

Réinterroger les structures documentaires : de la numérisation à l'informatisation

Bruno Bachimont*†, Stéphane Crozat‡

*Heudiasyc, UMR CNRS 6599, UTC

†Direction de la Recherche et de l'Expérimentation, INA

‡Unité d'Innovation Ingénierie des Contenus et des Savoirs,
UTC

{Bruno.Bachimont, Stephane.Crozat}@utc.fr

Résumé

Nous proposons dans cet article d'aborder la question du document numérique selon trois niveaux : la structure d'organisation, la structure de contrôle et la structure d'interaction. Ces trois structures, inhérentes à tous documents, sont réinterrogées dans le cadre du numérique, dans la mesure où elles peuvent être abstraites, objectivées et matérialisées, et donc manipulées. Nous montrons comment ces trois structures sont implantées dans la chaîne éditoriale SCENARI qui nous a fourni un cadre d'application en situation réelle.

Mots-clés : Ingénierie des connaissances, Ingénierie documentaire, Structuration logique, Contrôle, Interactivité, XML.

Abstract

In this paper we define a digital document according to three levels of structure: its organization structure, its control structure and its interactivity structure. Whereas these three structures exist inherently in every document, they are redefined when dealing with digital documents, since they can be abstracted and formalised, and consequently manipulated. We show how these three structures are implemented within the SCENARI publishing chain, which provided us a framework of application in real project.

Keywords : document processing, knowledge engineering, logical structuring, control, interactivity, XML.

1 INTRODUCTION

Une des principales caractéristiques et sources de difficulté pour l'élaboration des documents et la compréhension de leur nature est l'articulation entre les possibilités ou contraintes techniques liées à leur manipulation d'une part, et les conventions ou possibilités sémiotiques et culturelles de leur interprétation d'autre part. Or, les nouvelles conditions technologiques liées à la numérisation des contenus (ils sont disponibles sous une forme binaire) et à l'informatisation de leur exploitation (systèmes informatiques échangeant et constituant de l'information) déplacent les articulations traditionnelles entre les techniques d'inscription et les interprétations [1]. Ce sont les conditions d'intelligibilité du document numérique qui se retrouvent ainsi posées, devant l'émergence d'une raison propre au document numérique. « Les modes de pensée ne sauraient être indépendants des moyens de penser [2] », et c'est donc l'articulation entre manipulabilité technique et intelligibilité interprétative qu'il faut réinterroger dans le contexte des documents numériques.

Récemment, un groupe de chercheurs émanant d'un réseau thématique pluridisciplinaire du département STIC du CNRS consacré aux questions documentaires (RTP-33) a proposé une réflexion collective sur les mutations numériques du contenu [3]. Ce texte analyse la notion de document à trois niveaux : le document comme forme, comme signe, et enfin comme médium. Le document comme forme renvoie au fait que le document est une forme physique perceptible dont la matérialité physique se prête à l'instrumentation technique. Cette dimension prend par conséquent en compte les problèmes de numérisation du contenu où l'enjeu est de coder la même information que pour un document traditionnel mais sur le support numérique (on pourra également parler de codage orthothétique [4]). Le document comme signe renvoie aux problèmes de manipulation, lecture et interprétation du contenu, en prenant en compte la double face matérielle et intelligible du signe. On y retrouve les questions relevant de l'ingénierie documentaire et de l'ingénierie des connaissances. Enfin, le document comme médium thématise le document comme objet social, objet de négociation et de transaction culturelle et économique. Il constitue un milieu d'échange entre des individus et des groupes qui s'articule et s'ancre dans la vie sociale.

Notre article ne prétend pas tant discuter ces propositions que de s'inscrire dans leur continuité en se concentrant sur des points particuliers relevés à travers notre expérience concrète. Nous chercherons à étudier le fait que l'instrumentation numérique et informatique des contenus permet de matérialiser et réifier les contraintes structurelles imposées à un document en outils informatiques conditionnant l'élaboration, la transmission et l'interprétation des contenus. Après avoir dégagé trois niveaux d'abstraction des structures du document, nous argumenterons que l'instrumentation numérique des contenus permet d'objectiver et de matérialiser ces structures en objets informatiques, pour contrôler par le calcul l'exploitation documentaire. Enfin nous discuterons leur implémentation au sein de la chaîne éditoriale SCENARI.

