 2009). Différentes utilisations du micro-blogging ont été expérimentés dans l'éducation (Borau et al. 2009 ; Davidov et al. 2010). Plusieurs études telles que celles présentées dans (Ebner et al. 2010) ou (Grosbeck et Holotescu 2008) montrent les bénéfices que le micro-blogging peut offrir en tant qu'activité d'apprentissage. De plus l'approche micro-blogging n'impose aucune restriction sur le nombre de contributeurs : tous les étudiants d'un très large auditoire peuvent exposer leurs propres idées sans qu'elles soient agrégées dans un seul document. Le micro-blogging n'est pas orienté "document partagé unique", au contraire, l'approche micro-blogging offre des fonctionnalités de personnalisation avancées permettant à chaque étudiant de personnaliser des vues sur un grand nombre de contributions. Ainsi, chaque étudiant est capable de retenir ou de rejeter les contributions en utilisant les fonctionnalités de recherche à facette basées sur des hashtags, mentions et favoris.

Plusieurs expériences montrent que les systèmes de votes interactifs sont très efficaces pour motiver et engager les étudiants (Uhari et al. 2003 ; Gauci et al. 2009) ainsi que pour améliorer les résultats des étudiants participant aux votes interactifs (Shaffer, D. et Collura, M. 2009). L'étude de (Gauci et al. 2009) insiste sur le fait que les résultats obtenus permettent d'orienter les discussions pendant le cours. Ces résultats donnent l'occasion à tous les participants (enseignants et apprenants) de donner et de recevoir plus d'explications ou de résoudre des conflits sociocognitifs. Ces agréments accompagnant le déroulement du cours sont des candidats remarquables pour déclencher la prise de notes.

Tsaap-Notes a été conçu et développé comme un dispositif de prise de notes collaboratif utilisant l'approche micro-blogging pour dépasser les limites des systèmes de prise de notes actuels et intégrant les fonctionnalités de votes interactifs afin de renforcer l'engagement des étudiants pendant le cours et plus particulièrement dans l'activité de prise de notes. Nous présentons dans le paragraphe suivant Tsaap-Notes en mettant l'accent sur la conception des principales fonctionnalités de la plateforme.

3. Tsaap-Notes

Premier aperçu

Tsaap-Notes est une application web. Pour utiliser l'application il suffit de créer un compte sur la plateforme (<http://notes.tsaap.eu/tsaap-notes>). Chaque titulaire de compte a accès aux mêmes fonctionnalités: un utilisateur peut poster des notes, créer des scopes qui permettent d'agréger un flux de notes, s'abonner à

un ou plusieurs scopes. Quand un utilisateur s'abonne à un scope, il reçoit une notification lorsque de nouvelles notes ont été ajoutées au scope. La taille d'une note est limitée à 280 caractères. Une note peut contenir des hashtags qui sont utilisés pour qualifier et indexer la note. Un utilisateur peut marquer une note comme favorite et peut répondre à une note particulière. La distinction entre un enseignant et un étudiant est faite quand un utilisateur crée un scope : l'utilisateur doit indiquer si il est enseignant pour le scope qu'il vient de créer. Un utilisateur peut utiliser Tsaap-notes avec son smartphone, son ordinateur ou tout autre appareil qui est connecté à Internet. La figure 1 montre l'interface de Tsaap-Notes à partir d'un smartphone.

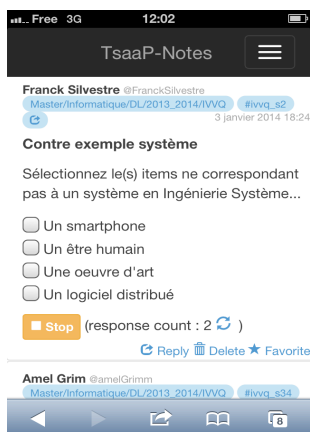


Figure 1. L'interface de Tsaap-Notes dans un smartphone

Lier les ressources du cours avec les notes

Les plates-formes de micro-blogging traditionnelles ne sont pas conçues pour annoter des ressources. Tout au plus il est possible de renseigner dans un message une URL ou un hashtag référençant respectivement une ressource ou un événement. Le concept de scope a été introduit dans Tsaap-Notes pour prendre en charge de manière transparente le double lien « physique » et sémantique entre une ressource présentée pendant le cours et un flux de notes relatif à la ressource.



Figure 2. Exemple de scope

Un scope est caractérisé par un nom, une description pouvant contenir des tags et l'URL de la ressource cible, généralement une ressource présentée pendant le cours. Une note dans Tsaap-Notes peut être liée à un scope. Dans ce cas, la note hérite des hashtags spécifiés dans la description du scope. La figure 2 montre un exemple de scope dans l'interface de Tsaap-Notes.

Un « fragment » est un hashtag technique (non sémantique) utilisé pour identifier un fragment de la ressource référencée par un scope. Une note liée à un scope peut également être liée à un « fragment » i.e. à une sous partie de la ressource utilisée pendant le cours.

Afin de permettre l'annotation des ressources utilisées pendant le cours qui est préconisée dans (Kiewra et al. 1988), nous avons mis en place dans Tsaap-notes la fonction permettant l'intégration dans une page Web de la liste des notes liées à un scope et à un « fragment ».

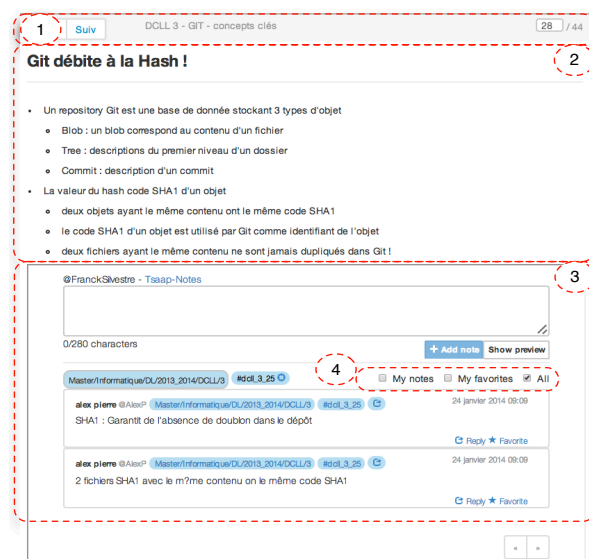


Figure 3. Tsaap-Notes intégré dans une page web contenant une diapositive

Ensuite, en parallèle de Tsaap-Notes, nous avons développé une solution reposant sur le standard OASIS DocBook (<http://www.docbook.org>) permettant d'obtenir les diapositives du support de cours au format HTML. Une feuille de style transforme le XML Dockbook en HTML et génère un site Web contenant le diaporama et la version intégrée de Tsaap-Notes affichant les notes liées à la diapositive en cours. Dans ce cas d'utilisation, l'URL du scope correspond à l'URL du diaporama et chaque diapositive est associée à un fragment. La figure 3 montre la vue intégrée de Tsaap-notes dans une page Web contenant une diapositive utilisée lors d'un cours. La première zone délimitée en rouge est une barre de navigation permettant aux étudiants de naviguer sur les diapositives présentées durant le cours. La deuxième zone affiche le contenu de la diapositive en cours. La troisième zone est l'interface intégrée de Tsaap-notes permettant à l'étudiant d'ajouter et de consulter les notes liées à la diapositive en cours.

Le triptyque "fragment - scope - vue intégrée" est la solution mise en œuvre dans Tsaap-Notes pour relier de manière transparente « physiquement » et sémantiquement une ressource utilisée pendant le cours avec les notes qui lui sont relatives. Cette liaison automatique entre les notes et les diapositives permet aux étudiants d'annoter les supports de cours.

Vues personnalisées réutilisables

Nous avons exposé précédemment que les fonctions de personnalisation offertes par les plateformes de micro-blogging actuelles sont intéressantes dans la

perspective de l'apprentissage. Cependant, ces fonctions ne permettent pas aux étudiants d'accéder facilement à leurs propres filtres sur les différents contenus fournis par tous les contributeurs dans le contexte d'un cours. Tsaap-notes propose à chaque utilisateur accédant à une liste de notes la possibilité de filtrer la liste afin qu'elle ne contienne que les notes les plus pertinentes pour lui. Dans figure 3, la quatrième zone rouge contient l'interface permettant d'activer la fonction de filtre: l'utilisateur peut activer ou désactiver trois options d'affichage pour une diapositive donnée :

- L'affichage de toutes les notes liées à la diapositive,
- L'affichage des notes écrites par l'utilisateur,
- L'affichage des notes que l'utilisateur a marqué comme favorites.

Les différentes combinaisons de ces options permettent par exemple à l'étudiant dans un premier temps de consulter toutes les contributions et de sélectionner celles qui sont les plus pertinentes pour lui (en les marquant comme favorites), puis pendant une préparation d'examen de se concentrer sur la liste des notes dont il est l'auteur et de celles qu'il a sélectionnées.

Le système de votes interactifs



Figure 4. L'édition d'une question

Pour doter Tsaap-Notes de la fonction de système de votes interactifs, nous avons mis en œuvre la fonction que nous désignons par l'expression « note as a question » : l'enseignant peut saisir le contenu d'une note au format Moodle Gift (http://docs.moodle.org/2x/fr/Format_GIFT) pour décrire une question interactive. Ensuite, le moteur de Tsaap-Notes est en mesure de proposer à la demande de l'enseignant l'interface permettant aux étudiants de répondre à la question. Le moteur Tsaap-Note, toujours à la demande de l'enseignant, est en mesure de présenter une vue graphique instantanée des résultats. La vue des résultats est partagée avec l'ensemble des étudiants. La figure 4 donne un exemple d'édition de question. L'ajout d'une question s'appuie sur la même interface d'ajout de note. Lorsque la note est ajoutée, elle est traitée par Tsaap-Notes pour générer la vue correspondant à une question si le texte entré par l'enseignant est un texte conforme avec le format Moodle Gift. L'auteur de la question peut contrôler le début et l'arrêt de la période de soumission de réponses.

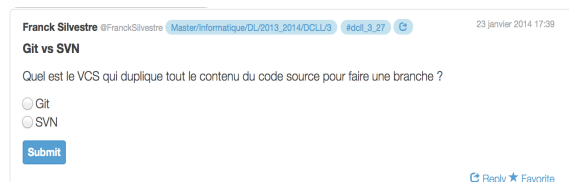


Figure 5. Interface de soumission d'une réponse

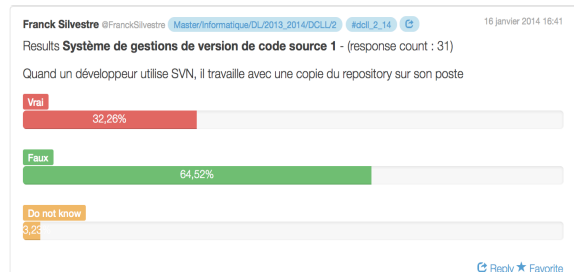


Figure 6. Affichage des résultats

La figure 5 montre l'interface de soumission proposée à tous les autres utilisateurs. Les étudiants soumettent leurs réponses au système en utilisant les éléments d'interaction offerts par l'interface (boutons radio, cases à cocher, bouton Soumettre).

La figure 6 présente l'affichage des résultats lorsque l'enseignant ferme la période de soumission.

L'utilisation du format Moodle Gift permet d'injecter les questions posées pendant le cours dans une plateforme Moodle. Cette fonctionnalité permet aux étudiants d'une organisation utilisant Moodle de rejouer les questions après le cours, par exemple pour préparer leurs examens.

4. Premiers résultats

Nous avons mené une mise à l'essai avec un groupe de quarante étudiants de Master 1 Informatique de l'Université Toulouse III dans le contexte du cours Développement Collaboratif et Logiciels Libres (DCLL). La première partie du cours est composée de dix heures de cours en face à face avec la totalité du groupe. À l'heure où nous rédigeons cet article, seulement quatre heures de cours ont eu lieu. Avant le début du cours, il a été indiqué aux étudiants que l'utilisation de Tsaap-notes était facultative ; une présentation de l'outil d'une quinzaine de minutes a été faite ; nous avons invité les étudiants à nous donner leur avis au cours de leur utilisation pour améliorer Tsaap-Notes.

Toutes les questions qui ont été posées pendant le cours en utilisant le système de votes interactifs de Tsaap-Notes ont été ensuite injectées dans la plateforme Moodle de l'Université dans l'espace correspondant au cours DCLL.

Résultats quantitatifs

Le tableau 1 présente les statistiques portant sur l'activité de prise de notes pendant les cours, tandis que le tableau 2 présente les indicateurs qui permettent

d'évaluer l'impact des votes interactifs sur l'activité des étudiants. Le premier résultat notable est le pourcentage d'étudiants ayant répondu aux questions : 78% soit 32 étudiants. Ce nombre confirme l'efficacité du système de votes interactifs sur la capacité à engager le plus grand nombre d'étudiants. Dix étudiants ont participé à la prise de notes collaborative ce qui dépasse les nombres constatés sur les dispositifs présentés dans la section 2. Il est remarquable que le nombre de notes prises sur des diapositives faisant l'objet d'au moins une question interactive représente 65% de toutes les notes prises. Enfin, le nombre de diapositives proposant des questions interactives ne représente que 8% de toutes les diapositives présentées pendant les cours. En résumé, 65% de la prise de notes collaborative est réalisée sur 8% des diapositives, celles associées à des questions interactives.

TABLEAU 1. STATISTIQUES SUR L'ACTIVITE PRISE DE NOTES

Nombre d'heures de cours	4
Nombre de diapositives présentées	62
Nombre de notes prises par les étudiants	23
Nombre de contributeurs	10 (25%)
Nombre moyen de notes par étudiant	0.58
Nombre moyen de notes par contributeur	2.3
Nombre moyen de notes par diapositives	0.37

TABLEAU 2. IMPACT DES VOTES INTERACTIFS

Nombre moyen d'étudiants répondant aux questions	32 (78%)
Nombre de notes prises sur les diapositives faisant l'objet d'au moins une question interactive	15 (65%)
Nombre moyen de notes par diapositive faisant l'objet d'au moins une question interactive	3
Nombre moyen de notes par diapositive ne faisant pas l'objet de question interactive	0.14
Nombre de diapositives faisant l'objet d'au moins une question interactive.	5 (8%)

Cette première expérience sur l'utilisation de Tsaap-Notes (1) confirme les résultats des travaux sur les systèmes de votes interactifs : les questions interactives proposées durant le cours engagent la grande majorité des étudiants, la plupart d'entre eux répondent aux questions, (2) montre que le retour immédiat apportés par la présentation des résultats des votes interactifs renforce la prise de notes collaborative : la majorité des notes ont été prises après la présentation des résultats d'une question interactive (3) témoigne d'une amélioration notable sur le nombre d'étudiants participant à la prise de notes collaborative au regard des dispositifs décrits en section 2.

Résultats qualitatifs

Bien que le cours n'était pas encore terminé à la rédaction de cet article, nous avons demandé aux étudiants de remplir un questionnaire afin d'obtenir un retour qualitatif sur Tsaap-Notes. Nous avons obtenu 25 réponses. Le tableau 3 présente les résultats obtenus

sur les questions où la réponse attendue était «oui» ou «non».

TABLEAU 3. RÉSULTATS OBTENUS SUR LES QUESTIONS DE TYPE "OUI/NON"

	Oui	Non
Prévoyez-vous d'utiliser Tsaap-Notes pour réviser votre cours avant l'examen ?	22 (88%)	3 (12%)
Prévoyez vous de rejouer les questions interactives dans Moodle ?	7 (28%)	18 (72%)

22 étudiants (sur 25) prévoient d'utiliser Tsaap-Notes lors de la préparation de leurs examens, et sept prévoient de rejouer les questions dans Moodle. Ces résultats nous semblent confirmer la pertinence de Tsaap-notes pour les étudiants.

TABLEAU 4. RÉSULTATS SUR QUESTION DE TYPE ÉCHELLE DE LICKERT

	Échelle	Moyenne
Jusqu'à présent, comment qualifieriez-vous votre expérience avec Tsaap-Notes?	1 pour "très négative", 5 pour "très positive"	3.68

Enfin, nous avons demandé aux étudiants de qualifier leur expérience avec Tsaap-Notes à l'aide d'une échelle de Likert de cinq niveaux : 1 pour "expérience très négative", 5 pour «expérience très positive". La valeur moyenne obtenue est de 3,68. Les étudiants ont globalement perçu l'utilisation de Tsaap-Notes comme une expérience positive.

5. Conclusion et perspectives

La prise de notes collaborative, le micro-blogging et les systèmes de votes interactifs sont trois approches pour améliorer la motivation et l'engagement des étudiants. Dans cet article, nous avons présenté Tsaap-Notes, une solution que nous avons conçue et développée pour améliorer et renforcer les bénéfices offerts par ces trois approches. Nous avons présenté des résultats encourageants issus de notre première expérimentation : les résultats quantitatifs tendent à valider notre hypothèse qu'une combinaison adéquate des fonctionnalités des systèmes de prise de notes collaborative, des systèmes de micro-blogging et de systèmes de votes interactifs améliore et renforce les bénéfices apportés par ses systèmes lorsqu'ils sont utilisés séparément ; les résultats qualitatifs montrent que les étudiants trouvent Tsaap-notes utile et qu'ils ont vécu une expérience positive avec l'outil. Ils ont également donné certaines pistes d'amélioration.

À court terme, notre travail se concentrera sur deux axes. Nous devons travailler en premier lieu à la mise en place de nouvelles expérimentations afin de recueillir plus de données dans un contexte moins biaisé. Nous souhaitons notamment une mise en situation où l'enseignant n'est pas le concepteur du produit et où la discipline n'est pas nécessairement de l'informatique. Sur l'axe fonctionnel, nous souhaitons

offrir aux enseignants et aux étudiants les premiers tableaux de bord personnalisés issus de l'activité sur Tsaap-Notes. L'objectif est d'offrir aux enseignants des informations pouvant les aider (1) dans la conception de leurs cours en détectant par exemple les parties de cours non couvertes par les questions interactives (2) dans le suivi des étudiants à travers leur activité de prise de notes et leurs résultats aux questions interactives. Côté étudiant, l'objectif est de fournir à chaque étudiant, en fonction des résultats obtenus aux questions des indications personnalisées les guidant sur les parties du cours probablement mal maîtrisées.

À moyen terme, nous envisageons l'exploration approfondie des possibilités d'assistance aux enseignants dans la conception de cours favorisant l'apprentissage collaboratif en étudiant notamment la génération automatique de questions interactives à partir des supports de cours. À plus long terme, nous souhaitons explorer davantage le potentiel offert par Tsaap-Notes dans le champ du Learning Analytics. L'étude présentée dans (Pennacchiotti, M. et Popescu, A. 2011) sur la base des données analysées à partir de Twitter donne de bonnes pistes d'exploitation des données issue d'une plateforme de micro-blogging. Toutes les contributions (notes, réponses aux questions) fournies par les étudiants et les enseignants dans la grille sémantique construite par les mots-clés, les mentions, les favoris sont un terreau exceptionnel pour fournir des fonctions intelligentes telles que les fonctions de recommandation ou des fonctions de tutorat applicables quelle que soit la discipline.

Références

- Borau, K., Ullrich, C., Feng, J., and Shen, R. 2009. Microblogging for language learning: Using twitter to train communicative and cultural competence. In *Advances in Web Based Learning-ICWL 2009*, 78-87.
- Caldwell, J. 2007. Clickers in the large classroom: current research and best-practice tips. *CBE-Life Sciences Education* 6.1: 9-20.
- Cheng, A. and Evans, M. 2009. An In-Depth Look Inside the Twitter World. In <http://www.sysomos.com/insidetwitter>
- Davidov, D., Tsur, O. and Rappoport, A. 2010. Enhanced sentiment learning using twitter hashtags and smileys. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Computational Linguistics: Posters*. Association for Computational Linguistics.
- Ebner, M. 2009. Interactive lecturing by integrating mobile devices and micro-blogging in higher education. *Journal of Computing and Information Technology* 17.4: 371-381.
- Ebner, M., Lienhardt, C., Rohs, M., and Meyer, I. 2010. Microblogs in Higher Education—A chance to facilitate informal and process-oriented learning?. *Computers & Education*, vol. 55, no 1, p. 92-100.
- Gauci, S., Dantas, A., Williams, D., and R. Kemm, 2009. Promoting student-centered active learning in lectures with a personal response system. *Advances in Physiology Education*, vol. 33, no 1, p. 60-71.
- Grossecq, G., and Holotescu. C. 2008. Can we use Twitter for educational activities. In 4th international scientific conference, eLearning and software for education, Bucharest, Romania.
- Habert, B. 2012 “Notes de cours collaboratives” in <http://archinfo02.hypotheses.org/38>.
- Junco, R., Heiberger, G., and Loken, E. 2011. The effect of Twitter on college student engagement and grades. *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 27, no 2, p. 119-132.
- Kam, M., Wang, J., Iles, A., Tse, E., Chiu, J., Glaser, D., Tarshish, O., and Canny, J. 2005. Livenotes: a system for cooperative and augmented note-taking in lectures. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. ACM, p. 531-540.
- Kiewra, K., DuBois, N., Christian, D. and McShane, A. 1988. Providing study notes: Comparison of three types of notes for review. *Journal of Educational Psychology*, vol. 80, no 4, p. 595
- Kwak, K., Lee, C., Park, H., and Moon, S. 2010. What is Twitter, a social network or a news media?. In *Proceedings of the 19th international conference on World wide web*. ACM. p. 591-600.
- Leo, 2012. Interview Clément Delangue, fondateur Unishared. <http://else-et-esse.fr>
- O'Neill, M. 2005. Automated use of a wiki for collaborative lecture notes. *ACM SIGCSE Bulletin*. ACM. p. 267-271.
- Pennacchiotti, M., and Popescu, A. 2011. A Machine Learning Approach to Twitter User Classification. *ICWSM*.
- Shaffer, D. and Collura, M. 2009. Evaluating the effectiveness of a personal response system in the classroom. *Teaching of Psychology*, vol. 36, no 4, p. 273-277.
- Steimle, J., Gurevych, I., and Mühlhäuser, M. 2007. Note-taking in University Courses and its Implications for eLearning Systems. In *DeLFI. 2007*. p. 45-56.
- Uhari, M., Renko, M., and Soini, H., 2003. Experiences of using an interactive audience response system in lectures. *BMC Medical Education* 3.1 : 12.

Aide à l'opérationnalisation de situations pédagogiques sous forme de patrons dans un environnement de formation à distance.

Zeyneb Tadjine

1^{ère} année de doctorat

LIUM (Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine)
IUT de Laval, 52 Rue des docteurs Calmette et Guérin, 53020 Laval Cedex 9 France,
zeyneb.tadjine@univ-lemans.fr

Résumé

L'objectif de cet article est d'étudier les besoins d'enseignants concepteurs lors des phases de conception pédagogique et d'opérationnalisation du processus d'ingénierie d'un EIAH. Nous cherchons plus particulièrement, à répondre au besoin de concevoir des scénarios pédagogiques réutilisables et surtout opérationnalisables sur une plateforme cible. Nous proposons dans un premier temps deux processus qui vont nous permettre de rapprocher le langage métier de l'enseignant à celui des plateformes pour une migration simplifiée et avec un minimum de perte sémantique. Dans un deuxième temps nous étudions la faisabilité des services proposés lors de chaque processus.

I. Introduction

La production d'un EIAH (Environnement Informatique d'Apprentissage Humain) met en œuvre un ensemble de modèles, concepts et techniques informatiques spécifiques. Ceci concerne aussi bien des aspects relatifs au génie logiciel, à la représentation des connaissances, aux interfaces homme machine qu'à la prise en compte des techniques récentes ou des processus émergents de normalisation (Pernin 2005). Par conséquent, formaliser et mettre en place des situations d'apprentissage sur un EIAH obligent les enseignants à se familiariser avec ces nouveaux concepts et techniques et acquérir des compétences dans le domaine de la conception pédagogique (Ortiz et al. 2009). Tenant compte de ces enjeux, nous cherchons à apporter une aide aux enseignants concepteurs au cours des activités d'ingénierie du processus d'apprentissage. En particulier, la complexité réside dans la réussite à coordonner entre la conception et la mise en œuvre des scénarios pédagogiques sur les plateformes de formation. Cette complexité, invite à une préparation minutieuse de la situation d'apprentissage à réaliser, cette préparation a été largement étudiée dans le domaine de la conception pédagogique (Koper et Tattersall 2005). Un scénario décrit une situation d'apprentissage, il est l'artefact résultant de l'activité de conception pédagogique. Notre travail vise l'expressivité, la réutilisation et le partage de ces scénarios pédagogiques (Choquet 2007) tout en

s'assurant de leur opérationnalisation, c'est-à-dire leur mise en œuvre sur une plateforme de formation. Pour cela, nous proposons d'offrir aux enseignants une aide pour opérationnaliser leurs scénarios sur une plateforme cible. Une telle aide s'avère nécessaire en raison des contraintes techniques que les plateformes imposent lors de la phase d'opérationnalisation. En effet, ces plateformes offrent un choix très varié de services et de métiers ce qui complique leur appropriation. En particulier un simple changement de plateforme peut représenter pour l'enseignant, non seulement un changement de ses habitudes de travail, mais aussi une charge supplémentaire, surtout dans le cas où la nouvelle plateforme ne supporte pas exactement les concepts pédagogiques proposés tels qu'ils sont scénarisés.

La première partie de cet article consiste à étudier des approches et des outils existants pour la conception pédagogique et l'opérationnalisation. La deuxième partie présente notre contexte et notre problématique de recherche. Dans la troisième partie, nous allons introduire la méthodologie de recherche qui nous a conduit vers l'explicitation de deux processus qui illustreront nos premiers éléments de proposition.

II. Etat de l'Art et Identification des Besoins

La recherche dans le domaine des EIAH a conduit à de nombreuses approches se basant sur un ensemble de processus, méthodes, modèles et outils. Le Learning Design, représente une de ces approches, elle constitue l'un des thèmes principaux de notre travail de recherche. Cette approche permet la formalisation et l'organisation de la situation d'apprentissage au moyen de langages de modélisation pédagogique comme PALO (Rodriguez et Verdejo 2004), LDL (Ferraris et al. 2007), IMS-LD (IMS-LD 2014), ou de standards de gestion de contenu (Tattersall et al. 2005). L'opérationnalisation de ces situations d'apprentissage constitue l'autre préoccupation majeure sur laquelle nous travaillons actuellement en lien avec la conception pédagogique. Nous présentons dans ce qui suit les différents travaux autour de la conception pédagogique et l'opérationnalisation.

1. Conception Pédagogique

Selon (Berger et Kam 1996) la conception pédagogique, ou le Learning Design est "*the systematic development of instructional specifications using learning and instructional theory to ensure the quality of instruction. It is the entire process of analysis of learning needs and goals and the development of a delivery system to meet those needs. It includes development of instructional materials and activities and tryout and evaluation of all instruction and learner activities*". Elle s'applique suivant un processus itératif (Pernin et Lejeune 2004) considérant l'activité de la scénarisation comme une étape très importante pour structurer et traduire les intentions pédagogiques des enseignants sous la forme d'un scénario pédagogique (Charlier et Daele 2002).

La représentation des scénarios pédagogiques est conditionnée par le formalisme des modèles élaborés lors de l'étape de conception. Avant l'apparition des outils et langages dédiés à la conception des scénarios pédagogiques, leur formalisation était basée la plupart du temps sur des représentations textuelles. Or, ces représentations décrivent des situations d'apprentissage qui ne sont pas structurées de manière à favoriser leur mise en œuvre sur des plateformes de formation. De ce constat est né le besoin de développer des langages et des formalismes spécialisés, permettant aux enseignants concepteurs une certaine liberté d'expressivité et simplicité d'utilisation. Nombreux sont les travaux de recherche réalisés autour des modèles, langages et outils pour la conception pédagogique parmi lesquels nous retenons: les langages de modélisation pédagogique, comme l'approche standardisée IMS-LD (IMS-LD 2014), les approches DSM: Domain Specific Modelling (Kelly et Tolvanen 2008), les approches à bases de patrons (Rohse et Anderson 2006) et celles par ontologies (Psyché 2007).

2. Educational Modeling Language

Un EML (Educational Modeling Language) est défini comme: "*Un modèle sémantique qui décrit le contenu et les processus d'une unité d'apprentissage d'un point de vue pédagogique en permettant leur réutilisation et leur interopérabilité*" (Rawlings et al. 2002). Ces EMLs sont le résultat des travaux réalisés à l'Open University of the Netherlands (OUNL) (Koper 2001), ils ont pour objectif de décrire les situations d'apprentissage. LDL (Learning Design Language) est un EML dont l'objectif est de décrire des scénarios pédagogiques collaboratifs, il permet de scénariser une activité comme un enchaînement d'interactions dans des enceintes (un chat, un document, etc.) (Ferraris et al. 2007). PALO, un autre langage de modélisation, proposé par L'UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) (Rodriguez et Verdejo 2004) suit une approche par la définition et l'utilisation de gabarits (Instructional Template). Il structure la scénarisation en cinq couches. Il est caractérisé par une

couche "Educational Content" qui utilise un modèle ontologique, liant sémantiquement les concepts du domaine d'apprentissage.

3. Approches Standards

Les EML, ont été en grande partie à l'origine de la spécification IMS Learning-Design (IMS-LD 2014) qui est considérée comme un standard pour la formulation des scénarios, favorisant leur interopérabilité grâce à l'uniformité de représentation. Ce standard est à la base du développement de plusieurs outils de scénarisation dont les plus récents sont cités dans (Conole 2013). Le standard SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) (SCORM web) propose une méthode de structuration des unités d'apprentissage basée sur le contenu dans un parcours de formation (*Content Agregation Model*). L'objectif est d'assurer la réutilisabilité des scénarios pédagogiques et leur interopérabilité avec les différents environnements de formation. À titre d'exemple, les plateformes Moodle et Ganesha proposent des activités de type SCORM en intégrant un package spécifique. La difficulté du modèle proposé réside pour les enseignants, dans la complexité de la notation XML et les limites en matière de scénarisation (il est plutôt conçu pour la gestion du contenu).

Malgré les apports des EML, qu'ils soient des standards ou pas, leur notation XML complexe a tendance à éloigner les enseignants de la conception de leurs propres besoins pédagogiques, les obligeant à recourir à un spécialiste comme un ingénieur pédagogique par exemple. Nous avons aussi constaté que ces EML ne favorisent pas la réutilisation des contenus de scénarios (Choquet 2007).

4. Approches Basées DSM

DSM ou "Domain Specific Modelling" ou la modélisation spécifique au domaine est une approche d'ingénierie logicielle, issue de l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM). En EIAH, sa particularité est de permettre la description du modèle du domaine d'apprentissage (*Domain model*) par la modélisation et la spécification formelle des scénarios pédagogiques. Cette approche nécessite l'utilisation des langages graphiques (DSMLs: *Domain Specific Modeling Language*) (Kelly et Tolvanen 2008) pour l'abstraction du système et de ses composants, en ayant une représentation graphique avec un certain degré d'abstraction des scénarios pédagogiques. De nombreux travaux s'appuient sur cette approche, à titre d'exemple: le projet Bricoles (Caron 2007) MDEduc (De Moura 2007), ainsi que les travaux de (Abdallah 2009). Plusieurs outils supportant l'approche DSM sont proposés, comme GMF (GMF 2014). L'approche basée DSM apporte beaucoup au processus de scénarisation pédagogique, elle permet l'échange de pratiques entre enseignants concepteurs partageant un ensemble de vocabulaires et d'objectifs communs.

5. Approches par Patrons

Les patrons ont été utilisés à la fin des années 1970 par l'architecte C. Alexander. Un patron se représente selon une structure en trois parties spécifiant un problème et une solution traitant ce problème selon un contexte donné. Les relations entre patrons (association, composition, etc.) sont assurés grâce à un langage de patrons (Greenfield et al. 2004). Les travaux dans le domaine des EIAHs portent de plus en plus d'attention à ces approches, car elles apparaissent plus accessibles par les enseignants et facilitent l'expression de leurs situations pédagogiques (Laurillard 2012). Dans le cadre de ces travaux des catalogues de patrons ont été proposés pour définir les types de problèmes liés aux situations pédagogiques (DPULS 2005) (PPP 2014) (E-Len 2014). Leur objectif est de simplifier l'activité de conception des enseignants en capturant les meilleures pratiques pour répondre aux problèmes d'un contexte donné. De nombreux travaux s'appuient sur cette approche. (Hernandez et al. 2010) proposent un éditeur de patrons de flux d'apprentissage collaboratif (CLFP) dans le cadre du projet COLLAGE, il est basé sur la spécification IMS-LD pour la modélisation formelle des processus d'apprentissage pour les activités collaboratives. Le travail de (Clayer et al. 2013) propose un cadre conceptuel d'un processus d'ingénierie et un outil d'édition de scénario, supports de l'activité de conception à base de patrons d'une communauté de praticiens, capables de supporter des plans de conception différents.

6. Approches par Ontologies

" Une ontologie est un système conceptuel qui permet de partager et de réutiliser des concepts grâce à une sémantique computationnelle. À l'origine, l'Ontologie est une branche de la philosophie dans laquelle les philosophes ont tenté de rendre compte de l'existant de façon formelle" (Mizoguchi 2004).

En informatique, une ontologie est comprise comme un système de concepts fondamentaux qui sont représentés sous une forme interprétable par un ordinateur, on parle dans ce cas d'Ontologie orientée web sémantique. Dans le domaine des EIAHs, il existe différents travaux qui ont utilisés les ontologies, plus particulièrement pour la conception pédagogique et l'opérationnalisation, nous citons parmi les plus récents (Montenegro et al. 2012). Cette approche se base principalement sur les descriptions sémantiques des ressources et du modèle pédagogique des plateformes. Ces descriptions sont basées sur une ontologie du domaine (Bouzeghoub et al 2005) et peuvent être très utiles pour adapter le formalisme des scénarios pédagogiques dans un but d'opérationnalisation selon le métier de la plateforme cible. Bien que de nombreuses ontologies existent aujourd'hui pour les EIAHs comme

IDont de (Chimalakonda et Nori 2013) nous constatons que l'utilisation en contexte réel de ces ontologies est encore restreinte.

7. Opérationnalisation des Scenarios Pédagogiques

L'opérationnalisation est la phase du processus d'ingénierie pédagogique suivant celle de conception ou scénarisation. Elle consiste à implémenter les scénarios prévus par les enseignants et à traduire leur intention pédagogique sur un artefact informatique pour l'apprentissage humain. Elle porte sur la création des activités, le choix des participants, l'attribution des rôles et la sélection des services et des contenus requis pour le scénario (Vignollet et al. 2006). Il existe deux types d'approches pour opérationnaliser les scénarios pédagogiques : une approche manuelle et une approche automatisée. (Abedmouleh 2013) a classifié les approches d'opérationnalisation actuelles en quatre catégories : (1) les approches basées sur l'utilisation de standards IMSLD (De vries et al. 2006) et CopperCore (Berggren et al.2005), (2) les approches basées sur les besoins et pratiques des enseignants comme COLLAGE (Hernandez et al. 2010) et LDL (Ferraris et al. 2007), (3) les approches propriétaires proposées par les plateformes comme LAMS (Dalziel 2010) et (4) les approches hybrides s'appuyant sur des processus et un outillage inspirés et/ou appliqués de l'ingénierie dirigée par les modèles (Bricoles (Caron 2007)).

L'étude des différentes approches de conception pédagogique et d'opérationnalisation a permis de faire les constats suivants : les outils basés sur IMS-LD supportent tous types de pédagogies (Koper 2001), leur langage de description pédagogique est suffisamment formel pour être interprété par une machine dans le but de créer des activités sur des plateformes. La spécification IMS-LD a été conçue pour atteindre un certain niveau d'interopérabilité mais pas nécessairement un certain niveau d'expressivité et de collaboration, ce qui limite fortement sa capacité à décrire des apprentissages situés (Pernin et Lejeune. 2004). LDL impose à son tour une structure de modélisation spécifique et contraint de décrire les scénarios dans cette structure. Compte tenu de ces limites, nous avons opté pour utiliser une approche à base de patrons pour notre travail. Les travaux récents ont montré que ces approches offrent un cadre moins contraint pour les enseignants en favorisant l'expressivité de leurs besoins pédagogiques ainsi que le partage et la réutilisation des scénarios pédagogiques produits.

Toutefois, dans une finalité d'opérationnalisation nous constatons que les approches de conception et d'opérationnalisation présentées ne préservent pas le scénario pédagogique produit. Un écart existe entre le langage qu'utilise chaque enseignant et le langage pédagogique propre à chaque plateforme de formation.

Cela entraîne une perte de concepts et d'informations lors de cette phase, ce qui induit une modification des scénarios.

III. Problématique et Positionnement

Notre travail porte principalement sur l'étude des activités de conception de scénarios pédagogiques et de leur opérationnalisation. Ces activités mettent en œuvre des outils et modèles spécifiques au domaine des EIAHs mais également du génie logiciel (Ingénierie des besoins, IDM, End-User computing, etc) et du web sémantique (Figure 1).

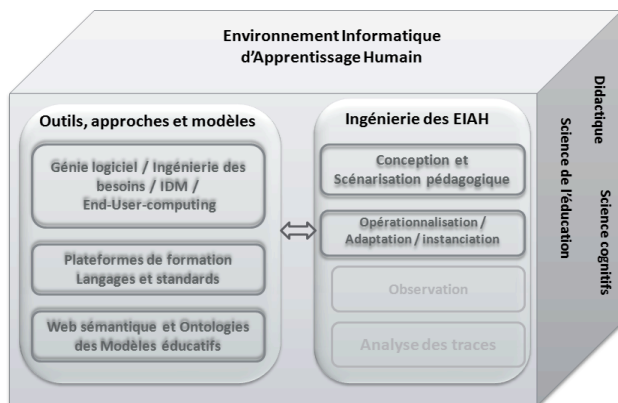


Figure 1 : Positionnement et contexte de recherche

Conole dans son ouvrage (Conole 2013) part du constat du manque de connaissance de la plupart des enseignants, notamment dans le supérieur sur la mise en œuvre des situations pédagogiques médiatisées ou non. C'est ainsi l'objet de nos travaux qui portent sur l'étude de mécanismes de support à la conception et à l'opérationnalisation pour des enseignants-concepteurs dans une démarche itérative, coparticipante avec les chercheurs (Wang et Hannafin 2005). Selon (Goodyear 2005), les patrons offrent un outil aux enseignants-concepteurs pour les guider lors de la conception de situations pédagogiques. Conole souligne l'intérêt d'explorer comment associer ces patrons à la technologie éducative utilisée (Conole 2013, p.43). Nos travaux s'inscrivent dans cette perspective et justifient l'approche de conception suivie à base de patrons. Nous proposons dans ce travail de thèse d'étudier le lien entre conception et opérationnalisation des patrons conçus par les enseignants-concepteurs, dans un but d'automatiser leur opérationnalisation.

Nous avons constaté la difficulté pour ces enseignants concepteurs à la fois d'exprimer leurs besoins pédagogiques mais également de partager et réutiliser les artefacts de conception produits et de les rendre opérationnels sur une plateforme de formation. Les outils mis à leur disposition sont souvent trop complexes et mal adaptés (Koper et Tattersall 2005). A partir de ces constats, notre principal objectif est de proposer une approche de conception et

d'opérationnalisation à base de patron d'une part pour leur degré d'expressivité reconnue des besoins pédagogiques (cristallisation et capitalisation des concepts pédagogiques) et d'autre part parce qu'ils garantissent une formalisation structurée qui favorise une opérationnalisation sur une plateforme cible (Laurillard 2012). Nous visons à avoir une méthode permettant l'automatisation de la mise en œuvre du scénario réalisé, appuyant ainsi notre proposition à base de patrons.

IV. Méthodologie de Travail

Dans notre démarche, nous utilisons une approche basée patron (Clayer et al. 2013) pour formaliser les situations pédagogiques sous forme de scénarios exprimés dans le langage métier de l'enseignant. Pour réduire l'écart entre le langage métier des enseignants et celui des plateformes, nous nous appuyons également sur les travaux de (Montenegro et al. 2010) (Abedmouleh 2013) et (Graphit 2014). Notre premier objectif est d'aider l'enseignant à formaliser et opérationnaliser son scénario, sans être contraint par une syntaxe spécifique. Nous avons constaté que chaque plateforme est caractérisée par un ensemble de concepts et de liens entre ces concepts - on parle du métier de la plateforme. L'opérationnalisation d'un scénario pédagogique sur une plateforme donnée sera ainsi contrainte par ce métier. Notre deuxième objectif est d'optimiser les pertes sémantiques (d'un scénario) engendrées par les phases de formalisation et d'opérationnalisation. Pour répondre à ces deux objectifs, nous proposons deux processus. Le premier "*Processus de formalisation du métier pédagogique des LMS en patrons indexés*" est illustré par la Figure 2. Il concerne la formalisation du métier pédagogique d'une plateforme cible, où les différents concepts pédagogiques seront indexés sous forme de modèle de patrons.

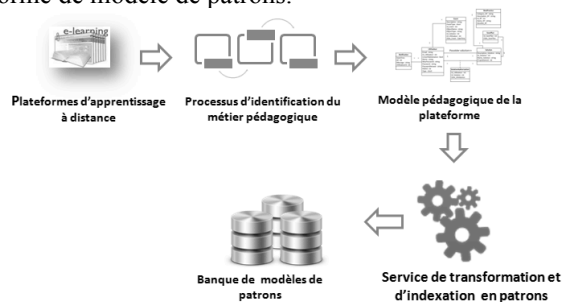


Figure 2: Processus de formalisation du métier pédagogique de la plateforme cible en patrons indexés.

La première étape de ce processus consiste à utiliser le processus d'identification du métier pédagogique d'une plateforme (Abedmouleh 2013) et (GRAPHIT 14) pour identifier le modèle pédagogique de la plateforme cible. Cette première étape consiste à définir une abstraction du métier de conception de la plateforme sous forme d'un méta modèle. La deuxième étape consiste à utiliser un service de "*transformation en patrons*". L'objectif de ce service est de formaliser le

métamodèle du métier pédagogique de la plateforme sous forme de patrons et de les indexer dans une base de patrons. Cette banque de patrons sera utilisée par les enseignants qui souhaiteraient opérationnaliser leurs scénarios sur une plateforme sans connaître le langage métier de cette dernière.

Ce service sera la première contribution de ce travail de thèse. Les questions que nous devons aborder sont (1) Quelles sont les méthodes et formalismes à utiliser afin de réaliser la correspondance entre les concepts pédagogiques et les patrons; (2) Quelles seront les données et les métadonnées à prendre en compte lors de l'indexation. Nous utiliserons dans ce but des méthodes de transformation de modèles, notamment celles à base d'ontologies (Chimalakonda et Nori 2013).

Le deuxième processus, illustré par la Figure 3, a pour objectif de rapprocher le langage métier propre de la plateforme à celui de l'enseignant.

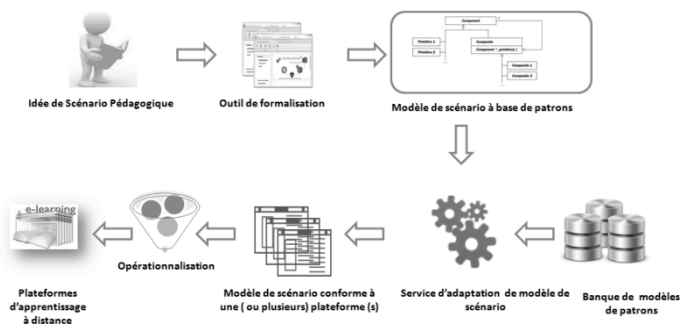


Figure 3 : Processus d'adaptation de scénarios pédagogiques en vue d'opérationnalisation

La première étape de ce processus consiste à formaliser le scénario de l'enseignant sous la forme d'un modèle à base de patrons via un éditeur (Clayer et al 13). La deuxième étape consiste à utiliser un " *service d'adaptation de modèle de scénario*". L'objectif de ce service est d'utiliser la banque de patrons pour transformer et adapter le scénario de l'enseignant (modèle à base de patrons) sous la forme d'un modèle de scénarios qui sera conforme à une ou plusieurs plateformes. Pour arriver à ce résultat, plusieurs contraintes doivent être prises en compte, comme (1) le choix "fixe" ou "ouvert" de la plateforme, (2) la plateforme choisie répond-elle aux objectifs pédagogiques de l'enseignant.

L'étape suivante consiste à opérationnaliser le scénario pédagogique résultant. Afin de réaliser une opérationnalisation automatique, nous cherchons à exploiter au mieux le formalisme du scénario (Derntl et Calvo 2010). Une fois le fonctionnement des différents services défini, les outils à réaliser vont être mis à l'épreuve en partenariat avec le groupe de pratiques pédagogiques de l'Université du Maine (utilisateurs de la plateforme UMTICE). Nous allons pour cela suivre

une approche "design based research", qui est une méthodologie flexible visant à mettre à l'épreuve des pratiques pédagogiques par un processus itératif articulant conception et analyse, basé sur un travail collaboratif entre chercheurs et praticiens afin de produire des résultats pragmatiques et théoriques (Wang et Hannafin 2005).

V. Conclusion

Dans cet article nous avons présenté le cadre général de notre travail de recherche, ainsi qu'un état de l'art des travaux autour de la conception pédagogique et de l'opérationnalisation. Suite à nos constats, nous visons à proposer aux enseignants concepteurs un ensemble d'outils à la fois méthodologiques et techniques permettant de répondre à leur besoin de scénarisation et d'opérationnalisation de leurs situations d'apprentissage, sans être contraint par le métier de la plateforme cible. Nous visons à généraliser notre proposition vers une approche multi-plateformes.

VI. Références

- Abdallah, F. 2009. Méta-modélisation pour décrire et instrumenter une situation d'apprentissage de Pédagogie par Projet Collectif. Doctorat de l'Université du Maine.
- Abdoulmouleh, A. 2013. Approche Domain-Specific Modeling pour l'opérationnalisation des scénarios pédagogiques sur les plateformes de formation à distance. Doctorat de l'université du Maine.
- Berggren, A.; Burgos, D.; Fontana, J.M.; Hinkelman, D.; Hung, V.; and Hursh, A., Tieleman, G. 2005. Practical and Pedagogical Issues for Teacher Adoption of IMS Learning Design Standards in Moodle LMS. In Teacher Adoption of IMS Learning Design Standards in Moodle LMS. Journal of Interactive Media in Education.
- Berger, C.; Kam, R. 1996. Definitions of Instructional Design Online: <http://www.umich.edu/~ed626/define.html>
- Bouzeghoub A.; Defude B.; Duitama J-F.; and Lecocq C. 2005. Un modèle de description sémantique de ressources pédagogiques basé sur une ontologie de domaine. Revue des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education et la Formation 12.
- Caron, P-A. 2007. Ingénierie dirigée par les modèles pour la construction des dispositifs pédagogiques sur les plateformes de formation. Doctorat de l'Université des sciences et des technologies de Lille.
- Charlier, B.; and Daele, A. 2002. Recre@sup: Réseau des centres de ressources pour l'enseignement supérieur. Rapport final. Projet de recherche : SCORATES-MINERVA.
- Chimalakonda, S.; and Nori, K.V. 2013. IDont - An Ontology Based Educational Modeling Framework for Instructional Design. Advanced Learning technologies.
- Choquet, C. 2007. Ingénierie et réingénierie des EIAHs: L'approche REDiM. HDR en informatique, Université du Maine.
- Clayer, J.P.; Toffolon, P.C.; and Choquet, C. 2013.

