

***BULLETIN***

***DE***

***L'AFIA***



**OCTOBRE 2014**

**N° 86**

*Association Française pour l'Intelligence Artificielle*

## Présentation du bulletin

Le **Bulletin de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle** vise à fournir un cadre de discussions et d'échanges au sein de la communauté universitaire et industrielle. Ainsi, toutes les contributions, pour peu qu'elles aient un intérêt général pour l'ensemble des lecteurs, sont les bienvenues. En particulier, les annonces, les comptes rendus de conférences, les notes de lecture et les articles de débat sont très recherchés. Le Bulletin de l'AFIA publie également des dossiers plus substantiels sur différents thèmes liés à l'IA. Le comité de rédaction se réserve le droit de ne pas publier des contributions qu'il jugerait contraire à l'esprit du bulletin ou à sa politique éditoriale. En outre, les articles signés, de même que les contributions aux débats, reflètent le point de vue de leurs auteurs et n'engagent qu'eux-mêmes.

### Pour contacter l'AFIA

#### Président

Yves DEMAZEAU  
L.I.G./C.N.R.S., Maison Jean  
Kuntzmann, 110, avenue de la Chimie,  
B.P. 53, 38041 Grenoble cedex 9  
Tel : +33 (0)4 76 51 46 43  
Fax : +33 (0)4 76 51 49 85  
[Yves.Demazeau@imag.fr](mailto:Yves.Demazeau@imag.fr)  
[http://membres-lig.imag.fr/  
demazeau](http://membres-lig.imag.fr/demazeau)

#### Serveur WEB

<http://www.afia.asso.fr>

#### Adhésions, liens avec les adhérents

Thomas GUYET  
Laboratoire Informatique d'Agrocampus-  
Ouest  
65, rue de Saint-Brieuc  
35042 Rennes cedex  
Mél. : [tresorier@afia.asso.fr](mailto:tresorier@afia.asso.fr)

#### Personnes morales adhérentes à l'AFIA

ENSMSE, Université Paris Dauphine, LORIA, LIRIS, LIMSI, IRT/SMAC,  
EDF/STEP, LIPADE, IFFSTAR, LIRMM, TAO, LIFL, GREYC, LIG, ONERA,  
IRSTEA-TETIS, INRA, LITIS

#### Conseil d'Administration de l'AFIA

Yves DEMAZEAU, président  
Pierre ZWEIGENBAUM, vice-président  
Amélie CORDIER, vice-présidente  
Olivier BOISSIER, secrétaire  
Catherine FARON-ZUCKER, secrétaire adjoint  
Catherine TESSIER, secrétaire adjoint  
Thomas GUYET, trésorier  
Patrick REIGNIER, webmestre  
Membres :  
Carole ADAM, Patrick ALBERT, Christine BOURJOT, Serge GARLATTI, Sébastien  
KONIECZNY, Vincent LEMAIRE, Nicolas MAUDET, Philippe MORIGNOT, Bruno PA-  
TIN, Laurent VERCOUTER, .

## Comité de Rédaction

#### Nicolas Maudet

##### Rédacteur adjoint

LIP6, Université Pierre et Ma-  
rie Curie  
4, place Jussieu, 75005 Paris  
[maudetn@lip6.fr](mailto:maudetn@lip6.fr)

#### Philippe Morignot

##### Rédacteur en chef

LIFEWARE, INRIA Rocquen-  
court  
Domaine de Voluceau, B.P.105,  
78150 Le Chesnay  
[pmorignot@yahoo.fr](mailto:pmorignot@yahoo.fr)

#### Patrick Reignier

##### Rubrique « Résumés de thèse et HDR »

PRIMA, INRIA Rhône-Alpes  
655, avenue de l'Europe, 38334  
Saint-Ismier cedex  
[Patrick.Reignier@inrialpes.fr](mailto:Patrick.Reignier@inrialpes.fr)

#### Laurent Vercoüter

##### Rédacteur adjoint

LITIS, INSA de Rouen  
avenue de l'université, BP8  
76801 St-Étienne-du-Rouvray  
[laurent.vercoüter@insa-  
rouen.fr](mailto:laurent.vercoüter@insa-<br/>rouen.fr)



## Dossier “I.A. & E.I.A.H.”

La première Conférence Nationale d’Intelligence Artificielle (CNIA) s’est tenue à Rouen lors du congrès Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle (RFIA) du 2 au 4 juillet 2014, organisée par le LITIS sur le campus du Madrillet. La création de CNIA marque une évolution structurelle de RFIA par le regroupement dans une même conférence des sessions de présentations des recherches francophones en Intelligence Artificielle, tout en continuant à bénéficier de la colocalisation avec la conférence Reconnaissance de Formes et Perception pour l’organisation d’une journée commune et d’ateliers thématiques. Sylvie Despres, présidente du comité de programme de CNIA 2014, a coordonné avec l’aide des présidents de session la rédaction d’un résumé des présentations que vous pouvez lire en début de ce bulletin. Un résumé des trois conférenciers invités suit ce compte-rendu ainsi que celui de la contribution de Nathanaël Barrot, lauréat du prix du meilleur papier de CNIA 2014.

Le dossier spécial de ce bulletin a été préparé par Nathalie Guin (LIRIS) et Serge Garlatti (Télécom Bretagne). Il est consacré aux environnements informatiques pour l’apprentissage humain (EIAH) et aux recherches en Intelligence Artificielle appliquées à ce domaine, par une description de cinq équipes et six projets. Remercions vivement les deux coordonnateurs et tous les contributeurs pour la réalisation de ce dossier spécial.

Rappelons également le lien sur le site de notre association, où foisonnent annonces, cours et ressources en général :

<http://www.afia.asso.fr>

Bonne lecture.

**Laurent Vercouter, Philippe Morignot & Nicolas Maudet**  
Rédacteurs en chef

# Compte-rendu du congrès RFIA'14, partie I.A. (CNIA)

Établi par Sylvie Després avec les contributions de Olivier Boissier, Amélie Cordier, Arnaud Lallouët, Sylvie Ranwez, Céline Rouveirol, Henry Soldano pour les sessions.

Le dix-neuvième congrès national sur la Reconnaissance de Formes et l'Intelligence Artificielle s'est tenu du 30 juin au 4 juillet 2014 à Rouen. Comme à l'accoutumée, il a permis de rassembler les membres actifs des domaines de la reconnaissance des formes et de l'intelligence artificielle, autour de la représentation et du traitement de l'information. Toutefois cette année, la première journée du congrès a été consacrée à des communications correspondant aux thématiques communes aux deux domaines. Pour le domaine Intelligence Artificielle, 48 papiers ont été soumis et 21 sélectionnés, ce qui correspond à un taux de sélection d'environ 43

La conférence invitée de CNIA, présentée par François Pachet et intitulée " Le style comme objet computationnel : vers une nouvelle génération d'applications en musique et texte " avait pour thème la création de styles par les grands créateurs. François Pachet a décrit une vision selon laquelle la création de nouveaux styles peut s'envisager comme la manipulation de styles existants " sous contraintes ". Cette approche permet d'imaginer de nombreuses applications en musique et texte. Il a montré que pour les chercheurs en intelligence artificielle, la réification du style pose toute une série de problèmes difficiles en représentation des connaissances, apprentissage et optimisation combinatoire. Ses propos ont été illustrés par les réalisations du projet FlowMachines en composition et improvisation musicale et génération de textes.

Dans la session " Programmation Logique ", deux contributions se plaçant dans le cadre des ASP (Answer Set Programming, ou Programmation par Ensemble-Réponses) ont été présentées. La première contribution, " Programmation par ensembles réponses pour simuler l'assolement d'un paysage " de Thomas Guyet et Yves Moinard, propose de simuler de façon réaliste des paysages agricoles composés de multiples parcelles de cultures. Dans ce problème, on cherche à attribuer une occupation des sols à chacune de ces parcelles, représentées par les nœuds d'un graphe. Pour cela, les auteurs ont proposé de repérer les structures existantes dans les assolements réels, puis de recouvrir un nouveau graphe par ces structures réalistes. C'est ce recouvrement qui est encodé par un programme logique, dont les modèles donnent les solutions. La seconde contribution "QASP ou la program-

mation par ensembles réponses quantifiée", de Igor Stéphan, est d'ordre plus théorique puisqu'il s'agit d'ajouter à la programmation ASP la notion de quantificateur universel. Celui-ci permet de représenter l'incertain ou un adversaire au moyen de variables incontrôlables. Un exemple de programme QASP est le suivant : pour tout  $x$ , il existe  $y$  tel que  $(y :- x)$ ,  $(y :- \text{not } x)$ . Ce programme n'a qu'un seul modèle stable composé d'une partie où  $x$  est forcé à vrai (ce qui entraîne que  $y$  soit vrai) et une autre où  $x$  est forcé à faux (ce qui entraîne aussi que  $y$  soit vrai). Tout comme les QBF ou les QCSP, ce cadre a pour but de représenter de façon compacte certains problèmes de décision séquentielle.

La première session " Fouille de Données " rassemblait trois articles ayant pour dénominateur commun l'exploitation de contraintes complexes pour diminuer le nombre des résultats de fouilles et améliorer leur qualité. Le premier article de Frédéric Flouvat, Jérémy Sanhes, Claude Pasquier, Nazha Selmaoui-Folcher et Jean-François Boulicaut propose une approche permettant de prendre en compte des contraintes expertes sous la forme de modèles physiques, exprimés sous forme de fonctions mathématiques lors de la fouille de données. L'originalité de l'approche est de pouvoir lors de la fouille poser et utiliser des contraintes faisant intervenir des fonctions calculées à partir d'attributs numériques d'un jeu de données. L'exploitation active de ces contraintes permet de limiter le coût de la fouille et le nombre de motifs résultats non pertinents. L'approche est évaluée avec succès sur une application d'étude de l'érosion des sols. Le deuxième article de Willy Ugarte Rojas, Patrice Boizumault, Bruno Cremilleux et Samir Loudni présente une méthode de fouille dont le but est d'extraire le ou les meilleurs motifs selon un certain critère fourni par l'utilisateur. C'est un problème de fouille complexe car il nécessite la comparaison de motifs entre eux. Cet article montre comment cette recherche de meilleurs motifs peut être modélisée et résolue de façon générique à l'aide d'un CSP dynamique. Des expérimentations sur un ensemble varié de critères de préférence et sur plusieurs jeux de données montrent que l'approche générique est flexible et compétitive avec des outils de fouille dédiés, en particulier pour des contraintes complexes (skypatterns, top-k motifs, ...). En-

fin, un troisième article de Zacharie Ales, Alexandre Pauchet, Arnaud Knippel, Laurent Vercoouter et Christian Gout a clôturé la session. Cet article présente une technique d'extraction de motifs dans des dialogues annotés, codés sous forme de tableaux bidimensionnels. L'article présente plus particulièrement une méthode d'alignement de motifs représentatifs par un algorithme de programmation dynamique. Cette méthode utilise une généralisation au cas bidimensionnel d'un algorithme d'alignement de séquences classiquement utilisé pour l'annotation de séquences d'ADN, et l'adapte à la spécificité des données de dialogues annotés. L'approche est évaluée sur un corpus de dialogues entre un parent et son enfant.

La seconde session " Fouille de Données " a été constituée de deux exposés. Le premier exposé, présenté par Sabeur Aridhi du LIMOS à Clermont-Ferrand présentait un travail en collaboration avec Laurent d'Orazio, Mondher Maddouri et Engelbert Mephu Nguifo sur la fouille de sous-graphes fréquents (FSM) distribuée et intitulé " A novel MapReduce-based approach for distributed frequent subgraph mining ". Plusieurs méthodes classiques de FSM sont implémentées dans un cadre distribué de type MapReduce avec deux méthodes de partitionnement différentes : la méthode par défaut de l'approche Map-Reduce et une approche propre tenant compte de la densité des graphes. Les expériences montrent qu'il est pertinent de tenir compte de la nature des graphes pour les partitionner, d'une part en termes de temps de calcul, et d'autre part en ce qui concerne la perte due à la distribution. Le second exposé, signé de Wajdi Dhifl Mohamed Moussaoui, Engelbert Mephu Nguifo et Rabie Saidi, était intitulé " Towards an Efficient Discovery of Topological Representative Subgraphs ". Il s'agit dans ce travail de regrouper les sous-graphes fréquents issus d'un problème de FSM en fonction de leurs caractéristiques topologiques. Les expériences portent sur une tâche de classification supervisée dans laquelle les sous-graphes extraits sont les attributs (présent/absent). Les résultats montrent une bonne résistance de la méthode à l'augmentation de la taille des données et de leur complexité ainsi que la préservation des qualités de prédiction résultant de cette forme de sélection d'attribut pour la classification.

La session " Apprentissage " a donné lieu à trois présentations. Le travail de Dominique Bouthinon et Henry Soldano, intitulé " Relational Learning from Ambiguous Examples ", s'est intéressé à une méthode permettant d'apprendre des concepts relationnels à partir d'exemples ambigus. Un exemple ambigu est un exemple incomplètement spécifié : une partie des descripteurs est vraie et le reste est inconnu. L'objectif est d'apprendre des classificateurs pour des objets complètement spécifiés ; conceptuellement, seuls les exemples d'apprentissage sont ambigus. Nida Meddouri, Hela Khoufi, Mondher Maddouri auteurs de l'article " Apprentis-

sage parallèle pour des règles de classification basées sur les concepts formels " ont proposé une méthode de classification supervisée fondée sur l'analyse des concepts formels, en ne générant qu'une partie du treillis. L'approche consiste en une combinaison parallèle de classificateurs nominaux par système de vote et est meilleure expérimentalement que les approches dites séquentielles. Dans le contexte de l'apprentissage symbolique, Henry Soldano a présenté son article intitulé " Abstract closed patterns beyond lattices ". Il propose une extension à l'analyse formelle de concepts classique avec des structures plus faibles que des treillis. La finalité du travail présenté est la recherche de motifs clos, c'est-à-dire des motifs que l'on trouve dans des données mais qui ne peuvent pas être spécialisés sans perte de couverture de certaines données.

La session "Systèmes Multi-Agents" était constituée de 5 présentations. Elle a permis d'aborder différentes facettes des problématiques de ce domaine : réputation et robustesse, conception et preuves, décision distribuée, formation de coalition, robotique. Le travail de Thibault Vallée, Grégory Bonnet et François Bourdon intitulé " De l'utilisation des politiques de bandits manchots dans les systèmes de réputation " s'est intéressé à l'influence des valeurs de réputation sur la robustesse du système multi-agent. Dressant une analogie entre les systèmes de réputation et les problèmes de bandits manchots, ils ont proposé d'utiliser les politiques de sélection de ces derniers afin d'augmenter la robustesse face à des agents malveillants. Dans une démarche tournée sur la conception de systèmes multi-agents, Bruno Mermet et Gaële Simon, auteurs de l'article intitulé " Les effets de bord des agents ne sont pas que le fruit du hasard ", ont présenté un travail visant à prouver l'apparition de propriétés de vivacité (effets de bord de niveau système) dans de tels systèmes. S'intéressant à un contexte de systèmes constitués d'agents autonomes, égoïstes, ayant des disponibilités non prévisibles, Pascal François Faye, Samir Aknine, Onn Shehory, et Mbaye Sène se sont intéressés au développement d'une nouvelle méthode de formation de coalitions stables afin de permettre à ce que ces agents puissent réaliser des tâches communes à évolution non déterministe. Ce travail s'attaquant à ces deux types de dynamiques (agents et tâches) a fait l'objet de l'article intitulé " Formation de coalitions stables dans un contexte non-déterministe et instable ". Claude Aynaud, Coralie Bernay-Angeletti, Roland Chapuis, Romuald Aufrère et Christophe Debain, auteurs de l'article intitulé " Approche Top-Down de perception multi-sensorielle : application à la localisation de véhicules " ont proposé une approche pour la localisation d'un robot mobile. Cette approche propose d'exploiter de manière active à la fois les capteurs du robot et les indices de la carte dans laquelle le robot doit se localiser. Le robot utilise un réseau bayésien pour la modélisation des différents événements et ainsi atteindre efficacement ses objectifs. Le processus fonctionnant en temps réel, a été validé à la fois sur un simulateur et sur des don-

nées réelles. Jennifer Renoux, Abdel-Allah Mouaddib, et Simon Le Gloannec auteurs de l'article intitulé "Un modèle de décision distribué pour la collecte d'information active multi-agents" ont proposé un modèle permettant de récupérer l'information de manière active dans un contexte d'exploration et de surveillance. Suivant un processus de décision distribué, les agents explorent, mettent à jour leurs croyances, évaluent la pertinence des informations qu'ils collectent et les communiquent aux autres agents. Ce travail a été validé dans le contexte d'un scénario expérimental pour des missions de recherche d'information en intérieur.

La session "Décision et représentation de connaissances" a abordé des problématiques liées à la décision et plus particulièrement à l'argumentation ou au processus de vote. La première intervention de Badran Raddaoui a proposé une méthode de mesure d'incohérence des bases de connaissances. En effet le papier intitulé "MUS-based partitioning for inconsistency measures" propose d'analyser la structure de graphe de la base afin d'y déceler des éventuelles incohérences et surtout leur origine. Ensuite Karima Sedki a présenté l'article "Construction d'un système d'argumentation valué à partir d'un ensemble de connaissances et préférences". Elle a su présenter une approche originale qui met en correspondance les ensembles de préférences (en particulier exprimés en PQCL – logique du choix qualitatif prioritaire) et les systèmes d'argumentation (VAF – systèmes d'argumen-

tation valués). Enfin, Nathanaël Barrot a présenté "Approval voting for committee elections : a general family of rules", prix du meilleur papier IA du congrès RFIA 2014. Il propose une alternative à l'utilisation de règles pour l'élection par approbation. En effet, il utilise l'opérateur OWA (Ordered Weighted Averaging) pour proposer un ensemble continu de règles entre les règles minimax et minisum.

La session "Web Sémantique" qui a clôt les sessions "IA" de RFIA 2014, a été l'occasion d'écouter trois présentations d'avancées récentes dans le domaine. Tout d'abord, Gaousou Camara nous a présenté une approche fondée sur l'emploi d'ontologies de processus pour guider le processus de veille épidémiologique des maladies infectieuses, en particulier en Afrique. Ensuite, Salem Benferhat a présenté son article intitulé "Révision par r-ensembles de bases de croyances en DL-Lite<sub>R</sub>". Il a présenté une approche de la révision dans la logique de descriptions DL-Lite<sub>R</sub>. Plus précisément, la révision d'une base de connaissances par une seule formule (assertion ou formule terminologique). Trois opérateurs de révision par r-ensemble sont définis pour la T-Box et la A-Box. Un algorithme est également proposé pour détecter les conflits et calculer les r-ensembles. La session s'est terminée par la présentation de Mouhamadou Ba qui a exposé une méthode permettant d'utiliser des ontologies pour décrire les propriétés d'entrée-sorties de services web en vue de faciliter leur composition, ainsi que son application en bio-informatique.