2 ABSTRAIRE LES STRUCTURES

En considérant le document comme un objet matériel qui se déploie dans la temporalité d'une lecture et qui donne lieu à une interaction avec le lecteur, nous proposons de distinguer trois niveaux de structures, qui reprennent la trichotomie pédaugienne :

- *La structure d'organisation* du document : il s'agit du point de vue classique selon lequel un document est avant tout une configuration de ressources dans un espace de présentation. Cet espace de présentation peut être stricto sensu spatial comme pour un document papier ou également temporel comme pour un document audiovisuel.
- *La structure de contrôle* du document : il s'agit du point de vue selon lequel le contenu se déploie dans une dynamique de lecture imposée ou suggérée au lecteur par le dispositif matériel constitué par le support. La structure de contrôle du document est donc la contrainte imposée au lecteur quant au déroulement, à l'ordre et au rythme de sa lecture.
- *La structure d'interaction* du document : il s'agit du point de vue selon lequel le contenu suscite une activité de la part du lecteur. Le support devient un environnement qui offre (au sens écologique des *affordances* de Gibson [3] et de la cognition située de Hutchins [4]) et instrumente un espace pour la production d'informations par le lecteur dans le cadre d'une activité d'appropriation. Ce sont typiquement les outils d'annotation intégrés au contenu.

Ces trois points de vue s'inscrivent dans les propositions du RTP-33. La structure d'organisation relève du document comme forme, c'est à dire la forme proposée à l'appréhension du lecteur. La structure de contrôle correspond au déploiement du contenu comme signifiant, dans un parcours

de lecture. Enfin, la structure d'interaction conditionne l'activité du lecteur par laquelle il s'individue dans la communauté des lecteurs et des auteurs, c'est-à-dire dans la socialité dont le document est la médiation.

Dans tout document, l'on retrouve ces trois points de vue. En revanche, selon l'instrumentation technique, ces structures sont plus ou moins objectivées et matérialisées dans l'objet documentaire. Traditionnellement, seule la structure d'organisation est réifiée dans le document. On la retrouve à un double niveau : la configuration du document qui rend perceptiblement saillante cette structure (jeu typographie des titres, indentation, typographie, etc.) ; l'abstraction de cette structure sous la forme de plan ou de table des matières. Les structures de contrôle et d'interactivité restent le plus souvent implicites. La mutation numérique du système technique documentaire permet à la fois d'explicitier ces trois structures au niveau même des documents, mais également de les objectiver en tant que telles, en matérialisant le résultat de l'abstraction que l'on effectue à partir du document. Ainsi pouvons-nous constater les éléments suivants pour chaque type de structure dégagée :

- Structure d'organisation : Au niveau de l'instance (le document lui-même), le contenu est configuré pour manifester cette structure. Au niveau de l'abstraction, la structure s'objective en une DTD dans un contexte numérique, un plan dans un contexte traditionnel.
- Structure de contrôle : Au niveau de l'instance, les documents traditionnels n'explicitent pas cette structure. Cependant on constate que la structure d'organisation la conditionne : dans un document statique (livre, article, etc.), l'organisation spatiale suggère un ordre de lecture (on lit d'*abord* ce qui est *devant*) ; dans un document audiovisuel ou sonore, l'organisation temporelle l'impose. Le numérique permet d'instrumenter et de manifester cette structure en prescrivant l'ordre de lecture dynamiquement via un calcul. Il permet également d'abstraire cette structure en proposant des graphes organisant les chemins de lecture possibles. On retrouve par exemple cette notion dans les modèles de publication où des présentations SMIL découlent de structures de présentation [5].
- Structure d'interaction : Au niveau de l'instance, les documents traditionnels suscitent une activité du lecteur qui peut se déployer sur le document (annotations sur le document) ou à côté, sur d'autres supports. Le document numérique permet de retrouver cette fonction, mais là encore, il permet d'objectiver une organisation de ces activités, articulées au document. Autrement dit, l'activité du lecteur est encadrée

selon des modèles prédéfinis et articulés aux structures d'organisation et de contrôle du document.

