Standards et suivi des apprenants

Possibilités offertes pour le suivi des activités des apprenants par les standards du e-learning

Erik Gebers* — Michel Arnaud**

* Université de Technologie de Compiègne, Laboratoire HeuDiaSys
Unité d'Innovation Ingénierie des Contenus et Savoirs
Centre de Recherches de Royallieu BP 20529, F-60205 Compiègne cedex
erik.gebers@utc.fr

** Université Paris X, Laboratoire CRIS SERIES InfoCom
UFR LLPhi bât L 200 avenue de la République – F-92001 Nanterre cedex
michel.arnaud@u-paris10.fr

RÉSUMÉ. La facilitation du contact, même s'il est virtuel, avec le tuteur et avec les autres apprenants favorise l'acte d'apprendre en ligne. Dans le cadre des formations exploitant un support informatique, un des maillons pour faciliter ce contact est la trace des productions de l'apprenant. L'amélioration des outils mis à disposition du tuteur lui permet d'accroître son pouvoir d'analyse de la situation et d'intervention à bon escient. Dans cette communication nous nous intéressons à l'observation de l'activité d'apprenants interagissant avec des contenus de formation. Après la définition des principaux aspects du suivi tutoral, en identifiant des critères d'analyse de son instrumentation, des études de cas illustrent les besoins fonctionnels rencontrés aujourd'hui. Une présentation des standards traitant des contenus de formation d'après ces critères vient compléter cette étude, mettant en exergue les points forts et faiblesses de chacun d'entre eux.

ABSTRACT. Facilitating interactions even virtual between learner and tutor as well as with other learners improves online learning process. Considering distant education using computer resources, the tracking of students' productions appears as one means to achieve this objective. Improvement of tools made available to tutor increases his capacities to diagnose correctly and act efficiently. This paper focuses on the observation of students' interaction with pedagogical content. After the definition of main aspects of tutor's follow up, identifying criteria for the analysis of their instrumentation, case studies illustrate which functionalities are required today. Lastly, standards handling with educational contents are presented according to these criteria, showing both their strengths and weaknesses.

MOTS-CLÉS : suivi, trace, standards, système de gestion de formations, systèmes de gestion de contenus de formation, SCORM, Shareable State Persistence, Question and Test Interoperability.

KEYWORDS: tracking, trace, standards, LMS, LCMS, SCORM, shareable state persistence, question and test interoperability.

Introduction

L'apprentissage en ligne est confronté à un taux d'abandon important dû au sentiment d'isolement face à l'écran lorsqu'il est associé à la pratique de formation en solitaire. C'est en effet le constat fait par Viviane Glikman : « L'isolement ressenti face aux outils, aux contenus, aux méthodes de travail et, surtout, face à l'institution, à ses formateurs et aux autres apprenants n'est pas toujours explicitement évoqué comme cause d'abandon, mais se lit aisément comme tel. » (Glikman, 2002)

La facilitation du contact avec le tuteur et avec les autres apprenants, même s'il est virtuel, influence la continuation de l'acte d'apprendre en ligne. En donnant du soutien et des références relationnelles tout autant que méthodologiques, le tuteur organise par son suivi le travail des apprenants dont il a la charge. L'amélioration des outils mis à disposition du tuteur lui permet d'accroître son pouvoir d'analyse de la situation et aussi d'intervenir à bon escient. Les fonctionnalités des outils de suivi sont particulièrement importantes en ce qu'elles permettent de faire le diagnostic le plus adapté possible à la situation et de proposer une remédiation, ou encore une rétroaction au sens de (Rodet, 2000) : Une intervention du tuteur qui apporte une aide méthodologique. L'objectif de cette communication est de placer les améliorations proposées pour les outils de suivi dans le contexte de leur interopérabilité quel que soit le dispositif utilisé. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux situations d'apprentissages où l'apprenant interagit avec un contenu de formation, situations pour lesquelles, nous le verrons, un ensemble de standards opérationnels est disponible.

Les développeurs de plates-formes et distributeurs de formations sont aujourd'hui conscients de la nécessité des normes pour assurer une stabilité au marché, la pérennité des formations produites et l'échange de ressources pédagogiques (GEMME, 2002). Des spécifications permettant l'archivage (IMS Content Packaging...), l'identification (IEEE LOM, SQL...) et l'exécution de contenus (SCORM RTE, AICC...) de manière homogène sont aujourd'hui en cours de standardisation et permettent d'envisager des progrès quant au déploiement de ressources pédagogiques en ligne.

Toutefois, un aspect important de la formation reste peu traité dans ces standards pour les contenus de formation : le suivi des apprenants. La prise en compte des interactions et le traitement des données qu'elles produisent de manière standardisée représentent un défi important pour les concepteurs de LMS¹ et LCMS². La difficulté de cette tâche provient non seulement du fait qu'elle requiert des traitements informatiques supplémentaires (pour réaliser des contenus interactifs et pour objectiver le rapport de l'apprenant au contenu) mais aussi du fait qu'elle représente un élément déterminant pour la pédagogie de la formation. L'enjeu est

1. Learning Management System : système de gestion de formations.

2. Learning Content Management System : système de gestion de contenus de formation.

donc de trouver l'équilibre entre ce qu'il faut et ce qu'il ne faut pas standardiser pour permettre l'instrumentation du suivi tout en laissant une liberté suffisante aux développeurs de contenus et de formations pour ne pas leur imposer une pédagogie particulière. Cela est d'autant plus ardu que les initiatives les plus abouties traitant ce problème sont focalisées actuellement sur le contrôle automatique d'expériences pédagogiques et ne permettent pas d'instrumenter efficacement le suivi par un tuteur.

Le plan de cette communication s'articule autour d'une définition de la notion de suivi et de sa mise en œuvre, des études de cas mettant en exergue les fonctionnalités requises par des dispositifs de FOAD³ et d'une description des fonctionnalités offertes par les standards de fait du marché.

Les fonctionnalités du suivi des apprenants

Importance du suivi

Le suivi des apprenants est une tâche centrale dans tout dispositif de FOAD. Comme le souligne Viviane Glikman dans ses travaux, le passage d'un système de formation présentiel à celui complètement ou partiellement à distance a soulevé le problème du sentiment d'isolement de l'apprenant face à la machine (Glikman, 1997). D'après elle, ce problème est un facteur déterminant pour la réussite d'une formation à distance (Glikman, 2002). Malgré le peu d'évaluations disponibles, l'hypothèse tend à se vérifier que les dispositifs de e-formation les plus efficaces, qui accusent relativement peu d'abandons et obtiennent des pourcentages élevés de réussite aux examens, sont aussi ceux dans lesquels les taux d'encadrement sont les plus élevés et dont les tuteurs sont les mieux préparés à la maîtrise du dispositif technologique, les plus aptes à comprendre et à prendre en considération les spécificités et la diversité des besoins des adultes en formation, les plus habiles à animer des échanges tant pédagogiques qu'informels (Duplâa *et al.*, 2003 ; Bernatchez, 2000 ; Gauthier 2001).

Pour remédier au problème de l'isolement, plusieurs approches ont été proposées, que nous pouvons regrouper dans deux familles : les solutions gérées par ordinateur (en utilisant des Systèmes Tuteurs Intelligents par exemple) et celles utilisant une composante humaine (tuteur ou environnement collaboratif). Dans les deux cas, pour remédier au sentiment d'isolement face à l'écran, les concepteurs de formations proposent d'augmenter l'intérêt et l'attrait de la formation aux yeux de l'apprenant (Ghezzi, 2004) : un rôle plus actif est donné à l'apprenant, accompagné d'une hausse de l'interactivité et de l'adaptabilité du contenu. Le suivi de l'apprenant permet d'identifier ses besoins en matière d'accompagnement pédagogique et ainsi d'instaurer une meilleure relation entre l'apprenant et sa

3. Formation Ouverte et A Distance.

formation, que cela soit réalisé par des rapports entre apprenants et tuteurs ou entre apprenants et la plate-forme de formation (Leroux, 2002).

Le suivi joue également un rôle administratif, puisque sans information sur la progression et les résultats obtenus par les étudiants il est impossible de certifier leurs niveaux de compétence. En outre, les informations de suivi permettent de réaliser des bilans statistiques nécessaires à l'évaluation de la formation. L'enquête réalisée en 2001 par Iota+ (Iota+, 2002) sur les pratiques de gestion des flux d'apprenants en APP⁴ illustre l'importance de la tâche de suivi administratif :

« 60 % des APP n'ont pas indiqué leur estimation du temps passé à la réalisation du suivi administratif des apprenants. 36% des répondants l'estiment à environ 10 heures mensuelles alors que 4% affirment investir plus de 100 heures mensuelles. Il semble que cette carence d'information soit liée au fait que la tâche de suivi des apprenants est très largement intégrée aux fonctions même de l'APP et qu'il est par conséquent difficile d'isoler en terme comptable le temps passé à cette activité. »

Définition

Le suivi des apprenants en interaction avec un contenu de formation est une tâche complexe, dont la réalisation pratique dépend fortement du contexte de FOAD dans lequel il est appliqué. Dans le cadre de sa thèse, Després définit les fonctionnalités de suivi souhaitées pour son système :

« Le tuteur a à sa disposition des outils lui permettant de percevoir l'activité des apprenants à distance (parcours, temps passé sur chaque étape, historique, etc.), des outils de consultations à distance des productions des apprenants et des outils d'avertissements de comportements remarquables (papillonnement entre différentes tâches, retour sur une étape antérieure pour modification, etc.). » (Després, 2001)

Ainsi, pour réaliser le suivi de l'apprenant, le système ne doit pas uniquement enregistrer les réponses des apprenants aux interactions avec le contenu (« l'apprenant a répondu 3 à la 2^e question ») mais également mémoriser les actions de l'apprenant sur le contenu et leur chronologie (« l'apprenant a répondu à la deuxième question puis il a revu une définition du cours avant de répondre à la première question »). Autrement dit, le dispositif informatique sur lequel se déroule la formation doit permettre l'appréhension de l'activité de l'apprenant, aussi bien de manière ponctuelle (là où il en est) que chronologique (comment il est arrivé là). Or,

4. Ateliers de Pédagogie Personnalisée : ce sont des lieux-ressources de proximité offrant aux apprenants un tutorat présentiel souvent individualisé. Bien que la formation ne soit pas dispensée à distance, elle s'en rapproche et est une formation ouverte puisque les apprenants disposent dans les APP d'une liberté sur leurs horaires de formation, d'une personnalisation de la formation et d'un suiveur qui n'est pas l'enseignant ayant conçu la formation.