Patterns, Pedagogical Design Schemes and Process for Instructional Design with a Pattern based and Teacher centered Approach. The 13th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. July 15-18.

Conole, G. 2013. Designing for learning in an open world, Springer. New York.

Dalziel, J. 2010. Visualising learning design in LAMS: a historical view. Proceedings European LAMS & Learning Design Conference : sharing great ideas, vol.2, Sydney Australia. 21-35.

De Moura Filho, C. 2007. MDEduc : conceiving and implementing a language-oriented approach for the design of automated learning scenarios. Doctorat de l'Université des Sciences et Technologies de Lille.

Derntl, M.; and Calvo, R.A. Embedding Educational Design Pattern Frameworks into Learning Management Systems. 2010. Technology Enhanced Learning. Quality of Teaching and Educational Reform Communications in Computer and Information Science 73: 439-445.

De Vries, F.; Tattersall, C.; and Koper, R. 2006. Future developments of IMS Learning Design tooling. Educational Technology & Society, 9 (1): 9-12.

DPULS Design Patterns Browser. 2005. Action du réseau d'Excellence Européen Kaleidoscope: http://www.noekaleidoscope.org/public/group/symposium/programme/presentations/Agathe_Merceron.pdf. Consulté en février 2014.

E-LEN: European project. Minerva programs: <http://www2.tisip.no/E-LEN/> Consulté en février 2014.

Ferraris, C.; Martel, C.; and Vignollet, L. 2007. LDL for Collaborative Activities. Handbook of Visual Languages in Instructional Design: Theories and Practices. In: Instructional Design: Concepts, Methodologies, Tools and Applications 1.

GMF 2014. <http://www.eclipse.org/modeling/gmp/> Consulté en février 2014.

GRAPHIT. 2014 http://www-lium.univ-lemans.fr/~laforcad/graphit/?page_id=42 Consulté en février 2014.

Greenfield, J.; Short, K.; Cook, S.; Kent, S.; and Crupi, J. 2004. Software Factories: Assembling Applications with Patterns, Models, Frameworks, and Tools, Wiley, NY.

Hernandez-Leo, D.; Jorin-Abellan, I.M.; Villascaras-Fernandez, E.D.; Asensio-Perez, J.I.; and Dimitriadis, Y. 2010. A multicase study for the evaluation of a pattern-based visual design process for collaborative learning. Journal of Visual Languages and Computing 21: 313-331.

IMS-LD. IMS Learning Design, <http://www.imsglobal.org/index.html>. Consulté en février 2014.

Kelly, S.; and Tolvanen, J.P. 2008. Domain-Specific Modeling. ISBN: 978-0-470-03666-2. Wiley-IEEE Computer Society Press.

Koper, R. 2001. Modelling Units of Study from a pedagogical perspective: The pedagogical metamodel behind EML. Technical Report OUNL.

Koper, R.; and Tattersall, C. 2005 Learning Design: a Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training. Springer, Heidelberg.

Laurillard, D. 2012. Teaching as a Design Science, Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology, edition Routledge. ISBN 978-0-415-8038.

Mizoguchi, R. 2004. Tutorial on Ontological Engineering. Part 2: Ontology Development, Tools and Languages. New Generation Computing 22: 61-96.

Ortiz, I.M.; Sierra, J.L.; and Fernández-Manjón, B. 2009. Enhancing IMS LD Units of Learning Comprehension. In: the 4th International Conference on Internet and Web Applications and Services. Italy.

Montenegro, C.; Cueva-Lovelle, J-M.; Sanjuán-Martínez, O. and Gaona-García, P-A. 2010. Modeling and comparison study of modules in open source lms platforms with cmapstool. International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence newsletter.

Montenegro, C.; Cueva-Lovelle, J-M.; Sanjuán-Martínez, O. and García-Díaz, V. 2012. Domain specific language for the generation of learning management systems modules. Journal of Web Engineering 11(1): 23-50.

Pedagogical Patterns Project <http://www.pedagogicalpatterns.org/> Consulté en février 2014.

Pernin, J.P.; and Lejeune, A. 2004. Dispositifs d'apprentissage instrumentés par les technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios. In: actes du colloque Technologies de l'information et de la connaissance dans l'enseignement supérieur et l'industrie. Compiègne, France. 407-414.

Pernin. 2005. Ingénierie et conception des EIAH, Cours EIAH.

Psyché, V. 2007. Rôle des ontologies en ingénierie des eiah : cas d'un système d'assistance au design pédagogique. Doctorat de l'Université du Québec.

Rawlings, A.; Rosmalen, P.V.; Koper, R.; Artacho, M.R.; and Lefrere, P. 2002. Survey of Educational Modelling Languages (EMLs). In: Learning Technologies Workshop Version 1.

Rodríguez, A.M.; and Verdejo, M.M. 2004. Modeling educational content: The cognitive approach of the PALO language. In: International Journal of Educational Technology Society 7 (3): 124-137.

Rohse, S.; and Anderson, T. 2006, Design Patterns for Complex learning. Journal of Learning Design.

Tattersall, C.; Burgos, D.; Vogten, H.; Martens H.; and Koper, R., 2005. How to use IMS Learning Design and SCORM 2004 together. IN the SCORM 2006 conference. Tamkang University, Taipei, Taiwan.

Vignollet, L.; Ferraris, C.; David J.-P.; and Lejeune, A. 2006. LDL: An Alternative EML. Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies.

Wang F.; Hannafin M.J.; 2005. Design-based research and Technology-Enhanced Learning. ETR&D, Vol.53,N°4, pp. 5-23.

Adaptation et réutilisation des scénarios pédagogiques : Une approche par l'évaluation du contexte d'usage à base d'indicateurs

Mariem Chaabouni

1^{ère} année de doctorat

Laboratoire RIADI-GDL, ENSI, Campus Universitaire de Manouba, 2010 Manouba, Tunisie

Laboratoire LIUM, IUT de Laval, 52 rue des Drs Calmette et Guérin, 53020 Laval cedex, France

mariem.chaabouni@univ-lemans.fr

Résumé

Notre travail se situe dans le domaine de l'ingénierie et la réingénierie des scénarios pédagogiques et traite particulièrement les axes de réutilisation et de contextualisation de ces scénarios. L'objectif vise à aider à la capitalisation, au partage et à la réutilisation de scénarios pédagogiques en s'appuyant sur les traces d'usage et les indicateurs de ces scénarios. Il s'agit d'explorer les possibilités d'aider à la réutilisation des scénarios d'apprentissage en identifiant leurs contextes les plus adaptés que nous appelons contextes de réutilisation. Cet article présente les travaux que nous menons actuellement dans le cadre d'une thèse de doctorat. Nous présentons d'abord les verrous scientifiques et la problématique de notre recherche. Nous explorons par la suite la prise en compte des aspects de réutilisation et de contextualisation des scénarios pédagogiques dans les travaux existants. Nous terminons par la présentation de notre méthodologie de recherche et les premiers éléments de notre proposition qui consistent en une approche de modélisation des contextes les plus adaptés aux scénarios pédagogiques en vue de leur réutilisation, et ce en se basant sur les traces et les indicateurs pédagogiques.

Introduction

Depuis plusieurs années, de nombreux travaux se sont intéressés à la conception pédagogique (ou Learning Design). Il s'agit d'une méthodologie permettant aux enseignants-concepteurs de prendre des décisions plus éclairées sur la manière de concevoir les activités et les interventions pédagogiques, et d'utiliser d'une manière efficace les ressources et les technologies appropriées (Conole 2012).

Le scénario pédagogique a pour objet de "formaliser la planification de l'organisation et du déroulement des situations d'apprentissage par les concepteurs pédagogiques" (Nodenot 2007). Les compétences et l'expérience pratique de l'enseignant le rendent généralement capable d'identifier une situation

d'apprentissage. Néanmoins, il reste enfermé dans ses schémas d'utilisation et le scénario qu'il produit est limité par son savoir-faire. Le besoin de réutilisation des scénarios, produits par différents enseignants-concepteurs maîtrisant des disciplines et des expertises variées, devient un élément important de la capitalisation.

Pour s'approcher au plus des besoins des enseignants-concepteurs et des apprenants, le scénario à réutiliser doit être flexible et personnalisable. Selon (Paquette et Léonard 2013), pour que le modèle de scénario soit simple d'usage et facilement interprétable par les usagers (concepteur et exécutant), il se doit d'être flexible, facilement modifiable et adaptable afin d'en faciliter le développement, les mises à jour et la réutilisabilité. Ces caractéristiques peuvent être assurées par la prise en compte de la dimension du contexte du scénario.

Nos travaux s'inscrivent dans cet axe et visent essentiellement à fournir des méthodes favorisant la réutilisation de scénarios pédagogiques. Pour assurer cette réutilisation, nous nous basons sur les aspects de contextualisation du scénario. Il s'agit d'explorer et d'analyser les traces d'usage du scénario pédagogique (à travers le calcul d'indicateurs) afin de construire les contextes les plus idoines à ce scénario. Notre travail se concentre sur l'importance de la contextualisation des scénarios pédagogiques et de l'impact de cette contextualisation sur l'adaptativité et la réutilisabilité du scénario. L'objectif principal de cette thèse consiste à assister une communauté d'enseignants/concepteurs dans la construction d'une base de scénarios pédagogiques réutilisables en se basant sur leur contextes d'usage les mieux adaptés.

Dans cet article nous présentons dans une première partie les verrous scientifiques et la problématique de nos recherches. Nous détaillons par la suite l'état de l'art lié à cette problématique. Nous évoquons ensuite notre méthodologie et approche de recherche, et puis les premiers éléments de notre proposition. Nous

terminons par la conclusion et les perspectives de ce travail.

Verrous scientifiques et problématique

Dans le domaine des systèmes d'information, trois types d'approches de réutilisation ont été distingués (Cauvet et Semmak 1999) : on trouve d'abord l'approche «Bibliothèque de composants» qui propose un catalogue de composants avec interface de recherche. Dans cette approche, la sélection, l'adaptation et l'intégration sont à la charge du développeur. La deuxième est l'approche «Système de réutilisation» reliée à la conception pour la réutilisation ou «design for reuse». Elle formalise des modèles d'entités réutilisables et leurs processus de gestion, de composition, d'adaptation et d'intégration. Enfin on trouve l'approche «Système d'information par réutilisation» reliée à la conception par la réutilisation ou «design by reuse». Cette approche formalise des processus pour guider la sélection et la composition des entités réutilisées. Nous nous sommes inspirés de cette classification pour définir notre approche. Nous adoptons dans notre travail une approche de conception de scénarios par réutilisation « design by reuse » et pour la réutilisation « design for reuse ». Nous visons d'une part à fournir aux enseignants/concepteurs une méthode pour concevoir des scénarios pédagogiques qui soient réutilisables et adaptables par d'autres enseignants (design for reuse), et d'autre part à leur faciliter la tâche de réutilisation de scénarios conçus par d'autres enseignants/concepteurs (design by reuse).

Une étude sur la base de scénarios PrimTice (Macedo et Perron 2007), qui recense et mutualise les expériences pédagogiques impliquant l'utilisation des technologies de l'information et de la communication pour l'éducation (TICE) à l'école primaire, a dégagé des facteurs pouvant constituer des obstacles à la réutilisation de scénarios qui sont: (1) La grande diversité des formats et des contenus des scénarios, (2) la diversité des degrés de précision dans la description du déroulement du scénario (soit très détaillée, soit très sommaire), (3) le manque de formation à la rédaction et à l'usage de scénarios et (4) le manque ou la forte contextualisation de scénarios.

Il subsiste de nombreux freins à la réutilisation et à l'appropriation de scénarios pédagogiques selon leurs contextes d'usage. Dans la littérature, divers formalismes ont été adoptés pour la définition et la modélisation de scénarios pédagogiques tels que les EML, les modèles selon l'IDM et DSM et les ontologies (que nous présentons plus tard dans l'article). La forte hétérogénéité de ces formalismes peut présenter un obstacle à la compréhension et à la réutilisation effective des scénarios (Macedo et Perron 2007).

L'activité de réutilisation de scénarios pédagogiques peut être freinée également par la diversité des contextes d'usage. Il existe une multitude de facettes et d'éléments de contexte relatifs à l'apprentissage à distance : contexte social, contexte pédagogique, contexte collaboratif, contexte technique, contexte physique, contexte mobile, etc. L'importante variété de contextes pourra constituer un problème si les scénarios mutualisés ne sont pas suffisamment souples pour pouvoir être adaptés aux exigences de chacun (Pernin et Lejeune 2004).

Nous pouvons distinguer deux problèmes à ce niveau quant au degré d'abstraction du contexte du scénario. Un scénario non (ou faiblement) contextualisé peut être assez vague et nécessiter beaucoup d'effort de spécification et d'adaptation. D'un autre côté, une forte contextualisation de scénarios peut diminuer le degré de sa réutilisation si le scénario devient trop lié au contexte qui lui est associé. Son champ d'utilisation se trouve limité et il perd de son adaptabilité. Il devient alors difficile de réutiliser un scénario pédagogique s'il a été défini sans un contexte d'usage très spécifique. Les scénarios, dont les objectifs sont très précis en termes de contexte, peuvent difficilement être réutilisés dans d'autres contextes, et sont considérés comme des scénarios peu modifiables ou "prêts à l'emploi" (Pernin et Lejeune 2004). Il faudrait alors trouver la bonne granularité et le bon niveau d'abstraction du contexte afin d'assurer une meilleure réutilisabilité.

Les questions que nous nous posons dans notre recherche sont les suivantes : (1) Comment favoriser la réutilisation et la mutualisation des scénarios pédagogiques par les enseignants-concepteurs en se basant sur leurs contextes d'usage ? (2) Comment peut-on modéliser les différents niveaux de contexte relatifs au scénario pédagogique ? (3) Comment et à quels niveaux de granularité peut-on intégrer la dimension du contexte aux scénarios d'apprentissage afin de favoriser une meilleure réutilisation de ces scénarios ?

Etat de l'art

La conception pédagogique a été définie comme l'ensemble des théories et des modèles permettant de comprendre, d'améliorer et d'appliquer des méthodes d'enseignement favorisant l'apprentissage (Paquette 2002). De nombreux travaux proposent des outils méthodologiques (modèles, langages, méthodes) pour aider les enseignants-concepteurs dans leur activité de conception des scénarios pédagogiques. Certains ont porté sur l'étude de langages pour la modélisation pédagogique (EML : Educational Modelling Language) tels que les langages IMS-LD (Consortium 2003) ou LDL (Ferraris 2005). Ces EML offrent des formalismes et des notations permettant aux concepteurs de créer des modèles visuels de leurs conceptions de scénarios. Des travaux se sont orientés

vers l'ingénierie dirigée par les modèles (IDM). Il s'agit d'une approche qui met les modèles au centre du processus de conception (Derntl et Hummel 2005) (De Moura 2008) (Clayer et al. 2013).

La réutilisation de scénarios est assurée par son adaptativité. Certains EML ont montré quelques limites quant à la favorisation de l'adaptativité des scénarios et leur réutilisation. (Emin-Martinez 2010) constate que les EML souffrent d'une absence de l'explicitation des intentions des enseignants-concepteurs ce qui rend les scénarios peu appropriables et peu réutilisables.

Afin de favoriser la réutilisation et l'adaptation de scénarios d'apprentissage, des travaux préconisent l'utilisation de patrons pour assister les concepteurs pédagogiques dans l'expression des scénarios, leur permettre de partager leur savoir-faire et faciliter ainsi la réutilisation par d'autres concepteurs. Dans le projet COLLAGE, (Hernández-Leo et al. 2006) ont proposé des patrons d'activités-type d'apprentissage collaboratif (CLFPs : Collaborative Learning Flow Patterns). Ces patrons sont des bonnes pratiques réutilisables et personnalisables utilisés par les praticiens selon les spécifications d'une situation d'apprentissage particulière. On trouve également le travail de (Clayer et al. 2013) qui propose un cadre conceptuel pour un processus d'ingénierie basé sur les patrons et orienté-enseignant selon une approche DSM.

D'un autre côté, les approches à base de web sémantique (Jovanovic et al. 2006) (Tetchueng et al. 2008) ont été classées comme moyen pour favoriser la réutilisation. D'après (Kravčik et Gačević 2006), les technologies du web sémantique peuvent améliorer la réutilisabilité et l'interopérabilité des modèles d'apprentissage. Des standards sont également apparus pour gérer et réutiliser les objets pédagogiques. Parmi ces standards nous citons : LOM définissant des métadonnées pour la description d'objets pédagogiques, SCORM permettant de favoriser la réutilisabilité et l'interopérabilité des contenus pédagogiques à travers les plateformes, et puis CORDRA pour la mutualisation d'objets pédagogiques et la facilitation de leur recherche.

Les standards que nous venons de citer, ainsi que les EML, présentent des lacunes relatives à l'absence de la prise en compte de la dimension du contexte. Ceci se traduit par le manque de liens entre le scénario pédagogique et son environnement d'exécution (Allert 2004). En effet, les standards LOM et SCORM ont fait l'objet de critiques surtout sur leur capacité à supporter la description de différentes situations pédagogiques et sur leur capacité à s'adapter au contexte, à la syntaxe et la sémantique des concepteurs pédagogiques (Drira 2010).

Chaque entité intervenant dans un environnement informatique peut avoir un contexte. Plusieurs

classifications de contexte ont été proposées dans la littérature. Par exemple, le travail de (Bradley et Dunlop 2005) propose un modèle de contexte multidisciplinaire qui distingue des dimensions de contexte communes aux utilisateurs et à l'application (contexte de tâche, contexte physique, contexte social et contexte temporel), des dimensions de contexte relatives au monde de l'utilisateur (contexte de l'application et contexte cognitif) et des dimensions relatives au monde de l'application (contexte de l'utilisateur). (Zarraonandia et al. 2006) se sont concentrés sur la réutilisabilité au niveau de la conception d'apprentissage en développant une architecture pouvant adapter automatiquement des unités d'apprentissage à leur contexte actuel d'exécution.

Nous nous intéressons essentiellement aux éléments de contexte qui concernent et influent sur le scénario pédagogique. L'intégration de la dimension du contexte au scénario pédagogique permet son adaptation et sa flexibilité et pourrait faciliter sa réutilisation. Le contexte varie et évolue d'une session d'apprentissage à une autre : contexte technique, contexte cognitif, contexte social, contexte pédagogique, etc. D'ici vient l'utilité d'intégrer un certain degré d'adaptabilité du scénario en tenant compte des différents contextes d'exécution possibles. La contextualisation permet de déterminer les conditions d'exploitation d'un scénario abstrait dans un contexte en termes d'acteurs, de planning, de ressources, d'outils et de services, etc. (Pernin et Lejeune 2004). D'après (Tetchueng et al. 2008), le contexte est l'un des éléments clés permettant d'assurer une adaptation dynamique. La conception d'un modèle adaptable qui suit l'évolution du contexte du scénario devient donc plus intéressante.

Une fois le scénario conçu et contextualisé, il est mis en œuvre dans une situation d'apprentissage réelle. Cette exécution génère des traces d'usage (provenant de fichiers log, bases de données des plateformes d'apprentissage, ...) qui peuvent être interprétées et analysées par des indicateurs pédagogiques. La réingénierie de scénarios pédagogiques peut être assurée par ces indicateurs qui ont pour principal objectif l'amélioration de l'observation et de la perception de l'activité de l'apprenant. Des travaux se sont intéressés à ce domaine tel que les langages UTL et DCL4UTL (Choquet et Iksal 2007) (Ngoc 2011) ou les patrons d'indicateurs réutilisables (Diagne 2009).

Méthodologie et approche de recherche

Dans un premier temps, nous avons commencé par établir notre problématique préliminaire de recherche. Nous avons ensuite analysé des travaux de la littérature liés à la conception et la modélisation de scénarios pédagogiques, à leur réutilisation et à leur contextualisation. Ceci nous a permis de situer notre

travail de thèse et de dégager nos premiers éléments de la proposition. Nous menons par la suite une étude exploratoire sur la banque de scénarios d'apprentissage existante du projet BASAR (BANque de Scenarii d'Apprentissage Hybrides Réutilisables et Interopérables) inscrite dans notre programme de recherche.

Nous commencerons par une étape d'observation et de compréhension du comportement et des pratiques des enseignants en situation de création de scénarios d'apprentissage (*En quoi leur expérience, croyances, origines, cultures, ... impactent l'élaboration des cours et leur partage entre les différents enseignants ? Est-ce que la prise en compte du contexte de conception de cours et de la culture des participants peut améliorer l'utilisation de la plateforme ?*). Cette étape sera suivie d'une analyse des scénarios existants dans la banque de scénarios BASAR en explorant les différentes approches et techniques mises en œuvre pour la réutilisation et la contextualisation de ces scénarios.

Pour l'étape de spécification de la proposition théorique, nous partons de cette banque de scénarios pour dégager un modèle de contexte correspondant à un environnement d'apprentissage à distance. Afin de favoriser la réutilisabilité de ces scénarios, une méthode de séparation du scénario et de son contexte (décontextualisation) sera proposée. Nous définissons par la suite un processus pour l'évaluation des contextes les plus adaptés aux scénarios. Ce processus sera basé sur une approche de conception de scénarios d'apprentissage par la réutilisation et basée sur le contexte. Nous validons par la suite nos propositions, en spécifiant et en développant un outil d'aide à la conception de scénarios d'apprentissage réutilisables basé contexte. Cet outil sera intégré et testé sur la plateforme liée au projet BASAR. Suite à un retour d'usage, une évaluation et une validation des expérimentations, nous tenterons de généraliser l'approche proposée à d'autres environnements d'apprentissage.

Éléments primaires de notre proposition théorique

Dans notre travail, nous distinguons deux types de contexte d'un scénario pédagogique : (1) *Le contexte d'usage* qui est le contexte réel dans lequel un scénario a été conçu et exécuté lors d'une session d'apprentissage. Ce contexte peut être d'ordre cognitif, social, culturel, technique, pédagogique, etc., et (2) *le contexte de réutilisation* qui est le contexte dans lequel un scénario peut être réutilisé. Il s'agit du périmètre de réutilisation du scénario ou, en d'autres termes, du contexte favorable (le plus adapté) à la réutilisation.

L'idée centrale est d'enrichir les connaissances du contexte de chaque scénario par l'analyse des traces de ses usages effectifs. Notre proposition est donc une

approche d'évaluation de contextes de réutilisation les mieux adaptés à un scénario pédagogique. Cette approche permet d'identifier les contextes de réutilisation les plus adéquats à un scénario d'apprentissage, et ce en se basant sur les traces d'usage de ces scénarios et les indicateurs associés. Il s'agit de proposer un système qui permet d'abord de capitaliser et de partager une base de scénarios avec leurs contextes de réutilisation évalués par les enseignants (avant et après les sessions d'usage de ce scénario). Ce système permet également d'assister l'enseignant dans l'évaluation des contextes de réutilisation les plus adaptés et ce à travers: (1) La génération d'indicateurs à partir des traces d'usage qui serviront comme feedback à l'exécution réelle du scénario. Ces indicateurs pourraient aider l'enseignant à déterminer les éléments de contexte adéquats. (2) l'indexation des contextes de réutilisation sur des critères de réussite et d'efficacité du scénario, (3) la suggestion proactive de réutilisation dans un cadre de conception ou de réingénierie pédagogique.

L'objectif de cette approche est de faciliter la tâche de réutilisation des scénarios d'apprentissage en assurant leur flexibilité et leur adaptativité selon le contexte d'utilisation.

L'enseignant/concepteur tiendra compte de la dimension du contexte dès la phase de conception de son scénario. La figure 1 montre les étapes d'intégration du contexte dans le processus d'ingénierie et réingénierie de scénarios pédagogiques.

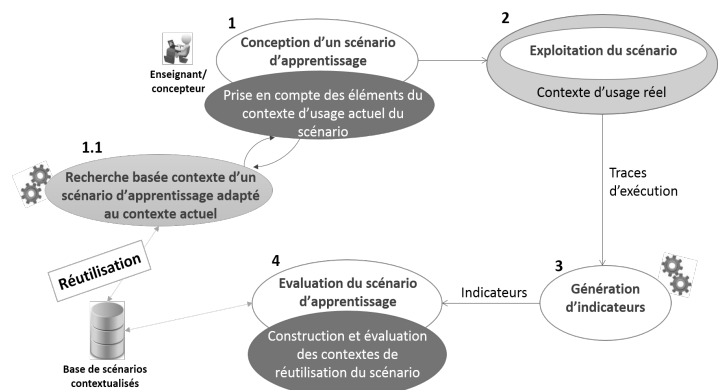


figure 1. Processus itératif d'évaluation des contextes les plus adaptés d'un scénario d'apprentissage

L'enseignant-concepteur prend en compte les éléments de son contexte d'usage lors de l'activité de conception de son scénario. Pour se faire, il dispose d'une base de scénarios contextualisés et réutilisables pour l'aider et l'assister dans la conception du scénario le mieux approprié à son contexte d'usage actuel. Nous entendons par scénario contextualisé « un scénario disposant d'un ensemble de contextes de réutilisation associés, qui sont perçus (et évalués) par les concepteurs comme les contextes les mieux adaptés à ce scénario ».

Par la suite le scénario conçu est mis à l'exploitation (opérationnalisé et exécuté) dans un contexte d'usage réel. Suite à cette phase d'exploitation, le système génère des traces et des indicateurs d'apprentissage, reflétant le déroulement réel du scénario. Le contexte d'usage et les indicateurs seront utilisés par l'enseignant concepteur (avec l'assistance du système) pour l'aider à repérer et évaluer les contextes de réutilisation du scénario les mieux adaptés au scénario concerné. Cette étape entre dans la phase de réingénierie du scénario. Ce scénario accompagné des contextes de réutilisation évalués est stocké dans la base de scénarios contextualisés, pour une future réutilisation. Des taux d'efficacité sont attribués aux éléments de contextes relatifs aux scénarios. Ces taux sont évalués et estimés par les enseignants suivant leurs expériences et par l'observation des sessions d'apprentissage réalisées à travers les indicateurs.

Ce processus que nous venons de décrire est itératif : Il permet de réévaluer à chaque itération les contextes les plus adaptés aux scénarios. Au fil des usages des scénarios, et grâce à des indicateurs sur les traces d'usage, le processus aide les enseignants-concepteurs à repérer les contextes les mieux adaptés aux différents scénarios.

Les spécificités de l'approche que nous proposons sont les suivantes :

1. Une approche de conception de scénarios pour/par la réutilisation : l'enseignant/concepteur dispose d'une part d'une base de scénarios contextualisés et réutilisables pour l'assister dans la conception de son processus d'apprentissage (Conception par la réutilisation). D'autre part, cet enseignant/concepteur réalise son activité de conception de manière à produire un scénario qui est lui-même réutilisable par les autres enseignants tout en tenant compte de la dimension du contexte (conception pour la réutilisation).

2. Une approche de conception de scénarios centrée objectifs : lors de l'activité de conception, l'enseignant concepteur définit au préalable ses objectifs et ses intentions visés du scénario (pédagogiques, sociaux, ...) qui sont considérés dans notre cas comme des éléments du contexte. Il peut définir et attribuer des indicateurs correspondants à ces objectifs afin de pouvoir observer et évaluer le contexte d'usage réel du scénario lors d'une session d'apprentissage. Ces indicateurs serviront par la suite à vérifier si les objectifs visés ont bien été atteints et permettront ainsi au concepteur de déterminer si le scénario a bien fonctionné avec un tel contexte. Le contexte de réutilisation le mieux adapté est alors évalué par l'enseignant-concepteur.

3. Une approche de réutilisation de scénario par différents niveaux de granularité : lors de son activité de conception, l'enseignant/concepteur peut réutiliser

des scénarios existants avec différents niveaux de granularité selon son besoin de réutilisation : il peut réutiliser un scénario complet, un sous-scénario, une activité, etc. Le niveau de granularité intervient également au niveau du contexte. La conception du scénario peut se faire par l'adaptation de scénarios existants qui varient selon le contexte d'usage. L'enseignant peut également concevoir son propre scénario en s'aidant des différents scénarios existants et en réutilisant des parties des scénarios suivant le niveau de granularité approprié à sa situation.

4. Une approche de contextualisation de scénarios par niveaux d'abstraction : il s'agit d'intégrer différents niveaux d'abstraction pour le scénario et le contexte de réutilisation associé. Nous considérons qu'une démarche de scénarisation et de contextualisation peut être modélisée à différents niveaux d'abstraction correspondant à des niveaux de détails différents. Plus les éléments du scénario sont spécifiés, plus le contexte est détaillé. L'enseignant-concepteur a alors la possibilité de définir différents niveaux d'abstraction d'un scénario et de son contexte pour la réutilisation : activité abstraite ou détaillée, activité avec ou sans ressources documentaires associées, etc.

Pour mieux illustrer ce processus, nous proposons l'exemple qui suit : l'enseignant Alain désire concevoir un scénario sur les technologies web pour sa classe de première année en Master e-service. Le contexte prévisionnel de son scénario étant : (Domaine d'étude = Informatique, Niveau d'études = Avancé, Modalité spatiale = A distance, Objectif pédagogique = Initier les apprenants aux technologies web, Objectif social = Augmenter la collaboration entre les apprenants).

L'enseignant dispose d'une banque de scénarios contextualisés comportant notamment des scénarios sur les technologies web adaptés aux niveaux d'études avancés ou intermédiaires, et ayant comme objectifs pédagogiques l'initiation aux technologies web ou l'apprentissage d'un langage de programmation web particulier. En effectuant une recherche sur le système par la saisie des données du contexte d'usage prévisionnel, le système propose les scénarios existants les plus proches à la situation actuelle (au contexte prévisionnel) tout en s'appuyant sur des critères de réussite et d'efficacité du scénario.

L'enseignant conçoit son scénario en réutilisant l'existant et en l'adaptant selon ses besoins. Comme nous l'avons évoqué précédemment (voir le point 2 des spécificités de notre approche), l'enseignant part d'un objectif qui est ici l'objectif social d'augmenter la collaboration entre les apprenants. Suite à l'exécution du scénario, il calcule l'indicateur (à l'aide du système) montrant le taux de collaboration entre les apprenants. Cet indicateur est évalué à 40% avant la session d'apprentissage et augmenté à 60% après la session. L'enseignant repère et décide que l'objectif initial a bien été atteint et que ce scénario est bien adapté pour augmenter le taux de collaboration entre les apprenants. Il peut ajouter alors au contexte du scénario l'élément

« Objectif social = Augmenter le taux de collaboration entre les apprenants », et également l'élément de contexte « Modalité collaborative = En groupe ». Il peut estimer et associer des taux d'efficacité aux éléments de contexte de réutilisation ajoutés (ce point n'est pas encore développé et présente une perspective de notre travail).

Nous dégagons de cet exemple que l'enseignant a participé à l'évaluation et à l'enrichissement du contexte de réutilisation du scénario en s'appuyant sur son expérience et sur les indicateurs d'exécution du scénario dans son contexte d'usage.

Conclusion

A partir de l'étude de différents travaux de la littérature portant sur les difficultés de l'activité de scénarisation dues à la diversité de leurs contextes d'usage, nous avons pu dégager l'importance de l'intégration des éléments de contexte d'un scénario afin de favoriser son adaptabilité et sa réutilisation.

L'objectif de cet article est de positionner un travail de thèse par rapport à ce qui existe dans la littérature. Nous proposons de fournir aux enseignants/concepteurs des méthodes de réutilisation se basant sur le contexte d'usage d'un scénario. Des contextes de réutilisation, les mieux adaptés à un scénario, sont construits suite à l'évaluation des différents indicateurs pédagogiques issus de sessions d'apprentissage réalisées.

Nous travaillons actuellement sur une étude exploratoire de la base de scénarios existante BASAR pour dégager notre problématique détaillée et dégager un modèle de contexte de scénarios et une méthode de conception de scénarios pédagogiques favorisant la réutilisation en se basant sur le contexte.

Ce travail de recherche s'intègre dans le projet interrégional BASAR de l'AUF (Agence Universitaire de la Francophonie) - www.projetbasar.net.

Références

Bradley, N. A. and Dunlop, M. D. 2005. Toward a multidisciplinary model of context to support context-aware computing. *Human-Computer Interaction*, 20(4):403-446.

Cauvet, C. and Semmak, F. 1999. La réutilisation dans l'ingénierie des systèmes d'information. *Génie objet-Analyse et conception de l'évolution*, 25-55.

Choquet C., and Iksal, S. 2007. Modélisation et construction de traces d'utilisation d'une activité d'apprentissage : une approche langage pour la réingénierie d'un EIAH. *Revue des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation (STICEF)*, vol. 14.

Clayer, J., Toffolon, C., and Choquet, C. 2013. Patterns, Pedagogical Design Schemes and Process for Instructional Design. *Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2013 IEEE 13th International Conference, 304-306.

Conole, G. 2012. *Designing for learning in an open world*, volume 4. Springer.

Consortium, I. G. L. 2003. *IMS learning design information model v1. 0 final specification*. Technical report, IMS Global Learning Consortium. <http://www.imsproject.org/learningdesign/index>.

De Moura Filho, C. O. 2008. Mdeduc: conceiving and implementing a language-oriented approach for the design of automated learning scenarios. *ACM SIGWEB Newsletter*, 2008(Summer):5.

Derntl, M. and Hummel, K. A. 2005. Modeling context-aware e-learning scenarios. *Pervasive Computing and Communications Workshops 2005 (PerCom 2005 Workshops)*. Third IEEE International Conference on, pages 337-342. IEEE.

Diagne, F., 2009. *Instrumentation de la supervision par la réutilisation d'indicateurs: Modèles et architecture*. Thèse de doctorat. Université Joseph-Fourier-Grenoble I.

Emin-Martinez, V. 2010. *Modélisation dirigée par les intentions pour la conception, le partage et la réutilisation de scénarios pédagogiques*. Thèse de doctorat, Université Joseph-Fourier-Grenoble I.

Ferraris, C., Lejeune, A., Vignollet, L., and David, J.-P. 2005. Modélisation de scénarios d'apprentissage collaboratif pour la classe. *Actes de la conférence EIAH (EIAH'05)*.

Hernández-Leo, D., Villasclaras-Fernández, E., Jorrín-Abellán, I., Asensio-Pérez, J., Dimitriadis, Y., Ruiz-Requies, I., and Rubia-Avi, B. 2006. Collage, a collaborative learning design editor based on patterns. *Journal of Educational Technology & Society*.

Jovanovic, J., Gasevic, D., and Devedzic, V. 2006. Ontology-based automatic annotation of learning content. *International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS)*, 2(2):91-119.

Kravčík, M. and Ga'zevič, D. 2006. Adaptive hypermedia for the semantic web. *Proceedings of the joint international workshop on Adaptivity, personalization and the semantic web*, 3-10.

Macedo -Rouet, M. and Perron, J.-M. 2007. Contenu et utilité des scénarios pédagogiques de la base PrimTICE. *Actes de la conférence EIAH 2007*.

Ngoc, D. P. T., 2011. *Spécification et conception de services d'analyse de l'utilisation d'un environnement informatique pour l'apprentissage humain*. Thèse de doctorat. Université du Maine.

Nodenot, T. 2007. Scénarisation pédagogique et modèles conceptuels d'un EIAH: Que peuvent apporter les langages visuels? *Revue Internationale des Technologies en Pédagogie Universitaire (RITPU)/International Journal of Technologies in Higher Education (IJTHE)*.

Paquette, G. 2002. *L'ingénierie pédagogique: pour construire l'apprentissage en réseau*. Puq.

Paquette, G., and Léonard, M. 2013. Les modèles et métadonnées pour les scénarios pédagogiques. Groupe de travail québécois sur les normes et standards en TI pour l'apprentissage, l'éducation et la formation.

Pernin, J.-P. and Lejeune, A. 2004. *Modèles pour la réutilisation de scénarios d'apprentissage*. TICE Méditerranée, Nice.

Toward Rapid Prototyping Tools for Designing Collaborative Learning Activities on Tabletops

Lili Tong

1^{ème} année de doctorat

Laboratoire LIRIS, Bâtiment Blaise Pascal 501, 7 avenue Jean Capelle, 69100 Villeurbanne, France

lili.tong@insa-lyon.fr

Abstract

Digital multi-touch tabletops are gaining increasing relevancy within commercial and educational sectors, as they can favor collaborative learning by enabling simultaneous interactions of several users and engaging users in the activity. They are particularly interesting for two levels of collaboration: collaboration at the tabletop and collaboration through tabletops. Our research interest focuses on exploring the potential of multi-touch tabletops regarding these different levels of collaboration to favor learning. We are particularly interested in serious games which are increasing and gaining more attentions in recent years. However, their design process is costly and time consuming. The main goal of this research is to design an authoring tool for serious games on multi-touch tabletops, which will allow non-experts to create mini-games for learning in an efficient and structured way.

1. Introduction

In traditional computer-supported learning, there are limited face-to-face and synchronous collaboration since one-person/one-computer pattern is most of the time adopted. Some researches confirmed that collaboration is an important feature for learning as it holds the promise of conductively exploring and sharing information and knowledge (Gokhale, 1995; Harasim *et al.*, 1995; Koschmann, 1996). On account of this, multi-touch tabletops, which hold positive influences in students' collaboration by providing shared physical displays, are gaining attention from researchers (Scot *et al.*, 2003). Students can carry out collaborative activities meanwhile keeping face-to-face communication. In previous work, two levels of collaboration related to tabletops have been established: 1) collaboration through tabletops and 2) collaboration at tabletops (Schubert *et al.*, 2012a). Our research interest focuses on enhancing these two levels of collaboration to favor learning. Moreover, tabletops are also well adapted for highly interactive applications, such as serious game (George *et al.*, 2014). Nevertheless, the design process of serious games are costly, time-consuming and requires a large numbers of specialists from diverse domains to collaborate (Marfisi-Schottman *et al.*, 2010). Considering this, the

main research goal of this Ph.D. consists in providing tools to support rapid prototyping and designing an authoring tool for collaborative serious games on multi-touch tabletops which can help non-experts to create games rapidly and efficiently.

In the following sections, we will firstly introduce collaborative learning and the technologies that support it. Then we will describe the concept of serious games, their design process and several related works. Lastly, the proposition of this Ph.D. project will be presented, including research issues, the main features and the framework of the authoring tool.

2. Computer-Supported Collaborative Learning

Collaborative learning is “a situation in which two or more people learn or attempt to learn something together” (Dillenbourg, 1999). Unlike individual learning, it involves individuals as group members to share information, respect others' abilities and make their own contributions. Collaborative learning significantly transforms the traditional teacher-centered classroom to the student-centered learning communities which involves joint intellectual effort by students or students and teachers together (Smith & Macgregor, 1992). It accumulates individual experiences, meanwhile keeps students aware of the whole group which promotes ideas-sharing and team-working (Haythornthwaite 2006). Laal and Ghodsi summarized the benefits of collaborative learning into four major categories: social benefits (establishing positive and social support learning communities), psychological benefits (realizing self-worth by making contribution to the group and reducing pressure), academic benefits (promoting critical thinking skills and improving classroom results) and different assessment techniques (assessing from both teachers' and students' standpoint) (Laal & Ghodsi, 2012). Thus, collaborative learning is definitely a positive education approach for teaching and learning.

In order to enhance collaborative learning applications, different technologies and methodologies have been studied, such as new tools to support collaborative activities, creations of more interactive learning environments and constructivist-based methods for

teaching and learning (Resta & Laferrière, 2007). Among these, multi-touch interactive tabletops, which have a computer interface that resembles a table, attract increased attentions from CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) researchers (Dillenbourg & Evans, 2011). This advanced technology, with specific affordances, presents potential advantages for collaborative learning. For example, it provides a shared physical display where tasks can be represented to all the students at the same time. Moreover, it has a horizontal interactive display which is better than the vertical display by facilitating on more roles switches and greater awareness of others actions (Rogers & Lindley, 2004). In addition, its multi-touch interactive interface allows several users to interact simultaneously. To detect different kinds of interactions on multi-touch tabletops like the position of fingers and the tangible objects, a variety of techniques have been developed such as the capacity grids, cameras capture and RFID readers. Figure 1 shows the example of interaction between tabletop and tangible objects (Hervault, 2013).

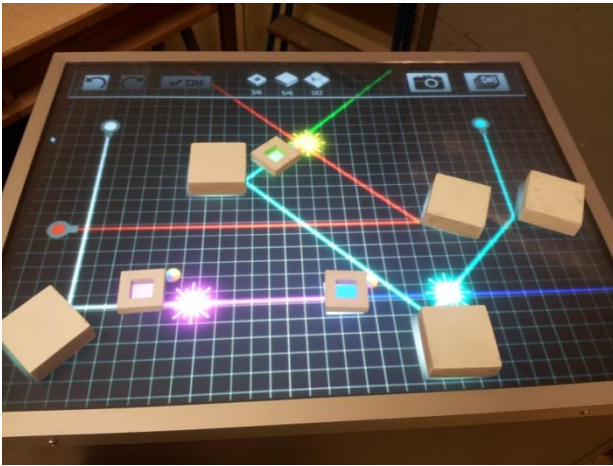


Figure 1. Interaction between tabletop and tangible objects

Besides that, the tabletops can also be given the abilities to communicate with each other, or with other devices such as tablets, interactive board, smartphones, etc., which can augment the diversity of the collaborative activities in learning. Figure 2 shows an example of an interaction between a tabletop and a tablet (Geogre *et al.*, 2014). The digital objects can be passed between the tabletop and the tablet to accomplish specific purpose.

These features allow multi-touch tabletops to have a specific educational favor. However, as Dillenbourg and Evans discussed (Dillenbourg & Evans, 2011), we cannot expect that tabletops improve teaching and learning in every situations. Many researches have been done in the last few years to study the performance of tabletops and their impact on learning. For example, in the SynergyNet project, several networked multi-touch tabletops were deployed in a classroom environment in which children could undertake a history task of a mining accident (Higgins *et al.*, 2012). The experimental results showed that in such task, allowing groups to

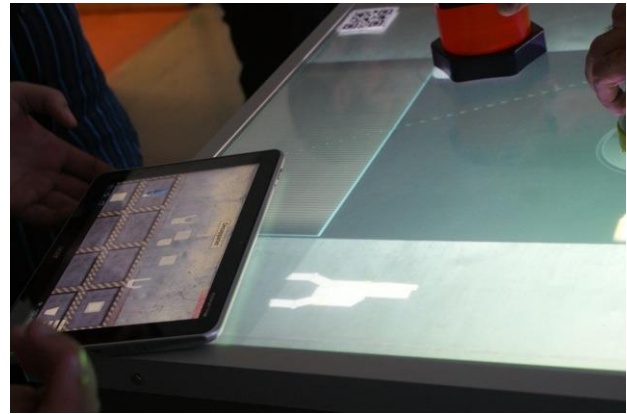


Figure 2. Interaction between tabletop and tablet

interact with the surface at the same time is supportive of collaborative interaction. The Tinkerlamp is a tangible tabletop environment which is developed for training apprentices in logistics (Do-Lenh, 2012). The researchers found out that using complementary interactions such as tangible objects and augmented paper could support for more teachers' orchestration and more students' reflection which in turn resulted in improved learning outcomes. The experimental results meanwhile showed that the physical manipulation with tabletops might trap users and neglect high-level discussion as too much manipulation would lead to a failure for group to step back and reflect, which indicated that the balance between manipulation and reflection was a critical role in the learning process. In the TATIN-PIC project, a table-centric collaborative environment which is composed of an interactive tabletop and an interactive board is built to explore the preliminary design phase beyond brainstorming. It drew the conclusion that in the brainstorming sessions, a digital tabletop environment could lead to more communicative gestures and promise an equitable contribution among group members. Kharrufa and his colleagues have developed the "Digital Mysteries", a collaborative learning platform for class which could be used on digital tabletops. They evaluated this platform and proved that using digital tabletops in class had a better performance on collaborative learning than traditional learning approach (Kharrufa *et al.*, 2010). They also tested multiple digital tabletops in classroom to study challenges that designers may meet in the development and provided design recommendations for future tabletop applications for classroom (Kharrufa *et al.*, 2013). In addition, in the SEGAREM (SEriousGames and Mixed Reality) project, tabletops were used to evaluate the added value of the mixed reality on learning by combining with tablets, smartphones and physical objects. The result showed that adding mixed reality on learning can help student to obtain positive learning outcomes on practical aspects whereas to manipulate more and reflect less which was coherent with the study in the SynergyNet project. These researches reveal that tabletops present coexisting benefits and certain disadvantages when applied with

different configurations in diverse learning environments.

3. Serious Games Design Process

Serious games are games designed for the primary purpose other than mere entertainment (Susi, *et al.*, 2007). They take the advantage of the power of computer games to realize specific purpose, such as developing new knowledge and skills, by engaging and motivating users. They can also offer virtual environments for users to develop professional skills which are impossible to experience in real world for different reasons, such as cost, safety, etc. (Corti, 2006). Owing to their advantages for training, serious games have been used in broad spectrum areas such as education, healthcare, scientific exploration and military. Among these areas, we are interested in learning game, which is a subset of serious games dealing with pedagogically based applications that used for accomplishing learning activities (George & Serna, 2011). Applying learning games on multi-touch tablets can potentially favor collaborative learning by adding highly interaction and motivation.

Even though learning games present advantages for education, they have not been widely used due to their complex and costly design process. For example, a learning game needs pedagogical experts for the definition of game contents in order to achieve the pedagogical objective and educational value. Game designers and graphic designers are also involved in the design process to ensure the game to be consecutive and attractive. Above all, the programmers are needed to realize game engine and the expected functionalities. In view of these, the design process of a learning game needs specialists from various domains to work together. Nevertheless, in most of the learning situation, we only have teacher as the only actor. It would be useful to provide them, or non-experts who want to design learning games, an authoring tool which allows them to create a simple learning game by themselves using different technologies (in particular tablets), and change the game contents easily depending on their various needs, such as teaching, training or researching. To minimize the risks in the design and development process, it is helpful to test ideas and technical aspects at an early stage. Rapid prototyping is a fast and efficient approach that helps designers to shorten the time on testing ideas and implementing possibilities (Ollila *et al.*, 2008). It is important to provide rapid prototyping tools so that designers can make choices and take decisions in the early phase, in particular regarding the platforms or technologies that can be used to favor collaboration.