# Résumés des conférenciers invités à CNIA'14

**Stéphane Douady (MSC-P7, Paris)**

**Titre : Comment rendre la vision d'une rue dans un plan de ville, ou le relief d'un dessin ?**

Résumé : Lorsque l'on regarde un plan de ville, on peut voir des "lignes maîtresses", et avec un oeil exercé, on peut même reconstruire l'histoire du développement d'une ville. Comment rendre cette connaissances des urbanistes ? Le point de départ est géométrique : on perçoit la rue comme un alignement à chaque carrefour. A partir de cette règle locale, on peut en effet reconstituer les rues, et développer des indicateurs qui nous donne leur "structuralité", qui est bien corrélée avec le développement historique. Le fait que cette analyse fonctionne nous questionne en retours sur le fonctionnement cognitif des utilisateurs de la ville. De la même manière, j'essayerai de montrer comment notre expérience du relief d'un objet peut être obtenue en le faisant tourner dans tous les sens, et comment l'information obtenue peut être codée simplement. Le résultat permet d'expliquer la prépondérance de l'angle droit dans notre civilisation humaine.

**Jean-Philippe Thiran (EPFL, Lausanne)**

**Titre : Suivi de visages en 2D et en 3D, applications à la reconnaissance d'expressions faciales et à la lecture labiale**

Résumé : L'analyse des images de visages trouve des applications dans un grand nombre de domaines liés aux interfaces homme-machine. Alors que l'analyse biométrique a atteint une maturité scientifique et technique importante, d'autres domaines de l'analyse de visages sont en pleine expansion, que ce soit du point de vue méthodologique ou en ce qui concerne les applications. Dans cet exposé, nous en décrirons deux en particulier : l'analyse des expressions faciales et le lecture labiale pour la reconnaissance audio-visuelle de la parole. Pour chacun, nous présenterons des développements récents, liés notamment à la modélisation 3D des visages, à l'extraction d'information de ces modélisations et à la classification. Nous présenterons également des applications originales dans le domaine de l'interface homme-machine dans le domaine de l'automobile.

**François Pachet (Sony CSL, Paris)**

**Titre : Le style comme objet computationnel : vers une nouvelle génération d'applications en musique et texte**

Résumé : Les grands créateurs sont rarement les auteurs d'oeuvres uniques : ils créent des styles. Mais comment font-ils ? Peut-on concevoir des applications qui aident les utilisateurs à créer ? Je décris une vision selon laquelle la création de nouveaux styles peut s'envisager comme la manipulation de styles existants « sous contraintes ». Ceci permet d'imaginer de nombreuses applications fascinantes en musique et texte. Pour les chercheurs en intelligence artificielle, la réification du style pose toute une série de problèmes difficiles en représentation des connaissances, apprentissage et optimisation combinatoire. J'illustrerai mes propos à travers les réalisations du projet Flow- Machines en composition et improvisation musicale et génération de textes. Lien : <http://www.flow-machines.com>

# Prix du meilleur article à CNIA'14

## Approval Voting for Committee Elections : a General Family of Rules

Nathanaël Barrot<sup>1,2</sup> & Jérôme Lang<sup>2,1</sup> & Bernard Ries<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> PSL, Université Paris-Dauphine, 75775 Paris Cedex 16, France,

<sup>2</sup> CNRS, LAMSADE UMR 7243, {nathanael.barrot, lang,ries}@lamsade.dauphine.fr

### Résumé

*Le vote par approbation est une procédure de vote utilisée, entre autres, pour élire des comités et qui permet aux votants de voter pour ("d'approuver"), le nombre de candidats qu'ils souhaitent. Deux règles de vote ont été particulièrement utilisées pour élire des comités à l'aide du vote par approbation. La règle usuelle, appelée aussi minisum, choisit l'ensemble des candidats (éventuellement soumis à une contrainte de cardinalité) ayant été le plus approuvés par les votants. La règle minimax élit un ensemble de candidats qui minimise le maximum, sur l'ensemble des votants, de la distance de Hamming à chaque vote.*

*Comme ces deux règles semblent trop extrêmes, nous les généralisons en un ensemble continu de règles de vote, par l'utilisation de l'opérateur de moyenne pondérée ordonnée (ordered weighted averaging OWA). Cette règle est paramétrée par un vecteur de poids, noté  $W$ , qui nous permet de modéliser des procédures de votes entre minisum et minimax. Nous nous intéressons aux vecteurs de poids non-décroissant, et en particulier aux vecteurs de la forme  $W(i) = (0, \dots, 0, 1, \dots, 1)$ , où  $i$  représente le nombre de 0. Nous étudions la complexité de la détermination d'un comité gagnant, et de l'ensemble des comités gagnant pour des règles associées aux vecteurs  $W(i)$ . Nous montrons qu'il est difficile de trouver l'ensemble des comités gagnant pour ces règles, sauf pour minisum avec un nombre impair de votants pour laquelle cela est facile. Enfin, nous prouvons la manipulabilité de ces règles quand elles sont paramétrées par des vecteurs non-décroissant, et strictement croissant.*

### Mots Clef

Choix social computationnel, Vote d'approbation, Moyenne pondérée ordonnée, Complexité, Manipulation.

### Abstract

*Approval voting is a well-known voting procedure used, among others, for electing committees, where each voter casts a ballot consisting of a set of approved candidates (without any cardinality constraint). Two prominent rules for electing committees using approval voting are the standard rule (also called minisum), which selects the set of candidates (possibly subject to some cardinality constraint) with the highest number of approvals, and the minimax rule, where the set of elected candidates minimizes the maximum, over all voters, of the Hamming distance to the voter's ballot.*

*As these two rules are in some way too extreme, we generalize them into a continuum of rules, by using ordered weighted averaging operators (OWA). The rule is parameterized by a weight vector  $W$ , which allows us to model voting procedures between minisum and minimax. We focus on non-decreasing weight vectors, and in particular, vectors of the form  $W(i)=(0,\dots,0,1,\dots,1)$ , where  $i$  is the number of 0's. We address the computational aspects of finding a winning committee and all the winning committees for rules associated with the  $W(i)$  vectors. We show that finding a winning committee for these rules is NP-hard whereas it is computationally easy for minisum. Finally, we address the issue of manipulating the rules when parameterized by non-decreasing and strictly increasing weight vectors.*

### Keywords

Computational social choice, Approval voting, Ordered weighted averaging, Complexity, Manipulation.

### Introduction

*Le vote par approbation est une procédure de vote aussi bien utilisée pour élire un vainqueur unique que des comités [1]. Chaque votant exprime ses préférences à l'aide d'un vote d'approbation qui consiste en un ensemble de candidats*

approuvés par ce dernier ( sans contrainte sur la cardinalité de l'ensemble). Un vote d'approbation peut être écrit sous la forme d'un vecteur binaire, qui indique les candidats approuvés par un votant. Lorsqu'il s'agit d'élire un vainqueur unique, le vote par approbation élit le candidat qui recueille le plus d'approbations (avec une règle de départage d'ex-aequo si nécessaire). Mais dans le cas d'une élection à vainqueurs multiples, il existe plusieurs méthodes pour trouver le comité gagnant, i.e., le sous-ensemble de candidats gagnant.

La méthode usuelle consiste à choisir les candidats selon leur scores d'approbation : dans le cas où le comité doit être de taille  $K$ , les candidats avec les  $K$  plus grand nombre d'approbations sont élus ; dans le cas où il n'existe pas de contrainte sur la taille du comité, les candidats approuvés par une majorité de votants sont élus.

Cependant, comme montré dans [2], cette règle peut être injuste avec certains votants, qui peuvent être en total désaccord avec le comité élu. Pour remédier à cela, ils définissent *minimax approval voting*, qui élit un comité qui minimise le maximum de la distance de Hamming aux votes ( écrits sous la forme de vecteurs binaires), sur l'ensemble des votants. La règle minimax paraît plus équitable que la méthode usuelle puisqu'elle minimise le désaccord du votant le moins satisfait. En remplaçant l'opérateur max par la somme dans la définition de minimax ( et en élisant ainsi le comité qui minimise la somme de ses distances de Hamming aux votes), on retrouve la définition de la règle usuelle, que les auteurs ont rebaptisée *minisum*.

Comme ces deux règles semblent trop extrêmes en un sens, nous les généralisons en un ensemble continu de règles de vote, par l'utilisation de l'opérateur de moyenne pondérée ordonnée (*ordered weighted averaging OWA*). L'opérateur OWA est un opérateur d'agrégation paramétré par un vecteur de poids, noté  $W$ , qui nous permet de modéliser de nombreux opérateurs comme maximum, minimum, moyenne arithmétique [3, 4]. Le score agrégé obtenu par OWA correspond à la somme pondérée ordonnée d'un vecteur de score initial avec le vecteur de poids.

Nous introduisons les règles de vote par approbation basées sur OWA, notées  $AV_W$ . Un comité gagnant pour  $AV_W$  est un comité qui minimise le score  $AV_W$ , qui correspond au score agrégé de l'OWA paramétré par  $W$ . Nous étudions un sous ensemble de  $AV_W$ , paramétré par des vecteurs de poids non-décroissant, qui permettent de modéliser de règles de votes qui se situent entre minisum et minimax. Dans un premier temps, nous étudions une famille simple d' $AV_W$ , paramétrée par les vecteurs de poids  $W(i) = (0, \dots, 0, 1, \dots, 1)$ , où  $i$  représentent le nombre de 0. Pour cette famille, nous présentons certaines propriétés vérifiées par les comités gagnant,

puis nous étudions la complexité de la détermination d'un comité gagnant, et de la détermination de l'ensemble des comités gagnant. Enfin, nous présentons des résultats de manipulation pour les règles  $AV_W$  paramétrées par des vecteurs de poids non-décroissant, ainsi que par des vecteurs de poids strictement croissant.

Cet article est lié à au moins trois courants de recherche. Le premier est une série d'articles en théorie du choix social qui étudie le vote par approbation à vainqueur multiple à l'aide de deux concepts, minisum et minimax, [5, 2, 6]. Il existe plusieurs procédures pour élire des comités avec le vote d'approbation, voir [7]. Plus généralement, notre papier traite des aspects algorithmiques des élections à vainqueurs multiples [8].

Le second courant de recherche est l'étude des moyennes pondérées ordonnées, définie dans [3]. Les OWA ont été étudiées dans de nombreux domaines, et en particulier en aide à la décision multi-critère et en décision dans l'incertain [9].

Le troisième courant de recherche est une série de travaux sur la manipulation et le comportement stratégique dans les élections à vainqueurs multiples [10]. L'aspect algorithmique des comportements stratégiques dans la règle usuelle de vote par approbation a été étudié dans [11]. Les travaux [12, 13] s'intéressent aux aspects algorithmiques de minimax, et aux conditions selon lesquelles une approximation de minimax est sensible (ou non) à la manipulation.

La règle minimax est aussi liée au domaine de l'agrégation de croyance, dont l'objectif est de combiner plusieurs informations provenant de différentes sources [14]. Plus de détails sur ce lien, ainsi que sur les aspects algorithmiques des règles de vote à vainqueurs multiples peuvent être trouvés dans [15].

## Références

- [1] S. BRAMS et P. FISHBURN. *Approval voting*. Springer, 2007.
- [2] S. BRAMS, D. KILGOUR et M. SANVER. "A minimax procedure for electing committees". In : *Public Choice* 132(3-4) (2007), p. 401–420.
- [3] R. YAGER. "On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking". In : *IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics* (1988), p. 183–190.
- [4] R. YAGER. "Families of OWA operators". In : *Fuzzy sets and systems* 59(2) (1993), p. 125–148.

- [5] S. BRAMS et J. NAGEL. “Approval voting in practice”. In : *Public Choice* 71(1-2) (1991), p. 1–17.
- [6] R. SANVER. “Approval as an Intrinsic Part of Preference”. In : *Handbook of Approval Voting*. Sous la dir. de J.-F. LASLIER et R. SANVER. 2010.
- [7] M. KILGOUR. “Approval balloting for multi-winner elections”. In : *Handbook of Approval Voting*. Sous la dir. de J.-F. LASLIER et R. SANVER. Springer, 2010, p. 105–124.
- [8] A. PROCACCIA, R. MEIR et A. ZOHAR. “On the complexity of achieving proportional representation”. In : *Social Choice and Welfare* 30(3) (2008), p. 353–362.
- [9] R. YAGER et J. KACPRZYK. *The ordered weighted averaging operators : theory and applications*. Kluwer Academic Publishers, 1997.
- [10] R. MEIR et al. “Complexity of Strategic Behavior in Multi-Winner Elections”. In : *J. Artif. Intell. Res.(JAIR)* 33 (2008), p. 149–178.
- [11] N. BARROT et al. “Possible Winners in Approval Voting”. In : *Proceedings of Algorithmic Decision Theory-13*. Springer Berlin Heidelberg, 2013, p. 57–70.
- [12] I. CARAGIANNIS, D. KALAITZIS et E. MARKAKIS. “Approximation Algorithms and Mechanism Design for Minimax Approval Voting”. In : *AAAI* (2010).
- [13] R. LEGRAND, E. MARKAKIS et A. MEHTA. “Some results on approximating the minimax solution in approval voting”. In : *AAMAS* (2007), p. 198.
- [14] S. KONIECZNY et R. PÉREZ. “Logic based merging”. In : *Journal of Philosophical Logic* 40(2) (2011), p. 239–270.
- [15] J. LANG et L. XIA. *Voting on combinatorial domains*. Cambridge University Press, 2014.

## Dossier I.A. et E.I.A.H.

Ce dossier, dédié aux interactions entre l'IA et les EIAH, est la suite d'une première journée EIAH et IA (<http://www.irit.fr/EIAH2013/index.php?page=journee-eiah-ia>), organisée conjointement par l'AFIA et l'ATIEF (<http://www.atief.fr>), qui s'est déroulée lors de la conférence EIAH 2013. Cette première journée, dont un compte-rendu a été publié dans le bulletin 84 de l'AFIA, est suivie en 2015 d'une seconde édition durant PFIA 2015 à Rennes.

Le terme EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain) désigne à la fois un logiciel (ou toute autre solution informatique) destiné à favoriser l'apprentissage humain, et le champ de recherche concernant ces solutions. Il s'agit d'un domaine de recherche pluridisciplinaire faisant intervenir des chercheurs en sciences de l'éducation, didactique, psychologie cognitive, et des chercheurs en informatique. Les premiers s'intéressent essentiellement aux aspects psychologiques, pédagogiques et didactiques de l'apprentissage humain dans un contexte informatique. Les seconds s'intéressent aux nombreux défis que les EIAH posent à l'informatique. Il peut s'agir de problèmes d'ergonomie ou d'ingénierie logicielle, mais bon nombre des questions informatiques en EIAH relèvent de l'IA. Les EIAH constituent en effet un excellent terrain d'application pour l'IA et soulèvent régulièrement de nouvelles problématiques s'inscrivant dans le champ de l'IA.

Les liens entre EIAH et IA sont anciens. Lors de la journée EIAH & IA de 2013, des regards croisés historiques entre EIAH et IA ont été analysés par les conférenciers invités, Monique Grandbastien et Serge Garlatti. Une frise temporelle en trois périodes a été présentée : 1970-1990, 1990-2000, 2000-2010. La première est caractérisée par une période fondatrice très riche (principes fondamentaux des Intelligent Tutoring Systems (ITS), forte fécondation mutuelle entre IA et EIAH, par exemple le système GUIDON présenté à IJCAI) et l'inexistence d'Internet. Les apports mutuels à souligner sont d'une part la représentation de connaissances (IA vers EIAH) et d'autre part les systèmes explicatifs et les solveurs pédagogiques (EIAH vers IA). La seconde période a vu le passage de ITS vers ILE (Interactive Learning Environments), et de EIAO (Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur) vers EIAH, et la jonction avec le courant hypermédia adaptatif (ELM-ART) grâce au développement d'Internet. Quelques apports mutuels sont à noter : l'adaptation d'une part (EIAH vers IA) et d'autre part le TALN et les mo-

dèles bayésiens (IA vers EIAH). La troisième période a généré une rupture en raison de l'explosion du web, des documents adaptatifs, des médias sociaux, de la nécessité du web sémantique, du Big Data, des Learning Analytics, etc. Des approfondissements ont aussi été menés sur les modèles de tutorat, les systèmes auteurs, les modèles d'apprenants, la gestion du contexte et de l'adaptation, liée à l'arrivée du mobile et de l'ubiquitaire. Quelques apports réciproques sont à noter : représentation du fonctionnement d'un système, besoin de liens avec les sciences cognitives, modélisation d'activités.

L'objectif de ce bulletin est de recenser les équipes de recherche françaises travaillant actuellement à l'intersection de l'IA et des EIAH, ainsi que les projets en cours, qui impliquent de nombreux partenaires industriels. Étant donné le caractère pluridisciplinaire de notre champ de recherche, il y a aussi de nombreuses collaborations avec des partenaires académiques dans les domaines des Sciences Cognitives et des Sciences de l'Éducation.

Parmi les nombreuses thématiques présentées dans ce bulletin, pour ce qui est des problématiques d'IA appliquées aux EIAH, on peut mentionner :

- Représentation des Connaissances (modèles) et Raisonnement à partir des modèles pour supporter l'apprentissage : développement de modèles de connaissances de référence, comportementaux, de contexte, d'adaptation, d'interactions, de scénarios pédagogiques, d'interaction dans des environnements composés d'agents humains et artificiels
- Interopérabilité et Web sémantique
- Systèmes multi-agents
- Acquisition de connaissances, algorithmes d'apprentissage automatique, fouille de données (Educational Data Mining)
- Compréhension et exploitation de documents textuels, traitement automatique de la langue
- Des mémoires organisationnelles vers les Apprentissages organisationnels (web 2.0)

Les problématiques de recherche en EIAH mettant en œuvre ces approches issues de l'IA sont les suivantes :

- Apprentissage mobile et ubiquitaire, scénarisation adaptative, interaction informée, communautés de pratique, apprentissage collaboratif (Web 2.0), formation professionnelle (simulateurs, réalité virtuelle), MOOCs, serious games

- Suivi de l'apprenant, modélisation/diagnostic des connaissances de l'apprenant (évaluation), analyse des traces d'interaction
- Outils auteurs pour l'enseignant, génération d'exercices
- Assistance aux acteurs de la situation d'apprentissage
- Sensibilité au contexte, adaptation, personnalisation

Nous remercions vivement l'ensemble des chercheurs qui ont contribué à ce dossier en présentant leurs travaux, ainsi que les rédacteurs en chef du bulletin pour leur aide bienveillante.

