



HAL
open science

Le procédé SCENARI: Une chaîne éditoriale pour la production de supports numériques de formation

Bruno Bachimont, Isabelle Cailleau, Stéphane Crozat, Manuel Majada,
Sylvain Spinelli

► To cite this version:

Bruno Bachimont, Isabelle Cailleau, Stéphane Crozat, Manuel Majada, Sylvain Spinelli. Le procédé SCENARI: Une chaîne éditoriale pour la production de supports numériques de formation. *Technologies de l'Information et de la Communication dans les Enseignements d'ingénieurs et dans l'industrie*, Nov 2002, Villeurbanne, France. pp.183-192. edutice-00000656

HAL Id: edutice-00000656

<https://edutice.hal.science/edutice-00000656>

Submitted on 7 Oct 2004

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.

Le procédé SCENARI :

Une chaîne éditoriale

pour la production de supports numériques de formation

Bruno BACHIMONT*, Isabelle CAILLEAU**, Stéphane CROZAT**, Manuel MAJADA**, Sylvain SPINELLI**

* Ingénierie des Industries Culturelles ** Formation Continue

Université de Technologie de Compiègne - BP 20529 - 60205 Compiègne Cedex - France

Email : prenom.nom@utc.fr

Abstract

Le procédé SCENARI est une solution documentaire issue de la recherche en informatique et en pédagogie à l'UTC pour la conception industrialisée des supports pédagogiques numériques. Il se fonde sur la modélisation, la structuration logique, la scénarisation et l'édition sur un support interactif des contenus pédagogiques. Avec une instrumentation technologique reposant sur XML et méthodologique reposant sur une ingénierie pédagogique, la chaîne éditoriale permet de rationaliser la conception, la production et la maintenance de produits numériques de formation en facilitant les tâches auctoriales et éditoriales et en permettant la publication multisupports. Cette solution a été expérimentée en situation réelle au travers d'un projet industriel impliquant l'entreprise Axa et deux centres de formation. SCENARI est aujourd'hui concrétisé par un produit logiciel fini et déployé sur un ensemble de nouveaux terrains d'application.

Mots clés. ingénierie pédagogique – ingénierie documentaire – industrialisation – conception – modélisation – structuration – scénarisation – workflow pédagogique

The SCENARI solution: a publishing chain to produce educational digital media

The SCENARI solution stems from documentary, computer science and educational research into industrial design of educational digital medias at the UTC. It is based on modelling, logical structuring, scripting and presentation of training content using interactive media.

Within an XML technological framework and the methodological input of pedagogical engineering, the publishing chain allows design, production and maintenance cost reduction, while helping in authoring and publishing content on multiple medias. This solution has been experimented with the Axa Insurance firm and two training centres. SCENARI is now realised through a finished software product and is being applied to new contexts and situations.

Keywords. pedagogical engineering – documentary engineering – industrialization – design – modeling – structuring – scripting – pedagogical workflow

Introduction

Le monde de la formation professionnelle est, comme le reste de la société, sensible à l'innovation induite par l'évolution des technologies numériques. Il y voit notamment un ensemble de solutions possibles pour rompre avec les unités traditionnelles de temps, de lieu et d'action et ainsi gagner en flexibilité et en efficacité. On assiste ainsi à l'émergence du « e-learning », une pratique de formation qui cherche à répondre à de nouveaux besoins de l'entreprise en exploitant les potentialités offertes par les technologies numériques. Cette pratique devient stratégique dans le contexte d'une concurrence mondiale, qui exige des entreprises une actualisation fréquente de leurs compétences, et dans le contexte d'une économie du savoir, issus des progrès technologiques et de la dématérialisation des activités.

« Une étude réalisée par le cabinet Concedal Conseil pour iProgress, auprès de 114 directions des ressources humaines et responsables de formation, révèle que 92 % des responsables de formation déclarent connaître et s'informer régulièrement sur l'offre de e-learning. Cependant ils ne sont que 16 % à l'avoir mis en place dans leur entreprise, ne serait-ce qu'à titre expérimental. (...) Même si 73% des entreprises envisagent de passer au e-learning, seules 26% d'entre elles prévoient d'y recourir d'ici deux ans pour former au management ou au développement personnel. 18% des répondants attendent un fort retour sur investissement avant de se lancer dans l'aventure¹. »

Si les entreprises ont saisi les nouveaux enjeux de la formation professionnelle, le déploiement du e-learning reste encore très majoritairement expérimental. Un des freins principaux au développement des produits de formation numériques réside dans l'immaturité des procédés de conception mobilisés. En effet les techniques actuelles de conception, encore globalement artisanales, ne sont pas en adéquation avec les attentes des projets de e-learning, telles que la réduction des coûts de mise en

¹ Enquête i-Progress janvier 2002 citée par Algora 15 janvier 2002

oeuvre initiale et de maintenance, la production de contenu de qualité en masse, l'aide au tutorat ou la mise en place de solutions flexibles et évolutives. L'ingénierie documentaire, encore très marginalement appliquée au monde de la formation, est un élément de solution aux problèmes posés dans la mesure où elle apporte un cadre méthodologique et technologique permettant une approche industrielle de la conception des supports.

Nous présentons dans le cadre de cet article une solution fondée sur une chaîne éditoriale, permettant le traitement industriel, depuis la production jusqu'à l'exploitation, de contenus numériques pédagogiques. Il permet de réduire de façon considérable les coûts, en répondant largement aux exigences de qualité des entreprises et tout en permettant une approche progressive et évolutive. Nous énoncerons dans une première partie les principaux verrous freinant la mise en place de dispositifs de formation fondés sur les technologies numériques, nous exposerons dans la seconde partie les solutions envisagées dans le cadre de l'ingénierie documentaire, pour proposer dans une troisième partie un modèle de représentation particulièrement adapté à la production industrielle de contenus de formation, et enfin dans la dernière partie nous présenterons le procédé de production ainsi qu'une de ses premières applications.