Nowadays there are already some authoring tools for learning games. For example, the “StoryTec”¹ is an authoring tool for adaptive educational games which combine visual programming approach and high-level logic for authors (Mehm *et al.*, 2012). It provides a “drag

and drop” creation method to create digital storytelling learning games which can be published both on PCs and smartphones. The “Digital Mysteries”² that we described before also offers an authoring tool that allows teachers to create mysteries from scratch or edit existing mysteries in their permanent library. These mysteries can be run on tablets, standard PCs or tabletops. The “eAdventure”³ authoring tool is used for creating educational point & click adventure games, which also uses graphical editor method. The final application can be a standalone application or an applet for online education. “LEGADEE”⁴, designed by Marfisi-Schottman, provides a platform for teachers and game designer to detail all the necessary information of the learning game. Each of these authoring tools focus on a specific approach for learning and are aimed to develop complete games. Most of them focus on the pedagogical scenario specifications and do not consider, or not much, technological aspects.

4. Research Issues and Proposition

4.1 Research Issues and Methodology

As explained previously, the design of learning games is costly and involves various stakeholders. It can be especially sensitive when new technologies, such as tablets, smartphones, etc., are used. Some rapid prototyping and authoring tools are required to make the design process easier and interactive. These tools should be considered as tools that 1) enable to test very quickly different configuration options, and 2) allow designers of serious games to take decisions regarding different pedagogical aspects and above all technological and interaction aspects. In this perspective, we chose to focus on a particular kind of learning games, called mini learning game, which has several advantages for design and test. First of all, the creation of a mini learning game is quite simple for users who are lack of technical experience as it does not have intricate scenarios or mechanics. Secondly, mini learning games can be useful for learning even though they do not have complex scenarios (Prensky, 2008) and they can be easily applied in the classroom. Moreover, as games can be created simply, it means that the test and evaluation of them can be done quickly. Above all, mini learning games are flexible and reusable. We can combine them to build a larger game or embed them into an existing game. In view of these, the authoring tool for mini learning games can be efficient to design in order to test different configurations to explore collaboration issues. The mini-game developed with such authoring tools could possibly be used and integrated in more complex serious games.

² <http://www.reflectivethinking.com/digitalmysteries>

³ <http://e-adventure.e-ucm.es/>

⁴ <http://liris.cnrs.fr/legadee/>

¹ <http://www.storytec.de/>

There exist some authoring tools for mini learning games. For instance, the “Thiagi group”⁵, is a group of people who design succinct training games based on people’s demands by using game framework (“jeux-cadres”). “CarrefourJeux”⁶ is a web-based authoring tool which contains different kinds of mini learning games such as Parcheesi, Mother Goose Game and Tic Tac Toe game. These game scenarios can be changed according to the learning content. “Glup”⁷ is an online tool that allows users to transform learning contents into mini-games. Each game can be customized designed, like different dimensions and difficulty levels, and downloaded or published on the website.

According to the research on existing authoring tools, we found out that there isn’t an authoring tool for highly collaborative mini game for learning on tabletops. We propose to focus our research goal on it to fill this gap. The aimed authoring tool will simplify the design process and allow non-experts to create mini-games on tabletops in an efficient and structured way. Besides that, the created mini learning games will also involve different levels of collaborations.

Thus the main issues of this Ph.D. project can be summarized as these two questions:

1. How to design an authoring tool for learning games that meets users’ demands and allows rapid prototyping and testing.
2. How these created learning games on tabletops could encourage different levels of collaboration.

From a methodological point of view, we will adopt a user-centered design approach, by observing the different users of learning games design. At the same time, the analysis of the different existing collaborative learning games using tabletops should help us to extract the main features that should provide such rapid prototyping tools regarding collaboration aspects.

4.2 Main Features

As we described in the former section, there are two levels of collaboration in the learning activities that can be exploited on tabletops. Figure 3 shows a brainstorming session which refers to collaboration at tabletop (Schubert *et al.*, 2012b). Figure 4 presents a role playing game aiming to improve the performance of a production line which involves collaboration through tabletops (George *et al.* 2014). The former researches argued that enhancing different levels of collaboration in CSCL environment can have potential positive impacts on learning (Schubert *et al.*, 2012a). Our authoring tool

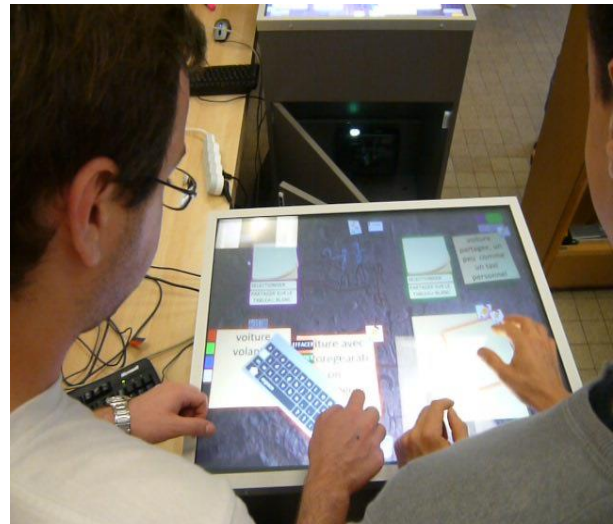


Figure 3. Collaboration at tabletop



Figure 4. Collaboration through tabletops

will have a module to configure the collaboration pattern in learning activities such as which task can be finished on a single tabletop and which task should be finished with the help of other tabletops. It can also help users to set rules for territory on tabletops to distribute shared and private spaces. Other devices could be applied into the learning environment including tablets (as shown in Figure 2) and smartphones to add the mobility and diversity into the collaborative interaction. Users can specify the user interface distribution according to these devices just by choosing the options from the module.

Using tangible objects in the leaning activities will also be considered in this project. Tangible user interfaces (TUIs) have potential benefits for learning such as providing physical information, increasing usability and improving collaboration (Do-Lenh, 2012). Nonetheless, they are still rarely used in formal learning environments. One reason is that the learning environment is a complex ecosystem which has many constraints, bringing a new technology into may disrupt its fragile balance. Our

⁵ <http://www.thiagi.fr>

⁶ http://www.savie.gc.ca/CarrefourJeux2/Accueil_content.asp

⁷ <http://glup.crdp.ac-versailles.fr/>

authoring tool provides a solution to improve this. It allows users to involve TUIs into learning activities in the design process. Users can choose the objects they want from the option, give them specific meaning and set the rules of usage such as how to share objects and when to use them in turns. By this means, the learning activities with TUIs will be more coherent and controllable.

From a more technical point of view, we propose to apply Component-Based Software Engineering (CBSE) for the control. CBSE is an emerging paradigm of software development (Aoyama, 1998), aiming to split up a system into independent components which can be exploited and reused to achieve brief and clear design (Mehm *et al.*, 2011). It has been widely used in game industry due to its performance on reducing development cost and time and improving maintainability and reliability (Cai *et al.*, 2000). We plan to take these advantages into our authoring tool by using the module "Component Toolkit". Users can create a game structure by selecting an appropriate component, dragging it from the toolkit and dropping it in the workplace. In order to make the creative process even easier, these components should be self-descriptive, able to communication with each other and contain a concise interface. Users could create different kinds of mini-games for specific educational field by using and combining these off-the-shelf components. For example, with the "Jigsaw Puzzle Component", users could create a puzzle learning games just by adding appropriate pictures into it, such as a famous painting or the world map according to the learning field. The picture would be cut into pieces automatically and stacked randomly. The components could also include different levels so that users would be able easily to change levels according to students' abilities. In addition, there should be also some assistant tools such as the "Arrow Tool" which would be used to indicate the game flow and help other components to communicate; the "Description Tool" which would be used to provide more information of the game to students, etc. These assistant tools should ensure the integrity and continuity of learning games.

These are the main features of this authoring tool. In summary, it could help users do design learning game from these aspects: specifying the devices composition of the learning environment (tabletops, smartphones, tablets, etc.), specifying the UI distribution according to these devices, setting rules for territory and objects (shared or private) and designing by using components. There features are based on our current proposition, we will improve them and keep on figuring out other useful features in our future study.

4.3 Framework

The framework that we will use is based on the former work in our laboratory which was built to simplify the development of learning games on multi-touch devices. It generates a skeleton for a web-based game where the designers can set the hardware configuration at the beginning of the design, like the number of involved

tabletops or the interactions specifications (detection of fingers or/and objects, etc.). It also contains a network module that permits the communication between devices, such as tablets, smartphones or tabletops. The tabletops that we are going to use are designed by our laboratory (See figure 3). The framework is written in JavaScript and mainly based on the HTML5 Canvas. It uses the TUIO protocol to collect the multi-touch events. It also has a 2D rigid body simulation engine designed for fully dynamical applications.

5. Conclusion

Tabletop is an advanced technology that can favor collaborative learning owing to its physical shared display. It is also an applicable platform for serious games. We are interested in applying serious games on tabletops to enhance different levels of collaboration to favor learning. However, the design process of serious game is costly and time consuming. Considering this, we propose the main goal of this Ph.D. project: designing an authoring tool that can help non-experts to create mini collaborative learning game on tabletops in an efficient and structured way. We give the perspective of the main features of this authoring tool, such as the component-based development, the ability to design different levels of collaboration, the capability to combine other devices and objects into the learning activities, and the framework that facilitates the deployment on tabletops. We will design and test the authoring tool by using rapid prototyping basing on these main features which will be improved and completed during the whole process as well.

Reference

- Aoyama, M. (1998). New age of software development: How component-based software engineering changes the way of software development. In *1998 International Workshop on CBSE* (pp. 1–5).
- Cai, X., Lyu, M. ., Wong, K.-F., & Ko, R. (2000). Component-based software engineering: technologies, development frameworks, and quality assurance schemes. In *Software Engineering Conference, 2000. APSEC 2000. Proceedings. Seventh Asia-Pacific. IEEE* (pp. 372–379).
- Corti, K. (2006). Games-based Learning; a serious business application. *Informe de PixelLearning*, 34(6), 1–20.
- Dillenbourg, P. (1999). *What do you mean by collaborative learning?* (P. Dillenbourg, Ed.) *Collaborative Learning Cognitive and Computational Approaches* (Vol. 1, pp. 1–19). Oxford: Elsevier.
- Dillenbourg, P., & Evans, M. (2011). Interactive tabletops in education. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 6(4), 491–514.

- Do-Lenh, S. 2012. *Supporting Reflection and Classroom Orchestration with Tangible Tabletops*. PhD thesis, École Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- George, S., Michel, C., Serna, A. and Bisognin L., *Évaluation de l'impact d'un jeu sérieux en réalité mixte*, Revue STICEF, 2014, (à paraître)
- George, S., & Serna, A. (2011). Introducing mobility in serious games: Enhancing situated and collaborative learning. In *Human-Computer Interaction. Users and Applications* (pp. 12–20). Springer Berlin Heidelberg.
- Gokhale, A. A. (1995). Collaborative Learning Enhances Critical Thinking. *Journal of Technology Education*, 7, 22–30.
- Harasim, L., Hiltz, S. R., Teles, L., & Turoff, M. (1995). *Learning Networks: A Field Guide to Teaching and Learning Online*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hervault J. (2013). *Gestion de traces d'interactions tangibles : application à l'apprentissage sur tables tactiles*, Mémoire de Master en informatique, INSA de Lyon, 42 p.
- Higgins, S., Mercier, E., Burd, L., & Joyce-Gibbons, A. (2012). Multi-touch tables and collaborative learning. *British Journal of Educational Technology*, 43(6), 1041–1054.
- Kharrufa, A., Balaam, M., Heslop, P., Leat, D., Dolan, P., & Olivier, P. (2013). *Tables in the wild: lessons learned from a large-scale multi-tabletop deployment*. In Proceedings of the 2013 ACM annual conference on Human factors in computing systems (pp. 1021–1030). ACM.
- Kharrufa, A., Leat, D., & Olivier, P. (2010). Digital mysteries: designing for learning at the tabletop. In *ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces* (pp. 197–206). ACM.
- Koschmann, T. D. (1996). *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*. (T. D. Koschmann, Ed.) *Computers, Cognition, and Work*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Laal, M., & Ghodsi, S. M. (2012). Benefits of collaborative learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 486–490.
- Marfisi-Schottman, I., George, S., & Tarpin-Bernard, F. (2010). Tools and methods for efficiently designing serious games. In *Proceedings of the 4th European Conference on Games Based Learning ECGBL* (pp. 226–234).
- Mehm, F., Göbel, S., & Steinmetz, R. (2011). Introducing Component-Based Templates into a Game Authoring Tool. In *5th European Conference on Games Based Learning* (pp. 395 – 403).
- Mehm, F., Reuter, C., Göbel, S., & Steinmetz, R. (2012). Future trends in game authoring tools. In *Entertainment Computing-ICEC 2012* (pp. 536–541). Springer Berlin Heidelberg.
- Ollila, E. M. I., Suomela, R., & Holopainen, J. (2008). Using prototypes in early pervasive game development. *Computers in Entertainment (CIE)*, 6(2), 17.
- Prensky, M. (2008). Students as designers and creators of educational computer games: Who else? *British Journal of Educational Technology*, 39(6), 1004–1019.
- Resta, P., & Laferrière, T. (2007). Technology in Support of Collaborative Learning. *Educational Psychology Review*, 19(1), 65–83.
- Rogers, Y., & Lindley, S. (2004). Collaborating around vertical and horizontal large interactive displays: which way is best? *Interacting with Computers*, 16(6), 1133–1152.
- Schubert, M., George, S., & Serna, A. (2012a). Exploring the potential of tabletops for collaborative learning. In *Intelligent Tutoring Systems* (pp. 632–633). Springer Berlin Heidelberg.
- Schubert, M., Serna, A., & George, S. (2012b). Using collaborative activities on tabletops to enhance learning and knowledge transfer. In *IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2012)* (pp. 610–612). Rome, Italy.
- Scott, S. D., Mandryk, R. L., & Inkpen, K. M. (2003). Understanding children's collaborative interactions in shared environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(2), 220–228.
- Smith, L., & Macgregor, J. T. (1992). *What is Collaborative Learning ?* (A. S. Goodsell, M. R. Maher, & V. Tinto, Eds.) *Collaborative Learning: A Sourcebook for Higher Education* (pp. 10–29). Univ Park, PA, National Center on Postsecondary Teaching.
- Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). *Serious Games – An Overview*. *Elearning*. School of Humanities and Informatics, University of Skövde, Sweden, Technical report HIS-IKI-TR-07-001.

Le système iNformatIque COmmunautaire mobiLe et AdapTatif :

Le système NICOLAT

Rachid Belmeskine

2^{ème} année de doctorat

Laboratoire MIS, Quartier des Teinturiers, 14 Quai de Somme, EPI 3 (2eme et 3eme étage) - Amiens

rachid.belmeskine@hotmail.com

Résumé

Cet article présente un environnement communautaire mobile et adaptatif dédié à supporter la Communauté de pratique des enseignants utilisateurs de la méthode pédagogique MAETIC (Méthode pédAgogique instrumEntée par les Technologies de l'Information et de la Communication). L'objectif est d'aider ces enseignants à résoudre les difficultés qu'ils rencontrent lors de l'usage de cette méthode dans leurs classes et d'échanger leurs pratiques liées à cette méthode.

1. Introduction

Nos travaux de recherche concernent la conception et le développement d'un système informatique communautaire mobile et adaptatif appelé le système NICOLAT (iNformatIque COmmunautaire mobiLe et AdapTatif) dans le but de supporter la communauté de pratique (Charlier et al. 2007) (Garrot 2008) des enseignants utilisateurs de la méthode pédagogique MAETIC (Méthode pédAgogique instrumEntée par les Technologies de l'Information et de la Communication) (Talon et Leclot 2008). L'objectif est de supporter ces enseignants par un outil pour les aider à résoudre les difficultés qu'ils rencontrent lors de l'usage de cette méthode en classe.

La conception et le développement de NICOLAT a aussi pour but de répondre à une problématique de recherche liée aux Environnements Informatiques support des CoPs (Communautés de Pratique) et basés sur la résolution communautaire de problèmes. Cette problématique se résume en quatre questions :

- Comment réduire les demandes de résolution des difficultés qui ont été résolues dans le passé ?
- Comment dépasser les problèmes de prise en main et de familiarisation avec les nouveaux outils informatiques ?
- Comment minimiser le temps de réponse à une demande de résolution d'une difficulté ?
- Comment assurer l'accès en cas de mobilité ?

Le système NICOLAT se compose de quatre composants dont l'objectif est de répondre à ces questions. Ces composants sont : le noyau, la couche

RD (Résolution des Difficultés), la couche AI (Adaptation des interactions) et la couche Interface.

Dans cet article nous présentons le système NICOLAT et ses différents composants. Nous commençons par présenter le contexte de nos travaux de recherche. Dans la partie 3 nous abordons le système NICOLAT et nous présentons ses différents composants. Dans la partie 4 nous détaillons le noyau et la couche RD. Enfin, dans la partie 5 nous abordons la couche Adaptation des interactions et la couche Interface.

2. Contexte de recherche

2.1. La communauté de pratique

Le concept de CoP se situe dans le cadre de l'apprentissage collaboratif. C'est une forme de groupement de professionnels qui se rassemblent afin de partager et d'échanger des connaissances explicites et tacites liées à leur domaine d'intervention. Wenger (Wenger 2006) a défini les CoPs comme des groupes de personnes qui partagent un intérêt commun ou une passion qu'ils pratiquent et apprennent à la faire d'une meilleure façon en s'interagissant régulièrement. Il a défini 3 caractéristiques qui distinguent les CoPs :

- Le domaine - L'entreprise commune : les membres de la CoP ont un domaine d'intérêt partagé qui les distinguent des autres personnes.
- La communauté - L'engagement mutuel : les membres de la CoP doivent s'entraider et s'engager dans des activités, des discussions.
- La pratique - Répertoire partagé : c'est un répertoire partagé des ressources ou ce que l'on appelle la mémoire de la communauté (expériences, outils, histoires, techniques pour la résolution des problèmes).

Dans nos travaux la CoP cible est celle des enseignants utilisateurs de la méthode pédagogique MAETIC. Cette méthode se base sur la réalisation de projets par des étudiants et vise à leur permettre de développer en parallèle avec un savoir-faire lié au métier ciblé, des compétences professionnelles considérées comme essentielles pour faciliter leur intégration dans le monde professionnel : la planification, la négociation, le travail en équipe, la

communication, etc. En effet, des retours d'expérimentations (Quenu-Joiron et Lecllet 2010) ont montré que lorsqu'un enseignant déploie la méthode MAETIC dans sa classe, il peut rencontrer des difficultés dues au manque d'expérience dans l'usage de celle-ci. Il peut alors avoir besoin d'aide. Ces expérimentations ont également souligné que des enseignants plus expérimentés peuvent à ce moment lui apporter cette aide. Les enseignants usagers de la méthode MAETIC constituent donc une communauté de pratique dont les principaux objectifs sont : 1) la résolution des difficultés liées à l'usage de MAETIC et 2) l'échange des pratiques liées à cette méthode.

2.2. Le RàPC

Pour aider un enseignant à résoudre les difficultés liées à la méthode MAETIC, la couche RD s'appuie sur le Raisonnement à Partir de Cas (RàPC). Ce dernier est une approche de résolution de problèmes basée sur la réutilisation par analogie d'expériences passées appelées cas (Aamodt et Plaza 1994).

Dans un système RàPC, l'ensemble des expériences forme une base de cas où chaque expérience correspond à un cas. Ce dernier contient généralement le problème et sa solution. Le cycle du RàPC comprend les étapes suivantes (Fuchs et al. 2006) (Aamodt and Plaza 1994) (Mille 2006) : 1) l'élaboration qui consiste à construire le cas cible en se basant sur les informations fournies par l'utilisateur, 2) la remémoration qui consiste à extraire les cas de la base dont les problèmes sont similaires au problème cible, 3) la réutilisation qui consiste à réutiliser les cas extraits par la phase précédente dans le but de résoudre le problème courant, 4) la révision qui correspond à la vérification et l'évaluation de la solution, enfin 5) la maintenance qui consiste à ajouter le problème et sa solution à la base de cas. Peu de systèmes RàPC font de l'adaptation et la révision complètement automatique. Pour la plupart des systèmes, une intervention humaine est nécessaire (Lamontagne et Lapalme 2002).

Les modèles RàPC sont regroupés en trois grandes familles : structurelle, conversationnelle et textuelle (Lamontagne et Lapalme 2002). Dans le modèle structurel, les cas sont complètement structurés et sont représentés par des attributs de types simples. Le modèle conversationnel mise sur l'interaction entre l'utilisateur et le système (conversation) pour définir progressivement le problème à résoudre et pour sélectionner les solutions les plus appropriées. Le modèle textuel consiste à résoudre des problèmes à partir d'expériences dont les descriptions sont contenues dans des documents textuels.

2.3. L'adaptation

Le mot adaptation signifie une modification du comportement d'une partie d'un système en fonction du changement de son contexte pour atteindre un nouveau point de fonctionnement plus satisfaisant (Sourrouille

2002). L'atteinte de cet objectif d'amélioration se freine par la diversité des profils des apprenants, leurs préférences, leurs centres d'intérêt, leurs contextes d'utilisation, etc.

Le concept d'adaptation a été abordé dans différents types d'EIAH de différentes de manières (adaptation de présentation, adaptation de contenu, scénario pédagogique, etc.). Dans le cadre des EIAH collaboratifs et adaptatifs où se situent nos travaux, trois types d'adaptations ont été traitées (Magnisalis et al. 2011) :

- **La construction des groupes** : elle consiste à créer des groupes des apprenants d'une façon qui permet de favoriser l'apprentissage. Dans le but de la construction des groupes, les EIAH collaboratifs et adaptatifs se basent sur les données des apprenants comme leurs styles d'apprentissage, leurs préférences, leurs niveaux de connaissances du domaine, etc.
- **Le support de connaissances du domaine** : il concerne les adaptations effectuées par le système afin d'améliorer chez les apprenants les connaissances liées à leurs domaines d'apprentissage. L'objectif est d'aider les apprenants à acquérir un niveau acceptable de connaissances du domaine cible sans être concerné par la façon d'acquisition de ces connaissances (Magnisalis et al. 2011). Ce type d'adaptation est lié aux aspects des utilisateurs, de groupes et des tâches d'apprentissage qui doivent être modélisées afin d'assurer un meilleur support. Ces aspects peuvent être observés et déduits à partir des interactions entre l'utilisateur et le système (Magnisalis et al. 2011).
- **Le support des interactions** : Le support des interactions correspond aux actions effectuées par un système pour aider les apprenants à améliorer les interactions entre eux dans le but d'améliorer leurs apprentissages. Un EIAH collaboratif et adaptatif qui supporte les interactions entre les collaborateurs se concentre sur le processus de collaboration quelque soit le domaine et offre des services personnalisés aux apprenants par la modélisation des interactions liées à l'activité d'apprentissage (Magnisalis et al. 2011). Les travaux qui fournissent un support d'interaction peuvent être classés en deux catégories : 1) Les travaux qui s'intéressent à trouver des mécanismes et des méthodes pour étudier et analyser les interactions et proposer des réactions automatiques, semi-automatiques ou manuelles dans le but d'améliorer les activités de collaboration et d'apprentissage (Anaya et Boticario 2009) (Mørch et al. 2006) (Rosé et al. 2008) (Miksatko et McLaren 2008), 2) Les travaux qui s'intéressent à l'adaptation des scénarios collaboratifs par l'utilisation des patrons d'adaptation (AP) dont le but est de guider les apprenants à s'engager dans les activités d'apprentissage collaboratif (Karakostas et Demetriadis 2009) (Magnisalis et Demetriadis 2009) (Ronen et Kohen-Vacs 2009).

Dans nos travaux, nous offrons le support des interactions via la couche AI et la couche Interface. Ce support des interactions se caractérise par la possibilité d'interaction avec notre système via différents types d'applications et de dispositifs.

3. Le système NICOLAT

NICOLAT est constitué de 5 composants, chacun d'eux se compose d'un ou de plusieurs sous-composants logiciel. Ces composants (Figure 1) sont :

- **Le noyau** : qui intègre les fonctionnalités de base d'un environnement communautaire personnalisées selon les spécificités de la CoP MAETIC.
- **La couche Résolution de Difficultés (RD)** : qui vise à minimiser le nombre de demandes d'aides sur l'espace communautaire en aidant l'enseignant à résoudre sa difficulté lui-même en se basant sur des difficultés qui ont déjà été résolues dans le passé.
- **La couche Adaptation des Interactions (AI)** : qui permet à chaque membre d'interagir avec le système via des applications qu'il utilise tout le temps tel que les clients mail ou les réseaux sociaux. Ainsi, Cette couche prend en compte l'aspect dispositif en permettant aux membres d'interagir avec le système via différents types de dispositifs.
- **La couche Interface** : Le but de cette couche est d'assurer la communication entre la couche AI et l'utilisateur. Elle fournit des interfaces, des applications et des composants logiciels au service de la couche AI et dont le but est de transmettre et récupérer les données auprès des utilisateurs.

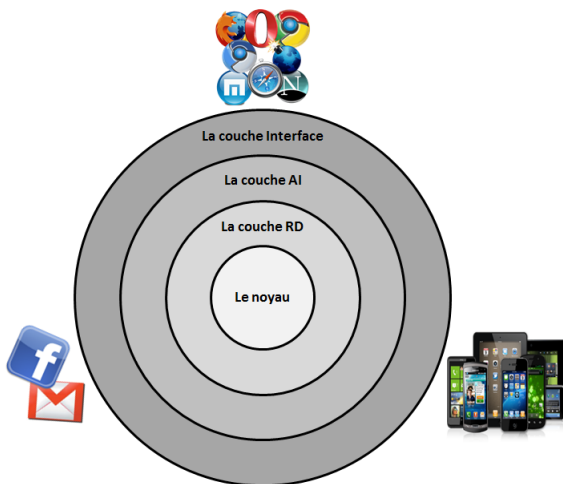


Figure 1 : Architecture générale du NICOLAT

4. Le Noyau et la couche RD

4.1. Le Noyau

Le noyau de NICOLAT propose les fonctionnalités de base d'un environnement communautaire adaptées aux spécificités de la CoP MAETIC. Ce noyau est fermé, au sens où seuls les enseignants reconnus comme

utilisateurs de MAETIC peuvent y accéder. De plus, il ne propose pas de restreindre de liens entre les membres et ce compte tenu de la petite taille de la communauté. Ainsi, tous les usagers de la communauté sont en relation entre eux. Le noyau supporte 3 types d'utilisateurs :

- L'utilisateur 'Membre', qui est un enseignant usager de la méthode MAETIC.
- L'utilisateur 'Expert', qui est un enseignant expert dans l'utilisation de MAETIC, et qui a le droit de valider les solutions proposées pour les difficultés rencontrés par les enseignants de la CoP.
- L'utilisateur 'Administrateur', qui gère le système et veille à son bon fonctionnement.

Le noyau s'appuie essentiellement sur le principe de publication de contenus. Un contenu peut être une pratique ou une difficulté MAETIC qui initie un Fil de Discussion (FD). Ce dernier se poursuit par le biais de commentaires. Chaque membre de la communauté dispose d'une page personnelle, qui contient ses publications. Chaque contenu publié par un membre sur sa page personnelle est visible par tous les membres de la communauté à travers un fil d'actualité.

Après la résolution d'une difficulté en se basant sur les commentaires, le membre qui a posté cette difficulté peut concevoir la solution qui sera validée par un des experts.

L'objectif principal du noyau est de faciliter les interactions entre les enseignants membres de la CoP dans le but de trouver des solutions à leurs difficultés et de capitaliser leurs pratiques liées à MAETIC.

4.2. La couche RD

La couche RD a été conçue pour répondre à la première question de notre problématique de recherche :

Comment éviter des demandes de résolution des difficultés similaires ? Cette couche a pour but d'aider l'enseignant à résoudre sa difficulté lui-même en se basant sur des difficultés qui ont déjà été résolues dans le passé, et donc minimiser le nombre de demandes d'aide et éviter des demandes de résolution des difficultés similaires. L'objectif est de faire vivre la communauté en délimitant les facteurs de démotivation liés aux demandes de résolution des mêmes difficultés plusieurs fois.

Pour atteindre ses objectifs, cette couche se base sur le Raisonnement à Partir de Cas (RàPC). La figure 2 ci-dessous présente le cycle du RàPC implémenté par la couche RD.

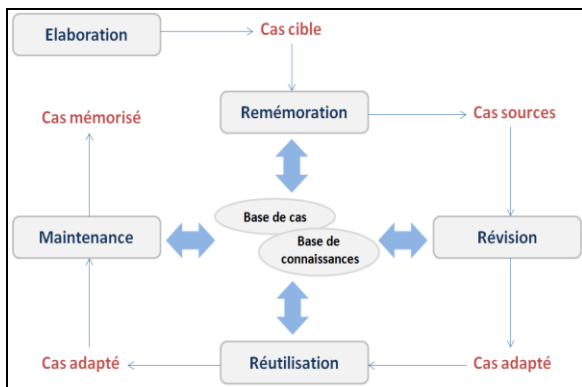


Figure 2 : Le cycle du RàPC dans la couche RD

L'étape d'**élaboration** consiste à construire le cas cible à partir des informations fournis par l'enseignant sur la difficulté rencontrée. L'étape de **remémoration** consiste à extraire les cas sources qui sont proches du cas cible. L'étape de **réutilisation**, permet à l'enseignant de concevoir une solution, soit en utilisant les cas extraits ou de provoquer une discussion avec les membres de la communauté si les cas extraits ne satisfont pas ses besoins (ici le système fait appel au noyau). L'étape d'**évaluation** (la révision) implique les experts qui évaluent et valident la solution conçue par l'enseignant. L'étape de **maintenance** permet d'ajouter le problème et sa solution validée par les experts dans la base des cas.

La partie problème de cas est structurés en 2 parties (Figure 3) : 1) **Context-pb** : qui représente le contexte de la difficulté, il contient des informations sur ce contexte comme : le niveau d'expertise de l'enseignant, la taille de l'université, effectif..., 2) **Specif-pb** : qui représente la spécification du problème, et contient la description textuelle de la difficulté rencontrée et son type qui correspond à une classification des types de la méthode MAETIC (Belmeskine et al. 2012a). La partie solution de cas se compose de 3 parties (Figure 3) : 1) **Sol-actions** : qui représente les actions à effectuer par l'enseignant pour résoudre le problème (difficulté rencontrée). 2) **Sol-effet** : qui représente les effets des actions de la solution. 3) **Sol-eval** : qui représente l'évaluation de la solution par des experts.

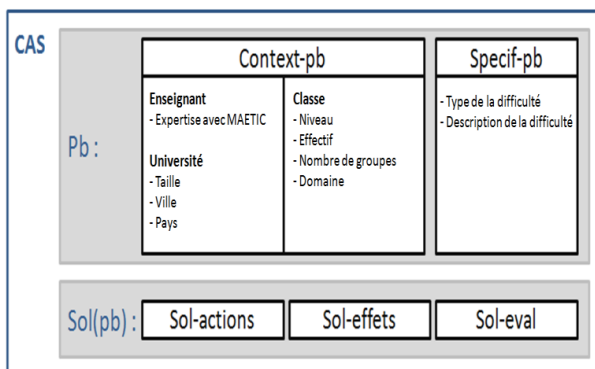


Figure 3 : Structure de cas

L'étape de remémoration se considère comme la principale étape effectuée automatiquement. Cette

étape se compose de deux sous-étapes : 1) **recherche de cas similaires**, 2) **tri de cas sélectionnés**.

Durant la sous-étape de recherche de cas similaires, le système n'utilise que les attributs de 'Specif-pb' (le type de la difficulté et sa description), il mesure la similarité textuelle entre les valeurs de l'attribut 'PROBLEM DESCRIPTION' du cas cible et celles des cas sources qui ont le même type de difficulté 'TYPE OF DIFFICULTY' que le cas cible. Cette phase retourne les cas jugés similaires au cas cible et leurs indices de similarités avec le cas cible. Notre stratégie de similarité textuelle est basée sur les mots comme unité linguistique et le modèle vectoriel comme modèle de recherche d'information.

La seconde phase de l'étape de remémoration consiste à trier les cas retournés par la phase de recherche des cas similaires en se basant sur tous les attributs de la partie 'problème'.

Le Noyau et la couche RD ont été développés en utilisant le CMS Drupal. Ils sont détaillés dans (Belmeskine et al. 2012a) (Belmeskine et al. 2012b) (Belmeskine et al. 2013).

5. La couche AI et la couche Interface

L'adaptation dans le système NICOLAT a pour but de supporter et de favoriser les interactions entre les membres de la CoP MAETIC. L'objectif est de combler le gap entre les préférences de chaque enseignant en termes d'outils d'interactions pour diminuer le nombre d'abandons par la minimisation du temps de réponse et les cas d'inaccessibilité (problèmes d'accès à l'internet, membres en forte mobilité), et augmenter le confort d'utilisation du système (notamment en cas de non familiarisation avec l'interface par défaut). Cette couche permettra à chaque membre d'interagir avec les autres membres de la CoP via son outil préféré ou disponible à un moment donné.

Ce type d'adaptation permet de répondre aux deuxième, troisième et quatrième questions de notre problématique de recherche, et qui sont les suivantes :

Comment dépasser les problèmes de prise en main et de familiarisation avec les nouveaux outils informatiques ? L'adaptation des interactions est une des réponses à cette question en permettant aux acteurs du système d'utiliser les outils logiciels et matériels qu'ils préfèrent et qu'ils ont l'habitude de manipuler. Cette solution pourra aider à dépasser les obstacles liés à la manipulation des outils informatiques.

Comment minimiser le temps de réponse ? Dans notre système, l'adaptation des interactions permet de faire diffuser une demande d'aide à la résolution d'une difficulté auprès de ses acteurs dans les outils utilisés par eux. L'acteur intéressé par une réponse ne sera pas obligé d'attendre la consultation de l'interface web du système par les autres acteurs pour qu'ils tiennent

compte de sa demande. Par cela il pourra alors profiter d'une réponse immédiate. Nous prenons en compte des outils mobiles pour répondre à des demandes en situation de mobilité et minimiser le temps de réponse.

Comment assurer l'accès en cas de mobilité ? La réponse à cette question consiste à assurer l'accès au système via des dispositifs mobiles.

L'adaptation des interactions dans NICOLAT est assurée par la couche AI. Cette couche utilise des interfaces, des applications et composants logiciels fournis par la couche Interface pour pouvoir communiquer avec les membres de la CoP. La couche AI joue donc le rôle d'un composant intermédiaire qui assure l'échange de données entre le noyau/la couche RD et les membres de la CoP via les composants (Interfaces, applications, composants logiciels) de la couche Interface.

Dans ce qui suit, nous présentons les composants de la couche Interface qui sont groupés en 1) composants communautaires et 2) composants mobiles. Ensuite, nous présentons la stratégie d'adaptation de la couche AI.

5.1. Les composants communautaires de la couche Interface

Les composants communautaires de la couche Interface sont ceux qui permettent d'interagir avec le système NICOLAT à travers des applications déjà existantes comme les réseaux sociaux et les clients mail. Dans nos travaux, nous avons implémenté des composants dédiés aux clients mail et au réseau social Facebook. La couche Interface contient deux composants communautaires : 1) une application Facebook, 2) un composant dédié à l'interaction avec les clients mail. Nous pouvons considérer aussi l'interface web du noyau et de la couche RD comme un composant communautaire de la couche Interface.

Facebook : Nous avons développé une application Facebook qui permet à l'enseignant d'accéder à la couche RD et au noyau du NICOLAT. En effet, un enseignant peut utiliser cette application pour chercher une solution à sa difficulté et la poster en cas de non satisfaction. Les enseignants intéressés par Facebook reçoivent des notifications Facebook lors de la publication d'une demande d'aide à la résolution d'une difficulté ou d'un commentaire, après la réception d'une notification l'enseignant peut répondre via cette application.

Clients mail : Nous avons développé un composant qui permet aux membres intéressés par l'outil email de recevoir des demandes d'aide ou des commentaires par email, les emails à recevoir par les membres contiennent un formulaire qui leur permettent de répondre immédiatement. Un formulaire de description d'une difficulté qui peut être installé sur les boîtes email des membres a été développé. Ces deux formulaires sont

testés sur Gmail. Leur fonctionnement n'est pas assuré sur tous les clients email à cause des contraintes de sécurité.

5.2. Les composants mobiles de la couche Interface

Les composants mobiles de la couche Interface sont ceux qui permettent d'interagir avec le système NICOLAT à travers des dispositifs mobiles. La couche Interface contient trois composants mobiles : 1) une application Android, 2) une application iOS, et 3) un composant logiciel capable d'envoyer des SMSs.

L'application Android : Cette application offre l'accès aux principales fonctionnalités du noyau et de la couche RD. Elle permet aussi de recevoir une notification après la publication d'une demande d'aide à la résolution d'une difficulté ou d'un commentaire. Les utilisateurs de cette application peuvent recevoir les notifications même si l'application est non lancée. Cette application est compatible avec les téléphones portables et les tablettes qui fonctionnent sous Android. Elle a été testée sur Samsung galaxy s3 et galaxy tab 3.

L'application iOS : Cette application qui sera développée prochainement offrira les mêmes fonctionnalités que l'application Android et elle sera compatible avec l'iPhone et l'iPad.

SMS : Nous avons développé un composant logiciel capable d'envoyer des SMSs aux membres de la CoP. En effet, lors de la saisie d'une demande d'aide à la résolution d'une difficulté, l'enseignant peut choisir de la publier en mode urgence. Cette option permet de transmettre la difficulté par SMS aux différents membres intéressés par cet outil.

5.3. Stratégie d'adaptation de la couche AI

L'objectif de la couche AI est de permettre à chaque membre d'interagir avec le système via l'outil qui correspond à son contexte. Dans la version actuelle de NICOLAT, le contexte d'un membre est réduit en ses préférences. En effet, l'adaptation est basée sur les préférences des membres de la CoP.

Chaque membre choisit un ou plusieurs outils dans lesquels il sera sollicité une fois une demande d'aide à la résolution d'une difficulté ou un commentaire est publié. En fait, chaque membre sera sollicité dans ses outils de préférences.

Nous envisageons de concevoir un algorithme d'adaptation dont le but est de choisir pour chaque membre de la CoP, l'outil ou les outils dans lesquels le système peut le solliciter. Nous prévoyons que cet algorithme prendra des décisions en se basant sur une représentation du contexte plus large par rapport à la représentation actuelle. En effet, nous souhaitons prendre en considération les éléments suivants : 1) les préférences des membres, 2) leurs historiques d'interaction et 3) les solutions techniques capables de détecter si un membre est connecté sur un outil donné.

6. Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté les différents composants du système NICOLAT.

Notre prochaine tâche consiste à commencer l'expérimentation de ce système et de ses différents composants avec un groupe des enseignants (une douzaine) en parallèle avec le développement de l'application iOS. Dans cette première version cible de l'expérimentation, l'adaptation est basée sur les préférences des enseignants. Les résultats de l'expérimentation seront exploités pour concevoir notre algorithme d'adaptation.

Remerciements

Nous tenons à remercier l'IFADEM (Initiative francophone pour la formation à distance des maîtres) pour sa contribution au financement de ce travail dans le cadre du projet DISCOMOB.

Références

Article de Revue

Aamodt, A. and Plaza, E. 1994. Case Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations and System Approach. *AI Communications* 7(1):39-59.

Belmeskine, R.; Begdouri, A.; Lecllet D. 2013. Resolution of difficulties approach for a Community of Practice members: design, implementation and experiment. *International Journal of Research in Education Methodology* 4(1):409-422.

Lamontagne, L. and Lapalme, G. 2002. Raisonement à base de cas textuel – état de l'art et perspectives futures. *Revue d'intelligence artificielle* 16(3):339-366.

Magnisalis, I.; Demetriadis, S.; Karakostas, A. 2011. Adaptive And Intelligent Systems For Collaborative Learning Support: A Review Of The Field. *IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES* 4(1):5-20.

Miksatko, J. and McLaren, B. M. 2008. Intelligent Tutoring Systems 333-342.

Mørch, A.I.; Dolonen, J.A.; Nævdal, J.E. 2006. An Evolutionary Approach to Prototyping Pedagogical Agents: From Simulation to Integrated System. *Journal of Network and Computer Applications* 29(2):177-199.

Rosé, C.; Wang, Y.; Cui, Y.; Arguello, J.; Stegmann, K.; Weinberger, A.; Fischer, F. 2008. Analyzing Collaborative Learning Processes Automatically: Exploiting the Advances of Computational Linguistics in Computer-Supported Collaborative Learning. *International journal of computer-supported collaborative learning* 3(3): 237-271.

Talon, B. and Lecllet, D. 2008. Dispositif pédagogique pour un apprentissage de savoir-faire : Dispositif

pédagogique e-mallette MAETIC. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire (RITPU)* 2009). 5(2):58-74.

Actes de Conférences

Anaya, A. R. and Botcarrio, J. G. 2009. A Data Mining Approach to Reveal Representative Collaboration Indicators in Open Collaboration Frameworks. In *Proceedings of the second international conference on educational data mining*. 210-219. Cordoba, Spain.

Belmeskine, R.; Begdouri, A.; Lecllet, D. 2012a. Community Computer Environment supports a COP, CBR approach to solve difficulties. In *IEEE International Colloquium on Information Science and Technology*. Fez, Morocco.

Belmeskine, R.; Lecllet, D.; Begdouri, A. 2012b. Environnement Informatique Communautaire support d'une CoP pour l'aide à la résolution de difficultés. In *8ème Colloque Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement (TICE 2012)*, 31-43. Lyon, France.

Charlier, B.; Boukottaya, A.; Daele, A.; Deschryver, N.; El Helou S.; Naudet Y. 2007. Designing services for CoPs : firsts results of the PALETTE project. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Building Technology Enhanced Learning solutions for Communities of Practice*. 76-86. Crete, Greece.

Fuchs, B.; Lieber, J.; Mille, A.; Napoli, A. 2006. Une première formalisation de la phase d'élaboration du raisonnement à partir de cas. *Actes du 14ième atelier du raisonnement à partir de cas*. Besançon, France.

Karakostas, A.; and Demetriadis, S. 2009. Adaptation Patterns in Systems for Scripted Collaboration Designing an Adaptive Collaboration Scripting System The DeACS method. In *Proceedings of the 9th international conference on Computer supported collaborative learning-Volume 1*. 477-481. *International Society of the Learning Sciences*.

Magnisalis, I. and Demetriadis, S. 2009. Modeling Adaptation Patterns with IMS-LD Specification: A Case Study as a Proof of Concept Implementation. In *Proceedings of International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems*. 295-300. Barcelona, Spain.

Quenu-Joiron, C. and Lecllet, D. 2010. How to Instrument a Community of Practice Dedicated to Project Based Pedagogy tutors : a Solution Based on Case Based Reasoning. *10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2010)*. 344-348. Sousse, Tunisia.

Ronen, M. and Kohen-Vacs, D. 2009. Designing and applying adaptation patterns embedded in the script. In *Proceedings of International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems*. 306-310. Barcelona, Spain.

Sourrouille, J. L. and Contreras, J. L. 2002. Objets autonomes adaptables. Journées Systèmes à composants adaptables et extensibles. Grenoble, France.

Mémoire ou Thèse

Garrot, E. 2008. Plate-forme support à l'Interconnexion de Communautés de Pratique (ICP) - Application au tutorat avec TE-Cap. Thèse de Doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.

Mille, A. 2006. Traces based reasoning (TBR) definition, illustration and echoes with story telling. Rapport Technique RR-LIRIS-2006-002, LIRIS UMR 5205 CNRS/INSA de Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1/Université Lumière Lyon 2/Ecole Centrale de Lyon.

Web

Wenger, E. 2006. Communities of Practice: A brief introduction. Available at: <http://www.ewenger.com/theory/index.htm> (Accessed: 1 May 2013).

Stratégie d'observation : processus de spécification et processus utilisateur

Mohand Akli OUALI

3^{ème} année de doctorat

LUNAM Université, Université du Maine, LIUM (Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine)

Avenue Olivier Messiaen, 72085 LE MANS CEDEX 9, France

mohand_akli.ouali@univ-lemans.fr

Résumé

Toute situation d'apprentissage est conçue dans le but de répondre à des objectifs pédagogiques spécifiques. Les enseignants-concepteurs évaluent la corrélation entre ces objectifs et le déroulement réel de la situation d'apprentissage en pratiquant une activité d'observation. Pour être efficace, cette activité a besoin d'être organisée. Le but de ce travail de recherche est de fournir des outils et des méthodes afin d'améliorer cette activité. C'est la raison pour laquelle nous avons proposé le concept de Stratégie d'Observation. Dans cet article, nous présentons une formalisation concrète d'une stratégie d'observation afin d'illustrer notre proposition. Nous présentons aussi deux processus : un processus de spécification et un processus utilisateur. Le premier se focalise sur la spécification d'une stratégie d'observation en considérant les éléments du scénario d'apprentissage, les liens entre les indicateurs pédagogiques et les moyens de perception, ainsi que les formats de toutes ces informations. Le deuxième processus s'intéresse à la spécification de la stratégie d'observation par un utilisateur, en l'occurrence l'enseignant-concepteur, à travers la manipulation d'outils dédiés à cet effet.

Introduction

Les enseignants-concepteurs manipulent des outils offerts par les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, telle que les plateformes d'apprentissage, afin de définir des scénarios d'apprentissage. Ces scénarios définis *a priori* permettant de séquencer les activités en fonction d'objectifs pédagogiques spécifiques (Pernin et Lejeune 2004). Les enseignants-concepteurs définissent aussi des rôles, des droits associés à ces rôles, et plus particulièrement ils évaluent la correspondance entre leurs objectifs initiaux et la progression des apprenants en observant leurs activités. Afin de prendre en compte cette activité d'observation, tout processus permettant de mettre en œuvre des situations d'apprentissage doit inclure une phase spécifique pour l'observation et l'analyse des activités d'apprentissage. Cette phase permet de renseigner les enseignants-concepteurs sur la qualité du scénario déployé dans un environnement d'apprentissage (Iksal et Choquet 2005) (Choquet et Iksal 2007).

Notre travail de recherche se focalise sur l'observation des situations d'apprentissage et la perception (la visualisation, par exemple) des indicateurs pédagogiques lors de l'utilisation d'une plateforme d'apprentissage. L'observation est définie dans (De Ketele 1987) comme un processus visant à rassembler des faits dans le but de les analyser. Dans le cadre d'un environnement d'apprentissage, l'observation est basée sur le traitement des données collectées lors du déroulement des situations d'apprentissage.