La mutation numérique est donc à la fois une continuité et une rupture : c'est une continuité dans la mesure où elle ne fait qu'objectiver ce qui a toujours été déjà là. Un lecteur est toujours actif, un parcours de lecture est toujours dynamique et articulé au contenu, ce dernier est toujours organisé. Cependant, en objectivant ces structures en les abstrayant des documents et en leur donnant une contrepartie matérielle et manipulable, le numérique marque une rupture dans la manière de concevoir et d'élaborer le contenu. En particulier, il pose le problème de bien déterminer le statut et la portée qu'il convient de conférer à ces structures abstraites des contenus. Cette question est plus particulièrement traitée dans [6]. Nous rappellerons simplement ici les éléments suivants pour les besoins de notre discussion. Tout contenu numérique consiste en une ressource qu'un calcul permet de publier dynamiquement sous différentes formes contextualisées. La ressource devient un invariant partagé par les vues. Elle correspondrait donc au contenu « objectif » que les vues déclinent. Elle serait alors un fond, par opposition aux mises en formes. Or, ce qu'on appelle le fond, le contenu « objectif », n'est en fait qu'une vue particulière, considérée comme reflétant « canoniquement » le fond, par exemple une vue d'un contenu dans un éditeur XML. Cette vue est la forme canonique du contenu, celle qui fait référence et qui établit conventionnellement son objectivité. Les vues déclinées à partir de la ressource constituent dans cette perspective un dossier dont la structure et l'intelligibilité sont données par la forme canonique. La lecture et la réécriture deviennent un exercice de reformulation où l'appropriation du sens que l'on trouve au dossier s'effectue par l'objectivation de cette forme canonique.

Nous proposons à présent de rendre compte de nos expériences dans des projets appliqués d'ingénierie documentaire dans le contexte de la formation. Ces expériences ont été à la fois des mises à l'épreuve de nos hypothèses théoriques et le prétexte à leur élaboration. Nous les prenons donc comme de simples confrontations empiriques, et non comme les expérimentations scientifiques qui viendraient confirmer ou infirmer une conception théorique élaborée indépendamment d'elles [7].

3 SCENARI : PARADIGME ET APPLICATION

SCENARI¹ est un procédé technologique et méthodologique pour la production, la gestion et la publication industrialisées de contenus pédagogiques numériques [8][9][10]. Il est développé et expérimenté à l'UTC² depuis 1999 dans le cadre de partenariats industriels³, de programmes de R&D⁴, de partenariats universitaires⁵ et de déploiements commerciaux⁶. Son objectif est d'implémenter technologiquement nos concepts documentaires, tels que décrits dans cet article, afin de les porter dans les usages réels des acteurs du contenu et de les confronter aux pratiques. Historiquement notre action a essentiellement porté sur les contenus pédagogiques. Nos axes de développement s'orientent actuellement vers l'élargissement de nos champs d'application (gestion de connaissance, système d'information documentaire d'entreprise, systèmes qualité, etc.). SCENARI n'est pas tant un résultat de l'application de nos concepts, que le creuset qui a permis leur élaboration. Précisons enfin qu'il ne s'agit pas uniquement d'un dispositif expérimental puisque son objectif premier est sa propre effectivité au service de projets en situation réelle⁷.

4 STRUCTURE D'ORGANISATION ET UNITES LOGIQUES

Le premier fondement de la plate-forme SCENARI est la structuration logique de l'information, c'est à dire sa représentation dans une forme canonique renvoyant à la structure du contenu, plutôt qu'à une mise en forme dans une structure physique pour un support de lecture donné.

L'enjeu de cette approche par la structuration logique est d'obtenir : des gains de productivité dans une démarche d'industrialisation (par la

¹ Système de Conception des Enseignements Numériques, Adaptables, Réutilisables et Interactifs. http://www.utc.fr/ics/site_scenari.

² SCENARI est la plate-forme technologique de ICS, une unité d'innovation de l'UTC. Les unités d'innovation sont des structures expérimentales créées à l'UTC, dont l'objectif est le développement de technologies et leur confrontation aux usages en situation réelle.

³ Axa, Association pour l'Enseignement des Assurances, SNCF, PSA, etc.