Verrous identifiés pour la mise en place de dispositifs de e-learning

Si les freins au développement du e-learning sont multiples et complexes, nous avons cherché à isoler dans cette première partie les verrous plus précisément issus des lacunes liées aux approches actuellement les plus largement mises en oeuvre.

Mise en place et maintien d'un dispositif

Un des enjeux du e-learning pour l'entreprise est de réduire les coûts de la formation professionnelle et d'obtenir un meilleur retour sur investissement. Il apparaît néanmoins qu'il existe une typologie de coûts qui ne sont pas toujours tous pris en compte ou qui sont sous-estimés. Comme le souligne Christophe Parmentier (1998), « les coûts de développement des outils ou de sous-traitance sont élevés. La formation des formateurs doit être intégrée aux budgets. Les produits s'amortissent mal, car ils sont rapidement obsolètes ». Et Philippe Gil (2000) confirme que « les coûts de conception sont supérieurs à ceux d'une formation traditionnelle du fait que les nouveaux supports exigent une formalisation bien plus pointue des contenus ». Afin de rendre possible le déploiement du e-learning dans un contexte élargi, il est nécessaire de proposer des solutions permettant de réduire les coûts de conception et de production initiaux, ainsi que les coûts de maintenance et de réutilisation qui permettent leur rentabilité sur le long

terme.

Production de contenus numériques de qualité

La conception d'un support de formation repose sur une ingénierie pédagogique, sur une expertise du contenu et sur des compétences techniques de médiatisation sur un support. Si les outils actuels, essentiellement des logiciels auteur, allègent les contraintes techniques, ils n'apportent pas de véritable aide pour concevoir un support de qualité, c'est-à-dire structuré de telle façon qu'il facilite l'appropriation du message par l'apprenant, notamment sous les aspects de l'ergonomie et de la combinaison des médias. Ces compétences sont encore rares car émergentes. Parmi les défauts couramment remarqués, nous pouvons citer la mauvaise exploitation du multimédia, le manque de possibilité d'action de l'apprenant, l'hétérogénéité de la mise en forme graphique, etc. Une première préconisation d'ordre général pour assurer la cohérence du dispositif consiste à mettre en oeuvre une démarche d'ingénierie de formation et pédagogique et de disposer d'un cadre technologique permettant d'instrumenter cette démarche dans les supports. Une seconde préconisation réside dans la séparation des métiers, afin de combiner les expertises des pédagogues, des auteurs et des éditeurs.

Suivi de la formation

Un des changements apportés par le e-learning réside dans le fait que le formateur n'intervient plus véritablement pour la transmission des connaissances puisque celles-ci sont formalisées et médiatisées. Le formateur doit alors changer de métier pour devenir tuteur. Selon Philippe Gil (2000), le formateur doit continuer à mettre en oeuvre des pédagogies actives, c'est-à-dire « créer les conditions les plus favorables pour l'auto-formation (...) le tuteur en ligne devient alors, accompagnateur, guide, ré-assureur, dépanneur ou encore co-ordinateur ». De plus, comme l'explique Sandra Bellier (2001) le e-learning ne permet pas spontanément d'acquérir l'autonomie requise : « en effet à partir du moment où l'apprenant est seul face à une masse d'informations, il aura naturellement tendance à saisir ce qui est cohérent avec ce qu'il sait déjà. Il structurera son parcours pédagogique en fonction de la manière dont il se représente le sujet et non pas en fonction de ce qu'est vraiment le sujet (...) moins nous sommes compétents, plus nous limitons nos apprentissages ». Ajoutons que l'apprenant en formation continue doit également être capable de gérer l'articulation entre temps de travail et temps de formation. Une des solutions pour répondre à ce problème et aider la mise en oeuvre d'un tutorat efficace réside dans une formalisation fine du workflow pédagogique et dans sa prise en charge automatisée ou semi-automatisée par le support de formation.

Gestion du changement

Tout projet de e-learning suppose une démarche d'accompagnement au changement afin de gérer les mutations induites par la technologie dans l'organisation. En effet le projet de e-learning est par essence innovant et à ce titre difficile, voire impossible, à spécifier correctement au début du projet. C'est la dynamique entre une mutation progressive des pratiques et l'introduction progressive des technologies qui permet aux acteurs de conscientiser et de formuler correctement leurs besoins au fur et à mesure. Afin de favoriser cette dynamique et ainsi permettre l'émergence de pratiques cohérentes avec les besoins, il est nécessaire de disposer de technologies flexibles, facilement contextualisables, et qui supportent des remises en cause fréquentes, dans une démarche d'amélioration continue. En parallèle à cette flexibilité, les technologies doivent néanmoins être robustes et assurer aux apprenants et aux enseignants la pérennité de leur travail, indépendamment des évolutions de la technologie. Le modèle classique de la production multimédia est peu adapté à ce schéma, car il impose très tôt dans le projet des choix technologiques lourds à remettre en cause ensuite. De plus il encapsule généralement les contenus produits dans des formats propriétaires qui rendent difficiles les changements d'orientation, ce qui ajoute encore aux risques inhérents au projet de e-learning.

Solutions apportées par l'ingénierie documentaire

Les concepts issus de l'ingénierie documentaire, appliqués au domaine de la formation, permettent d'apporter des éléments de réponse aux quatre problèmes posés par l'analyse effectuée dans la partie précédente, à savoir la rationalisation des coûts de production et de maintenance, le maintien de la qualité même, et surtout, lors de l'accroissement de la quantité, l'automatisation de l'aide au suivi pédagogique et la combinaison entre souplesse et robustesse des solutions technologiques.

Génie éditorial et génie auctorial

La rédaction d'un support de cours repose sur deux types de travail, une mise en forme conceptuelle où l'auteur travaille et structure son contenu et une mise en forme matérielle où la matière auctoriale est mise en forme typographiquement sur un support matériel.