L'état de l'art que nous avons effectué (Ouali 2012) et l'étude que nous avons réalisée (Ouali et al. 2013b), dans le but d'identifier les besoins et pratiques des enseignants-concepteurs concernant les activités d'observation, ont mis en évidence un réel besoin en terme d'organisation stratégique de ces activités. C'est la raison pour laquelle nous avons décidé de nous focaliser sur le concept de *stratégie d'observation* (Ouali et al. 2013a). Une stratégie d'observation consiste en un ensemble d'indicateurs, leurs mécanismes de perception (forme de restitution des indicateurs) et les destinataires de ces indicateurs. Elle est aussi constituée du contexte d'utilisation (en lien avec le scénario pédagogique), des objectifs d'observation (réingénierie, tutorat, etc.) ainsi que du moment de l'observation (pendant ou après la session, à la réalisation d'une action, etc.).

Même si la stratégie d'observation peut évoluer progressivement avec le temps, il faut néanmoins qu'elle soit considérée en amont de la mise en place de la situation d'apprentissage. Elle doit être extensible par l'ajout de nouveaux indicateurs et capitalisable pour pouvoir être réutilisée. La stratégie d'observation doit également être adaptable au contexte du scénario d'apprentissage.

Les objectifs de cet article sont résumés dans les trois points suivants :

- Formaliser le concept de stratégie d'observation ;
- Présenter un processus de spécification d'une stratégie d'observation en considérant les liens « scénario d'apprentissage, indicateur, moyens d'observation » ;
- Illustrer un processus d'utilisateur pour la définition d'une stratégie d'observation dans un environnement informatique pour l'apprentissage humain.

L'organisation de ce papier a été effectuée dans le but d'explicitier ces objectifs. Ainsi, après cette section introductive, nous nous intéressons à la présentation de notre approche pour la spécification de l'observation dans un environnement d'apprentissage afin de montrer les acteurs concernés par cette activité et leurs objectifs en analysant les situations d'apprentissage. Dans la section suivante, nous discutons de la formalisation du concept de *stratégie d'observation* à travers la description de son méta modèle. Dans la partie suivante, nous développerons le processus de spécification d'une stratégie d'observation. Nous présenterons le processus global, les associations entre les indicateurs et les moyens d'observation, l'extension de l'ensemble des indicateurs, etc. Par la suite, nous illustrerons le processus utilisateur à travers la présentation des différents éléments qui doivent être spécifiés lors de la définition d'une stratégie d'observation. Pour conclure, nous introduisons nos travaux en cours.

Approche *a priori* pour la spécification de l'observation

Nos activités de recherche s'inscrivent dans le cadre de la chaîne éditoriale de l'observation dans un environnement d'apprentissage (Iksal 2011). Dans ce contexte, les enseignants-concepteurs sont considérés comme étant les acteurs les plus adéquats pour identifier les éléments à observer lors du déroulement d'une situation d'apprentissage. Ceci nous amène à considérer la conception de l'activité d'observation comme une phase spécifique du processus global de conception pédagogique. Pour cela, les enseignants-concepteurs ont pour tâche d'exprimer leurs besoins d'observation. Le scénario pédagogique peut alors être analysé à partir de ces besoins qui constituent une description des éléments à observer, du moment de cette observation, de la manière dont il faut les tracer et les calculer ainsi que du format de représentation des résultats obtenus et des destinataires de ces résultats.

Notre travail a pour but d'apporter aux acteurs d'un système d'apprentissage, et particulièrement à l'enseignant-concepteur, un ensemble d'outils pour 1/ définir des stratégies d'observation et 2/ calculer et restituer les résultats à l'aide d'une interface de visualisation ergonomique et intuitive. Ces deux outils sont conçus pour être utilisés *avant, pendant* et/ou *après* les sessions d'apprentissage. L'idée sous-jacente est de proposer deux outils séparés, mais communiquant, permettant la formalisation des stratégies d'observation de manière indépendante de l'environnement d'apprentissage utilisé. Le premier outil permet aux enseignants-concepteurs de spécifier la manière dont ils veulent organiser l'observation en utilisant un langage et une sémantique proches de leur langage pédagogique habituel. Ceci en manipulant notamment des indicateurs prédéfinis et des moyens de perception mis à leur disposition, etc. Un tel langage permet de s'abstraire de l'environnement d'apprentissage et de ses éléments qui pourraient restreindre le potentiel de réutilisation des stratégies définies (traces, données brutes, observés, moyens

d'observation, etc.). Le destinataire des résultats de l'observation peut utiliser le deuxième outil pour visualiser les indicateurs calculés dans un format adéquat et correspondant à la stratégie spécifiée.

Notre approche est basée sur des hypothèses validées par notre étude confirmatoire (Ouali et al. 2013b) menée dans le but d'identifier les besoins et pratiques des enseignants-concepteurs à propos de l'organisation de leurs activités d'observation. Ces hypothèses stipulent que les objectifs d'observation des enseignants-concepteurs peuvent varier d'une session à une autre. En effet, lors de la conception d'une situation d'apprentissage, les enseignants-concepteurs définissent un certain nombre d'indicateurs. Lors de la phase de déploiement de la situation d'apprentissage, ils peuvent ne pas utiliser systématiquement tous les indicateurs précédemment définis. Les indicateurs choisis peuvent varier en fonction des activités réalisées ou en fonction des aspects pédagogiques du scénario que les enseignants-concepteurs veulent évaluer ou valider. Ces indicateurs peuvent aussi dépendre des aspects que les concepteurs souhaitent confirmer ou non avec un groupe d'apprenant particulier. L'étude réalisée a aussi confirmé l'hypothèse selon laquelle les enseignants-concepteurs ont besoin d'organiser l'observation en terme de format de restitution des résultats du calcul des indicateurs : ils ont besoin de comprendre les résultats sans être des experts du domaine informatique. Pour la partie *besoins* de notre étude, et particulièrement pour la partie *besoins* en organisation de l'observation et en restitution des indicateurs, nous avons opté pour une approche plus confirmatoire (Droesbeke et Fine 1997) (Wilkinson 1999) qu'exploratoire (Pasquier et Gras 2012).

Formalisation de la stratégie d'observation

Afin de permettre une exploitation informatique du concept de stratégie d'observation, nous avons besoin de le formaliser. Cette formalisation peut se faire à travers un méta-modèle. L'un des objectifs de cette formalisation est de fournir des processus et des outils pour aider les enseignants-concepteurs à spécifier leurs propres stratégies en fonction du contexte pédagogique et de leurs objectifs d'observation.

La figure 1 représente le méta-modèle d'une stratégie d'observation. Dans ce méta-modèle, nous retrouvons la composition d'une stratégie d'observation incluant un contexte spécifique et de multiples composants. Un contexte (*a*) est composé de quatre éléments : *les éléments du scénario pédagogique*, *les groupes d'individus* dont l'activité est à observer, *les indicateurs* à observer et *les moyens de perception* disponibles. Les éléments du scénario peuvent être des activités ou des ressources. Les groupes sont composés d'individus dont chacun joue un rôle particulier lors du déroulement de la situation d'apprentissage. Un composant de stratégie (*b*) est constitué d'un ensemble de triplets « *indicateur, individu, moyen de perception* » et du moment de l'observation. Chaque triplet (*c*) caractérise un destinataire particulier. Un destinataire visualise

l'ensemble des indicateurs appartenant à des triplets l'ayant comme destinataire commun. Pour chaque indicateur, une association est faite avec au moins un moyen de perception, avec la possibilité ou non de changer pour chaque indicateur les moyens avec

lesquels il peut être perçu. Le moment de l'observation (d) peut être défini de deux manières : en donnant la liste des éléments du scénario pédagogique à observer ou en définissant une période délimitée par une activité *début* et une activité *fin* de l'observation.

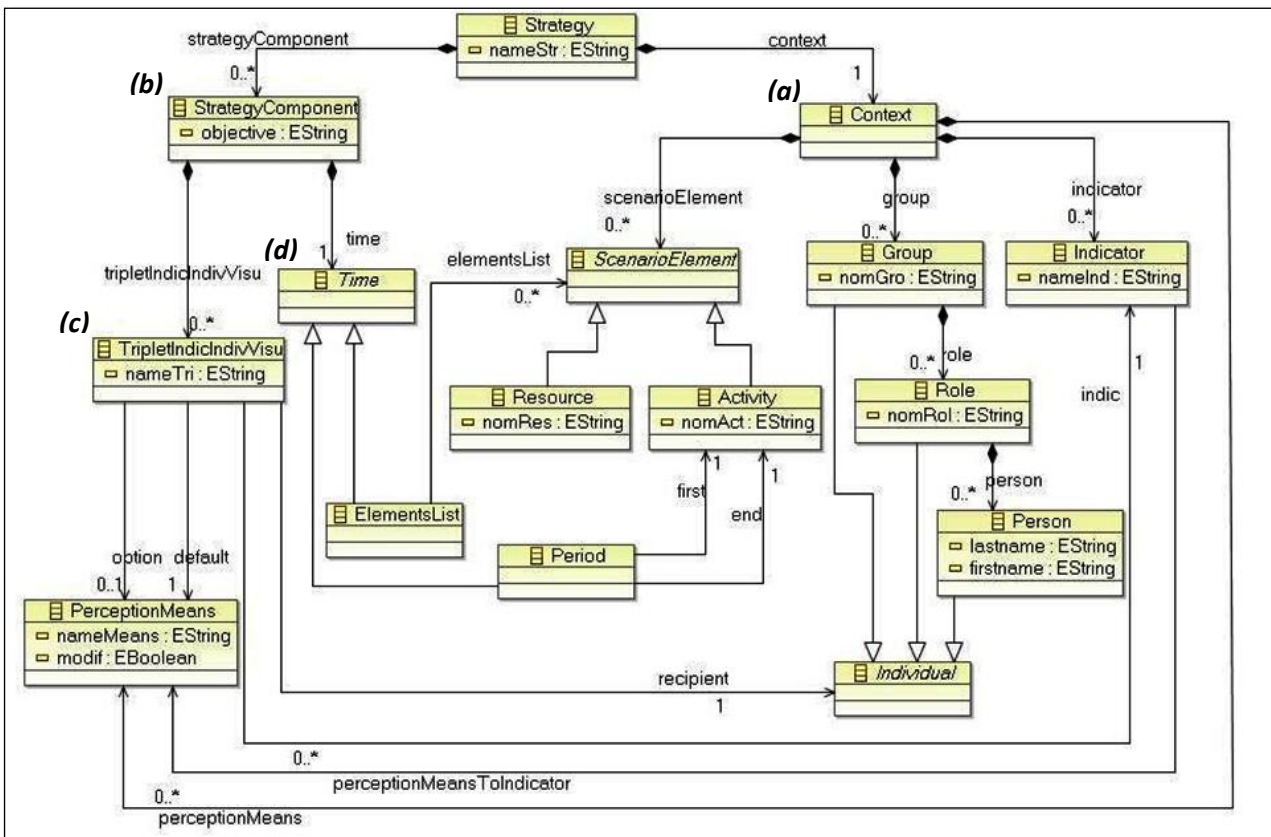


Figure 1 - Méta-modèle d'une stratégie d'observation

Processus de spécification

L'architecture du processus de spécification de stratégies d'observation est constituée de trois composants essentiels : un langage de spécification, un éditeur et un tableau de bord. Le langage de spécification, élaboré en tenant compte des spécificités du domaine métier de l'enseignant, manipule trois types d'information : les indicateurs décrits et calculés à l'aide du langage UTL (Iksal 2011), un scénario d'apprentissage et des moyens de perception des indicateurs. Ces trois informations sont reliées à l'aide de règles d'association. L'enseignant-concepteur manipule ce langage à travers un éditeur de stratégies. Cet éditeur permet d'avoir un niveau élevé d'abstraction de l'environnement technique de façon à ce que le concepteur ne considère que les indicateurs, les moyens de perception, etc., et n'est jamais confronté au langage technique informatique (traces, données brutes, etc.). L'implémentation de l'éditeur graphique de stratégies est réalisée conformément aux spécifications du méta-modèle. Le tableau de bord est nécessaire pour la diffusion des indicateurs aux destinataires concernés dans un format spécifique. La figure suivante illustre l'architecture du processus de spécification.

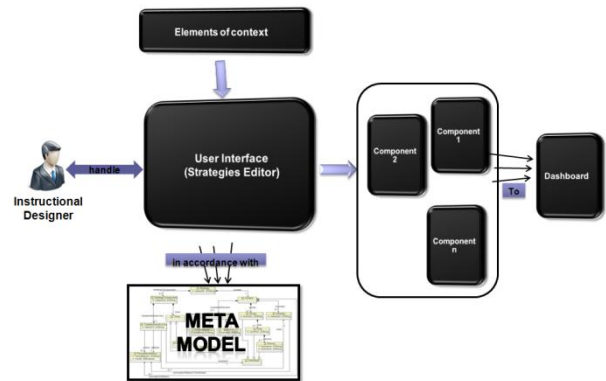


Figure 2 - Architecture du processus de spécification

Les indicateurs peuvent être de différentes dimensions. En d'autres termes, les valeurs calculées des indicateurs peuvent être représentées sur différents axes. Les moyens de perception aussi peuvent être de différentes dimensions. En effet, le nombre de valeurs d'entrée peut varier d'un mécanisme à un autre. Un indicateur peut être représenté uniquement par des moyens de perception de même dimension que lui. Afin de réduire la taille de la liste des moyens de perception affichée lors du choix de chaque indicateur

au moment de la définition des triplets « *indicateur, individu, moyen de perception* », une sélection basée sur les dimensions sera effectuée à l'avance pour limiter la taille de la liste de recherche. De cette manière, pour chaque indicateur d'une dimension donnée, seuls les moyens de perception de même dimension seront disponibles. La figure 3 illustre des associations, basées sur les dimensions, entre l'ensemble des indicateurs et l'ensemble des moyens de perception.

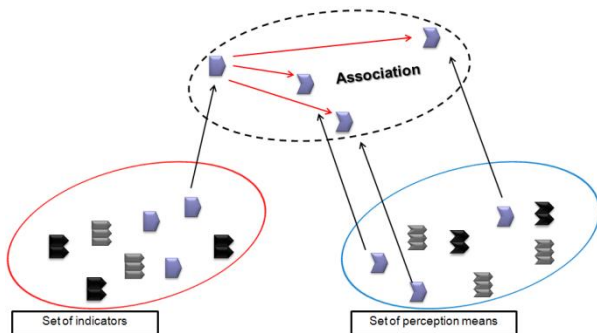


Figure 3 - Association entre indicateurs et moyens de perception

L'un des aspects les plus importants d'une stratégie d'observation est son extensibilité. L'extension d'une stratégie peut se faire de deux manières : par l'ajout d'un ou de plusieurs indicateurs à partir des indicateurs prédéfinis ou par la définition de nouveaux indicateurs par l'enseignant-concepteur en exprimant de nouveaux besoins suite à l'évolution de ses objectifs d'observation. A chaque fois qu'un nouvel indicateur est défini, il est associé avec des moyens de perception ayant les mêmes dimensions.

La définition d'un composant de stratégie d'observation se fait principalement à travers la définition des triplets « *indicateur, individu, moyen de perception* ». La définition d'un triplet commence par la sélection d'un individu destinataire. Pour chaque individu, seuls les indicateurs recommandés par l'enseignant-concepteur sont disponibles ; et pour chaque indicateur, seuls les moyens de perception précédemment associés seront proposés. La figure 4 illustre la définition d'un triplet à partir des ensembles d'individus, d'indicateurs et de moyens de perception.

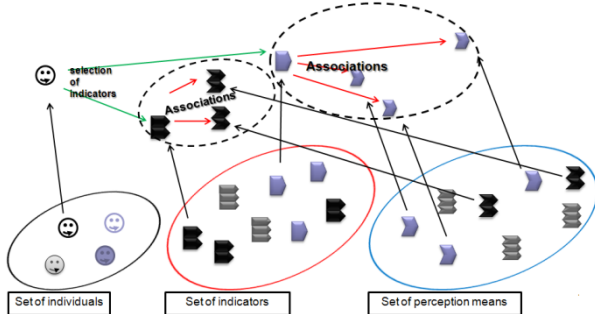


Figure 4 – Définitions des triplets « *indicateur, individu, moyen de perception* »

Processus utilisateur

Pour expliquer le processus utilisateur, nous allons nous servir d'un exemple de définition de stratégie d'observation. Dans cet exemple, nous voulons illustrer la spécification d'une stratégie d'observation par un enseignant-concepteur. La situation d'apprentissage considérée provient d'une expérimentation réalisée dans (Pham Thi Ngoc 2011). Cette expérimentation réalisée au niveau de l'IUT de Laval, en France, a porté sur 90 étudiants de niveau DUT, lors de la réalisation d'une session de travaux pratiques. Les étudiants étaient divisés en six groupes. L'objectif principal de la session était d'apprendre les bases de la programmation orientée objet en Java. Les étudiants avaient 3 heures pour résoudre 12 questions en réalisant des programmes en Java avec l'environnement Hop3x. Les enseignants ont définis des indicateurs spécifiques pour chacune des 12 questions et 9 indicateurs transversaux à toutes les questions (Lekira et al. 2011). Parmi ces indicateurs, on retrouve :

- La fréquence de compilation manuelle (par minute) : cet indicateur a pour objectif de vérifier si un apprenant compile son programme régulièrement.
- La fréquence d'exécution (par minute) : cet indicateur a pour objectif de vérifier si un apprenant exécute régulièrement son programme.
- Le temps moyen resté par question et par apprenant : cet indicateur aide les enseignants à ajuster le nombre de question de la session.
- Le nombre de compilation par question et par apprenant : cet indicateur vise à vérifier si un apprenant compile son programme régulièrement pour chaque question.

Pour définir une stratégie d'observation, les enseignants-concepteurs ont besoin de définir deux ensembles d'informations : les éléments du contexte et les composants de la stratégie. Durant la définition du contexte, les enseignants-concepteurs manipulent quatre types d'informations (voir Figure 1) : les éléments du scénario pédagogiques, les indicateurs spécifiés, les mécanismes de perception disponibles et les individus à observer (groupes/apprenants). Parmi toutes les activités et ressources du scénario d'apprentissage, les enseignants-concepteurs choisissent celles qu'ils trouvent intéressantes à observer. Une fois ces éléments choisis, ils sélectionnent parmi les indicateurs définis pour ces activités et ressources ceux qui correspondent à leurs objectifs pédagogiques du moment. Les concepteurs disposent aussi d'un ensemble de moyens de perception triés et associés aux indicateurs ayant la même dimension. Finalement, les concepteurs indiquent les groupes d'apprenants dont les traces d'usage seront analysées.

Dans notre exemple, nous voulons observer la résolution des 12 questions par tous les étudiants participant à la session de travaux pratiques. Les indicateurs à considérer sont les indicateurs transversaux aux 12 questions (Lekira et al. 2011). Afin de répondre aux objectifs d'observation des concepteurs, des tuteurs et des apprenants, les

enseignants-concepteurs ont défini les éléments suivants :

- Pour chaque indicateur, des moyens de perception ont été définis par défaut, et d'autres sont mis à disposition afin de pouvoir en sélectionner de nouveaux lors de la définition de la stratégie.
- Le moment d'observation comme étant la période couvrant toutes les activités du scénario.
- Les destinataires de l'observation sont le concepteur, les tuteurs et les 90 étudiants ;
- Le concepteur observe tous les indicateurs transversaux. Les tuteurs observent les indicateurs 1 à 5 et les apprenants observent les indicateurs 8 et 9.

Pour répondre aux objectifs décrits par l'enseignant-concepteur, il est nécessaire de définir le contexte et tous les composants de la stratégie. Pour un même contexte, le concepteur peut définir plusieurs stratégies différentes en modifiant les composants, en supprimant ou en rajoutant d'autres. La définition d'un composant est réalisée en définissant deux informations (voir Figure 1) : les triplets « *indicateur, individu, moyen de perception* » et le moment de l'observation. Pour définir un triplet, l'enseignant-concepteur assigne un indicateur à observer avec des moyens de perception par défaut à chaque individu destinataire. Certains moyens de perception peuvent être modifiés pendant l'observation. Le concepteur peut définir le moment de l'observation de deux manières : en donnant la liste des activités à observer ou en indiquant une période délimitée par une activité de début et une activité de fin. Les figures 5 et 6 sont des captures d'écran représentant, respectivement, la définition d'une instance contexte et la définition d'une instance composants de stratégie.

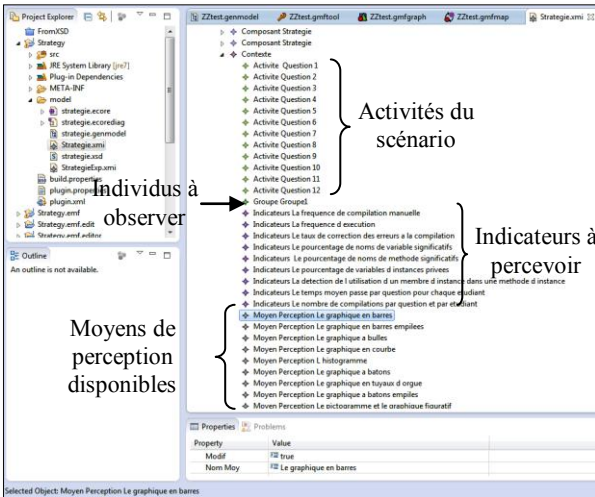


Figure 5 – Exemple de définition d'un contexte de stratégie

Dans le contexte, représenté par la figure 5, défini pour notre exemple, nous retrouvons les 12 activités du scénario de la session de travaux pratiques de l'expérimentation considérée. Nous retrouvons, également, l'ensemble des individus à observer ; en l'occurrence le groupe 1. Les indicateurs transversaux

définis pour ce scénario sont également intégrés dans le contexte, ainsi que tous les moyens d'observation disponibles pour ces indicateurs.

Dans la figure 6, représentant composants de stratégie définis, nous retrouvons 3 composants correspondant chacun à un destinataire jouant un rôle différent. Le premier composant contient tous les triplets ayant le concepteur comme individu destinataire. Il contient aussi le moment de l'observation défini par une période. Le deuxième composant contient tous les triplets ayant le tuteur comme individu destinataire ainsi que le moment d'observation défini aussi par une période. Le Troisième composant, quant à lui, contient les triplets ayant l'apprenant comme individu destinataire, ainsi que le moment de l'observation défini par une liste d'activités délimitée par une activité début de l'observation et une activité fin de l'observation.

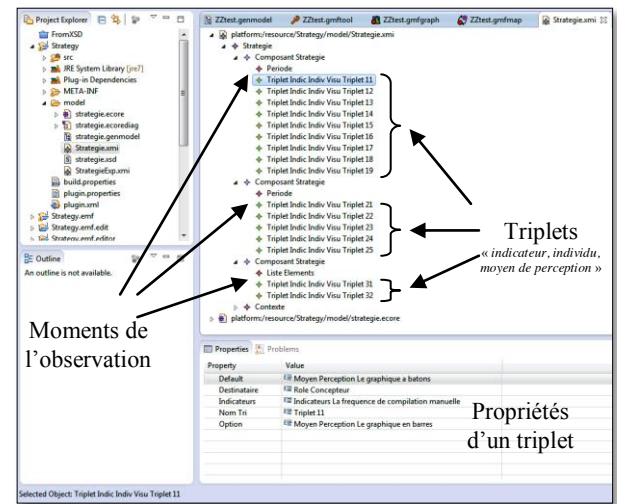


Figure 6 – Exemple de définition des composants de stratégie

Dans le but d'utiliser un ensemble homogène d'outils du Domain Specific Modeling (Kelly et Tolvanen 2008) (Eclipse Modeling Framework et Graphical Modeling Framework (EMF & GMF)) afin de conduire le développement de l'éditeur de stratégies d'observation, nous avons formalisé l'exemple précédent en utilisant l'environnement Eclipse Metamodeling Framework. Dans cet objectif, nous avons formalisé le méta-modèle de la stratégie d'observation sous la forme d'un méta-modèle *ecore* et nous avons utilisé l'éditeur généré par EMF afin de construire une instance formalisée de notre exemple. Une telle approche permet de certifier que cette instance correspond bien aux spécifications du méta-modèle. C'est aussi une méthode fiable pour tester la sémantique du méta-modèle. En accord avec le méta-modèle, nous définissons, dans un premier temps, tous les éléments du contexte et, dans un second temps, les triplets « *indicateur, individu, moyen de perception* » et les moments de l'observation.

Conclusion

Nous avons présenté dans cet article une partie de notre contribution au domaine de l'observation des situations d'apprentissage et de la visualisation des indicateurs pédagogiques. Nous avons abordé, dans un premier temps, la notion de stratégie d'observation dans un environnement informatique pour l'apprentissage humain et nous avons introduit notre approche *a priori* pour la spécification de l'observation. C'est une approche centrée autour de l'enseignant-concepteur. Par la suite, nous avons présenté notre formalisation sous la forme d'un méta-modèle du concept de stratégie d'observation. Cette formalisation permet une exploitation machine de ce concept. Dans cet article, nous avons discuté longuement de la spécification d'une stratégie d'observation et nous avons présenté deux processus : un processus de spécification et un processus utilisateur. Le premier processus est introduit par la description de son architecture et par l'explication de la manière dont les associations entre les indicateurs et les moyens de perception sont effectuées. Nous avons aussi discuté de l'insertion de nouveaux indicateurs et de la façon de créer des triplets « *indicateur, individu, moyen de perception* ». Le deuxième processus est expliqué par le moyen d'un exemple concret de spécification d'une stratégie d'observation par un enseignant-concepteur. Ce processus décrit la manipulation réelle par l'enseignant-concepteur des outils dédiés.

Actuellement, nous finalisons le développement d'un prototype d'un éditeur graphique de stratégies d'observation. C'est une interface permettant à l'enseignant-concepteur de définir ses stratégies d'observation en décrivant le contexte et les composants de la stratégie. Nous travaillons aussi sur la finalisation d'un tableau de bord pour la diffusion des indicateurs dans un format compréhensible par l'enseignant-concepteur.

Références

- Choquet C. et Iksal S. 2007. Modélisation et construction de traces d'utilisation d'une activité d'apprentissage : une approche langage pour la réingénierie d'un eiah. Revue STICEF, Vol. 14.
- De Ketele J.M. 1987. Méthodologie de l'observation. De Boeck.
- Droesbeke J. J., Fine J. 1997. Saporta G. Plans d'expériences : Application à l'entreprise. Edition TECHNIP.
- Iksal S 2011. Tracks Analysis in Learning Systems: A Prescriptive Approach. International Journal for e-Learning Security (IJeLS), Volume 1, Issue 1/2, March/June 2011.
- Iksal S, Choquet C. 2005. Usage Analysis Driven by Models in a Pedagogical Context. Workshop UALS in AIED 2005, Amsterdam (Pays-Bas), p.49-56, 18-22 Juillet 2005.
- Kelly S. et Tolvanen J. 2008. Domain-specific modeling: enabling full code generation. Wiley-IEEE Computer Society Pr.
- Lekira A., Després C., Jacoboni P. 2011. An indicator-based approach to support teachers' activities.

Use case within the framework of learning object-oriented programming with HOP3X, The 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'11), Athens-Georgia, USA. 2011.

Ouali, M.A. 2012. Modélisation outillée d'une stratégie contextualisée d'observation dans le cadre d'un environnement d'apprentissage. In Actes des Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH (RJC2012), Amiens, France.

Ouali, M.A., Iksal, S., Laforcade, P. 2013a. "Models and Tools for a Contextualized Observation Strategy in a TEL Environment", In The 13th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT2013), pp.288, 290.

Ouali, M.A., Iksal, S., Laforcade, P. 2013b. « Analyse des besoins et pratiques d'observation de situations d'apprentissage : Protocole d'enquête et premiers résultats », In the 6th Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Toulouse, France.

Pasquier D. et Gras R. 2012. Analyse exploratoire à priori et analyse confirmatoire à posteriori : paradigme pour la comparaison de deux structure en analyse statistique implicative. VI Colloque International A.S.I. Analyse Statistique Implicative Caen (France).

Pernin J.-P. and Lejeune A. 2004. Dispositifs d'apprentissage instrumentés par les technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios. In *Colloque TICE2004*, Compiègne, France.

Pham Thi Ngoc Diem 2011. Spécification et conception de services d'analyse de l'utilisation d'un environnement informatique pour l'apprentissage humain. Thèse de doctorat. Université du Maine.

Wilkinson L. 1999. "Statistical Methods in Psychology Journals; Guidelines and Explanations". *American Psychologist* 54 (8): 594-604.

Exploitation d'assistances épiphytes en contexte éducatif

Le Vinh THAI^{1,2}

Blandine GINON^{1,3}

1^{ère} année de doctorat

3^{ème} année de doctorat

¹ Université de Lyon, CNRS,

² Université Lyon 1, LIRIS, UMR5205, F-69622, France

³ INSA-Lyon, LIRIS, UMR5205, F-69621, France

le-vinh.thai@liris.cnrs.fr

blandine.ginon@liris.cnrs.fr

Résumé :

L'adjonction d'un système d'assistance épiphyte dans une application utilisée en contexte éducatif est une solution pour faciliter l'acquisition de connaissances et pour pallier les difficultés de prise en main et d'utilisation qui peuvent compromettre l'atteinte de l'objectif pédagogique de l'enseignant. Un tel système d'assistance doit être capable de fournir une assistance technique, mais aussi une assistance pédagogique. Nous présentons dans cet article de quelle manière le système SEPIA peut être utilisé afin de permettre la mise en place de systèmes d'assistance épiphytes dans une application utilisée en contexte éducatif. Nous discuterons les forces et les limites de SEPIA avant d'identifier les questions de recherches identifiées pour enrichir et adapter pleinement ce système au contexte éducatif.

1. Introduction

Dans le contexte éducatif, de plus en plus d'applications informatiques sont utilisées, qu'il s'agisse de logiciels dédiés spécifiquement à l'apprentissage, les EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) ou de logiciels « classiques » utilisés comme support d'une activité pédagogique. L'acquisition des connaissances pédagogiques en jeu peut néanmoins être compromise par des difficultés de prise en main et d'utilisation de l'application. L'ajout d'un système d'assistance adapté à la fois à l'application et aux objectifs pédagogiques de l'activité est une solution pour pallier ces difficultés et éviter l'abandon de l'activité et la démobilité de l'utilisateur (Gapenne 2006).

Le travail présenté dans cet article se situe dans le contexte du projet AGATE que nous présentons dans la section suivante et qui a donné lieu au développement du système SEPIA (cf. section 2.3) qui permet l'ajout de systèmes d'assistance dans des applications existantes. Cet article a pour but de présenter un travail de thèse qui débute et qui concerne la proposition de modèles et l'enrichissement de SEPIA afin de permettre la mise en place de systèmes d'assistance spécifiquement adaptés au contexte éducatif.

Dans cet article, nous présentons tout d'abord le projet AGATE, ainsi que les propositions théoriques qui lui sont associées et leur mise en œuvre dans le système SEPIA. Nous présentons ensuite les acteurs et les applications concernés par l'assistance dans le contexte éducatif, avant d'identifier les besoins auxquels une telle assistance doit pouvoir répondre. Enfin, nous montrons de quelle manière SEPIA peut être utilisé en EIAH, en présentant une expérimentation suivie d'une discussion sur les forces et les limites de SEPIA dans ce contexte. Nous concluons en exposant les questions de recherches qui seront abordées dans la thèse qui commence.

2. Contexte : le projet AGATE

Le projet AGATE (Approche Générique d'Assistance aux Tâches complexEs) vise à proposer des modèles génériques et des outils unifiés pour permettre la mise en place de systèmes d'assistance dans des applications existantes, que nous appelons *applications-cibles*. Ce projet adopte une démarche entièrement générique et épiphyte. Une application épiphyte est une application externe capable de réaliser des actions dans une application-cible sans perturber son fonctionnement (Paquette et al. 1996). Le fonctionnement d'un système d'assistance épiphyte ne perturbe donc pas celui de l'application-cible. Les modèles et outils proposés dans la cadre du projet AGATE ne sont spécifiques ni à une application ni à un domaine, mais peuvent au contraire être exploités pour ajouter une assistance à des applications les plus variées, sans que celles-ci aient été spécifiquement conçues pour permettre l'intégration d'une assistance.

Dans cette section, nous présentons le processus d'adjonction de systèmes d'assistance épiphytes, ainsi que le langage de définition de systèmes d'assistance épiphytes qui ont été proposés dans le cadre du projet AGATE. Nous présentons ensuite le système SEPIA qui met en œuvre ces propositions théoriques.

2.1. Processus d'adjonction d'un système d'assistance épiphyte

La Figure 1 présente le processus d'adjonction d'un système d'assistance épiphyte proposé dans le cadre du

projet AGATE. Ce processus comporte deux phases : la spécification de l'assistance, puis l'exécution de cette assistance de manière épiphyte. La première phase est effectuée par un expert de l'application-cible, appelé par la suite *concepteur de l'assistance*. Cette phase préparatoire permet au concepteur de spécifier l'assistance qu'il souhaite pour une application-cible. La seconde phase concerne les utilisateurs finaux de l'application-cible. Elle consiste en l'exécution de l'assistance souhaitée par le concepteur. Cette phase a lieu à chaque utilisation de l'application-cible par un utilisateur, et se compose de trois processus. La surveillance de l'application-cible exploite un ensemble de détecteurs épiphytes (Ginon et al. 2013a) et permet d'observer en continu et de tracer toutes les interactions entre l'utilisateur et l'interface de l'application-cible. Ces observations sont exploitées par le processus d'identification d'un besoin d'assistance qui s'exécute en parallèle et déclenche le processus d'élaboration d'une réponse au besoin identifié en fonction de l'assistance spécifiée par le concepteur. La réponse se fait sous la forme d'une ou plusieurs actions d'assistance, réalisées dans l'application-cible par un assistant épiphyte.

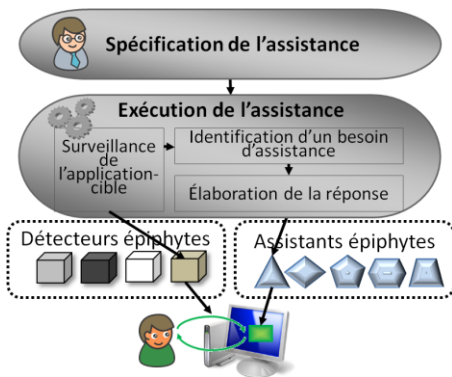


Figure 1 : Processus d'adjonction d'un système d'assistance épiphyte

2.2. Le langage aLDEAS

aLDEAS (a Language to Define Epi-Assistance Systems) est un langage qui permet la définition de systèmes d'assistance pour des applications existantes sous la forme d'un ensemble de règles (Ginon et al. 2014). Ce langage est au cœur du processus d'adjonction de systèmes d'assistance épiphytes : il permet au concepteur de modéliser l'assistance souhaitée lors de la phase de spécification de l'assistance, puis est exploité lors de la phase d'exécution de l'assistance au travers de sa mise en œuvre. aLDEAS est constitué de différents types de composants qui peuvent être combinés pour créer des règles et actions d'assistance, afin de répondre à des besoins d'assistance variés. Les principaux éléments d'aLDEAS sont les attentes d'événements sur l'application-cible, les consultations (de l'utilisateur, de l'historique de l'assistance, du profil de l'utilisateur ou des traces de l'utilisateur) et les actions d'assistance. Une attente d'événement permet d'attendre qu'un événement

donné ait lieu pour déclencher une action du système d'assistance. Les événements attendus peuvent notamment concerner des actions de l'utilisateur, comme le clic sur un bouton donné, l'absence d'action pendant une durée donnée ou la réalisation d'une tâche de « haut-niveau » telle que la correction des yeux rouges sur une photo, combinant plusieurs actions de « bas-niveau ». Les consultations permettent de personnaliser et contextualiser l'assistance en conditionnant les actions du système d'assistance à des informations relatives aux actions passées de l'utilisateur, à son profil, à ses choix et à l'état de l'application-cible. Enfin, aLDEAS propose un large choix d'actions d'assistance : messages, mises en valeur ou actions automatisées sur un composant de l'interface de l'application-cible, propositions de ressources externes (comme des vidéos de démonstration, forum, supports de cours), etc.

Le langage aLDEAS est complété par plusieurs patrons qui facilitent la définition d'actions d'assistance (Ginon et al. 2014).

2.3. Le système SEPIA

Le système SEPIA met en œuvre ces propositions théoriques à travers deux principaux outils opérationnels : l'éditeur d'assistance et le moteur générique d'assistance.

L'éditeur d'assistance opérationnalise la phase de spécification de l'assistance du processus d'adjonction d'un système d'assistance épiphyte. Il fournit une interface à destination des concepteurs d'assistance, afin de leur permettre de définir l'assistance qu'ils souhaitent pour une application-cible, sous la forme d'un ensemble de règles d'assistance respectant le langage aLDEAS.

Le moteur générique d'assistance opérationnalise la phase d'exécution du processus d'adjonction d'un système d'assistance épiphyte et permet de fournir de l'assistance à chaque utilisateur d'une application-cible en fonction de l'assistance spécifiée en aLDEAS par le concepteur.

Le moteur est complété par un ensemble de détecteurs qui permettent la surveillance épiphyte d'une application-cible donnée. Actuellement, trois détecteurs ont été développés : un détecteur pour les applications Windows natives, un détecteur pour les applications Java et un détecteur pour les applications Web. Enfin, le moteur exploite un ensemble d'assistants épiphytes qui peuvent agir sur une application-cible donnée à la demande du moteur. Les assistants épiphytes développés permettent de réaliser les actions d'assistance proposées par aLDEAS, en particulier afficher ou lire des messages, mettre en valeur un composant, faire appel à des agents animés capables de s'exprimer oralement, textuellement, par gestes et animations (par exemple le compagnon Merlin peut applaudir et dire « Bravo, tu as réussi »). Il existe également des assistants épiphytes capables de réaliser des actions sur l'interface de l'application-cible à la place de l'utilisateur, par exemple pour cliquer

automatiquement sur un bouton, saisir un texte ou sélectionner un item dans une liste déroulante.

3. Assistance dans le contexte éducatif

Dans la cadre du projet AGATE, nous souhaitons utiliser le système SEPIA pour mettre en place des systèmes d'assistance épiphytes dans le contexte éducatif, tout en conservant une approche générique. Plus particulièrement, nous souhaitons permettre à un concepteur pédagogique de définir un système d'assistance épiphyte pour une application-cible utilisée par un ensemble d'apprenants.

3.1. Quels sont les acteurs concernés?

Dans le contexte éducatif, le concepteur de l'assistance peut être un *concepteur pédagogique* qui souhaite ajouter un système d'assistance à une application qui en est dépourvue ou qui possède une assistance incomplète ou inadaptée aux souhaits du concepteur. Le terme de *concepteur pédagogique* peut désigner un enseignant ou une équipe pédagogique, éventuellement assistés par un informaticien ou un expert de l'application-cible.

Les utilisateurs finaux concernés par l'assistance dans le contexte éducatif sont les apprenants, c'est-à-dire les personnes en situation d'apprentissage (élève, étudiant, adulte en formation...).

Un autre usage de SEPIA dans un contexte éducatif concerne l'adjonction d'un système d'assistance à un outil à destination de l'enseignant, mais il sort du cadre de cet article.

3.2. Quelles sont les applications concernées?

Deux catégories principales d'applications sont utilisées dans le contexte éducatif : les EIAH et les logiciels « classiques » exploités avec un objectif pédagogique. Ces deux catégories peuvent être concernées par l'adjonction d'un système d'assistance épiphyte dans le contexte éducatif.

Un **EIAH** est une application informatique qui vise à favoriser l'apprentissage. Il peut être de différents types : micromondes, tuteurs intelligents, environnements de simulation, hypermédias... (Grandbastien et Labat 2006) Par ailleurs, un **logiciel « non pédagogique »**, c'est-à-dire qui n'est pas spécifiquement conçu pour l'apprentissage, peut également être utilisé dans le contexte éducatif. Tout d'abord, une activité pédagogique peut avoir pour objectif la découverte ou la maîtrise d'un logiciel classique. Par exemple, une entreprise peut organiser un stage pour former ses employés à l'utilisation des outils utilisés pour leur travail, comme un logiciel de gestion de commandes ou des outils de conception assistée par ordinateur. Certaines formations à destination du grand public ont également comme but d'apprendre à utiliser un outil, par exemple un logiciel de retouche d'images.

Ensuite, certaines activités pédagogiques, dont l'objectif n'est pas la maîtrise d'un outil, nécessitent toutefois

l'utilisation d'un logiciel « non pédagogique ». Ainsi, dans le cadre d'un cours de bureautique, un enseignant peut faire utiliser Word à ses élèves pour apprendre à présenter des lettres officielles, ou utiliser Excel pour la résolution de problèmes d'algèbre (Ritter et Koedinger 1995). Un formateur en langues étrangères peut également faire utiliser à ses stagiaires un logiciel d'enregistrement de son pour leur faire travailler la prononciation. Dans ces contextes, la non-maîtrise du logiciel « non pédagogique » utilisé comme support de l'activité, peut freiner l'acquisition des connaissances pédagogiques en jeu.

Enfin, dans certains cas, les enjeux d'une activité pédagogique peuvent porter à la fois sur des connaissances relatives à un logiciel « non pédagogique » et sur d'autres connaissances du domaine. Par exemple, dans le cadre d'un cours d'informatique, un enseignant peut imposer à ses étudiants d'utiliser un environnement de développement particulier, par exemple (NetBeans 2013) ou (Visual Studio 2014), pour réaliser des travaux pratiques dans le but d'apprendre à utiliser cet environnement tout en acquérant des connaissances en programmation.

3.3. Quels sont les besoins d'assistance?

L'identification des besoins d'assistance est une tâche clé pour la définition d'un système d'assistance. En nous appuyant sur une large étude bibliographique (Ginon et al. 2013b) et sur une étude de systèmes d'assistance existants, nous avons identifié les principaux besoins d'assistance des apprenants concernant l'utilisation de logiciels, pédagogiques ou non, utilisés dans un contexte éducatif (cf. première colonne du Tableau 1). Ces besoins d'assistance sont de deux types : techniques (T1 et T2) ou pédagogiques (P1 à 10).

Besoins d'assistance dans le contexte éducatif	SEPIA
T1. Prise en main	✓
T2. Utilisation	✓
P1. Choix de l'activité	A
P2. Apprentissage des prérequis	A
P3. Explications sur les étapes	✓
P4. Indices	✓
P5. Exemples	✓
P6. Diagnostic intermédiaire	~
P7. Explication sur les erreurs	~
P8. Automatisation de sous-tâches	~
P9. Bilan, suivi	✓
P10. Guidage pédagogique	✓

Tableau 1 : Besoins d'assistance en EIAH

Besoins d'assistance technique

Les apprenants qui utilisent une application pour la première fois peuvent être confrontés à des difficultés de prise en main de cette application (cf. T1-Tableau 1). Ils peuvent également rencontrer des difficultés pour l'utilisation courante d'une application (T2),

particulièrement lorsqu'il s'agit d'une utilisation occasionnelle ou lors de la découverte d'une fonctionnalité inconnue. Ces difficultés techniques ne concernent généralement pas directement la discipline enseignée et se retrouvent également dans un contexte autre qu'éducatif. Néanmoins, elles peuvent empêcher ou ralentir l'acquisition des connaissances en jeu, ou entraîner l'abandon de l'activité pédagogique.

La définition d'un système d'assistance pour répondre à ces besoins d'assistance technique permet d'éviter que les utilisateurs renoncent à utiliser une application. Plus particulièrement, dans le contexte éducatif, un tel système d'assistance permet d'éviter que les apprenants perdent du temps ou se découragent en raison de difficultés techniques. De plus, lors de l'utilisation d'une application en présentiel, un système d'assistance technique peut rendre les apprenants plus autonomes et ainsi permettre à l'enseignant d'alléger ses interventions d'ordre technique et de se recentrer sur les aspects pédagogiques.

Besoins d'assistance pédagogique

En plus des classiques besoins d'assistance technique, les apprenants qui utilisent une application dans un contexte éducatif peuvent être confrontés à des difficultés auxquelles une assistance pédagogique permettrait de répondre.

Le but d'une assistance pédagogique n'est pas nécessairement de permettre à un apprenant de terminer sans erreur et au plus vite une activité pédagogique. Si fournir à un apprenant la solution d'une activité pédagogique paraît très peu pertinent, certaines formes d'assistance pédagogique peuvent cependant être jugées pertinentes par l'enseignant pour faciliter l'acquisition des connaissances en jeu.

C'est le cas de l'aide au choix de l'activité pédagogique (P1), en particulier lorsque ce choix est déterminé par le concepteur pédagogique de manière personnalisée pour chaque apprenant. L'aide à l'acquisition des prérequis (P2) peut être utile pour conseiller à un apprenant de réaliser d'autres activités (exercices, consultation de cours, rappels) afin de l'aider pour une activité dont il ne maîtrise pas encore tous les prérequis. Des explications sur les étapes à suivre (P3) pour réaliser une activité peuvent être intéressantes pour guider un apprenant et lui faire acquérir une méthodologie. Par exemple, pour résoudre un calcul de type « $4 + 5 * 8 - (9 / (2 + 1))$ », il peut être pertinent de conseiller à l'apprenant de commencer par traiter les calculs entre parenthèses, puis les opérations prioritaires. Fournir à un apprenant des indices (P4) ou des exemples (P5) peut également faciliter la résolution de l'activité et par conséquent faciliter l'acquisition des connaissances en jeu tout en motivant l'apprenant. Le diagnostic intermédiaire (P6) permet de confirmer à l'apprenant que ce qu'il a fait est correct ou au contraire qu'il a commis des erreurs. Par exemple, un système d'aide peut dans un premier temps indiquer à un apprenant qu'il a fait une erreur, puis si besoin lui montrer précisément où se situe cette erreur, et

enfin lui fournir des explications sur l'erreur (P7). Dans certains cas, il peut être pertinent d'automatiser une partie de la tâche (P8) sans que cela ne compromette l'acquisition des connaissances en jeu. Par exemple, dans le cas d'un exercice dont le but est d'exploiter le théorème de Pythagore, le système d'aide pourrait automatiser les calculs de racines carrées que l'apprenant ne sait pas résoudre et qui l'empêchent de réaliser l'exercice. Un bilan ou un suivi du travail (P9) permet de montrer à l'apprenant ce qu'il a fait et ce qui lui reste à faire, afin de l'encourager. Enfin, un système d'assistance peut suivre un scénario pédagogique (P10) défini par le concepteur pédagogique afin de répondre aux différents besoins d'assistance identifiés.

En conclusion, un système d'assistance peut avoir pour but de répondre à des besoins d'assistance technique comme à des besoins d'assistance pédagogique. L'assistance fournie à un apprenant doit faciliter l'acquisition des connaissances en jeu, dans le respect de la stratégie pédagogique du concepteur. Dans la partie suivante, nous présentons de quelle manière SEPIA peut être utilisé pour mettre en place de tels systèmes d'assistance.

4. Exploitation de SEPIA dans le contexte éducatif

Le système SEPIA a été conçu afin de permettre la mise en place de systèmes d'assistance épiphytes capables de répondre aux besoins d'assistance technique des utilisateurs d'application-cibles variées. Cependant, nous montrons dans cette section que SEPIA permet également la mise en place de systèmes d'assistance respectant les souhaits d'un concepteur pédagogique et capables de répondre à des besoins d'assistance pédagogiques.

