HAL
open science

Accompagnement de l'apprentissage/formation : modélisation du scénario pédagogique

Guy Merlin Mbatchou

To cite this version:

Guy Merlin Mbatchou. Accompagnement de l'apprentissage/formation : modélisation du scénario pédagogique. 6èmes Rencontres Jeunes Chercheurs en Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Association des Technologies de l'Information pour l'Education et la Formation (ATIEF), Jun 2016, Montpellier, France. pp.95-100. hal-01337569

HAL Id: hal-01337569

https://hal.science/hal-01337569

Submitted on 28 Jun 2016

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.

Accompagnement de l'apprentissage/formation : modélisation du scénario pédagogique

Guy MBATCHOU

Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, LIP6 UMR 7606, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France
guy.mbatchou@lip6.fr

Résumé

Dans un contexte d'accompagnement de l'apprentissage ou formation en ligne, notre modèle se base sur le postulat selon lequel un scénario pédagogique personnalisé et adaptable progressivement aux caractéristiques de chaque acteur contribuera à développer (1) les stratégies de motivation constante de chaque apprenant ; (2) et les stratégies d'accompagnement de l'équipe pédagogique, par exemple en augmentant leur réactivité. Cette personnalisation/adaptation est mise en exergue au sein du scénario pédagogique par l'application de la Competence-based Knowledge SpaceTheory. Notre modèle permet d'une part à l'apprenant de définir son parcours d'apprentissage et d'autre part, à l'enseignant de s'assurer que chacune des compétences d'un module de formation possède des ressources pour l'apprentissage et des activités pour l'évaluation.

Introduction

Ce travail se situe dans le contexte de la formation en Afrique subsaharienne et de la nécessité de fournir des outils d'accompagnement pour réduire le taux d'abandon. Cela est justifié par l'analyse des données mondiales sur l'éducation provenant du Centre des données de l'Institut de Statistique de l'UNESCO[1]. L'analyse est faite en comparant les données du taux de scolarisation dans le monde, en Afrique et en Afrique subsaharienne. Cette analyse s'appuie sur deux notions de taux de scolarisation dont l'un brut et l'autre net(Institut de statistique de l'Unesco, 2011). Le TBS (Taux Brut de Scolarisation) représente le nombre d'élèves ou étudiants scolarisés dans un niveau d'enseignement donné, quel que soit leur âge, exprimé en pourcentage de la population de la tranche d'âge théorique qui correspond à ce niveau d'enseignement. Le TNS (Taux Net de Scolarisation) représente le nombre d'élèves ou étudiants de la tranche d'âge correspondant théoriquement à un niveau d'enseignement donné, exprimé en pourcentage de la population totale de cette tranche d'âge. L'analyse montre qu'un nombre important d'apprenants n'appartient pas à la tranche d'âge correspondant à leur niveau d'études et par conséquent, sont prédisposés à abandonner leur scolarisation. Cet abandon est observé par le taux de transition (passage d'un cycle au cycle supérieur) qui n'est que de l'ordre de 41% entre le primaire et le secondaire. Ce risque élevé d'abandon est justifié par des difficultés (1) matérielles ; (2) financières : priorité aux plus jeunes, non gratuité de la formation dans le cycle secondaire ; (3) sociales : frustrations des apprenants par leur âge avancé par rapport à leur niveau d'études ; (4) sociétales : disparité entre les sexes lors de l'accès à l'éducation et surtout pour l'achèvement des études.

Les adultes dans un contexte socio-professionnel sont soumis à un problème de formation tout au long de la vie nécessitant un dispositif approprié pour prendre en charge leurs contraintes. Nous optons pour un dispositif de formation assistée (FAD : Formation A Distance) dans lequel les apprenants bénéficient des outils, des documents, des orientations de travail et de l'encadrement des spécialistes pour atteindre leurs objectifs d'apprentissage. Les dispositifs de FAD sont encouragés et financés par des organismes internationaux (Agence Universitaire de la Francophonie et Loiret, 2013) et sont de plus en plus considérés comme une solution à la forte demande de formation. Malgré l'engouement des apprenants et la volonté des pouvoirs publics à leur offrir une formation, force est de constater que le taux d'abandon dans les FAD est important allant parfois jusqu'à 80% (Dogbe-Semanou, 2010). Ce taux d'abandon (taux de non-persistance, taux de non-achèvement ou taux d'attrition) est influencé par des facteurs ou variables démographiques, environnementales, intrinsèques, institutionnelles et sociales (Bourdages, 1996).