étant donné la nature informatique du support de formation, les observations peuvent être traitées afin de rendre leur interprétation aisée.

Nous proposons dans cet article la définition générale suivante pour le suivi : le suivi est une tâche qui consiste en l'observation de l'activité de l'apprenant (par le biais notamment des fonctionnalités proposées par Christophe Després), la comparaison de cette observation aux attentes du tuteur et enfin l'intervention, si nécessaire, de ce dernier auprès de l'apprenant. L'observation de l'activité de l'apprenant correspond à un diagnostic car nous cherchons à déterminer à partir des ressources de l'environnement quelle est l'activité de l'apprenant. Nous passons d'un phénomène observé (ex : après trois essais l'apprenant répond toujours faux) à une cause (ex : qu'est-ce que l'étudiant n'a pas compris ?). Ceci est également valable dans le cas où l'apprenant ne commettrait pas d'erreur, *i.e.* s'il ne commet pas d'erreur c'est qu'il a dû comprendre. La phase d'observation consiste donc en la réalisation d'un **diagnostic** basé sur des **ressources**. Le diagnostic peut concerner la progression de l'étudiant dans la formation, l'identification de ses difficultés mais aussi une analyse de la qualité de la formation ((Merceron *et al.*, 2004) fournit un exemple d'amélioration de formation basée sur l'analyse des productions des apprenants). Les ressources sont l'ensemble d'informations présentes dans l'environnement de formation et issues du rapport entre l'apprenant et la formation (par exemple, les observations du comportement des apprenants en salle de classe dans la cas d'une formation en présentiel ou les annotations d'un apprenant sur un document numérique en FOAD).

L'observation de l'activité de l'apprenant s'effectue à partir de la représentation de l'état courant de la relation entre l'apprenant et la formation (là où il en est avec la production courante) ainsi que la représentation de l'historique de la relation, *i.e.* du début jusqu'à son stade actuel (ce qu'il a fait avec ses productions passées).

Ces représentations de l'activité de l'apprenant peuvent être propres aux intervenants humains de la formation mais aussi être partiellement ou complètement objectivées dans le cadre d'une instrumentation du suivi, par exemple en ayant recours à des modèles de l'apprenant dans les STI⁵. Dans les formations informatisées, l'instrumentation du diagnostic est représentée par des services qui réalisent un traitement des ressources pour les présenter par exemple au tuteur (Figure 1), ou bien qui effectuent ce suivi de manière automatique (on peut parler d'agent de suivi informatique). Notons que le sujet réalisant le suivi est ici laissé indéterminé : cette définition est par conséquent applicable dans des contextes de FOAD tutorée (suivi par un tuteur), d'autoformation (suivi automatique ou réalisé par l'apprenant lui-même) et collaboratif (suivi par interaction sociale, les représentations pouvant être partagées).

5. Système Tutoriel Intelligent.

Figure 1. Réalisation du diagnostic de suivi dans une e-formation

Comme indiqué précédemment, pour permettre l'observation de l'activité de l'apprenant il nous faut non seulement disposer d'une information sur l'état courant de la relation entre le contenu et l'apprenant mais également disposer d'un historique permettant au besoin de reconstituer l'évolution à travers le temps de la relation entre l'apprenant et le contenu. Nous retrouvons ces deux composantes du suivi dans les travaux de Després :

« Nous identifions deux types principaux de consultation : la consultation de l'historique de l'activité des apprenants et la consultation de leurs productions. Les productions sont issues du processus d'apprentissage mené par les apprenants, de même que la trace de l'activité. » (Després, 2001)

A cette distinction entre l'analyse de l'état de la relation entre l'apprenant et la formation (complétion) et l'évolution de cette dernière (historique des interactions et productions), nous pouvons ajouter une dichotomie du suivi en FOAD d'après sa temporalité. En effet, les diagnostics peuvent être définis *a priori* et préprogrammés dans le contenu de formation, associant des actions du support à des diagnostics particuliers (présentation d'une aide si l'apprenant ne trouve pas la bonne réponse, envoi d'un message au tuteur si l'apprenant répond faux à toutes les questions, etc.). Cette programmation du déroulé tire parti de la calculabilité (Bachimont, 2004) propre aux supports numériques pour adapter la formation à l'apprenant⁶. Il s'agit d'apporter au système gérant la formation des capacités de contrôle du déroulé qui identifient des situations d'échec total ou partiel et proposent une remédiation. Le suivi peut aussi être réalisé *a posteriori*, il correspond alors à une analyse ultérieure

6. En utilisant les informations sur ce que l'apprenant a déjà réalisé sur le contenu ou en exploitant une représentation des compétences de l'apprenant par exemple.

du système constitué de l'apprenant et de la formation selon les deux critères identifiés précédemment, l'état et l'historique.

Précisons enfin que par contenu de formation nous désignons un ensemble de ressources informatiques accompagnées d'une prescription quant à l'utilisation de celles-ci (sous forme par exemple de scénario pédagogique). Ce contenu correspond à une partie complète ou à l'ensemble d'une formation. Les ressources sont regroupées sous forme de grains, unité de découpage documentaire et pédagogique des contenus de formation, que nous appellerons modules. Un contenu de formation est par conséquent constitué de plusieurs modules qui, même s'ils sont conçus de manière à être suffisants (*i.e.* utilisables sans faire appel à une ressource externe), ont besoin d'un contexte d'utilisation, fourni par le contenu de formation (par exemple, un module utilisé en introduction va généralement laisser l'apprenant dans l'attente de modules complémentaires sur le même sujet).

Critères d'analyse

Ainsi, nous disposons de quatre critères d'étude du suivi dans les formations exploitant un support informatisé :

Figure 2. Suivi de l'état de la formation selon le graphe des étapes d'une formation (les nœuds peuvent être un chapitre, une section, une partie...)

Etat : Consiste en la sauvegarde de l'état de la formation vis-à-vis de son interaction avec un apprenant. Sont donc concernées les dernières versions des productions de l'apprenant ainsi que sa position dans la formation. La figure 2 illustre ce type d'information sur un graphe représentant le contenu de formation. Notons que dans certains cas (dans les formations à déroulement séquentiel par

exemple), il est possible de déduire le parcours de l'apprenant à partir de ces informations (flèches sur le graphe).

Trace : Consiste en la sauvegarde des productions et des actions de l'apprenant selon l'historique de son apprentissage. L'aspect mis en valeur est l'analyse de l'évolution temporelle de la relation entre un apprenant et un contenu. Les travaux de Lund et Baker (Lund *et al.*, 2000 ; Lund *et al.*, 1999) illustrent l'importance de la prise en compte des processus de résolution de problèmes des apprenants par les enseignants et tuteurs : elle permet aux enseignants et tuteurs de ne pas baser leur pédagogie que sur les erreurs des apprenants mais aussi sur leur méthodologie et leur compréhension des concepts. Le tuteur peut ainsi assurer son rôle de régulation (Teutsch *et al.*, 2004). Par exemple, en se basant sur le graphe de la figure 2, si l'apprenant fait des va-et-vients entre les nœuds 2 et 4 pour répondre aux questions du nœud 4, cette information qui n'est pas déductible des données sur l'état sera contenue dans la trace. La gestion des différentes versions des productions permet d'étudier l'élaboration des réponses par l'apprenant ainsi que ses autocorrections.

Contrôle préprogrammé : Consiste en la mise en place dans le contenu de formation de fonctions de diagnostic permettant l'identification de situations où l'intervention du tuteur (ou de son alter ego informatique) paraît nécessaire au concepteur du contenu de formation. L'objectif principal du contrôle est donc la détection de ces situations. En revanche, l'intervention qui doit être faite suite à cette détection dépend de la pédagogie employée par le concepteur du contenu. Des approches béhavioristes vont par exemple faire appel à une scénarisation particulière du contenu de formation en tant que remédiation alors que des approches constructivistes vont signaler la situation à un intervenant humain, afin qu'il détermine la remédiation nécessaire. Les instructions de contrôle pour la détection de situations particulières sont incluses dans le contenu de formation, elles sont définies *a priori*.

Suivi a posteriori : Consiste en l'analyse des données issues de l'interaction d'un apprenant avec un contenu. C'est par exemple la mise à la disposition des tuteurs d'une synthèse des réponses d'un apprenant aux questions d'un module afin de permettre l'évaluation de l'apprenant ou encore l'observation de la position de l'apprenant sur une modélisation de la formation (Guéraud *et al.*, 2004).