4.1. Expérimentation avec NetBeans

Afin d'évaluer les forces et les faiblesses de SEPIA pour la mise en place de systèmes d'assistance dans le contexte éducatif, nous avons réalisé une expérimentation dans le cadre d'un cours d'IHM (Interface Homme-Machine) de troisième année de licence à l'Université Lyon 1.

Lors du premier TP du cours d'IHM, les étudiants doivent réaliser une application graphique simple en langage Java à l'aide de l'environnement de développement NetBeans. Chaque année, les enseignants de cette matière constatent le niveau très hétérogène des étudiants concernant la maîtrise de la programmation Java et de l'utilisation de NetBeans. Ce premier TP est donc l'occasion de donner aux étudiants des bases solides sur lesquelles s'appuyer pour les TP suivants. En complément des explications données en cours magistral, deux vidéos de démonstrations sont mises à disposition des étudiants afin de présenter NetBeans et quelques éléments de programmation Java indispensables pour le cours d'IHM.

Dans la première partie de l'expérimentation, quatre concepteurs pédagogiques ont utilisé les outils de SEPIA pour définir un système d'assistance pour NetBeans. Pour cela, ils ont travaillé en concertation avec les enseignants et se sont inspirés des vidéos de démonstration du cours.

Le système d'assistance défini est un tutoriel qui a pour but de répondre aux principaux besoins d'assistance identifiés par les enseignants d'IHM lors du premier TP de chaque semestre. Ce tutoriel est composé de cinq parties : création d'une application graphique, propriétés d'un projet NetBeans, ajout de composants dans une fenêtre, création d'un menu et gestion des événements de l'utilisateur sur l'interface d'une application graphique. Pour chaque partie, le concepteur de l'assistance a utilisé SEPIA durant environ 3 heures afin de spécifier l'assistance en définissant en moyenne 14 règles et 20 actions d'assistance. Les actions d'assistance produites étaient de type message, mise en valeur de composants de l'interface et exemple. Ce travail est certes conséquent, mais il pourra être ré-exploité pour les prochains semestres. La Figure 2 présente un écran de NetBeans pendant l'exécution du tutoriel ainsi produit.

Dans un second temps, nous avons proposé aux étudiants volontaires de suivre ce tutoriel lors du premier TP d'IHM. Sur les 85 étudiants présents lors de ce TP, 64 ont demandé à suivre ce tutoriel. Néanmoins, par manque de machines équipée de SEPIA, seuls 52 étudiants ont pu participer à cette expérimentation.

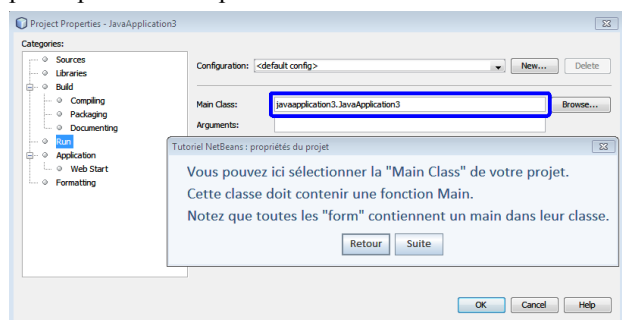


Figure 2 : Exemple d'une assistance pour NetBeans

Avant le début de l'expérimentation, nous avons distribué aux étudiants un questionnaire visant à connaître leurs expériences et connaissances préalables concernant Java et NetBeans.

Après ce questionnaire préliminaire, les étudiants ont pu suivre le tutoriel proposé ; ils étaient libres de passer autant de temps qu'ils le souhaitaient sur chaque partie du tutoriel, et de ne pas faire les parties qui ne les intéressaient pas. L'utilisation du tutoriel était intégrée à la séance de TP et a duré entre 30 minutes et 1h30 selon les étudiants.

À la suite du tutoriel, nous avons distribué aux 52 participants un questionnaire final, afin d'évaluer leur satisfaction, et d'essayer de mesurer la progression de leurs connaissances sur NetBeans et la programmation Java. Les étudiants ont été très satisfaits du tutoriel :

90,4% ont déclaré l'avoir apprécié et 62% souhaitent suivre d'autres tutoriels de ce type intégrés à NetBeans. De plus, le tutoriel semble avoir facilité l'acquisition de nouvelles connaissances nécessaires pour le cours d'IHM : 96,2% des étudiants ont déclaré que le tutoriel leur avait appris quelque chose. Cet excellent résultat est corroboré par l'amélioration de leurs connaissances sur NetBeans et la programmation Java mesurée par une comparaison des résultats du pré-test et du post-test. La progression moyenne des apprenants entre le pré-test et le post-test est en effet de 54%, avec une progression allant de 10% à 100% pour les apprenants dont toutes les réponses au pré-test étaient fausses et dont toutes les réponses au post-test étaient correctes. Par ailleurs, les enseignants du cours ont particulièrement apprécié ce tutoriel et pensent continuer à l'utiliser lors des prochains semestres en l'enrichissant.

5. Discussion

5.1. Limites de l'utilisation de SEPIA en EIAH

Cette première expérimentation a montré que le système SEPIA permet effectivement de mettre en place des systèmes d'assistance épiphytes dans des application-cibles utilisées par des apprenants en contexte éducatif. La seconde colonne du Tableau 1 présente les besoins d'assistance en contexte éducatif auxquels SEPIA permet de répondre : ✓ signifie que SEPIA permet de répondre de manière satisfaisante à un besoin (des améliorations visant à faciliter la tâche du concepteur pédagogiques sont néanmoins possibles), ~ signifie que SEPIA permet de répondre de manière limitée à un besoin, et A indique qu'il est possible de répondre à un besoin en exploitant SEPIA, mais que cela demande un effort conséquent de la part du concepteur pédagogique et qu'une automatisation est souhaitable pour lui faciliter la tâche.

En particulier, SEPIA ne permet pas actuellement d'exploiter les connaissances du domaine d'une application-cible. Par exemple, pour réaliser un diagnostic dans une application-cible qui vise la résolution d'équations, il est souhaitable que le système d'assistance dispose de connaissances sur les équations pour comprendre que la réponse « $5 - X + 3$ » doit être considérée comme équivalente à la réponse « $-X + 8$ » dans certaines situations (dépendant de l'objectif pédagogique de l'enseignant). Des connaissances du domaine sont également utiles pour la proposition d'exemples. En effet, pour une application-cible de résolution d'équation, le concepteur pédagogique peut actuellement définir de manière fixe un ensemble d'exemples qui pourront être utilisés par le système d'assistance. Néanmoins, des connaissances du domaine permettraient au système d'assistance de proposer des exemples plus pertinents et contextualisés en s'appuyant sur des paramètres fixés par le concepteur pédagogique. De même, des connaissances sur les activités pédagogiques proposées par un EIAH permettraient

d'améliorer la pertinence de l'assistance proposée tout en simplifiant la tâche du concepteur pédagogique. En effet, le concepteur pédagogique doit actuellement préciser lui-même lors de la définition des règles d'assistance quelles connaissances ou compétences pédagogiques doivent être maîtrisées avant de réaliser une activité, et quelles activités permettent d'acquérir une connaissance ou compétence pédagogique.

Concernant la spécification de l'assistance, la tâche du concepteur pédagogique nécessite d'être facilitée. En effet, la spécification d'un système d'assistance capable de répondre à des besoins pédagogiques implique la définition de nombreuses règles d'assistance et plus particulièrement de nombreuses consultations de l'historique de l'assistance afin d'éviter qu'une règle ne se déclenche plusieurs fois ou au mauvais moment.

5.2. Travaux connexes

Plusieurs travaux s'intéressent à l'assistance aux utilisateurs.

Une première approche consiste à proposer des applications initialement pourvues d'une assistance (tutoriel dans Connectify, bulles d'aide dans Word...).

Une deuxième approche consiste à ajouter une assistance à un environnement ou une application en développant un système d'assistance qui ne pourra pas évoluer par la suite, par exemple USCSH (Matthews et al. 2000) pour l'utilisation des commandes dans Unix.

Une troisième approche vise la construction d'un système qui permet à un expert différent du concepteur de l'application de définir des systèmes d'assistance. Par exemple, EpiTalk (Paquette et al. 1996) permet de définir et de greffer un système conseiller épiphyte sur une application-cible. Cette définition se base sur la définition de 3 graphes : celui de l'application-cible, celui des tâches réalisées par l'utilisateur et celui des conseillers. Pour définir de tels systèmes, il faut avoir des connaissances en programmation Smalltalk et en système multi-agents. Explor@ Advice Agent (Lundgren-Cayrol et al. 2001) permet quant à lui de définir et d'exécuter un système conseiller pour l'apprentissage à distance dans Explor@ Virtual Campus. Ce système fournit des conseils, des questions de diagnostics, des barres de progression. Il est spécifique au web et développé pour un environnement donné.

Cette troisième approche est proche de celle adoptée dans le projet AGATE. Mais SEPIA propose une solution à la fois : générique, épiphyte, personnalisable (selon de différents critères), disponible pour différentes plateformes (applications Windows natives, Java, Web). Cependant, en l'appliquant dans le contexte éducatif, nous avons pu identifier des limites qui nous amènent aux questions de recherche présentées dans la section suivante.

5.3. Questions de recherche

Comment rendre SEPIA plus accessible à des non-experts ? L'objectif est de permettre à des concepteurs

pédagogiques de définir plus facilement des systèmes d'assistance. Une première piste consiste à proposer des patrons d'assistance. Pour que cette solution soit pertinente, il faut au préalable définir quels patrons seront utiles aux concepteurs d'assistance en EIAH. Une deuxième piste est de permettre au concepteur de travailler à différents niveaux de granularité tant pour la création que pour la réutilisation des règles d'assistance.

Comment enrichir SEPIA pour qu'il prenne en compte les connaissances du domaine ? L'objectif est de permettre au concepteur de définir également l'assistance qui exige des connaissances du domaine (diagnostic intermédiaire, explication sur les erreurs en algèbre,...). Pour cela, l'acquisition de connaissances devient indispensable. L'extension de SEPIA envisagée devra donc permettre non seulement d'exploiter des connaissances existantes, mais également d'acquérir de nouvelles connaissances.

Références

- Gapenne, O. 2006. Relation d'aide et transformation cognitive. *Intellectica* 44(2): 7-16.
- Ginon, B.; Champin, P. A.; and Jean-Daubias, S. 2013a. An approach for collecting fine-grained use traces in any application without modifying it. In Workshop EXPPORT, conference ICCBR 2013.
- Ginon, B.; Jean-Daubias, S.; and Champin, P. A. 2013b. Une typologie de l'assistance aux utilisateurs: exemple d'application aux EIAH. Rapport de recherche RR-LIRIS-2013-007.
- Ginon, B.; Jean-Daubias, S.; Champin, P. A.; and Lefevre, M. 2014. aLDEAS : un langage de définition de systèmes d'assistance épiphytes. In IC 2014.
- Grandbastien, M., and Labat, J. M. 2006. Environnements informatiques pour l'apprentissage humain. *Traité IC2, série Cognition et traitement de l'information*.
- Lundgren-Cayrol, K.; Paquette, G.; and Miara, A. 2001. Explor@ Advisory Agent: Tracing the Student's Trail. In *WebNet 2001*, 802-808.
- Matthews, M.; Pharr, W.; Biswas, G.; and Neelakandan, H. 2000. USCSH: an active intelligent assistance system. *Artificial Intelligence Review* 14(1-2): 121-141.
- Netbeans. 2013. <https://netbeans.org/> (consulté le 27/02/2014).
- Paquette, G.; Pachet, F.; Giroux, S.; and Girard, J. 1996. EpiTalk, a generic tool for the development of advisor systems. *International Journal Of Artificial Intelligence in Education* 7:349-370.
- Ritter, S.; and Koedinger, K. R. 1995. Towards lightweight tutoring agents. In *AIED*, 95:16-19.
- Visual Studio. 2014. <http://www.microsoft.com/france/visual-studio/> (consulté le 27/02/2014).

Recommandation de ressources pédagogiques basée sur les relations sociales

Mohammed Tadlaoui

1^{ère} année de doctorat

Laboratoire LIRIS, 20, Avenue Albert Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex, France

Laboratoire STIC, Université de Tlemcen, 2, Rue Abi Ayad Abdelkrim, Tlemcen, Algérie

mohammed.tadlaoui@liris.cnrs.fr

Résumé

Les systèmes de recommandation sont capables d'estimer l'intérêt d'un utilisateur pour une ressource donnée à partir de certaines informations relatives à d'autres utilisateurs similaires et aux propriétés des ressources. Dans notre travail, nous nous intéressons aux recommandations des ressources pédagogiques dans le domaine des EIAH et, plus précisément, aux recommandations qui se basent sur des informations sociales. En partant des résultats de recherche dans ces domaines, nous définissons une approche pour recommander des ressources pédagogiques en utilisant les informations sociales présentes dans des réseaux sociaux.

Introduction

Les médias sociaux sont de plus en plus utilisés dans le domaine éducatif. Ils sont soit intégrés à un LMS, soit utilisés en mode autonome (Popescu 2014). Ce type de médias met l'accent sur les interactions et l'entraide entre apprenants.

Dans les réseaux sociaux (Guy et Carmel 2011), les utilisateurs subissent une surcharge informationnelle liée à la multitude de ressources présentes dans le système et une surcharge d'interactions liée à la multitude de relations sociales. Pour répondre à ce problème, nous proposons de ne recommander aux utilisateurs que des ressources pertinentes en se basant sur les liens sociaux existants.

Ainsi, l'objectif de notre travail de thèse est de proposer une approche permettant de personnaliser les ressources pédagogiques en s'appuyant sur les connexions dans les réseaux sociaux.

Notre travail se base sur deux principes identifiés par des travaux en sciences sociales. Il s'agit de :

- La régularité co-citation (Bhagat et al. 2011) (*Cocitation regularity*) qui stipule que les individus « similaires » ont tendance à se référer ou à se connecter aux mêmes ressources. Par exemple, lorsque deux individus ont les mêmes goûts en musique, en littérature ou en mode, la régularité co-

citation suggère qu'ils peuvent avoir d'autres intérêts communs ;

- L'influence sociale (Sun et Tang 2011) qui indique que les individus ont tendance à suivre les comportements de leurs amis.

Le premier principe est utilisé dans les systèmes de recommandation classiques. Ces derniers se basent principalement sur les évaluations des utilisateurs similaires à un utilisateur donné pour chercher à prédire ses préférences. Néanmoins, les systèmes de recommandation classiques ignorent les connexions d'influence sociales entre les utilisateurs. Ce type de connexions peut être utilisé pour augmenter la précision et la pertinence des recommandations.

D'après le deuxième principe, les personnes qui sont socialement connectées sont susceptibles de partager les mêmes intérêts ou des intérêts similaires. Donc les utilisateurs d'un système peuvent être facilement influencés par leurs amis et ainsi être intéressés par leurs activités. Ce principe est utilisé dans certains systèmes de recommandations sociales.

Dans les dernières années, un domaine de recherche particulier sur les systèmes de recommandation a émergé. Il s'agit des systèmes de recommandation pour les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH). Drachsler (Drachsler 2012) explique que ce type de système utilise les expériences d'une communauté d'apprenants pour aider les apprenants de cette communauté à identifier plus efficacement un contenu d'apprentissage ou des étudiants pairs d'un ensemble de choix potentiellement très grand.

Plusieurs systèmes de recommandation dédiés aux EIAH ont été développés pendant la dernière décennie. L'un des premiers systèmes est Altered Vista (Recker et Walker 2003). Ce dernier collecte les évaluations que les utilisateurs attribuent aux ressources pédagogiques et les propage sous forme de recommandations « de bouche-à-oreille » sur les qualités des ressources. RACOFI (Anderson et al. 2003) est un système similaire, il intègre un moteur d'inférence à base de règles. LSRS (Huang et al. 2009) est un système de recommandation qui se base sur des règles de

séquençage et sur l'analyse des groupes d'apprentissage. ReMashed (Drachsler et al. 2009) propose aux apprenants d'évaluer des informations à partir d'un réseau d'apprentissage informel. Ce système utilise ces évaluations et les tags associés aux ressources pour effectuer la recommandation.

Les systèmes de recommandation existants utilisent principalement les évaluations des utilisateurs et leurs similarités pour leur proposer des ressources adaptées à leurs besoins. Néanmoins, ils n'exploitent pas les informations présentes dans les profils des utilisateurs similaires. Ainsi, afin de personnaliser et rendre pertinente la recommandation, nous proposons d'exploiter, en plus du profil de l'utilisateur cible, des informations présentes dans les profils de ses amis. Il s'agit principalement des caractéristiques des profils des apprenants amis, des informations sur la visualisation des ressources, leurs utilités par rapport aux domaines d'apprentissage et le résultat des exercices réalisés par un apprenant. Nous posons l'hypothèse que l'utilisation de ces informations peut aider à avoir une recommandation plus riche, complète et adaptée aux besoins de l'utilisateur.

Les caractéristiques des profils des utilisateurs peuvent être partielles, périmées ou inappropriées. Étant donné que, dans notre approche, la recommandation se base sur les caractéristiques des utilisateurs, sa qualité est relative à celle de ces caractéristiques. En plus de la recommandation des ressources pédagogiques, nous pensons que les liens sociaux peuvent aussi aider à enrichir ou à corriger les informations stockées dans le profil de l'apprenant en s'appuyant sur les informations présentes dans les profils de ses amis.

L'article est organisé comme suit : la première partie présente l'état de l'art sur la recommandation dans un contexte social et dans un contexte d'EIAH. La deuxième partie présente l'approche que nous proposons pour répondre à la problématique de la surcharge informationnelle. Notre approche recense 3 types de recommandations de ressources pédagogiques et également un type de recommandation pour aider l'utilisateur à compléter son profil. La troisième partie contiendra une illustration de notre approche et la dernière partie comportera une conclusion et des perspectives à notre travail.

Travaux connexes

Les systèmes de recommandation existent depuis les années 90 (Resnick et Varian 1997). Les méthodes les plus utilisées dans ces systèmes sont basées sur le filtrage collaboratif (Goldberg et al. 1992) et sur la similarité de contenu (Pazzani et Billsus 2007). La première méthode recommande des ressources à partir de la similarité entre les préférences des utilisateurs. La deuxième méthode est basée sur la recommandation de ressources qui sont similaires aux ressources pour lesquelles l'utilisateur a montré un intérêt dans le passé.

Depuis la dernière décennie, les systèmes de recommandations exploitent de plus en plus les informations sociales pour améliorer la qualité et la pertinence de la recommandation. Bellogina *et al.* (Bellogina et al. 2013a), (Bellogina et al. 2013b) divisent les systèmes de recommandations sociales en quatre types :

1) Recommandeur basé sur les amis (*Friend based recommender*) : ce type de système utilise également la méthode de filtrage collaboratif mais en ne prenant en compte que les utilisateurs déclarés explicitement amis par une personne.

2) Recommandeur basé sur la popularité sociale (*Social Popularity Recommender*) : dans ce type de système, ce sont les ressources les plus populaires chez les amis de l'utilisateur qui lui sont recommandées.

3) Recommandeur basé sur les distances (*Personal Social Recommender*) : les systèmes qui font partie de ce type utilisent les distances qui existent entre les utilisateurs dans le graphe social pour effectuer la recommandation. Plus les utilisateurs sont loin d'un utilisateur donné, moins le poids des évaluations de leurs ressources est important dans la formule de calcul de la recommandation.

4) Recommandeur hybride (*Hybrid Recommender*) : ce type de systèmes peut utiliser plusieurs méthodes de recommandation pour tirer partie des avantages de chacune.

Drachsler *et al.* (Drachsler et al. 2008) expliquent que les systèmes de recommandation destinés au domaine éducatif sont différents de ceux des autres domaines tels que le e-commerce. Cette différence est due au fait que les objectifs et les modèles utilisateur dans les deux types de systèmes ne sont pas les mêmes. Manouselis *et al.* (Drachsler et al. 2013) proposent une plateforme d'analyse et de comparaison entre les systèmes de recommandation pour les EIAH. Ces systèmes sont classifiés suivant plusieurs catégories : tâches supportées, modèle utilisateur, modèle de domaine, personnalisation, architecture, emplacement et mode de recommandation. Dans le cadre de notre travail, nous considérons la première catégorie qui traite les tâches d'utilisateurs supportées dans un système de recommandation EIAH. Il s'agit des tâches qui peuvent être réalisées par les utilisateurs dans ce type de systèmes. Ces tâches sont :

1) Trouver de nouvelles ressources : recommandation de nouvelles ressources en particulier les ressources jamais visualisées par l'utilisateur.

2) Trouver des pairs : recommandation d'autres utilisateurs pour lesquels un utilisateur donné peut avoir un intérêt, par exemple proposer un utilisateur expert dans un domaine ou proposer un utilisateur ayant des intérêts similaires.

3) Trouver des scénarios : recommandation de parcours d'apprentissage à travers des ressources

pédagogiques, par exemple proposer une liste de parcours possibles pour les mêmes ressources pour atteindre un objectif d'apprentissage.

L'approche que nous proposons s'intègre dans le cadre du premier type de système de recommandation social (recommandeur basé sur les amis) et aussi dans la première catégorie des systèmes de recommandation EIAH (trouver de nouvelles ressources).

Approche de recommandation sociale

Vu que le contexte de notre travail concerne les réseaux sociaux pour l'apprentissage, notre approche (Figure 1) repose sur 1) les données qui décrivent les utilisateurs stockées dans les profils, 2) les données relatives aux différents types de liens entre les utilisateurs et entre les groupes auxquels ils appartiennent et 3) les *feedbacks* des résultats des exercices réalisés par les apprenants. Toutes ces données seront utilisées pour pouvoir faire des recommandations aux apprenants.

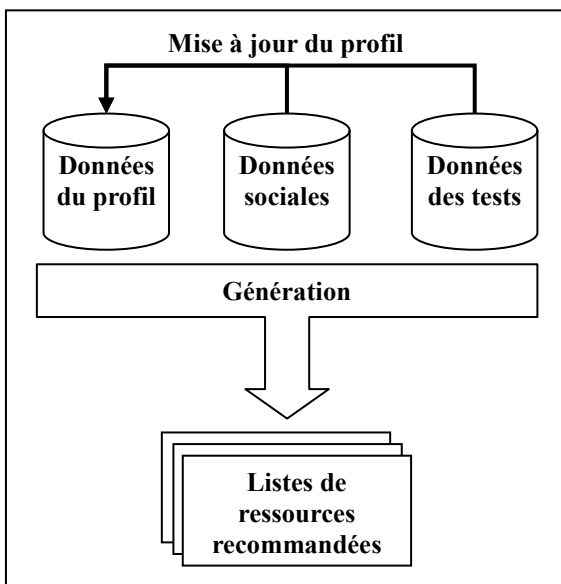


Figure 1. Principe global de l'approche proposée.

Le processus global du système de recommandation suit les étapes suivantes :

- Choisir un type de recommandation (ressources visualisées récemment, ressources populaires ou ressources utiles) ;
- Sélectionner les utilisateurs liés à l'utilisateur actif par un lien d'amitié ;
- Calculer le degré de similitude entre l'utilisateur actif et ces utilisateurs suivants plusieurs critères ;
- Calculer le score des ressources en fonction des actions (visualisation, évaluation et utilité) des amis de l'utilisateur actif sur les ressources ;
- Présenter à l'utilisateur une liste de ressources ordonnées par score et qui correspond au type de recommandation choisi.

Formalisation

Dans cette section, nous définissons les concepts de base permettant le calcul des scores pour la recommandation de ressources pédagogiques.

U représente l'ensemble de tous les utilisateurs du système et $B[u] = \{v \in U : v \text{ ami avec } u\}$, indique l'ensemble des amis de l'utilisateur u . IV_u , IE_u , IU_u représentent respectivement les ensembles des ressources visualisées, évaluées par rapport à leurs qualités et évaluées en termes d'utilité par l'utilisateur u .

D contient l'ensemble de tous les domaines pédagogiques représentés dans le système et $E[u] = \{d \in D : d \text{ est un domaine de } u\}$, indique les domaines d'intérêt de l'utilisateur u . Si le système est utilisé dans un laboratoire de recherche alors les domaines peuvent être les thèmes de recherches. S'il s'agit d'une université, les domaines peuvent être les modules enseignés ou les spécialités.

Le profil de l'utilisateur est composé de deux parties (Huynh et al. 2012) : une partie statique et une autre dynamique. La partie statique contient des données qui ne changent pas, tels que le nom, date de naissance... La partie dynamique quant à elle contient des informations qui peuvent évoluer dans le temps telles que le niveau de connaissance de l'utilisateur, ses préférences... Toutes ces informations, statiques et dynamiques, sont représentées par l'ensemble C . Formellement, $C[u]$ est l'ensemble formé de couples caractéristique/valeur qui définissent le profil de l'utilisateur u . $C[u] = \{(c, \text{val}) \mid c \in C, \text{val est la valeur de la caractéristique } c \text{ de l'utilisateur } u\}$. Les valeurs de type continu peuvent être remplacées par des valeurs discrètes. Par exemple la valeur de l'âge peut être transformée en enfant, adolescent, adulte, ...

$\text{Visu}(u,i)$ est utilisée pour connaître les ressources qui sont visualisées par un utilisateur donné. Cette fonction est égale à 1 si l'utilisateur u a consulté la ressource i et 0 dans le cas contraire. $t(u,i)$ représente le nombre de jours écoulés depuis la date de la dernière visualisation de la ressource i par l'utilisateur u .

$\text{Eval}(u,i)$ est utilisée pour connaître l'évaluation d'une ressource par un utilisateur. Par exemple, l'utilisateur u peut évaluer la ressource i de 1 à 5. Si la ressource n'a pas été évaluée alors cette fonction est égale à 0. $\text{Eval}(u,.)$ est l'évaluation moyenne de l'utilisateur u de toutes les ressources qu'il a évalué.

En plus de l'évaluation d'une ressource, un utilisateur peut évaluer son utilité par rapport à un domaine spécifique. $\text{Util}(u,i,d)$ représente l'évaluation de l'utilité de la ressource i dans le contexte de travail (domaine) de l'utilisateur u . $\text{Util}(u,.)$ est l'évaluation moyenne de l'utilisateur u de toutes les ressources qu'il a évalué.

L'ensemble IE_{uv} représente les ressources co-évaluées par les utilisateurs u et v : $IE_{uv} = IE_u \cap IE_v$.

L'ensemble Sutil représente les ressources co-évaluées en termes d'utilité par les utilisateurs u et v : $IU_{uv} = IU_u \cap IU_v$.

Similarité sociale

La majorité des travaux qui traitent la recommandation utilisent le coefficient de corrélation de Pearson pour le calcul de la similarité entre deux utilisateurs d'un système. Ces travaux s'intéressent principalement à l'évaluation des ressources pour calculer la similarité entre les utilisateurs. Vu que notre travail s'inscrit dans le contexte des réseaux sociaux à destination d'apprentissage, nous proposons une nouvelle méthode de calcul de la similarité qui se base sur 1) la similitude des choix de visualisations et des évaluations des utilisateurs, 2) la force de lien entre ces utilisateurs et 3) la similitude entre les profils des utilisateurs. Cette nouvelle formule, notée $SocialSim(u,v)$, représente la similarité sociale entre les utilisateurs u et v :

$$SocialSim(u,v) = EvalSim(u,v) + UtilSim(u,v) + VisuSim(u,v) + LinkS(u,v) + ProfilSim(u,v) / 5$$

Pour le calcul de la similarité en termes d'évaluation $EvalSim(u,v)$, définie en équation 1, et la similarité en termes d'utilité $UtilSim(u,v)$, définie en équation 2¹, nous nous sommes basés sur le coefficient de corrélation de Pearson.

La formule de la similarité en termes de visualisation est définie comme suit :

$$VisuSim(u,v) = \frac{Card(IU_u \cap IV_v)}{Card(IU_u \cup IV_v)}$$

Si les deux utilisateurs n'ont visualisé aucune ressource alors l'union est nulle. Donc pour ce cas là, on n'applique pas la règle et la similarité de visualisation est égale à 0.

Dans les réseaux sociaux (Sun et Tang 2011), le lien entre deux utilisateurs sera d'autant plus fort qu'ils ont de voisins en commun. Dans notre travail, la force du lien entre deux utilisateurs est définie à l'aide de leur nombre d'amis commun et leur nombre d'amis total. La force de lien entre les utilisateurs u et v est définie par la formule suivante :

$$LinkS(u,v) = \frac{Card(B[u] \cap B[v]) + 2}{Card(B[u] \cup B[v])}$$

Le dernier élément que nous avons intégré dans la formule de calcul de la similarité sociale est la similarité relative aux caractéristiques présentes dans les profils utilisateurs. Elle va prendre en compte les similitudes entre les utilisateurs en termes de préférences, de connaissances, de buts, ... Cette similarité est liée aux nombre de caractéristiques communes entre les deux utilisateurs et au nombre total de caractéristiques. La formule qui calcule ce type de similarité entre les utilisateurs u et v est :

$$ProfilSim(u,v) = \frac{Card(C_u \cap C_v)}{Card(C)}$$

Recommandation de ressources visualisées récemment

Le système peut proposer aux utilisateurs une liste de ressources qui ont été visualisées récemment par les utilisateurs similaires à l'utilisateur courant. Ce type de recommandation est intéressant pour que les utilisateurs puissent suivre les cours au même moment que leurs amis pour pouvoir collaborer et s'entraider sur les différents cours. Le score de recommandation de la ressource i à l'utilisateur u est déterminé par la formule :

$$S_{visu}(u,i) = \sum_{v \in B[u]} e^{-\alpha t(v,i)} \cdot Visu(v,i) \cdot SocialSim(u,v)$$

α étant un facteur de décroissance. Plus un utilisateur a visualisé une ressource récemment, plus le score de cette dernière augmente. Nous nous sommes inspirés des travaux de Guy *et al.* (Guy *et al.* 2009) et (Guy *et al.* 2010) pour la prise en compte du temps dans cette formule.

Recommandation de ressources populaires

Un utilisateur peut également se voir recommander une liste de ressources bien notées par ses amis. Le score de recommandation de la ressource i à l'utilisateur u est déterminé par la formule :

$$S_{eval}(u,i) = k \sum_{v \in B_i[u]} Eval(v,i) \cdot SocialSim(u,v)$$

Seulement les amis de l'utilisateur u qui ont évalués la ressource i peuvent être utilisés dans le calcul de ce score. Ce sous ensemble de $B[u]$ est dénommé $B_i[u]$. k représente le facteur de normalisation. Il est donné par la formule :

$$k = 1 / \sum_{v \in B_i[u]} |SocialSim(u,v)|$$

La formule S_{eval} utilise l'approche de la somme pondérée (Adomavicius et Tuzhilin 2011).

Recommandation de ressources utiles

Une liste de ressources peut être recommandée à un utilisateur selon leurs utilités par rapport aux domaines d'apprentissage de cet utilisateur. Le score de recommandation de la ressource i à l'utilisateur u est déterminé par la formule :

$$S_{util}(u,i) = k \sum_{v \in B_i[u]} SocialSim(u,v) \cdot \frac{\sum_{d \in E_{vi}[u]} Util(v,i,d)}{Card(E_{vi}[u])}$$

Seulement les domaines d'intérêts de l'utilisateur u qui ont été utilisés pour évaluer la ressource i par l'utilisateur v peuvent être intégrés dans le calcul de ce score. Ce sous ensemble de $E[u]$ est dénommé $E_{vi}[u]$.

¹ Les équations 1 et 2 sont définies en fin de l'article.

Mise à jour du profil

Les caractéristiques d'un utilisateur peuvent être partiellement renseignées, voire même périmées ou inappropriées. Comme notre approche se base, en partie, sur les caractéristiques de l'utilisateur, il est nécessaire de mettre à jour le profil de l'utilisateur pour pouvoir faire une recommandation de qualité.

Les données du profil peuvent être renseignées manuellement par l'utilisateur ou tracées par le système en fonction de son comportement puis analysé par le système. En plus des deux méthodes précédemment expliquées, le principe de l'influence sociale (Sun et Tang 2011) nous amène à enrichir le profil de l'utilisateur à l'aide des informations qui caractérisent les profils de ses amis influents, ceci en utilisant l'une des méthodes suivantes :

- Recommander à l'utilisateur les caractéristiques les plus communes présentes dans les profils de ses amis. Par exemple, le niveau d'étude le plus commun des amis d'un utilisateur. Le système mettra à jour le profil de l'utilisateur si ce dernier valide cette recommandation ;
- Mettre à jour directement le profil de l'utilisateur avec les valeurs des caractéristiques les plus communes de ses amis. Ces informations peuvent être exactes ou peuvent être incertaines, donc le système leur associe des probabilités d'exactitude (degré de fiabilité) et les stocke dans le profil de l'utilisateur.

Il est possible que le système utilise plusieurs méthodes de renseignement du profil de l'utilisateur. Ces méthodes sont utilisées pour avoir un profil le plus complet possible pour pouvoir lui faire des recommandations qui répondent à ses caractéristiques, ses besoins et ses attentes.

Évaluation

Pour évaluer notre approche, nous proposons tout d'abord de faire une simulation sur des ensembles de données (*Dataset*) extraites de systèmes de recommandations pédagogiques existants. Cette première phase va nous aider à tester les algorithmes liés à nos formules, à évaluer leur efficacité et à les affiner. Dans un second temps, nous allons développer un système de recommandation qui répond à notre approche pour pouvoir faire une évaluation avec des utilisateurs réels. Dans cette seconde phase, l'efficacité de notre approche sera mesurée par les évaluations des utilisateurs sur les recommandations qui leur sont proposées par le système.

Pour la première phase d'évaluation, nous avons développé un premier prototype qui calcule les similarités entre les utilisateurs et qui calcule et affiche les trois listes de recommandation à savoir les ressources visualisées récemment, les ressources populaires et les ressources utiles. Pour l'instant ce

programme est testé sur un ensemble réduit de données que nous avons élaboré.

Il existe des variétés d'ensembles de données qui contiennent des données réelles sur les différentes activités et interactions offertes par certains systèmes de recommandations pédagogiques. Ces ensembles de données offrent principalement des informations sur 1) les caractéristiques des utilisateurs tels que l'âge, la langue, les intérêts et le niveau de connaissance ; 2) les relations sociales entre les différents utilisateurs ; 3) les caractéristiques des ressources pédagogiques telles que la description, la durée moyenne, les compétences requises et les liens entre les ressources ; et 4) les valeurs des évaluations que les utilisateurs attribuent aux ressources pédagogiques.

Manouselis *et al.* (Drachsler et al. 2013) et Verbert *et al.* (Verbert et al. 2012) ont réalisé un comparatif entre plusieurs ensembles de données qui peuvent être utilisées pour évaluer les systèmes de recommandations pour les EIAH. Parmi ces ensembles de données, nous pouvons citer Mendeley (Jack et al. 2010), MACE (Wolpers et Niemann 2010) et APOSDLE (Beham et al. 2010). L'utilisation d'APOSDLE peut être intéressante dans le cadre de notre évaluation car il offre plusieurs types de données telles que les relations sociales entre les utilisateurs et les caractéristiques de ces derniers.

Conclusion

Dans ce papier nous avons présenté une approche de recommandation de ressources pédagogiques qui se base sur les relations sociales entre les différents utilisateurs. Nous avons élaboré un modèle formel pour le calcul des similarités entre utilisateurs et la génération de trois types de recommandation de ressources pédagogiques. Nous avons aussi présenté le processus d'évaluation que nous allons suivre pour tester et affiner notre approche. L'évaluation sur des données existantes et sur des utilisateurs réels peut nous aider à pondérer les différents éléments de nos formules.

Notre approche de recommandation se base sur le filtrage collaboratif qui utilise les évaluations des utilisateurs. Cette approche peut être enrichie en utilisant une méthode de recommandation hybride qui utilise aussi une recommandation basée sur le contenu (Pazzani et Billsus 2007). Une autre perspective de notre travail peut être l'utilisation des informations sociales (profils, relations, affiliations, ...) présentes sur les réseaux sociaux publics tels que facebook ou linkedin. Ceci nous aidera à compléter et à enrichir les informations sociales présentes dans le système de recommandation.

Références

Adomavicius, G., & Tuzhilin, A., 2005. Toward the next generation of recommender systems: A survey of

the state-of-the-art and possible extensions. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on*, 17(6): 734-749.

Anderson, M., Ball, M., Boley, H., Greene, S., Howse, N., McGrath, S., and Lemire, D. 2003. Racofi: A rule-applying collaborative filtering system. In *IEEE/WIC COLA 2003*.

Beham, G., Stern, H., and Lindstaedt, S. N. 2010. APOSDLE-DS A Dataset from the APOSDLE Work integrated Learning System. In *1st Workshop on Recommender Systems for Technology Enhanced Learning (RecSysTEL 2010)*.

Bellogína, A., Cantadora, I., Castellsa, P., and Díeza, F. 2013. Exploiting Social Networks in Recommendation: Multi-Domain Comparison. *The Dutch-Belgian Information Retrieval Workshop, 13th edition*.

Bellogín, A., Cantador, I., Díez, F., Castells, P., and Chavarriaga, E. 2013. An empirical comparison of social, collaborative filtering, and hybrid recommenders. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, 4(1), 14.

Bhagat, S., Cormode, G., and Muthukrishnan, S. 2011. Node classification in social networks. In *Social Network Data Analytics Springer US*. 115-148.

Drachsler, H. 2012. Recommender systems for learning. <http://fr.slideshare.net/Drachsler/recsystem-lecture-at-advanced-siks-course-nl>. Visited 28/02/2014.

Drachsler, H., Hummel, H., and Koper, R. 2008. Identifying the Goal, User model and Conditions of Recommender Systems for Formal and Informal Learning. *Journal of Digital Information*, 10(2): 4-24.

Drachsler, H., Pecceu, D., Arts, T., Hutten, E., Rutledge, L., Van Rosmalen, P., Hummel, H., and Koper, R. 2009. ReMashed—recommendations for mash-up personal learning environments. In *Learning in the synergy of multiple disciplines. Springer Berlin Heidelberg*. 788-793.

Drachsler, H., Verbert, K., and Duval, E. 2013. *Recommender systems for learning. Springer*.

Goldberg, D., Nichols, D., Oki, B. M., and Terry, D. 1992. Using Collaborative Filtering to Weave an Information Tapestry. *Communications of the ACM*. 61-70.

Guy, I., and Carmel, D. 2011. Social recommender systems. In *Proceedings of the 20th international conference companion on World wide web. ACM*. 283-284.

Guy, I., Zwerdling, N., Carmel, D., Ronen, I., Uziel, E., Yogeve, S., and Ofek-Koifman, S. 2009. Personalized recommendation of social software items based on social relations. In *Proceedings of the third ACM conference on Recommender systems. ACM*. 53-60.

Guy, I., Zwerdling, N., Ronen, I., Carmel, D., and Uziel, E. 2010. Social media recommendation based on people and tags. In *Proceedings of the 33rd international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. ACM*. 194-201.

Huang, Y. M., Huang, T. C., Wang, K. T., Hwang, W. Y. 2009. A Markov-based Recommendation Model for Exploring the Transfer of Learning on the Web. *Educational Technology & Society*. 12(2): 144-162.

Huynh, K. T., Finance, B., and Bouzeghoub, M. 2012. Towards an Ambient Data Mediation System. In *IMMoA*. 13-20.

Jack, K., Hammerton, J., Harvey, D., Hoyt, J. J., Reichelt, J., and Henning, V. 2010. Mendeleys reply to the datatel challenge. In *1st Workshop on Recommender Systems for Technology Enhanced Learning (RecSys- TEL 2010)*.

Pazzani, M.J., and Billsus D. 2007. Content-based recommendation systems. In *The adaptive web. Springer Berlin Heidelberg*. 325-341.

Popescu, E. 2014. Providing collaborative learning support with social media in an integrated environment. *World Wide Web. Springer US*. 17(2): 199-212.

Recker, M. M., and Walker, A. 2003. Supporting “Word-of-Mouth” Social Networks through Collaborative Information Filtering. *Journal of Interactive Learning Research*. 14(1): 79-99.

Resnick, P., and Varian, H. R. 1997. Recommender systems. *Communications of the ACM*. 40(3): 56-58.

Sun, J., and Tang, J. 2011. A survey of models and algorithms for social influence analysis. In *Social network data analytics. Springer US*. 177-214.

Verbert, K., Manouselis, N., Drachsler, H., and Duval, E. (2012). Dataset-Driven Research to Support Learning and Knowledge Analytics. *Journal of Educational Technology & Society*. 15(3).

Wolpers, M. and Niemann, K. 2010. dataTEL challenge: CAM for MACE. In *1st Workshop on Recommender Systems for Technology Enhanced Learning (RecSysTEL 2010)*.

$$EvalSim(u, v) = \frac{\sum_{i \in IE_{uv}} (Eval(u, i) - \overline{Eval}(u, .)) \cdot (Eval(v, i) - \overline{Eval}(v, .))}{\sqrt{\sum_{i \in IE_{uv}} (Eval(u, i) - \overline{Eval}(u, .))^2} \cdot \sqrt{\sum_{i \in IE_{uv}} (Eval(v, i) - \overline{Eval}(v, .))^2}} \quad (1)$$

$$UtilSim(u, v) = \frac{\sum_{d \in E[u] \cap E[v]} \frac{\sum_{i \in IU_{uv}} (Util(u, i, d) - \overline{Util}(u, ., d)) \cdot (Util(v, i, d) - \overline{Util}(v, ., d))}{\sqrt{\sum_{i \in IU_{uv}} (Util(u, i, d) - \overline{Util}(u, ., d))^2} \cdot \sqrt{\sum_{i \in IU_{uv}} (Util(v, i, d) - \overline{Util}(v, ., d))^2}}}{Card(E[u] \cap E[v])} \quad (2)$$

La conception dans l'usage de *ressources numériques*

Taima Pérez

1^{er} année de doctorat

Laboratoire S2HEP, Bâtiment La Pagoda, 38 Boulevard Niels Bohr – Campus de la Doua Université Claude Bernard, 43 Boulevard du 11 de novembre 1918. 69002 Villeurbanne

taima.perez@ens-lyon.fr

Résumé

Cette recherche s'inscrit dans le projet Tactiléo (e. Education Financement d' Avenir) qui explore les opportunités des interfaces tactiles pour les pratiques d'enseignement, en favorisant la capacité des enseignants à créer des ressources multimédias. Notre travail de thèse porte sur les propriétés des *ressources numériques* (RN) mobilisées avec les tablettes tactiles (tt) pour l'enseignement-apprentissage. Une RN est pour nous un instrument d'apprentissage de l'élève. Nous considérons l'usage des RN dans des situations d'apprentissages selon trois dimensions : la conception initiale de la ressource, la reconception dans l'usage par l'enseignant et la reconception dans l'usage par les élèves ; selon un approche à la fois didactique et ergonomique. La méthodologie de notre recherche est de type *Design Based Research* (Wang et Hannafin, 2009) Notre communication porte sur les résultats des premières observations de classe qui nous ont permis de documenter l'usage d'une RN par un enseignant et ses élèves dans une salle de physique d'un collège. Résultats qui seront utilisés pour construire une méthodologie pour l'analyse d'usages de RNs à grande échelle, basé sur le recueil automatique de *traces numériques*.

Introduction

À partir de l'année 2010 quand la tt est apparue dans le marché mondial, son usage pédagogique a gagné en popularité grâce à ses possibles propriétés pour l'enseignement-apprentissage. Diffuser la tt dans l'éducation a des enjeux industriels, économiques, politiques et sociaux : les efforts de la recherche en éducation pour trouver et profiter les potentiels technologique de la tt, en voie d'améliorer les pratiques d'enseignement-apprentissage. Plusieurs chercheurs se sont engagés dans la découverte des potentialités de la tt pour l'apprentissage entre les années 2011 et 2013, tant en Europe qu'en Amérique et Asie ; en s'interrogeant sur les pratiques et les outils avec des approches variées. Dans le projet Tactiléo nous visons à explorer les opportunités offertes par les interfaces tactiles pour définir la classe comme un espace nouveau pour les pratiques d'enseignement, en favorisant les capacités des enseignants pour la

conception de nouvelles ressources multimédias. Compte tenu de la récente vague technologique des interfaces tactiles, de l'intérêt collectif pour exploiter leur potentiel pédagogique, ainsi que de la crainte généralisée par rapport à l'efficacité de leur mise en œuvre, dans l'enseignement-apprentissage et du fait que cette problématique a été abordé de différents angles, sans encore avoir révélé de forts enjeux ergonomiques et pédagogiques. Notre thèse a comme objectif de comprendre le processus d'appropriation de RNs, pour construire une méthodologie d'analyse d'usages de la tt à grande échelle, nous basant sur le recueil automatique de *traces numériques*. Cette méthodologie sera testée dans le démonstrateur de terrain d'un système de RNs conçu par les enseignants concepteurs associés au projet Tactiléo. Bien que l'objectif de notre travail n'est pas la conception d'un EIAH, la méthodologie d'analyse produite contribuera à l'apprentissage humain au niveau de R&D, en améliorant la qualité des ressources pédagogiques en termes d'*appropriation*. Dans cet article nous documentons l'usage en classe d'une application en ligne conçue par un enseignant d'un cours de physique au collège, une recherche exploratoire nous a permis d'observer l'usage de l'application prescrit par l'enseignant et l'usage réel que font les élèves en situation de classe, pour comprendre comment se déroule le processus de conception de RNs dans l'usage.

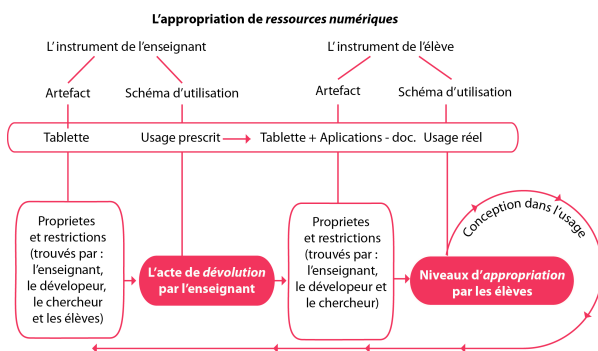
Cadre théorique

La majorité des études entreprises sur l'usage pédagogique de la tt se focalisent sur l'usage de l'iPad. Il s'agit d'études exploratoires et d'études de cas, inscrits dans des attentes institutionnelles visant l'acquisition de contenus prescrits. Les résultats décrivent les restrictions trouvées dû à la maîtrise technologique des enseignants, les troubles de connexion des établissements et les difficultés techniques. Tandis que les résultats positifs montrent les potentialités des outils pour le travail collaboratif, la créativité des élèves, la lecture et la gestion des situations d'apprentissage par les enseignants ; se concentrant notamment sur les aspects matériels de la tt, négligeant les rapports avec les acteurs et les contenus (Carlson et al., 2012 ; Churchill et al., 2012 ;

Karsienti, 2013 ; Khanebo et Villemonteix, 2012) Bernard et al. (2013) néanmoins ont rendu compte du processus d'appropriation de la tt par les élèves, une évolution de la dynamique interactionnelle entre les élèves, la tt et l'enseignant. Les résultats montrent que la tt peut être appropriée par les élèves, car ils apprennent graduellement en exploitant les caractéristiques et les complémentarités. Cette recherche n'a, cependant, pas exploité la problématique de l'impact de l'utilisation de la tt dans la construction de connaissances ni dans la conception de RNs.