Pour éviter l'abandon, il faut entretenir la motivation de l'apprenant tout au long de la formation par un dispositif pédagogique approprié. L'accent doit être mis d'une part, sur les stratégies de motivation constante de chaque apprenant en lui offrant un environnement personnalisé et adaptable à ses contraintes socio-professionnelles, spatio-temporelles, cognitives, métacognitives… D'autre part, des stratégies doivent également être développées du côté de l'équipe pédagogique pour leur permettre de jouer pleinement leur rôle dans l'accompagnement des apprenants en réduisant par exemple leur délai de réactivité.

Les travaux de (Maela, 2004) montrent que l'accompagnement est une prolifération de pratiques contenant le counseling (orientation et relation d'aide), coaching (idée d'entrainement), sponsoring (soutien matériel), mentorat (solidarité transgénérationnelle) coexistant avec les termes tutorat, conseil, parrainage ou compagnonnage. Cette nébuleuse de pratiques pousse l'auteur à affirmer qu'« *on peut conseiller, orienter, aider, former… sans pour autant accompagner car la notion d'accompagnement ne peut servir de concept à elle seule* » (Maela, 2009). De ce fait, l'accompagnement est une chose difficile à cerner et par conséquent difficile à pratiquer ou à offrir.

Dans la suite du document, nous organisons notre

[1]http://data.uis.unesco.org/

travail autour de trois parties dont la première concerne un état de l'art des travaux d'accompagnement des apprenants. La seconde partie porte sur notre modèle d'accompagnement. La troisième partie présente dans une étude de cas, l'applicabilité de notre modèle.

Etat de l'Art sur l'Accompagnement

Pour accompagner un apprenant, il est nécessaire de disposer de suffisamment d'informations le concernant pour personnaliser (voire adapter progressivement) l'environnement d'apprentissage en fonction de ses caractéristiques. Dans la littérature, les chercheurs utilisent les termes « modèle de l'apprenant » ou « profil de l'apprenant » avec une grande confusion et sans définition préalable. La nuance entre les deux réside dans le fait que le modèle de l'apprenant est le modèle de représentation de ses connaissances dans un système donné alors que le profil de l'apprenant est la représentation de ses connaissances dans un système donné (Eyssautier-Bavay, 2008).Selon (Bull, 2004), le modèle de l'apprenant est un modèle de connaissances, de difficultés et d'erreurs (incompréhensions ou idées fausses) d'un individu. Au fur et à mesure que l'apprenant atteint les objectifs pédagogiques fixés, les données du modèle sont mises à jour pour refléter son état de connaissances courant. Dans un système d'apprentissage adaptatif, le modèle de l'apprenant est central puisqu'il reflète la compréhension progressive de l'apprenant et permet au système de s'adapter progressivement aux besoins d'apprentissage (Bull et Dimitrova, 2007). Or, la définition précédente ne prend pas en compte la gestion du processus d'apprentissage dans lequel nous pouvons retracer les étapes d'apprentissage. De ce fait, nous nous intéressons au modèle de l'apprenant en prenant en compte le processus d'apprentissage qui permet d'une part à l'apprenant d'analyser ses processus métacognitifs et d'autre part, aux enseignants et tuteurs d'adapter l'apprentissage/formation en fonction des difficultés rencontrées. Ainsi, nous retenons également la définition selon laquelle un modèle de l'apprenant est un ensemble d'informations structurées au sujet d'un processus d'apprentissage et cette structure contient des valeurs sur les caractéristiques de l'apprenant (Zaitseva et Boule, 2003).Le modèle de l'apprenant permet de connaître les informations sur (1) le parcours de l'apprenant, (2) ses connaissances et (3) ses compétences en vue d'adapter son apprentissage et d'évaluer ses connaissances. Le modèle de l'apprenant a pour objectifs principaux : (1) l'adaptation de l'apprentissage et (2) l'évaluation des connaissances acquises.

L'adaptation de l'apprentissage consiste en :

- l'assistance : conseils et aides personnalisés (Paquette, 2002, p. 398) ;
- l'adaptation des interfaces pour une navigation personnalisée (Choplin et al., 2003) ;
- l'adaptation de l'enseignement par des méthodes et stratégies sélectives et pertinentes ;
- l'adaptation des évaluations formatives à l'évolution de chaque apprenant.

Le point faible que nous décelons dans cette adaptation est la non prise en compte de l'adaptation des ressources et activités pédagogiques. En fonction des prérequis d'un apprenant, une ressource ou une activité peut être difficilement assimilable.

L'évaluation des connaissances pour déterminer le niveau des compétences acquises consiste en :

- l'analyse des réponses et croyances pour déterminer la progression de l'apprenant ;
- le diagnostic des erreurs ;
- les réponses aux ambigüités ;
- l'adaptation des évaluations sommatives en fonction de la performance.

