



HAL
open science

PERSUA2, un modèle pour unifier le processus de personnalisation des activités d'apprentissage

Marie Lefevre, Stéphanie Jean-Daubias, Nathalie Guin

► **To cite this version:**

Marie Lefevre, Stéphanie Jean-Daubias, Nathalie Guin. PERSUA2, un modèle pour unifier le processus de personnalisation des activités d'apprentissage. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Conférence EIAH'2011, 2011, Mons, Belgique. pp.369-380. hal-00605767

HAL Id: hal-00605767

<https://hal.science/hal-00605767v1>

Submitted on 4 Jul 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PERSUA2, un modèle pour unifier le processus de personnalisation des activités d'apprentissage

Marie Lefevre, Stéphanie Jean-Daubias, Nathalie Guin

Université de Lyon, CNRS
Université Lyon 1, LIRIS, UMR5205, F-69622, France
{prenom.nom}@liris.cnrs.fr

RÉSUMÉ. La personnalisation de l'apprentissage est une tâche complexe et longue à mettre en œuvre puisqu'il existe une grande variété d'activités pédagogiques portant sur des sujets d'étude différents ainsi que des situations pédagogiques diverses. Afin d'aider les enseignants dans cette tâche de personnalisation, nous leur proposons un outil qui permet à la fois de personnaliser des séances de travail sur papier et des séances de travail sur des logiciels pédagogiques. Cet outil prend en compte les spécificités de chaque apprenant, mais également les buts et les habitudes pédagogiques des enseignants. Pour cela, notre outil s'appuie sur le modèle PERSUA2, un modèle permettant une PERSONNALISATION Unifiée des Activités d'Apprentissage. Dans l'article, nous présentons les principes du modèle PERSUA2 et illustrons comment l'exploiter.

MOTS-CLÉS: personnalisation de l'apprentissage, outil d'aide à l'enseignant, approche unifiée, modèle.

1. Introduction

La personnalisation de l'apprentissage consiste à modifier les activités que l'on propose à un apprenant en fonction d'une situation pédagogique donnée. Cette situation pédagogique comprend les spécificités de l'apprenant, les buts pédagogiques de l'enseignant et le contexte dans lequel se déroule l'apprentissage (en classe, en autonomie, avec ou sans logiciel pédagogique, etc.) [TCHOUNIKINE 09]. La personnalisation est une tâche complexe et longue à mettre en œuvre d'une part parce qu'il existe une grande variété d'activités papier, ainsi qu'une grande variété des logiciels pédagogiques portant sur des sujets d'étude différents, et d'autre part, car les situations pédagogiques sont très diverses.

Afin d'aider les enseignants dans cette tâche de personnalisation, il semble pertinent de leur fournir un outil qui permette à la fois de personnaliser des séances de travail sur papier et des séances de travail sur des logiciels pédagogiques. Cet outil doit permettre de prendre en compte les spécificités de chaque apprenant, mais doit également prendre en compte les buts et les habitudes pédagogiques des enseignants. Proposer un tel outil implique donc de savoir exploiter les informations disponibles sur les apprenants pour prendre en compte leurs individualités ; d'être capable d'adapter une activité pour prendre en compte les besoins et habitudes pédagogiques d'un enseignant ; et d'identifier les connaissances nécessaires pour choisir de faire travailler un apprenant donné sur une activité donnée.

Les scénarios d'usage présentés dans la section 2 illustrent les difficultés rencontrées par les enseignants dans leur tâche de personnalisation. La section 3 présente les forces et les faiblesses des approches proposées pour les aider. Dans la section 4, nous décrivons l'approche que nous proposons afin de fournir un outil d'aide à la personnalisation. Dans la section 5, nous présentons les principes du modèle PERSUA2 sur lequel s'appuie notre outil. Dans la section 6, nous parlons des évaluations que nous avons menées avant de discuter de nos propositions dans la section 7. Nous concluons cet article en présentant les perspectives soulevées par ce travail.

2. Scénarios d'usage

Nous présentons ici deux scénarios montrant les enjeux de la personnalisation des activités pédagogiques dans les pratiques des enseignants : le premier concerne l'aide personnalisée à l'école primaire, le second concerne la combinaison de la remédiation et de l'approfondissement dans une même séance. Nous reviendrons sur ces scénarios lors de l'évaluation de nos propositions pour montrer en quoi elles peuvent changer ces situations.

Prenons tout d'abord l'exemple de Rémi, enseignant de CE2, qui possède en début d'année les résultats des évaluations nationales en français et en mathématiques effectuées par ses élèves en fin d'année de CE1. Il fait par ailleurs utiliser le logiciel de résolution de problèmes additifs AMBRE-add [GUIN-DUCLOSSON et al. 02] à ses élèves, en autonomie. Dans l'établissement où enseigne Rémi, une aide personnalisée est proposée aux élèves en difficulté. Pour cela, les enseignants identifient les élèves concernés et forment des groupes de cinq élèves. Chaque élève concerné bénéficie d'une heure de soutien en plus des heures de cours, dispensée par un autre enseignant que le sien et d'une heure de soutien pendant les heures de cours. Pour préparer le contenu de ces séances de soutien, les

enseignants se rencontrent une heure par semaine. Ainsi, chaque enseignant fixe les objectifs à atteindre par ses élèves et fournit à ses collègues la liste des exercices à faire contenant des exercices tirés des livres d'exercices qu'il possède. Rémi souhaiterait s'appuyer sur toutes les informations dont il dispose sur les connaissances de ses élèves (données issues des évaluations nationales et profils d'élèves créés par le logiciel AMBRE-add) pour proposer des séances de remédiation soit sous forme papier, soit avec des logiciels d'apprentissage adaptés à chacun des élèves concernés par les séances de soutien.