La RN est pour nous un *instrument* de l'élève (figure 1). Elle est composée d'un *artefact* (la tt + les applications et documents conçues par l'enseignant) et les *schémas d'utilisation* des élèves (l'usage réel de la tt, les applications et les documents). Nous définissons l'*appropriation* de RNs comme un processus de *conception dans l'usage*, un produit de l'usage de la ressource prescrit par l'enseignant, l'usage réel que font les élèves et l'incorporation à la RN des propriétés pédagogiques de la tt émergents de ce processus de conception itératif. Cette définition part de deux perspectives théoriques, une concernant l'approche ergonomique : *Théorie de la Genèse Instrumentale*, (Rabardel, 1995) au travers laquelle nous définissons la tt comme un *artefact* « La chose susceptible d'un usage, élaboré pour s'inscrire dans des activités », et la tt en situation d'enseignement-apprentissage comme un *instrument* « l'artefact en situation, inscrit dans un usage, dans un rapport instrumental à l'action du sujet, en tant que moyen de celle-ci » (Rabardel, 1995 : 49) L'autre perspective concerne l'approche didactique : *Théorie des situations didactiques* (Brousseau, 1998) à partir de laquelle nous définissons la situation où la tt est mise comme *instrument*, dans le sens où Brousseau (2010 : 299) définit les situations d'enseignement et d'apprentissage « Dans la didactique moderne, l'enseignement est la dévolution à l'élève d'une situation a-didactique, correcte, l'apprentissage est une adaptation à cette situation ». La tt étant un *artefact*, elle devient un *instrument* de l'enseignant quand il l'utilise pour concevoir les ressources pédagogiques avec lesquels il met les élèves en situation d'apprentissage.

Figure 1: La genèse instrumentale des RNs



Ainsi, l'enseignant produit des applications et des documents numériques en mobilisant, utilisant et profitant des propriétés et restrictions de la tt pour faciliter l'apprentissage des élèves. La tt + les applications et documents conçus deviennent un nouvel *artefact* pour les élèves, que nous nommons *Ressource numérique*, et qui sera utilisé par eux comme un *instrument* pour construire leur connaissance. Pour Rabardel (1995 :74) l'*instrument* est composé de deux parties : l'*artefact* et les *schémas d'utilisation* du sujet dans la situation d'action de son usage.

Compte tenu de la *Genèse instrumentale* décrite, nous inscrivons l'usage prescrit de la RN par l'enseignant sous la notion de *dévolution* (Brousseau, 2010 : 299) processus au travers lequel l'enseignant transfère aux élèves la responsabilité d'apprendre de façon autonome en résolvant un problème, en termes de : tâche, règle de jeu, savoir et réponse attendue « Le maître doit donc effectuer non la communication d'une connaissance, mais la dévolution du bon problème. Si cette dévolution s'opère, l'élève entre dans le jeu et s'il finit par gagner, l'apprentissage s'opère ». Et nous inscrivons l'usage réel de la RN par les élèves sous la conception d'*appropriation* (Gonçalves, 2013 : 7, 4) compris comme la réponse des élèves à la *situation adidactique* où ils sont mis par l'enseignant « L'appropriation est un processus par lequel l'apprenant peut s'approprier le problème cible proposé au cours d'une situation d'apprentissage, et ce processus est à ce titre pertinent dans un environnement qui favorise la pratique ».

Le processus de *dévolution* a cinq étapes :

- Approche purement ludique (interagir avec les éléments de la situation)
- *Dévolution* d'une préférence (comprendre les effets souhaités mais attribuer les résultats des actions au hasard, sans être capable de prendre des décisions)
- *Dévolution* d'une responsabilité et une causalité (prendre conscience des effets ou résultats des actions à partir des expériences précédentes)
- *Dévolution* d'une responsabilité et d'une causalité (prendre conscience des effets ou résultats des actions à partir des expériences précédentes)
- *Dévolution* d'une anticipation (établir la relation entre action et résultat avant de prendre une décision)
- *Dévolution* de la *situation adidactique* (reproduire les anticipations à volonté dans des circonstances variées, étant conscient du pouvoir de reproduction avec la connaissance des conditions de réussite)

Gonçalves (2013 :7,4) a développé un modèle d'*appropriation* à partir du modèle de *dévolution* de Brousseau, établissant cinq niveaux d'*appropriation* :

La conception dans l'usage de *ressources numériques*

- Accepter (interagir avec les aspects clef de la *situation adidactique*) et que nous préférons nommer « s'engager »
- Tester (découvrir les résultats des actions, agissant sans stratégie sur la situation)
- Faire des choix (comprendre le lien entre action et résultat à partir de l'activité)
- Anticiper (identifier les variables possibles à partir des choix faits)
- Maîtriser (catégoriser les problèmes pour anticiper les résultats)

Table 1: Rapport entre la dévolution et l'appropriation

Étapes de dévolution	Niveaux d'appropriation
Approche purement ludique	S'engager
Dévolution d'une préférence	Tester
Dévolution d'une responsabilité et d'une causalité	Faire des choix
Dévolution d'une anticipation	Anticiper
Dévolution d'une situation adidactique	Maîtriser

Méthodologie

Nous avons observé dans une classe d'électrocinétique d'un cours de physique composé par 25 élèves : la description préparatoire de la séance par l'enseignant, les représentations de l'enseignant avant et après de la séance (d'entretiens) et la mise en place de la séance en classe (enregistrement vidéo). Nous avons suivi pendant une heure l'usage par une équipe de trois élèves de l'application en ligne conçue par l'enseignant. Nous avons identifié les indicateurs des étapes de *dévolution* du problème, implicites dans la description et la mise en place de la situation d'apprentissage, et à partir de ces indicateurs nous avons identifié les propriétés et restrictions de la tt que l'enseignant a utilisé ou négligé dans le processus de conception de la RN (table 2). Tel que le lecteur peut l'observer dans la table 3, nous avons analysé les niveaux d'*appropriation* du problème par les élèves en observant les indicateurs de *dévolution* dans le déroulement de l'activité. Nous avons aussi identifié les propriétés et restrictions de l'application utilisés ou négligés par les élèves.

Table 2: Les indicateurs des étapes de dévolution

Étapes de dévolution	Dévolution du problème par l'enseignant	Propriétés et restrictions de la tablette
Approche purement ludique	Les élèves lisent la consigne et ils essayent de construire le circuit	L'espace de travail et la boîte à outils, les objets tactiles, le graphisme pour différencier les outils
Dévolution d'une préférence	Les élèves testent et discutent sur les outils disponibles et sur ce qu'il faut faire avec	Les options et outils « défaire » ou « effacer »
Dévolution d'une responsabilité et d'une causalité	Les élèves ont fini la première phase de l'activité, dont les résultats qu'ils ont obtenus de la ressource, leur permettent de prendre la responsabilité de l'apprentissage	Le rapport des résultats de l'application. Signale d'avoir choisi l'option correcte ou d'avoir construit le circuit correctement (propriété non envisagée par l'enseignant)
Dévolution d'une anticipation	Les élèves évaluent les résultats obtenus dans les actions précédents (représentation des schémas) pour anticiper des solutions aux problèmes suivants (formulation des réponses sur questionnaire)	Le questionnaire L'accès aux schémas précédemment représentés (propriété non envisagée par l'enseignant)
Dévolution d'une situation adidactique	les élèves peuvent argumenter le fait que si un fil supplémentaire est ajouté à un circuit fermé il faut utiliser le schéma d'un circuit en série pour le représenter, et qu'il s'agit d'un court-circuit parce que l'énergie revient à la pile ne passant pas par la lampe.	Un historique des résultats obtenus dans chaque retour donné par l'application, pour montrer la réponse atteinte. Un espace, pour que les élèves rédigent un résumé ou une conclusion (propriétés non envisagées par l'enseignant)

L'acte de dévolution par l'enseignant

En accédant à une application en ligne à travers la tt, des jeunes entre 12 et 14 ans, en plaçant des objets tactiles de la boîte à outils à l'espace de travail, doivent : 1. Construire le schéma du circuit pertinent pour qu'une lampe brille et dessiner en bleu, avec un crayon numérique, la boucle qui représente le chemin parcouru par le courant électrique. 2. Réaliser le schéma avec les symboles correspondants à l'analogie du coureur. 3 Représenter la chaîne de distribution de l'énergie électrique des deux schémas construits. 4. Réaliser un troisième schéma en ajoutant un fil aux bornes de la pile. 5. Réaliser le schéma du coureur en dessinant en bleu le chemin plus facile à parcourir par

le coureur. 6. Représenter la chaîne de distribution de l'énergie des deux schémas construits. 7. Déduire le fonctionnement du court-circuit en répondant aux questions : « Quel problème observe-t-on au niveau de la distribution de l'énergie lors d'un court-circuit d'après vous ? L'enseignant veut que les élèves interprètent à l'aide de l'application en ligne, l'expérience d'avoir réalisé un circuit fermé avec une lampe et une pile, et d'avoir mis en place un court-circuit avec la laine de fer. Les types de circuit à utiliser en chaque cas ne sont pas donnés dans la consigne.

Les étapes de dévolution de la tâche

- Approche purement ludique : les élèves n'ont encore pas compris qu'ils doivent faire le schéma d'un circuit en série, quand ils ajoutent un fil complémentaire au circuit fermé. Ils ne savent pas encore qu'il s'agit du schéma du court-circuit. Ils manipulent les éléments sans identifier ses effets.
- *Dévolution* d'une préférence : les élèves ont compris quel est l'effet souhaité, ils savent qu'il y a plusieurs options de schéma, mais ils attribuent leurs utilisations au hasard.
- *Dévolution* d'une responsabilité et d'une causalité : les élèves acceptent leur responsabilité dans l'apprentissage, ils identifient le choix du circuit, la façon de le représenter et la chaîne de distribution de l'énergie entre les différentes possibilités, et ils envisagent que s'ils prennent une certaine décision, ils vont obtenir comme résultat le schéma du court-circuit.
- *Dévolution* d'une anticipation : à partir de l'expérience de prise de décisions et d'obtenir les résultats souhaités, les élèves peuvent anticiper et ils peuvent identifier plus facilement la solution du schéma et des modèles de chaîne de distribution de l'énergie suivants, ou en répondant au questionnaire.
- *Dévolution* d'une *situation adidactique* : les élèves peuvent représenter à volonté le schéma d'un circuit en série pour le représenter, et qu'il s'agit d'un court-circuit parce que l'énergie qui revient à la pile ne passe pas par la lampe. Ils doivent être conscients du pouvoir qu'ils ont de reproduire la solution du problème dans différentes circonstances, ils ont une connaissance des conditions qui leur a permis de réussir et ils savent que ce savoir ne leur a pas été décrit comme une procédure fixe, sinon qu'ils l'ont construit dans la situation où ils ont été mis par l'enseignant.

Table 3: L'appropriation du problème par les élèves

Niveaux d'appropriation	Appropriation du problème par les élèves	Propriétés et restrictions de l'application
S'engager	Deux des élèves ont compris qu'il fallait lire la consigne, ils ont aidé le troisième à comprendre	La consigne n'occupe pas un espace central au début de l'activité, pour retenir l'attention des élèves.
Tester	Les élèves interagissent avec l'application pour montrer leurs points de vue, se mettant d'accord sur la réponse	Un élève désigne un trait pendant que l'autre change le schéma, cette action simultanée favorise la discussion
Faire des choix	Les élèves prennent des décisions se basant dans l'expression de leurs critères et la discussion	L'application eux permet de designer, effacer, reformuler. Mais ils ont difficultés pour identifier les symboles et manipuler les objets tactiles
Anticiper	Les élèves expriment d'hypothèses en fonction d'expériences précédentes. Ils discutent s'il y a deux ou un câble de plus. Le fait de qu'il y a qu'un câble détone la compression de que l'énergie revient à la pile	Les élèves négligent l'application et la t t et se servent du circuit réel, l'application ne eux a aidée à instrumenter la réflexion, la sole propriété de la ressource utilisé est l'espace pour écrire la réponse à la question posé
Maîtriser	Les élèves n'ont pas eu l'occasion pour exprimer leurs arguments par rapport à qu'est-ce qu'est un court-circuit, quel schéma il faut construire pour le représenter, et qu'est-ce qui se passe au niveau de l'énergie dans un court-circuit	La séance à fini avec la question du questionnaire, sans donner la possibilité aux élèves d'exprimer la connaissance construite

Résultats et discussion

Les niveaux d'appropriation par les élèves :

- S'engager : les élèves se sont engagés dans la consigne 4 [E1 : mais lis la consigne d'abord, un fil a été ajouté]
- Tester : les élèves ont aussi discuté sur les outils disponibles et sur ce qu'il fallait faire avec [E1 : attend ! ce n'est pas comme ça (en sélectionnant le schéma du circuit fermé) E3 : pour moi il faut ajouter un fil]
- Faire des choix : les élèves ont utilisé le schéma du circuit en série [E1 : oui parce qu'il y a un truc qui a été ajouté. Je pense que c'est ça (en sélectionnant le circuit en série) E3 : quand on ajoute un fil pour moi il ne passe pas par la lampe. E1 : ah oui, il passe que par la pile].
- Anticiper : dans la consigne 7, ils concluent que le problème observé au niveau de la distribution de l'énergie lors d'un court-circuit est lié au fait que le fil ajouté au circuit ramène l'énergie à la pile [E1 : j'ai compris parce que regarde (se servant du circuit réel pour expliquer) quand on fait ça (en connectant un des bouts du fil supplémentaire à une des bornes de la pile) ça marche parce que, même si ça vient là, l'énergie elle part quand même. Et par contre quand tu fermes là (en connectant l'autre bout du fil à la borne de la pile) E3 : elle revient à la pile.
- Maîtriser : l'enseignant n'a pas exploité les propriétés de la tt pour que les élèves puissent exprimer les arguments qui montrent qu'ils ont construit l'intégralité de la connaissance.

Conclusions

La dévolution peut aider les enseignants concepteurs à favoriser l'appropriation de RN par les élèves, en leur transférant la responsabilité de l'apprentissage dans l'usage autonome des ressources en situation adidactique. Cette expérimentation nous a permis d'analyser la conception dans l'usage de ressources numériques en comprenant l'acte de dévolution par l'enseignant et l'appropriation du problème par les élèves. Pour achever le modèle théorique de notre recherche il est encore important d'analyser les schémas d'utilisation de l'enseignant par rapport à la tt et ceux des élèves par rapport à la RN. Pour construire la méthodologie d'analyse, objectif de notre recherche, il faut adapter le modèle théorique proposé à la dimension de la trace numérique. Pour vérifier les hypothèses de la méthodologie proposée, nous devons la tester dans le terrain de la description de séances, en lien avec le modèle de ressource qui se développe en même temps au sein du projet Tactiléo.

Références

Livre de Plusieurs Auteurs

Rabardel, G., 1998. *Théorie des situations didactiques*. Grenoble: La pensée sauvage.

Rabardel, P. 1995. *Les hommes et les technologies*. Paris : Arnand Colin.

Article de Revue

Bernard, F. 2013. *Utilisation de tablettes numériques à l'école. Une analyse du processus d'appropriation pour l'apprentissage*. Sticef, numéro spécial ATAME-Recueil 2013.

Churchill, D. Fox, B., et King, M. 2012. *Study of Affordances of iPad and Teachers' Private Theories*. International Journal Information and Education Technology, 2012, v.2 n. 3, p. 251-254.

Article de Magazine

Karsenti, T. 2013. *Les tablettes tactiles à l'école : Avantages, défis et recommandations pour les enseignants*. Magazine de l'Association Québécoise des enseignantes et enseignants du primaire. Dossier spécial Motivation et apprentissage. AQEP Vivre la primaire, volume 26, numéro 04, Automne 2013.

Actes de Conférences

Carlson-Bancroft, V. 2012. *iPads in a Prek-4th Independent School-Year 1- Enhancing Engagement, Collaboration, and Differentiation across Content Areas*. In International Society for Technology in Education Conference, San Diego, CA.

Clancey, W. J. 1983b. *Communication, Simulation, and Intelligent Agents: Implications of Personal Intelligent Machines for Medical Education*. In *Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 556-560. Menlo Park, Calif.: International Join Conferences on Artificial Intelligence, Inc.

Mémoire ou Thèse

Brousseau, G. 2010. *Théorisation des phénomènes*. Docteur d'Etats es Sciences. Université de Bordeaux.

Gonçalves, C. 2013. *Appropriation et Authenticité, une étude didactique des expériences d'apprentissage d'étudiants engagés dans un 'jeu sérieux' en Epidémiologie et Biostatistique*. Docteur en ingénierie de la cognition. Université de Grenoble.

Architecture d'une application pour la gestion consolidée de ressources numériques

Daouda Sawadogo

2^{ème} année de doctorat

Laboratoire L3i, Avenue M. Crépeau, 17000 La Rochelle, France

daouda.sawadogo@univ-lr.fr

Résumé

Dans cet article, nous nous intéressons à la pertinence et à la cohérence des ressources numériques dans le système d'information d'un utilisateur. L'accroissement de la production des données numériques ces deux dernières années soulève plusieurs problématiques quant à la gestion de ces données multi-sources et hétérogènes. Nos travaux consistent à proposer une architecture permettant de gérer des données de qualité, structurées, adaptées aux besoins de ses utilisateurs et validées par ceux-ci.

Dans la première partie, nous nous intéressons à la caractérisation des ressources numériques (pour un usage adaptatif).

Dans la deuxième, partie nous nous intéressons aux processus et mécanismes pour une gestion consolidée de ces ressources numériques dans un système d'information. L'objectif visé dans ces travaux, est la proposition d'une architecture pertinente d'une application interactive pour la gestion consolidée et assistée de ressources numériques.

Dans cet article, notre contribution concerne notre approche pour caractériser la pertinence d'une ressource numérique. Cette approche est basée sur le profil de l'utilisateur et les métadonnées associées aux ressources. Cette contribution permet aux utilisateurs d'avoir des environnements utilisant des ressources pertinentes en fonction de leurs profils. Notre expérimentation concerne une étude de cas d'une application pour les chercheurs. Cette application, leur permet de mieux caractériser leurs ressources.

Introduction

L'avènement des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) représente une véritable opportunité dans la diffusion des ressources et des connaissances pour tous. De nombreux résultats ont déjà été obtenus dans le cadre de l'étude d'Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. Ils visent essentiellement à faciliter la mise à disposition de contenus pédagogiques, accompagner l'apprenant en offrant des modalités d'interactions avec le formateur et valider les connaissances acquises. Le déploiement large et massif des Environnements Numériques de Travail (ENT) constitue une première génération d'outils d'aide à la formation découlant de

ces travaux. Le développement des technologies du multimédia conjugué à celui de l'Internet et la démocratisation du haut débit, rendent désormais possibles la formation à distance d'apprenants situés dans des classes virtuelles géographiquement distribuées. Dans ce contexte, nous nous intéressons aux systèmes de gestion de ressources numériques. L'usage de ces ressources est adapté par les connaissances que le système déduit des interactions, du profil et du parcours de l'utilisateur.

Contexte et Problématiques

D'après une étude de l'IDC (Gantz & Reinsel, 2012) et dans le rapport EGC-2013, nous constatons que « Depuis les quatre dernières années, le nombre de sources de données structurées rendues disponibles sur le Web est en croissance fulgurante aboutissant à un espace global de données de l'ordre de milliards d'assertions. » (PFIA, 2013) Dans ce nouveau écosystème, les utilisateurs de système d'information sont confrontés à plusieurs difficultés majeures sur l'organisation, la qualité (Mombrun & Pauchet, 2010) de l'information récupérée à partir de ces sources de données (Jérôme et al., 2011). Ils souhaitent travailler dans un environnement cohérent, avec des informations fiables malgré la multiplicité des sources des données et leurs hétérogénéités. Ces données utilisées doivent également être pertinentes par rapport à leurs contextes d'utilisation et adaptées à leurs profils (Saint-Réquier, 2012).

Notre problème est de savoir comment adapter l'usage de ces données hétérogènes et multi-sources à leurs utilisateurs. Il est très difficile voire impossible que plusieurs utilisateurs ayant des profils différents et évoluant dans des contextes distincts (Theodorakis, 2001) puissent avoir un même point de vue sur des données hétérogènes. Pour tenter de répondre à cette problématique, nous avons regardé de plus près l'expérience dans le monde de l'éducation (EIAH). Dans ce domaine, chaque objet d'apprentissage est transformé en une ressource d'apprentissage afin de mieux s'intégrer à l'environnement d'apprentissage et adapté aux besoins des utilisateurs (Pernin, 2003). Aujourd'hui il existe plusieurs propositions sur :

- l'indexation des ressources numériques (LOM)
- l'interopérabilité (SCORM, EDUPUB) et la réutilisation (OER) des ressources

numériques.

Mais il existe peu de propositions sur l'adaptabilité et la pertinence des ressources numériques. Ainsi, comment mettre en place ce processus de caractérisation des données en ressources, pour que cette ressource soit adaptée à son utilisateur (à son contexte dans l'environnement, à son profil et à son mode d'interaction).

Dans cet article, nous proposons une approche pour caractériser la pertinence d'une ressource numérique. Cette approche se base sur les informations du profil de l'utilisateur, les métadonnées de la ressource et la méthode de mesure de distance TF-IDF pour calculer la pertinence.

Caractérisation d'une Ressource Numérique

Dans le contexte de nos travaux, il est important de caractériser le terme ressource numérique pour déterminer les processus de gestion et d'usage qu'elle implique.

Le groupe de travail du CNRS (Pedauque, 2006), les travaux de (Bachimont, 2004) et de Davenport et Prusak (Davenport, 1997) nous ont principalement servi pour retenir qu'« un document numérique est un ensemble de données organisées selon une structure stable associée à des règles de mise en forme permettant une lisibilité partagée entre son concepteur et ses lecteurs » (Pedauque, 2006) et une ressource numérique désigne des informations construites dans une logique de médiation et d'usage (réception), évolutives (susceptibles d'être mises à jour), et éventuellement adaptables (personnalisables). Leur fonction est d'être utile et de rendre des services. Elles fournissent du renseignement (instantané) mais non de la preuve. (Lainé-Cruzé, 2004)

La différence entre un document numérique et une ressource numérique est selon Sylvie Lainé-Cruzé : Une ressource numérique est un objet dont la logique de conception est entièrement tournée vers l'usage. Un document numérique est un objet dont la logique de conception est entièrement tournée vers la production (fournir « une preuve ou un renseignement »).

La connaissance représente un ensemble de notions et de principes qu'une personne acquiert par l'étude, l'observation ou l'expérience, et qu'elle peut intégrer à ses acquis antérieurs. On comprend alors que la connaissance est une agrégation d'informations analysées et interprétées (résultat du traitement de l'information) comme des brevets, développements informatiques, bases d'études et de recherches, procédures/règles, etc. (Interactif, 2003). La gestion des connaissances (Knowledge Management) représente « un ensemble de modes d'organisation et de technologies visant à créer, collecter, organiser, stocker, diffuser, utiliser et transférer la connaissance. Connaissance matérialisée par des documents internes ou externes mais aussi sous la forme de capital intellectuel et d'expériences détenues par les

collaborateurs ou les experts d'un domaine » (CIGREF, 2000). En synthèse, nous avons modélisé dans le schéma de la figure 1 le processus BPMN du passage d'une donnée à une connaissance en identifiant les concepts clés.

Cette modélisation montre les étapes dans la production d'une ressource numérique. L'identification et la description de l'usage permettent de transformer un document en une ressource. Une activité est la mise en situation d'une ressource dans un environnement avec des acteurs ayant des rôles. Ainsi, dans la chaîne de la figure 1, notre travail consiste à :

- caractériser la pertinence d'une ressource numérique pour son utilisateur
- proposer une architecture pour une gestion consolidée des ressources numériques.

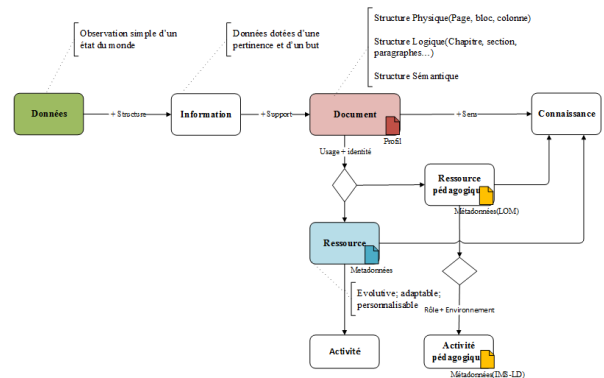


Figure 1: Document numérique, Ressource numérique et activité numérique

Dans la première partie, nous proposons une modélisation de l'utilisateur et des ces ressources dans l'environnement. Ensuite, nous mesurons la distance entre les informations du profil et les métadonnées de la ressource avec le TF-IDF, pour caractériser la pertinence des ressources numériques par rapport au profil de l'utilisateur. Dans la deuxième partie, nous proposons une architecture à travers une étude de cas pour la gestion des ressources numériques. Notre contribution concerne principalement l'usage des informations du profil de l'utilisateur et des métadonnées de la ressource pour déterminer sa pertinence. Nos résultats sont présentés sous forme d'une expérimentation dont l'objectif est d'assister l'utilisateur (chercheur) dans la gestion consolidée de ses ressources numériques.

Processus d'Identification de la Pertinence des Ressources Numériques

La croissance exponentielle des contenus numériques oblige les utilisateurs des systèmes d'informations à faire un tri et une sélection des contenus les plus pertinents et les mieux adaptés à leurs besoins d'usage. Dans ce contexte, nous proposons une approche permettant de déterminer automatiquement la

pertinence d'une ressource numérique. Ces ressources numériques sont utilisées dans des environnements numériques. Nous employons le terme ressource numérique qui caractérise mieux l'usage dans un système. Pour (Roose, 2008), « Tout système d'information conçu dans une logique de service devrait supporter principalement des ressources numériques pour respecter la logique d'usage voulu par le système. Dans cette logique d'usage, « l'utilisateur numérique » est un acteur essentiel du paysage de l'information numérique, il agit, interagit avec d'autres, reprenant, transformant, produisant de l'information. » Ainsi, commencer par étudier l'utilisateur et ses interactions avec la ou les ressource(s) numérique(s) est important, c'est à ce niveau que nous pouvons caractériser la gestion consolidée des ressources numériques, en caractérisant l'utilisateur à travers son profil, la ressource et les interactions entre l'utilisateur et ces ressources dans le contexte de l'environnement. Le but de cette caractérisation est de déterminer et d'optimiser la cohérence et la pertinence, en un mot la qualité des interactions.

Profil de l'Utilisateur –Extension IMS-LIP

Dans nos travaux, nous avons proposé une modélisation de l'utilisateur dans notre système avec une extension du modèle IMS-LIP(Sawadogo, Champagnat, & Estrailier, 2014).

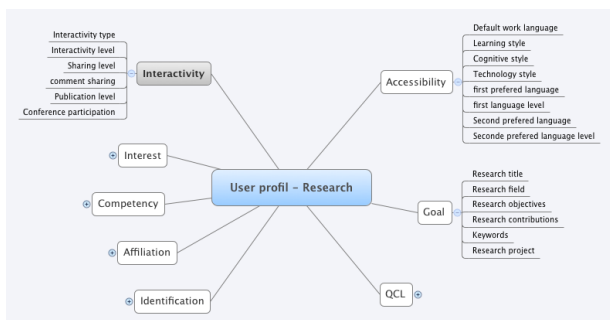


Figure 2 : user profil - IMS-LIP extension

Nous avons proposé un modèle (Figure 2) de l'utilisateur dans notre système et nous avons présenté des techniques pour remplir les informations de l'utilisateur. La suite de ce travail est d'identifier les éléments du profil et de la ressource nécessaire pour le calcul de la pertinence.

La figure 3 présente un modèle très simple, nous permettant d'appliquer notre approche pour déterminer la pertinence d'une ressource numérique.

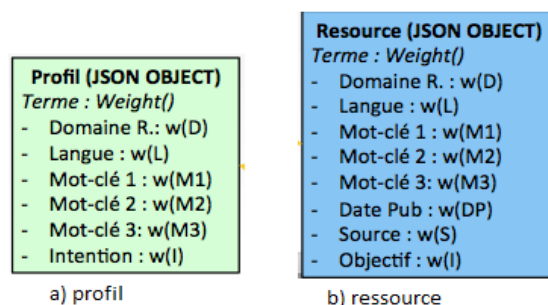


Figure 3: Exemple critère du profil et de la ressource

Ressource Numérique - Profil d'application du LOM

Une ressource est représentée par des métadonnées, nous avons choisi le LOM pour plusieurs raisons, d'abord c'est un standard dans le domaine de l'éducation, et ce modèle est facilement extensible pour les contraintes de notre expérimentation. Nous avons modélisé un profil d'application LOM pour le domaine de la recherche.

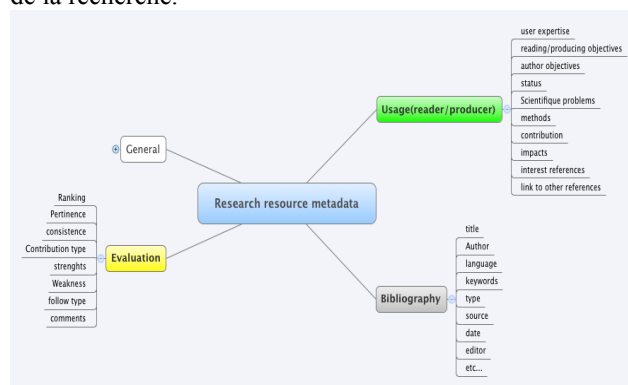


Figure 4: LOM pour la recherche

La figure 3 présente notre modèle de métadonnée pour les ressources. Nous avons choisis des critères (Figure 3b) de ce modèle pour déterminer la pertinence de chaque ressource.

3. Calcul de la pertinence – Ressource et profil

Une des étapes du processus de consolidation de la figure 4 consiste à évaluer la cohérence et la pertinence d'une ressource en fonction du profil de l'utilisateur. Pour la proposition de la méthode de calcul de la pertinence, nous nous sommes intéressés à deux acteurs du tableau 1.

Le premier acteur est l'utilisateur qui a besoin d'utiliser des ressources pertinentes pour la réalisation des situations telles que définies au sein de notre équipe (Trillaud, Pham, Rabah, Estrailier, & Malki, 2012).

Le second acteur est le compagnon qui est chargé de calculer la pertinence des ressources en fonction de l'utilisateur. Nous utilisons l'approche MMPE(Modèle Multicritère basé sur la découverte des Préférences à partir d'Évaluation) (Adomavicius, Manouselis, & Kwon, 2011) pour l'évaluation des critères et la méthode TF-IDF(Wu, Luk, Wong, & Kwok, 2008) pour la mesure de la pertinence.

Notre méthode fonctionne comme suit :

- l'utilisateur évalue les différents critères du profil;
- chaque critère est pondéré dans le système ;
- l'utilisateur évalue les différents critères du modèle de ressource ;
- chaque critère est également pondéré ;
- nous appliquons dans le système la méthode de mesure de distance TF-IDF sur les deux modèles afin de déterminer la pertinence de la ressource pour le profil de l'utilisateur.

Dans (Bethard, Butcher, & Martin, 2009), les auteurs proposent une technique de caractérisation de la qualité des ressources par une méthode d'apprentissage. Notre proposition se base sur le profil de l'utilisateur et vient compléter les travaux qui existent.

Processus de gestion consolidée

Pour valider notre approche, nous avons proposé un processus de gestion consolidée dans le système de notre étude de cas. La figure 4 présente ce processus.

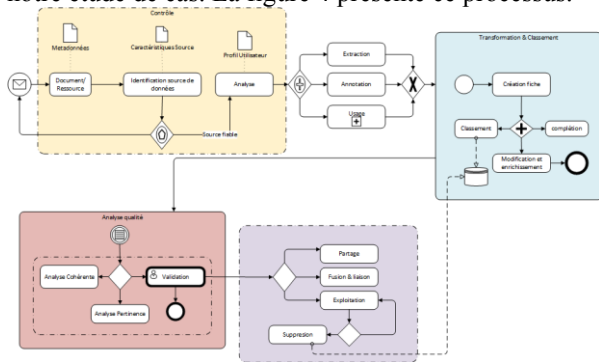


Figure 4: Processus BPMN de consolidation de ressources numériques

Le tableau 1 nous présente les acteurs avec les rôles dans le processus de la figure 4

Acteurs	Rôles	Fonctionnalités
Auteur	Producteur de document numérique	- Création de documents numériques
Utilisateur	Usager de l'information numérique	- Utilisation de ressource numérique - Capitalisation de connaissance - Consolidation de ressource numérique
Compagnon (système)	Assistance dans l'organisation de l'environnement de l'utilisateur.	- Assistance et automatisation des tâches - Gestion de pertinence dans le système - Découverte automatique de source d'information - Substitut (Modèle) de l'utilisateur
Communauté	Validateur d'information numérique	- validation de la qualité de l'information

		numérique - partage et recommandation d'information numérique
--	--	--

Tableau 1 : Acteurs et rôles dans le processus de consolidation

Dans Tableau 1, les différentes fonctionnalités des acteurs correspondent aux principales fonctionnalités offertes par les solutions de gestion de contenus telles que décrites dans (Interactif, 2003). L'ensemble du processus ainsi que les fonctionnalités correspondent au modèle du cycle de gestion de connaissance tel que défini par M. Gardoni et al. Dans ce modèle, nous avons ajouté un compagnon qui assiste l'utilisateur dans la gestion et principalement pour déterminer la pertinence de ses ressources. Dans notre étude de cas, nous avons défini quelques fonctionnalités du compagnon.

Etude de cas

Nous travaillons sur l'application de nos résultats dans un environnement numérique dédié à la recherche. Cet environnement permet particulièrement aux chercheurs de collecter, de gérer, de produire, de partager et de capitaliser des ressources numériques pendant la réalisation de leurs travaux. Le chercheur est un utilisateur confronté aux problèmes de masse de données hétérogènes et multi-sources. Les fonctionnalités que nous proposons permettent d'expérimenter nos résultats sur la pertinence des ressources et l'architecture logicielle adaptée pour supporter ces ressources. Les outils tels que Mendeley¹, Zotero² sont des outils bibliographiques et d'organisation de recherche. Le cahier de laboratoire (Anabelle et al., 2011) sert pour le suivi des expériences de recherches et leurs pérennités. Ces outils ont des limites quant à la caractérisation de la pertinence des ressources qui y sont gérées. L'objectif de notre proposition est de fournir une solution à ces outils pour aider l'utilisateur à avoir des ressources pertinentes. C'est dans cette perspective que nous proposons d'étendre les fonctionnalités de ces outils à travers notre application PRISE (PeRsonal Interactive research Smart Environment). Les fonctionnalités principales de notre application sont :

- système de gestion de ressources numériques : il permet le partage, la validation collaborative, la recommandation de ressources et surtout la gestion des ressources numériques dédiées à la recherche.
- système de consolidation : il permet de vérifier la cohérence et la pertinence des ressources utilisées dans l'environnement de l'utilisateur.
- assistant intelligent (Compagnon) : son rôle est de piloter, d'automatiser les tâches de gestion

¹ <http://www.mendeley.com>

² <http://www.zotero.org>

Gestion consolidée de ressources numériques

des ressources numériques.

Dans l'environnement à chaque ressource est associée une fiche de lecture. Chaque fiche de lecture représente une connaissance acquise à travers l'usage d'une ressource. Le compagnon peut contrôler et automatiser les tâches de création et de complétion des fiches de lecture suivant le profil de l'utilisateur. Elle nous permet également de persister des données structurées dans la base de données du système. La figure 5 représente l'architecture de notre étude de cas.

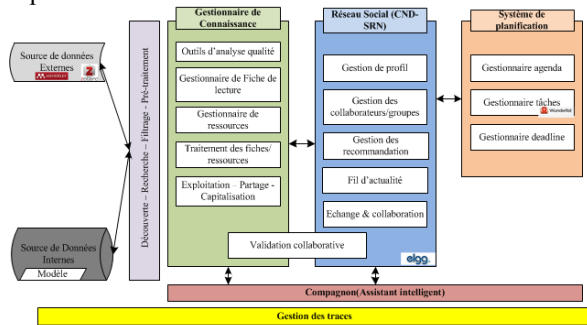


Figure 5 : Architecture générale de l'environnement PRISE

Dans cette architecture, nous avons intégré le modèle de profil de l'utilisateur de la figure 2 ainsi que le modèle de ressource numérique de la figure 4.

Pour caractériser la pertinence des ressources, le système :

- Gère les identités des utilisateurs, chaque profil est complété à travers deux méthodes : Complétion manuelle par l'utilisateur, et complétion à l'aide des traces du système.
- Vérifie la pertinence des ressources ;
- Gère et complète les métadonnées des ressources :
 - Biblio. : métadonnée pour la documentation, extraction à l'aide des méthodes existantes ;
 - usage : usage de la ressource, nécessite un niveau de sémantique plus fort ;
 - évaluation : évalue la qualité de la ressource.

Expérimentation

Pour l'expérimentation de notre proposition, nous avons créé un environnement basé sur notre étude de cas permettant aux chercheurs de gérer leurs ressources numériques. L'environnement PRISE³ est composé :

- d'un système de gestion de ressources numériques avec des fiches de lecture
- un système de gestion de réseau social avec notre modèle de profil du chercheur ;
- un système de gestion d'agenda et de tâches.

La figure 6 présente l'architecture de notre système avec principalement deux grands composants, le gestionnaire de ressource numérique et le réseau social. Chaque utilisateur est identifié par son profil dans le réseau social.

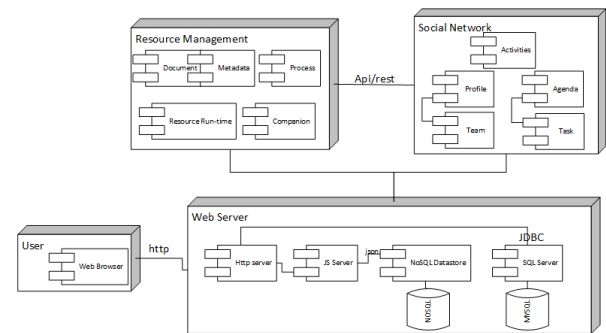


Figure 6 : Architecture PRISE



Figure 7: Environnement PRISE - Système de gestion de ressources numériques

À travers cette expérimentation, nous avons identifié quelques éléments (Langue de préférence, niveau de langue, champs de recherche, mots-clés, type et niveau d'interactivité...) du profil permettant d'assister l'utilisateur dans la gestion consolidée. Nous mettons dans l'environnement des processus de contrôles sur la qualité des ressources en fonction des critères choisis et des mécanismes de mesure de la pertinence.

Contributions

Notre contribution, concerne la méthode de calcul de pertinence d'une ressource numérique en utilisant les informations du profil de l'utilisateur. Ces travaux sont toujours en cours et nous envisageons d'étendre notre proposition sur les situations d'un scénario.

Dans cet article, nous avons considéré le profil de l'utilisateur et les métadonnées des ressources numériques. Nous savons que ces ressources sont souvent utilisées dans un contexte précis et pour une situation pédagogique précise. Donc nous étendons notre approche pour prendre en considération le profil, la ressource et la situation d'apprentissage concernée.

Conclusion et perspectives

Nous avons présenté dans cet article une nouvelle approche pour caractériser la pertinence des ressources numériques dans une architecture d'un système interactif. L'intérêt de ce travail est de proposer un système permettant d'assister un utilisateur dans la gestion consolidée de ses ressources numériques. Nous avons proposé une étude de cas pour valider cette

³ PeRsonal Interactive research Smart Environment

méthode dont les résultats sont en cours d'expérimentation.

Dans la suite de nos travaux, nous proposons des approches permettant de vérifier la cohérence d'une ressource dans la situation d'apprentissage avec la même approche. Puis proposer un modèle de ressource numérique orienté vers la pertinence dans l'usage. Il existe plusieurs méthodes de conception de ressources numériques. Dans le monde de l'éducation, nous avons le LOM, qui est orienté vers l'indexation, le SCORM, qui est orienté vers l'interopérabilité et les OER, qui sont orientés vers la réutilisation. Mais nous voulons un modèle orienté vers l'adaptabilité.

Notre travail vise à offrir à chaque utilisateur la meilleure ressource adaptée à son profil et à sa situation d'apprentissage. Cela permet aux utilisateurs (apprenant, formateur, concepteur de situation) des environnements d'apprentissage d'avoir une meilleure expérience d'usage des ressources numériques pour mieux atteindre les objectifs dans leurs scénarios.

Références

- Adomavicius, G., Manouselis, N., & Kwon, Y. (2011). Multi-Criteria Recommender Systems. In *Recommender Systems Handbook* (pp. 769–803). Springer US.
- Anabelle, A., Céline, B., Christophe, B., Alexandre De, B., Emmanuelle, D.-M., Eric, G., ... Céline, R. (2011). Le cahier de laboratoire électronique (CLE). *STP Pharma Pratiques*, 21, 1–28.
- Bachimont, B. (2004). *Arts et sciences du numérique: Ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches*, Université De Technologie De Compiègne.
- Bethard, S., Butcher, K., & Martin, J. H. (2009). Automatically Characterizing Resource Quality for Educational Digital Libraries, 221–230.
- CIGREF. (2000). *Gérer les connaissances : Défis, enjeux e conduite de projet*. Davenport, T. H. (1997). *Information Ecology: Mastering the Information and Knowledge Environment* (1st ed.). Oxford University Press, {USA}.
- Gantz, J., & Reinsel, D. (2012). The digital universe in 2020: Big data, bigger digital shadows, and biggest growth in the far east. *IDC iView: IDC Analyze the Future, 2007*, 1–16.
- Interactif, B. (2003). EtudeLCMS. EDUSCOL.
- Jérôme, A., Nicolas, B., Laure Berti, E., Sylvie, G., Mathieu, R., & Fatiha, S. (2011). Qualité des données et des connaissances. In QDC (Ed.), *QDC - EvalECD* (p. 87). Brest, France: QDC.
- Lainé-Cruzel, S. (2004). Documents, ressources, données: les avatars de l'information numérique. *Information-Interaction-Intelligence*, 4, 105–120.
- Mombrun, Y., & Pauchet, A. (2010). Collecte, analyse et évaluation d'informations en sources ouvertes. *Atelier COTA Des 21es Journées Francophones d'Ingénierie Des Connaissances, Nimes : France (2010)*.
- Pedauque, R. T. (2006). *Le Document à la lumière du numérique*. {C&F} éditions.
- Pernin, J. (2003). Objets pédagogiques: unités d'apprentissage, activités ou ressources. *Revue "Sciences et Techniques Educatives", Hors Series*, 179–210.
- PFIA, A. (2013). SOS-DLWD 2013 Des sources Ouvertes au Web de Données. In A. P. 2013 (Ed.), *Atelier SOS-DLWD'2013 : des Sources Ouvertes au Web de Données* (p. 116). Atelier PFIA 2013.
- Roose, P. (2008). *De la réutilisation à l'adaptabilité. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches*, Université de Pau et des Pays de l'Adour. Saint-Réquier, A. (2012).
- Sélection adaptative de Services de Recherche d'Information web par analyse du besoin et du comportement de l'utilisateur. *CORIA*, 395–400.
- Sawadogo, D., Champagnat, R., & Estrailier, P. (2014). User profile modelling for researcher digital resource management systems. *Proceedings of the International Workshop on Personalization Approaches in Learning Environments - à paraître*.
- Theodorakis, M. (2001). *Contextualization : An Abstraction Mechanism for Information Modeling*. Doctoral Dissertation Department of Computer Science University of Crete.
- Trillaud, F., Pham, P. T., Rabah, M., Estrailier, P., & Malki, J. (2012). Situation-Based Scenarios For E-Learning. In *IADIS e-learning 2012*. Lisbon, Portugal.
- Wu, H. C., Luk, R. W. P., Wong, K. F., & Kwok, K. L. (2008). Interpreting TF-IDF term weights as making relevance decisions. *ACM Transactions on Information Systems*, 26(3), 1–37.

Un duo d'artefacts virtuel et matériel pour accompagner la genèse instrumentale du compas

Anne Voltolini

1ère année de doctorat

Laboratoire S2HEP, 38 boulevard Niels Bohr, Campus La Doua Université Claude Bernard Lyon1,

69622 Villeurbanne Cedex, France

anne.voltolini@ac-grenoble.fr

Résumé

Les moyens de communication pour apprendre sont présents aussi bien à l'école qu'en dehors de l'école et l'institution préconise l'usage des technologies dans les cours. Ainsi nous semble-t-il important de réfléchir au défi de l'intégration des technologies dans l'enseignement des mathématiques afin de développer des pratiques pédagogiques efficaces et de renforcer le plaisir d'apprendre. Notre projet de recherche consiste en la conception d'EIAH qui fonctionnent sur une articulation objets virtuels et objets matériels dont l'enjeu est l'utilisation des objets matériels par les élèves. Nous montrerons la plus-value de la technologie dans ces situations mobilisant des duos d'artefacts virtuel et matériel ainsi que la complémentarité des environnements pour les apprentissages. En particulier nous montrerons que la technologie amène des fonctionnalités qui renvoient à l'objet matériel. De plus la technologie permet de scénariser le travail de l'élève et ainsi favorise l'évolution de ses connaissances.

Nous illustrerons ce propos à partir d'une situation géométrique sur l'utilisation du compas pour construire un triangle dans laquelle l'usage du numérique n'est pas substitué à l'usage du compas matériel.

Introduction

Ce travail de recherche a pour objectif de développer des EIAH (Environnement Informatique d'Apprentissage Humain) pour l'apprentissage des mathématiques à l'école primaire et au collège qui incluent d'une part une approche expérimentale sur la base de manipulations directes de représentations d'objets mathématiques à l'interface de l'ordinateur et d'autre part l'articulation entre le virtuel et l'utilisation d'outils matériels. Ainsi nous nous interrogeons sur la conception d'EIAH qui soient articulés à l'utilisation

d'outils ou de matériel pédagogique concrets afin d'apporter une plus-value à l'apprentissage.