En plus de ces deux principaux objectifs, le modèle de l'apprenant doit être capable de suivre les actions de l'apprenant et présenter son progrès. De ce fait, toutes les informations le décrivant, ses connaissances et son comportement doivent être prises en compte par le modèle. (Carmona et Conejo, 2004) modélisent ces informations en deux sous-modèles dont le premier, intitulé ***modèle d'attitude de l'apprenant***, comporte des informations peu dynamiques durant l'apprentissage comme des données personnelles (nom, âge, sexe, email, expériences, formations, …) et les caractéristiques de l'apprenant (but, type et style d'apprentissage, disponibilité, capacité de concentration, expériences informatiques, …). Le second, intitulé ***modèle de connaissances de l'apprenant***, contient des informations dynamiques durant l'apprentissage telles que l'état d'apprentissage (plan, historique, programme courant), les interactions entre l'apprenant et l'environnement (nombre, durée, période, type, qualité des productions pédagogiques et des erreurs), et les connaissances de l'apprenant (niveau de connaissances, notes aux évaluations, croyances et leur degré d'erreurs, prérequis, connaissances acquises).

Pour modéliser la connaissance de l'apprenant, plusieurs auteurs proposent des modèles dont le tout premier fut le *modèle de recouvrement ou overlay model* qui vise à combler les lacunes de l'apprenant en comparant ses connaissances à celles de l'expert (Labidi et Sergio, 2000). La faiblesse de ce modèle vient premièrement du fait qu'il ne tient pas en compte des connaissances initiales de l'apprenant. Deuxièmement, la construction du modèle se faisant en comparant les connaissances de l'apprenant à celui de l'expert, il est difficile de différencier les connaissances non acquises de celles non encore reçues. Le modèle de recouvrement est adapté aux situations où les connaissances présentées peuvent être transférées directement à l'apprenant sans aucune transformation de sa part. Le modèle de recouvrement est amélioré par le *modèle différentiel* qui divise la connaissance du domaine en deux dont l'une représente les connaissances présentées à l'apprenant et l'autre celles non présentées (Greer et McCalla, 2013). L'amélioration vient du fait que les erreurs de l'apprenant sont prises en compte, mais vu que le modèle du domaine ne possède pas de connaissances incorrectes, le modèle différentiel ne peut pas analyser les erreurs de l'apprenant. La stratégie de ce modèle est basée sur la remédiation permettant à l'apprenant de s'améliorer pour avoir une connaissance aussi proche que possible de celle du domaine. Le *modèle buggy* ou

modèle avec méprise vient combler le manque d'analyse des erreurs en se basant sur l'utilisation d'un catalogue d'erreurs contenant les plus fréquemment rencontrées chez les apprenants (Virvou et Tsiriga, 2000).La faiblesse de cette approche est liée à son catalogue d'erreurs pas forcément exhaustif qui est renseigné durant le processus d'apprentissage. De plus, cette approche ne détecte pas les erreurs basées sur les connaissances factuelles, conceptuelles et métacognitives. Le *modèle de Self* prend en compte les connaissances conceptuelles. Il décrit le modèle de l'apprenant en caractérisant l'apprenant par (1) ses connaissances procédurales, (2) ses connaissances conceptuelles, (3) ses traits particuliers et (4) son historique(Self, 1988).

Les connaissances de l'apprenant sont diffuses dans le dispositif d'apprentissage. Pour les collecter, les chercheurs se basent sur les traces d'apprentissage que l'apprenant laisse dans le dispositif durant son apprentissage. Les traces d'apprentissage sont une collecte de séquences d'observés temporellement situés (Lund et Mille, 2009).Les sources des traces d'apprentissage sont multiples, hétérogènes et dispersées géographiquement sur les postes des différents acteurs et sur les serveurs abritant le dispositif d'apprentissage. Cette collecte doit se faire de façon transparente pour l'apprenant pour ne pas entraver son apprentissage. Les chercheurs utilisent notamment des agents qui durant le processus d'apprentissage collectent les différentes traces laissées par l'apprenant. Les traces provenant de divers outils d'apprentissage sont hétérogènes et difficilement exploitables. Pour décrire les traces d'usage, leur sémantique et définir des besoins d'observation, le langage UTL (Usage Tracking Language) est proposé par (Choquet et Iksal, 2007).Une formalisation des traces est proposée par le méta-modèle CIM (Common Information Model) et utilisée pour la collecte des traces (Butoianu et al., 2011). Bien que ce formalisme facilite la fusion et la structuration des traces, la difficulté d'une telle approche réside dans le fait que les traces collectées sont celles qui obéissent au méta-modèle. (Loghin et al., 2008) proposent une solution flexible en se basant sur un ensemble d'agents dédiés à l'observation des plateformes d'éducation. Pour observer chaque station, les agents déployés ont chacun un rôle précis et l'idée est de collecter toutes les traces brutes qui seront ensuite structurées (fusionnées, formatées et annotées) et exploitées selon les besoins d'observation de l'enseignant (Loghin et al., 2008).