⁴ Projet CHAPERON sous financement PRIAMM, projet EMPHIS sous financement EUMEDIS, projet EPICURE sous financement Conseil Régional de Picardie.

⁵ Campus Numériques (FIFFOD, ENCORE, etc.) et programme SCENARISup d'adaptation et de déploiement des technologies SCENARI dans l'enseignement supérieur français, sous financement du Ministère de la Recherche.

⁶ Menés par la société essaimée de l'UTC Skema. <http://www.skema.fr>

⁷ Ces projets, référencés dans la suite du texte ne sont pas détaillés par souci de concision, leur description pourra être consultée sur le site d'ICS. <http://www.utc.fr/ics>

séparation et l'articulation des métiers éditoriaux) ; une rationalisation de la maintenance en s'appuyant sur l'indépendance des structures logiques aux évolutions technologiques ; une flexibilisation des évolutions fonctionnelles par la relative autonomie des contenus ainsi structurés aux supports de publication et à leurs usages.

La difficulté d'une telle approche est d'encadrer les auteurs dans leur démarche de production, en leur fournissant un environnement d'édition qui leur permette d'explicitier la structure d'organisation. L'usage de traitements de texte bureautiques classiques s'est révélé une impasse technologique (les informations de mise en forme ne sont pas traduisibles en information de structure logique de façon déterministe) et méthodologique (l'environnement de travail renvoie à des pratiques inadaptées à l'explicitation de la structure logique). L'usage d'éditeurs XML lève ces verrous, mais écarte néanmoins une partie des auteurs pour des raisons de résistance culturelle ou cognitive. Dans une démarche industrielle de production documentaire, le recours à des rédacteurs XML spécialisés (secrétaires formées typiquement) se révèle très efficace, mais cette solution reste inaccessible lorsque les volumes de production sont modestes et pose quelques problèmes en maintenance, puisque les auteurs doivent recourir à des intermédiaires pour chaque correction, même mineure. La solution la plus efficace dans le cas général est à ce jour le *formulaire* qui : encapsule les contraintes de la DTD et assure ainsi une production toujours valide ; en offre une vision appréhendable par l'auteur en rendant visible la structure d'organisation tout en masquant son expression technologique (les balises XML) ; et propose un guidage méthodologique (principe des aides contextuelles et assistants) pour appuyer l'auteur dans sa démarche d'écriture structurée.

La figure ci-après montre un exemple de formulaire pour la production de contenus, ici la gestion de projet, orientés vers la formation-action. Le formulaire propose une vision globale (le document) et locale (l'unité logique) de la structure documentaire et génère dynamiquement le code XML associé. La structure formalisée en XML ne rend compte que des contraintes d'organisations, sans préjuger de leur expression sur le ou les supports de publication pour la lecture.

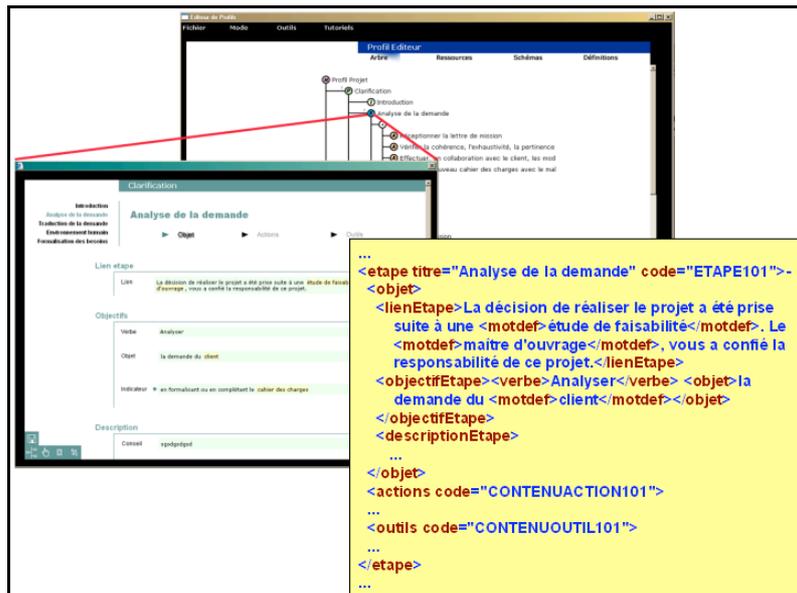


FIG. 1 – Exemple d'extrait d'unité structurée logiquement, formation-action pour la gestion de projet (2001)