Prenons ensuite l'exemple de Fred, professeur d'anglais au collège, qui ne fait actuellement ni remédiation, ni approfondissement avec ses classes de trente élèves. Il souhaiterait, avec chacune de ses classes, faire une séance d'une heure en salle informatique durant laquelle il séparerait la classe en deux groupes : les élèves ayant des difficultés dans le premier et les autres dans le second. Pendant la première demi-heure de chaque séance, le groupe d'élèves sans difficulté apprendrait du nouveau vocabulaire grâce au logiciel VocabOne [VOCABONE 10]. De son côté, il ferait travailler le groupe d'élèves en difficulté sur des points non compris précédemment grâce à des exercices papier et des discussions orales. Durant la seconde demi-heure, il échangerait les groupes. Les élèves en difficulté passeraient sur ordinateur pour faire des activités adaptées à leurs difficultés de prononciation sur le logiciel Sephonics [SEPHONICS 10], tandis que lui travaillerait avec les autres élèves pour approfondir des notions vues en cours. Dans tous les cas, il souhaiterait que les logiciels s'adaptent automatiquement aux besoins des élèves.

Ces deux scénarios montrent la lourdeur du travail à faire si un enseignant souhaite créer des séances adaptées aux informations qu'il a sur ses apprenants : celui-ci doit d'une part traiter lui-même ces informations, et d'autre part, apprendre à manipuler différents outils (générateurs et/ou interfaces de paramétrage) pour obtenir des ressources adaptées à ses élèves et à ses buts pédagogiques.

3. Approches relatives à la personnalisation de l'apprentissage

En EIAH, les travaux sur la personnalisation cherchent à répondre à des besoins. Les approches proposées peuvent être considérées selon les trois critères d'analyse [LEFEVRE 09].

La prise en compte des individualités des apprenants peut se faire à travers l'utilisation de stéréotypes [VINCENT et al. 05] ou de profils d'apprenants [MITROVIC 98]. Dans les deux cas, la difficulté consiste à capturer les données pertinentes concernant les apprenants et à donner les moyens à l'enseignant ou au système mettant en œuvre la personnalisation d'accéder facilement à ces données.

La prise en compte des besoins et habitudes pédagogiques des enseignants est possible lorsque ceux-ci utilisent des outils auteurs [VAN JOOLINGEN et al. 03], définissent des scénarios pédagogiques [PERNIN et al. 04] ou paramètrent eux-mêmes les logiciels pédagogiques [MURRAY 03]. Mais l'hétérogénéité des systèmes constitue en elle-même une limite du point de vue de l'enseignant. En effet, pour adapter des activités de diverses provenances (issues de générateurs, décrites dans des scénarios, contenues dans des logiciels, etc.) à ses buts pédagogiques, l'enseignant doit apprendre à utiliser l'interface de nombreux outils.

L'affectation d'une activité à un apprenant peut être faite automatiquement par le système [MITROVIC 98], ou manuellement soit par l'apprenant [MELIS et al. 01], soit par l'enseignant [DUCLOSSON et al. 05]. D'une manière générale, les choix pédagogiques intervenant dans la personnalisation, et donc dans l'affectation d'une activité à un apprenant, doivent être faits par l'enseignant si l'on souhaite que la personnalisation mise en œuvre corresponde à ses buts et besoins pédagogiques. Or, rares sont les systèmes qui permettent de prendre en compte ces besoins.

Notre analyse de l'existant ne nous a pas permis de trouver d'approche permettant de proposer un outil unique aidant la personnalisation des activités pédagogiques proposées aux apprenants, à partir de leurs profils, tout en respectant les spécificités du contexte pédagogique. Elle nous a par contre permis de souligner les limites des approches actuelles pour la personnalisation de l'apprentissage. Tout d'abord, pour exploiter des informations sur les apprenants issues de sources diverses (évaluations papier, observations de l'enseignant, profils issus de logiciels pédagogiques) un enseignant doit actuellement traiter ces informations lui-même, pour chaque apprenant. Ensuite, pour générer des exercices papier ou paramétrer plusieurs logiciels, les enseignants doivent apprendre à manipuler différents outils (générateurs ou interfaces de paramétrage). Enfin, il est actuellement impossible de personnaliser automatiquement les logiciels pédagogiques s'ils ne possèdent pas de module dédié gérant cette personnalisation.

Pour dépasser ces limites, il est nécessaire de s'intéresser aux trois verrous suivants : la charge de travail d'un enseignant quand il traite les informations relatives aux apprenants ; l'hétérogénéité des outils de personnalisation des activités pédagogiques (générateurs d'exercices papier et paramétreurs d'EIAH) ; et l'impossibilité de personnaliser des logiciels existants n'ayant pas prévu cette adaptation.