Nous avons présenté notre approche de la tâche de suivi des apprenants. Elle comprend deux étapes importantes : le diagnostic et l'intervention en cas de nécessité. Nous avons également déterminé quatre critères pour structurer notre étude du suivi. Nous allons maintenant les appliquer dans l'étude de cas concrets de la FOAD.

Les apports des études de cas

Sont présentés ici les besoins en matière de suivi requis par deux types de documents de formation conçus par la plate-forme SCENARI⁷. Ils ne sont pas exhaustifs, dans le sens où d'autres formes d'interactivité que celles présentées ici sont bien sûr à considérer, mais illustrent néanmoins le niveau d'interactivité requis par les documents destinés à des usages en FOAD et les exigences qui en résultent en matière de suivi. Le LCMS SCENARI travaille avec des modèles documentaires et pédagogiques, formalisation de la structure logique d'un contenu de formation selon les intentions pédagogiques et les usages documentaires d'une communauté de pratiques. Ces modèles permettent la rédaction de contenus de formation sous un format logique, sous la forme d'un ensemble de fichiers XML, qui sont multi-usages et multi-supports par rapport à une classe d'usages instrumentée par un système documentaire.

Camino

L'exemple présenté ici est issu d'un modèle documentaire et pédagogique conçu par l'Unité d'Innovation Ingénierie des Contenus et Savoirs pour les formations de type « étude de cas ». Dans ce modèle, l'apprenant est amené à utiliser différents types de documents, parfois sous des formats non-électroniques, et à produire une quantité importante de ressources numériques. Ce modèle a été utilisé entre autres dans le cadre du projet Emphis⁸ et dans les travaux pratiques du cours sur les bases de données enseigné à l'Université de Technologie de Compiègne. Les formations sont découpées en parties, elles-mêmes divisées en épisodes.

Le parcours du contenu est séquentiel. L'apprenant ne peut pas sauter une étape, l'ordre des étapes de l'étude fait partie de la méthodologie que doit acquérir l'apprenant. Par contre, l'apprenant peut toujours revenir sur les étapes déjà étudiées. Il dispose de plusieurs outils de navigation qui mettent en exergue les documents et productions associés au contenu. Le rôle structurant du contenu de formation est ici très fort, c'est pourquoi les productions des apprenants s'inscrivent dans le contenu (figure 3). Cela est valable pour toutes les productions numériques demandées durant la formation, qu'elles soient réalisables directement sur le contenu (réponses textuelles, annotations...) ou qu'elles soient réalisées en utilisant une application externe (figure 4).

7. Système de Conception d'Enseignements Numériques, Adaptables, Réutilisables et Interactifs, <http://www.utc.fr/ics>

8. Plus particulièrement par les universités Saint Joseph (Beyrouth), Centre Monastir (Tunisie) et Lyon I (<http://emphis.vitamib.com/>).

Figure 3. Intégration des productions des apprenants dans les contenus Camino

Figure 4. Exemple de production complexe demandée aux apprenants dans le modèle Camino

Par conséquent, les productions des apprenants peuvent être de type varié, aussi bien sur leur forme (texte, graphe, image, son...) que sur leur format (fichiers xml, binaires...). C'est pourquoi la plate-forme d'exploitation de ce type de contenu doit stocker les données sous ces différents formats et en respectant leur typologie (note, réponse, question au tuteur...). La distinction entre format et type est importante, car elle permet une plus grande souplesse dans la manipulation des productions des apprenants. Par exemple, lorsqu'une production est de type inconnu pour une plate-forme de formation (typiquement, lorsqu'elle ne correspond pas à un besoin prévu par un standard), la connaissance de son format permet de lui appliquer des traitements qui pourront s'avérer utiles pour le tuteur (affichage pour un graphe, calcul de la moyenne d'un groupe d'étudiants pour une valeur numérique...).

A la fin de chaque partie se trouve un exercice de synthèse intermédiaire. L'apprenant doit répondre à un exercice qui fait appel à l'ensemble des points abordés dans les différents épisodes de la partie. Cette approche, que nous qualifions de transversale, est instrumentée par la mise à la disposition des apprenants de l'ensemble de leur production pour la partie de la formation concernée. Les questions sont également accessibles, afin de faciliter la mise en contexte des productions (figure 5).

Figure 5. Travail de synthèse en fin de partie dans Camino

A la fin du contenu de formation, une synthèse générale regroupe toutes les productions de l'apprenant (figure 6). Elle joue un double rôle : elle permet à

l'apprenant d'avoir une vue d'ensemble sur son travail et elle facilite la tâche d'évaluation du travail de l'apprenant par le tuteur.

Figure 6. Synthèse générale donnant une vue d'ensemble à l'apprenant et au tuteur

Si nous appliquons la catégorisation en quatre points de vue proposée précédemment, les exigences en matière de suivi pour les formations utilisant ce modèle documentaire et pédagogique sont les suivantes :

Etat :

Le contenu doit pouvoir sauvegarder des productions de types et formats variés. Pour ce faire, il faut que le contenu dispose d'un espace de stockage supportant des données binaires (images, sons...) ainsi que textuelles (textes, documents xml...). SSP ou QTI, que nous verrons en détail par la suite, permettraient d'apporter une solution à ce besoin. Pour cette sauvegarde typée des productions, les standards doivent inclure trois fonctions :

– **Sauvegarde générique** : Un module d'un contenu de formation Camino pourrait utiliser cet espace pour sauvegarder les documents numériques dans leur format natif (nécessaire lorsque le format est lié au métier), permettant à l'apprenant d'accéder et modifier toutes les ressources liées à sa formation selon le plan de déroulement de la formation.

– **Gestion de formats** : Les productions de l'apprenant durant son activité d'apprentissage devraient pouvoir être sauvegardées sur la plate-forme de formation avec une indication de leurs formats, afin de permettre ne serait-ce que leur visualisation sur la plate-forme. Par exemple, un graphe SVG, comme demandé sur la figure 3, doit pouvoir être sauvegardé et identifié comme un graphe SVG. Ainsi la plate-forme pourra appliquer le traitement informatique nécessaire pour afficher le graphe.

– **Gestion de types** : En plus de l'identification des formats des productions de l'apprenant, certaines d'entre elles correspondent à des types d'interaction. Par exemple, les réponses à un QCM, à un exercice de texte à trous et à un résumé de cours doivent pouvoir être identifiées en tant que telles. La gestion de types permet par exemple l'affichage transversal (*i.e.* sur toutes les parties de la formation) des productions de même type et la mise en œuvre de traitements automatiques (auto-évaluation).

La place des productions dans le déroulement de la formation jouant un rôle important, le stockage des productions doit prendre en compte la structure du contenu. C'est une problématique de **contextualisation** des productions, elles doivent pouvoir faire référence à la partie du contenu à laquelle elles sont associées.

Trace :

Le contenu propose un déroulement séquentiel mais l'apprenant peut toutefois consulter librement tous les épisodes déjà parcourus. L'historique des **actions** de navigation, indiquant l'ordre de parcours du contenu mais aussi le menu de navigation utilisé pour accéder à un épisode de la formation, doit être sauvegardé ici. De plus, durant l'étude d'une partie, le contenu n'est pas révélé en une fois mais progressivement. Les réponses aux exercices en particulier ne sont affichées que suite à une requête de l'apprenant (click sur un bouton). La sauvegarde des **actions** de l'apprenant durant son interaction est aussi nécessaire afin de permettre une étude de ses méthodes de travail (consultation de la réponse avant ou après réponse personnelle...).

La sauvegarde des différentes versions des productions des apprenants sur la plate-forme est aussi souhaitée (**trace des productions**). A défaut de la gestion de versions multiples, un indice de la fréquence des modifications apporterait tout de même une information sur les essais de l'apprenant.

Contrôle préprogrammé : Les contenus Camino n'utilisent pas de contrôle préprogrammé. Toutefois, comme les formations incluent un exercice de synthèse à la fin de chaque partie, nous souhaiterions pouvoir **détecter** les productions de l'apprenant et, dans le cas où elles seraient peu nombreuses, lui rappeler qu'elles lui serviront pour l'exercice de fin de partie. Il s'agit d'une **remédiation automatisée** lui apportant une aide méthodologique.

Suivi a posteriori : Aussi bien pour le tuteur que pour l'apprenant, une représentation structurée de l'activité et des **productions** de l'apprenant sur le

contenu de formation est souhaitée. On souhaite pouvoir visualiser les réponses de l'apprenant situées dans la structure de la formation. Par rapport aux informations devant être stockées, il n'y a pas d'exigences autres que celles exprimées pour l'état et la trace. Mais un outil de manipulation de ces informations doit être mis à la disposition des acteurs de la formation (comme la synthèse générale de la figure 6, qui fournit une vue transversale du travail de l'apprenant sur le contenu de formation). Ces outils doivent aussi tenir compte de la trace des actions de l'apprenant, ils doivent donc proposer une **représentation des actions** de l'apprenant, en plus de la **représentation des productions**.

Quadra

L'exemple présenté ici est basé sur un modèle documentaire de contenus pédagogiques développé pour une formation principalement transmissive (le modèle académique⁹). Il est utilisé notamment dans le cadre du projet SCENARISup¹⁰ (Crozat *et al.*, 2003). Les supports de formation bénéficient alors de fonctions interactives propres au numérique. L'apprenant peut en effet (figure 7) :

- Créer des annotations contextuelles, associées à chaque page du contenu,
- Marquer des pages (pour une lecture ultérieure),
- Répondre aux exercices qui peuvent soit évaluer la réponse en la comparant à une solution présélectionnée, soit la transmettre à un tuteur pour qu'il puisse la corriger.