Ces deux étapes renvoient aux métiers classiques d'auteur et d'éditeur, que les nouveaux moyens informatiques (typiquement les logiciels auteur) ont eu tendance à fusionner, non sans introduire confusion et dégradation tant du travail d'auteur que du travail d'éditeur. La qualité d'un support de formation passe donc par la qualité du contenu, concernant la mise en forme conceptuelle, et la qualité de la forme, concernant la mise en forme matérielle. La promulgation d'une politique du savoir, formalisant la

nécessaire exigence de qualité correspond donc aux notions de charte pédagogique et de charte graphique :

- la charte pédagogique concerne la qualité des contenus ; elle impose une manière de conceptualiser et de scénariser les contenus (ce sera par exemple la définition d'un plan type pour un domaine donné) ;
- la charte graphique concerne la qualité de la présentation sur le support matériel ; elle renvoie à des exigences d'ergonomie d'une part (cela doit être facile et agréable à lire et à parcourir) et à des exigences d'interactivité d'autre part (le support numérique permet, et impose culturellement, la manipulation dynamique du contenu par l'apprenant devenu acteur, voire auteur de sa formation).

L'instrumentation de ces chartes donne lieu à l'élaboration de deux types de techniques et d'outils :

- *le génie auctorial* correspond aux outils permettant à un auteur de structurer son matériau conceptuel et de l'organiser ;
- *le génie éditorial* correspond aux outils permettant à un éditeur de mettre en forme le produit du génie auctorial.

Formation et support de connaissance

La conception de contenus pédagogiques et leur exploitation s'intègrent dans le cadre général des systèmes documentaires d'information. Classiquement, trois problèmes se posent :

- la structuration des contenus documentaires ;
- la scénarisation de l'interaction pédagogique ;
- la distribution des contenus et l'accessibilité des services.

Structuration. La structuration consiste à organiser logiquement les contenus en unités de sens, ou unités logiques, de telle manière que les relations unissant ces unités et la signification attachée à ces unités déterminent leur exploitation. Par exemple, on peut définir des unités logiques pour structurer les documents selon le modèle habituel des chapitres, sections, paragraphes, définitions, etc. Les relations unissant ces unités spécifient par exemple qu'un chapitre contient des sections seulement. Ces relations précisent la manière dont se compose le document. La signification attachée à ces unités spécifie la nature des éléments documentaires contenus dans les unités. Typiquement on pourra constituer un glossaire en collectant toutes les unités qualifiées de « définition ».

La définition des unités logiques correspond à la spécification de balises encadrant le contenu documentaire : par exemple, <définition> une balise est une... <\définition>. La balise de début <définition> et la balise de fin <\définition> encadrent le contenu documentaire repéré comme étant une unité logique de définition. Les balises appartiennent à un langage formel (XML

typiquement) permettant des manipulations formelles : transformation du document, construction de nouveaux documents, application de charte graphique spécifique à chaque unité logique pour le publier sur un support écran ou papier par exemple.

Scénarisation. La scénarisation consiste à organiser temporellement les interactions pédagogiques en une suite d'actions des apprenants et des enseignants. Alors que la structuration est une organisation dans l'espace du document, la scénarisation est une organisation dans le temps de l'apprentissage. Contrairement à la structuration dans l'espace, il n'existe pas d'outils permettant de représenter explicitement la structure temporelle et ainsi de l'exploiter pour construire l'interaction pédagogique. L'état de l'art propose en revanche des outils que l'on peut qualifier de « workflow pédagogique », où la suite des actions et leurs modalités de mise en oeuvre sont spécifiées et contrôlées. Par exemple, on structure l'interaction en spécifiant d'abord une phase d'assimilation des documents, puis une phase d'exercices corrigés, puis une phase de contrôle. Le contrôle est imposé par l'enseignant à un moment donné, et n'est accessible dans le système que pendant la période spécifiée par l'enseignant : Avant, l'apprenant ne peut le faire ; après, c'est trop tard, son contrôle ne peut être validé.

La limite des outils de workflow classiques est que s'ils permettent bien de spécifier l'ordonnancement temporel des interactions pédagogiques, ils ne permettent pas de le faire de manière générique, et de déclarer par exemple des scénarios typiques. En particulier, il n'est pas possible d'articuler la structuration des contenus (l'espace du document) et la scénarisation pédagogique (le temps de l'interaction) : définir que la prise de connaissance des documents doit commencer par l'appréhension des exemples, puis des définitions, puis de quelques exercices. Une telle scénarisation spécifie que des unités logiques comme les définitions, les exemples, les exercices, sont pertinentes et doivent être prévues dans la structuration documentaire.

Articuler la structuration documentaire et l'interaction pédagogique revient donc à disposer d'unités logiques élémentaires dont on spécifie la manière de les composer pour construire un document, et la manière de les agencer pour construire une interaction pédagogique. Pour que la structuration et l'agencement soient cohérents, il faut que, quand une interaction pédagogique est choisie, cette interaction spécifie les unités logiques à agencer, la manière de les présenter, et par conséquent le type de documents à construire.

Distribution. La distribution consiste à adapter et à transmettre le contenu au dispositif de réception et de lecture de l'utilisateur. En effet, selon les outils disponibles, il faut adapter le contenu pour que l'utilisateur ait une qualité de lecture et d'interaction acceptable. Ainsi, pour travailler sur un écran, les contenus doivent être

formatés pour qu'une unité logique soit affichable intégralement et d'un bloc sur l'écran, afin que l'utilisateur en ait une appréhension globale sans avoir à recourir à une navigation par les barres de défilement ou autres méthodes. En effet, l'unité logique ne sera correctement appréhendée par l'utilisateur que s'il voit l'unité logique comme une unité visuelle. En revanche, l'impression des contenus sur le papier introduit d'autres contraintes, et permet d'autres libertés. La formation ne pose pas uniquement le problème de la lecture, mais également celui de la réécriture, i.e. l'appropriation par l'apprenant des contenus. Le support numérique étant par essence dynamique, sa distribution intègre également la mise à disposition, à travers une interface homme-machine interactive, des fonctions qui permettront sa manipulation et sa modification dans une logique de réécriture par les utilisateurs.