4. Notre approche pour la personnalisation de l'apprentissage

Nous proposons une personnalisation unifiée de l'apprentissage, ayant pour support un outil unique utilisé par l'enseignant. Cet outil intègre les diverses informations sur les apprenants et permet d'adapter les activités aux besoins pédagogiques de l'enseignant, à travers une interface unique. Pour cela, cet outil s'appuie sur des modèles de personnalisation définis en fonction des buts pédagogiques de chaque enseignant.

Nous défendons l'idée qu'il est possible de formaliser les différents éléments nécessaires à la mise en œuvre de cette approche. Tout d'abord, les informations relatives aux apprenants issues de sources diverses peuvent être représentées dans un même formalisme afin de construire des profils d'apprenant [JEAN-DAUBIAS et al. 09], qui peuvent ensuite être contraints pour n'en sélectionner qu'une partie permettant d'identifier, par exemple, une difficulté particulière [LEFEVRE 09]. De même, la création d'activités, papier ou logicielles, repose sur des modèles implicites ou explicites, qui peuvent être formalisés [LEFEVRE 10]. En s'appuyant sur cette formalisation, le modèle PERSUA2 présenté dans la section suivante permet à chaque enseignant de définir son propre modèle de personnalisation en fonction de ses pratiques éducatives.

Cette approche de personnalisation unifiée repose sur différents niveaux de modèles, certains devant être définis par des experts et d'autres par des enseignants. L'un des

avantages de la formalisation de la personnalisation est qu'elle permet à chaque enseignant de matérialiser son expertise pédagogique sous forme de modèles explicites. Ces modèles peuvent alors être partagés, échangés et réutilisés par les enseignants.

5. PERSUA2 : un modèle pour une PERSONNALISATION Unifiée des Activités d'Apprentissage

Le modèle PERSUA2, décrit formellement dans [LEFEVRE 09], permet à l'enseignant de définir à la fois une stratégie pédagogique et un contexte d'utilisation de cette stratégie (cf. Figure 1). La stratégie pédagogique permet de prendre en compte les informations sur les apprenants pour mieux leur affecter des activités. Le contexte d'utilisation permet de prendre en compte les contraintes liées au contexte dans lequel la séance se déroule. Ainsi, grâce à PERSUA2, l'enseignant peut créer des séances de travail adaptées aux apprenants et conformes à ses propres buts pédagogiques.