Comme nous l'avons vu, les différents modèles d'accompagnement nous permettent de décrire l'apprenant mais ne prennent pas en charge explicitement le scénario pédagogique qui est le vecteur directeur de la formation/apprentissage. Un scénario pédagogique est la description d'une séquence d'apprentissage, ses objectifs pédagogiques et les moyens à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs. Le scénario défini n'est pas toujours approprié à tous les apprenants à cause de leurs prérequis, propriétés cognitives et métacognitives. Notre objectif est de mettre à la disposition des apprenants un scénario pédagogique personnalisé et adaptable à leurs caractéristiques. Nous nous sommes donc focalisés sur la modélisation du scénario pédagogique et ses relations avec les différents acteurs de l'apprentissage.

Modélisation du Scénario Pédagogique

Le scénario pédagogique se décompose en scénario d'apprentissage et scénario d'encadrement qui doivent être structurés, cohérents et conjugués pour conduire l'apprentissage (Quintin et al., 2005).Le scénario d'apprentissage décrit les activités d'apprentissage proposées, leur articulation dans la séquence de formation ainsi que les productions attendues des apprenants (Paquette, 2002).Parmi les activités, certaines sont indépendantes et peuvent être réalisées dans n'importe quel ordre. Or en général, les enseignants imposent l'ordre de réalisation des activités dans leur enseignement. Dans un contexte de pédagogie orientée par les objectifs, notre objectif est de prendre en compte les spécificités de chaque apprenant pour lui proposer un scénario personnalisé et adaptable à son évolution tout en garantissant un ensemble de contraintes d'apprentissage comme le temps, le degré de satisfaction des activités, l'atteinte des objectifs avec un seuil requis, la collaboration entre pairs et la progression conditionnée par la validation des connaissances acquises. Pour y parvenir, notre modèle devra à chaque étape d'apprentissage, proposer aux apprenants un chemin à suivre. Cela implique la connaissance de la logique de progression dans chaque module de formation (modèle de domaine).Pour construire le modèle de domaine, la *Competence-based Knowledge SpaceTheory* (CbKST) inspirée de la *Knowledge SpaceTheory* (Falmagne et al., 2006)se base sur une relation (graphe) de précédence entre les compétences (Heller et al., 2006). A partir de ce graphe, les notions d'*état de connaissance* (ensemble de compétences acquis dans un domaine particulier) et de *structure de connaissance* (ensemble d'états de connaissance) permettent de montrer qu'il existe plusieurs chemins d'apprentissage pour atteindre le même objectif. Définie comme un cadre formel pour la mise en œuvre des fonctionnalités clés de l'apprentissage personnalisé supporté par la technologie, la CbKST connait de nombreux succès dans des domaines variés tels que la médecine (Breen et al., 2014), la formation professionnelle pratique (Dimache et al., 2015), les *Serious Games* (Kopeinik et al., 2012; El-Kechaï et al., 2015; Melero et al., 2015), la métacognition (Steiner et Albert, 2011). Les modèles basés sur la CbKST considèrent qu'une compétence est acquise par validation d'une activité. Par exemple dans un Serious Games, lorsque le joueur franchit une étape du jeu, la compétence associée est considérée comme acquise. L'acquisition de la compétence est booléenne et sans contrainte temporelle, ce qui n'est pas réaliste dans un contexte de formation initiale ou continue. Bénéficiant de la génération de divers parcours d'apprentissage par la CbKST, notre modèle prend en compte les aspects suivants :

- Aspect intra-module : l'apprentissage/formation est dirigé par des objectifs pédagogiques (compétences). Chaque objectif a un ensemble de ressources et activités pédagogiques (problèmes)

permettant respectivement d'acquérir la connaissance et de l'évaluer. Au sein du module, certaines activités à caractère global permettent d'atteindre plusieurs objectifs pédagogiques. La progression dans l'apprentissage est conditionnée par l'atteinte des objectifs avec un degré satisfaisant pouvant dépendre de chaque apprenant. L'historique des précédentes sessions d'apprentissage du module est exploité pour définir les parcours d'apprentissage ayant plus de succès pour les proposer durant les futures sessions d'apprentissage.