La distribution correspond par conséquent au problème général du « multisupports », où il s'agit d'être capable d'instrumenter un contenu pour que des utilisateurs puisse y accéder, le consulter et le manipuler depuis divers dispositifs, sans compromettre son intelligibilité. Or, chaque support impose un ensemble de contraintes au contenu, qu'il faut prendre en compte pour en permettre la lecture. Ce dernier point, souvent négligé, doit être explicitement considéré dans la mesure où sa généricité et sa robustesse aux innovations technologiques et aux contraintes de mobilité et de nomadicité des personnels dépendront de l'adaptation dynamique des contenus aux conditions effectives de lecture et de réécriture.

Modèle de représentation de formations numériques

Après avoir posé les concepts permettant l'application d'une démarche documentaire dans un cadre d'application pédagogique, nous proposons à présent un modèle conceptuel permettant la mise en oeuvre informatique. Ce modèle permet d'instrumenter la charte pédagogique (à travers la structuration grâce aux unités logiques et la scénarisation grâce aux schémas pédagogiques) et la charte graphique (à travers la distribution grâce aux feuilles de comportement).

Unité logique

On définit une unité logique (UL) comme une agrégation de contenus mobilisables dans un cadre d'apprentissage, le terme contenu désignant toute forme sémiotique participant à l'explication d'un concept (texte, image, vidéo, etc.). Une UL est structurée logiquement, c'est à dire qu'elle assure une représentation logique de l'information le moins liée possible à une représentation physique, tout en optant pour des formats standards lorsque la représentation physique est inévitable (cas d'une image par exemple). Une UL pour être représentée logiquement et non physiquement, implique que les contenus qui la composent soient

structurés en fonction du type d'information et de leur rôle pédagogique (définition, exemple, explication, etc.). Une UL est méta-informée, c'est à dire qu'elle est associée à une entête décrivant sa nature et sa fonction pédagogiques (objectifs, temps de travail, niveau, etc.). Les contenus permettent donc de réaliser les spécifications pédagogiques décrites par l'entête. Par exemple le Dublin Core² définit une entête pour les documents en général, la LOM³ définit une entête pour les documents pédagogiques. Une UL est active, c'est à dire que l'on peut spécifier pour chaque unité un ensemble d'activités de réécriture associées au contenu favorisant l'assimilation. L'apprentissage ne se limitant pas à la lecture, il suppose de la part de l'apprenant une réécriture active des contenus lus (annotation du cours, résolution d'exercices, etc.). Une UL est dynamique, c'est à dire qu'elle autorise l'enregistrement des informations produites par l'apprenant lors de l'exécution des actions qui lui sont associées. En effet, les activités de réécriture impliquent que l'apprenant produise de l'information, relativement au contenu, au cours de son apprentissage. Une UL est donc composée d'une partie statique, qui est définie lors de sa conception par les auteurs, et d'une partie dynamique qui est produite par les utilisateurs au fur et à mesure de leur apprentissage. Une UL est évaluable, c'est à dire qu'elle peut-être associée à une fonction portant sur les valeurs de ses actions associées. En effet, les actions associées aux unités donnent lieu à des productions, qui elles-mêmes peuvent donner lieu à des évaluations, soit par l'apprenant lui-même, soit par le tuteur, soit automatiquement par le système. Enfin une UL référence un modèle (par exemple ULExplication, ULMéthodologie, ULApplication, etc.) qui définit a priori le rôle pédagogique de l'unité indépendamment de son contenu et prescrit la structure autorisée pour les contenus de l'UL. Notons que la bibliothèque des modèles existants dans un contexte pédagogique donné fixe l'ensemble des formats pédagogiques disponibles dans ce contexte. Ajoutons que cette bibliothèque, garante de la charte pédagogique, est contextuelle à chaque pratique pédagogique et non imposée a priori par l'ingénierie documentaire.

Schéma pédagogique

On définit un schéma pédagogique (SP) comme une description d'un ou plusieurs parcours temporels possibles d'un ensemble d'UL par un graphe représentant des relations de précedence entre ces UL. S'il est possible d'imaginer une combinatoire très élevée de scénarii différents pour un même ensemble de contenus, il n'est pédagogiquement sensé que de mobiliser certains schémas types répondant à une logique de parcours identifiée et

validée par le pédagogue. Un SP est donc « raisonnablement linéaire », ce qui peut se mesurer en assurant que le nombre de parcours possibles est de l'ordre du nombre d'UL scénarisées (tandis que le nombre total de parcours possibles est de l'ordre de la factorielle de ce nombre). Un SP est transitionnel, c'est à dire que les relations de précedence entre les UL sont informées par un texte décrivant la transition entre les UL en amont et les UL en aval. Un SP est contraint, c'est à dire que le passage d'un nœud à un autre au sein du graphe qu'il décrit est soumis à une condition, qui est alors une fonction booléenne portant sur les valeurs des entrées. Enfin, à l'instar d'une UL un SP référence un modèle (par exemple SPEtapeCoursEvalué, SPEtapeSynthèse, etc.) qui définit son rôle pédagogique et contraint a priori la structure temporelle qu'il décrit.

Feuille de comportement des SP et des UL

La représentation logique de l'information doit être associée à une présentation physique permettant sa lecture et sa manipulation sur un ou plusieurs supports. Sur un support numérique, cette présentation consiste en un affichage de l'information, mais également en la matérialisation des actions associées aux UL et en l'interprétation du formalisme de SP pour exécuter les scénarii pédagogiques. On appelle comportement une telle matérialisation dynamique d'une UL ou d'un SP sur un support numérique. La notion de comportement inclut notamment l'affichage des différentes ressources, offrant une ergonomie de lecture adaptée aux types de média mobilisés ; le déroulement des scénarii, incluant le gestion des transitions et des conditions ; une interface homme-machine permettant l'exécution des actions ; les mécanismes de stockage et de restitution des productions de l'apprenant, etc. Plutôt que de chercher à spécifier un comportement particulier pour chaque UL et SP, il est possible d'associer un comportement à chaque modèle, et ainsi disposer de comportements homogènes et de factoriser l'effort de développement.