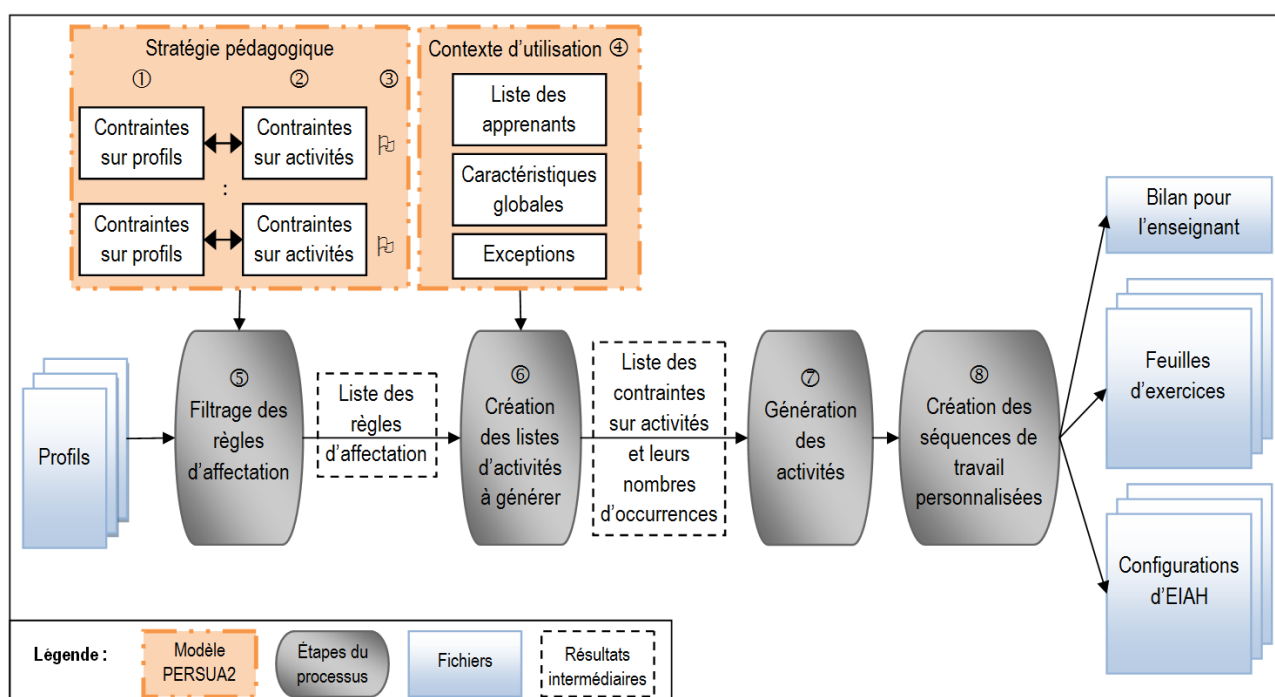


Figure 1. Principe du modèle PERSUA2 et de son processus d'exploitation

Une **stratégie pédagogique** définit comment affecter des activités aux apprenants. Cette affectation est décrite à l'aide d'un ensemble de liens hiérarchisés ③ appelés règles d'affectation. Une *règle d'affectation* lie des contraintes sur le profil des apprenants à des contraintes sur une ou plusieurs activités pédagogiques. Les *contraintes sur le profil* ①, formalisées dans le modèle cPMDL [LEFEVRE 09], permettent de sélectionner certaines valeurs du profil des apprenants. Les *contraintes sur les activités* ②, respectant l'approche GEPPETO [LEFEVRE 10] permettent de sélectionner ou de générer une activité correspondant à la stratégie pédagogique à mettre en place. Par activité, nous entendons d'une part des exercices papier à imprimer, d'autre part des activités sur un logiciel pédagogique associées à la configuration de l'environnement du logiciel.

Un **contexte d'utilisation** définit un ensemble d'informations permettant de caractériser la situation dans laquelle se trouve un apprenant lorsqu'il effectue la séance de travail. Ces informations portent, entre autres, sur la liste des élèves pour lesquels une personnalisation des séances est souhaitée, sur leur profil, mais aussi sur des caractéristiques plus générales sur la séquence d'activités (nombre d'activités, variation des énoncés, durée de la séance, support de la séquence). Le contexte peut contenir, en plus de ces informations globales à tous les apprenants, des exceptions pour certains d'entre eux. Ces exceptions permettent de prendre en compte des difficultés ou des facilités de certains apprenants qui ne figureraient pas dans le profil utilisé, leurs contraintes d'emploi du temps, etc. Un enseignant pourra par exemple faire travailler tous ses élèves durant la dernière heure de cours de la journée, sauf ceux qui doivent partir en soutien la dernière demi-heure. Il pourra aussi adapter la police d'écriture des feuilles à imprimer pour les élèves ayant des problèmes de vue (taille de caractère plus élevée), de dyslexie (police sans sérif), etc. L'indépendance des deux parties du modèle de personnalisation permet d'associer une même stratégie pédagogique à plusieurs contextes d'utilisation et inversement. De plus, l'enseignant peut définir autant de stratégies qu'il le souhaite, chacune pouvant refléter un but pédagogique différent.

Au modèle PERSUA2, nous avons associé un **processus d'exploitation**. Ainsi, en utilisant le modèle PERSUA2, l'enseignant définit sa *stratégie pédagogique* et le *contexte* pour lequel il souhaite une séquence personnalisée. Ensuite, le système exploitant ce modèle de personnalisation filtre les règles d'affectation en fonction du profil de chaque apprenant ⑤, filtre les activités à générer en fonction des règles activées par les profils et du contexte d'utilisation ⑥, et génère les activités en fonction des listes d'activités à générer ⑦. Le système fournit au final autant de séquences personnalisées qu'il y a de profils d'élèves, ainsi qu'un bilan pour l'enseignant ⑧. Ce processus d'exploitation peut être illustré en reprenant le premier scénario présenté dans la section 2 dans lequel Rémi souhaite s'appuyer sur les informations dont il dispose sur les connaissances de ses élèves pour proposer des séances de remédiation adaptées à chacun des cinq élèves de son groupe de soutien.

Profil de Jules		Profil de Lisa	
Commentaire	Souvent absent	Commentaire	-
Français		Français	
Orthographe	Maîtrisé	Orthographe	Maîtrisé
① Conjugaison		Conjugaison	
Passé simple	Non maîtrisé	Passé simple	Maîtrisé
Présent		Présent	
Verbes du 1 ^{er} groupe	Maîtrisé	Verbes du 1 ^{er} groupe	Maîtrisé
Verbes du 2 ^{ème} groupe	Non maîtrisé	Verbes du 2 ^{ème} groupe	Maîtrisé
② Verbes du 3 ^{ème} groupe	-	Verbes du 3 ^{ème} groupe	Partiellement maîtrisé
Mathématiques		Mathématiques	
Addition		Addition	
③ Connaître ses tables	10	Connaître ses tables	5
Savoir résoudre un problème additif	6	Savoir résoudre un problème additif	3
④ Multiplication	8	Multiplication	2

Figure 2. Profils de Jules et de Lisa

Pour préparer ces séances, Rémi a créé, pour chacun des cinq élèves, un profil contenant des informations sur leurs compétences en français et en mathématiques. La Figure 2 montre deux exemples de profils, ceux de Jules et de Lisa.