L'approche de type transversal est également utilisée dans ce modèle, permettant à l'apprenant d'avoir une vue d'ensemble sur son travail : différentes synthèses lui sont proposées, lui permettant de consulter la globalité de ses productions (annotations, réponses aux exercices... figure 8). Des exercices impliquant une connaissance de l'ensemble du contenu de formation tirent parti de ces synthèses pour aider l'apprenant (c'est le cas par exemple d'un résumé de fin de cours où l'apprenant dispose d'une synthèse de ses notes).

Les exigences en matière de suivi pour les formations utilisant ce modèle documentaire et pédagogique sont les suivantes :

Etat : Comme pour le modèle Camino, le contenu doit pouvoir sauvegarder des productions de types et formats variés. Il doit disposer d'un espace de stockage pour tous types de données (textuelles ou binaires). Le stockage des productions doit prendre aussi en compte la structure du contenu. Nous retrouvons ainsi, comme dans l'étude précédente, le besoin d'une **contextualisation** des productions.

9. Il convient à l'informatisation (par opposition à la numérisation (Bachimont, 2004)) et à la création de polycopiés de cours.

10. Université d'Aix-Marseille II - CIP, Université de Bordeaux I - Ulysse, Université de Corte, Université de Nancy II - Videoscop, Université de Rennes I - CIRM, Ecole Nationale Supérieure des Télécoms (ENST) Paris, Université de Valenciennes et l'Université Paris XI.

Trace : L'historique des actions de navigation et les actions sur les interfaces doivent être sauvegardés ici. Nous retrouvons donc le besoin d'une gestion de la trace des actions de l'apprenant.

Figure 7. Exemple d'interactions dans Quadra

Figure 8. Synthèse des productions dans Quadra

Contrôle préprogrammé : Les contenus de formation Quadra font eux aussi peu appel aux fonctionnalités de contrôle préprogrammé. Ils permettent néanmoins

d'ajouter des conditions d'accès à certains modules (modules prérequis, note obtenue dans d'autres modules...), ce qui permet d'envisager des **remédiations automatisées**. Par exemple, si l'apprenant obtient une très mauvaise note à une évaluation et qu'un module optionnel approfondissant une notion liée à l'évaluation n'a pas été consulté, nous pourrions le conseiller à l'apprenant.

Suivi a posteriori : Nous retrouvons les mêmes exigences que dans le modèle Camino, *i.e.* le besoin d'une gestion structurée des informations sur l'état et de la trace de la formation pour permettre de réaliser une analyse a posteriori efficace. A ce besoin en représentation des actions et des productions s'ajoute celui de la présence d'outils statistiques pour permettre des études comparatives entre les différentes productions des apprenants.

Ces deux études de cas nous ont permis d'identifier un ensemble de besoins fonctionnels pour le critère d'état (sauvegarde générique, gestion de formats, gestion de types et contextualisation), la trace (trace des actions et des productions), le contrôle préprogrammé (détection et remédiation automatisée) et le suivi a posteriori (représentation des action, représentation des productions et outils statistiques). Nous allons maintenant présenter les principaux standards pour les contenus de formation et l'ensemble de fonctionnalités qu'ils offrent selon ces mêmes critères.

Le suivi selon les standards

Par son importance dans le contexte de la FOAD (Glikman, 2002) et par la quantité de travail nécessaire à sa mise en œuvre, l'instrumentation du suivi apparaît comme une étape inévitable dans les processus de normalisation.

Le paysage des normes et standards du e-learning est à ce jour encore en construction, des nombreux projets étant en cours dans les organismes responsables de leur rédaction (ISO, AFNOR, IMS, IEEE...). Nous pouvons classer ces différents travaux selon plusieurs axes de normalisation, *i.e.* selon la problématique traitée :

- Technique : Ce sont les standards et normes informatiques utilisés par les dispositifs de formation. Citons par exemple le XML pour les contenus documentaires ou encore SOAP pour les services web. Ils assurent l'interopérabilité des dispositifs uniquement au niveau informatique, sans tenir compte des particularités liées à la pédagogie.

- Indexation et description : Sont principalement concernés ici les jeux de méta-données proposés pour la description de contenus pédagogiques. Ils permettent d'instrumenter la recherche et l'identification de contenus de formation dans des bibliothèques ou dans des dépôts de contenus sur Internet. LOM est actuellement le standard de cette catégorie qui focalise l'attention de la communauté de la FOAD, décliné en divers profils d'application selon les pays.

– Gestion administrative des étudiants : Nous retrouvons dans cette catégorie les standards pour la gestion de profils de compétences tels que l'e-portfolio et Europass.

– Scénarios de formation : Principalement IMS Learning Design qui permet la description de tout scénario de formation en utilisant pour métaphore la pièce de théâtre, mais dans une moindre mesure SCORM et AICC qui ne permettent de scénariser que des situations de formation individuelle où les activités des apprenants s'enchaînent de manière séquentielle.

– Echange de données entre modules et plates-formes de formation : Il s'agit des standards permettant de définir quelles informations peuvent être échangées entre la plate-forme de gestion de la formation et les modules qu'elle exécute. C'est donc l'axe de normalisation qui nous intéresse car c'est à partir de ces informations que nous pourrions instrumenter le suivi. Sont concernés ici AICC, SCORM, IMS SSP et QTI. Ils permettent de ne pas avoir recours à des solutions propriétaires pour la sauvegarde de données permettant l'observation de l'activité de l'apprenant sur un module.

Les standards AICC, SCORM, IMS SSP et QTI présentent des approches variées du suivi selon les quatre critères identifiés pour les formations centrées sur des contenus (état, trace, contrôle préprogrammé et suivi a posteriori). Les deux standards d'IMS, SSP et QTI, sont destinés à des usages spécifiques (sauvegarde de données et gestion des exercices) ce qui se traduit, comme nous le verrons par la suite, par un faible recouvrement des fonctions identifiées. Ils peuvent néanmoins apporter des fonctions à des standards plus complets tels que SCORM ou AICC, en étant intégrés ou en ayant leurs fonctions reproduites dans ces standards. SSP est d'ailleurs clairement annoncé par IMS comme une extension aux fonctionnalités des LMS actuels pour le stockage de données sous des formats propriétaires.

Nous présentons ces différents standards plus en détail dans cette partie. L'objectif de cette présentation est l'identification des fonctions mises à la disposition des concepteurs de formations par ces standards afin d'instrumenter le suivi selon nos quatre critères. Les fonctions identifiées sont marquées en gras et seront définies en détail par la suite.

Quelques mots sur IMS Learning Design

Cette spécification d'IMS est issue d'un processus de maturation du travail réalisé par l'Open University of Netherlands sur l'EML : Educational Modelling Language. Il intègre les préoccupations du design pédagogique et de l'ingénierie pédagogique dans les formations numériques (Paquette, 2003), en utilisant un métalangage pour décrire les expériences d'apprentissage (basé sur une métaphore du théâtre). L'objectif de ce standard est de proposer un langage permettant de modéliser tout type de formation, indépendamment de l'approche pédagogique utilisée. De ce fait, les échanges entre contenus de formation et plate-forme de

formation ne sont pas au cœur du problème traité par IMS LD. Il se positionne donc comme un standard de plus haut niveau que ceux présentés dans cet article (figure 9), utilisant ces derniers pour formater les contenus proposés dans le cadre de la formation. D'ailleurs la notion même d'objet pédagogique diffère entre les EML et les standards présentés ici : les premiers ont une approche centrée sur l'activité alors que les derniers ont une approche centrée sur le contenu (Pernin, 2003).

Méthode				
Pièce 1	Acte	Rôle	« Role-part »	Environnement
	1.1	Étudiant	Activité : introduction	Module SCORM
	1.2	Étudiant	Activité : test pré-requis	Module QTI
	...	...	...	...

Figure 9. Représentation d'une méthode IMS LD incluant des contenus SCORM et QTI.

IMS LD permet d'envisager une formulation explicite du rôle du tuteur dans le framework d'une formation (en décrivant par exemple des activités d'interaction entre le tuteur et les apprenants, comme une discussion sur un forum). Si aujourd'hui il n'est pas opérationnel, la forte activité de sa communauté devrait aboutir très rapidement à des plates-formes expérimentales¹¹. Le couplage entre IMS LD et les standards pour les contenus de formation est une problématique importante pour l'informatisation des formations, afin de mettre leur approche complémentaire à profit. IMS travaille dans ce sens, notamment dans le cadre du standard QTI¹².

SCORM¹³

Issu de l'initiative ADL¹⁴ lancée en 1997 par le Département de la Défense américain, SCORM est un standard d'interopérabilité complet dont une des finalités est de permettre le déroulement des formations de manière identique quelle que soit la plate-forme d'exécution.

11. Citons par exemple CopperCore, système capable d'interpréter des scénarios IMS LD (<http://coppercore.org/>) et Reload Editor qui permet de créer ces scénarios (<http://www.reload.ac.uk/>).