Serge Garlatti et Nathalie Guin

## Laboratoire Heudiasyc, Equipe ICI (Information Connaissance Interaction)

**Page web** : <http://www.hds.utc.fr/heudiasyc/recherche/equipe-ici>

**Contact** : Marie-Hélène Abel, [marie-helene.abel@utc.fr](mailto:marie-helene.abel@utc.fr)

L'équipe ICI (Information Connaissance Interaction) de l'UMR CNRS Heudiasyc mène des recherches sur l'instrumentation et l'opérationnalisation des connaissances dans les systèmes informatiques pour permettre une interaction cognitive entre ces systèmes et avec leurs utilisateurs. Les travaux menés entrent dans la thématique de l'ingénierie des connaissances et visent l'élaboration de technologies cognitives.

Les recherches développées dans le domaine ICI se divisent en deux axes : l'axe "connaissances et ressources numériques" et l'axe "connaissances et interaction". Les travaux en EIAH et intelligence artificielle se répartissent selon ces deux axes. Ils concernent, pour le premier axe, l'apprentissage organisationnel, les environnements collaboratifs et les communautés de pratique, et pour le second, l'apprentissage en mobilité et les environnements virtuels informés. Ils se placent dans le cadre de l'évolution et de l'interdépendance des technologies (Web 2.0, technologies mobiles, objets connectés, informatique ubiquitaire, réalité virtuelle, réalité augmentée, etc.). Ils sont plus particulièrement focalisés sur le développement de modèles de connaissance, de modèles comportementaux et de modèles d'interaction dans des environnements composés d'agents humains et d'agents artificiels, éventuellement situés. Ce problème est complexe du fait de la multiplicité des modèles et représentations qu'il implique, des nombreux supports informatiques rencontrés, souvent incompatibles entre eux, et de l'hétérogénéité des données et des formats.

L'équipe collabore avec de nombreux partenaires tels que des grandes entreprises (EADS, Continental, Renault), des PME (Emissive, MASA GROUP, ), des centres de formation (AFPA, APTH) et avec la startup compiégnnoise Reviatch issue de l'UTC qui possède une expertise dans la formation par les environnements virtuels.

Du fait de sa thématique fortement pluridisciplinaire, l'équipe collabore également avec de nombreux partenaires académiques sur des sujets complémentaires comme l'ergonomie cognitive, les sciences de l'éducation, le design d'interaction, ou encore la robotique (LATI, Université Paris Descartes ; CEA-LIST ; Italian Institute of Technology).

## Thèmes de recherche

Les thèmes de recherche de l'équipe en lien avec le domaine des EIAH concernent l'apprentissage organisationnel, l'apprentissage ubiquitaire, la scénarisation adaptative et l'interaction informée.

### *Apprentissage organisationnel*

La plateforme MEMORAE a été pensée et développée afin de faciliter l'apprentissage organisationnel et la capitalisation des connaissances à partir d'une modélisation sémantique.

Elle exploite la puissance des nouvelles technologies support à la collaboration (technologies web 2.0, tables tactiles, etc.) et s'appuie sur les standards du web sémantique. Le cœur de l'innovation concerne l'organisation autour d'une carte de connaissances de l'ensemble des ressources privées ou partagées, issues d'un processus formel ou informel au sein d'un groupe d'individus (équipe, service, projet, organisation, etc.). Il permet au sein d'un même environnement de lier espace de travail, espace social et espace d'apprentissage organisationnel.

<http://www.hds.utc.fr/memorae>

### *Environnements d'apprentissage ubiquitaires*

L'essor des périphériques mobiles a conduit à un nouveau paradigme d'Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) : les environnements d'apprentissage ubiquitaires. Tout comme beaucoup d'EIAH classiques, les environnements d'apprentissage ubiquitaires permettent souvent une médiation informatique entre l'apprenant et des connaissances propres au domaine d'apprentissage. Cependant, dans les EIAH ubiquitaires, cette médiation a lieu dans un contexte physique spécifique qui détermine en partie le déroulement des sessions d'apprentissage. L'apprenant agit parallèlement dans l'espace physique et dans l'espace numérique. Les objets de l'environnement physique, ainsi que les événements ou processus qui s'y déroulent, sont pris en compte pour fournir des informations adaptées ou proposer des interactions pertinentes.

Nous nous intéressons dans ce thème aux formes que peut prendre cette médiation dans le cas où les connaissances contextuelles ainsi que les connaissances du domaine d'apprentissage sont formalisées sémantiquement. Notre objectif est d'articuler ces deux types de connaissances afin de proposer aux apprenants des informations et des activités cohérentes tant sur le plan du domaine d'apprentissage que sur le plan contextuel.

*Scénarisation adaptative*

Dans ce thème, nos travaux visent à offrir :

- un champ large de situations et pas seulement des situations idéales mettant en œuvre les procédures prescrites. Nous cherchons à mettre en place des situations "écologiques", i.e. représentatives des situations observées sur le terrain, reflétant leur complexité, les aléas, etc. pour favoriser un apprentissage par essai-erreur et situé ;
- une palette riche de situations émotionnelles permettant de confronter les apprenants à des situations stressantes de terrain et d'augmenter leur implication dans leurs apprentissages.

Pour créer ces situations, les environnements virtuels doivent être peuplés de personnages virtuels capables de réagir à des situations fortement dégradées ou de les provoquer. Un système de scénarisation, prenant en compte ces personnages virtuels doit contrôler dynamiquement le niveau de tension et de difficulté de manière à ce qu'il reste adapté au profil et à l'activité de l'apprenant. Il doit pour cela assurer à la fois :

- la liberté d'action de l'apprenant permettant l'émergence de situations inédites,
- le contrôle dynamique de la simulation permettant de garantir des apprentissages,
- la cohérence des comportements permettant la validité écologique et l'explicabilité,
- l'adaptabilité de l'environnement virtuel et la gestion d'un grand nombre de personnages virtuels engagés dans des processus sociaux facilitant les processus de conception.

Concilier ces exigences constitue un véritable défi.

L'équipe s'appuie pour cela sur des travaux :

- en sciences humaines concernant la modélisation de l'activité humaine (cognition située COCOM, ergonomie cognitive, modèles d'émotions, de personnalité OCEAN, de relations sociales, fiabilité humaine, etc.);
- en didactique professionnelle (apprentissage situé, zone proximale de développement, situations-problèmes, étayage) ;
- dans le domaine de la narratologie.

Ces travaux sont opérationnalisés à l'aide de paradigmes et techniques issues de l'intelligence artificielle : ontologies, théorie de l'incertain, réseaux bayésiens, algorithmes génétiques, planification, reconnaissance de plan, systèmes multi-agents.

Ils ont permis de concevoir la plateforme générique HUMANS (HUman Models based Artificial eNvironments Software-platform) qui intègre des modèles de personnages virtuels autonomes dotés de processus cognitifs, sociaux et émotionnels, un moteur de scénarisation dynamique des si-

tuations d'apprentissage, un moteur de suivi de l'apprenant et un moteur de gestion du monde et de son fonctionnement.

*Interaction informée*

L'interaction informée s'appuie fortement sur des modèles à base de connaissance tout en considérant le couplage perception-action. Il s'agit d'adapter l'environnement en tenant compte des actions des utilisateurs, de leurs compétences et de leurs états cognitifs. Les travaux de l'équipe s'appuient notamment sur la théorie de la perception enactive, qui met en évidence l'intérêt de travailler sur un niveau de détail "efficace" de l'interaction, plus économique en temps de calcul car centré sur le "nécessaire" et non sur une copie de la réalité. Une transposition de cette théorie en informatique consiste à informer l'environnement virtuel, bien plus pauvre du point de vue perceptif, que l'environnement réel, et à modéliser les connaissances pour une interaction adaptative. Les travaux s'appuient sur la plateforme HIPEEE (Human Interaction Platform for Education, Engineering and Experience). Cette plateforme immersive est composée de logiciels et matériels spécifiques pour l'interaction 3D. Des interfaces de réalité virtuelle (gant cybertouch, capteurs IR, wand, écran stéréoscopique retroprojeté, bras haptique) permettent de réaliser des expérimentations afin de mesurer l'impact de l'immersion en environnement virtuel pour la formation. HIPEEE est constituée de plusieurs modules permettant la génération de retours sensoriels adaptatifs, la génération de comportements non verbaux pour la collaboration entre avatars humanoïdes, et l'annotation en environnement 3D.

**Projets en cours****Apprentissage organisationnel**

Le projet CESACO (Capitalisation d'ExpertiseS et Apprentissage en Contexte Organisationnel) vise à définir une plateforme logicielle comme soutien à l'apprentissage organisationnel et à la circulation des connaissances au sein d'une PME/TPE. Cette plateforme est développée sur la base des résultats d'une étude effectuée auprès des PME/TPE picardes qui a identifié les éléments favorisant la transmission des différents savoirs et savoir-faire dans l'entreprise, à savoir la prise de notes et d'annotations, souvent riches d'informations explicites et pratiques mais aussi implicites.

Contact : [marie-helene.abel@utc.fr](mailto:marie-helene.abel@utc.fr)

**Communautés de pratique**

Le projet COPTT, "Communities Of Practice for Teachers' Training / Communautés de pratique pour la formation des enseignants" (projet région Picardie, 2013-2016), porte sur la conception de l'IHM d'un système à base de cas à des-

tion d'une Communauté de Pratique d'enseignants. L'objectif est de définir une IHM malléable et adaptée en fonction du profil de l'utilisateur et de ses préférences. Un enseignant devra pouvoir décrire facilement un problème et obtenir facilement une réponse, à partir d'un logiciel de raisonnement à base de cas.

Contact : [philippe.trigano@utc.fr](mailto:philippe.trigano@utc.fr)

### Apprentissage informel en mobilité

Le projet CIME (Contextual Interactions in Mobility for Education, projet région Picardie 2013-2016) concerne l'apprentissage humain en situation de mobilité et plus précisément l'apprentissage ubiquitaire (mobile et pervasive). L'objectif est de concevoir des environnements informatiques d'apprentissage sur des dispositifs mobiles, tels que des tablettes numériques ou des smartphones, adaptables non seulement au profil des utilisateurs et à leur contexte cognitif, mais aussi au contexte physique dans lequel ils évoluent. Le domaine d'application est la visite de musée. Il fait suite au projet CALM [Gicquel & Lenne 2012] qui était centré sur l'exploitation de proximités sémantiques et contextuelles pour faciliter un apprentissage situé.

Contact : [dominique.lenne@utc.fr](mailto:dominique.lenne@utc.fr)

### Formation à la gestion de situations critiques

Le projet VICTEAMS (ANR 2014-2018) vise à proposer des modèles pour la création d'environnements virtuels peuplés de personnages virtuels autonomes, émotionnels et cognitifs destinés à former des équipes de premiers secours au triage de blessés suite à un afflux massif de blessés (i.e attentats, catastrophes environnementales, combats).

Le projet MacCoy Critical (ANR 2014-2018) vise à proposer une plateforme d'apprentissage pour la formation à des compétences non-techniques en situations critiques. L'objectif est d'améliorer les dispositifs de formation utilisant la simulation et les environnements virtuels dans deux domaines à forts enjeux en termes de santé publique et de sécurité (médecine et conduite automobile).

Le projet INCREDIBLE (région Picardie - FEDR 2014-2017) vise à proposer des modèles computationnels pour la scénarisation et la génération de récits interactifs en environnements virtuels pour la formation en environnements socio-techniques complexes.

Contact : [domitile.lourdeaux@utc.fr](mailto:domitile.lourdeaux@utc.fr)

### Apprentissage du geste

L'objectif du projet DESCRIPT (projet région Picardie 2013-2016) est de concevoir un environnement d'apprentissage et de production des gestes scripturaux.

Contact : [indira.thouvenin@utc.fr](mailto:indira.thouvenin@utc.fr)

### Publications récentes

- Qiang, L., Abel, M.-H., Barthès, J.-P. Modeling and Exploiting Collaborative Traces in Web-based Collaborative Working Environment, *Computers in Human Behavior*, Elsevier 396-408 (2014)
- Barot, C., Lourdeaux, D., Burkhardt, J.M., Amokrane, K., Lenne, D. (2013). Creating generic and adaptive Virtual Training Environments around human factors and ecological situations. *Presence* (32) 1-18.
- Barot C., Lourdeaux, D., Lenne, D. (2013). Using planning to predict and influence autonomous agents behaviour in a virtual environment for training. *ICCI\*CC 2013*. pp. 274-281.
- Carpentier, C., Lourdeaux, D., Mouttapa-Thouvenin (2013). Dynamic selection of learning situations in virtual environment. *ICAART 2013 : International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, pp.101-110.
- Deparis, E., Abel, M.-H., Abel, Lortal, G. (2013). A system to capitalize both social and documentary resources. *CSCWD 2013* : 581-586
- Fricoteaux L., Thouvenin I. (2013). "OSE : an Adaptive User Interface for Fluvial Navigation Training", *IEEE VR 2013*, Orlando.
- Gicquel, P.-Y., Lenne, D., Moulin, C. (2013). Design and Use of CALM : an Ubiquitous Environment for Mobile Learning During Museum Visit, *Digital Heritage 2013*, IEEE, Marseille, France, pp. 645-652.
- Gicquel, P.-Y., Lenne, D. (2013). Interactions contextualisées et contrôle pédagogique dans un environnement d'apprentissage ubiquitaire, *EIAH 2013*, Toulouse, France, pp 319-330.
- Gicquel P.-Y., Lenne D. (2012). Un modèle sémantique et contextuel pour l'apprentissage informel : application aux visites de musées, *RIA, Revue d'Intelligence Artificielle*, 26(3), 309-338
- Mahnane, L., Tayed Laskri, M., Trigano, P. (2012). An Adaptive Hypermedia System Integrating Thinking Style (AHS-TS) Model and Experiment, *International Journal of Hybrid Information Technology*, Vol. 5, No. 1, pp 12-28.

## Equipe IHSEV, Groupe TELCH, Lab-STICC, Brest

Page web : <http://www.labsticc.fr/le-pole-cid/ihsev/>

Contact : Serge Garlatti : [serge.garlatti@telecom-bretagne.eu](mailto:serge.garlatti@telecom-bretagne.eu), Ronan Querrec : [ronan.querrec@enib.fr](mailto:ronan.querrec@enib.fr)

### Thématiques de l'équipe

Ce groupe s'intéresse aux "nouvelles écologies" d'interaction Hommes/Machines. Elles sont fondées sur l'innovation en matière de services associant les "Rich Media", l'informatique mobile et ubiquitaire, la réalité virtuelle, le Web Social et Sémantique. Cette recherche met en œuvre les convergences de ces technologies. Elle s'intéresse aux domaines de la e-Education, E-Formation (apprentissage tout au long de la vie) et de la médiation culturelle pour des apprentissages formels et informels. Ces apprentissages et médiations culturelles sont fondés sur des médias sociaux et le web favorisant des activités collaboratives à partir de démarches par investigation et des approches connectivistes et sur la simulation des activités humaines se déroulant en environnement réaliste notamment pour l'apprentissage de procédures. Il s'agit de proposer des activités d'apprentissage, de médiation culturelle et/ou de travail pertinentes, ainsi que leur coordination, en fonction de la situation courante et/ou des situations passées (sensibilité au contexte). Nos travaux de recherche s'inscrivent dans les domaines de l'ingénierie des connaissances et de la réalité virtuelle, appliquées aux Environnements Informatiques d'Apprentissage Humain, aux Environnements Virtuels d'Apprentissage Humain (EVAH) et aux environnements informatiques de médiation culturelle. La démarche de recherche adoptée est à la fois flexible, pragmatique, itérative et intégrative. Cette démarche dite de Design-Based-Research est une démarche pragmatique, pratique, interactive, itérative et flexible, intégrative et contextuelle. Notre problématique se situe dans un contexte d'évolution permanente qui nécessite d'évaluer ces nouveaux usages pour en valider les principes et/ou pour les faire évoluer. La suite de ce document s'organise selon deux axes complémentaires qui sont en cours d'intégration : 1) la simulation des activités humaines pour l'apprentissage de procédures ; 2) Les médias sociaux et le web pour des activités collaboratives.

### *Simulation des activités humaines pour l'apprentissage de procédures*

Nos activités de recherche portent sur la modélisation des connaissances pour les agents autonomes en environnement virtuel. L'objectif est de concevoir des modèles génériques

qui permettent l'explicitation des connaissances nécessaires à l'exécution des comportements de ces agents. Les activités considérées sont les tâches procédurales et collaboratives. Les modèles que nous proposons permettent d'une part la simulation de ces activités humaines dans un environnement virtuel et permettent d'autre part, à des utilisateurs humains de prendre la place des agents en temps réel dans un but de simulation ou de formation. Notre cadre applicatif est l'apprentissage humain et la médiation culturelle. Les connaissances explicitées décrivent alors le modèle métier à transmettre mais également les connaissances spécifiques à la didactique ou à la pédagogie qui servent aux comportements d'agents autonomes jouant les rôles du formateur. La réalité virtuelle présente des propriétés intéressantes pour la formation et la médiation culturelle. En effet, de tels systèmes permettent de former et de sensibiliser des personnes sur du matériel sensible, coûteux ou non facilement disponible. La réalité virtuelle permet également de mieux contrôler les conditions de la situation simulée et introduit de nouvelles fonctionnalités pédagogiques telles que le rejeu ou la mise en évidence d'éléments de l'environnement. Toutefois les approches classiques, ne sont pas en mesure de contrôler réellement si l'apprenant a appris et ce qu'il a appris. Les problématiques que nous nous posons alors sont :

- Comment s'assurer que l'apprenant a appris ce qu'il devait apprendre ?
- Comment s'assurer que la situation d'apprentissage en réalité virtuelle permet cet apprentissage ?

Pour répondre à ces questions, nous nous inspirons des résultats d'expérimentations menées par l'équipe de psychologie et de sciences de l'éducation du CERV. Cette première expérimentation montre que l'apprentissage en environnement virtuel suit la même tendance que la courbe d'apprentissage classique. Ainsi on peut observer que le temps d'exposition des instructions et d'exécution des actions diminue avec le nombre d'essais. On considère que lorsque ces indicateurs n'évoluent plus l'apprenant a appris. Pour vérifier le transfert en mémoire à long terme, la même expérience est reconduite quelques semaines plus tard ; si les temps sont équivalents aux temps réalisés lors des derniers essais, alors on considère que le transfert a eu lieu. Notre objectif est de contrôler la situation pédagogique en environnement virtuel afin de réduire le nombre d'essais et/ou le temps des premiers essais. Housseye décrit une situation d'apprentissage par un triangle dont les sommets sont la compétence, le formateur et l'apprenant. Notre objectif est de modéliser, de réifier et d'instrumenter certains sommets et certains côtés du triangle.

1. Sommet compétence : Dans notre cas, le savoir à transmettre est un ensemble de connaissances déclaratives (savoir) ou procédurales (savoir-faire) mais également des comportements à respecter dans l'environ-

nement (savoir-être). Il s'agit donc bien de compétences et ce type d'apprentissage peut clairement tirer parti d'une situation d'apprentissage en réalité virtuelle. Nous proposons de réifier la description de ces compétences dans la situation d'apprentissage. Ainsi les participants (formateurs ou apprenants) pourront manipuler ces connaissances en cours d'exercices. Ces connaissances portent sur la structure de l'environnement virtuel et les comportements des entités qui le peuplent, ainsi que sur les procédures que les apprenants doivent acquérir pour le manipuler. Nous proposons pour cela le modèle MASCARET.