Pendant les séances de soutien, Rémi veut faire travailler les élèves qui ne maîtrisent pas les compétences de conjugaison sur un exercice papier de type A et ceux qui les maîtrisent partiellement sur deux exercices papier, un de type B et un de type C. Cela revient à regarder la valeur de l'élément « Français – Conjugaison » dans le profil de l'élève ❶, élément qui a pour valeur la moyenne de ses sous-éléments. L'échelle associée à cette valeur est la liste énumérée « non maîtrisé, partiellement maîtrisé, maîtrisé ». Si la valeur pour l'élève est « non maîtrisé » alors il aura un exercice de type A, si la valeur est « partiellement maîtrisé » alors il aura sur deux exercices, un de type B et un de type C, enfin si la valeur est « maîtrisé », l'élève n'aura pas d'exercice.

Rémi souhaite également faire travailler ses élèves sur les tables d'addition. Il souhaite que les élèves ne maîtrisant pas cette compétence travaillent sur un exercice papier de type D, que ceux la maîtrisant partiellement travaillent sur un exercice papier de type E et que ceux la maîtrisant travaillent sur un exercice papier de type F. La valeur de cette compétence ❷ est définie grâce à un entier allant de 0 à 10. Si la valeur pour l'élève est strictement inférieure à 5 alors il aura un exercice de type D, si la valeur est comprise entre 5 inclus et 8 exclu, alors il aura un exercice de type E sinon il aura un exercice de type F.

Rémi souhaite enfin faire travailler ses élèves sur la multiplication en utilisant le logiciel installé dans la salle informatique où il se trouve. Il souhaite que les élèves ne maîtrisant pas la multiplication fassent une activité de type G sur le logiciel et que les autres fassent une activité de type H sur le logiciel. Ici aussi la valeur de la compétence ❸ est définie grâce à un entier allant de 0 à 10. Ainsi si la valeur pour l'élève est strictement inférieure à 5, il aura une activité type G sur le logiciel de multiplication, dans le cas contraire il aura une activité de type H sur le même logiciel.

Pour la prochaine séance de soutien, Rémi souhaite faire travailler ses élèves en priorité sur la conjugaison, puis sur les tables de multiplication. Il veut de plus que chacun des élèves fasse entre trois et quatre activités.

Cette stratégie de création de séances de soutien personnalisées peut être formalisée grâce au modèle PERSUA2, comme le montre la vue schématique de la Figure 3.

Stratégie pédagogique				
ID	SI	ALORS	SINON	Priorité
RA ₁	Conjugaison = [Non maîtrisé]	Activité papier de type A		Elevée
RA ₂	Conjugaison = [Partiellement maîtrisé]	Activité papier de type B et C		Elevée
RA ₃	Addition – Connaître ses tables = [0, 5[Activité papier de type D		Faible
RA ₄	Addition – Connaître ses tables = [5, 8[Activité papier de type E		Faible
RA ₅	Addition – Connaître ses tables = [8, 10]	Activité papier de type F		Faible
RA ₆	Multiplication = [0, 5[Activité logicielle de type G	Activité logicielle de type H	Normal
Contexte d'utilisation				
Liste des élèves		Brice, Chloé, Jules, Oscar, Lisa, Victoria		
Nombres d'exercices		Min = 3 ; Max = 4		

Figure 3. Schématisation du modèle de personnalisation de Rémi

Pour exploiter ce modèle de personnalisation, une première étape consiste à comparer les valeurs contenues dans les profils des élèves avec les conditions des règles d'affectation définies par l'enseignant afin d'obtenir, pour chaque élève, la liste des règles activées par le profil, ainsi que la liste des contraintes sur les activités concernées pour chaque règle.

Illustrons cette exploitation à l'aide du profil de Jules (cf. Figure 2). Pour interpréter les règles d'affectation RA_1 et RA_2 , il faut obtenir la valeur de la composante « Français – Conjugaison » ❶ en faisant une moyenne des valeurs de ses sous-composantes. Jules ne possédant pas de valeur pour l'élément « Français – Conjugaison – Présent – Verbes du 3ème groupe » ❷, les deux règles d'affectation sont retenues. Pour interpréter les règles d'affectation RA_3 , RA_4 et RA_5 , il faut exploiter l'élément « Mathématiques – Addition – Connaître ses tables » ❸. Jules a 10 pour cet élément. Il faut donc retenir uniquement la règle RA_5 . Pour interpréter la règle RA_6 , il faut exploiter l'élément « Mathématiques – Multiplication » ❹. Jules a 8 pour cet élément. Or 8 n'appartient pas à l'intervalle $[0, 5[$. On retient donc la règle RA_6 avec la seconde liste de contraintes sur activités.

La synthèse de l'interprétation des règles d'affectation en fonction des valeurs du profil de Jules, puis de Lisa est fournie sur la Figure 4. À partir des deux listes (règles d'affectation activées et contraintes sur activités), il est possible de prendre en compte le contexte d'utilisation pour obtenir la liste définitive des activités à générer pour chacun.