12. Dans IMS QTI Integration Guide (<http://www.imsglobal.org/question/index.html>).

13. Sharable Content Object Reference Model : Modèle de référence pour des objets de contenu partageables

14. Advanced Distributed Learning, <http://www.adlnet.org>

Etat

Le standard SCORM offre un modèle de données¹⁵ pour la gestion de l'ensemble des productions de l'apprenant. Ce modèle comporte un ensemble de champs afin de permettre un échange standardisé de données entre les contenus de formation et les plates-formes (**Gestion de types standardisés**) : commentaires sur le contenu (faits par l'apprenant ou par le tuteur), état d'avancement, interactions de l'apprenant, informations sur l'apprenant (nom, ID, préférences), objectifs de la formation, temps passé sur la formation... Les **formats** de ces champs sont précisés par le standard mais ces mêmes formats ne peuvent pas être utilisés pour caractériser une production correspondant à un type propriétaire (par exemple, si nous utilisons dans une formation une interaction de type résumé, absente du standard, ce dernier ne nous permet pas d'identifier le format de cette production). Ces données sont propres à un apprenant et à un contenu de formation, leur **partage** n'est pas considéré dans le standard.

Dans ce standard, les données sont échangées sous la forme de chaînes de caractères. Il n'est par conséquent pas adapté à la gestion de données en binaire telles qu'un flux audio, une image, un exécutable... De plus, l'espace de stockage est très fortement typé : seul le champ « suspend_data » offre un espace de stockage libre aux contenus (l'espace de **sauvegarde générique** est restreint). Mais ce champ est limité à 4000 caractères, ce qui s'avère contraignant alors que les objets pédagogiques ne doivent pas nécessairement être petits (Jaakkola *et al.*, 2003) et par conséquent il est difficile de prévoir l'espace dont ils ont besoin. Les autres informations doivent être stockées dans les champs proposés par le standard avec leur sémantique associée. Pour les interactions, neuf types ont été identifiés et standardisés : vrai ou faux, QCM, texte à trous, texte à « longs trous¹⁶ », appariement, ordonnancement, valeurs numériques, classification (*likert*) et réalisation d'une tâche (*performance*). Remarquons que le standard mélange type et format puisqu'une valeur numérique n'est pas un type en soi, cela pourrait correspondre au format d'une réponse à une interaction de type calcul par exemple. Un dixième type générique, appelé « other » permet de stocker des informations concernant des interactions non standardisées (**Gestion de types propriétaires**). Le standard ne spécifie cependant pas comment ce type doit être traité par les LMS (comment identifier son nom, est-ce qu'il est affichable en tant que texte...), on passe du tout au rien. Enfin, seuls les commentaires contiennent une référence à leur localisation dans le contenu de formation, permettant de les situer par rapport à la formation (**Contextualisation**).

15. Ce modèle est basé sur les travaux de standardisation que l'IEEE LTSC a réalisé d'après les spécifications d'AICC. Dans la version 1.3, également connue en tant que SCORM 2004, SCORM utilise le draft 1484.11.1 Data Model for Content Object Communication.

16. Pour les exercices proposant à l'apprenant de compléter des textes à trous par des phrases ou paragraphes.

Trace

SCORM ne propose pas de mécanisme de sauvegarde de la trace à proprement parler. Le standard indique une démarche pouvant être adoptée par les développeurs désireux de connaître l'évolution des **productions** de l'apprenant : à chaque modification de l'une d'entre elles, le contenu sauvegarde le nouvel état de la production dans un nouvel objet « interaction » du modèle de données. L'utilisateur peut alors en parcourant l'ensemble des interactions associées à un contenu de formation, retrouver les différentes versions des productions de l'apprenant. Cette démarche n'est cependant qu'une suggestion faite par ADL, et n'étant pas une spécification du standard son implémentation par les plates-formes n'est pas assurée. De plus, le mélange entre les informations sur la trace et sur l'état augmente la complexité du système (il faut vérifier toutes les interactions afin de vérifier s'il n'y a pas plusieurs versions du même objet) et réduit les capacités de stockage du modèle (le modèle de données permet la sauvegarde de 250 interactions, si nous désirons autoriser 10 versions pour chaque production de l'apprenant un maximum de 25 interactions seront permises dans le module). Le standard ne spécifie pas comment une trace des **actions** de l'apprenant (click sur un bouton par exemple) ou de son **parcours** dans le graphe du contenu de formation pourrait être gérée.

Contrôle Préprogrammé

Le standard SCORM a été développé à l'origine pour former des soldats sur l'ensemble du territoire américain, de manière asynchrone et automatique. C'est pourquoi le déroulement automatique de la formation joue un rôle essentiel dans SCORM. A partir de la version 1.3, le standard utilise la spécification Simple Sequencing produite par IMS pour définir les scénarios de formation (Warwick, 2003).

Le principe du Simple Sequencing est fondé sur la représentation de la formation en un arbre d'activités, qui est défini à partir de la structure du contenu fournie par l'élément « organization » d'IMS Content Packaging, standard d'emballage IMS également utilisé par SCORM. Nous passons alors d'une structuration documentaire à une structuration de l'activité. Les feuilles de l'arbre sont associées à des modules de formation et les autres nœuds servent à structurer la formation (Figure 10). Des règles de contrôle (Sequencing Control Modes) permettent de définir pour chaque nœud de l'arbre les possibilités de navigation (saut vers une autre activité, parcours linéaire...) et un ensemble de règles d'enchaînement (Sequencing Rules) permet d'imposer des conditions pour l'accès à des nœuds (prérequis, note suffisante, temps passé sur un module...). Ces règles s'appliquent à tous les nœuds de l'arbre, donc même les nœuds qui ne contiennent pas de contenu sont utiles pour le contrôle. Par exemple, nous pouvons formuler des conditions comme : « l'étape sera complète lorsque au moins deux de ses parties auront été complétées. » Ces règles permettent donc de **détecter** des situations particulières (objectifs non atteints pour un module, note faible...) et d'éventuellement proposer une **remédiation automatisée** en aiguillant l'apprenant vers un module spécifique. Toutefois, le standard ne fournit

aucun moyen de signaler au dispositif de formation (et encore moins à un éventuel tuteur) que l'activité de l'apprenant doit être analysée. Nous aurions pu envisager qu'un module, avec ses propres critères, détermine qu'un suivi de l'activité de l'apprenant est nécessaire (et ceci sans que l'apprenant ait une mauvaise note au module).

Figure 10. Dérivation de l'arbre d'activités dans SCORM d'après la structure d'organisation des ressources de la formation (SCORM 2004)

Suivi a posteriori

Le standard SCORM considère que le suivi a posteriori est à réaliser par le LMS et ne spécifie aucune règle ou contrainte relative à sa réalisation. Cette position est critiquable dans la mesure où elle nuit à l'interopérabilité : si les formations sont reconnues et se déroulent de manière homogène, l'utilisateur doit être en mesure d'attendre un minimum de fonctionnalités de suivi a posteriori, comme un outil d'analyse des productions de l'apprenant.

AICC

AICC¹⁷ est une organisation professionnelle du secteur aéronautique créée en 1988 et a pour objectif d'aider les fabricants d'avions et les compagnies aériennes en

17. Aviation Industry CBT (Computer Based Training) Committee, <http://www.aicc.org/>

proposant des solutions pour rendre l'enseignement assisté par ordinateurs à destination des pilotes et mécaniciens le plus performant possible. Le sous-comité AICC CMI (Computer Managed Instruction : formation gérée par ordinateur) a développé de nombreuses recommandations en la matière. Les représentants de Boeing et d'Airbus en particulier, y ont apporté les contraintes relatives à la gestion des contenus et au modèle pédagogique transmissif visant à faire acquérir de manière très contrôlée au personnel volant et de maintenance, le niveau de compétence nécessaire pour garantir à la fois la sécurité des passagers et la rentabilité des entreprises concernées. Pour ces raisons, la traçabilité des résultats est une priorité pour AICC.

Le suivi des apprenants était une des préoccupations principales d'AICC. Leur standard propose une approche intéressante : un suivi sur deux niveaux. Si nous ne voulons qu'exécuter la formation, le premier niveau est suffisant. En effet, il regroupe les réponses de l'apprenant aux interactions et les informations sur sa progression dans la formation pour permettre la gestion du déroulé de la formation et celle des productions de l'apprenant. Mais si une analyse de la formation ou des parcours des apprenants est souhaitée, afin d'évaluer la qualité et l'efficacité de la formation, le deuxième niveau permet la gestion de données concernant ces aspects. La séparation des deux permet de les activer ou désactiver selon les besoins (phase de conception, de déploiement...).

Etat

Dans le modèle AICC, les échanges de données entre le système de gestion de la formation (CMI pour Computer-Managed Instruction) et le contenu de formation (désigné par CBT pour Computer Based Training) se font par l'intermédiaire de fichiers. Cette approche permet le **partage** de données entre plusieurs modules constituant la formation.

Les informations concernant l'état de la relation entre l'apprenant et le contenu de formation (progression, productions, temps passé sur le module...) sont échangées entre le contenu et le CMI suivant un modèle de données. Celui-ci est très proche du modèle de SCORM, les travaux d'AICC ayant servi de base à ADL. Pour les formats d'interaction, il comprend huit des neuf types présents dans SCORM (seul le « texte à longs trous » est absent) mais ne permet pas de gérer des données provenant d'interactions d'un autre type (**Gestion de types propriétaires**). Ce modèle est par conséquent plus contraignant puisque les interactions doivent correspondre à l'un des huit types pour être interopérables.

Trace

Dans le cas d'une formation exploitant les deux niveaux de données du modèle CMI, les informations relatives au **parcours** de l'apprenant sont sauvegardées dans un fichier (le fichier « path » du standard). Elles permettent de reconstruire le

parcours de l'apprenant au travers des différents éléments d'une leçon, un champ « location » permet de spécifier un point précis à l'intérieur de la leçon.