On définit une feuille de comportement (FC) comme la spécification d'une matérialisation physique, en terme de présentation et d'interaction, de l'ensemble des SP ou UL valides par rapport à un modèle pour un support donné. Notons qu'il peut exister plusieurs FC pour un même modèle, ce qui permet d'associer des représentations physiques différentes pour les SP et UL, en fonction des environnements ou des supports de formation. L'enjeu des feuilles de comportement est à la fois conceptuel et technologique puisqu'il s'agit de répondre à deux questions : Quel langage proposer aux éditeurs pour qu'ils formulent leurs besoins de mise en forme mais aussi et surtout d'interaction ? Et quelle technologie mettre au point pour interpréter ce langage et réaliser automatiquement les interfaces homme-machine ?

² Dublin Core, "www.dublincore.org".

³ Learning Object Metadata, "groups.ieee.org/ltsc/index.html".

L'approche des FC permet de passer d'une gestion artisanale à une gestion de masse. En effet la quantité de travail à fournir en terme de programmation informatique d'un support est proportionnelle au nombre de modèles différents qui existent et non au nombre d'instances d'UL ou de SP. Cette approche permet de plus une standardisation et une homogénéisation des interfaces qui permettent d'assurer a priori la stabilité du comportement d'un SP ou d'une UL. Il est de même possible d'avoir une approche multisupports (i.e. disposer de la même information sur des supports différents sans réécriture). La quantité de travail, en terme de programmation informatique, est dans ce cas proportionnelle au nombre de supports multiplié par le nombre de modèles, mais reste totalement indépendante du volume d'information considéré. Enfin, l'approche réduit dans les mêmes proportions les coûts de maintenance technologique puisqu'un changement du langage de matérialisation physique des unités équivaut au pire à une réécriture des feuilles de comportement, et celle-ci sera toujours proportionnelle au nombre de modèles et non au volume de l'information.

Procédé de production de contenus pédagogiques numériques

Nous présentons dans cette dernière partie le procédé implémentant le modèle conceptuel que nous venons de décrire afin d'instrumenter les chartes pédagogiques et graphiques dans une logique documentaire. Nous l'illustrons brièvement au travers du projet Esp@ss qui a permis son déploiement en situation réelle.

La chaîne éditoriale SCENARI

La chaîne éditoriale SCENARI⁴ est une solution technologique et méthodologique permettant l'application d'une ingénierie documentaire à la conception de contenus pédagogiques, dans le cadre du modèle fondé sur les UL, les SP et les FC. Elle permet d'articuler et d'instrumenter, à travers une collection d'outils logiciels, les métiers de modélisation pédagogique, de production de contenus structurés et scénarisés, et d'édition des contenus sur les supports de distribution et d'appropriation. L'ensemble de la chaîne éditoriale s'appuie sur la technologie XML, ce qui permet de bénéficier de l'indépendance vis à vis de formats propriétaires, de la maîtrise de la production par des non-informaticiens, de la souplesse et de l'adaptation aux besoins pédagogiques spécifiques, et de la transformation automatique des contenus dans de multiples formats (HTML, PDF, etc.). La chaîne éditoriale se situe donc en aval de l'ingénierie de formation, qui traduit les

attentes et besoins des utilisateurs, et en amont d'une plateforme de gestion de la formation.

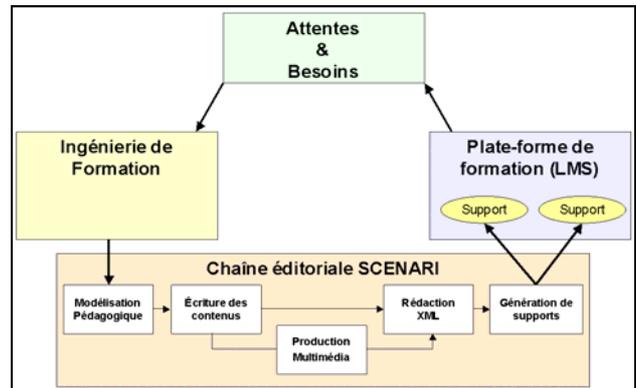


Figure 1 : Processus de conception SCENARI

La chaîne éditoriale permet de bénéficier des avantages suivants :

- *Economie de conception* : Contrairement à l'approche classique, elle permet de procéder aisément par itérations successives pour rester en phase avec les spécifications nécessairement changeantes des utilisateurs.
- *Economies de production* : Le cadrage issu de la structuration des contenus favorise le travail d'auteur et les coûts de programmation informatique liés à l'édition sont mutualisés grâce à l'approche par modèles.
- *Economies de maintenance* : La modification du contenu est réalisable par un auteur sans intervention d'une équipe informatique, et inversement, la modification ou création d'un support peut être réalisée sans réécriture par les auteurs.
- *Multisupports* : A partir d'un même contenu, il est possible de créer différents produits sous diverses mises en forme graphiques : formation à distance, cd-rom en complément d'un cours présentiel, support papier, « grains de connaissance » dans un intranet d'information, etc.
- *Personnalisation et contextualisation* : Une formation peut être aisément réorganisée (ajout / suppression de sous-parties) et générée à nouveau sur les différents supports.
- *Pérennité et neutralité du format* : Les contenus sont formatés en XML conformément au modèle documentaire, ce qui garantit une exploitation possible en dehors de l'architecture de la chaîne documentaire.

La chaîne éditoriale SCENARI a été expérimentée, mise au point et validée grâce à un terrain de mise en oeuvre concret et représentatif des exigences des utilisateurs, le projet Esp@ss Formation.