2. Relation pédagogie : La première relation qui nous intéresse est la relation de pédagogie qui lie le formateur à l'apprenant. Nous proposons un système d'agents dont la connaissance porte sur les stratégies d'apprentissage. Il s'agit de PEGASE, un système de tuteur intelligent qui s'appuie sur MASCARET pour raisonner sur l'environnement virtuel ce qui le rend indépendant de tout modèle métier. Le comportement adaptatif de PEGASE s'appuie sur les systèmes de classeurs.
3. Relation didactique : La seconde relation que nous étudions est la relation entre le formateur et la compétence ; il s'agit là de proposer au formateur des outils qui lui permette de jouer son rôle didactique et présenter la compétence de manière à aider l'apprenant à atteindre les objectifs pédagogiques fixés. L'outil principal utilisé par le didacticien est le scénario pédagogique. Nous proposons le modèle POSEIDON, un modèle de scénario pédagogique s'appuyant également sur MASCARET afin de rendre ce modèle indépendant des modèles métier spécifiques.
4. Relation apprentissage : La dernière relation est la relation d'apprentissage qui lie l'apprenant et la compétence. Nous considérons que les outils fournis au sein de l'environnement virtuel vont permettre cet apprentissage mais afin de mieux le comprendre, nous proposons de méthodes et des outils pour mener les expérimentations permettant de le prouver.

#### *Les médias sociaux et le web pour des activités collaboratives*

Les médias sociaux et le web impactent considérablement nos manières d'apprendre, d'interagir et d'échanger. Elle questionne également l'école et la médiation culturelle, et notre relation à la connaissance. Outils et usages permettent de créer des nouveaux environnements d'apprentissage et de médiation culturelle, personnels et en réseaux. La culture numérique réinvestit également les espaces physiques en proposant des pratiques collaboratives au travers de tiers-lieux. Cette présence dans les espaces physiques se prolonge

au travers des équipements mobiles qui permettent d'envisager les apprentissages partout, à tout instant et en fonction du contexte — notamment appelés apprentissages mobiles, ubiquitaires et/ou pervasifs. L'environnement d'apprentissage personnel (EAP) a ainsi émergé de la combinaison de média sociaux, de leur dimension sociale et de leur organisation pour gérer les apprentissages personnels. L'idée est que l'apprenant organise par lui-même son processus d'apprentissage, les outils qu'il se choisit en support, son réseau social, en soutien de ses objectifs propres dans une démarche réflexive. Il y a à la fois la reconnaissance de la responsabilité personnelle, les principes d'une démarche construite, réflexive et continue (favorisant notamment des démarches par investigation), et donc une démarche choisie de formation tout au long de la vie. C'est dans ce cadre que George Siemens et Stephen Downes ont développé une nouvelle théorie pédagogique, que l'on peut voir comme le prolongement du socio-constructivisme à l'ère du web, le connectivisme. Le réseau d'apprentissage est alors constitué d'interactions entre des personnes et avec des connaissances. Nous nous intéressons donc à la conception d'environnement d'apprentissages et de médiation culturelle fondés sur des média sociaux utilisant des démarches par investigation et le connectivisme dans des environnements ouverts de type MOOC. Dans un tel cadre, il est nécessaire de permettre aux apprenants Dans les environnements d'apprentissage les modèles peuvent avoir trois rôles : 1) les modèles comme outils scientifique : ils sont utilisés pour comprendre et prédire certains aspects de situations d'apprentissage ; 2) les modèles comme composants : les modèles correspondent à certains aspects de l'enseignement ou du processus d'apprentissage et ils sont des composants de l'environnement ; 3) les modèles comme base pour la conception : les modèles sont des représentation de certains processus de l'apprentissage et servent de fondement aux outils informatiques proposés. Dans nos travaux de recherche, les modèles remplissent les rôles 2 et 3 et sont fondés sur l'ingénierie des connaissances. Il s'agit donc de représenter explicitement des connaissances mises en jeux lors des apprentissages. Nos activités de recherche portent donc sur des problématiques d'acquisition et de représentation de connaissances, de sensibilité au contexte, d'adaptation et d'interopérabilité au niveau sémantique.

- Le développement d'ontologies pour les modèles de connaissances de référence, les modèles de contexte, les modèles d'adaptation, les modèles des interactions, les modèles de scénarios pédagogiques, les modèles d'utilisateur dont les graphes de connaissances personnels, prolongement des espaces d'apprentissage personnels.
- Le raisonnement à partir des modèles précédent pour supporter l'apprentissage.
- Le Web Sémantique et le Linked Data pour assurer l'interopérabilité, la réutilisation et le partage des

données, mais aussi la mise en contexte des données consultées et produites, des activités d'apprentissage, des traces d'usage, etc.

- La génération dynamique de tableaux de bord d'accompagnement tant pour l'apprenant que pour l'enseignant.

Nous avons donc conceptualisé et développé un environnement qui soutient l'apprentissage dans le contexte ouvert du Web, en adoptant les principes des environnements d'apprentissage personnel, permettant les interactions en groupes et en grand nombre. Cet environnement est fondé sur des modèles de connaissance, d'activité, des personnes et de leurs contextes. Nous avons développé un prototype de cet environnement appelé SMOOPLE, contraction de Semantic, MOOC, Pervasive, et PLE (pour Personal Learning Environment ou Environnement d'Apprentissage Personnel).

### Projet IVET

Ce projet est un projet financé par la société Diagnostica Stago. Il a pour objectif la réalisation d'un environnement virtuel pour l'apprentissage du fonctionnement des automates de la société. Mascaret est utilisé pour la conception de l'environnement virtuel.

### Projet SIFORAS

Ce projet FUI 11 (labellisé par 4 pôles de compétitivité) regroupe de grands industriels (Alstom, Dcns, Nexter, Renault, Snf). Il a pour objectif la réalisation d'outils et de méthodes pour concevoir rapidement des situations d'apprentissage en environnements virtuels à partir des outils de PLM des industriels.

### Projet EAST

Nous participons à ce projet e-Education du programme national "Investissements d'avenir". Il s'agit de développer des environnements interactifs 3D pour l'apprentissage de concepts, de gestes techniques et de procédures dans le domaine notamment des énergies renouvelables. Les autres partenaires sont le Cesi, l'Insa de Rouen, l'Afpa, Dassault Systèmes, etc.

### Projet Virtual Lab

Il s'agit d'un projet européen du programme Tempus. L'objectif est de fournir des outils de simulation pour l'apprentissage lié à la biologie et la médecine pour certaines universités du Caucase. Les autres partenaires sont l'université

de Westminster (Royaume-Uni), BioAnim (Slovénie), Université de Tbilisi (Géorgie), etc.

### Projet HUBBLE

Le projet ANR HUBBLE propose la création d'un observatoire pour la construction et le partage de processus d'analyse des traces e-learning massives. HUBBLE permettra aux différents acteurs d'analyser et d'expliquer les phénomènes d'enseignement et d'apprentissage. Les autres partenaires sont l'équipe MeTAH du LIG (Grenoble), Le LINA (Nantes), l'équipe SILEX du LIRIS (Lyon), l'équipe IEIAH du LIUM (Laval), OpenClassrooms (Paris), L'Institut français de l'Éducation (IFÉ, ENS de Lyon), Le laboratoire STEF (Paris)

### Projet MOOCTAB

Le projet ITEA2 MOOCTAB vise à créer une plate-forme pour tablettes dédiée à la formation tout au long de la vie (primaire, secondaire, supérieur et formation continue) en utilisant une plate-forme de MOOC on-demand. Les partenaires sont en France, Telecom Saint Etienne, Gemalto SA, IMMANENS, Mantano SAS, NXP SemiConductors, Viaccess-Orca, et en Turquie Bahcesehir University, KOBIL, TUBITAK, Ubit, Vestel Elektronik.

### Projet ORPHEE

Le projet de réseau ANR ORPHEE a pour ambition de :

- Constituer une communauté de l'e-formation en réunissant la grande majorité des acteurs du domaine ;
- Travailler à la structuration de cet ensemble et à la mise en synergie du potentiel des partenaires afin de le mobiliser de façon efficace et pérenne pour relever les défis de la e-formation ;
- D'articuler trois facettes : International, Entreprises et Formation et Expérimentations. Le projet concerne aussi bien la e-formation (incluant la formation tout au long de la vie) que la e-éducation (faisant référence à la formation initiale).

## Références

- [1] Mike SHARPLES et al. "Mobile and Accessible Learning for MOOCs". In : *Journal of interactive media in education* 4.1 (2015).
- [2] Mellet D'Huart D. et Querrec R. "Des environnements virtuels pour la mobilisation du corps et de l'apprentissage". In : France : PUF, 2015. Chap. Apprendre les techniques corporelles. ISBN : 978-2-13-061894-2.

- [3] Lilia CHENITI et Serge GARLATTI. "Ontology Based Support for Peer Assessment in Inquiry Based Learning". In : *International journal of technology enhanced learning 6.4* (2014). en attente de pagination - special issue on Technology Enhanced Formative Assessment (TEFA).
- [4] Simon CAROLAN, Morgan MAGNIN et Jean-Marie GILLIOT. "Un MOOC et ses partenaires - Remettre l'humain dans le massif". In : *TICE 2014 : 9ème colloque des Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement*. 2014, p. 1–8.
- [5] Simon CAROLAN, Morgan MAGNIN et Jean-Marie GILLIOT. "Engineering MOOCs for Future Engineers : Integrating MOOCs into Formal Learning Environments". In : *EMOOCs 2014 : 2nd MOOC European stakeholders summit*. 2014.
- [6] Le Corre F. et al. "A Pedagogical Scenario Language for Virtual Environment for Learning based on UML Meta-model. Application to Blood Analysis Instrument". In : *International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)*. Barcelone, Espagne, 2014.
- [7] Serge GARLATTI, Peter STURM et Olivier BOISSIER. *Reconnaissance des formes et intelligence Artificielle (Revue d'intelligence artificielle)*. T. 27. RSTI - série RIA. Revue d'intelligence artificielle, RSTI série RIA. Paris : Hermes, lavoisier, 2013. ISBN : 978-2-7462-4562-4.
- [8] Hoareau C. et al. "Evolution of cognitive load when learning a procedure in a Virtual Environment for Training". In : *6th International Cognitive Load Theory Conference*. Toulouse, 2013.
- [9] Querrec R., Vallejo P. et Buche C. "MASCARET : create virtual learning environments from system modelling". In : *Engineering Reality of Virtual Reality (SPIE Electronic Imaging Conference)*. San Francisco, USA, 2013.
- [10] Richir S. et al. "An industrial approach to design compelling VR and AR experience". In : *Engineering Reality of Virtual Reality (SPIE Electronic Imaging Conference)*. 2013.
- [11] Lilia CHENITI et Serge GARLATTI. "Semantic Web Technologies for Supporting Pervasive Peer Assessment". In : *TEFA 2014 : Workshop on Technology-Enhanced Formative Assessment*. <http://www.kbs.uni-hannover.de/tefa2013.html>, 2013.
- [12] Jean-Marie GILLIOT et al. "Le concept de iMOOC pour une ouverture maîtrisée". In : *EIAH 2013 : atelier thématique MOOC - Massive Open Online Course - État des lieux de la recherche francophone*. 2013.
- [13] Jean-Marie GILLIOT et al. "ITyPA, un premier MOOC francophone et connectiviste". In : *QPES 2013 : colloque questions de pédagogies dans l'enseignement supérieur*. 2013.
- [14] Ganier F. et Querrec R. "TIP-EXE : A Software Tool for Studying the Use and Understanding of Procedural Documents." In : *IEEE Transactions on Professional Communication* 55.2 (2012), p. 106–121.
- [15] Jean-Marie GILLIOT et al. "Tackling Mobile & Pervasive Learning in IBST". In : Verlag fur wissenschaftliche Literatur. Germany : F Franck & Timme, 2012. Chap. Innovative Methods for Science Education : History of Science, ICT and Inquiry Based Science Teaching, p. 161–180. ISBN : 978-3-86596-354-3.
- [16] Peter STURM et Serge GARLATTI. *Reconnaissance des formes et vision par ordinateur (Traitement de Signal)*. T. 29. Paris : GRETSI Lavoisier, 2012.
- [17] Le Corre F. et al. "CHRYSAOR : an agent-based intelligent tutoring system in virtual environment". In : *International Conference on Virtual Learning*. Roumanie. 2012.
- [18] Jean-Marie GILLIOT et Serge GARLATTI. "Écritures collaboratives pour des cours ouverts sur le web". In : *CIUEN : Colloque international de l'université à l'ère du numérique*. 2012.
- [19] Jean-Marie GILLIOT et al. "A Mobile Learning Scenario improvement for HST Inquiry Based learning". In : *Workshop Emerging Web Technologies, Facing the Future of Education*. Workshop in conjunction with www2012 conference. 2012.

## Equipe MIND / LITIS, Normandie Université

Page web : <http://www.litislabs.fr/equipe/mind/>

Contact : Laurent Vercouter, [laurent.vercouter@insa-rouen.fr](mailto:laurent.vercouter@insa-rouen.fr)

### Thématiques de l'équipe

Les activités de recherche de l'équipe MIND du LITIS se situent dans le domaine des Systèmes Multi-Agents et des Agents Autonomes sur des problématiques de décision et d'interaction associant étroitement utilisateurs humains et agents logiciels au sein d'un même système. Les cadres applicatifs privilégiés de l'équipe sont les environnements informatiques pour l'apprentissage humain, les agents conver-

sationnels animés et la protection et l'accès à des informations sensibles.

Dans le cadre des environnements informatiques pour l'apprentissage humain, l'équipe a développé depuis une dizaine d'années des méthodes et algorithmes d'aide à l'évaluation via l'utilisation d'algorithmes d'apprentissages artificiels. Elle développe également des environnements de réalité virtuelle pour la formation, et travaille sur les systèmes de tuteurs intelligents. Enfin, le développement des MOOCs (Massive Open Online Courses) et la démocratisation de l'accès aux connaissances appelle à la création de nouveaux modes de suivi et d'évaluation de l'apprenant.

### Evaluation de l'apprenant à l'aide d'algorithmes d'apprentissage automatique artificiel

**Objectifs :** Depuis plus de 10 ans, nous travaillons sur l'aide à l'évaluation des productions d'apprenant. Notre objectif est de concevoir des systèmes d'évaluation ou d'aide à l'évaluation qui d'une part laisse assez de liberté à l'apprenant tout en le limitant pour que l'analyse de ses productions soit possible, d'autre part nécessite de formaliser peu de connaissance du domaine et qui enfin nécessite de formaliser peu de connaissance pour chaque exercice.

Notre hypothèse de travail est que les productions d'apprenant contiennent intrinsèquement une partie de ces connaissances, et que leurs exploitations vont nous permettre de classer ou d'étiqueter automatiquement, et donc d'évaluer, ces productions.

Notre approche est de d'utiliser des algorithmes d'apprentissage artificiel (algorithmes de classification supervisée ou non supervisée, algorithmes de projection, etc.).

Alors que précédemment nous restreignons le domaine (cf. [1] et [2]) ou obligeons les apprenants à utiliser des outils spécifiques (cf. [3]), notre objectif aujourd'hui est d'être indépendant du domaine et d'utiliser des outils standards d'interrogation des apprenants. Nous concevons pour cela des algorithmes d'aide au remplissage de grilles critériées ([4] et [5]).

**Résultats :** Deux thèses soutenues (thèse de Fabien Deforme en 2005 [6] et thèse de Mariam Tanana en 2009) et une thèse en cours.



Fig. 1 : Projet EAST, environnement "éoliennes", ©Octarina

### EAST : Environnements d'Apprentissages Scientifiques et Techniques

**Partenaires :** CESI (porteur du projet), ORT, Dassault Systèmes, GDF Suez

**Financement :** Investissements d'avenir / CDC

**Objectifs :** Le projet EAST a pour ambition de redonner de l'intérêt aux jeunes pour les sciences et de revaloriser l'enseignement professionnel et technologique, grâce à un dispositif éducatif innovant basé sur l'étude d'objets ou systèmes techniques ou industriels réels. Ce dispositif s'appuie sur les technologies numériques de Dassault Systèmes pour proposer des environnements virtuels en 3D permettant d'apprendre en résolvant des problèmes concrets. Afin de donner du sens à l'apprentissage, les objets étudiés sont des objets qui contribuent eux-mêmes à résoudre les grands problèmes actuels (énergies renouvelables, transports non polluants, etc.). Les problèmes proposés autour de ces objets peuvent aller du niveau secondaire jusqu'à celui de l'ingénieur en passant par l'enseignement professionnel et technique, grâce au développement d'environnements virtuels accessibles au sein de centres de formations. Les outils de scénarisation proposés permettent alors d'adapter la formation au niveau et au cursus de l'apprenant, à partir d'un même environnement virtuel.

**Résultats** : La première version de l’environnement “éoliennes” a été livré par Emissive et testé au sein d’un centre de formation de l’AFPA. Une seconde version, dotée notamment d’un second agent virtuel autonome est en cours de développement.

### GE3D et système de tutorat intelligent.

**Objectifs** : Le projet GE3D et ses suites poursuivent un double objectif : intégrer un module de tutorat intelligent à un environnement 3D multi-utilisateur d’apprentissage à distance, et suivre et analyser le parcours de l’apprenant pour lui apporter une aide personnalisée dans le but de minimiser le risque d’abandon.

Le système combine des aides fournies par un tuteur machine ou un tuteur humain si nécessaire. Ce système d’aide à la décision bénéficie aux deux types d’acteurs que sont l’apprenant et le tuteur humain. Les traces de l’apprenant, traduites en traits sémantiques factuels, sont représentées dynamiquement par un système multiagents multicouche qui met en œuvre un raisonnement à partir de cas également dynamique.

**Résultats** : Une thèse en cours. Prototypes fonctionnels et validés de l’environnement 3D (GE3D) et de l’ITS.

### LOFAR - Lien entre Offre de Formation et Ressources Pédagogiques

**Partenaire** : Supelec

**Financement** : UNIT

**Objectifs** : Le projet SemUNIT a proposé une version Web Sémantique du schéma métadonnées SupLOMfr décrivant des ressources pédagogiques (<http://semunt.supelec.fr/>), mais ce travail n’avait pas encore été mené pour le schéma de métadonnées décrivant les parcours pédagogiques (CDMfr). Le projet LOFAR a donc pour objectif premièrement de proposer un schéma ontologique OWL de description de parcours pédagogiques (SemCDMfr), et deuxièmement de proposer un prototype tirant partie de deux ontologies (SemUNIT et une instance de SemCDMfr) pour proposer automatiquement des ressources pédagogiques UNIT compatibles avec des cours ou des parcours de formation (cf. [7]).

**Résultats** : Un premier prototype en cours de développement propose des ressources pédagogiques UNIT pour certains cours de l’INSA de Rouen (<http://lofar.insa-rouen.fr>).