Quant aux **productions** de l'apprenant, l'utilisation de fichiers permet de gérer plusieurs versions d'une même interaction mais le standard ne précise pas comment mettre en place un tel mécanisme. Aucun mécanisme n'est indiqué pour permettre la création d'une trace des **actions** de l'apprenant.

Contrôle préprogrammé

Nous retrouvons dans les spécifications d'AICC, qui ont inspiré celles d'ADL, une approche très automatisée de la formation. Les cours sont divisés en leçons et blocs de leçons qui peuvent être enchaînés avec des conditions de type prérequis et utilisant des informations sur la progression (la réussite d'une leçon peut entraîner celle d'une autre, la rendant optionnelle) avec des expressions logiques. L'utilisation d'objectifs permet de représenter les objectifs pédagogiques des leçons de manière externe et ainsi de les utiliser dans les expressions logiques (partage d'objectifs entre plusieurs leçons, tests sur la réussite de différentes leçons...). Le mode de navigation est quant à lui toujours séquentiel (enchaînement de modules aux conditions près). Nous avons par conséquent ici aussi la possibilité de **détecter** des situations particulières dans un module par le biais des objectifs pédagogiques et d'essayer d'apporter une **remédiation automatisée** lors de l'enchaînement des modules, avec les mêmes limitations que pour SCORM.

Suivi a posteriori

Le standard d'AICC suggère trois types d'outils pour la réalisation de rapports basés sur les données échangées entre le contenu et la plate-forme. Le premier est destiné à l'analyse des performances des apprenants (temps requis pour suivre la formation, nombre d'essais, résultats, productions...). Le deuxième est destiné à l'analyse des leçons et cours (statistiques sur les temps, résultats...). Le dernier permet l'analyse des examens (statistiques sur les performances des étudiants sur les différentes questions...). Avec les informations d'état et la trace, un suivi a posteriori des **productions** et du **parcours** est réalisable. AICC recommande que les données produites par la formation soient exploitables par des systèmes de traitement **statistiques** comme ceux développés par SAS¹⁸ ou SPSS¹⁹ mais aussi quelles soient exploitables par des systèmes de base de données (une préférence étant explicitement formulée pour les SGBDR²⁰). Toutefois, AICC ne précise pas le fonctionnement de ces outils.

18. <http://www.sas.com/>

19. <http://www.spss.com/>

20. Système de Gestion de Base de Données Relationnel.

IMS Sharable State Persistence

IMS Global Learning Consortium est un regroupement créé en 1997 et dont font partie 250 établissements éducatifs, des entreprises, des agences gouvernementales et des sociétés de développement. IMS propose des nombreuses spécifications couvrant un grand nombre des problématiques liées à la formation à distance. L'IMS SSP est une spécification récente²¹ présentée par IMS comme une extension pour les LMS afin de leur permettre d'offrir aux contenus de formation un espace de stockage standardisé.

Etat

IMS SSP permet aux contenus de formation la sauvegarde de leurs données dans un espace de données **partagé** (seul le partage entre contenus est abordé par la spécification, le partage entre utilisateurs n'est donc pas traité).

Cette spécification apporte une solution intéressante au problème du stockage des informations sur l'état d'un contenu. Ses avantages sont : la gestion de données binaires (par conséquent, le contenu peut sauvegarder tout type de production), la possibilité de définir de manière dynamique l'espace requis par un contenu (négociation entre le contenu et le LMS), la possibilité de partager des données entre contenus (les données finales d'une simulation peuvent ainsi servir comme paramètres initiaux pour une autre simulation). L'implémentation de cette spécification permet par conséquent de fournir aux contenus un espace de stockage **générique** sans contraintes. Elle paraît alors être une alternative aux modèles de données trop restrictifs d'AICC et d'ADL, où aucune ou très peu de place est laissée au stockage de données propriétaires. En contrepartie, cette spécification ne permet pas d'apporter des informations sur la sémantique des données stockées, ce qui interdit toute manipulation automatique standardisée de ces données (pas de gestion de **formats** ni de **types**). Par conséquent, les données ne sont pas exploitables par des outils de suivi. Enfin, IMS SSP ne concerne que le suivi de l'état de la formation.

IMS Question and Test Interoperability

Cette spécification d'IMS date de 1999, année où sa version 0.5 a été rendue publique. Elle propose un modèle de données pour la représentation des données dans les exercices et interrogations ainsi que dans les réponses que ces interactions produisent. Aujourd'hui, IMS travaille sur la version 2.0 (documents de travail rendus publics en juin 2004) de cette spécification, dont l'un des objectifs est son harmonisation avec les autres spécifications d'IMS (Simple Sequencing et Learning

21. En effet, la première version de cette spécification a été validée par IMS en juillet 2004.

Design, le couplage avec le standard CMI est également étudié²²). QTI a été conçu pour (IMS, 2004) :

- Fournir un format bien documenté pour le stockage de contenus de formation du type exercice ou interrogation qui soit indépendant de l'outil utilisé pour sa conception.
- Permettre la création de banques de contenus utilisables par différentes plates-formes de formation.
- Permettre l'utilisation de contenus de sources variées dans un même système de formation.
- Permettre aux plates-formes de rapporter les résultats de manière consistante.

Etat

Pour chaque exercice, le standard fournit dans son modèle de données des champs pour la gestion d'informations relatives à l'interaction de l'apprenant avec le contenu : sa réponse, le temps passé sur l'exercice, l'état de l'exercice (complété, incomplet, inconnu ou non essayé). Ces **types de données standardisées** permettent de réaliser des rapports statistiques sur les résultats des apprenants.

QTI définit un ensemble de **formats** de données pouvant être utilisé par les interactions (chaînes de caractères, booléens, fichiers, URI...), ce qui permet d'envisager des traitements automatiques quant à la représentation de ces données. Le standard fournit également un large panel de **types** d'interactions, qui utilisent ces formats pour stocker les données produites par l'apprenant (QCM, appariement, sélection de zones sur une image, dessin...). Une interaction de type « upload²³ » a été définie pour permettre à l'apprenant de joindre au contenu de formation une production réalisée avec un logiciel extérieur à la plate-forme de formation. Cette spécification permet par conséquent de traiter des productions binaires, chose impossible avec les modèles de données AICC et ADL. De plus, QTI offre un mécanisme d'extension des types d'interactions en proposant une classe « custom » pouvant être personnalisée pour intégrer des types **propriétaires**.

Comme IMS l'indique clairement, ce standard se focalise sur les interactions pour l'évaluation de l'apprenant. Les actions de **navigation** ou de consultation du contenu ne sont donc pas prises en compte par celui-ci. Toutefois, ce standard fournit un modèle plus complet pour la gestion de types d'interactions et plus malléable que ceux d'AICC et d'ADL.

22. Dans IMS QTI Item Integration Guide 2004.

23. Téléchargement.

Contrôle préprogrammé

Le standard permet un suivi par *préprogrammation* avec l'utilisation d'items²⁴ adaptatifs : le contenu présenté par ces items peut être modifié suite à une réponse de l'apprenant (par exemple, dans le cas d'une réponse **détectée** comme insatisfaisante à une question libre, l'exercice peut proposer des indices et des recommandations méthodologiques...). Une navigation conditionnelle est ainsi possible et peut servir à la mise en œuvre de **remédiations automatisées**.

Tableaux récapitulatifs des standards de contenus

L'ensemble des fonctions identifiées dans cette présentation des standards pour la gestion de contenus de formation est regroupé ici selon les quatre critères : état, trace, contrôle préprogrammé et suivi a posteriori. Des définitions sont proposées pour chacune d'entre elles ainsi que des tableaux récapitulatifs afin de permettre de situer les différents standards par rapport à ces fonctions. Ces tableaux permettent de mieux visualiser les points forts ainsi que les faiblesses de chaque standard, en les comparant les uns par rapport aux autres.

Etat

	SCORM	AICC	SSP	QTI
Sauvegarde générique	□	-	■	-
Gestion de formats	-	-	-	■
Gestion de types :				
- standardisés	■	■	-	■
- propriétaires	□	-	-	■
Contextualisation	□	-	-	-
Partage entre contenus	-	■	■	-

Tableau 1. Grille récapitulative des fonctions pour l'instrumentation du suivi d'état dans les différents standards

Les symboles suivants sont utilisés dans les tableaux :

■ : Le standard intègre la fonction.

24. Dans IMS QTI, un item correspond à une interaction/exercice.

□ : Le standard intègre partiellement la fonction, de manière limitée.

- : Le standard n'intègre pas la fonction.

En outre, une fonction identifiée lors des études de cas et non couverte par les standards a été ajoutée : la trace des actions. Elle sera précisée par la suite.

Les fonctions identifiées pour permettre un suivi de l'état sont :

Sauvegarde générique : le standard offre un espace de stockage pour des données sans imposer de contraintes. Un module de formation peut utiliser cet espace pour sauvegarder les données nécessaires à son fonctionnement. Par exemple, une simulation peut sauvegarder l'état de l'environnement simulé dans cet espace afin de pouvoir le restituer lors d'une future utilisation du module.

Gestion de formats : Le standard identifie clairement un ensemble de formats de données pouvant être sauvegardées (booléens, entiers, texte, texte avec mise en forme...) et ceci *indépendamment* d'une typologie des productions de l'apprenant (annotations, résumé, réponse à un QCM...). La distinction entre type et format permet d'accroître la genericité d'un standard : en ajoutant un type propriétaire par exemple, si le format est connu du système les données sauvegardées pourront être quand même exploitées par le système.