⁴ Système de Conception d'Enseignements Numériques Adaptables, Réutilisables et Interactifs

Le projet Esp@ss Formation

Le projet Esp@ss Formation a pris naissance au début de l'année 2000 dans le cadre d'un partenariat entre le département de Formation Continue de l'UTC, l'entreprise Axa et les centres de formation de l'Association pour l'Enseignement des Assurances (AEA) et de l'Institut Polytechnique d'Enseignement Comtois (ICEP). L'objectif du projet était la mise en place d'un dispositif de e-learning pour la formation continue au sein d'Axa, avec les contenus de l'AEA et de l'ICEP, l'UTC étant le partenaire technologique ayant en charge le développement informatique. Fonctionnellement, le système devait permettre la production et la maintenance aisées de formations scénarisées, la personnalisation de ces formations à partir d'une prescription pédagogique, et leur mise en oeuvre par édition des documents sur des supports papiers et numériques. Le volume des documents à traiter étant de l'ordre de plusieurs milliers de pages, le mode de conception devait répondre à un réel problème de traitement de masse. Concrètement, la chaîne éditoriale SCENARI était donc une réponse a priori adéquate au problème posé, et le projet Esp@ss un terrain d'application adéquat pour une implémentation fidèle des concepts. Le projet, qui prend fin le 30 juin 2002, a conduit à la spécification de 16 modèles d'UL pour représenter les contenus, de 11 modèles de SP pour représenter les scénarii, et les FC associées pour éditer un support écran et un support papier. A ce jour 65 modules, dont 18 par recomposition, ont été produits, soit environ 4000 pages de contenu pour 1000 heures de formation à distance autonome et tutorée.

Conclusion et perspectives

Nous avons abordé le problème du développement des produits numériques pour la formation dans les entreprises sous l'angle de la conception de contenu. En appliquant les principes de l'ingénierie documentaire à la production des supports pédagogiques numériques, nous avons permis de lever un certain nombre de verrous pour réellement permettre une production conséquente en quantité et en qualité. En l'état actuel de notre recherche, nous disposons d'un produit logiciel finalisé, la chaîne éditoriale SCENARI. La mise en oeuvre de cette chaîne éditoriale dans des conditions réelles ayant permis de mettre en exergue un certain nombre de problèmes notre recherche se poursuit afin de tenter d'y apporter des solutions. On peut citer par exemple la complexité liée à la modélisation pédagogique et à l'expression des connaissances tacites des pédagogues, la difficulté pour les auteurs d'exprimer des scénarii pédagogiques fins, la structuration logique des contenus audiovisuels, l'absence de retours d'usage significatifs à ce jour (pour les formations produites à grande échelle), etc.

Aujourd'hui nos travaux se poursuivent dans le cadre du projet CHAPERON (financement ministériel PRIAM) afin d'aborder le problème de l'audiovisuel et à travers la multiplication des terrains d'application afin de généraliser les retours d'expériences et perfectionner le procédé (formation-action avec PSA, Axa et le Ministère de l'Education Nationale, formation académique avec les Campus Numériques, etc.)

Annexes : Quelques exemples

Unité logique

```
<ul titre="ULDefinition" titre="La technique de gestion
par répartition" code="ul1020">
  <entete>
    <date>26/12/2000</date>
    <auteur>AEA</auteur>
    <version>1.00</version>
    <objectifs>
      <objitem> Comprendre ce qu'est un
algorithmme.</objitem>
      <objitem> Apprendre à manipuler des algorithmes
simples</objitem>
      <objitem> Manipuler les diagrammes de
Conway</objitem>
    </objectifs>
    <niveau>BAC+1</niveau>
    ...
  </entete>
  <corps>
    <definition notion="La gestion par répartition">
      <explication> La gestion par répartition consiste
pour l'assureur à répartir au cours d'une même année
comptable, entre les assurés sinistrés la masse des
cotisations payées par l'ensemble des
assurés.</explication>
    </definition>
    <remarque> Cette répartition implique une
solidarité entre les assurés. Cette technique repose
sur la collectivité des assurés <important>(la
mutualité)</important> et non sur l'individu. L'assuré
ne cotise pas pour payer un jour ses propres
sinistres.
    </remarque>
  </corps>
</ul>
```

Figure 2: Extrait d'une unité logique de cours

Cette UL respecte le modèle ULDefinition. Son entête permet de conserver des informations éditoriales telles que l'auteur ou la date de création et de renseigner sur l'usage pédagogique, avec par exemple l'énoncé des objectifs ou la spécification du niveau. Le corps de l'UL est composé

d'une définition suivie d'une remarque. Notons que la structuration logique ne présuppose pas de la mise en forme qui sera adoptée lors de la matérialisation sur un support de formation.

Schéma pédagogique

```
<sp modele="SPÉtapeCoursExercice" code="s123"
titre=" Les modes de gestion des cotisations">
...
<transition>
  <de noeuditem="ul1020"/>
  <explication> Il existe deux modes de gestion des
cotisations versées par les preneurs d'assurance
(souscripteurs). Il est indispensable de les
différencier pour mieux comprendre le
fonctionnement et les difficultés de la couverture
sociale en France. Les exercices suivants vont vous y
aider.</explication>
  <vers noeuditem="ul1021"/>
</transition>
<transition>
  <de noeuditem="ul1021"/>
  <explication>Voici quelques exemples de
questions communément posées, sachiez-vous y
répondre ?</explication>
  <condition>noeuditem(s0e/valeur) &gt; 5
</condition>
  <vers noeuditem="ul1023"/>
</transition>
...
</sp>
```

Figure 3: Extrait d'un schéma pédagogique scénarisant des UL de cours, d'exercice et de questions de cours

Ce SP décrit l'enchaînement de plusieurs UL, en expliquant le parcours à l'utilisateur grâce à des transitions. Notons que le passage de l'unité logique d'exercice ul1021 à l'unité logique de questions de cours ul1023 est soumis à une condition, ce qui signifie que l'apprenant ne pourra y accéder que s'il a obtenu une note suffisante, et que sinon il devra refaire les exercices.