	ID	Contraintes sur activités	Priorité
Jules	RA_1	A	Élevée
	RA_2	B et C	Élevée
	RA_5	F	Faible
	RA_6	H	Normal
Lisa	RA_4	E	Faible
	RA_6	G	Normal

Figure 4. Liste des règles d'affectation activées par les profils de Jules et de Lisa, et liste des contraintes sur activités associées

	Contraintes sur activités	Occurrence
Jules	A	1
	B	1
	C	1
	F	0
	H	1
Lisa	E	1
	G	2

Figure 5. Liste des activités à générer pour Jules et Lisa

Prenons la liste des activités à générer pour Jules. Le résultat de l'application des règles d'affectation sur son profil donne cinq activités à générer (types A, B, C, F, H). Or le contexte d'utilisation spécifie qu'il en faut au maximum quatre. Pour en supprimer une, il faut utiliser le niveau de priorité de la règle d'affectation : l'activité à supprimer est celle associée à la règle d'affectation de plus faible niveau de priorité, soit la règle RA_5 et l'activité F. L'exploitation du modèle PERSUA2 de la Figure 3 donne donc une liste d'activités à générer correspondant à la fois au profil de Jules, à la stratégie pédagogique de l'enseignant et compatible avec le contexte d'utilisation (cf. Figure 5). Inversement, pour Lisa, l'application des règles d'affectation donne seulement deux activités. Il faut donc ajouter une activité à la liste d'activités à générer pour respecter les contraintes spécifiées dans le contexte d'utilisation. Cette activité supplémentaire sera celle associée à la règle d'affectation de plus haute priorité, soit la règle RA_6 et une seconde activité de type G.

Maintenant que la liste des activités à générer a été établie pour chaque élève, les principes de l'approche GEPPETO [LEFEVRE 10] sont appliqués pour générer ces activités (exercices à imprimer et sessions sur le logiciel de multiplication). À la fin du processus nous obtenons : pour Jules, une feuille d'exercices à imprimer contenant trois exercices respectant les contraintes A, B et C, ainsi qu'un fichier de configuration pour le logiciel de

multiplication permettant de faire une activité respectant les contraintes H ; pour Lisa, une feuille d'exercices à imprimer contenant un exercice respectant les contraintes E, ainsi qu'un fichier de configuration pour le logiciel de multiplication permettant de faire deux activités respectant toutes les deux les contraintes G (ces deux activités ne possèdent pas le même énoncé, mais possèdent des caractéristiques en commun) ; et pour l'enseignant, un bilan contenant un descriptif des activités fournies à chacun de ses élèves, ainsi que la correction des activités contenues dans les feuilles d'exercices papier.

6. Mise en œuvre du modèle PERSUA2

Le modèle PERSUA2 et son processus d'exploitation ont été mis en œuvre dans le logiciel *Adapte* [LEFEVRE et al. 09] qui permet de fournir à chaque apprenant des activités adaptées à son profil tout en respectant les choix pédagogiques de son enseignant. Ces activités peuvent être des activités papier-crayon proposées par le système ou des activités logicielles gérées par un autre EIAH. La mise en œuvre de nos propositions au sein de ce logiciel nous a permis d'une part de montrer leur faisabilité technique et d'autre part, de les évaluer par des mises à l'essai impliquant des enseignants.

6.1. Évaluations

Pour évaluer le modèle PERSUA2, nous avons cherché à savoir s'il permet de définir les besoins des enseignants. Pour cela, nous avons mené des expérimentations avec une enseignante de français au collège et une enseignante spécialisée.

Dans un premier temps, nous leur avons demandé de définir sur papier la façon dont elles utiliseraient leurs profils d'apprenants pour proposer des séquences de travail adaptées à chacun de leurs élèves. Elles ont ainsi défini des règles de personnalisation établissant un lien entre la valeur d'un ou plusieurs des éléments du profil des élèves et des descriptifs d'exercices. Une fois leur « modèle » de personnalisation établi, nous leur avons demandé de le retranscrire dans le logiciel *Adapte* en créant une stratégie pédagogique correspondante. Le logiciel *Adapte*, et donc le modèle PERSUA2 sur lequel il s'appuie, ont permis aux enseignantes de créer chacune une stratégie pédagogique correspondant entièrement à leurs notes papier. Une fois les stratégies pédagogiques définies, nous avons lancé la génération des séquences personnalisées pour les profils de leurs élèves puis vérifié que les séquences d'activités générées correspondaient bien à la personnalisation qu'elles souhaitaient mettre en place. Pour terminer cette évaluation, les enseignantes ont créé d'autres stratégies pédagogiques en utilisant directement le logiciel *Adapte*.

Le détail de ces expérimentations est disponible dans [LEFEVRE 09]. Le résultat de ces expérimentations est encourageant puisque chaque enseignante a pu définir ses besoins en utilisant notre modèle. Il est maintenant nécessaire de conduire à nouveau cette expérimentation avec un nombre plus important d'enseignants.

6.2. Retour sur les scénarios d'usage

Nous revenons sur les scénarios présentés en section 2 pour montrer en quoi nos contributions théoriques et l'implémentation qui a en été faite dans le logiciel *Adapte* peuvent améliorer les situations de personnalisation.