- Aspect inter-module : les compétences de chaque apprenant dans les autres modules passés ou en cours sont exploitées pour comprendre ses propriétés d'apprentissage et adapter son apprentissage.
- Aspect extra-module : lors de l'apprentissage, des acteurs externes au module (enseignant, tuteur, pairs ou autres) interviennent dans le processus pour guider l'apprentissage. Leurs interventions se font à la demande (proaction) ou non de l'apprenant (réaction).

Notre modèle se base sur les concepts suivants :

1. Décomposition de chaque module en unités d'apprentissage avec relation de précédence entre elles.
2. Chaque unité comporte un ensemble d'objectifs pédagogiques où chaque objectif O_i dispose d'une plage horaire T, d'un ensemble de ressources R^i et d'activités A^i tels que : $\mathbf{O_i}=\{T_{min}, T_{max}, \{ R^i_1, R^i_2, \ldots, R^i_{Pi} \}, \{ A^i_1, A^i_2, \ldots, A^i_{Ni}\}\}$ avec $(P_i, N_i) \in IN^2-\{(0,0)\}$. Les objectifs ont des relations de précédence ou de prérequis.
3. Chaque activité $\mathbf{A^i_j}$ participe à l'atteinte de l'objectif $\mathbf{O_i}$ avec un taux de $\mathbf{P^i_j}$ où $\sum_{j=1}^{Ni} P^i_j \geq 100\%$. Une activité $\mathbf{A^i_j}$ est validée si le score $\mathbf{V^i_j}$ d'un apprenant est supérieur ou égale au seuil $\mathbf{S^i_j}$ de validation de l'activité.
4. Un objectif $\mathbf{O_i}$ est validé si dans le temps imparti, $\sum_{j=1}^{Ni} P^i_j V^i_j \geq S_i$ (seuil de validation de l'objectif $\mathbf{O_i}$)
5. Prise en compte des activités à objectifs multiples.

Les objets d'apprentissage ou pédagogiques issus des concepts sont structurés par le diagramme de classe.

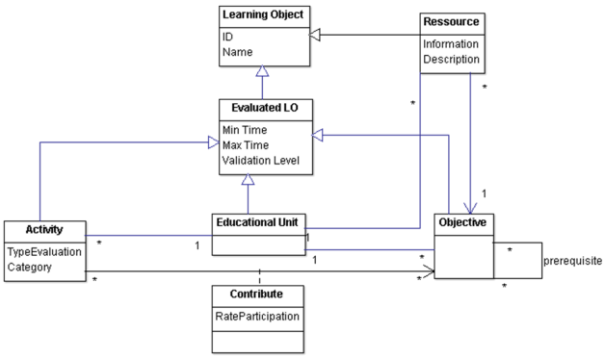

Figure 1 : Diagramme de classe de la structuration des objets d'apprentissage

Disposant du modèle de domaine, nous construisons les états et structures de connaissance pour déduire les différents parcours d'apprentissage. Les activités à objectifs multiples permettent d'avoir de nouveaux états de connaissance qui ne sont pas déductibles du modèle de domaine. Ces états sont composés des objectifs visés par les activités. Ces nouveaux états augmentent les parcours d'apprentissage et offrent plus de possibilités d'adaptation. En cas de non disponibilité du modèle de domaine, il est impossible de déduire ces différents parcours d'apprentissage en vue de personnaliser et adapter le scénario d'apprentissage en fonction des apprenants. Cette situation peut se produire en cas d'affectation des enseignements à de nouveaux enseignants sans expérience ou si l'enseignant ne souhaite pas modéliser le domaine par des relations de précédence entre les objectifs. Pour résoudre cette difficulté, certains auteurs (El-Kechaï et al., 2015; Melero et al., 2015)dans la cadre de l'adaptation du parcours d'apprentissage dans un *Serious Game* s'appuient sur la Q-Matrice (Tatsuoka, 1983) pour indexer les niveaux du jeu par les compétences qu'ils visent. L'interprétation de cette matrice permet de construire les états et structure de connaissance. En cas de non disponibilité du modèle de domaine, nous optons pour l'indexation des activités pédagogiques par les objectifs pédagogiques.

Exemple : Soient les objectifs O ={O1, O2, O3} et les activités A ={A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7}

	O1	O2	O3
A1	20		
A2	30		
A3	50	30	
A4		40	
A5		60	40
A6	50		50
A7	100	100	100

La matrice d'indexation des activités par les objectifs ci-contre précise pour chaque objectif, les activités qui contribuent à l'atteindre. Chaque valeur de la matrice représente le taux de participation d'une activité à l'atteinte d'un objectif.