### Références

- [1] Mariam TANANA et Nicolas DELESTRE. “Aide à l’évaluation diagnostique de travaux pratiques en électronique numérique en utilisant un algorithme d’apprentissage”. In : *Revue des Sciences et Technologies de l’Information et de la Communication pour l’Education et la Formation (STICEF)* 17 (2010), 22 pages. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00696303>.
- [2] Nicolas DELESTRE et Mariam TANANA. “Évaluation sommative de schémas électroniques à l’aide d’une distance utilisant les fréquences des motifs”. In : *Environnements Informatiques pour l’Apprentissage Humain*. Sous la dir. d’IRIT PRESS. Toulouse, France, 2013, p. 81–92, 978–2–917490–22–8. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00837993>.
- [3] Fabien DELORME et Gaëlle LOOSLI. “Un outil générique pour l’analyse automatique et la visualisation de productions d’apprenants”. In : *Technologies de l’Information et de la Communication dans l’Enseignement Supérieur et l’Entreprise(TICE’06)*. Toulouse, 2006.
- [4] Damien FOLLET et al. “A three-step classification algorithm to assist criteria grid assessment”. In : *NIPS 2013, Workshop Data Driven Education*. Lake Tahoe, Nevada, United States, déc. 2013. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00979140>.
- [5] Damien FOLLET et al. “Explicitation de connaissances tacites par évaluation assistée par ordinateur”. In : *Journée EIAH&IA 2013*. Toulouse, France, mai 2013, p. 1. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00824378>.
- [6] Fabien DELORME. “évaluation et modélisation automatiques des connaissances des apprenants à l’aide de cartes conceptuelles”. Thèse de doct. INSA de Rouen, 2005.
- [7] Nicolas DELESTRE, Nicolas MALANDAIN et Boulares OUCHENNE. “Une ontologie OWL pour le CDM-fr, Application à la Liaison entre Offres de Formation et Ressources pédagogiques”. In : *Technologies de l’Information et de la Communication dans l’Enseignement Supérieur et l’Entreprise(TICE’14)*. Béziers, 2014.

## Equipe MOCAH - LIP6, Université Pierre et Marie Curie

Page web : <http://seriousgames.lip6.fr>

Contact : Jean-Marc Labat, [jean-marc.labat@upmc.fr](mailto:jean-marc.labat@upmc.fr)

### Thématiques de l'équipe

**Positionnement** : Concevoir des environnements d'apprentissage performants nécessite de mener des recherches dans un cadre pluridisciplinaire. Sur un plan fondamental, ces recherches conduisent souvent à des évolutions conceptuelles des modèles en SHS liées aux nécessités d'explicitation propre à la construction d'un modèle informatique et aux réinterprétations faisant suite aux résultats des expérimentations et, réciproquement, ces évolutions sont source de nouvelles modélisations en informatique. Ces expérimentations en situation réelle conduisent l'équipe à mener aussi des recherches finalisées. Dans ce cadre, les objectifs de recherche sur lesquels l'équipe MOCAH (Modèles et Outils en ingénierie des Connaissances pour l'Apprentissage Humain) est plus particulièrement engagée ont trait à :

- la modélisation de l'apprenant (diagnostic et suivi dans un cadre pluridisciplinaire et en utilisant des modèles formels tels que les réseaux de Petri) ;
- la conception d'outils auteurs pour l'enseignant ;
- la conception de méthodes et d'outils pour concevoir et évaluer des environnements d'apprentissage par le jeu (serious gaming) dans lesquels l'objet même du jeu est le contenu à acquérir ;
- l'analyse de traces d'apprenants dans des MOOCs et environnements informatiques d'apprentissage humains à l'aide de techniques d'apprentissage automatique et de fouille de données.

Dans le cadre des serious games, nous avons ré-investi notre expertise dans les domaines du diagnostic cognitif, de la conception d'outils auteurs et nous avons introduit de nouveaux axes de recherche tels que l'ingénierie des jeux sérieux. En France, outre nos collaborations pluridisciplinaires reconnues, en particulier avec des chercheurs en didactique des mathématiques (projets Lingot et NéoPraEval) et en psychologie cognitive (co-encadrement d'une thèse), nous avons été une des premières équipes à travailler sur les jeux sérieux. A l'international, nous contribuons activement sur l'axe "outil auteur" en ayant fait adopter les extensions que nous proposons au standard IMS QTI (Instructional Management System - Question & Test Interoperability) par le consortium international du même nom.

### Thème 1 : Diagnostic cognitif de l'apprenant

**Positionnement scientifique** : Le diagnostic cognitif relève de problématiques fondamentales qu'il est indispensable d'aborder de manière pluridisciplinaire avec des chercheurs en didactique et en psychologie cognitive mais aussi de problématiques applicatives pour tester les modèles en situation réelle. L'équipe travaille en particulier sur le diagnostic cognitif en mathématiques, sujet sur lequel nous tentons de conjuguer diagnostic et remédiation. Une application pour accompagner les enseignants dans la gestion de la diversité cognitive de leurs élèves est maintenant diffusée sur la plateforme de e-learning LaboMep.

**Principaux résultats** : Le projet PépiMeP a permis de transférer des résultats de recherche dans une communauté d'enseignants et d'accompagner l'évolution des rapports entre conception, développement et usage de ressources en ligne, pour favoriser des apprentissages en mathématiques. Le premier résultat est l'adaptation d'un outil de diagnostic issu de la recherche dans le cadre du projet Pépite pour le mettre à disposition des enseignants et des élèves sur la plateforme en ligne LaboMep développée par l'association Sésamath, plateforme utilisée par un quart des enseignants de mathématiques de collège et par leurs élèves. Le second résultat consiste en la mise en place d'un système qui conseille l'enseignant pour organiser des séances différenciées d'apprentissage pour les élèves d'une même classe. Sur un plan fondamental, l'idée fondatrice du projet consiste à s'appuyer sur une analyse multidimensionnelle de la compétence algébrique à la fin de la scolarité obligatoire pour, d'une part, analyser sur le long terme l'enseignement dispensé aux élèves dans différentes institutions (collège, lycée professionnel, lycée) et, d'autre part, construire pour chaque élève, un profil cognitif permettant de situer les compétences qu'il a construites au cours de sa scolarité par rapport aux compétences que l'institution scolaire estime exigibles à ce niveau d'étude. Un important travail de modélisation entre informaticiens et didacticiens des Mathématiques a conduit à la réalisation de prototypes et d'applications, et à de nombreuses expérimentations dans les classes de mathématiques.

**Bilan** : Ce projet pluridisciplinaire a permis la conception d'une application originale et diffusée largement. Sur le plan scientifique, il a donné lieu à la soutenance de trois thèses en informatique et une thèse en didactique, 6 stages de M2-recherche et un stage d'ingénieur, ce qui montre aussi l'investissement de l'équipe dans la formation par la recherche.

### Thème 2 : Chaîne éditoriale pour réaliser et exécuter des ressources éducatives

**Positionnement scientifique** : La conception d'outils auteurs est une problématique appliquée mais essentielle pour faciliter, d'une part, la production des ressources à des coûts

acceptables et, d'autre part, leur adaptation au contexte par les enseignants, gage de leur appropriation et donc d'une meilleure espérance d'usage. Des questions liées à la réutilisabilité (indexation, granularité, interopérabilité) sont posées. C'est pourquoi nous attachons une grande importance au respect des standards internationaux, condition d'une exploitation plus pérenne des ressources réalisées. Nous avons rejoint le groupe international IMS-QTI, émanant du consortium IMS Global Learning, dans lequel nous sommes fortement impliqués. Les pays représentés dans le groupe IMS-QTI sont l'Allemagne, la Corée du Sud, les Etats-Unis, le Royaume Uni et la France, par l'intermédiaire de MOCAH. La définition de standards est une thématique très technique, indispensable pour aboutir à des réalisations concrètes mais qui se prête plus difficilement à publication.

**Principaux résultats :** L'équipe a pris en charge la diffusion du logiciel Combien? (<http://combien.lip6.fr/>) tout en y intégrant des améliorations à destination des enseignants : ajout de métadonnées, ajout d'exercices, sélection des exercices par les enseignants parmi ceux référencés dans la base. D'autre part, afin de permettre aux enseignants de créer des ressources interopérables, nous nous sommes focalisés sur la représentation de patrons d'exercices, sur leur édition et sur leur jeu. La spécification IMS-QTI 2.1 (Question & Test Interoperability) d'IMS a été choisie pour représenter des patrons d'exercices. Nous avons proposé des extensions à la spécification afin de permettre d'exprimer des contraintes n-aires entre paramètres. La Chaîne de Création de Contenus éducatifs (<http://qti-work.lip6.fr/>) qui en a résulté est composée : d'un éditeur, permettant à un enseignant d'éditer aisément un patron d'exercice ; d'un générateur de pages Web dynamiques, transformant les patrons d'exercices QTI 2.1 en pages Web dynamiques, où les valeurs des paramètres sont modifiées à chaque exécution ; d'une interface Web permettant de référencer les patrons d'exercices dans une base de données, cette base étant structurée à partir d'une taxonomie du domaine enrichie par un graphe de compétences associées au domaine ; d'un éditeur de tests permettant de créer des tests adaptatifs ; et enfin d'un générateur de page Web transformant les fichiers IMS-QTI 2.1 de tests en pages Web guidant l'utilisateur dans le parcours du test. Les outils de cette chaîne logicielle sont utilisés par les éditions POLE qui ont produit et mis en ligne plusieurs centaines d'exercices.

**Bilan :** Les extensions que nous avons proposées au groupe IMS-QTI ont été discutées, acceptées et sont intégrées dans la version d'IMS-QTI 2.1. L'éditeur de patrons d'exercices a permis de créer un ensemble d'exercices pour alimenter le benchmark du groupe IMS-QTI. Les générateurs de pages Web dynamiques ont permis d'exécuter sur des serveurs Web la plupart des exercices et des tests du benchmark,

témoignant ainsi de l'interopérabilité d'IMS-QTI 2.1 et de la robustesse de notre outil d'exécution des ressources.

### Thème 3 : Serious gaming

**Positionnement scientifique :** Dans l'équipe MOCAH, nous nous intéressons particulièrement aux jeux sérieux à métaphore intrinsèque, c'est-à-dire, des jeux vidéo où l'objet même du jeu est le contenu à apprendre. Ces systèmes mettent en œuvre des techniques de simulation et des algorithmes de résolution de problèmes et ont pour objectif de proposer une alternative intéressante aux EIAH classiques en améliorant les facteurs motivation et immersion qui sont indispensables à la réussite de tout apprentissage humain. Nous nous intéressons (1) à l'ingénierie des serious games en nous focalisant sur des problématiques de recherche relatives à leur conception et leur évaluation et (2) au suivi du joueur. La spécificité de l'équipe sur ce thème est de réinvestir nos compétences sur le diagnostic de l'apprenant et la conception d'outil auteur.

**Principaux résultats :** Un framework fondé sur le paradigme Entity-System a été conçu et réalisé pour le développement de serious games ; les connaissances du domaine y sont exprimées sous forme déclarative, ce qui est nécessaire pour que l'enseignant puisse adapter le serious game à son contexte. Un composant de diagnostic et de suivi du joueur a été également conçu et développé ; il s'appuie sur le comportement de l'expert modélisé au moyen de réseaux de Petri et sur une classification des erreurs pour caractériser les actions du joueur. En outre, nous avons proposé un cadre et des outils méthodologiques pour guider la conception des serious games en partageant les tâches entre les différents acteurs impliqués dans le développement : informaticiens, experts du domaine, game designers et enseignants. Ce cadre conceptuel favorise la communication entre les différents types d'experts grâce à un ensemble de patrons de conception.

**Bilan :** Le framework et la méthodologie sont d'ores et déjà utilisés pour la production des serious games d'une entreprise partenaire KTM-Advance. Le module de suivi du joueur a été expérimenté dans un serious game et dans 3 projets collaboratifs auxquels nous avons participé : Play&Cure pour la médecine, Donjons&Radon pour la physique en 5ième, et actuellement Play Serious (voir ci-dessous), démontrant ainsi une certaine généralité.

### Thème 4 : Fouille de données éducatives de plateformes d'e-learning et de MOOCs

**Positionnement scientifique :** La fouille de données éducatives (ou educational data mining — EDM) vise à appliquer des outils de fouille de données et d'apprentissage automatique à de grandes quantités de données éducatives. Les objectifs consistent notamment à prédire le succès ou l'échec d'un

étudiant à un cours, et à catégoriser les étudiants ayant des profils similaires, afin de produire des outils permettant une adaptation automatique du système visant une amélioration de la performance des apprenants, par exemple en proposant des exercices de remédiation adaptés ou en intervenant pour maintenir leur niveau de motivation.

**Principaux résultats :** L'équipe MOCAH a utilisé ces approches pour analyser les catégories d'apprenants produites par l'outil de diagnostic Pépite, de manière à proposer des améliorations automatiques des heuristiques utilisées. Ceci a notamment permis d'obtenir des diagnostics au fur et à mesure et avec un nombre réduit d'exercices, ouvrant la voie à l'ajout d'exercices de remédiation adaptés. De la même manière, dans le cadre du projet interne GroupMOOC, l'analyse de traces produites par plus de 3000 participants à un MOOC pendant 5 semaines ont permis de proposer des techniques de détection des apprenants en situation de décrochage dès la première semaine. Cette détection précoce permet d'envisager de diminuer l'attrition, problème récurrent des MOOCs, en associant à l'aide de techniques de clustering des apprenants ayant des profils démographiques et de participation aux forums similaires.

**Bilan :** Ces deux projets ont permis le recrutement d'un stagiaire de master pendant 6 mois et vont donner lieu à l'embauche d'un ingénieur pendant un an. L'implémentation des techniques développées a posteriori, au sein même des plateformes ayant généré les données utilisées (Pépite et MOOC), permettra bientôt d'évaluer la validité des approches.

## Projets en cours

### Projet Play Serious (PS)

**Partenaires :** sociétés KTM-Advance et Bernard Julhiet Group, association ORT France, Télécom ParisTech

**Financement :** FUI

**Objectifs :** Play Serious a pour but de développer des outils pour faciliter la conception et la réalisation de Jeux Sérieux Educatifs (JSE) notamment dans le domaine de la formation professionnelle des adultes.

**Résultats :** Dans le projet Play Serious, MOCAH a réalisé des travaux de différentes natures :

- Un guide méthodologique de conception fondé sur les patrons de conception ;
- Un framework fondé sur le paradigme entity-system appelé Genome qui permet de développer des jeux sérieux ;
- Un jeu sérieux Les Cristaux d'Éhère conçu et réalisé avec ce framework et qui est utilisé pour éprouver les différents outils proposés dans le projet ;

- Deux outils de modélisation et de conception de scénarios pédagogiques :
  - MoPPLiq (modélisation des parcours pédagogiques) est un modèle à la fois formel et graphique qui représente la scénarisation
  - APPLiq (adaptation des parcours pédagogiques) est un outil auteur permettant de manipuler des modèles MoPPLiq en maintenant leur cohérence grâce à une vérification et une compensation automatique de la planification.
- Un outil de diagnostic et de suivi de l'apprenant-joueur Laalys (learner activity analyser) qui s'appuie sur les Réseaux de Petri et les ontologies.
- En prenant comme cadre méthodologique l'approche Evidence Centered Design (ECD), l'équipe a également proposé deux modèles :
  - Un modèle du domaine représenté sous forme de graphe de compétences ;
  - Un modèle de l'apprenant-joueur calculé et mis à jour en utilisant les réseaux bayésiens.

## Projet NéoPraEval : Nouveaux Outils pour de nouvelles PRATIQUES d'EVALUATION et d'ENSEIGNEMENT des mathématiques

**Partenaires :** laboratoire de didactique André Revuz, laboratoire EDA

**Financement :** ANR

**Objectifs :** L'objectif de NéoPraEval est de concevoir des outils d'évaluation diagnostique automatique et des ressources appropriées aux besoins des élèves à destination des enseignants, afin de leur permettre de gérer l'hétérogénéité des apprentissages. Il s'agit d'un projet pluridisciplinaire impliquant des chercheurs en didactique des mathématiques, psychologie cognitive, informatique et éducatrice. Le projet est organisé autour de 3 tâches :

- Etude de la validité des outils d'évaluation et conception de dispositifs d'évaluation : basée sur une analyse des évaluations-bilans CEDRE conçues par la DEPP et de l'outil d'évaluation Pépite (issu du projet précédent PépiMeP). Cette analyse se fait selon deux aspects complémentaires : une approche statistique et une approche utilisant des techniques informatiques de fouille de données.
- Extension de dispositifs d'évaluation existants : en utilisant en particulier les algorithmes produits par l'application des techniques de classification automatique sur des données préalablement recueillies.
- Analyse des pratiques enseignantes en classe : en s'intéressant à la programmation des enseignements et à la régulation des apprentissages.

**Résultats** : L'équipe MOCAH intervient sur les 2 premières tâches et a d'ores et déjà démontré la possibilité de retrouver les résultats obtenus par l'outil Pépite en utilisant des techniques de classification supervisée. Ces résultats ont également permis de proposer une réorganisation des exercices et la possibilité d'établir des profils cognitifs d'élèves au fur et à mesure qu'ils répondent aux différents exercices, plutôt qu'uniquement à la fin de la session comme le propose actuellement Pépite.

## Equipe TWEAK, laboratoire LIRIS, Université de Lyon

**Page web** : <http://liris.cnrs.fr/tweak>

**Contact** : Amélie Cordier, [amelie.cordier@liris.cnrs.fr](mailto:amelie.cordier@liris.cnrs.fr)

### Thématiques de l'équipe

Les travaux de l'équipe TWEAK (Traces, Web, Education, Adaptation, Knowledge) s'inscrivent dans les disciplines de l'intelligence artificielle et de l'ingénierie des connaissances et explorent plus spécifiquement deux dimensions : les EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) et le Web. Nous nous intéressons en particulier à la co-évolution des systèmes utilisateurs-machines au sein des environnements informatisés, en adoptant un point de vue orienté connaissances. Nous évaluons nos propositions au travers de prototypes et d'outils que nous expérimentons dans plusieurs domaines allant de la cuisine aux MOOCs en passant par le web des objets.