Un environnement pour concevoir des EIAH

L'environnement qui nous permet de concevoir des EIAH est le logiciel Cabri Elem¹. La technologie Cabri Elem est un environnement informatisé qui comprend un mode auteur, un mode prof et un mode élève. Le mode auteur permet de concevoir des EIAH en créant tous les éléments avec lesquels l'élève va interagir : les objets à manipuler, ainsi que les possibilités d'actions avec ces objets, et les rétroactions de l'environnement. Un tel EIAH est organisé sous forme d'un cahier de plusieurs pages dans lequel l'utilisateur navigue. Un cahier informatisé comprend plusieurs tâches qui conduisent le sujet à mettre en place des stratégies appropriées à la résolution de chaque tâche. Ainsi l'environnement Cabri Elem nous permet de concevoir la technologie et des tâches dans l'environnement numérique en articulation avec des outils matériels. Il permet de penser l'articulation usage de l'EIAH et usage d'un outil matériel. Chaque cahier peut être conçu comme un EIAH relatif à un apprentissage donné. Pour l'apprentissage d'une notion une collection d'EIAH peut être nécessaire.

La conception de tels EIAH nécessite de penser la situation. La théorie des situations didactiques (Brousseau 1998) offre le cadre théorique et les outils pour concevoir et analyser ces EIAH. L'apprentissage dépend des actions du sujet sur un milieu et des rétroactions qu'il renvoie. De plus Mackrel, et al (2013) précisent que la connaissance se construit si la

¹ Le Logiciel Cabri Elem est développé par la société Cabrilog et utilisé pour ce projet dans le cadre de la collaboration scientifique entre l'entreprise Cabrilog et l'Institut Français de l'Éducation.

situation offre un espace d'incertitude et de liberté dans lequel le sujet pourra choisir les actions à réaliser et mettre en place des stratégies pour résoudre la tâche. Au fil des pages d'un cahier il est possible de faire évoluer les valeurs de certaines variables didactiques afin d'agir sur la validité d'une stratégie, ou le coût d'une autre ou encore de rendre impossible une stratégie. Les différentes pages d'un cahier informatisé permettent de structurer la progression des apprentissages et ce grâce aux choix de valeurs des variables didactiques de la situation qui affectent les stratégies de résolution et provoquent l'évolution des connaissances. Le mode auteur de l'environnement CabriElem permet aux concepteurs d'un cahier informatisé de constituer un milieu riche par le choix des objets à manipuler, leurs comportements et les rétroactions en lien avec les variables didactiques de la situation.

Chaque EIAH conçu est utilisable par les élèves en mode élève. Certaines valeurs de variables sont laissées libres d'être modifiées ou adaptées par l'enseignant en mode prof.

La géométrie et la construction de triangles

L'environnement Cabri Elem se prête à la conception d'EIAH en lien avec les nombres et le calcul (Maschietto et Soury-Lavergne 2013) ou la géométrie.

L'expérience de la géométrie dynamique ainsi que les travaux de Duval (2005) identifiant les difficultés des élèves liées à la déconstruction dimensionnelle des formes nous ont conduits à nous intéresser à la conception de deux cahiers d'activités informatisés articulés avec l'usage du compas matériel pour des apprentissages relatifs aux triangles. La déconstruction dimensionnelle des formes permet la descente dans les dimensions, avec, dans le cadre de la géométrie plane, le passage des surfaces (dimension 2) aux lignes (dimension 1) puis aux points (dimension 0). Le champ réel du travail sur les figures est principalement constitué par la trame des unités figurales 1D et 0D et les propriétés qui les relient. En particulier en géométrie dynamique, pour avoir des figures robustes (Soury-Lavergne 2011) on oblige les élèves à arriver aux points objets de dimension 0 difficilement appréhendés par les élèves.

La situation que nous proposons a pour objectif d'apprentissage la construction géométrique à la règle et au compas d'un triangle étant données les trois longueurs de ses côtés. Il s'agit d'une part d'amener l'usage du compas dans cette construction et d'autre part d'aboutir à la nécessité de tracer des cercles pour construire un triangle de longueurs des côtés données. Le compas n'est pas l'outil choisi et retenu pour cette tâche par les élèves. En effet spontanément, ces derniers utilisent uniquement la règle. Ils tracent un premier segment puis un second en anticipant l'espace

nécessaire pour le troisième. Puis par tâtonnements successifs ils obtiennent le triangle. Plusieurs types de difficultés peuvent être mis en évidence quant à l'usage du compas dans la construction d'un triangle de longueurs des côtés données. Le compas n'est pas l'instrument qui permet de tracer le contour du triangle. De plus, l'écartement du compas ne rend pas visible le segment côté du triangle et le compas produit des arcs de cercle, leur intersection va définir le troisième sommet du triangle, objet géométrique de dimension 0. Ainsi cette construction géométrique repose sur une déconstruction dimensionnelle du triangle 2D au point d'intersection des deux arcs de cercle 0D. Enfin l'utilisation du compas dans cette construction génère des actions et de nouveaux schèmes (Vergnaud 1990) qui n'appartiennent pas aux schèmes déjà constitués d'utilisation du compas. Les genèses instrumentales (Rabardel 1995) du compas pour faire des cercles ou reporter des longueurs ne permettent pas aux élèves de l'utiliser pour construire un triangle.

Propositions d'EIAH pour la genèse instrumentale du compas comme instrument pour construire un triangle

Le premier EIAH est un cahier d'activités informatisé, qui permet d'initier l'usage du compas dans la construction géométrique d'un triangle dont les longueurs des trois côtés sont données. L'élève sera amené à traiter deux tâches : former des triangles par manipulations directes (Laborde et Marcheteau 2009) de segments de longueurs données, figure 1, et déterminer si trois segments peuvent être les trois côtés d'un triangle figure 2. La deuxième tâche à propos de l'existence ou non d'un triangle est une question mathématique qui problématise la recherche et la formation d'un triangle et donc le recours aux déplacements des segments.

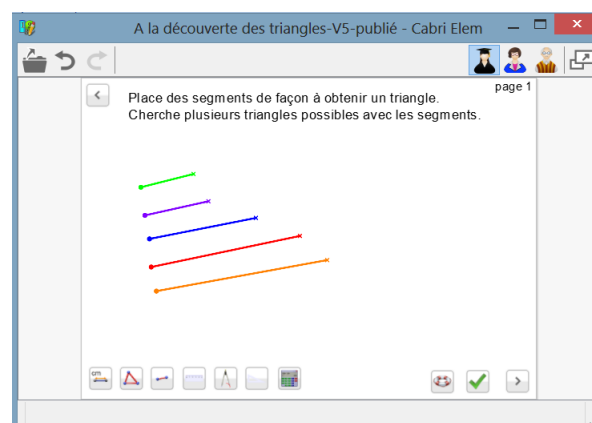


Figure 1 : Image écran de la première page d'activité de l'EIAH "A la découverte des triangles"

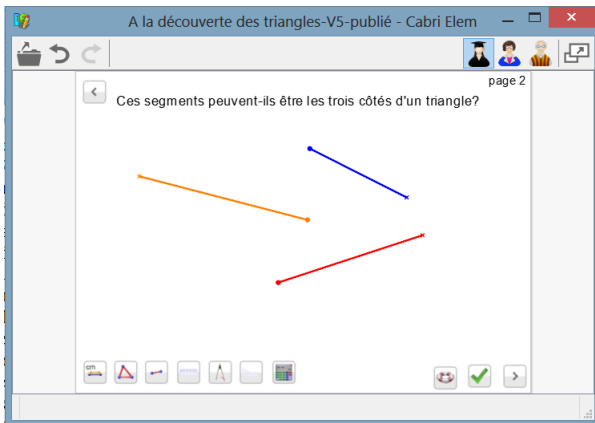


Figure 2 : Image écran de la deuxième page d'activité de l'EIAH "A la découverte des triangles"

Les segments proposés sur ces pages sont asymétriques à l'écran dans leur représentation et au cours de leur mouvement. Deux types de déplacements sont possibles pour un segment : déplacer le segment entier par translation en attrapant le segment ou son extrémité ronde, et faire pivoter le segment autour de l'extrémité ronde qui reste fixe en attrapant le segment par son extrémité cruciforme. La distinction graphique des extrémités, ronde ou cruciforme permet à l'utilisateur d'anticiper le mouvement avant de bouger le segment.

La stratégie gagnante efficace pour former un triangle à partir des segments proposés dans l'environnement informatique, consiste à former, avec trois segments, une ligne brisée dont les extrémités sont cruciformes. Le triangle sera ensuite obtenu en faisant pivoter les deux segments extrêmes de la ligne brisée figure 3.

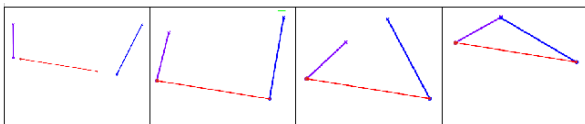


Figure 3 : Illustration de la stratégie gagnante efficace pour former un triangle dans l'EIAH "A la découverte des triangles"

Cette stratégie gagnante efficace est une première étape dans la déconstruction dimensionnelle du triangle. (Duval 2005). L'activité de formation du triangle dans l'environnement informatique à partir de trois segments en passant par la ligne brisée repose sur une reconstruction du triangle (2D) à partir de la ligne brisée (1D). Cette montée dans les dimensions permet le passage d'une ligne à une surface et constitue une étape dans la construction géométrique du triangle à la règle et au compas qui elle repose sur une reconstruction du triangle (2D) à partir du point d'intersection des deux arcs de cercle (0D) qui représente le troisième sommet du triangle.

La manipulation des segments est plus efficace lorsqu'elle donne au grand segment un rôle particulier. En effet la ligne brisée avec le plus grand segment

entre les deux autres est plus efficace pour former le triangle car il est alors plus facile d'anticiper la position du troisième sommet. Le troisième sommet est dans une bande dont la largeur est donnée par le grand segment. Cette ligne brisée avec le grand segment placé entre les deux autres est aussi plus efficace pour montrer la non existence du triangle. Ainsi c'est cette stratégie qui devrait être transférée dans l'environnement papier crayon.

La manipulation des segments numériques est une plus-value par rapport à des segments matériels ou dessinés sur du papier. En effet l'environnement informatique oblige à dissocier les deux déplacements, par translation et par rotation, contrairement aux manipulations d'objets sensibles lors desquelles les déplacements sont réalisés conjointement. Ainsi l'environnement informatique met en évidence la rotation indispensable pour former un triangle à partir des segments numériques. C'est la mise en évidence de cette rotation qui initiera l'usage du compas matériel pour construire un triangle dans l'environnement papier crayon. De plus la manipulation des segments dans l'environnement informatique sert à produire la solution et est porteuse d'informations (Laborde et Marcheteau 2009). En effet les rétroactions de manipulations directes, l'affichage continu du segment au cours du déplacement, les positions successives du segment, la trajectoire de l'extrémité dans le déplacement par rotation permettent à l'utilisateur d'avoir un contrôle sur le segment, côté du triangle qui est déjà présent mais pas dans la bonne position. Ceci n'est pas le cas lors de l'usage du compas dans la construction géométrique du triangle. Dans la construction du triangle à la règle et au compas, le compas produit des arcs de cercle et le segment qui représente le côté du triangle n'est pas rendu visible.

Afin de permettre la mise en place de stratégies d'anticipation, page 4 du cahier figure 4, une modification de valeur de la variable déplacement rend impossible la stratégie précédente.

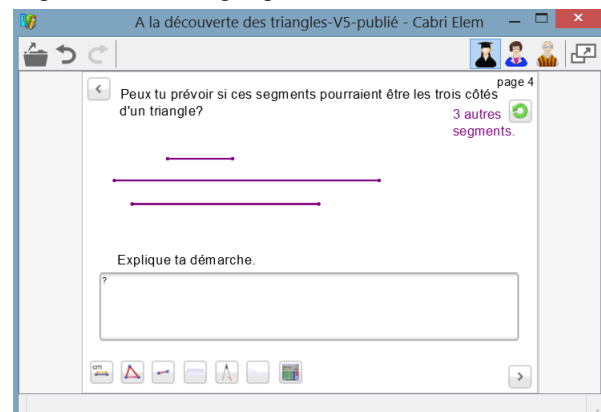


Figure 4 : Image écran de la page 4 de l'EIAH "A la découverte des triangles"

Sur cette page seul le déplacement des segments par translation est possible. Il n'est plus possible de faire

pivoter les segments, il n'est donc plus possible de former le triangle à partir des segments proposés. Il faut donc mettre en œuvre une autre stratégie. Par exemple il est possible de juxtaposer les deux petits segments à côtés du plus grand segment pour comparer les longueurs. Il est aussi possible d'utiliser les outils à disposition en bas de page, par exemple utiliser le compas.

Cet EIAH est articulé à l'utilisation du compas matériel dans l'environnement papier crayon. Dans cette première activité le compas matériel est utilisé pour faire pivoter les segments déjà présents sur la feuille. A partir d'une configuration ligne brisée puis à partir de trois segments tracés sur la feuille il s'agit de tracer des triangles ayant ces segments pour côtés figures 5 et 6.

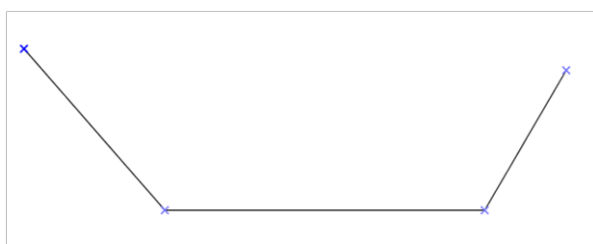


Figure 5 : Extrait 1 de la première activité papier crayon

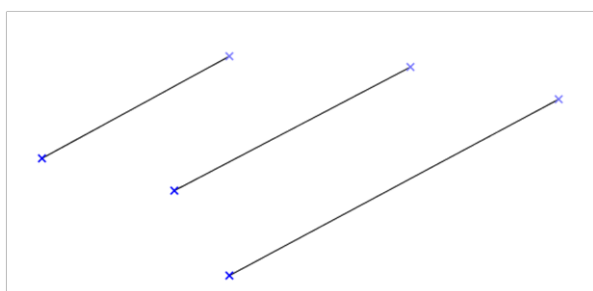


Figure 6 : Extrait 2 de la première activité papier crayon

D'une part on veut observer une extension du domaine de validité des schèmes liés à la construction de l'instrument (Rabardel 1995) segment numérique en mouvement, dans la tâche former un triangle dans l'environnement informatique, à l'instrument compas pour faire pivoter un segment, dans la tâche tracer un triangle de côtés donnés. En effet le compas matériel est ici un outil pour faire tourner un segment autour d'une de ses extrémités, les deux branches du compas représentant les extrémités du segment côté du triangle. D'autre part le compas produit la trace de l'extrémité qui pivote : un arc de cercle. Il s'agit maintenant de passer de l'instrument compas pour faire tourner un segment qui produit un arc de cercle, à l'instrument compas pour tracer des cercles. Pour cela nous avons conçu un second EIAH.

L'objectif du second cahier informatisé est d'aboutir à la nécessité de tracer des arcs de cercle (des cercles) dont l'intersection définira le troisième sommet du triangle. Les cercles sous jacents à cette construction

du triangle seront amenés grâce à un changement de statut de l'outil compas (cercle). En effet dans ce cahier l'outil compas (cercle) permettra de vérifier sur une figure ce qui pourrait se passer. Puis dans les activités papier crayon qui suivent le compas pour tracer des cercles sera utilisé pour produire la figure.

Dans cet EIAH, sur chaque page, on repart de la ligne brisée figure 7. Sur la première page il est possible de faire pivoter les extrémités de la ligne brisée pour essayer de former le triangle et constater l'existence ou non du triangle. La trace des extrémités s'affichent lors de leur déplacement. L'affichage de cette trace rappelle la production des arcs de cercle par le compas lors des activités papier crayon précédentes.

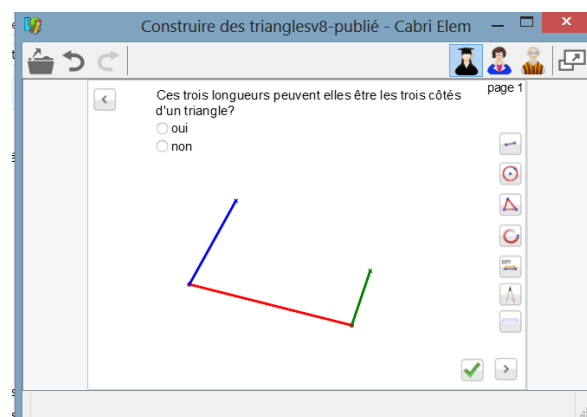


Figure 7 : Image écran de la première page d'activité de l'EIAH "Construire des triangles"

Sur les pages suivantes, les extrémités de la ligne brisée sont verrouillées en déplacement. Il n'est donc plus possible de les faire pivoter pour observer si le triangle existe ou non. Ce changement de valeur de la variable didactique déplacement par rotation, rend impossible la stratégie précédente. Il faut donc trouver une autre stratégie pour répondre à l'existence ou non du triangle. Des outils sont disponibles sur la droite de la page. L'outil compas permet comme dans les activités papier crayon précédentes de tracer des arcs de cercle de rayon les deux segments extrêmes de la ligne brisée. Puis à partir de la page 3, nous modifions une autre valeur de variable didactique, l'outil compas n'est plus présent dans la boîte à outil. Il s'agit ici de contraindre l'utilisation de l'outil cercle. Cette contrainte permettra de mettre en évidence les cercles sous jacents à la construction géométrique du triangle.

Enfin une deuxième activité papier crayon finalise la construction géométrique d'un triangle à la règle et au compas. Dans cette deuxième activité papier crayon il s'agit de construire des triangles dont les longueurs sont données sous forme de nombres. Il s'agit de conforter l'instrumentation du compas, dans la tâche de construction du triangle, dans sa fonction de tracer des cercles.

Expérimentations avec des élèves de CM2

Cette ressource (Gueudet et Trouche 2010) composée des deux EIAH articulés avec l'utilisation du compas matériel dans l'environnement papier crayon ainsi que d'un certain nombre de fiches descriptives et explicatives facilitant son appropriation par les enseignants a été testée dans deux classes de CM2. Cette expérimentation nous a permis de confirmer que les manipulations et les choix de variables et de contraintes fait dans l'environnement informatisé Cabri Elem permettent l'émergence de schèmes dont le domaine de validité pourra s'étendre à l'utilisation du compas matériel dans la construction d'un triangle de longueurs des côtés données. Par exemple la règle d'action pour faire pivoter un segment numérique : distinguer l'extrémité cruciforme du segment puis attraper le segment par la croix et déplacer la croix pour faire pivoter le segment, peut être transférée à la règle d'action pour faire tourner un segment avec un compas : distinguer les deux branches du compas puis piquer la pointe et appuyer le crayon et enfin faire pivoter le compas et produire une trace visible.

Ainsi la situation décrite précédemment mobilisant un duo d'artefacts virtuel et matériel participe à la genèse instrumentale (Rabardel 1995) du compas dans la tâche de construction d'un triangle. L'articulation entre les manipulations dans un EIAH et l'utilisation du compas matériel a fait apparaître une nouvelle fonction du compas, celle de faire pivoter un segment. Cet instrument compas pour faire pivoter un segment est un intermédiaire qui donne du sens à l'élaboration d'un instrument compas pour tracer des cercles dans la tâche de construction d'un triangle. L'appropriation du compas pour tracer un triangle est complexe. Elle passe d'abord par un premier niveau d'appropriation : le compas pour faire pivoter un segment (déjà tracé puis anticipé). Puis il y a identification de la trajectoire de l'extrémité du segment qui pivote à l'objet mathématique cercle et enfin conceptualisation de l'utilisation du compas pour tracer des cercles dans la construction géométrique du triangle

L'alternance des environnements, informatique et papier crayon, l'articulation du duo d'artefacts, segment numérique en mouvement et compas matériel, ainsi que l'orchestration (Trouche 2004) du recours aux artefacts matériel et virtuel permet de tirer profit des manipulations des segments à l'interface de l'ordinateur pour passer les obstacles d'apprentissage liés à l'utilisation du compas dans la construction géométrique du triangle.

Conclusion

L'environnement de conception Cabri Elem permet de concevoir des EIAH prenant en compte l'articulation entre des objets virtuels d'un EIAH et des objets matériels. L'enjeu étant l'utilisation d'objets matériels

pour apprendre les mathématiques. Les tâches de manipulations directes (Laborde et Laborde 2011) d'objets à l'interface de l'ordinateur impliquent des actions du sujet sur une représentation d'un objet mathématique et des rétroactions du milieu qui permettent au sujet de percevoir l'objet mathématique abstrait. De plus ces manipulations d'objets virtuels font apparaître des comportements différents mais complémentaires des objets matériels qui permettent d'accompagner les élèves dans les processus de genèse instrumental de l'instrument matériel. Le comportement des segments dans les EIAH décrits précédemment sont différents du comportement de baguettes matérielles ou d'un trait représentant un segment sur une feuille de papier. De surcroit le compas matériel renvoi à plusieurs fonctionnalités de l'EIAH : la rotation d'un segment autour d'une de ses extrémités ainsi que les outils compas et cercle de la géométrie dynamique. Dans la situation d'apprentissage de la construction géométrique d'un triangle à la règle et au compas nous avons montré que la rotation du segment au sein de l'EIAH amène le compas matériel qui lui-même va amener le compas virtuel de la géométrie dynamique ainsi que le cercle de la géométrie dynamique qui permettra d'amener le compas matériel pour tracer des cercles dans la construction du triangle. Ainsi l'EIAH est une valeur ajoutée à l'objet matériel pour les apprentissages.

Comme (Soury-Lavergne et Maschietto 2013) notre but n'est pas de substituer l'environnement informatique à l'outil matériel dans les usages avec les élèves. C'est l'articulation et la complémentarité d'un duo d'artefacts virtuel et matériel qui nous semble intéressante et favorable aux apprentissages des élèves et que nous souhaitons poursuivre de questionner dans d'autres situations.

Références

- Brousseau G. (1998) *Théorie of Didactical Situations in Mathematics*, Springer.
- Duval R. (2005) Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie : développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. *Annales de Didactique et Sciences Cognitives* vol 10. p 5 à 53.
- Gueudet G., Trouche L. (2010) *Ressources Vives. Le travail documentaire des professeurs de mathématiques*. Rennes, PUR.
- Laborde C., Marchetteau A. (2009) L'incontro tra reale e virtuale in Cabri Elem per attività matematiche nella scuola primaria. *La matematica e la sua Didattica*, 23 n°1, p 19-34.
- Mackrell K., Maschietto M., Soury-Lavergne S. (2013) The interaction between task design and technology

design in ceating tasks with Cabri Elem. In C. Margolinas (Ed.), *Proceedings of the ICMI Study 22 Conference : Task design in Mathematique Education*, Oxford,UK, p 81-90

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

Maschietto M., Soury-Lavergne S. (2013) Designing a Duo of Material and Digital Artifacts : the Pascaline and Cabri Elem e-books in Primary School Mathematics. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education* 45(7) p 959-971

Soury-Lavergne S. (2011) De l'intérêt des constructions molles en géométrie dynamique. *Les Nouvelles Technologies pour l'Enseignement des Mathématiques*. n°27.

Trouche L. (2004) Managing the complexity of human machine intercatons in computerized learning environments : guiding students' command process through instrumental orchestration. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 9. P 281-307.

Vergnaud G. (1990) La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des mathématiques* vol 10 (2-3) p 133-170.

POSTERS

Apport des systèmes de recommandation à l'apprentissage ubiquitaire

Idir Benouaret

1^{ère} année de doctorat

UTC, Laboratoire Heudisyc, Rue Roger Couttolenc ,60203 COMPIEGNE CEDEX FRANCE

idir.benouaret@utc.fr

Résumé

Notre travail concerne l'apprentissage en situation de mobilité et plus précisément l'apprentissage ubiquitaire. Le but est de concevoir des environnements informatiques d'apprentissage sur des dispositifs mobiles, adaptables au profil de l'utilisateur et sensibles à son contexte. Les applications principales que nous considérons sont l'aide à la visite de musées et l'accès au patrimoine culturel. Afin d'améliorer l'expérience de l'utilisateur et de l'aider à acquérir des connaissances, nous centrons nos travaux sur la modélisation du domaine culturel et du contexte de l'utilisateur à l'aide des technologies du web sémantique. Les préférences des autres visiteurs ou apprenants sont une des dimensions du contexte. C'est pourquoi nous nous intéressons dans cet article aux systèmes de recommandation.

Introduction

La montée en puissance des dispositifs mobiles qui deviennent de plus en plus performants a introduit un nouveau paradigme d'apprentissage. Ces dispositifs permettent la mobilité et aussi la sensibilité au contexte, on parle alors d'apprentissage ubiquitaire ou d'apprentissage mobile. Ce type d'apprentissage est un concept qui évoque le principe d'apprendre dans un contexte de mobilité géographique et d'évolution permanente, il fait référence à la connectivité et à la capacité de trouver l'information rapidement dans un contexte précis.

Notre recherche se situe dans le cadre du projet CIME et concerne l'apprentissage en situation de mobilité. Il s'agit de concevoir des environnements informatiques d'apprentissage sur des dispositifs mobiles adaptables au profil de l'utilisateur et à son contexte. Les applications principales que nous considérons sont l'aide à la visite de musée et l'accès au patrimoine culturel. Il s'agit d'aider les visiteurs à donner un sens à ce qu'ils voient, et à faire leurs choix en leur suggérant des œuvres ou des thèmes correspondant à leur gout et leur profil.

Pour cela, nous proposons d'utiliser les techniques de recommandation qui sont de plus en plus utilisés dans le cadre de la visite de musées. Les recommandations doivent être guidées par les relations sémantiques des

représentations muséales (œuvres, thèmes, artistes...) et doivent aussi prendre en compte le contexte du visiteur. Nous présentons dans la section suivante un bref état de l'art sur les systèmes de recommandation, notamment un projet phare dans les systèmes d'aide à la visite de musées, il s'agit du projet CHIP qui construit un système de recommandation d'œuvres en fonction des intérêts de l'utilisateur.

État de l'art

Les systèmes de recommandation peuvent être répartis en deux grandes catégories : les méthodes basées sur le contenu et le filtrage collaboratif. Le projet CHIP [Wang et al. 2009] utilise une approche basée contenu. Le système recommande des œuvres et des thèmes qui correspondent au profil de l'utilisateur. Le profil est basé sur les notes d'intérêt données par l'utilisateur aux différentes œuvres ou à leurs caractéristiques (artiste, style,...). À partir des notes positives données, le système peut alors proposer à l'utilisateur des œuvres ou des informations en lien avec celles qu'il a aimées ou qui l'ont intéressé. L'implémentation de ce système a donné lieu à une application mobile en musée, SPACE-CHIP [Van Hage et al. 2010], qui permet de construire dynamiquement des parcours en fonction des goûts de l'utilisateur.

Le filtrage collaboratif génère quant à lui des recommandations personnalisées en se basant sur les opinions des autres utilisateurs ayant des goûts ou des intérêts proches. Le filtrage collaboratif a été utilisé pour la première fois par [Resnick et al. 1994] afin de générer des recommandations d'actualités sur la plateforme GroupLens. Cette plate-forme collectait des notes sur des articles et générait une prédiction de la note d'un utilisateur en moyennant les notes données par les utilisateurs les plus similaires à cet individu. On parle de méthode de recherche des plus proches voisins.

Dans les dernières années, un domaine de recherche particulier sur les systèmes de recommandation a émergé. Il s'agit des systèmes de recommandation pour les Environnements Informatiques pour

l'Apprentissage Humain (EIAH). Selon Drachsler (Drachsler 2012), ce type de système utilise les expériences d'une communauté d'apprenants pour aider les apprenants de cette communauté à identifier plus efficacement un contenu d'apprentissage.

En musée, les activités d'apprentissage peuvent être : contempler une œuvre, avoir la description d'une œuvre, lire la biographie d'un artiste... Notre but est d'utiliser l'avis des autres apprenants pour guider un apprenant dans le musée. Chaque utilisateur ayant effectué une tâche d'apprentissage doit donner son avis par le biais d'une note.

Approche

Notre but est de construire un système de recommandation qui suggère à l'apprenant des activités d'apprentissage, en se basant sur les activités déjà faites par les apprenants qui lui sont « similaires ». Il s'agit alors d'une méthode de type filtrage collaboratif, le but est de former un voisinage de l'apprenant en sélectionnant les apprenants qui lui sont le plus proches. Ce voisinage servira à définir les prochaines actions que pourra éventuellement effectuer l'apprenant.

Il existe différents moyens pour calculer la similarité entre deux apprenants. La manière la plus simple consiste à simplement compter la proportion d'activités communes dans leurs historiques de notes. La méthode PCC (Pearson's Correlation Coefficient) [Herlocker et al, 1999] a particulièrement retenu l'attention dans la littérature, nous utiliserons alors ce coefficient pour déterminer la similarité entre deux apprenants.

Etant donné \bar{r}_a et \bar{r}_b la moyenne des notes données par l'apprenant a et l'apprenant b respectivement, et r_{ai} , r_{bi} les notes données par les apprenants a et b à l'activité i , la mesure de similarité entre les apprenants a et b est calculée de la manière suivante :

$$Coor(a, b) = \frac{\sum_i (r_{ai} - \bar{r}_a)(r_{bi} - \bar{r}_b)}{\sqrt{\sum_i (r_{ai} - \bar{r}_a)^2 \sum_i (r_{bi} - \bar{r}_b)^2}}$$

La phase finale du système est de faire sortir les Top-N recommandations à partir de la matrice des similarités W entre apprenants. On peut ainsi sélectionner l'ensemble des N apprenants les plus similaires à l'apprenant considéré et lui recommander des activités d'apprentissage que ses N « voisins » les plus proches ont réalisées.

Les recommandations sont suggérées à l'apprenant après avoir fini une tâche d'apprentissage et l'avoir notée, le système doit alors trouver la prochaine activité la plus appropriée que l'apprenant doit faire. A la fin de chaque activité l'apprenant doit donner son avis (une note entre 1 et 5) afin d'enrichir son profil

utilisateur et raffiner ses recommandations.

Néanmoins, l'inconvénient majeur de cette méthode est le problème du « démarrage à froid », car au début de la visite du musée le système ne peut pas interagir avec le visiteur parce qu'il ne connaît pas encore ses goûts et ses intérêts. On peut alors soit proposer à l'apprenant d'être guidé au début par un enseignant ou un guide conférencier ou bien lui proposer de répondre à un questionnaire pour connaître approximativement ses intérêts en art.

Conclusion

Dans ce court article, nous avons présenté nos perspectives de recherche dans le cadre du projet CIME. Nous avons insisté sur l'importance de prendre en compte l'avis des autres visiteurs dans le contexte de l'utilisateur. Nous avons alors décidé d'utiliser les systèmes de recommandation pour palier ce problème. La méthode proposée repose sur l'algorithme des K plus proches voisins, il s'agit de trouver les apprenants qui ont le même goût que l'apprenant que l'on veut guider et lui recommander les tâches d'apprentissage qui correspondent à ses intérêts.

Remerciements

Le projet CIME est financé par la région Picardie.

References

- Jonathan L. Herlocker, Joseph A. Konstan, Al Borchers, John Riedl: An Algorithmic Framework for Performing Collaborative Filtering. SIGIR 1999: 230-237
- Van Hage W., Stash N., Wang Y., Aroyo L., (2010). Finding Your Way through the Rijks-museum with an Adaptive Mobile Museum Guide, p. 46–59.
- Resnick, P., Iacovou, N., Suchak, M., Bergstrom, P. and Riedl, J. (1994). GroupLens: An Open Architecture for Collaborative Filtering of Netnews. In CSCW '94: Conference on Computer Supported Cooperative Work (Chapel Hill, 1994), ACM, pp. 175-186.
- Wang Y., Stash N., Aroyo L., Hollink L., Schreiber G. (2009). Using semantic relations for content-based recommender systems in cultural heritage, *Proceedings of the Workshop on Ontology Patterns (WOP) at ISWC*, p. 16–28.
- Drachsler, H. 2012. Recommender systems for learning. <http://fr.slideshare.net/Drachsler/recsystel-lecture-at-advanced-siks-course-nl>. Visited 28/02/2014.

Abstraction et tissage de modèles pour la spécification de langage de scénarisation pédagogique

Esteban Loiseau

2^{ème} année de doctorat

Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine, Avenue Olivier Messiaen, 72000 Le Mans, France

esteban.loiseau@univ-lemans.fr

Résumé

Actuellement la plupart des outils de scénarisation pédagogique sont basés sur le standard *IMS-LD*. Son incompatibilité avec les plateformes de formation en ligne actuelles a motivé ce travail de recherche. Nous proposons un langage de scénarisation pédagogique graphique (et son éditeur) spécifique à un *LMS* qui garantisse l'opérationnalisation des scénarios produits et propose plusieurs niveaux d'abstractions pédagogiques. Exploitant le *Domain Specific Modeling* comme cadre théorique et technique nous proposons d'outiller la définition et la réalisation des liens entre ces différents niveaux à l'aide du *tissage de modèles*.

Introduction

Les *Learning Management Systems (LMS)* sont aujourd'hui déployés dans de nombreuses universités et établissements scolaires. Ils proposent, entre autres, des fonctionnalités permettant la mise en place d'activités collaboratives ou de communication entre les apprenants que ce soit à distance, en présentiel ou en apprentissage mixte. Les enseignants utilisateurs de tels systèmes vont souvent sous-exploiter ces fonctionnalités pour plusieurs raisons : complexité de mise en œuvre (interfaces utilisateurs peu accessibles, paramétrages trop complexes) ou encore manque d'exemples d'usages pédagogiques pertinents.

Pour ce qui est de la scénarisation pédagogique, de nombreux travaux, en majorité basés sur le standard *IMS-LD*, proposent des éditeurs parfois graphiques qui n'offrent pas de compatibilité, ou alors partiellement, avec les *LMS* existants. Dans ce contexte, notre travail vise à proposer un langage de scénarisation pédagogique graphique spécifique à une plateforme de formation (*LMS*) qui satisfasse à la fois les besoins d'expressivité pédagogique des enseignants et les contraintes liées à l'opérationnalisation des scénarios.

Proposition

Notre proposition s'appuie sur un travail précédent (Abedmouleh et al. 2012) qui a permis d'identifier et de formaliser (*métamodélisation*) le paradigme de conception pédagogique du *LMS* Moodle. Ce travail a également permis la mise au point d'un module logiciel pour Moodle qui permet l'importation de scénario au format XML.

Le langage que nous proposons vise à supporter l'étape de *spécification* du processus de conception pédagogique (l'enseignant a déjà une idée globale des objectifs pédagogiques de son scénario, du contexte institutionnel etc.). Par contre, nous ne visons pas à supporter la phase d'*implémentation* : l'enseignant utilisera l'interface « classique » de la plate-forme afin de spécifier par exemple quels étudiants participent aux activités, à quelle date/heure etc. Les scénarios modélisés n'intégreront pas concrètement les ressources, l'enseignant-concepteur devra seulement « déclarer » l'utilisation de celles-ci.

Des entretiens réalisés auprès d'ingénieurs pédagogiques et d'enseignants nous ont permis d'identifier des pratiques de scénarisation pédagogique et des besoins concernant l'instrumentation de cette activité. Ces informations nous ont amené à proposer un langage de scénarisation à plusieurs niveaux d'abstraction au dessus des fonctionnalités du *LMS* visé.

Les activités pédagogiques

Le premier niveau d'abstraction que nous proposons est l'activité pédagogique en tant qu'usage d'une fonctionnalité ou ressource de la plate-forme. On peut construire, à partir d'un outil tel que le forum différentes activités pédagogiques en fonction de son paramétrage et de l'usage pédagogique souhaité : fournir des informations aux étudiants, construire un travail de groupe, proposer une activité de relecture par les pairs etc.

Patrons pédagogiques et éléments de structure

Le second niveau d'abstraction que nous proposons intègre deux types d'éléments. Nous proposons d'adapter des patrons pédagogiques issus de la littérature (Bergin et al. 2012) afin de fournir aux enseignants des briques de plus haut niveau leurs permettant de mettre en place des stratégies pédagogiques telle que des situations-problèmes, des jeux de rôles, etc. Les enseignants que nous avons pu rencontré n'ont pas l'habitude de mettre en place ce genre de stratégies ; les intégrer à notre langage leur permettrait de les découvrir et les encouragerait à innover dans leurs pratiques pédagogiques. Un autre moyen d'assister l'enseignant dans la phase de scénarisation pédagogique est de lui proposer des moyens plus évolués de combiner et de séquencer ces activités pédagogiques. Pour cela, nous proposons d'intégrer au langage des briques structurelles telles que la *sélection*, la *séquence*, l'*activité conditionnelle* etc.

Deux autres niveaux viennent compléter notre langage : le niveau 1 est celui de la plate-forme, l'enseignant-concepteur peut directement instancier les éléments issus du métier de celle-ci ; le 4ème niveau permet de préciser le contexte global du déroulement de la session d'apprentissage : présentiel, à distance ou mixte.

Relation entre les niveaux

Chaque élément du langage peut être imbriqué d'éléments des niveaux inférieurs (pas seulement du niveau directement inférieur). Descendre d'un niveau d'abstraction permet à l'enseignant de préciser sa conception du scénario et *in fine* de le spécifier comme un cours sur la plateforme visée. Néanmoins, nous ne souhaitons pas imposer à l'enseignant de passer par tous les niveaux pour obtenir un scénario opérationnalisable. Pour y pallier, nous proposons une « traduction » (ou *mapping*) par défaut de chaque élément du langage en son équivalent en éléments de niveaux inférieurs.

Dans l'éditeur, l'utilisateur peut composer son scénario dans un diagramme. Après avoir instancié un élément, il peut double-cliquer dessus, ce qui ouvre un sous-diagramme contenant la traduction « par défaut » de celui-ci. Ce sous-diagramme peut être modifié afin de personnaliser la traduction d'un élément en particulier. Nous souhaitons également que la « traduction par défaut » des éléments du langage ne soit pas fixée par les concepteurs de l'éditeur mais puisse être définie conjointement avec les enseignants. Pour cela il est nécessaire d'outiller le *mapping* autant pour sa définition (**éditeur de mapping**) que pour son application dans l'éditeur (**transformation du scénario**). Les travaux menés jusqu'ici se plaçant dans le cadre du *Domain Specific Modeling*, nous souhaitons naturellement explorer la pertinence de l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (*IDM*) pour l'outillage de ce *mapping*.

Dans le cadre du *DSM*, le scénario pédagogique est un modèle. L'événement du double-clic initié par l'utilisateur pour passer à un niveau inférieur sera capté par l'éditeur et déclenchera une transformation de modèle. Cette transformation devra prendre en compte le type de l'élément ciblé ainsi que la valeur de ses attributs pour ajouter au modèle les éléments de niveaux inférieurs qui conviennent. De telles transformations peuvent être développées manuellement pour chaque type d'élément à traduire : nous avons expérimenté une approche similaire lors d'une première étude (Loiseau et Laforcade 2013) qui concluait sur le coût de développement trop important de transformations *ad hoc*. Nous proposons d'utiliser le *tissage de modèles* à la fois pour définir les règles de *mapping* des éléments du langage et générer les transformations de modèle qui correspondent.

Le tissage de modèle est une technique issue de l'IDM qui consiste à définir un **modèle de tissage** qui permet d'explicitier les liens entre des éléments de plusieurs modèles. Ce modèle doit être conforme à un **méta-modèle de tissage** qui définit les différents types de liens instanciables dans le modèle de tissage ainsi que la structure de ceux-ci. Nous avons adapté cette technique à nos besoins en proposant un méta-modèle de tissage qui puisse prendre en compte tous les cas de *mapping* que nous avons pu identifier.

Conclusions et perspectives

L'utilisation de plusieurs niveaux d'abstractions dans un langage de scénarisation pédagogique graphique apparaît comme un moyen pertinent d'augmenter l'expressivité de tels langages. Néanmoins, elle nécessite un travail important sur sa mise en œuvre : exploiter les possibilités de la méta-modélisation et utiliser le tissage de modèle sont des pistes prometteuses mais demandent à être vérifiées et validées aux travers d'expérimentations sur des prototypes d'éditeur.

Références

- Abedmouleh, A., Oubahssi, L., Laforcade, P., Choquet, C. 2012. Expressing the implicit instructional design language embedded in an LMS : motivations and process. In Proceedings of CATE 2012. Naples, Italy.
- Bergin, J., Eckstein, J., Manns, M. L., Sharp, H., Chandler, J., Marquardt, K., Wallingford, E., Sipos, M., Völte, M. 2012. Pedagogical Patterns : Advice for Educators. Software Tools.
- Loiseau, E., Laforcade, P. 2013. Spécification de langages de scénarisation graphiques centrés sur les plateformes de formation à distance - Etude et expérimentation d'approches DSM pour Moodle. In Actes de EIAH 2013. Toulouse, France.

Vers une évaluation semi-automatique de diagrammes UML par transformation de graphe

Anas Outair

2^{ème} année de doctorat

Laboratoire LTI, ENSA de Tanger, Université Abdelmalek Essaadi, Maroc

anas.outair@gmail.com

Résumé

La modélisation orientée objet occupe une place importante dans l'activité informatique, notamment dans le cadre des projets de développement logiciels. C'est pour cette raison que le langage de modélisation UML (Unified Modeling Language) est présent dans la majorité des cursus d'enseignements universitaires en Informatique. Comme le nombre d'étudiants universitaires inscrits dans ce type de cours est toujours croissant, l'évaluation des diagrammes produits par les étudiants est souvent vécue par les enseignants comme une tâche difficile et fastidieuse. Nous allons donc proposer une méthode de transformation de ces diagrammes en graphes afin de mieux les représenter pour ensuite venir en aide à l'enseignant pendant le processus d'évaluation de ces mêmes diagrammes.

Introduction

L'UML est l'un des cours les plus importants dans l'enseignement supérieur. Il a pour objectif de présenter aux étudiants comment sont construits les diagrammes UML à partir des études de cas (*Audibert, 2009*). Dans nos travaux de recherche, nous nous intéressons à l'évaluation des diagrammes UML produits par les étudiants.

Dans cet article, nous allons commencer par présenter l'évaluation de façon générale. Ensuite, nous présenterons notre contexte de travail et notamment les diagrammes de classes. Nous expliciterons après une méthode de transformation d'un diagramme de classes en un graphe qui sera plus facile à manipuler et à évaluer que le diagramme d'origine, et nous finirons par la conclusion et les perspectives à venir.

L'évaluation des apprentissages

L'évaluation des apprentissages occupe une place très importante dans l'enseignement. Les connaissances acquises par les étudiants peuvent être testées par l'enseignant sous forme d'une « évaluation formative », si son objectif est de guider et de réguler l'étudiant au cours de son processus d'apprentissage ou sous forme d'une « évaluation sommative », si l'objectif est de valider par exemple une Unité de

Valeur, un cours, une année ou un diplôme (*Hadji 1999, 2000*).

Lorsqu'un enseignant veut évaluer un apprenant, il commence par déterminer l'objectif pédagogique visé. En suite, en fonction du niveau cognitif de cet objectif, il va choisir un ou plusieurs types d'exercices. Plus le niveau cognitif à évaluer est « haut », plus il faut laisser de liberté à l'apprenant. Notre objectif principal est de concevoir des outils aidant l'enseignant à réaliser une évaluation, qui soit la plus objective possible, du « savoir-faire » des étudiants. Nous allons donc nous intéresser à des outils adaptés à ce choix.

Contexte et problématique

Nous avons choisi comme domaine d'application les diagrammes UML où la mise en place des études de cas est nécessaire pour une bonne compréhension des notions de bases. Le travail de l'enseignant consiste à évaluer ensuite les résultats obtenus. C'est une tâche fastidieuse car il est difficile de comprendre et corriger un diagramme réalisé par un étudiant, d'autant plus, s'il existe plusieurs solutions possibles.

Dans un premier temps, nous allons nous intéresser uniquement aux diagrammes de classes. C'est un diagramme « entités-associations » décrivant les différentes classes, leur structure et les associations statiques qui les unissent (*Audibert, 2009*).

Notre première tâche est de représenter le diagramme de classes en un format plus facile à manipuler. En effet, ces diagrammes contiennent plusieurs liaisons entre classes et chaque classe dispose de plusieurs attributs ou opérations. Les liaisons pouvant être de différents types (association d'héritage, association simple) et être étiquetées différemment (rôle, multiplicité, navigabilité). Pour cette raison, nous allons introduire dans la section suivante, une méthode qui transforme le diagramme de classes en graphe UML. En outre, les fonctionnalités avancées des diagrammes de classes (comme les interfaces, les contraintes, etc.) seront ignorées pour le moment.

Transformation de diagramme de classes en graphe

Dans cette section, nous allons présenter la transformation des diagrammes de classes en graphe. Pour cela, nous allons procéder en plusieurs étapes.

La figure 1 montre le méta modèle d'un diagramme de classes. Une classe est composée de plusieurs attributs et opérations. Elle est également associée à plusieurs extrémités d'une association. Chaque association est composée au moins de deux extrémités d'une association (*Heckel et al 2002*).

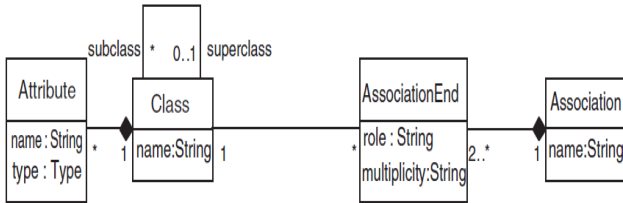


Figure 1 : Méta modèle de diagramme de classes

La représentation ci-dessus est incomplète car plusieurs éléments ne sont pas définis dans ce méta modèle, comme la visibilité des attributs et des opérations, le type d'association (simple, agrégation ou composition) et la classe d'association. Nous pouvons améliorer ce méta modèle en ajoutant la visibilité des attributs, le type d'association et la navigabilité à l'élément extrémité de l'association, en ajoutant aussi un élément classe association, cet élément se compose d'un élément attribut et d'un élément opération. La figure 2 montre le nouveau méta modèle qui contient tous les éléments du diagramme de classes dont nous avons besoin.

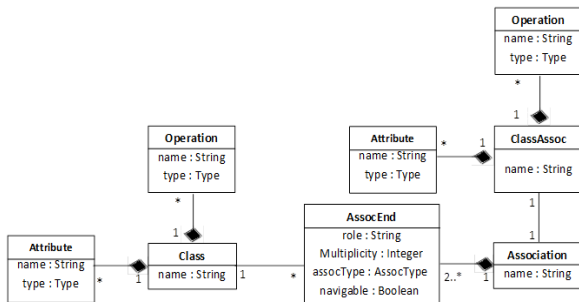


Figure 2 : Amélioration du Méta modèle de diagramme de classes

Nous allons maintenant appliquer la méthode de transformation du diagramme UML en graphe (*Hölscher et al 2006*). La figure 2 montre le diagramme de classe sous forme d'une liaison entre deux classes, et la figure 4 montre le graphe obtenu après transformation.