Nous ne pouvons interpréter notre matrice comme dans l'approche CbKST car (1) ses valeurs ne sont pas booléennes ; (2) la progression d'un état de connaissance à un autre est conditionnée par l'atteinte d'un seuil de performance et (3) les activités à objectifs multiples sont obligatoires pour l'apprentissage. Nous proposons non plus un séquencement entre les objectifs mais entre les activités. Nous créons des classes d'activités à partir de la matrice où chaque classe correspond au nombre d'objectifs visés par les activités qu'elle contient. Le nombre de classes est au plus égale au nombre d'objectifs. A partir du tableau précédent, nous déduisons les classes présentées ci-dessous.

Classe	Activités
Classe 1	A1, A2, A4
Classe 2	A3, A5, A6
Classe 3	A7

L'ordonnancement des activités est basé sur le numéro de la classe. Les activités de la classe C_i précéderont celle de la classe C_j si $i < j$. Cela veut dire que nous proposons aux apprenants progressivement les activités qui visent le moins d'objectifs vers les activités visant le plus d'objectifs ou tous les objectifs. Dans une classe d'activités (contenant plusieurs activités), nous supposons que les activités n'ont aucune relation de précédence. Cette hypothèse sera confirmée ou infirmée en se basant sur les traces d'apprentissage dans lesquelles nous verrons dans quel ordre les apprenants les ont réussies. Ces informations nous permettront de modifier au sein d'une classe le séquencement des activités.

Cas d'Etude

Notre étude porte sur un cours de programmation en langage C dispensé au niveau 2 du cycle de licence de

la filière Mathématiques-Physique-Informatique à l'Université Assane Seck de Ziguinchor au Sénégal. Le cours a un volume horaire correspondant à 4 crédits ECTS (*European Credits Transfer System*) et dispose des prérequis tels que l'algorithmique, la Programmation modulaire (module, procédure, fonction, paramètres et modes transmission), le tri des données contenues dans un tableau de dimension 1 et les structures de données statiques (tableau, enregistrement, tableau d'enregistrements et fichier). Les objectifs du cours sont organisés en 4 séquences pédagogiques suivantes :

N°	Séquence	Durée	Nombre d'objectifs
1	Les spécificités du Langage C	4 jours	6
2	La modularité d'un programme	4 jours	7
3	Les structures de données complexes et statiques	7 jours	9
4	Les structures de données auto-référencées	13 jours	8

Pour simplifier à cause des contraintes liées à la taille de l'article, nous nous appesantirons sur la séquence 1avec les objectifs suivants :

- identifier les éléments de bases du langage C (O_{11}) ;
- déclarer une constante et variable avec leurs portées (O_{12}) ;
- associer des opérateurs et priorités aux opérations (O_{13}) ;
- utiliser les structures conditionnelles (O_{14}) ;
- utiliser les structures répétitives ou itératives (O_{15}) ;
- traduire un algorithme et l'exécuter (O_{16}).

Le modèle du domaine nous donne des relations de précédence entre les objectifs. A partir de cette dernière, nous définissons les états et structure de connaissance dont la représentation montre les quatre différents parcours d'apprentissage possibles.

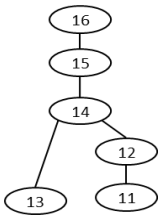

Figure 2 : Diagramme de Hasse des relations de précédence entre les objectifs de la séquence 1

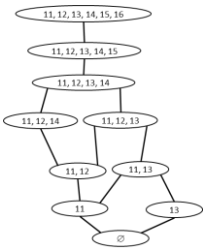

Figure 3 : Diagramme de Hasse de la structure de connaissance de la séquence 1

Durant une session d'apprentissage, s'il existe des sessions précédentes, le système d'accompagnement proposera à chaque apprenant le chemin qui lui est adapté en se basant sur son profil, son style d'apprentissage, l'historique des autres apprenants, le délai de réalisation des activités…En cas de non disponibilité d'historique, le système exploite les stratégies des apprenants qui sont en avance pour guider celui ayant des difficultés. En cas de détection d'un risque de blocage, le système propose à l'apprenant des alternatives pour lui permettre soit de lever le blocage, soit de changer de chemin d'apprentissage. Ces alternatives portent sur la modification de la durée d'une activité ou objectif pédagogique, l'ajout ou le remplacement de certaines activités, la permutation de l'ordre de passage entre 2 activités, …

Conclusion

La littérature nous montre que l'accompagnement est une chose difficile à cerner et par conséquent difficile à pratiquer ou à offrir. Des différents modèles d'accompagnement, aucun ne prend en charge le scénario pédagogique qui est le vecteur directeur de l'apprentissage/formation. Nous avons proposé un modèle d'accompagnement non pas seulement de l'apprenant mais aussi de l'enseignant en nous basant sur la personnalisation et l'adaptation du scénario d'apprentissage. Notre approche permet à l'apprenant de définir son scénario en changeant la durée, le début, l'ordre, le nombre des activités voire les activités (triangle remplacé par cercle au 3/4 et pentagone) du scénario initial.