5 STRUCTURE DE CONTROLE ET SCHEMA DE PARCOURS

L'information représentée sous forme d'unités logiques est agrégée dans des structures documentaires indépendantes, les schémas de parcours, qui décrivent non seulement la structure d'organisation d'une ressources à un niveau macro, composée de plusieurs unités logiques donc, mais également la structure de contrôle de cet agencement. Ainsi le schéma de parcours permet de formaliser l'intention auctoriale dans le document, en y inscrivant les règles de lecture. Ces règles seront interprétées au moment de la publication pour programmer les supports de lecture en conséquence (agencement spatial donné dans le cadre d'une publication papier, algorithme de gestion de séquençement et d'accès dans le cadre d'une publication numérique).

La figure ci-après montre un schéma de parcours décrivant un enchaînement de séquences (audiovisuelles en l'occurrence). Cet enchaînement n'est pas linéaire dans la mesure où, pendant qu'une

séquence est jouée, d'autres séquences peuvent être accédée. Ici, l'utilisateur peut appeler la séquence « tuteur10 » et « jeune12 » pendant qu'il visionne la séquence « formateur02 ». Le support de lecture proposera contextuellement la commande permettant d'interrompre la lecture de la séquence principale pour visionner une des deux séquences secondaires disponibles puis reprendre la lecture où elle avait été abandonnée dès que la séquence appelée se termine. Ces modèles de schémas de parcours ont été utilisés pour agencer des contenus audiovisuels pour des sensibilisations à la fonction de maître d'apprentissage en entreprise. On observe donc que la structure de contrôle du document est explicitée et formalisée à travers les schémas de parcours, qui permettent de piloter la consultation du contenu.

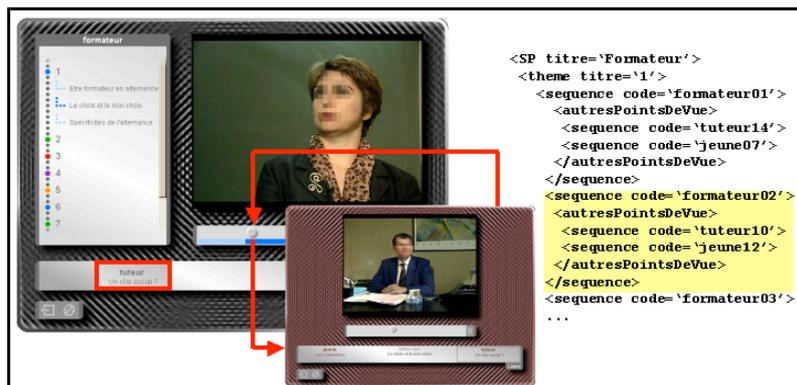


FIG. 2 – Exemple d'extrait de schéma de parcours, Association pour l'Enseignement des Assurance, projet PRIAMM CHAPERON (2002)

6 STRUCTURE D'INTERACTION ET FEUILLES DE COMPORTEMENT

Les feuilles de comportement sont un procédé technologique développé à l'UTC dans le cadre de SCENARI pour permettre la publication automatique de contenus structurés en XML sur des supports interactifs, DHTML typiquement, mais également des formats plus originaux tels que SVG, SMIL, etc. (et en pratique tout format public). Tandis que les feuilles de style (au sens des transformations XSLT) permettent une mise en forme statique pour un support de lecture, les feuilles de comportement en sont une extension permettant une mise en forme dynamique pour un support intégrant les processus de lecture-écriture. Les feuilles de

comportement s'appuient naturellement sur les couches de publication statique standard (XPath-XSL) pour proposer un moteur de publication évolué orienté vers la publication de supports dynamiques, c'est à dire : navigables selon des procédures de contrôle définies par les feuilles de comportement et paramétrées par le contenu ; et appropriables selon des procédures d'annotation et de réécriture également définies par les feuilles de comportement et paramétrés par le contenu. La figure ci-après montre un extrait simplifié de feuille de comportement permettant de paramétrer une IHM en associant le contenu d'une unité logique à une XSL et intégrant une fonction d'annotation contextuelle.