Feuille de comportement

```
<fc modele="ul[@modele='ULExercice']"
code="FcUIExercice" support="Internet">
  <intitule type="xsl-statique">concat("Exercice : ',
@titre)</intitule>
  <section code="secEnonceEtResolution">
    <intitule type="fixe">Enoncé</intitule>
    <contenu type="xsl-double"
href="ulexnonce.xsl"/>
  </section>
  <section code="secSolution">
    <actif type="xpath">boolean(corps/solution)</actif>
```

```
<intitule type="fixe">Solution</intitule>
<contenu type="xsl-statique" href="ulexsolut.xsl"/>
</section>
...
</fc>
```

Figure 4: Extrait d'une feuille de comportement pour les UL d'exercice

Cette FC est associée au modèle ULExercice et sera mobilisée pour le support Internet. Elle décrit la présentation des contenus logiques, en définissant la construction d'un titre puis une liste de sections, qui seront matérialisées par des onglets. Chaque section est associée à des mécanismes de mise en forme, tels que XSL. Ces mécanismes de mise en forme sont appliqués aux contenus structurés au sein l'UL, mais également aux productions des apprenants, dans une logique dynamique. C'est le cas de la première section secEnonceEtResolution qui permet à la fois la présentation d'information, l'énoncé, et la saisie d'information par l'apprenant, la résolution. Notons également, c'est le cas de la seconde section, que l'affichage d'une section peut être conditionné par la nature des contenus et ou l'activité de l'apprenant, ce qui permet une scénarisation fine des processus d'interactivité. Notons enfin que le langage mis au point pour écrire des FC est un langage technique, mais qui n'est pas d'un niveau plus complexe que XSL, celui existant pour faire des manipulations de contenus XML.

Supports

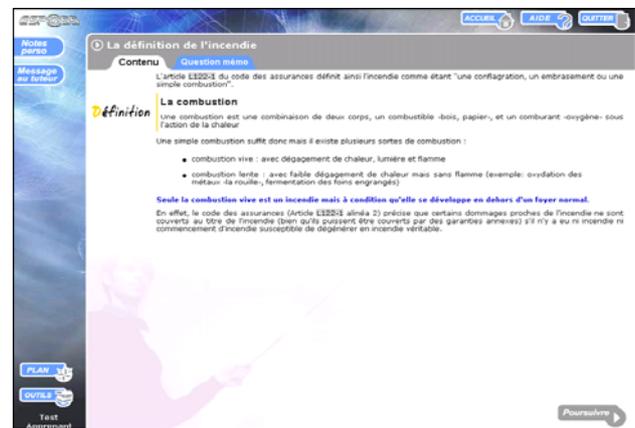


Figure 5: Support de cours Internet

On visualise sur cet écran la matérialisation d'une UL de cours, avec un onglet permettant de lire le contenu et un second onglet permettant la reformulation par l'apprenant de ce qu'il a lu. L'apprenant peut également accéder à des actions telles que la question au tuteur ou l'annotation personnalisée, boutons en haut à gauche. Lorsque l'apprenant appuie sur poursuivre, en bas à droite, le système analyse le SP qui scénarise cette UL et décide de

l'UL qui doit ensuite être présentée à l'apprenant. Le support présenté ici est un support Internet, utilisable à travers un navigateur Web, dans une logique client-serveur.

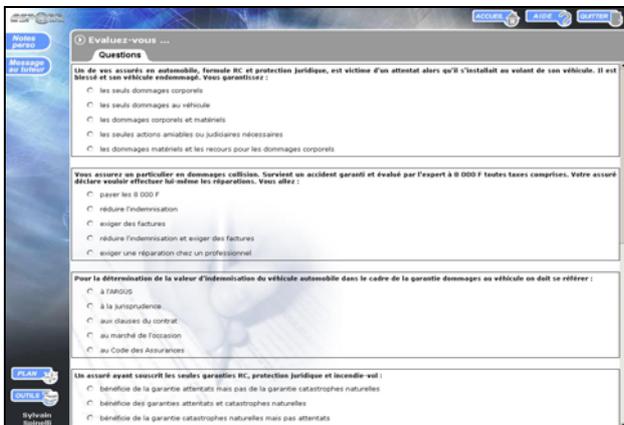


Figure 6: Support d'évaluation Internet

Cet écran présente la matérialisation d'une UL de questions à choix multiples. Les FC pour le support Internet client-serveur permet de stocker et d'analyser automatiquement les réponses de l'apprenant afin de lui apporter une correction et un diagnostic de ses faiblesses. Notons que ce diagnostic peut être exploité par les SP afin de proposer à l'apprenant des parcours personnalisés tenant compte de ses résultats.

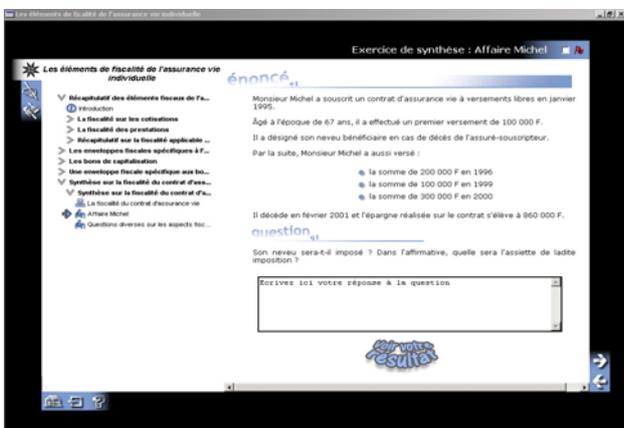


Figure 7: Support d'exercice cd-rom

Le support cd-rom permet une exploitation hors ligne des contenus, sur un poste local, tout en continuant de bénéficier d'un certain nombre de fonctions interactives. Ainsi l'interface ci-dessus permet de réaliser un exercice, en stockant les réponses de l'apprenant sur le disque dur. Bien entendu, étant déconnecté, le support ne permet pas l'analyse directe de ces résultats par un tuteur, et est plutôt orienté vers l'auto-formation. Un tel support peut être très utile pour instrumenter un centre ressource, en complément

d'une formation à distance par Internet par exemple.