Nous contribuons à la définition d'une ingénierie de la dynamique des connaissances dans laquelle des traces modélisées constituent une représentation de l'expérience et une importante source de connaissances. Nous proposons la notion de Systèmes de Gestion de Base de Traces (SGBT), spécifiée et mise en œuvre au sein d'une plateforme ouverte (<http://tbs-platform.org>). Ces outils, couplés à une instrumentation des systèmes informatiques tracés, placent l'utilisateur dans un rôle central pour la co-construction des connaissances. Nous développons donc le paradigme du raisonnement à partir de l'expérience tracée, et nous nous appuyons sur les sciences cognitives pour soutenir l'utilisation réflexive des traces d'activité. Nos travaux dans le domaine des EIAH concernent la co-conception d'EIAH, en prenant en compte les différents acteurs impliqués dans cette conception : auteurs, enseignants, apprenants, mais aussi l'EIAH lui-même. Nous proposons des outils permettant d'assister les différents utilisateurs, particulièrement pour accompagner l'élève dans son apprentissage et le pédagogue dans la création d'activités adaptées à ses besoins. Acquisition interactive de connais-

sances, exploitation des traces d'interaction, démarche générique et épiphyte sont les approches que nous privilégions. Nous travaillons en particulier sur des modèles permettant la personnalisation des EIAH, d'une part en élaborant un profil de l'apprenant à partir de ses traces et d'autre part en adaptant l'apprentissage, notamment à partir de ce profil. Cette adaptation peut passer par la génération d'activités adaptées ou la configuration d'EIAH, selon le profil de l'apprenant et les besoins pédagogiques de l'enseignant.

### Personnalisation des MOOCs

**Financement** : Mission CNRS COAT

**Objectifs** : Pour que les MOOCs puissent être mieux adaptés aux besoins individuels de chaque apprenant, nous souhaitons pouvoir d'une part élaborer un profil de l'apprenant à partir de ses traces d'interactions, et d'autre part mettre en œuvre des stratégies de personnalisation des parcours de MOOCs en fonction de tels profils d'apprenants.

**Résultats** : Le kTBS (kernel for Trace-Base System) est un système permettant la collecte, le stockage et les transformations de traces d'activités. C'est un logiciel open-source (<http://tbs-platform.org/ktbs>) qui sert d'implémentation de référence au méta-modèle de traces développé dans l'équipe depuis plusieurs années [Champin et al. 2013]. Il a notamment été déployé dans le MOOC Fovea (<http://anatomie3d.univ-lyon1.fr/webapp/website/website.html?id=3346735&pageId=223206>) afin de capturer les traces de centaines d'apprenants. Ces derniers, grâce à une extension installée sur leur navigateur (<https://github.com/fderbel/Trace-Me/>), peuvent contrôler quelle partie de leur trace (dans et hors de la plateforme du MOOC) ils souhaitent collecter. Cette extension leur permet également de visualiser leur trace et d'analyser leur activité à l'aide d'un certain nombre d'indicateurs. Mais elle permet également aux utilisateurs de définir leurs propres indicateurs, de les appliquer à leurs traces et de les partager avec d'autres. C'est donc une véritable pratique réflexive que ce système cherche à encourager.

Les traces produites peuvent ensuite être exploitées au sein d'un processus de personnalisation. Pour cela, nous proposons le langage naturel contrôlé SPARE-LNC, qui permet aux enseignants d'interroger plus facilement les traces pour définir les indicateurs qu'ils souhaitent voir dans le profil des apprenants. Ensuite, les enseignants peuvent définir leurs instances du modèle PERSUA2 pour la personnalisation des activités. Ce modèle repose sur la définition d'une stratégie pédagogique, liant des contraintes sur profils à des contraintes permettant de générer ou paramétrer des activités pédagogiques, associée à un contexte d'utilisation décrivant la séance de travail des apprenants. Pour pouvoir produire des activités

respectant les besoins des enseignants, nous nous appuyons sur l'approche GEPPETO qui permet d'acquérir les connaissances nécessaires à la génération ou à la configuration d'activités pédagogiques. Les activités proposées aux apprenants correspondent donc à leur profil mais également aux souhaits pédagogiques de leur(s) enseignant(s). Leur réalisation permettra de collecter de nouvelles traces pour relancer le cycle de personnalisation.

#### Références :

- Vers des traces numériques comme objets informatiques de premier niveau : une approche par les traces modélisées. P-A. Champin, A. Mille, Y. Prié. *Intellectica* (59) pp. 171-204. 2013.
- SPARE-LNC : un langage naturel contrôlé pour l'interrogation de traces d'interactions stockées dans une base RDF. B. Kong Win Chang, M. Lefevre, N. Guin, P-A. Champin. Dans IC 2015
- Mise en Place de la Personnalisation Dans le Cadre des MOOCs. F. Clerc, M. Lefevre, N. Guin, J-C. Marty. Rapport de recherche LIRIS RR-LIRIS-2014-012

#### Techniques de diagnostic des connaissances pour l'élaboration de profils d'apprenants

**Partenaires** : Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Société Educlever

**Financement** : Région Rhône-Alpes ARC 6, Investissements d'Avenir e-éducation 2

**Objectifs** : Pour élaborer un profil des connaissances et savoir-faire de l'apprenant, nous souhaitons mettre en oeuvre des techniques de diagnostic permettant d'estimer la maîtrise de l'apprenant sur un élément de connaissance ou de savoir-faire, à partir de l'analyse de ses productions.

**Résultats** : Dans le cadre du projet Cartographie des Savoirs (<http://www.cartodessavoirs.fr>), nous avons proposé une technique de diagnostic des compétences de l'apprenant fondée sur une représentation ontologique des savoirs et savoir-faire du domaine. Ce référentiel est modélisé par le LIG et s'appuie sur le modèle praxéologique. Pour chaque élément de ce référentiel, notre technique de diagnostic, qui est indépendante du domaine, calcule plusieurs valeurs estimant le taux de maîtrise de l'apprenant, en fonction de ses réponses à des activités mettant en oeuvre les savoir-faire recensés au sein du référentiel.

D'autres techniques de diagnostic de la littérature sont indépendantes du domaines, comme le "Knowledge Tracing" ou le "Constraint-based Modeling". Pour faciliter la mise en oeuvre d'une technique de diagnostic dans un domaine donné, nous avons, en collaboration avec le LIG, proposé un méta-modèle de techniques génériques de diagnostic, ainsi qu'une

méthode d'instanciation de telles techniques à un domaine donné. Le fait de pouvoir instancier plusieurs techniques génériques de diagnostic grâce à un processus unique permet également de les comparer afin de choisir la plus pertinente pour ce domaine.

#### Références :

- Assistance à la conception de techniques de diagnostic des connaissances. S. Lallé, V. Luengo, N. Guin. Dans EIAH 2013, Toulouse, France. pp. 203-214. 2013.
- Basing learner modelling on an ontology of knowledge and skills. S. Mandin, N. Guin. Dans IEEE ICALT'2014. Athènes. pp. 321-323. 2014.

#### Projet ASKER

**Partenaires** : Société OpenClassrooms, société Educlever, Claroline Connect

**Financement** : Investissements d'Avenir e-éducation 1, Mission CNRS COAT, Région Rhône-Alpes

**Objectifs** : Dans le cadre du projet CLAIRE (<http://www.projet-claire.fr/>), dont l'objectif était la conception d'une plateforme d'édition collaborative de contenus pédagogiques, nous souhaitons proposer un outil auteur de création d'exercices d'auto-évaluation, s'appuyant sur des générateurs d'exercices, afin de pouvoir produire un grand nombre d'exercices évaluant les mêmes compétences, pour que les apprenants puissent les passer plusieurs fois.

**Résultats** : Nous avons conçu ASKER (Authoring tool for aSsessing Knowledge genErating exeRcises), une plateforme de génération semi-automatique d'exercices d'auto-évaluation. Cet outil permet à l'auteur (généralement un enseignant) de créer un modèle d'exercices selon ses choix pédagogiques. Ce modèle est ensuite automatiquement instancié par les générateurs pour donner lieu à un grand nombre d'exercices différents évaluant tous les mêmes compétences. Les réponses aux exercices peuvent être évaluées automatiquement et instantanément par le système, ce qui permet à l'apprenant d'avoir un retour immédiat sur son niveau de maîtrise.

Les générateurs respectent l'approche GEPPETO. Ils ont donc la particularité de proposer des types d'exercices indépendants du domaine, ce qui permet de les utiliser à différents niveaux scolaires et dans de nombreuses disciplines. ASKER est actuellement intégré à la plateforme Claroline Connect et utilisé en première année de licence STS à l'Université Lyon 1. Afin d'alléger la charge de travail nécessaire à l'auteur pour définir les modèles d'exercices et les connaissances de diagnostic associées, nous cherchons à augmenter les générateurs via des connaissances du domaine acquises à la volée. La difficulté est d'identifier les connaissances du domaine utiles aux

auteurs, et de savoir comment les représenter pour faciliter leur création et leur usage par l'ensemble des auteurs.

#### Références :

- <http://liris.cnrs.fr/asker/index.html>
- Un outil auteur pour une génération semi-automatique d'exercices d'auto-évaluation. B. Cablé, N. Guin, M. Lefevre. Dans EIAH'2013, Toulouse, France. pp. 155-166. 2013.
- A Generic Approach for Assisting Teachers During Personalization of Learners' Activities. M. Lefevre, N. Guin, S. Jean-Daubias. Dans International Workshop on Personalization Approaches in Learning Environments (PALE) - Conference UMAP, Canada. pp. 35-40. 2012.

#### Projet PERLEA

**Objectifs** : Le projet PERLEA (Profils d'Elèves Réutilisés pour L'Enseignant et l'Apprenant) vise à trouver les moyens de permettre à des acteurs, éventuellement différents de leurs créateurs, de réutiliser des profils d'apprenants dans le but de proposer des exploitations mutualisées des profils à travers des activités personnalisées, adaptées aux besoins des enseignants et aux spécificités des apprenants, dans une démarche générique permettant de considérer différents niveaux scolaires et universitaires, ainsi que les disciplines les plus variées.

**Résultats** : Ce travail a donné lieu à la proposition de méta-modèles, modèles et processus qui traitent les étapes du cycle de vie des profils d'apprenants en s'appuyant sur le langage de représentation de profils d'apprenant PMDL. Nous avons opérationnalisé ces propositions théoriques dans des outils unifiés, qui, malgré la généralité de l'approche, prennent en compte les spécificités des différents acteurs. L'environnement Eprofilea propose en effet un ensemble d'outils génériques de gestion et d'exploitation de tout type de profils d'apprenants permettant à chaque enseignant de travailler avec ses propres profils selon ses besoins et ses habitudes de travail. Cet environnement comporte deux parties : d'une part la préparation de profils conformes à l'environnement, c'est-à-dire exprimés selon un même formalisme qui rend possible leur réutilisation, et d'autre part l'exploitation des profils ainsi uniformisés qui propose une personnalisation unifiée des activités pédagogiques et une personnalisation unifiée multi-aspects des activités sur les profils d'apprenants.

#### Références :

- <http://liris.cnrs.fr/stephanie.jean-daubias/projets/p-perlea.html>
- Ingénierie des profils d'apprenants. S. Jean-Daubias, HDR, Université Lyon 1, novembre 2011.

#### Projet AGATE

**Objectifs** : Le projet AGATE (an Approach for Genericity in Assistance To complex tasks) vise à proposer des modèles génériques et des outils unifiés pour permettre la mise en place a posteriori de systèmes d'assistance dans des applications existantes, notamment fortement orientées connaissances.

**Résultats** : Nous avons proposé un processus d'adjonction de systèmes d'assistance personnalisée dans une application existante de manière épiphyte. Ce processus est constitué de deux phases : la spécification de l'assistance qui concerne le concepteur de l'assistance et l'exécution de l'assistance pour les utilisateurs finaux de l'application. L'articulation entre ces deux phases est rendue possible par un langage pivot, aLDEAS, qui permet de spécifier l'assistance souhaitée sous la forme d'un ensemble de règles d'assistance. Nous avons mis en oeuvre ces propositions au sein du système SEPIA, constitué d'un éditeur d'assistance destiné au concepteur de l'assistance et d'un moteur générique d'assistance complété par un ensemble de détecteurs qui permettent d'observer en temps réel une application-cible et par un ensemble d'assistants épiphytes capables de réaliser des actions d'assistance dans une application-cible.

En parallèle d'applications variées de ce dispositif, nous souhaitons maintenant étudier l'articulation entre la généralité des modèles et outils du projet AGATE et la spécificité de certains contextes. Nous abordons pour cela prioritairement le cas des besoins d'assistance en contexte éducatif, en cherchant à ajouter une couche métier à nos outils, pour faciliter l'identification et la réutilisation d'usages typiques. Cette couche métier pourra prendre la forme de patrons ou de mécanismes d'acquisition de connaissances spécifiques aux EIAH et/ou au domaine enseigné.

#### Références :

- <http://liris.cnrs.fr/stephanie.jean-daubias/projets/p-agate.html>
- B. Ginon, L.V. Thai, S. Jean-Daubias, M. Lefevre, P.-A. Champin., Adding epiphytic assistance systems in learning applications using the SEPIA system, EC-TEL 2014. pp. 138-151.

#### Projet D3KODE

**Partenaires** : EDF UFPI (Unité de Formation)

**Financement** : Thèse CIFRE

**Objectifs** : Cette recherche avait pour objectif d'étudier comment l'exploitation de traces modélisées de l'expérience pouvait permettre d'accompagner un processus de gestion des connaissances lors de la formation qualifiante de Pilotes de Centrales Nucléaires.

**Résultats :** D3KODE est le résultat d'une recherche en ingénierie d'assistance à l'observation et à l'interprétation de situations d'apprentissage. Le contexte du projet est la formation des opérateurs de centrales électriques sur des simulateurs pleine échelle et s'intéresse en particulier à l'assistance aux phases de debriefing des formations. Le dispositif d'observation sémantique des "traces modélisées" (kTBS du LIRIS) a été exploité et enrichi pour réaliser D3KODE. D3KODE intègre les différents modules nécessaires à toutes les étapes : modélisation, collecte, transformation des traces, visualisation interactive, gestion des bases de traces. L'originalité de D3KODE est de permettre une navigation interactive non seulement dans une trace particulière, mais dans l'histoire des transformations de cette trace. Le dispositif fournit ainsi une capacité d'explicitation des interprétations unique dans ce type d'environnement de formation. Le travail a donné lieu à des expérimentations en situation réelle et la société EDF envisage de continuer la recherche dans un volet complémentaire s'intéressant à l'exploitation du retour d'expérience fondé sur l'apprentissage interactif à partir des traces des différentes formations débriefées.

#### Références :

- A framework for observation and analysis of learners' behavior in a full-scope simulator of a nuclear power plant - Approach based on modelled traces. O. Champalle, K. Sehaba, A. Mille, Y. Prié. Dans ICALT 2011, Athens, Georgia, USA. pp. 30-31. 2011.
- Capitalize and share observation and analysis knowledge to assist trainers in professional training with simulation Case of training and skills maintain of Nuclear Power Plant control room staff. O. Champalle, K. Sehaba, A. Mille. Dans CSEDU 2013, Aachen, Germany. pp. 627-632. 2013.

#### Projet AMBRE : Apprentissage de Méthodes Basé sur le Raisonnement à partir de l'Expérience

**Partenaires :** Laboratoire de Psychologie de l'Université de Provence, Laboratoire d'Informatique de Grenoble

**Financement :** programme interdisciplinaire du CNRS "Société de l'Information", Région Rhône-Alpes ARC 6

**Objectifs :** le projet AMBRE a pour objectif la conception d'EIAH destinés à l'enseignement de méthodes de résolution de problèmes fondées, dans un domaine donné, sur le classement des problèmes et des outils de résolution.

**Résultats :** Afin de permettre à un apprenant d'acquérir, dans un domaine donné, une méthode de résolution de problèmes fondée sur des classes de problèmes, nous avons proposé le cycle AMBRE, inspiré du raisonnement à partir de cas. Ce cycle incite l'apprenant à mettre en oeuvre un raisonnement par analogie pour résoudre un problème. Nous avons

développé des EIAH fondés sur cette démarche d'apprentissage, et en particulier l'EIAH AMBRE-add, appliqué aux problèmes additifs. Les EIAH du projet AMBRE s'appuient sur des systèmes à base de connaissances capables de diagnostiquer les réponses de l'apprenant et de lui fournir de l'aide ainsi que les explications associées à ses erreurs. Ces systèmes à base de connaissances sont conformes à des méta-modèles de connaissance sur lesquels nous nous appuyons actuellement pour concevoir un outil auteur qui permettra l'élicitation des connaissances nécessaires à un EIAH AMBRE.

#### Références :

- <http://liris.cnrs.fr/nathalie.guin/ambre.html>
- AMBRE-add : An ITS to Teach Solving Arithmetic Word Problems. S. Nogy, N. Guin, S. Jean-Daubias. Technology, Instruction, Cognition and Learning 6(1) pp. 53-61, Old City Publishing. 2008.
- Vers un outil auteur pour des EIAH destinés à l'apprentissage de méthodes : formalisation des connaissances à acquérir. A. Diattara, N. Guin, M. Lefevre, B. Kong Win Chang, V. Luengo. Dans TICE'2014, Béziers. pp. 180-185. 2014.

#### Projet ANETH, ANALYSE de Textes Hybride faisant coopérer connaissances formelles et non formelles

**Page web :** <http://aneth.limsi.fr/>

**Contact :** Anne-Laure Ligozat, [annlor@limsi.fr](mailto:annlor@limsi.fr)

**Partenaires :** Supelec

**Financement :** Digiteo

**Objectifs :** Ce projet vise à la mise en place des processus de compréhension et de raisonnement pour exploiter des documents textuels, faisant collaborer les niveaux textuel et sémantique, dédiés à la réalisation d'une tâche spécifique. L'application précise visée est l'aide à la production et à la correction de questions de cours pour des enseignants.

#### Thématiques du projet

De nombreuses informations sont désormais disponibles sous forme textuelle, semi-structurée (Wikipédia), ou structurée (sémantique, base de données...). Afin de permettre d'accéder à ces informations, nous nous proposons de considérer tous ces documents comme des sources de connaissances, qu'il s'agit de pouvoir exploiter. Notre cadre applicatif étant celui des environnements numériques de travail (ENT), les documents concernés seront des supports de cours des

quelques domaines sélectionnés (bases de données, programmation Java, droit informatique...). L'idée est de mettre en place 1) un enrichissement sémantique des documents, relié à des bases de connaissance de domaine (ontologie, taxonomies, ...), qui garde en permanence le lien avec les textes afin d'en fournir une contextualisation, puis 2) des modes d'exploitation de ces sources de connaissances pour produire des outils pour l'enseignement.

Les ENT sont de plus en plus utilisés, et permettent aux enseignants à la fois de mettre à disposition leurs supports de cours et de proposer des évaluations en ligne aux élèves. Néanmoins, ces évaluations doivent être créées manuellement, et corrigées également manuellement. Cela limite leur intérêt, à la fois pour les enseignants, pour qui cela demande un changement d'habitude sans apport notable, et pour les étudiants, qui n'ont pas forcément la possibilité de s'entraîner. Produire des questions automatiquement à partir de supports de cours, et faciliter voire automatiser leur correction constituerait un apport pour ces deux publics.

Les problématiques scientifiques que nous abordons actuellement portent sur l'extraction et la prédiction automatique de la qualité de distracteurs (les fausses réponses dans un QCM), et concernent la modélisation des notions d'homogénéité syntaxique et sémantique définies dans les règles de rédaction des QCM par des méthodes de traitement automatique de la langue et d'apprentissage automatique. Elles concernent aussi l'évaluation de réponses à des questions ouvertes, et notamment la modélisation d'inférences pour déterminer si une réponse est correcte ou non et prédire sa qualité.