Gestion de types : Le standard spécifie des types pour les données sauvegardées (réponses à des QCM, annotation, texte à trous...). La gestion de types permet d'apporter une information sur la sémantique des données sauvegardées. Les standards peuvent offrir un ensemble de types standardisés mais aussi permettre l'extension de cet ensemble par des types propriétaires. Des traitements informatiques peuvent être appliqués à des données typées, comme par exemple la correction automatique d'exercices.

Contextualisation : Consiste en la localisation des données par rapport au contenu de formation. Par exemple si l'apprenant commente un contenu, le standard permet d'indiquer de manière précise à quelle partie du contenu le commentaire fait référence. De même pour les autres productions de l'apprenant.

Partage : Le standard peut permettre que des données sauvegardées par un contenu soient accessibles à d'autres contenus, ce qui permet d'envisager des relations plus fortes entre les contenus de formation (cela est souhaité par exemple dans le cadre de formations avec simulations, l'apprenant retrouve le même environnement de simulation dans chaque simulation de la formation). A noter qu'aucun des standards présentés n'aborde le partage entre apprenants, qui est un élément essentiel pour la réalisation de formations collaboratives centrées sur le contenu.

Trace

	SCORM	AICC	SSP	QTI
Parcours	-	■	-	-
Productions	□	□	-	-
Actions	-	-	-	-

Tableau 2. Grille récapitulative des fonctions pour l'instrumentation du suivi de la trace dans les différents standards

Pour l'instrumentation de la trace, les fonctions identifiées sont :

Parcours : Le standard permet la sauvegarde d'informations relatives au parcours de l'apprenant dans le graphe de la formation. Il est alors possible de représenter son parcours dans la formation, de manière chronologique. Par exemple, si l'apprenant réalise des va-et-vient entre deux nœuds du graphe représentant le contenu de formation, ils doivent pouvoir être représentés dans la trace du parcours.

Productions : Le standard permet de garder une trace des différentes versions d'une même production de l'apprenant. L'objectif étant qu'une nouvelle interaction ne remplace pas la précédente sans qu'il y ait au moins une trace de la précédente. Par exemple l'apprenant modifie une de ses réponses à un exercice après avoir avancé un peu plus dans la formation. Sa première réponse est conservée dans la trace des productions.

Actions : Le standard permet de conserver un historique des actions de l'apprenant. Par exemple, lorsque des indices sont proposées à un apprenant durant une interaction, le standard permet de savoir lesquels ont été accédés par l'apprenant et dans quel ordre. C'est en fait l'historique des opérations réalisées par l'apprenant sur l'interface du contenu. Notons qu'il n'y a pas de redondance avec les informations sur le parcours car ici nous nous intéressons à ce qui est fait sur un nœud du graphe de formation et non le passage d'un nœud à un autre.

Contrôle préprogrammé

	SCORM	AICC	SSP	QTI
Détection	□	□	-	□
Remédiation automatisée	□	□	-	□

Tableau 3. Grille récapitulative des fonctions pour la préprogrammation du suivi dans les différents standards

Les critères identifiés sont :

Détection : Le standard permet de mettre en place un mécanisme de détection de situations particulières où une intervention auprès de l'apprenant paraît nécessaire. Par exemple, l'apprenant ne réalise qu'un faible nombre des interactions qui lui sont proposées, l'apprenant a des mauvais résultats à une évaluation et ne progresse plus dans le contenu de formation...

Remédiation automatisée : Le standard permet d'associer une remédiation automatisée à la détection d'une situation particulière où l'apprenant a besoin d'aide. Une remédiation automatisée ne signifie pas nécessairement qu'il n'y a pas d'intervenant humain prenant part à la formation. Par exemple, supposons que dans le cadre d'un projet un apprenant doit rédiger un cahier des charges et que son tuteur lui a attribué une mauvaise note aux deux premières évaluations, le contenu de formation pourrait alors proposer automatiquement à l'apprenant un guide méthodologique sur la rédaction de cahiers des charges.

Suivi a posteriori

Le suivi a posteriori est un cas particulier. En effet, il repose sur les informations enregistrées pendant la formation, il dépend par conséquent des fonctions assurées par les autres critères de suivi. Nous pouvons néanmoins représenter ici les différents outils pour le suivi a posteriori permis ou recommandés par les standards :

	SCORM	AICC	SSP	QTI
Représentation des productions	-	□	-	-
Représentation du parcours	-	□	-	-
Statistiques	-	□	-	-

Tableau 4. Grille récapitulative des outils pour le suivi a posteriori dans les différents standards

Les outils correspondent à :

Représentation des productions : Le standard spécifie les fonctionnalités minimales demandées à un outil de représentation des productions des apprenants a posteriori. Par exemple, l'outil doit pouvoir présenter toutes les productions sur l'ensemble de la formation en exploitant la structure de celle-ci et en les regroupant au besoin par type. Un autre exemple de fonctionnalité serait la possibilité de réaliser une construction graphique de la répartition des réponses des apprenants pour un exercice.

Représentation du parcours : Le standard spécifie les fonctionnalités que doivent fournir les outils permettant de visualiser le parcours de l'apprenant. Par exemple, il peut être souhaité qu'un graphe soit construit à partir de la structure de la formation ou que les déplacements de l'apprenant dans le contenu de formation soient représentés sur un axe chronologique. Des informations sur le parcours le plus utilisé par les apprenants peuvent aussi être exigées entre autres.

Statistiques : Le standard spécifie les fonctionnalités attendues par un outil d'analyse statistique. Par exemple le calcul automatique de la durée moyenne mise par les apprenants pour résoudre un exercice.

Synthèse

Nous retrouvons dans ces tableaux l'approche très contrôlée de SCORM, où un modèle de données rigide et des fonctions de contrôle préprogrammé permettent d'assurer le traitement automatique du déroulement de la formation. Bien que plus technologiquement au goût du jour que le standard d'AICC, sur lequel il s'est en partie basé, par rapport à ce dernier, SCORM semble moins concerné par le suivi de la trace et ne fournit aucune indication quant aux outils pour le suivi a posteriori. De manière générale, les standards permettent de définir le type d'information qui sera disponible, mais n'indiquent pas les traitements que doivent être appliqués à ces données pour les présenter. Or dans ces conditions lorsque des développeurs de la FOAD choisissent un standard, ils n'ont aucune garantie quant aux fonctions de suivi a posteriori dont ils disposeront (puisque elles dépendent uniquement des choix du concepteur du LMS). Un plus fort engagement des organismes de standardisation vis-à-vis des fonctionnalités de rapport et d'analyse statistique de l'activité des apprenants durant les formations paraît nécessaire pour que ces fonctionnalités soient effectivement développées dans les plates-formes de formation avec un minimum d'homogénéité.

Nous constatons également que l'ensemble de fonctions d'instrumentation du suivi identifiées d'après l'étude des standards n'apporte qu'une satisfaction partielle aux besoins exposés dans les deux études de cas. En effet, l'absence dans les standards de fonctions pour assurer un suivi des actions de l'apprenant dans sa consultation du contenu ainsi que la représentation de celle-ci dans un suivi a posteriori, les limites de la contextualisation des productions des apprenants et de manière générale la quasi-absence d'exigences quant aux outils de suivi a posteriori ne permettent pas aujourd'hui d'apporter une instrumentation standardisée du suivi requise par les deux types de formation présentés. Nous regrettons également l'absence totale de fonctions pour la signalisation de situations particulières demandant l'intervention du tuteur auprès de l'apprenant. En effet, aucun des standards étudiés ne permet à un module de formation de mettre en place une alerte, pour attirer l'attention du tuteur sur l'activité d'un apprenant. Nous avons vu que des remédiations automatiques sont envisageables, mais elles ne permettent que d'intervenir sur la scénarisation du contenu de formation, ce qui est trop restrictif et ne s'adapte pas à toutes les pédagogies.

De plus, l'ensemble de besoins recouverts ne l'est que par la combinaison des standards. Par exemple, le besoin d'un espace de stockage générique supportant les données de type binaire est satisfait par SSP alors que la gestion de types standardisés est quant à elle assurée par SCORM.

L'amélioration d'un standard permettant le suivi de l'apprenant peut être alors envisagée comme une intégration des fonctions manquantes ou insuffisantes dans ce standard sous forme d'une extension ou en intégrant directement un autre standard plus spécifique (par exemple, IMS propose le couplage de SSP à SCORM²⁵). Les tableaux récapitulatifs permettent de visualiser quelles améliorations du suivi apporteraient de telles intégrations (dans le tableau 1 par exemple, l'intégration de SSP à SCORM permet d'améliorer ses fonctionnalités de sauvegarde générique et d'apporter un moyen de partager des données entre des contenus).

Afin de réduire le différentiel entre les besoins des développeurs de contenus et les solutions apportées par les standards, notre approche dans le cadre de nos travaux dans le Groupe d'Etude 2 de la CN36 de l'AFNOR²⁶ et de l'Unité d'Innovation Ingénierie des Contenus et des Savoirs²⁷ consiste à proposer des extensions aux standards existants. Prenons par exemple deux problèmes soulevés par les études de cas :

- Contextualisation : Nous proposons de construire des solutions pour les standards en exploitant la structure documentaire des contenus de formation (ou une abstraction de celle-ci²⁸). En effet, la structure documentaire peut être extériorisée sous forme de méta-données afin de permettre aux LMS d'utiliser cette information pour structurer le suivi. L'ensemble des productions de l'apprenant doit alors intégrer une référence à ces méta-données de structure, ce qui permet de les situer et de les contextualiser par rapport à l'ensemble de la formation.