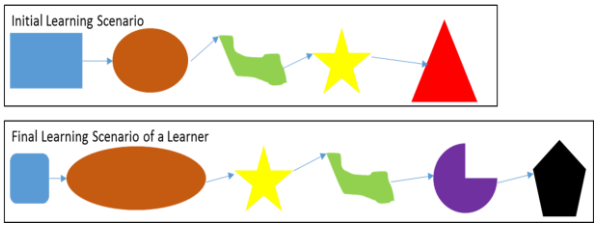

Figure 4 : Différence entre le scénario d'apprentissage initial et celui suivi par un apprenant

Notre modèle s'assure que les enseignants proposent des ressources et activités pédagogiques pour toutes les compétences visées. L'enseignant ne maîtrisant pas ou ne voulant pas exprimer le modèle de domaine sous forme de graphe de précédence des compétences, les différents scénarios des apprenants lui permettront d'avoir un regard réflexif sur son enseignement et de proposer de nouveaux scénarios basés sur les plus pertinents. La pertinence est déterminée en fonction de la durée et du seuil de validation des compétences.

En perspective, notre modèle à travers la modélisation du scénario d'encadrement, prendra aussi en charge l'équipe pédagogique car la réactivité tardive d'un tuteur par exemple est une source de découragement voire d'abandon. Nous développerons le système composé des deux scénarios et le testerons sur une formation en cours. Une analyse des différents scénarios pédagogiques suivis par les apprenants sera faite en vue de proposer aux enseignants/tuteurs des façons différentes d'aborder leur enseignement.

Références

Agence Universitaire de la Francophonie, Loiret, P.-J., 2013. Un détour par le futur : les formations ouvertes et à distance à l'Agence Universitaire de la Francophonie (1992-2012), Éditions des archives contemporaines. ed. Paris.

Bourdages, L., 1996. La persistance et la non-persistance aux études universitaires sur campus et en formation à distance. DistanceS 1, 51–68.

Breen, D., Shorten, G., Aboulafia, A., Zhang, D., Hockemeyer, C., Albert, D., 2014. Defining a competency map for a practical skill. Clin Teach 11, 531–536.

Bull, S., 2004. Supporting learning with open learner models. Planning 29, 1.

Bull, S., Dimitrova, V., 2007. Open Learner Models: Research Questions Special Issue of the IJAIED. International Journal of Artificial Intelligence in Education 17, 83–87.

Butoianu, V., Catteau, O., Vidal, P., Broisin, J., 2011. Un Système à Base de Traces pour la Recherche Personnalisée d'Objets Pédagogiques: le cas d'Ariadne Finder, in: Atelier" Personnalisation de L'apprentissage: Quelles Approches Pour Quels Besoins?" Presented at the Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain.

Carmona, C., Conejo, R., 2004. A Learner Model in a Distributed Environment, in: Bra, P.M.E.D., Nejdl, W. (Eds.), Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, pp. 353–359.

Choplin, H., Dubois, V., Duplaa, E., 2003. L'activité d'apprentissage : un objet de recherche-innovation ?, in: Rouet, N. J.-F., Thibault, F., Balacheff (Ed.), Technologies Pour l'Apprentissage et l'Education : Entre Recherche et Usages Pédagogiques. Direction de la Technologie ; CNRS RTP39, Paris, France, pp. 11–13.

Choquet, C., Iksal, S., 2007. Modeling tracks for the model driven re-engineering of a TEL system. Journal of Interactive Learning Research 18, 161–184.

Dimache, A., Roche, T., Kopeinik, S., Winter, L.C., Nussbaumer, A., Albert, D., 2015. Suitability of Adaptive Self-Regulated e-Learning to Vocational Training: A Pilot Study in Heat Pump System Installation. IJOPCD 5, 31–46.

Dogbe-Semanou, D.A.K., 2010. Persévérance et abandon des apprenants à distance en Afrique subsaharienne francophone : quelques pistes de recherche Persistence and drop-out of distance learners in Sub-Saharan Francophone Africa: few research avenues. frantice.net.