#### Résultats :

- Analyse de supports de cours pour l'extraction de termes
- Annotation d'un corpus de QCM pour caractériser les items
- Une taxonomie des inférences pour relier une réponse correcte à une question
- Sélection automatique de distracteurs pour certains types de questions

## Projet APPATS : Améliorer la Persistance dans les Plateformes d'Apprentissage par la simulation en Santé

**Contact** : Marilyne Rosselle, [marilyne.rosselle@u-picardie.fr](mailto:marilyne.rosselle@u-picardie.fr)

#### Partenaires :

- CPA SimUSanté (Centre Hospitalier Universitaire), labellisé IDEFI

- équipe SDMA du MIS (Université de Picardie Jules Verne)
- équipe TRIGONE du CIREL (Université de Lille)
- équipe NOCE du LIFL (Université de Lille)

**Objectifs** : La problématique de ce projet est : **comment favoriser la réussite des apprenants utilisant un dispositif d'enseignement-apprentissage notamment dans un contexte de pédagogie active par la simulation dans le domaine de la santé**? Notre approche consiste à observer les comportements des apprenants, en particulier en évaluant leurs risques d'abandon ou, a contrario, leur **persistance** (autrement dit, le fait de persister dans leurs apprentissages).

Cette problématique nous conduit à examiner plus particulièrement deux sous-questions en relation avec l'intelligence artificielle.

En premier lieu, comment définir la notion de trace pertinente dans un " dispositif global " ? Nous distinguons en effet le " dispositif prescrit ", c'est-à-dire celui mis en place par l'institution ou l'équipe pédagogique (ici la plateforme du CPA SimUSanté), et le " dispositif global ", celui qui comprend le dispositif prescrit et tout ce que peuvent y ajouter les apprenants pour leurs apprentissages. Cette question correspond à une problématique de gestion des connaissances en exploitant des traces .

En second lieu, comment identifier un apprenant en difficulté ? Nous distinguons ici les difficultés liées au dispositif et celles liées à l'apprentissage. Notre approche repose sur le calcul d'un prédicteur pertinent. Ce calcul repose sur l'exploitation des Learning Analytics et de toutes sortes de traces, via l'utilisation de l'Educational Data Mining portant sur un nombre de données important. Ce calcul a vocation à être exécuté en quasi-temps réel, d'où la nécessité de mesurer l'efficacité des algorithmes mis au point.

**Résultats** : L'équipe NOCE a déjà travaillé sur l'évaluation du niveau de la collaboration ou sur le sentiment ambiant dans un groupe. Les phénomènes de suivisme, d'opinion collective, de leadership et plus généralement de comportements dans les groupes sociaux médiatisés sont au cœur de ses recherches.

Ces indicateurs ont pour vocation à être utilisés en complément d'une approche de type sciences sociales pour mieux comprendre les phénomènes collectifs. C'est précisément l'approche adoptée dans les recherches menées conjointement par le MIS et l'équipe Trigone du Cirel.

Le CPA SimUSanté s'appuie sur ses travaux sur la pédagogie médicale en lien avec la médecine d'urgence et les sciences de l'éducation.

#### Références :

- Using the length of the speech to measure the opinion. L. Lancieri, E. Lepretre, The 2013 IEEE/ACM Inter-

national Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM 2013), 2013

- Présentation d'une méthode et d'outils pour évaluer les perceptions des apprenants dans un MOOC. P.-A. Caron, J. Heutte et M. Rosselle, dans JOCAIR'2014, Amiens-Paris, France, juin 2014.

## Projet GIGA : Suivi d'élèves par apprentissage automatique

**Page web** : <http://www.andil.fr/giga>

**Contact** : Angela Bovo, [angela.bovo@supaero.org](mailto:angela.bovo@supaero.org)

**Partenaires** : IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse), société Andil, institut Juriscampus

**Financement** : Thèse CIFRE

**Objectifs** : Le but du projet est d'utiliser les outils de l'informatique, de la statistique et de l'intelligence artificielle pour donner aux pédagogues de meilleurs outils de suivi des élèves en formation e-learning et d'ingénierie des formations.

Notre premier objectif est d'améliorer les possibilités de suivi des élèves en cours de formation pour repérer les signes avant-coureurs menant à leur décrochage ou leur échec et en informer le responsable de formation. Nous avons jugé les outils actuellement fournis par les LMS comme insuffisants à ce niveau, car pas assez pratiques, synthétiques ni visuels.

Notre deuxième objectif est d'améliorer les formations mises à disposition des élèves. Nous souhaitons donc pouvoir évaluer la qualité des ressources fournies à l'élève, l'importance des connaissances pré-requises à la formation, de l'ordre de parcours des ressources pendant la formation, et de l'importance du niveau dans chaque sous-matière par rapport au niveau global. Nous souhaitons également extraire un parcours optimal à travers les ressources, et à estimer son importance [6].

Pour ces deux buts, nous allons procéder en définissant des indicateurs adaptés tirés de l'état de l'art, puis en utilisant des méthodes issues des domaines de l'extraction de données et de l'apprentissage automatique.

Nous pensons qu'une application réalisant ces objectifs pourrait également avoir plusieurs fonctionnalités souhaitables. Nous souhaitons donc également automatiser le travail du responsable du suivi des élèves, en automatisant la collecte de données sur les étudiants, voire une partie du retour de conseils envers les étudiants via un tuteur virtuel intelligent [8], et centraliser les données fournies par une formation en e-learning, qui sont actuellement dispersées, en un seul endroit de stockage.

**Indicateurs de suivi des étudiants** Nous avons déjà proposé des indicateurs qui nous semblent à la fois pertinents à notre projet et suffisamment génériques pour pouvoir être utilisés par d'autres. Ces indicateurs ont deux usages dans notre application : l'affichage à destination d'un humain, qui pourra associer cette note au niveau de l'élève dans le domaine en question ; et l'utilisation en tant qu'attribut pour les divers algorithmes d'apprentissage automatique que nous allons employer.

Les indicateurs que nous avons choisis sont basés sur plusieurs critères : les données disponibles dans les LMS et ailleurs, la facilité de compréhension par un responsable de formation mais aussi la couverture la plus complète possible de l'intégralité des activités d'un apprenant. En tant que tels, ils nous semblent donc à la fois pertinents à présenter à la communauté, mais aussi réutilisables par d'autres projets similaires au nôtre. Ils s'agrègent naturellement en grands thèmes dont la majorité concerne une quantité d'activité (présence en ligne, étude des contenus, participation aux activités notées, aux activités non notées et participation sociale) et un seul, les notes, vérifie que cette activité porte ses fruits. Ils sont présentés plus en détail dans [10].

**Utilisation de l'intelligence artificielle** Nous allons utiliser diverses méthodes d'apprentissage automatique. Le partitionnement de données peut détecter des groupes d'élèves de comportement semblable [3,5,7] afin de comprendre leurs spécificités. La classification automatique des élèves permettra d'essayer de comprendre ce qui fait la différence entre ceux qui réussissent et ceux qui échouent [7] et la régression permettra d'essayer de prédire la note qu'ils obtiendront à l'examen final [4]. Enfin, la prédiction de l'évolution des élèves en cours de formation pourra étendre encore la pertinence de notre suivi.

En plus des algorithmes classiques, nous voulons tester un algorithme innovant qui nous semble adapté à nos données : HTM (Hierarchical Temporal Memory), dans sa version Cortical Learning Algorithm [1], un algorithme de représentation de données inspiré du fonctionnement du néocortex humain. Il peut également être adapté à la création de comportement, comme tenté dans [2], et donc resservir pour la création d'un tuteur virtuel.

**GIGA, notre application** Notre proposition de solution prend la forme d'une application web du nom de GIGA, à destination des responsables de formation. En son état actuel, elle centralise les données des formations et permet de les examiner et de les analyser en utilisant nos indicateurs ainsi que des méthodes de l'intelligence artificielle. Elle pourra dans un deuxième temps servir de base à l'ajout des autres fonctionnalités que nous souhaitons développer (tuteur intelligent, ingénierie de formation). Elle est déjà commercialisée en l'état.

Pour les algorithmes classiques d'apprentissage automatique, nous utilisons les implémentations fournies par la bibliothèque libre Weka [9] via son API Java. Les autres choix d'implémentation et d'architecture sont présentés dans [10].

Nous avons fait attention à proposer une interface très visuelle, avec des graphiques pertinents, une colorimétrie permettant de détecter aisément si un élève est en difficulté par rapport à ses collègues, et une navigation facile à différents niveaux de granularité des données.

**Résultats** : Nous avons pu mener de premières expériences de partitionnement de données sur des données issues de formations réelles, grâce à notre institut de formation partenaire, avec la librairie Weka. Nous avons obtenu des groupes d'élèves., dont nous examinons les indicateurs pour analyser sémantiquement le partitionnement proposé. Les résultats de ces tests sont présentés dans [10].

**Conclusion et perspectives** Nous présentons un projet visant à utiliser les méthodes de l'intelligence artificielle pour répondre au double problème du suivi d'élèves en formation en ligne et de l'amélioration de ces formations. Dans le cadre de ce projet, nous avons été amenés à définir des indicateurs de suivi des élèves qui nous semblent à la fois pertinents à notre projet et suffisamment génériques pour servir à la communauté, et à proposer une application web répondant à une première partie de notre projet, déjà commercialisée et appréciée, et suffisante pour mener les premiers tests d'apprentissage automatique.

La suite du projet sera consacrée à la réalisation de tests plus étendus, à l'implémentation des algorithmes basés sur HTM-CLA et à la mise en place des outils d'ingénierie de formation, et à l'intégration de GIGA avec les autres produits d'Andil.

- 1 Numenta. HTM cortical learning algorithms. Technical report, Numenta, 2010.
- 2 D. Rawlinson and G. Kowadlo, Generating Adaptive Behaviour within a Memory-Prediction Framework, PLoS ONE, 7, (2012).
- 3 J. Taylor. Teaching and Learning Online : The Workers, The Lurkers and The Shirkers. Journal of Chinese Distance Education, (9) :31–37, 2002.
- 4 M. D. Calvo-Flores, E. G. Galindo, M. C. P. Jimenez, and O. P. Piñeiro. Predicting students' marks from Moodle logs using neural network models. Current Developments in Technology-Assisted Education, page 1 :586–590, 2006.
- 5 G. Cobo, D. García, E. Santamaría, J. A. Morán, J. Melenchón, and C. Monzo. Modeling students' activity in online discussion forums : a strategy based on time series and agglomerative hierarchical clustering. In Educational Data Mining Proceedings, 2011.

- 6 J. Lu. Personalized e-learning material recommender system. In Proc. of the Int. Conf. on Information Technology for Application, pages 374–379, 2004.
- 7 C. Romero, S. Ventura, and E. García. Data mining in course management systems : Moodle case study and tutorial. Computers and Education, pages 368–384, 2008.
- 8 G. Paviotti, P. G. Rossi, P. Zarka. Intelligent Tutoring Systems : An Overview. Pensa Multimedia, 2012.
- 9 Machine Learning Group at the University of Waikato. Weka 3 : Data Mining Software in Java, 2013. <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka>
- 10 L'apprentissage automatique comme base du suivi d'élèves et de l'amélioration de formations. Angela Bovo, Stéphane Sanchez, Olivier Héguay, Yves Duthen. Actes de la conférence EIAH & IA 2013

## Projet Kidlearn, équipe Flowers, INRIA Bordeaux Sud-Ouest et ENSTA Paris-Tech

**Page web** : <http://flowers.inria.fr/research/kidlearn/>

**Contact** : Manuel Lopes, [manuel.lopes@inria.fr](mailto:manuel.lopes@inria.fr)

**Membres du projet Kidlearn** : Pierre-Yves Oudeyer, Benjamin Clément, Didier Roy

### Objectifs

Avec la croissance soutenue des applications pédagogiques pour supports mobiles et des formations en ligne, la recherche d'efficacité des STI représente un enjeu majeur. Elle passe par une bonne calibration des contenus, une personnalisation des parcours d'apprentissage au plus près de l'apprenant et une optimisation de la motivation de celui-ci. Objectifs visés par le projet :

- Optimiser et personnaliser automatiquement les parcours d'apprentissage dans les STI, en minimisant les présupposés sur les apprenants et le domaine de connaissance.
- Proposer une nouvelle approche, utilisant des algorithmes de machine learning, de type bandit multi-bras.
- Optimiser la motivation des apprenants avec la théorie des motivations intrinsèques.

## Description

Notre stratégie est de proposer à chaque apprenant les activités qui lui font faire le plus de progrès. Ces activités ne sont pas nécessairement celles définies a-priori dans les modèles cognitifs et apprenants, ce sont celles repérées en temps réel, grâce aux résultats de l'étudiant, comme étant les plus efficaces pour celui-ci. Cette approche présente trois principaux avantages :

1. **Une faible dépendance vis à vis des modèles cognitif et apprenant.** Compte tenu du nombre d'élèves, des particularités de ceux-ci et du temps dont dispose l'enseignant, il est souvent très difficile pour celui-ci de comprendre toutes les difficultés d'un étudiant, d'identifier précisément ses points forts et ses points faibles, et donc de déterminer quelles activités peuvent lui apporter un gain maximal dans son apprentissage. Ces modèles ont souvent de nombreux paramètres et les identifier pour un étudiant donné est difficile, notamment à cause du manque d'informations. Il est intéressant de n'avoir qu'une faible dépendance vis à vis des modèles cognitif et apprenant, qui peuvent alors être moins précis, plus rapides à construire. Ceci nécessite que le STI explore et expérimente diverses activités afin d'évaluer leur potentiel didactique pour faire progresser l'apprenant concerné.
2. **La possibilité d'utiliser des méthodes efficaces d'optimisation,** qui ne font pas d'hypothèses spécifiques sur la façon dont les élèves apprennent et qui ont seulement besoin d'informations sur la progression de l'apprentissage estimée pour chaque activité. Nous faisons la simple hypothèse que les activités et leurs paramètres qui sont repérés comme fournissant un bon gain d'apprentissage, doivent être choisis prioritairement. Un formalisme efficace et bien étudié pour ce type de problèmes est celui du bandit multi-bras. Suivant une analogie avec des bandits-manchots dans un casino, à chaque étape du processus d'optimisation nous choisissons une des machines à sous, nous misons puis nous observons le gain qui s'ensuit, l'objectif étant de découvrir le meilleur bras. Nous sommes dans un processus d'exploration/expérimentation.
3. **Une motivation accrue.** Dans notre approche, les activités choisies doivent être en permanence celles qui possèdent le meilleur gain d'apprentissage pour l'étudiant qui travaille actuellement avec le STI. Cela permet non seulement d'utiliser des algorithmes d'optimisation plus efficaces, mais aussi d'offrir un parcours plus motivant pour les étudiants en proposant des activités de difficulté optimale, c'est-à-dire ni trop fa-

ciles, ni trop difficiles, mais légèrement au-dessus des capacités actuelles. Cette théorie des motivations intrinsèques est également connue sous le nom de zone proximale de développement.

Trois approches ont été comparées :

- une séquence d'exercices prédéfinie construite par un expert en didactique,
- la même séquence optimisée par un algorithme, RiARiT, utilisant des informations préalables sur la difficulté et les caractéristiques des tâches proposées,
- la même séquence optimisée par un autre algorithme, ZPDES, ne nécessitant aucune information sur les tâches.

Pour tester les différentes approches, nous avons construit un logiciel sur l'apprentissage de la monnaie, destiné aux élèves de CE1. Les élèves devaient composer des montants en euros par glisser-déposer de billets et de pièces disponibles. Les activités variaient selon les montants plus ou moins difficiles à composer, certains utilisant des valeurs de pièces ou de billets à lecture directe tels que 1, 2 ou 5, d'autres au contraire nécessitant de décomposer les montants, par exemple 3, 4, 6, 7, 8, 9, 23, ... Autres paramètres et modalités : valeurs entières ou décimales, présentation du prix (3€25 ou 3,25 €), énoncé oral et/ou affichage des montants, nombres et types de pièces et billets disponibles, usage de monnaie réelle (euros) ou de jetons sans unités.

Les compétences visées concernaient la connaissance de l'euro et de ses dérivés, l'addition et la soustraction de nombres entiers ou décimaux, la décomposition de nombres entiers ou décimaux, l'utilisation de la monnaie en situation réelle.

Des simulations avec des étudiants virtuels ont permis de tester les algorithmes et de constater comment et à quelle vitesse ceux-ci estimaient et proposaient les activités les plus pertinentes aux étudiants. Chaque expérimentation concernait une population de 1000 étudiants utilisant les différentes méthodes proposées, chaque étudiant étant amené à résoudre 100 exercices.

Les approches avec les algorithmes RiARiT et ZPDES se sont avérées plus efficaces que la séquence prédéfinie. A partir de celle-ci, les algorithmes pouvaient effectuer une réorganisation dynamique et modifier les paramètres des exercices, en exploitant pour cela leur exploration des résultats de l'élève.

La figure 2 montre l'évolution des niveaux de compétence des 1000 étudiants durant les 100 exercices.

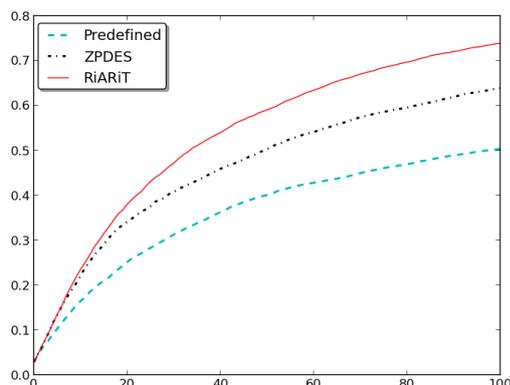


Fig. 2 : Les algorithmes RiARiT et ZPDES obtiennent de meilleures performances que la séquence prédéfinie, indiquant ainsi que l'optimisation du STI est effective

Dans ce travail, nous proposons une nouvelle stratégie pour optimiser et personnaliser les STI. Un algorithme efficace, qui trace les progrès d'apprentissage et propose les activités pertinentes en regard de ceux-ci, peut obtenir de très bons résultats. Il était prévisible que RiARiT, qui utilise plus d'informations, se comporte mieux que ZPDES, qui, sans aucune information, ne peut pas atteindre le plus haut rendement dans les cas courants, mais reste malgré tout étonnamment bon. Même en comparant avec une séquence d'enseignement optimisée, ZPDES montre une meilleure adaptation aux difficultés d'élèves.

Après une première expérimentation en situation réelle avec 100 élèves de CE1 ayant donné des résultats similaires aux simulations, nous avons réalisé une expérimentation auprès de 400 élèves de CE1, basée, comme la première, sur un logiciel d'utilisation de la monnaie mais plus élaboré, avec des activités plus variées. Deux tests papier, un en amont et un autre en aval, nous ont renseigné sur les progrès réels effectués par les élèves selon les trois stratégies proposées, et ont confirmé les résultats positifs obtenus précédemment.