- Trace des actions : Une nouvelle fonction est ajoutée à l'interface de communication entre les contenus et le LMS (API²⁹) qui permet d'enregistrer les événements se déroulant durant la formation. Le contenu peut ainsi notifier le LMS de tout événement se déroulant lors de l'interaction entre l'apprenant et le contenu de formation.

Nous avons étudié ces approches notamment dans le cas de SCORM, standard pour lequel nous avons élaboré un ensemble d'extensions d'après ces principes afin de permettre une meilleure prise en compte de la contextualisation des productions et le suivi des actions de l'apprenant. La valorisation de ces extensions auprès des

25. Profil d'application d'IMS SSP publié par IMS en 2004.

26. <http://comelec.afnor.fr/afnor/cn36>

27. <http://www.utc.fr/ics>

28. Nous pouvons en effet proposer un plan de lecture des interactions de l'apprenant qui ne corresponde pas au plan de lecture du contenu.

29. Application Programming Interface.

organismes responsables de ces standards fait partie des problématiques discutées au sein du GE2 de l'AFNOR.

Conclusion

Dans un contexte de FOAD, le suivi se présente comme une tâche aussi difficile qu'importante pour la réussite de la formation. C'est pourquoi son instrumentation joue un rôle primordial dans le processus de conception de formation. L'étude de la notion de suivi nous a permis de définir quatre critères d'analyse de son instrumentation : l'état, la trace, le contrôle préprogrammé et le suivi a posteriori. L'examen des standards selon ces quatre critères nous a permis de dégager un ensemble de fonctions permettant son instrumentation. Or les études de cas ont montré que ces fonctions ne sont pas suffisantes pour instrumenter les besoins en matière de suivi des formations existantes. Nous avons présenté alors quelques pistes quant aux extensions à réaliser sur les standards pour leur permettre de mieux répondre aux besoins des communautés d'usage auxquelles ils s'adressent. Nos travaux sur SCORM en particulier visent à intégrer les fonctions absentes des standards (contextualisation des productions et trace des actions) dans cet ensemble de spécifications.

Précisons que s'il nous semble important d'améliorer l'instrumentation de l'observation de l'activité des apprenants par le tuteur, nous ne désirons pas l'étendre à l'ensemble des activités : nous souhaitons que les apprenants disposent en formation à la fois de phases où ils se sentent accompagnés par un tuteur, par un suivi précis, et des phases où ils sont libres d'évoluer à leur rythme. De plus, nous considérons qu'une meilleure visibilité de l'activité des apprenants va de pair avec une totale transparence des institutions encadrant les formations quant aux données stockées et utilisées, afin que l'utilisation des informations de suivi ne se fasse pas à l'insu des apprenants.

La présentation des standards et des fonctions assurant le suivi dans cette publication a été réalisée selon une approche ascendante. Elle nous a permis de déterminer un ensemble de fonctions qui nous paraissent essentielles pour l'instrumentation du suivi dans le cas des formations utilisant des contenus informatisés et de situer les standards existants par rapport à ces fonctions. Un modèle générique pourrait être construit à partir de ces fonctions ainsi que d'une analyse détaillée de la tâche de suivi et permettre ainsi de réaliser une étude similaire suivant une approche descendante.

Enfin, une meilleure gestion du suivi nous apparaît comme une étape fondamentale pour l'intégration de contenus de formation dans des espaces de travail collaboratif : l'instrumentation du suivi permet d'envisager la mise en commun des productions des apprenants et des mécanismes d'autocorrection au sein de groupes d'apprenants. Ceci est une première étape vers leur utilisation dans un contexte de partage de contenus générés par les apprenants entre eux, créant ainsi un espace

d'apprentissage collaboratif via le contenu. Ce type de démarche s'inscrit dans le déploiement de l'IMS Learning Design (Koper, 2001), qui nous permet d'explicitier l'articulation entre des phases de travail individuel et de travail collaboratif. Cette spécification est très prometteuse pour la scénarisation d'activités pédagogiques libres et doit encore être implémentée sur les plates-formes (Blackboard prévoit l'intégration d'un environnement d'exécution de formations sous ce format), afin de démontrer son efficacité et sa faisabilité.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Bruno Bachimont et Stéphane Crozat pour leurs relectures ainsi que leurs laboratoires pour leur soutien et l'Unité d'Innovation Ingénierie des Contenus et Savoirs pour leur encadrement.

Bibliographie

- Bachimont B., Arts et sciences du numérique : Ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle, Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Technologie de Compiègne, 2004.
- Bernatchez P.-A., Attitude proactive, participation et collaboration à des activités d'encadrement médiatisées par ordinateur, Thèse de doctorat, Université de Montréal, 2000.
- Crozat S., Majada M., Spinelli S., « SCENARIsup : Un projet pour la gestion des contenus pédagogiques numériques dans l'enseignement supérieur », *CNUR'2003*, Montpellier, France, 2003.
- De Lièvre B., Depover C., Quintin J.-J., Decamps S., « Les représentations a priori et a posteriori du tutorat à distance », *EIAH 2003*, Strasbourg, France, 2003.
- Després C., Modélisation et conception d'un environnement de suivi pédagogique synchrone d'activités d'apprentissage à distance, Thèse de doctorat, Université du Maine, 2001.
- Duplâa E., Galisson A. et Choplin H., « Le tutorat à distance existe-t-il ? », *EIAH 2003*, Strasbourg, France, 2003.
- Gauthier P.-D., *La dimension cachée du e-learning : De la motivation à l'abandon ?*, Thot/Cursus, Paris, France, 2001.
- GEMME, L'impact de la normalisation sur les dispositifs d'enseignement, Rapport du groupe permanent de GEMME « Normes et standards », 2002.
- Ghezzi G., « Methodologies and approaches for distance training », *eLearning for international markets – Development and use of eLearning in Europe*, Nürnberger f-bb, 2004.
- Glikman V., « Quand les formations d'adultes "surfer" sur les nouvelles technologies », *Recherche et formation*, n° 26, 1997, p. 99-112.

- Glikman V., « La "E-formation" entre globalisation des produits et pluralité des services », *Actes du colloque 2001 Bogues. Globalisme et pluralisme*, GRICIS, Montréal, 2002.
- Guéraud V., Adam J.-M., Pernin J.-P., Calvary G., David J.-P., « L'exploitation d'Objets Pédagogiques Interactifs à distance : le projet FORMID », *STICEF*, vol. 11, 2004.
- Iota+, Pratiques de gestion des flux d'apprenants en APP, Rapport du service d'appui et de liaison des Ateliers de Pédagogie Personnalisée, 2002.
- Jaakkola T., Nirhamo L., « Who forgot the learner? », *EARLI'03*, Padova, Italie, 2003.
- Koper R., Modeling units of study from a pedagogical perspective – the pedagogical meta-model behind EML, <http://eml.ou.nl/introduction/articles.htm> (dernière consultation : janvier 2005), 2001.
- Leroux P., Machines partenaires des apprenants et des enseignants – Etude dans le cadre d'environnements supports de projets pédagogiques, Habilitation à Diriger des Recherches en Informatique, Université du Maine, 2002.
- Lund K., Baker M.J., « Interprétations par des enseignants des interactions d'élèves médiatisées par ordinateur », *3^{ème} Colloque international Recherche et formation des enseignants : Didactique des disciplines et formation des enseignants: approche anthropologique*, Marseille, France, 2000.
- Lund K., Baker M.J., « Teachers' collaborative interpretations of students' computer-mediated collaborative problem solving interactions », *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and Education*, Le Mans, Juillet 1999. S.P. Lajoie & M. Vivet (Eds.) *Artificial Intelligence in Education*, pp. 147-154 Amsterdam : IOS Press.
- Merceron A., Yacef K., « Train, store, analyse for more adaptive teaching », *TICE 2004*, Compiègne, France, 2004.
- Paquette G., « Educational Modeling Languages, From an Instructional Engineering Perspective », R. McGreal. Accessible education using learning objects, Kogan-Page, 2003.
- Pernin J.-P., « Objets pédagogiques : unités d'apprentissage, activités ou ressources ? », *Sciences et techniques éducatives*, Hors série Ressources numériques, XML et éducation, Hermès, 2003.
- Rodet J., « La rétroaction, support d'apprentissage ? », *Revue du conseil québécois de la formation à distance*, vol. 4, n° 2, 2000, p. 45-74.
- Teutsch P., Bourdet J.-F., Gueye O. « Perception de la situation d'apprentissage par le tuteur en ligne », *TICE 2004*, Compiègne, France, 2004.
- Warwick B., "What is... IMS Simple Sequencing", CETIS, 2003, <http://www.cetis.ac.uk/static/briefings.html> (dernière consultation : janvier 2005).

Standards

SCORM 2004, disponible sur <http://www.adlnet.org/>

AICC Guidelines and Recommendations on Computer-Managed Instruction (CMI) version 2.0, disponible sur <http://www.aicc.org/>

IMS Sharable State Persistence final specification version 1.0,
disponible sur <http://www.imsglobal.org/>

IMS Question and Test Interoperability public draft version 2.0,
disponible sur <http://www.imsglobal.org/>

IMS Learning Design final specification version 1.0,
disponible sur <http://www.imsglobal.org/>