Tout d'abord, Rémi et ses collègues de l'école primaire encadrent des séances de soutien pour les élèves en difficulté. Pour préparer le contenu de ces séances de soutien, chaque enseignant fixe les objectifs à atteindre par ses élèves et fournit à ses collègues la liste des exercices à faire. Rémi souhaite s'appuyer sur toutes les informations dont ses collègues et lui disposent sur les connaissances des élèves (données issues des évaluations nationales, profils d'élèves créés par le logiciel AMBRE-add et connaissances qu'ils ont des élèves) pour proposer des séances de remédiation soit sous forme papier-crayon, soit avec des logiciels d'apprentissage adaptés à chacun des élèves. Avec le logiciel Adapte, et l'environnement dans lequel il s'intègre, Rémi et ses collègues disposent d'un profil par élève contenant toutes les informations issues des évaluations nationales et du logiciel AMBRE-add. Ces informations peuvent être complétées par chaque enseignant en fonction de ses besoins. À partir de ces profils, chaque enseignant peut définir sa stratégie pédagogique pour le soutien, permettant de créer des activités uniquement sur papier, uniquement sur un ou plusieurs logiciels pédagogiques qu'il connaît ou combinant les deux supports. Rémi peut ainsi pour chaque séance de soutien et pour chaque élève présent, obtenir une séquence de travail adaptée aux buts pédagogiques de l'enseignant habituel de l'élève. Pour cela, il récupère la stratégie pédagogique de cet autre enseignant, définit le contexte d'utilisation propre à la séance de soutien (temps disponible, matériel et logiciels disponibles) et demande la création d'une séance de travail adaptée au profil de l'élève.

En utilisant Adapte, Rémi et ses collègues peuvent mutualiser les informations dont ils disposent sur leurs élèves et obtenir rapidement des séances de remédiation adaptées à chacun des élèves. Ils gagnent le temps de traitement de chaque profil puisqu'ils ne le font qu'une seule fois lors de la définition de la stratégie pédagogique. Le traitement des profils est ensuite fait à chaque fois par Adapte. De manière analogue, Fred peut créer des profils pour ses élèves afin d'obtenir des séquences de travail adaptées. L'avantage majeur est que Fred n'aura pas à maîtriser trois outils, mais un seul, Adapte, pour personnaliser les trois logiciels pédagogiques qu'il utilise habituellement.

7. Discussion

Notre revue de l'existant montre qu'il n'y avait pas eu jusqu'à présent de tentative d'unification des approches permettant une personnalisation de l'apprentissage. En fonction des problématiques qu'elles abordent, les différentes propositions ne traitent qu'une sous-partie des aspects de la question de la personnalisation de l'apprentissage. Ainsi, certaines approches utilisent des règles pédagogiques d'adaptation à l'apprenant.

Plusieurs outils auteurs, tels que Eon [MURRAY 03], permettent aux enseignants de créer un logiciel pédagogique de paramétrer des modèles de stratégies pédagogiques. Comme dans le modèle PERSUA2, ces stratégies pédagogiques sont des règles « si-alors-sinon ». Toutefois, dans ces systèmes, une stratégie pédagogique est associée, et même incluse, dans un EIAH donné. Un enseignant ne peut donc pas définir une stratégie menant à la création d'une séquence de travail sur plusieurs supports, c'est-à-dire contenant à la fois des activités papier et des activités sur plusieurs EIAH.

Dans le projet Pépite, ce sont des stratégies d'apprentissage qui sont proposées à l'enseignant pour chacun de ses apprenants. Pour cela, le système PépiStéréo [VINCENT et al. 05] attribue un stéréotype à chaque apprenant, chaque stéréotype ayant préalablement été

associé à une stratégie d'apprentissage. Contrairement aux stratégies pédagogiques du modèle PERSUA2 qui vont permettre de créer pour chaque apprenant une séquence de travail unique, les stratégies d'apprentissage de Pépite contiennent une suite d'étapes permettant de faire travailler les apprenants associés à un stéréotype. Ces étapes contiennent des exemples d'exercices ainsi qu'une liste d'EIAH pouvant être utilisés pour faire ce type d'exercices. Dans Pépite, plusieurs apprenants pourront donc être associés à la même stratégie d'apprentissage et c'est l'enseignant qui devra construire la séquence de travail à partir des indications de la stratégie d'apprentissage. De plus, il existe un nombre limité de stratégies d'apprentissage et celles-ci sont spécifiques au domaine de l'algèbre élémentaire.

Le modèle PERSUA2 est, à notre connaissance, le premier modèle permettant à un enseignant, quel que soit le domaine dans lequel il enseigne, de créer des séquences de travail propres à chaque apprenant, séquences pouvant être effectuées sur plusieurs supports, papier et/ou logiciels. Il a été défini suite à des entretiens avec des enseignants pour identifier leurs pratiques en matière de personnalisation. S'il n'est pas exhaustif, il possède l'avantage d'être ouvert. Il a en effet été conçu afin d'être extensible et peut ainsi évoluer pour prendre en compte de nouvelles pratiques ou de nouveaux besoins éducatifs.

8. Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté les principes du modèle PERSUA2 qui permet à chaque enseignant de définir ses stratégies pédagogiques, chacune étant associée à un ou plusieurs contextes d'utilisation. Ce modèle a été implémenté dans le logiciel Adapte qui permet de fournir des séquences de travail adaptées au profil de chaque élève et aux buts pédagogiques de l'enseignant. Ce logiciel a permis d'une part de montrer la faisabilité technique de nos propositions et d'autre part, de les évaluer par des expérimentations concrètes impliquant des enseignants.