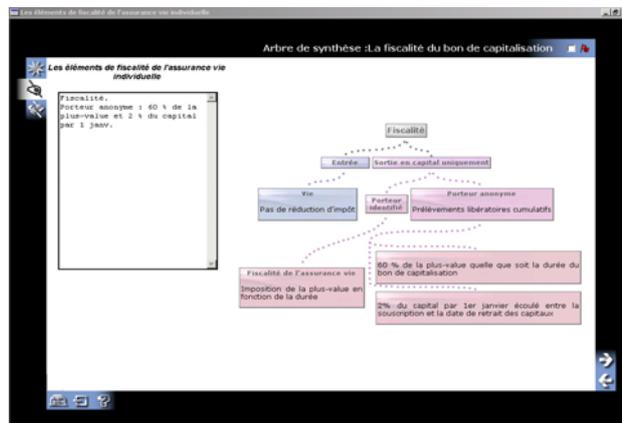


Figure 8: Support de synthèse cd-rom

L'écran ci-dessus présente un arbre de synthèse. Une telle représentation permet à l'apprenant, en fin de module de parcourir à nouveau de manière synthétique et progressive les concepts abordés dans le cours. Notons que grâce à la fenêtre de gauche il peut annoter cette synthèse, pour disposer d'un aide mémoire général sur le cours, construit à la fois par l'enseignant (l'arbre) et par lui-même (ses notes).

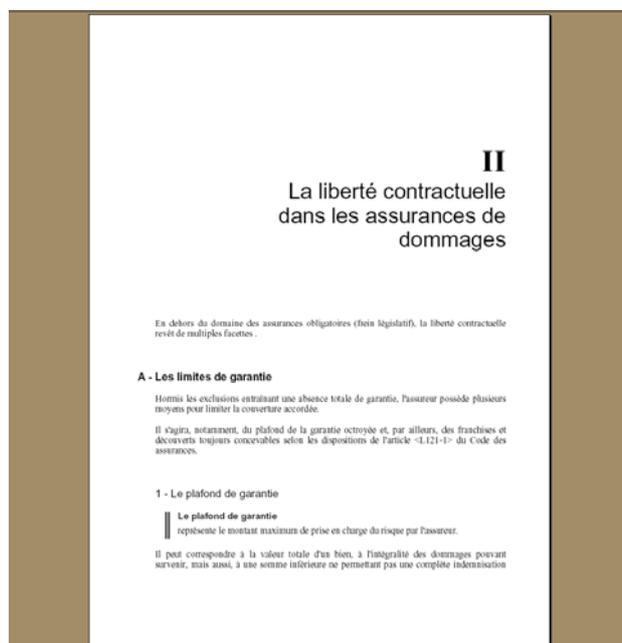


Figure 9: Support de cours papier

La version papier des contenus est un complément indispensable à plusieurs égards. Elle permet de réaliser la formation sans les contraintes matérielles de l'informatique

et elle reste le moyen privilégié de lecture pour certains apprenants et certains contenus.



Figure 10: Support « fiche mémo » papier

Il est possible de réaliser des versions papier instrumentant une pratique pédagogique, en prévoyant des espaces d'annotation ou de réponse aux questions typiquement. La fiche mémo permet à l'apprenant de reformuler son cours en répondant à des questions simples. Cette fiche mémo est aussi un outil de dialogue avec les enseignants puisque ceux-ci pourront la corriger et ainsi anticiper des incompréhensions de l'apprenant.

NB : Pour les besoins de cet article chaque exemple présente à la fois un support et une activité pédagogique différente. Bien entendu, dans les faits, la logique du multisupports permet à chaque type de contenu pédagogique d'être exploité sur tous les supports. Ainsi les arbres de synthèse ou les énoncés d'exercice pourront être imprimés, les fiches mémos remplies sur Internet, ou les évaluations effectuées en local sur un cd-rom.

Références

- Bachimont B, 1996. Herméneutique matérielle et artéfacture : des machines qui pensent aux machines qui donnent à penser, mémoire de thèse en épistémologie, Ecole Polytechnique.
- Bachimont B, Charlet J, 1998. PolyTex : un environnement pour l'édition structurée de photocopiés électroniques multisupports, actes du colloque EuroTex'98, France.
- Balpe J, Lelu A, Papy F, Saleh I, 1996. "Techniques avancées pour l'hypertexte", édition Hermes.

Bellier S, 2001. Le e-learning, Presse Universitaires de France.

Boullier D, 2000. La loi du support : Leçons de trois ans d'enseignement numérique à distance, Les Cahiers du Numérique, n°2, vol.1, pp.145-172, Hermes.

Bourda Y, Hélier M, 2000. Métadonnées et XML : applications aux "objets pédagogiques", actes du colloque TICE'2000, Troyes, France, pp.135-141.

Bruillard E, 1997. Les machines à enseigner, Hermes.

Crozat S, 2002. Eléments pour la conception industrialisée des supports pédagogiques numériques, mémoire de thèse en informatique, Université de Technologie de Compiègne.

Crozat S, Trigano P, 2002. Structuration et scénarisation de documents pédagogiques numériques dans une logique de massification, Sciences et Techniques Educatives, vol. 9, Hermes.

De la Passardière B, Giroire H, 2001. XML au service des applications pédagogiques, revue STE, n°1, vol.8, édition Hermès.

Gil P, 2000. e-formation : NTIC et reengineering de la formation professionnelle, édition Dunod.

Linard M, 1996. Des machines et des hommes : Apprendre avec les nouvelles technologies, L'Harmattan, 1996.

Moulin C, Pazzaglia C, 2000. Création dynamique d'activités adaptées dans un environnement d'apprentissage à distance, actes du colloque TICE'2000, Troyes, France, pp.179-190.

Parmentier Christophe, 1998. Former l'entreprise de demain :La formation innovante, Editions d'Organisation, 1998.