El-Kechaï, N., Melero, J., Labat, J.-M., 2015. Quelques enseignements tirés de l'application de la Competence-based Knowledge Space Theory aux Serious Games. Presented at the IC2015, Rennes, France.

Eyssautier-Bavay, C., 2008. Modèles, langage et outils pour la réutilisation de profils d'apprenants (phdthesis). Université Joseph-Fourier - Grenoble I, Grenoble.

Falmagne, J.-C., Cosyn, E., Doignon, J.-P., Thiéry, N., 2006. The Assessment of Knowledge, in Theory and in Practice, in: Missaoui, R., Schmidt, J. (Eds.), Formal Concept Analysis, Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, pp. 61–79.

Greer, J.E., McCalla, G.I., 2013. Student Modelling: The Key to Individualized Knowledge-Based Instruction. Springer Science & Business Media.

Heller, J., Steiner, C., Hockemeyer, C., Albert, D., 2006. Competence-Based Knowledge Structures for Personalised Learning. International Journal on E-Learning 5, 75–88.

Institut de statistique de l'Unesco, 2011. Recueil de données mondiales sur l'éducation 2011: Statistiques comparées sur l'éducation dans le monde. Institut de statistique de l'Unesco.

Kopeinik, S., Nussbaumer, A., Bedek, M., Alber, D., 2012. Using CbKST for Learning Path Recommendation in Game-based Learning, in: Proceedings of the 20th International Conference on Computers in Education. Singapore, pp. 26–30.

Labidi, S., Sergio, N., 2000. Student modeling and semi-atutomatic domain ontology construction for SHIECC. Presented at the Frontiers in Education Conference, Stripes Publishing, Kansas City, MO, pp. F1B/14–F1B/18.

Loghin, G.-C., Carron, T., Marty, J.-C., Vaida, M., 2008. Observation and Adaptation of a learning session based on a multi-agent system: An experiment, in: Intelligent Computer Communication and Processing, 2008. ICCP 2008. 4th International Conference on. IEEE, pp. 17–24.

Lund, K., Mille, A., 2009. Traces, traces d'interactions, traces d'apprentissages : définitions, modèles informatiques, structurations, traitements et usages, in: Analyse de traces et personnalisation des environnements informatiques pour l'apprentissage humain, IC2 Traité informatique et systèmes d'information. Hermes Sciences Publications, pp. 21–66.

Maela, P., 2009. Autour du mot accompagnement. Recherche et formation 91–108. doi:10.4000/rechercheformation.435

Maela, P., 2004. L'accompagnement : une posture professionnelle spécifique. Editions L'Harmattan.

Melero, J., El-Kechaï, N., Labat, J.-M., 2015. Comparing Two CbKST Approaches for Adapting Learning Paths in Serious Games, in: Conole, G., Klobučar, T., Rensing, C., Konert, J., Lavoué, É. (Eds.), Design for Teaching and Learning in a Networked World, Lecture Notes in Computer Science. Springer International Publishing, pp. 211–224.

Paquette, G., 2002. L'Ingénierie Pédagogique: Pour Construire l'Apprentissage en Réseau. PUQ.

Quintin, J.-J., Depover, C., Degache, C., 2005. Le rôle du scénario pédagogique dans l'analyse d'une formation à distance Analyse d'un scénario pédagogique à partir d'éléments de caractérisation définis. Le cas de la formation Galanet, in: EIAH 2005. Presented at the Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Montpellier, France.

Self, J.A., 1988. Student models: what use are they?, in: Artificial Intelligence in Education. Ercoli, P., Lewis, R., North Holland, Amsterdam, the Netherlands, pp. 73–86.

Steiner, C.M., Albert, D., 2011. Competence-Based Knowledge Space Theory as a Framework for Intelligent Metacognitive Scaffolding, in: Biswas, G., Bull, S., Kay, J., Mitrovic, A. (Eds.), Artificial Intelligence in Education, Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, pp. 563–565.

Tatsuoka, K.K., 1983. Rule Space: An Approach for Dealing with Misconceptions Based on Item Response Theory. Journal of Educational Measurement 20, 345–354.

Virvou, M., Tsiriga, V., 2000. Involving effectively teachers and students in the life cycle of an intelligent tutoring system. Educational Technology & Society 3, 511–521.

Zaitseva, L., Boule, C., 2003. Student models in computer-based education. Presented at the Advanced Learning Technologies, 2003. Proceedings. The 3rd IEEE International Conference on, IEEE, p. 451.