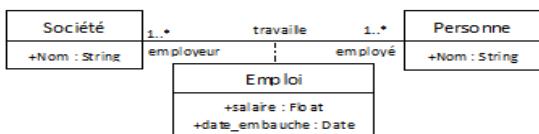


Figure 3 : Diagramme de classe

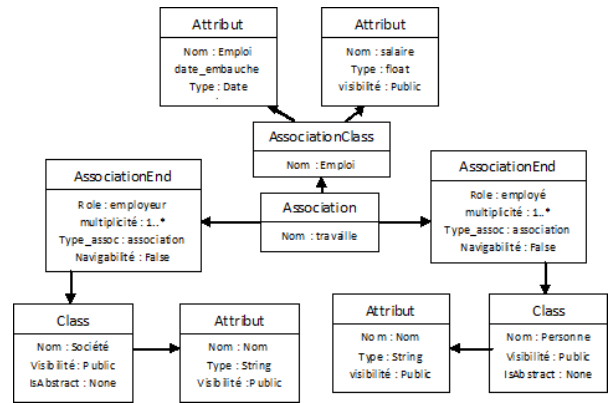


Figure 4 : Transformation de diagramme de classes en graphe UML

Conclusion et perspectives

La démarche expliquée tout au long de ce travail nous a permis d'obtenir un nouveau formalisme pour transformer un diagramme de classes en graphe UML. Le prochain objectif est de mener une réflexion sur la comparaison de deux graphes UML obtenus par la méthode suscitée. La comparaison est semblable à un processus d'appariement de modèles. Cela consiste à identifier les relations entre les différents éléments du graphe, c'est-à-dire, un ensemble de mappages entre deux ou plusieurs éléments.

Plusieurs techniques de comparaison de graphes existent, nous voulons nous inspirer de ces techniques pour définir une méthode automatique ou semi-automatique de correspondance, qui prend en entrée des graphes UML et retourne en sortie un mappage de leurs modèles appariés ou une liste des différences. De cette manière, nous pourrions ensuite utiliser ces mécanismes pour comparer les diagrammes des étudiants à ceux proposés par l'enseignant.

Références

Hadji .C. *L'évaluation, règles du jeu : Des intentions à l'action*. ESF, 6 éditions, 2000.

L. Audibert, *UML 2 - de l'apprentissage à la pratique*. Ellipses, 2009 (UVSQ : 005.12 AUD).

Hölscher. K, Ziemann. P, Gogolla. M. *On translating UML models into graph transformation systems*. *Journal of Visual Languages and Computing*, 17 (2006) 78–105.

Heckel. R, Kuster. J, Taentzer. G. *Confluence of typed attributed graph transformation systems*. in *First International Conference, ICGT 2002, Barcelona, Spain, October 7–12, 2002. Proceedings, Lecture Notes in Computer Science, vol. 2505, Springer, Berlin, 2002, pp. 161–176*.

Serious Game : les traces d'usages et l'usage des traces

Aurélien Libessart

CIREL, Lille

Résumé

Introduction

L'émergence du Web 2.0 et l'influence des TIC ont redirigé progressivement le e-learning vers une forme plus interactive, plus motivante et plus personnalisée. (Prensky, 2001). Une part des dispositifs e-learning a évolué peu à peu pour intégrer des mécaniques issues des simulateurs et des jeux.

Aujourd'hui, de nombreux travaux de recherche tentent d'analyser les effets de ces technologies sur l'apprentissage (Bellotti et al., 2013 ; Corti, 2006 ; Gee, 2003). Selon Gee, au travers de règles d'évaluation implémentées au sein des Serious Games, il devrait être possible de juger de la pertinence de ces interactions en termes d'apprentissage.

Le Serious Game peut-il être considéré comme un dispositif de formation viable ? Les traces générées par le Serious Game peuvent-elles être reconnues dans le contexte de l'éducation ? Pourraient-elles contribuer à la mesure et l'évaluation des apprentissages associés aux Serious Games ?

Les traces d'usage

L'étude des traces n'est pas nouvelle. Certains domaines, comme l'archéologie ou la police scientifique, en ont déjà fait leur fer de lance afin de pouvoir reconstituer le réel à partir de déductions scientifiques émergeant de ces traces. Le Serious Game offre en plus la possibilité d'orienter la production de traces en choisissant méthodiquement la nature des indicateurs en adéquation avec les objectifs pédagogiques.

La trace, c'est d'abord la manifestation de faits (Larose et Jaillet, 2009). Ainsi, grâce aux traces générées à partir de systèmes de mesure, il est potentiellement possible d'identifier les actions du joueur/apprenant. Il semble cependant beaucoup moins aisé de remonter jusque l'activité d'apprentissage.

Grâce aux méthodes de collecte de trace actuelle, il est facilement possible de suivre quelles actions ont été effectuées dans le jeu, qui les a faites, comment ont-elles été utilisées, dans quel contexte, quand et où ? En analysant ces quatre premiers W - *Who ? What ? Where ?* et *When ?* - nous cherchons ainsi à définir le dernier W - *Why ?* - Pourquoi est-ce que le joueur/apprenant a choisi telle ou telle action plutôt qu'une autre ?

L'usage des traces

Pour que les Serious Games soient considérés comme des dispositifs de formation fiables, ils devraient, selon nous, être capable de fournir des moyens de mesures, d'évaluation et de suivi des apprentissages reconnus dans le contexte de l'éducation au domaine auquel ils souhaitent appartenir.

A ce titre, certains auteurs (Bellotti *et al.*, 2013) encouragent vivement les études visant une comparaison avec d'autres dispositifs de formations afin d'apprécier de manière plus pertinente l'efficacité des Serious Games. Un point d'honneur est également mis sur la nécessité de définir des objectifs pédagogiques clairs et mesurables, ainsi que les techniques utilisées pour collecter les traces et réunir les informations qui vont servir à la vérification de l'atteinte de ces objectifs.

Enfin, nous nous interrogeons également sur le transfert des apprentissages associés aux Serious Games. Les mises en situations virtuelles proposées par les objets de type Serious Games permettent-elles au joueur/apprenant de faire le lien avec les situations réelles ? Comment aider le joueur/apprenant à remobiliser concrètement ce qu'il a appris dans des situations nouvelles ? Comment amener le joueur/apprenant à faire des liens avec des situations authentiques ?

Nos futurs travaux de recherche

Au travers de nos futurs travaux de recherche, nous espérons pouvoir contribuer à l'optimisation des méthodes de mesure et d'évaluation, non seulement, de

l'apprentissage, mais aussi, pour l'apprentissage associé aux Serious Game. Dans notre thèse, nous projetons d'utiliser la collecte et l'analyse des traces non pas uniquement pour venir nourrir le système dans une vision technocentrée, pour le faire fonctionner au travers de rétroactions adaptées, mais également pour venir nourrir la réflexion du joueur/apprenant sur sa propre activité. Dans une vision anthropocentrée cette fois ci, nous souhaitons utiliser les traces des interactions du joueur/apprenant avec son environnement virtuel comme support pour opérer une distanciation et faciliter le transfert des acquis. En questionnant les quatre premiers W avec le joueur/apprenant : Who ? What ? When ? Where ? au travers d'entretien d'autoconfrontation simple et croisée (Clot et al., 2001), nous espérons pouvoir répondre au dernier W : Why ? et ainsi avoir accès à un premier aperçu de son raisonnement.

Références

(Bellotti et al.), BELLOTTI F., KAPRALOS B., LEE K., MORENO-GER P., BERTA R. (2013). *Assessment in*

and of Serious Games: An Overview, Advances in Human-Computer Interaction, vol. 2013, Article ID 136864.

(Clot et al., 2001), CLOT Y., FAÏTA D., FERNANDEZ G., SCHELLER L. (2001). *Entretiens en autoconfrontation croisée : une méthode en clinique de l'activité. Education Permanente, 146 (1), 17-25.*

(Gee, 2003), GEE J. P. (2003). *What video games have to teach US about learning and literacy. Palgrave Macmillan.*

(Larose et Jaillet, 2009), LAROSE F., JAILLET A. (2009). *Le numérique dans l'enseignement et la formation. Analyses, traces et usages. Paris, France : L'Harmattan.*

(Prensky, 2001), PRENSKY M. (2001). *Digital Game-Based Learning. McGraw-Hill, New York.*

Evaluation des comptes rendus de TP basée sur les annotations : une étude sur l'utilisation de MémoNote dans LabBook

Hakim Mokeddem

3^{ème} année de doctorat

Ecole Supérieure d'Informatique ESI, Alger

h_mokeddem@esi.dz

Résumé

Cet article décrit l'étude menée auprès des enseignants dans le but de capturer leurs besoins en fonctionnalités d'annotation afin d'intégrer l'outil d'annotation MémoNote dans le système d'apprentissage LabBook. Cette intégration permettra aux enseignants de donner des retours qualitatifs aux étudiants sous forme d'annotations. L'étude qualitative qui s'est déroulée en trois phases a montré l'intérêt d'utiliser les annotations ayant des commentaires textuels et une sémantique formelle pour faire des retours aux étudiants. La sémantique formelle permettra par la suite de faire la synthèse des retours automatiquement. L'étude des besoins a aussi montré l'utilité d'intégrer des nouvelles fonctionnalités qui facilitent la répétition des annotations produites.

Introduction

Faire des retours aux apprenants sur leurs travaux est une activité d'évaluation habituelle des enseignants. Elle consiste souvent à écrire des commentaires textuels qui expliquent les lacunes d'apprentissage dans le but d'aider les étudiants à améliorer leurs compétences.

Dans ce contexte, deux systèmes ont été développés MémoNote (Azouaou & Desmoulins 2006), et LabBook (d' Ham et al. 2011). L'outil d'annotation MémoNote permet aux enseignants de créer des annotations sémantiques sur leurs documents pédagogiques. Ces annotations, qui mémorisent les opinions de leurs auteurs sur une partie d'un document, sont représentées avec une sémantique formelle basée sur les technologies du web sémantique (Berners-Lee et al. 2001) et accessible aux programmes informatiques.

LabBook est un système d'apprentissage en ligne utilisé par les apprenants et les enseignants en sciences expérimentales. Il permet aux enseignants de créer des missions de travaux pratiques de manière structurée et de les envoyer aux apprenants qui envoient ensuite le compte-rendu du TP aux enseignants pour évaluation sous la forme d'une note quantitative donnée en dehors de LabBook. Par conséquent, les enseignants ne peuvent pas communiquer un retour qualitatif aux étudiants dans LabBook.

L'intégration de MémoNote dans LabBook permet

aux enseignants de faire des retours aux apprenants sous forme d'annotations directement sur les comptes rendus. Cette intégration permettra par la suite de fournir des fonctionnalités basées sur des raisonnements automatiques à partir des annotations d'un TP. L'intégration des deux systèmes requiert au préalable de connaître les besoins des enseignants en termes de retours sous forme d'annotation et de fonctionnalités basées sur ces annotations.

Pour atteindre cet objectif, une étude qualitative a été menée auprès des enseignants qui utilisent LabBook afin d'explorer leurs besoins dans l'évaluation à base d'annotations des comptes rendus LabBook. Le but de cet article est de décrire les étapes de l'étude ainsi que les résultats obtenus. Il est structuré en deux parties. La première détaille les objectifs de l'étude. La deuxième présente les trois phases de l'étude et leurs résultats.

Les objectifs de l'étude

L'étude a trois principaux objectifs :

1. Evaluer auprès des enseignants si MémoNote est utile pour faire des retours aux étudiants
2. Tirer les fonctionnalités d'annotations utiles parmi celles proposées aux enseignants.
3. Capturer d'autres fonctionnalités pour LabBook basées sur les annotations qui ne sont pas proposées actuellement par MémoNote.

La partie suivante décrit le déroulement de l'étude qualitative menée auprès des enseignants, ainsi que les résultats obtenus.

Étude qualitative

La méthodologie de recherche générale s'appuie sur la méthode "Design Based Research" (Wang & Hannafin 2006). L'étude s'est déroulée en trois phases avec quatre enseignants qui utilisent LabBook (deux en chimie, un en biologie et un en physique). Dans la première phase, les enseignants ont proposé d'enlever certaines fonctionnalités, de modifier d'autres et de rajouter des nouvelles fonctionnalités.

C'est pour cette raison qu'une deuxième phase a été menée afin de prendre en considération les retours des enseignants de la première phase. La deuxième phase a été basée sur la présentation des fonctionnalités modifiées et les nouvelles qu'ils ont proposées. A la fin

de la deuxième phase, les principaux besoins des enseignants en fonctionnalités d'annotation dans LabBook ont été identifiés.

Les deux premières phases ont été guidées par des scénarios présentés sous forme de maquettes, par conséquent, les enseignants n'ont pas vu d'implantation réelle de MémoNote dans LabBook. C'est pourquoi, une troisième phase basée sur un premier prototype a été conduite avec un enseignant expert en chimie afin d'avoir des retours rapides sur l'utilisation réelle du système.

Résultats de la première phase de l'étude

Deux points centraux se dégagent de cette première phase. Le premier point est l'utilité d'utiliser MémoNote dans LabBook pour donner des retours qualitatifs aux étudiants. En effet, MémoNote permet aux enseignants de donner une sémantique formelle à leurs annotations (type de retour qui peut être utilisée par MémoNote pour produire des synthèses automatiques).

Le deuxième point est la demande de fonctionnalités améliorant le côté répétitif des retours aux étudiants. L'utilisation des patrons proposée correspond à cette demande ainsi qu'une fonctionnalité supplémentaire de reproduction des annotations récentes.

Résultats de la deuxième phase de l'étude

Deux résultats sont déduits de la deuxième phase. Le premier point concerne le traitement automatique de la répétitivité des annotations. Ainsi, la répétition automatique par patrons est utile mais présente quelques inconvénients. En effet, les enseignants ne veulent pas utiliser les patrons sans avoir le contrôle total sur ces derniers pour pouvoir les modifier, les désactiver ou les supprimer.

Le deuxième point est la confirmation des résultats de la première phase sur l'utilité de la synthèse automatique des retours et par conséquent de l'utilité de la sémantique des annotations.

Résultats de la troisième phase de l'étude

Deux principaux résultats sont retenus de cette phase. Le premier montre l'importance que donne l'enseignant aux commentaires textuels, car ils lui permettent d'exprimer précisément les retours aux apprenants. Le deuxième met l'accent sur la répétitivité par l'utilisation du cache des commentaires par l'affichage des commentaires récents sur le même type de retour classés par fréquences d'utilisation.

Conclusion

L'étude qualitative menée a permis d'extraire et d'analyser les besoins des enseignants utilisant l'outil d'annotation sémantique MémoNote pour faire des retours aux étudiants sur LabBook. On peut retenir deux principaux résultats de cette étude.

Le premier résultat est l'intérêt que portent les enseignants sur la création des annotations ayant un commentaire textuel et une sémantique débrayable. En

effet, le commentaire est toujours renseigné par l'enseignant, il lui permet d'exprimer de façon libre et plus détaillée le retour à l'étudiant. Le retour peut avoir un commentaire avec une sémantique formelle qui le résume ou uniquement un commentaire. Cela nécessite de rendre débrayable la sémantique de l'annotation, même si cela ne permet pas l'exploitation ultérieure des annotations non sémantiques. En effet, la sémantique formelle permet de représenter le feedback dans une hiérarchie qui décrit les différents types de retours que l'enseignant peut faire. L'intérêt de mettre cette sémantique formelle est d'offrir des synthèses automatiques en fonction de ces types de retours.

Le deuxième résultat est la gestion automatique de la répétition des annotations qui peut se faire de deux manières différentes. La première est la création automatique des patrons par apprentissage à partir des habitudes annotatives des enseignants, tout en donnant à l'utilisateur le contrôle sur la gestion de ces patrons. La deuxième manière pour répéter les annotations est l'utilisation du cache de commentaires en proposant à l'enseignant de recopier un commentaire à partir d'une liste des commentaires déjà faits. L'attente est de fournir les commentaires produits dans autres comptes rendus du même TP au le même emplacement annoté.

Ces deux résultats serviront de base pour les études informatiques à mener par la suite pour fournir des fonctionnalités basées sur des raisonnements automatiques à partir des annotations d'un TP. Il s'agira en premier lieu d'intégrer les deux systèmes logiciels, puis d'étudier et de développer les calculs nécessaires pour implanter les fonctionnalités d'annotation définies.

Références

- Azouaou, F., Desmoulins, C. 2006. *MémoNote, A context-aware annotation tool for teachers*. 7th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, 2006. ITHET'06. pp. 621–628. , Sydney, Australia.
- Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O. 2001. *The semantic web*. *Scientific american*. 284, 28–37
- d' Ham, C., Girault, I., Bodin, M. 2011. *Des outils de support à l'investigation scientifique : intégration dans les plates-formes SCY-Lab et LabBook*. Presented at the EIAH 2011 : Environnements Informatiques d'Apprentissage Humain , Mons, Belgique.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. 2005. *Design-based research and technology-enhanced learning environments*. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23.

Plat'In : Plateforme interactive pour l'enseignement/apprentissage à distance de la Langue des Signes Française

Lucie Metz

1^{ère} année de doctorat

Laboratoire LiDiLEM, Université Stendhal-Grenoble 3 - BP 25 - 38040 Grenoble cedex 9, France

lucie.metz@e.u-grenoble3.fr

Résumé

L'élaboration de Plat'In fait suite à plusieurs constats : il n'existe pas/peu de plateformes en ligne spécifiquement dédiées à l'enseignement/apprentissage de la Langue des Signes Française (désormais LSF) ; il existe de nombreux déserts d'apprentissage de la LSF en France ; il n'existe pas à ce jour de méthode pédagogique dédiée à l'enseignement de la LSF, que pourrait suivre les enseignants. Notre recherche vise prioritairement la création d'une plateforme à destination d'un public d'apprenants adultes de niveau intermédiaire maîtrisant ou non le français sous sa forme écrite. Il s'agit plus précisément d'élaborer une plateforme en ligne qui d'une part puisse rendre compte de la spécificité des langues des signes partant du caractère multimodal de la situation d'enseignement apprentissage, et qui, d'autre part, permette de rapprocher les utilisateurs.

La LSF est considérée comme étant une langue à part entière et de fait, une langue à enseigner/apprendre (loi 2005-102 du 11 Février 2005, article L. 312-9-1). La mise en place du CAPES de LSF en 2010 est une des mesures pour répondre à cette reconnaissance récente. Notre contribution sera consacrée aux prémisses méthodologiques effectuées en vue de la création de Plat'In, une plateforme web destinée à l'enseignement/ apprentissage de la LSF pour tous.

L'Enseignement/Apprentissage à Distance des Langues Signées : état de l'art

L'enseignement/apprentissage à distance de/en Langue des Signes (LS) est un domaine en pleine évolution à l'échelle internationale. C'est notamment le cas pour la LS Grecque (GSL) avec le projet SYNENNOESE (Efthimiou et al ; 2004) et la LS Arabe (ArSL) pour laquelle Abo El Soud et al (2010) proposent un système e-learning se fondant sur un dictionnaire Arabe-ArSL. D'autres projets ont vu le jour dans le but de faciliter l'accès à l'écrit à travers des dispositifs d'apprentissage bilingues (interface en LS et Langue Vocale (LV) écrite). Le projet de Debev et al (2007) cherche ainsi à améliorer les compétences informatiques des publics sourds ou malentendants à travers un dispositif développé sur Moodle

d'apprentissage bilingue en LS et LV écrite. L'outil bilingue en LS Jordanienne et Arabe (Khwaldeh et al ; 2007) conçu pour un public de jeunes adultes sourds jordaniens cherche, quant à lui, à améliorer ou entretenir des compétences en LV écrite (production et compréhension) et en mathématiques. Toutefois, la plupart de ces outils présentent davantage une volonté de créer des traducteurs/dictionnaires LS-LV qu'une visée didactique à proprement parler. D'autres types d'outils ont également vu le jour, ces outils commercialisés tels que Lingueo permettent l'apprentissage ou la pratique de la langue souhaitée (au choix anglais, allemand, italien, LSF, etc.). Ces derniers sont davantage des plateformes mettant en lien des locuteurs natifs avec des publics d'apprenants. Une plateforme commercialisée, intitulée Signworld, se démarque toutefois elle a été créée par deux enseignantes sourdes de la LS Britannique (BSL) et propose un apprentissage adapté aux LS et plus particulièrement à la BSL. Dans la plupart des cas, les contenus ne sont pas organisés autour d'une progression pédagogique précise. Concernant les plateformes d'enseignement de/en LSF actuellement en activité, seule la plateforme E-LSF (Dalle ; 2010) s'inscrivant dans une démarche de mutualisation des ressources pédagogiques, existe à notre connaissance.

L'état de l'art des outils existants tend plus largement à montrer que, d'une part, ils ne sont pas conçus pour des publics ne maîtrisant pas ou peu une LV sous sa forme écrite et que, d'autre part, ils ne sont généralement pas adaptés aux spécificités des LS. La plupart des plateformes que nous venons de présenter intègrent des outils de Traitements Automatiques pour la LS (TALS) et d'autres outils favorisant les interactions entre utilisateurs (forums écrits, etc.). Nous montrerons donc en quoi Plat'In est innovante par rapport à l'existant tant dans les outils qu'elle intègre que dans la catégorisation des publics visés.

Plat'In : une Plateforme Interactive et Multimodale

Notre objectif est de pouvoir s'adresser à l'ensemble des publics souhaitant apprendre ou enseigner la LSF. Pour ce faire, il est essentiel de voir comment l'usage de Plat'In permet de répondre aux besoins spécifiques

des utilisateurs potentiels tout en rendant compte de la multimodalité de la situation d'enseignement/apprentissage incluant ainsi les spécificités des LS.

Typologie des Utilisateurs

Nous avons pu identifier 16 catégories d'utilisateurs sur la base de certaines de leurs spécificités (statut, compétences écrites, âge, niveau) qui nous semblent relever de besoins en enseignement/apprentissage différenciés auxquels se doit de répondre notre plateforme. La première distinction se fait sur le statut enseignants/apprenants qui n'auront pas accès aux mêmes fonctionnalités au sein de Plat'In. La catégorie apprenant se scinde en sous-catégories, décrites dans la figure 1. Sur l'ensemble de ces catégories nous nous focaliserons ici plus particulièrement sur deux d'entre elles mises en évidence dans la figure 1 : les adultes de niveau intermédiaire en LSF maîtrisant ou non le français sous sa forme écrite.

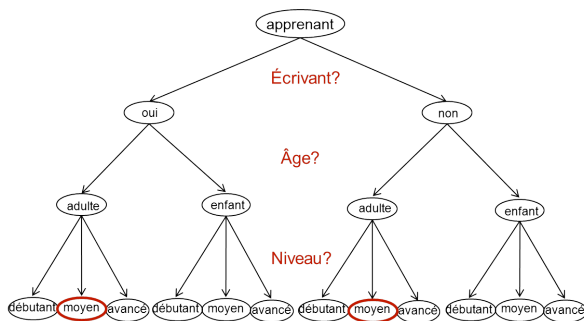


Figure 1 : Typologie des utilisateurs de type "apprenant"

La catégorie enseignant, par ailleurs, se scinde aussi en différentes sous-catégories (cf. figure 2). Le premier critère distinctif tient compte de la maîtrise que l'enseignant aura du français écrit. Le choix d'encadrer ou non des apprenants constitue le second critère. Dans les deux cas, l'enseignant aura accès à une salle des profs lui permettant d'une part d'interagir avec les autres enseignants et, d'autre part, d'échanger des contenus à visée pédagogique. La salle des profs est un lieu primordial de notre plateforme puisqu'il vise à permettre aux enseignants d'interagir sur les méthodes à adopter pour l'enseignement de la LSF qu'il se fasse à distance ou non.

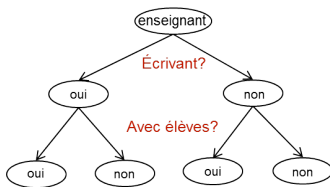


Figure 2 : Typologie des utilisateurs de type "enseignant"

Multimodalité et TALS

Afin de pouvoir prendre en compte les particularités de la LSF, telle que sa dimension visuo-gestuelle et non écrite. Plusieurs outils issus du TALS sont à intégrer. Le signeur virtuel (Braffort et al ; 2013) notamment est

un des principaux outils puisqu'il permettra, entre autres, la création d'un bain linguistique propice à l'apprentissage. En effet, il pourra ainsi rendre compte de toutes les informations spatiales et des particularités grammaticales des LS, le découpage de la langue sera meilleur, les apprenants pourront naviguer plus aisément sur la plateforme, etc.

Les interactions tiennent une place primordiale compte tenu du caractère oral des LS. Deux types d'interactions nous semblent essentiels à différencier et à intégrer : les interactions Homme-Machine qui se font entre les utilisateurs et la plateforme notamment grâce au signeur virtuel (SV). Les interactions entre les utilisateurs de la plateforme constituent le second type d'interaction proposé. Il a une double visée : d'une part, de créer un bain linguistique complet et, d'autre part, de permettre aux enseignants d'échanger entre eux sur les difficultés éventuelles. Pour ce faire, nous avons choisi d'intégrer des systèmes issus du web 2.0 tels que des forums vidéo et les vidéo chats.

Afin de répondre aux besoins d'enseignement/apprentissage des utilisateurs peu pris en compte, nous avons fait le choix d'adapter notre plateforme grâce à des technologies telles que l'intégration du SV, l'intégration des interactions entre tous les utilisateurs et la mise en place d'une navigation visuelle purement iconique. Ces spécificités font de Plat'In une plateforme particulièrement novatrice.

Références

- Abo El-Soud, M. Hassan, A. E. Kandil, M. S. and Shohieb, S. M. 2010. A proposed web based framework e-learning and dictionary system for deaf arab students. International journal of electrical and computer sciences ijecs-ijens vol. 10 no. 01.
- Braffort, A. Filhol, M. Delorme, M. Bolot, L. Choisier, A. Verrecchia, C. 2013. KAZOO: A Sign Language Generation Platform Based on Production Rules. 3rd International Symposium on SL Translation and Avatar Technology, Chicago USA.
- Dalle P. 2010. Technologies de l'information et de la communication au service de la LSF. Contact n°6 Grandir et apprendre en langue des signes : oui, mais comment ?. Actes du 29/01/2011. GERS. 89-109.
- Debevc, M. Povalej, P. Verlič, M. Stjepanović, Z. 2007. Exploring usability and accessibility of an e-learning system for improving computer literacy. Hammamet-Tunisia. ICTA.
- Efthimiou, E. Sapountzaki, G. Karpouzis, K. and Fotinea, SE. 2004. Developing an e-Learning platform for the Greek Sign Language. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), in Miesenberger, K. Klaus, J. Zagler, W. Burger, D. Springer. Vol. 3118. 1107-1113.
- Khwaldeh, S. Matar, N. Hunaiti, Z. 2007. Interactivity In Deaf Classroom Using Centralised E-Learning System In Jordan. PGNET.

Approche d'évaluation de l'algorithmique basé sur la mesure de similarité

Rym Aiouni

4^{ème} année de doctorat

Laboratoire LRI, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.

aiouni.rym@gmail.com

Résumé

L'évaluation dans un EIAH en général et dans un EIAH de l'algorithmique en particulier, pose un problème assez complexe. Dans ce sens, ce travail présente un processus d'évaluation de l'algorithmique visant un double objectif. Celui de l'apprentissage de la décomposition des problèmes et celui de la validation des solutions. Cette validation repose sur un appariement structurel.

Problématique

L'algorithmique est une discipline longtemps utilisée de manière naïve [1], sans formalisme particulier. Cette discipline est souvent source de problème aussi bien pour l'enseignant que pour l'étudiant. Pour l'enseignant, parce qu'il doit trouver les méthodes adéquates pour faire assimiler des concepts assez abstraits à des étudiants qui ne sont qu'à leur phase d'initiation. Pour les étudiants, le problème est encore plus important. En témoigne le taux d'échec ou d'abandon aux cours d'initiation à la programmation en premier cycle universitaire variant de 25 à 80% de par le monde Kaasböll [2]. Des travaux en psychologie cognitive impliquent directement la nature même de la matière enseignée. Ces travaux ont dégagé les axes majeurs des difficultés intrinsèques liées à l'algorithmique :

En algorithmique, contrairement à d'autres sciences comme la physique, l'étudiant débutant n'a pas de modèle "naïf" viable de l'ordinateur, qui pourrait lui servir comme base pour construire des modèles plus sophistiqués. A l'inverse, son expérience avec celui-ci semble favoriser une modélisation "anthropomorphique" qui ne lui permet pas de comprendre le retour d'erreur brutal auquel il est confronté aux débuts de sa pratique de l'algorithmique [3].

Une autre difficulté spécifique à l'algorithmique est l'abstraction de la tâche : l'apprenant doit factoriser, dans l'algorithme, l'ensemble des comportements de la tâche. Il en résulte un « syndrome de la page blanche », mis en évidence notamment par Kaasböll. Selon les étudiants : « ... lorsque le problème est

présenté ... on le décompose comme ça, comme ça, comme ça. Tout a l'air simple et très logique, et puis c'est à toi et Ouch ! Par quoi je commence ? Peut-être que c'est facile, mais le problème c'est que tu ne sais pas par quel bout commencer quand il faut résoudre le problème ... ».

Se posent alors la question essentielle suivante :

Quelles méthodes pédagogiques et avec quels outils peut-on améliorer l'apprentissage de l'algorithmique ?

Depuis quelques années, l'intégration des technologies d'information et de communication (TIC) a relancé l'amélioration de la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage des différents savoirs [9]. Nous soutenons qu'un usage approprié des TICs avec des méthodes pédagogiques innovatrices et des outils appropriés au contexte, pourrait constituer la solution au problème de l'apprentissage de l'algorithmique.

Les EIAH ont connu depuis quelque temps d'importants efforts d'amélioration. Que ce soit dans la manière de décrire, d'indexer les contenus pédagogiques mais aussi de scénariser les activités pédagogiques, des formalismes s'imposent. Dans cette évolution, l'évaluation est le parent pauvre. Il n'existe pas de formalisme particulier pour spécifier l'évaluation des apprenants. L'évaluation, dimension cruciale de l'activité pédagogique, dans sa fonction certificatrice, formative, normative ou sommative, se retrouve largement traitée en EIAHs

Une difficulté rencontrée dans les environnements d'apprentissage vient de l'évaluation elle-même. Plusieurs méthodes et outils ont été consacrés à l'évaluation mais ils souffrent tous d'insuffisance. Cette insuffisance est interprétée soit par l'inefficacité ; résultat douteux ; soit par l'unicité, c'est-à-dire ils ne peuvent pas être appliqués à n'importe quel domaine (on ne peut pas évaluer les compétences algorithmiques par des QCM). [4], [5], [6], [7], [8].

Par ailleurs, Les activités d'évaluation en algorithmique sont parmi les plus fructueuses, et plus

particulièrement dans un EIAH, car l'algorithmique est caractérisée par la multitude de solutions pour un problème donné. Cette caractéristique accroît la difficulté de l'évaluation dans les systèmes d'apprentissage : l'expert du domaine a du mal à trouver toutes les solutions possibles d'un problème afin de les intégrer dans la base de solutions. La localisation des erreurs qui est un facteur important pour la progression des apprenants est une autre difficulté engendrée par cette caractéristique. Cela rend complexe la réalisation de ces systèmes.

Modélisation d'une solution algorithmique

Pour simplifier des tâches complexes, il faut les décomposer en des tâches moins complexes et réitérer cette opération jusqu'à arriver à un niveau de décomposition comportant des opérations de base et/ou des opérations élémentaires. L'algorithmique solution du problème sera alors une composition de ces dernières opérations (de base et élémentaires). Le nombre d'étapes de décomposition dépend de la complexité du problème : plus ce dernier est complexe, plus le nombre d'étapes est important.

Cette méthode de raffinages successifs (dite également approche descendante) permet de passer progressivement, et avec un maximum de chances de réussite, de la description abstraite de la solution du problème (par une opération complexe) à l'algorithmique qui permettra sa résolution. L'algorithmique est au dernier niveau de raffinement lorsqu'il ne comporte que des opérations de base, des opérations élémentaires et des structures de contrôle.

On définit une opération de base comme étant une opération connue en algorithmique telle que le tri d'un tableau. Une opération élémentaire, quant à elle, est une opération algorithmique simple (exemple : l'affectation).

Ainsi, au niveau 1, le problème est décomposé en un ensemble d'opérations de base, d'opérations élémentaires et d'opérations décomposables qui peuvent être liées par des structures de contrôle. Le nombre de niveaux de décomposition dépend de la complexité du problème à résoudre. En descendant dans les niveaux, seules les opérations décomposables sont décomposées, et cette décomposition s'arrête lorsqu'on arrive à un niveau constitué uniquement d'opérations de base et d'opérations élémentaires

Cette approche évite à l'apprenant de se noyer dans les détails dès le départ et diminue graduellement la complexité du problème abordé. En plus, l'apprenant peut librement exprimer sa solution, sans aucune influence ou restriction, ce qui favorise l'autonomie.

Notre objectif, par cette approche, est d'évaluer des solutions algorithmiques. Cependant, la retombée essentielle est l'apprentissage par l'apprenant de la décomposition. En effet, celle-ci est un passage obligé pour l'apprenant dans la formulation de sa solution.

Validation de la solution

Rappelons que notre objectif est d'arriver à une évaluation fiable pour les solutions algorithmiques. Ainsi, lorsque l'apprenant aura terminé sa décomposition du problème qui lui a été proposé, sa solution est comparée à celles de l'expert regroupées dans des classes de plan de solutions.

Un problème algorithmique est caractérisé par sa multitude de solutions et ses nombreuses formes de décomposition. Pour cela, on définit un plan de solutions comme étant un ensemble de chemins représentant les différentes solutions qui ont la même démarche de décomposition pour la résolution d'un exercice. Il peut contenir aussi bien les démarches correctes que les démarches erronées. Il est constitué par un expert et comporte les démarches jugées pédagogiquement intéressantes (Figure 1)

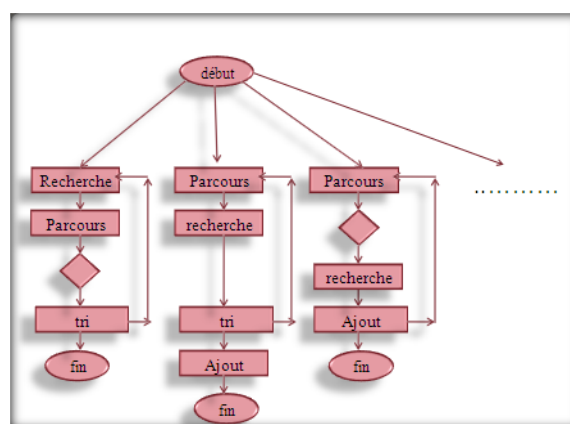


Figure 1 Exemple de plan de solutions

Chaque plan de solution représente une classe, Ainsi, un exercice peut avoir autant de classes de solutions que de manière de décomposition.

La validation d'une solution fournie par l'apprenant, se fait en comparant d'abord cette solution avec les solutions représentatives de chaque classe du même exercice, afin de trouver le plan de solutions adéquat, qui contient les solutions de l'expert avec lesquelles la solution de l'apprenant va être comparée.

Les plans pourraient souffrir d'un problème d'exhaustivité des démarches attendues. Ceci a été résolu comme suit : toute démarche non reconnue verra son évaluation suspendue jusqu'à intervention de l'expert humain qui, s'il la juge intéressante, pourra la rajouter au plan de solutions. Cette évolutivité du plan de solutions garantit une évaluation quelque soit la solution proposée par l'apprenant. Ainsi, plus le temps passe plus l'évaluation différée diminuera au profit de l'évaluation directe.

Reconnaissance des solutions

Afin d'automatiser la comparaison de la démarche de l'apprenant avec celles de l'expert (plan de solutions), et en s'inspirant des travaux de Sorlin (2006) sur la mesure des graphes multi-étiquetés, nous proposons une méthode pour l'appariement de solutions algorithmiques (Figure 2).

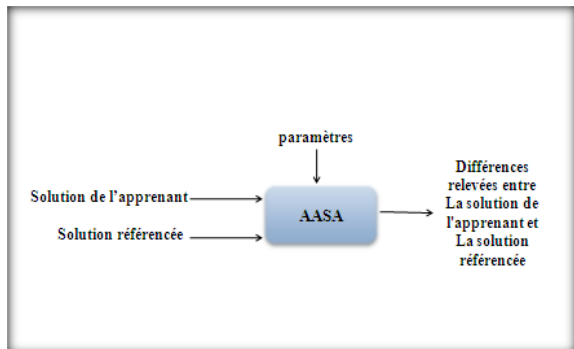


Figure 2 Méthode d'Appariement Automatique pour des Solutions Algorithmique

Cette méthode consiste à comparer la solution de l'apprenant avec chacune des solutions de l'expert afin de mesurer la similarité entre elles. Elle est constituée de deux étapes séquentielles (Figure 3) :

- Générer la description de la solution de l'apprenant.
- Mesurer la similarité entre la solution de l'apprenant et la solution référencée.

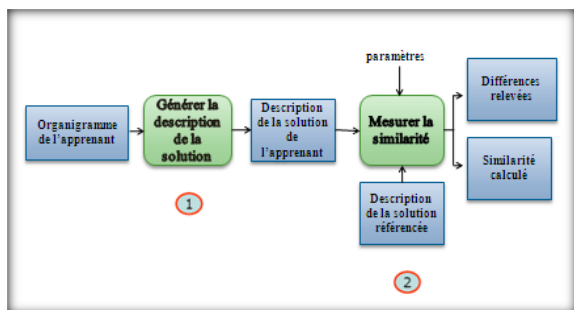


Figure 3 Étapes de la méthode AASA

La génération de la description d'une solution

A partir de l'organigramme de l'apprenant, une description de la solution est générée. Pour cela, on affecte à chaque opération ainsi qu'à chaque transition un ensemble d'étiquettes. L'ensemble des couples (Num_opération, étiquette) et des tuples (Num_opérationS, Num_opérationD, étiquette) sont des descripteurs et constituent la description de la solution.

A un organigramme, on attribut une définition formelle $S = \langle O, ro, rt \rangle$. Étant donné Lo un ensemble fini d'étiquettes d'opérations et Lt un ensemble fini d'étiquettes de transitions, tels que :

O est un ensemble fini d'opérations.

$ro \subseteq O * Lo$ est la relation associant opérations et étiquettes, i.e. ro est l'ensemble des couples (oi, l) tels que l'opération oi est étiquetée par l .

$rt \subseteq O * O * Lt$ est la relation associant transitions et étiquettes, i.e. rt est l'ensemble des tuples (oi, oj, l) tels que la transition (oi, oj) est étiquetée par l .

La description de la démarche S est l'ensemble de toutes ses caractéristiques d'opérations et de transitions, $Descr(S) = ro \cup rt$.

Comme le montre la figure 4, l'étiquetage de l'organigramme de l'apprenant se fait de la manière suivante :

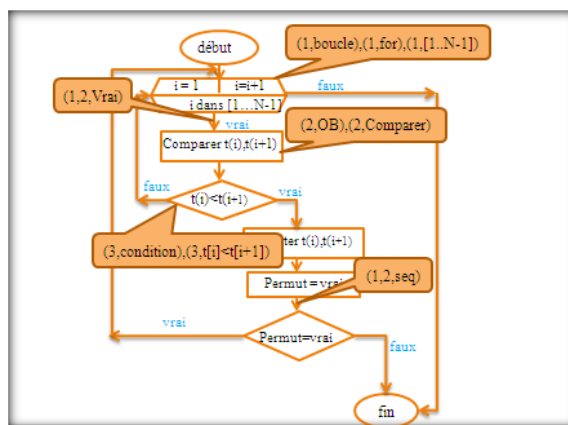


Figure 4 Étiquetage d'organigramme

Le calcul de la similarité entre solutions

Un appariement entre deux démarches $S1 = \langle O1, rO1, rt1 \rangle$ et $S2 = \langle O2, rO2, rt2 \rangle$, est une relation :

$$m \subseteq O1 * O2.$$

Un tel appariement associe à chaque opération d'une solution l'opération du même ordre de l'autre solution.

Pour mesurer la similarité entre deux démarches par rapport à l'appariement m , nous proposons d'adapter la formule de similarité de Tvesky (1977) généralisé par sorlin (2006) :

$$Sim(m, S1, S2) = \frac{f(descrS1 \cap descrS2)}{f(descrS1) + f(descrS2)} \quad (1)$$

La formule (1) calcule la similarité de deux solutions, en mettant en correspondance leurs descriptions.

La fonction f définit l'importance relative des descripteurs, les uns par rapport aux autres. Cette fonction formule (2) est souvent définie comme une somme pondérée :

$$f(F) = \sum_{o1, l \in F} p_{o1, l} + \sum_{o2, l \in S} p_{o2, l} \quad (2)$$

L'attribution des poids aux différents descripteurs d'une solution est réalisée par l'expert, celui-ci tient compte de l'importance du descripteur, ainsi que de l'objectif de l'exercice résolu par l'apprenant.

Évaluation directe et évaluation différée

Après avoir trouvé la similarité maximale, nous avons deux cas d'évaluation :

L'évaluation directe

Dans le cas où le degré de similarité maximale est égal à 1 ou bien supérieur au seuil indiqué par l'expert, l'évaluation de la solution est attribuée directement à l'apprenant.

L'évaluation différée

Lorsque le degré de similarité est inférieur au seuil, la solution est envoyée à l'expert pour évaluation. Si celui-ci la juge intéressante, la solution sera ajoutée au plan de solutions de l'exercice, ce qui assure l'évolutivité de la base des plans, dans le cas contraire la solution de l'apprenant est rejetée.

Cette évolutivité du plan de solutions garantit une évaluation quelque soit la solution proposée par l'apprenant. Ainsi, plus le temps passe plus l'évaluation différée diminuera au profit de l'évaluation directe.

Références

Article de Revue

Allal, L. (2005), « L'évaluation formative de l'apprentissage : revue de publication en langue française », *L'évaluation formative- Pour un meilleur apprentissage dans les classes secondaires*.

Caignaert C. *Étude de l'évolution des méthodes d'apprentissage et de programmation le bulletin de L'EPI N° 50, juin 1988.*

Sorlin, S., Sammound, O., Solnon, C., Jolion, J.-M., « Mesurer la Similarité de Graphes », *Actes des 6e journées francophones Extraction et Gestion des Connaissances 2006, Atelier ECOI 2006, janvier 2006, p. 21-3*

Actes de Conférences

Amerein S. B., Proquin, M., Renaud, C., Trigano, P. *De la réciprocité éducative dans le cadre d'une*

nouvelle pédagogie de l'enseignement supérieur : un didacticiel au service de l'informatique fondamentale. NTICF'98, ROUEN.

Benabbou Faouzia, Hanoune Mostafa, *Utilisation des NTICs pour l'apprentissage et l'autoévaluation de l'algorithmique. SETIT 2007.*

Labat, J. (2002), « EIAH : Quel retour d'information pour le tuteur ? », *Actes du colloque.*

Nicolas Guibert, Laurent Guittet, Patrick Girard, *Apprendre la programmation par l'exemple : méthode et système. Proceedings of the 17th international conférence on Francophone sur l'Interaction Homme-Machine 2005.*

Mémoire ou Thèse

Jean-Daubias, S. (2000), « Pépité : un système d'assistance au diagnostic de compétences », *Thèse de doctorat de l'Université du Maine.*

Kaasboll, J., *Learning Programming. 2002, University of Oslo.*

Comité de programme

Président : Pierre-André Caron (CIREL, Université Lille1)

Membres

Julian Alvarez (CIREL, Université Lille1)
 George-Louis Baron (EDA, Université Paris 5)
 Raquel Becerril-Ortega (CIREL, Université Lille1)
 Marie-Laure Betbeder (LIFC, Univ. Franche Comté)
 Mireille Betrancourt (TECFA Genève)
 Jacques Béziat (FRED EA 6311, université de Limoges)
 Jean-François Bourdet (LIUM, Université de Maine)
 Julien Broisin (IRIT, Toulouse)
 Eric Bruillard (STEF, ENS Cachan)
 Jean-Marie Burkhardt (ECI, Université Paris 5)
 Pierre-André Caron (Cirel, Université de Lille 1)
 Thibault Carron (LIP6, Université Paris 6)
 Ronan Champagnat (Université La Rochelle)
 Christophe Choquet (LIUM, Université du Maine)
 Thierry Condamines (MIS, Université de Picardie Jules Verne)
 Philippe Cottier (LIUM, Université du Maine)
 Bruno De lièvre (UTE, Université de Mons-Hainaut)
 Amaury Daele (CSE, Université de Lausanne)
 Christophe Després (LIUM, Université du Maine)
 Stéphanie Jean-Daubias (LIRIS, Université Lyon 1)
 Valérie Emin-Martinez (École Normale Supérieure de Lyon)
 Pascal Estraillier (Université La Rochelle)
 Sébastien George (Université du Maine)
 Viviane Guéraud (LIG, Université Grenoble)
 Nathalie Guin (LIRIS, Université Lyon 1)
 Jean Heutte (CIREL, Université Lille1)
 Sébastien Iksal (LIUM, Université du Maine)
 Annie Jezegou (CIREL, Université Lille1)
 Céline Joiron (MIS, Université de Picardie)
 Jean-Marc Labat (LIP6, Université Paris 6)
 Mona Laroussi (INSAT, Tunis)
 Elise Lavoué (CR Magellan, Université Lyon 3)
 Gilles Leclercq (CIREL, Université Lille1)
 Dominique Lecllet (MIS, Université de Picardie Jules Verne)
 Marie Lefevre (Liris, Université de Lyon 1)
 Dominique Lenne (Heudiasyc, Université de Technologie de Compiègne)
 Jean-Charles Marty (LIRIS, Université de Lyon 1)
 Alain Mille (LIRIS, Université de Lyon 1)
 Gaele Molinari(UniDistance)
 Ludovic Morge (IUFM Auvergne)
 Elke Nissen (LIDILEM, Université Grenoble 3)
 Thierry Nodenot (LIUPPA, IUT de Bayonne)
 Magali Ollagnier-Beldame (LIRIS)
 Daniel Peraya (TECFA Genève)
 Jean-Philippe Pernin (LIG, Université Grenoble)
 Yvan Peter (LIFL, Université Lille)
 Christophe Reffay (LIFC, Université Franche Comté)
 Marilynne Rosselle (MIS, Université de Picardie Jules Verne)
 Audrey Serna (Université de Lyon)
 Patrice Torguet (IRIT, Toulouse)
 André Tricot (IUFM, Toulouse)
 Lucile Vadcard (LSE, Université Grenoble 2)
 Philippe Vidal (IRIT, Toulouse)
 Emmanuelle Villiot-Leclercq (MÉTAH, Université Grenoble Alpes)
 Amel Yessad (LIP6, Université Paris 6)

Comité d'organisation

Président : Ronan Champagnat (Université La Rochelle)

Membres

Kim Dung Dang
 Pascal Estraillier
 Jamal Malki
 Hoang Nam Ho
 Mourad Rabah
 Daouda Sawadogo
 Kathy Theuil
 Marie-Hélène Verrons