Ces expérimentations ont montré l'utilité du modèle et la pertinence des personnalisations proposées par notre logiciel. Elles ont également mis en évidence la complexité de la tâche demandée aux enseignants lors de la formalisation de leurs règles de personnalisation. Pour cet aspect critique du processus de personnalisation, il apparaît donc essentiel d'assister l'enseignant avec une aide et des outils appropriés. Nous envisageons donc d'améliorer notre système en proposant une aide à deux niveaux : une aide classique guidant l'utilisateur sur les questions techniques relatives au logiciel et une aide dite « intelligente » assistant l'utilisateur dans ses choix de personnalisation. Nous pensons que de disposer d'un outil d'assistance flexible et répondant simplement aux besoins des utilisateurs est un atout majeur, en particulier parce qu'il accroît les chances que l'utilisateur s'habitue à l'environnement, le fasse sien et l'exploite à la hauteur des possibilités qu'il offre. Or, fournir ce type d'assistance dite « intelligente » est un processus complexe qui soulève plusieurs questions de recherche intéressantes [CORDIER et al. 10].

9. Bibliographie

[CORDIER et al. 10] Cordier, A., Lefevre, M., Jean-Daubias, S., Guin, N., « Concevoir des assistants intelligents pour des applications fortement orientées connaissances : problématiques, enjeux et étude de cas ». *IC 2010*, Nîmes, 8-11 juin 2010.

- [DUCLOSSON et al. 05] Duclosson, N., Jean-Daubias, S., Riot, S., « AMBRE-enseignant : un module partenaire de l'enseignant pour créer des problèmes ». *EIAH'2005*, Montpellier, 25-27 mai 2005, p. 353-358.
- [GUIN-DUCLOSSON et al. 02] Guin-Duclosson, N., Jean-Daubias, S., Nogry, S., « The AMBRE ILE: How to Use Case-Based Reasoning to Teach Methods ». *ITS'2002*, San Sebastian & Biarritz, 2002, p. 782-791.
- [JEAN-DAUBIAS et al. 09] Jean-Daubias, S., Eyssautier-Bavay, C., Lefevre, M., « Modèles et outils pour rendre possible la réutilisation informatique de profils d'apprenants hétérogènes ». *STICEF*, vol 16, 2009, ISSN 1764-7223.
- [LEFEVRE 09] Lefevre, M., Processus unifié pour la personnalisation des activités pédagogiques : méta-modèle, modèles et outils. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1, 2009.
- [LEFEVRE 10] Lefevre, M., « GEPPETO : une approche générique permettant d'adapter les activités des apprenants aux intentions pédagogiques de chaque enseignant ». *RJC EIAH 2010*, Lyon, 6-7 mai 2010.
- [LEFEVRE et al. 09] Lefevre, M., Cordier, A., Jean-Daubias, S., Guin, N., « A Teacher-dedicated Tool Supporting Personalization of Activities ». *ED-MEDIA 2009*, Honolulu, 22-26 juin 2009, p.1136-1141.
- [MELIS et al. 01] Melis, E., Andrés, E., Büdenbender, J., Frischauf, A., Gogvadze, G., Libbrecht, P., Pollet, M., Ullrich, C. « ActiveMath: A Generic and Adaptive Web-Based Learning Environment ». *IJAIED*, vol. 12, 2001, p. 385-407.
- [MITROVIC 98] Mitrovic, A., *A Knowledge-Based Teaching System for SQL*. AACE, 1998.
- [MURRAY 03] Murray, T., « Eon: Authoring Tools for Content, Instructional Strategy, Student Model, and Interface Design ». *Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments*. T. Murray, S. B., and S. Ainsworth (eds), Kluwer Academic Publisher, 2003.
- [PERNIN et al. 04] Pernin, J.-P., Lejeune, A. « Dispositifs d'apprentissage Instrumentés par les Technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios ». *TICE'2004*, Compiègne, 2004.
- [VAN JOOLINGEN et al. 03] Van Joolingen, W.-R., De Jong, T., « Simquest: Authoring educational simulations ». *Authoring tools for advanced technology educational software: Toward cost-effective production of adaptive, interactive, and intelligent educational software*. T. Murray, S. Blessing & S. Ainsworth (Eds), Kluwer Academic Publishers, 2003, p. 1-31.
- [VINCENT et al. 05] Vincent, C., Delozanne, E., Grugeon, B., Gélis, J.-M., Rogalski, J., Coulangue, L., « Des erreurs aux stéréotypes : Des modèles cognitifs de différents niveaux dans le projet Pépite ». *EIAH'2005*, Montpellier, 25-27 mai 2005, p. 297-308.

10. Références sur le WEB.

- [SEPHONICS 10] <http://www.wartoft.nu/software/sephonics/> (dernière visite : décembre 2010).
- [TCHOUNIKINE 09] Tchounikine, P. « Précis de recherche en ingénierie des EIAH », en ligne sur le Web, 2009 (<http://membres-liglab.imag.fr/tchounikine/Precis.html>).
- [VOCABONE 10] <http://www.zeniko.ch/static/vocabone.html> (dernière visite : décembre 2010)