## Référence

Clement B., Roy D., Oudeyer P.-Y., Lopes M., Multi-Armed Bandits for Intelligent Tutoring Systems, Journal of Educational Data Mining (JEDM), 2015 (<http://arxiv.org/abs/1310.3174>)

## Evaluation multicritère et distribuée pour l'apprentissage de procédures collective dans un jeu sérieux

**Contact** : Erwan Tranvouez, [erwan.tranvouez@lisis.org](mailto:erwan.tranvouez@lisis.org)

**Participants** : B. Espinasse, S. Fournier, A. Oulhaci, E. Tranvouez (Aix-Marseille Université, CNRS, LISIS UMR 7296, 13397, Marseille, France)

**Financement** : ANRT (thèse CIFRE), SII

**Objectifs** : Apporter des capacités d'évaluation multicritère et collective à des environnements de formation (jeu sérieux, simulation participative...), dans un contexte multi-acteurs en interaction ayant chacun un objectif de formation propre, afin de fournir un bilan des forces et faiblesses des apprenants. Cette évaluation tient compte du caractère distribué et hétérogène des informations nécessaires pour déterminer le degré de succès de l'apprentissage.

**Contexte et Résultats** : La contribution des Systèmes Multi-Agents pour les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) est ancienne (GDR I3 2012) (Lourdeaux et al. 2001), et porte sur le développement de tuteur individuel dans des Systèmes Tutoriel Intelligent, l'ajout de capacité de simulation d'acteur humain (Personnage Non Joués dans les jeux sérieux) (Oulhaci 2014) voire plus récemment pour l'amélioration de l'immersion des apprenants via des Agents Conversationnels Animés ou la prise en compte de facteurs émotionnels. Ce projet s'est intéressé à l'apport des SMA pour l'évaluation de l'apprentissage de procédures collectives, càd de procédures prédéfinies, devant être suivies dans un cadre réglementaire mais nécessitant également une bonne compréhension d'une situation donnée afin d'appliquer les procédures adéquates (Oulhaci 2013). Ces procédures s'inscrivent dans un processus si ce n'est collaboratif, impliquant a minima des interactions entre acteurs aux rôles et responsabilités différentes. Il s'agit, dans un premier temps, de prendre en compte le caractère distribué de l'évaluation de l'apprentissage (multi-acteurs, multi-critères, informations hétérogènes). Dans un second temps, les SMA peuvent également apporter une solution architecturale pour la mise en œuvre et l'intégration de cette capacité d'évaluation dans des environnements de formation préexistants. Le terme distribué dans un contexte d'évaluation peut qualifier tout aussi bien :

- *le contexte multi-acteurs de l'apprentissage*, impliquant une évaluation individuelle et collective des apprenants afin de vérifier que les actions individuelles des acteurs sont conformes au plan d'action prévu mais aussi la bonne coordination des acteurs ;
- *la distribution des informations* produites ou induites par les actions des acteurs, qu'il convient alors d'ac-

quérir et exploiter en vue de leur analyse et évaluation ;

- *le processus d'évaluation*, lui-même en ajoutant par exemple un processus de négociation (entre plusieurs tuteurs aux points de vue différents) afin de valider ou non l'apprentissage (Chadli 2014).

Dans le cadre de la thèse de M. Oulhaci, nous nous sommes intéressés aux deux premiers points en prolongeant le projet SIMFOR, un jeu sérieux multi-acteurs pour l'apprentissage de procédures collectives, dans un contexte de gestion de crise, ciblant des acteurs aux comportements attendus variant d'un acteur à un autre selon le rôle joué (pompiers, agents communaux...). Ainsi, contrairement à un apprentissage collectif d'un groupe d'apprenants d'un même corpus de connaissance, il s'agit ici de vérifier que chacun agit conformément aux procédures qui lui sont propres, et interagit au bon moment et avec les bonnes informations. Le recours à un jeu sérieux complète l'apprentissage in situ et présente l'avantage de pouvoir se déployer en fonction des acteurs humains en présence, en ajoutant des capacités de simulation adaptative de joueurs humains (afin de remplacer les absents) et d'évaluation individuelle et collective des joueurs humains. De fait, dans le cadre de la gestion de crise, les éléments d'évaluations sont de natures très diverses, symboliques et non symboliques (actions des joueurs, messages échangés vs données brutes), requérant des modalités de représentation différentes (machine à état, graphes d'interaction...) et des traitements adaptés à la nature de l'information et les objectifs d'évaluation. Afin de guider la conception de l'évaluation nous avons défini la notion structurante d'*Espace d'Evaluation* permettant de considérer un scénario de jeu à travers des vues différentes, chacune correspondant à un objectif d'évaluation particulier. Un Espace d'évaluation est défini par le quadruplet suivant :

- Modèles de Représentation des connaissances (Kw) : un espace est associé à un ensemble de modèles de représentation des connaissances similaires (modélisation de données, base de règles, réseau Bayésien...).
- Indicateurs (I) : représentant une donnée quantitative qui caractérise une situation en évolution (une action ou les conséquences d'une action) dont l'exploitation produira une évaluation.
- Métriques (M) : correspondant aux méthodes de calculs et les unités de mesure utilisées pour exploiter les connaissances. Il peut s'agir de comparer les résultats attendus des acteurs et leurs actions réelles (comportements, décisions, ...), ou la manière d'analyser un graphe d'interaction. Une métrique permettra donc de quantifier un indicateur en vue d'alimenter une évaluation.
- Modèle d'évaluation (AM) : Il y a différents modèles d'évaluation en fonction de l'espace et de sa repré-

sentation des connaissances. L'évaluation peut porter sur une action, sur une procédure ou bien globalement sur une session d'entraînement. Selon le modèle de représentation des connaissances, la production d'indicateurs peut requérir des méthodes issues de l'IA (heuristiques, appariement d'ontologies, inférences...).

Ainsi, un modèle d'évaluation (AM) peut être vu comme une fonction utilitaire qui produit un Indicateur I à partir d'un sous-ensemble de connaissances (exprimé selon un mode de représentation Kw) et sa métrique associée (M). Trois Espaces d'Evaluation pertinents pour la gestion de crise ont été identifiés :

- *L'Espace Comportemental* comprend les actions et les connaissances des acteurs, ainsi que les différentes informations sur les compétences et procédures à apprendre. L'évaluation portera sur les actions ainsi que les missions (groupement d'actions), via des indicateurs dédiés, en mesurant la performance individuelle et le respect des procédures (comparaison à un modèle de référence).
- *L'Espace Physique* représente le monde virtuel, avec les avatars des acteurs, les moyens mis à disposition des joueurs (voitures, téléphone...) et l'environnement (bâtiments, routes...). Il est représenté par l'interface 3D du jeu sérieux. Le traitement et la manipulation de ces données sont effectués en cours de jeu. L'évaluation consiste en l'agrégation de ces données via des expressions mathématiques (impact de la crise mesurant le degré de succès de sa gestion collective par exemple).
- *L'Espace Social* représente l'interaction (communication simple, coordination/coopération, ...) entre les différents acteurs intégrant ainsi le caractère collectif de l'apprentissage. L'espace social est représenté par un graphe basé sur le calcul d'une force d'interaction entre chaque acteur ainsi que le degré d'intégration des acteurs. Cet indicateur va déterminer si les acteurs ont bien communiqué avec les bonnes personnes

La caractérisation de ces espaces a permis d'établir une capacité d'évaluation riche reprenant les différents aspects d'une campagne de gestion de crise.

Une architecture multi-agents a également été conçue afin de permettre l'intégration du jeu sérieux SIMFOR permettant ainsi une certaine modularité et donnant la possibilité de faire évoluer un système existant sans remettre en cause l'investissement initial.

Le projet a donné lieu à une implémentation qui a pu être testée sur un groupe de joueurs non spécialistes de la gestion de crise, permettant de vérifier la faisabilité et l'intérêt de l'approche proposée. Une expérimentation plus poussée reste nécessaire afin de valider la démarche proposée.

- (Chadli et al. 2014) Chadli A., Bendella F., Tranvouez E. "A Two-Stage Multi-Agent Based Assessment Approach to Enhance Students' Learning Motivation Through Negotiated Skills Assessment", in : *Journal of Educational Technology & Society*, à paraître.
- (GDR I3 2012) Guessoum Z., Mandiau R., Mathieu P., Boissier O., Glize P., Hamry, M. Pesty, S. Picard G., Sansonnet J.-P., Tessier C., Tranvouez E. "Systèmes multi-agents et Simulation", in : GDR I3, Information, Interaction, Intelligence : le point sur le i[3], Cépaduès Editions, pp. pp. 76-120, jui 2012
- (Lourdeaux et al. 2001) Lourdeaux, D., Burkhardt, J.M., Bernard, F., Fuchs, P. "Relevance of an intelligent agent for virtual reality training". *International Journal of Continuous Engineering and Life-long Learning*, vol. 12, num. 1/2/3/4, pp. 131-143, 2002
- (Oulhaci 2014) Oulhaci A., Tranvouez E., Fournier S., Espinasse B., "A Multi-Agent Architecture for collaborative Serious Game applied to Crisis Management training : improving adaptability of Non Player Characters", *EAI endorsed transaction in Serious Game journal*, Vol 2, Mai 2014.
- (Oulhaci 2013) Oulhaci A., Tranvouez E., Fournier S., Espinasse B., "A Multi-Agent System for Learner Assessment in Serious Games : application to learning processes in Crisis Management", *Seventh IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science*, 2013, Paris

## Projet ReaderBench : un système d'analyse de la complexité du discours pour apprendre et collaborer

**Page web** : <http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/devcomp/projet/metacog.html>

**Contact** : Mihai Dascalu, [mihai.dascalu@cs.pub.ro](mailto:mihai.dascalu@cs.pub.ro)

**Partenaires** : ReaderBench est un projet démarré en continuité avec le projet LTfLL (7e PCRD, 2008–11, FP7–ICT–2007–1–4.1, Language Technologies for Life-Long Learning), dans lequel étaient impliqués les équipes de Stefan Trausan-Matu (Université " Politehnica ", Bucarest, Roumanie) et de Philippe Dessus (Université Grenoble Alpes, France). Ce système a constitué une grande partie de la thèse de Mihai Dascalu, doctorant en cotutelle avec les deux universités ci-dessus. Maryse Bianco et une partie de son équipe du projet ANR DEVCOMP a collaboré sur la partie analyse des auto-explications. Ensuite, deux équipes européennes ont plus

particulièrement investi le module d'analyse de discours collaboratif : celle de Carlo Giovannella (univ. de Rome, Italie), a de plus réalisé une localisation de ReaderBench en italien, et celle de Nic Nistor (LMU Munich, Allemagne). Par la suite, le projet a intégré l'éditeur français Hatier, qui a procuré des corpus de textes scolaires (romans, manuels scolaires) pour étalonner le module de complexité textuelle.

**Financement** : Ce projet a été partiellement financé par les fonds suivants : Agence Nationale de la Recherche (projet DEVCOMP dirigé par Maryse Bianco, LSE, Univ. Grenoble Alpes) et par le projet du 7e PCRD (FP7-REGPOT-2010-2011, 264207 ERRIC—Empowering Romanian Research on Intelligent Information Technologies).

**Objectifs** : L'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur et les technologies d'e-learning devenant de plus en plus populaires et intégrés dans des contextes éducatifs, le besoin se fait sentir de disposer d'outils d'évaluation automatique et d'aide aux enseignants ou tuteurs pour les deux activités, fortement couplées, de compréhension de textes et collaboration entre pairs. Bien qu'une analyse de surface de ces activités est aisément réalisable, une compréhension plus profonde et complète du discours en jeu est nécessaire, complétée par une analyse de l'information méta-cognitive de compréhension, disponible par diverses sources, comme par exemple les auto-explications des apprenants.

Dans ce contexte, nous utilisons un modèle dialogique issu des travaux de Bakhtine (1998) pour analyser les conversations collaboratives, et une approche théorique visant à unifier les activités de compréhension et de collaboration dans un même cadre, utilisant la construction de graphes de cohésion. Différentes méthodes d'analyse de la complexité textuelle, aux différents niveaux lexical, morpho-syntaxique, ou sémantiques sont mises en œuvre pour rendre compte de la complexité des textes. Enfin, la classification des auto-explications de compréhension de McNamara (2004), SERT pour Self-Explanation during Training, a été utilisée pour cadre de l'analyse des verbalisations consécutives à la lecture. Pour implémenter ces modèles, notre approche met en œuvre des techniques avancées de traitement automatique de la langue (Latent Semantic Analysis, Latent Dirichlet Allocation, et a pour but de formaliser une évaluation qualitative du processus d'apprentissage. Ainsi, deux perspectives fortement inter-reliées sont prises en considération : d'une part, la compréhension, centrée sur la construction de connaissances et les auto-explications à partir desquelles les stratégies de lecture sont identifiées ; d'autre part la collaboration, qui peut être définie comme l'implication sociale, la génération d'idées ou de voix en inter-animation dans un contexte donné.

**Résultats** : Le lecteur pourra consulter Dascalu (2013) pour une vue d'ensemble de la démarche entreprise. Une première fonctionnalité de ReaderBench consiste en l'analyse

automatique de l'emploi de stratégies de compréhension à partir des explications des élèves (transcrites de l'oral), en utilisant des méthodes de traitement automatique des langues. La comparaison sémantique entre les paragraphes du texte à lire et les verbalisations de compréhension des élèves permet de mettre au jour les stratégies de lecture (McNamara, 2004). Ainsi, l'élève (de collègue ou lycée) ou bien l'enseignant peuvent avoir une idée précise du niveau de compréhension du texte lu. On peut par exemple relever qu'un nombre trop important de paraphrases (répétition de portions de texte lu sans nécessaire compréhension profonde), se fait au détriment d'élaborations ou mises en relation, indices une compréhension de plus haut niveau. Diverses validations de ce module ont été réalisées, en comparant la classifications des verbalisations par des experts humains à celle du système (voir Dascalu et al., 2014a). Une deuxième fonction de Reader-Bench est l'évaluation de la complexité textuelle des textes analysés. Cette évaluation est une tâche très difficile compte tenu, d'une part, de la difficulté pour un enseignant de se mettre à la place du niveau de compréhension et de vocabulaire d'un élève et, d'autre part, de la difficulté de comparer un ensemble de textes selon ce paramètre. Néanmoins, pouvoir sélectionner du matériel de lecture qui soit accessible à un niveau scolaire donné est très important pour l'enseignant. Il existe des moyens, bien connus et plutôt fiables, de mesure de la complexité textuelle (les formules de lisibilité, voir Collins-Thompson, à paraître ; Nelson et al., 2012 pour des synthèses). Notre approche est, d'une part, de faire une analyse sur un grand nombre de dimensions, et de niveau très différent (des formules classiques de lisibilité, les techniques issues de l'évaluation automatique de copies, ainsi que des facteurs morpho-syntaxiques et sémantiques). De plus, les résultats font l'objet d'une classification automatique (utilisant la méthode Support Vector Machine), à partir d'un ensemble de textes préalablement classés par un expert humain. Une validation de ce module a été récemment réalisée (Dascalu et al., 2014b). La troisième et dernière fonction de Reader-Bench est l'évaluation automatique de processus d'apprentissage collaboratifs, déjà amorcé avec PolyCAFe, le système développé dans le projet précédent (LTFL), analyse sémantiquement le contenu des tours de parole dans les chats ou forums et représente l'apport de chaque protagoniste et le degré de collaboration, de polyphonie entre eux. De nombreuses possibilités d'évaluation sont possibles, comme l'importance individuelle (liée à un participant donné) ou collective (liée à l'ensemble de la conversation) de tours de parole. Des éva-

luations de ce module via des productions de communautés de pratiques ont été réalisées (Pradeau & Dessus, 2013 ; Nistor & Fischer, 2012).

## Références

- Bakhtine, M. M. (1998). *La poétique de Dostoïevski*. Paris : Seuil.
- Collins-Thompson, K. (to appear). Computational assessment of text readability : A survey of current and future research. *ITL International Journal of Applied Linguistics*.
- Dascalu, M. (2013). *Analysing discourse and text complexity for learning and collaborating*. (Unpublished PhD Thesis), Univ. Grenoble Alpes/Univ. Polytechnica Bucharest, Grenoble/Bucharest. Available at [http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/97/84/20/PDF/40241\\_DASCALU\\_2013\\_archivage.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/97/84/20/PDF/40241_DASCALU_2013_archivage.pdf)
- Dascalu, M., Dessus, P., Bianco, M. & Trausan-Matu, S. (2014a). Are automatically identified reading strategies reliable predictors of comprehension ? In S. Trausan-Matu, E. Boyer, M. Crosby, & K. Panourgia (Eds.), *12th Int. Conf. on Intelligent Tutoring Systems (ITS 2014)* (pp. 456-465). New York : Springer, LNCS 8474.
- Dascalu, M., Stavarache, L. L., Trausan-Matu, S., Dessus, P. & Bianco, M. (2014b, 10-12 nov.). Reflecting comprehension through French textual complexity factors. *26th IEEE Int. Conf. on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI 2014)*. Limassol (Cyprus).
- McNamara, D. S. (2004). SERT : Self-Explanation Reading Training. *Discourse Processes*, 38, 1-30.
- Nelson, J., Perfetti, C., Liben, D., & Liben, M. (2012). Measures of text difficulty : Testing their predictive value for grade levels and student performance. Washington, DC : Council of Chief State School Officers.
- Nistor, N., & Fischer, F. (2012). Communities of practice in academia : Testing a quantitative model. *Learning, Culture and Social Interaction*, 1(2), 114126.
- Pradeau, A. & Dessus, P. (2013). Genèse d'une communauté de pratique d'étudiants issue d'un forum de discussion : participation, conscience d'autrui et engagement mutuel. *Revue Internationale des Technologies en Pédagogie Universitaire*, 10(2), 38-48.



## SOMMAIRE DU BULLETIN N° 86

<b>Editorial</b> .....	3
<b>Compte-rendu du congrès RFIA'14, partie I.A. (CNIA)</b> .....	4
<b>Résumés des conférenciers invités à CNIA'14</b> .....	7
<b>Prix du meilleur article à CNIA'14</b> .....	8
<b>Dossier I.A. et E.I.A.H.</b> .....	11

## CALENDRIER DE PARUTION DU BULLETIN DE L'AFIA

<i>Hiver</i>	<i>Été</i>
Réception des contributions: <b>15 décembre</b>	Réception des contributions: <b>15 juin</b>
Sortie le <b>31 janvier</b>	Sortie le <b>31 juillet</b>
<i>Printemps</i>	<i>Automne</i>
Réception des contributions: <b>15 mars</b>	Réception des contributions: <b>15 septembre</b>
Sortie le <b>30 avril</b>	Sortie le <b>31 octobre</b>