FIG. 3 – Exemple simplifié d'extrait de feuille de comportement, Axa et Association pour l'Enseignement des Assurances, projet Esp@ss (2001).

7 OBJECTIVATION ET PUBLICATIONS MULTI-SUPPORTS MULTI-USAGES

La publication multi-supports est un des apports majeurs de SCENARI, qui se fonde sur les formalisations des trois structures du document pour calculer des formes de publication multiples. Cette logique a été particulièrement mise en œuvre dans le cadre d'un modèle de

production de contenus de formation dits académiques, expérimenté dans de multiples contextes depuis 2001 (universités, centres de formations, SNCF, Cegos, etc.). En effet ces contenus peuvent être mobilisés pour instrumenter de multiples contextes de formation : formation magistrale à base de transparents et de polycopié, formation en centre ressource à base de cd-rom, formation à distance à base d'Internet, etc. La multiplicité des contextes d'usage et de supports de publication conduit l'auteur à un exercice complexe de navigation entre la structure canonique et le dossier des publications. L'expérience a montrée que ni la structure canonique, ni aucune des publications prises isolément n'était suffisante pour que l'auteur objective son contenu qui n'existe que dans l'ensemble de ses mises en forme. Une question de *confiance*, y compris avec sa dimension irrationnelle, se pose en effet. Le besoin de validation de tous les supports de publication et non uniquement du document canonique est également porté par le fait que seuls ces documents « réels » permettent aux auteurs une projection dans les usages qui donnent corps à leur relecture.

Sur la figure ci-dessous on visualise (en haut à gauche) l'interface de gestion de contenu de SCENARI qui permet la manipulation de la forme canonique, et la publication des supports de lecture finaux.

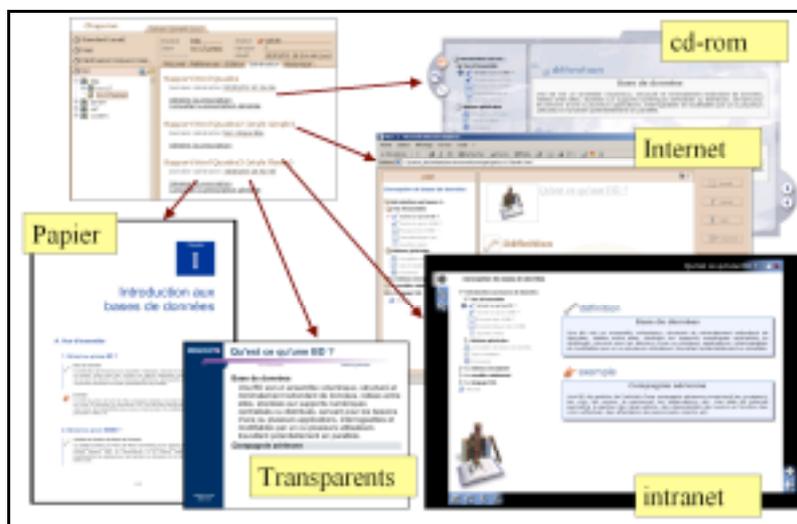


FIG. 4 – Exemple d'instrumentation de dossier par SCENARI, contenu académique (depuis 2001)

7 APPROPRIATION ET INSTRUMENTATION DES PROCESSUS DE LECTURE-REECRITURE

L'inscription, via la forme canonique et ses feuilles de comportement, de l'activité du lecteur dans le contenu permet la publication de supports dynamiques qui offrent un environnement de travail instrumentant l'appropriation par la lecture-écriture. Nous avons particulièrement développé ce principe pour la réalisation de formations basées sur la méthode des cas dans le domaine médical.

La figure ci-après montre un processus d'appropriation via le support à travers l'annotation des contenus auctoriaux, la reformulation des contenus sous forme d'analyse et de synthèse, et la publication in fine d'un document propre au lecteur, fondé sur la structure canonique, mais augmenté des reformulations du lecteur.

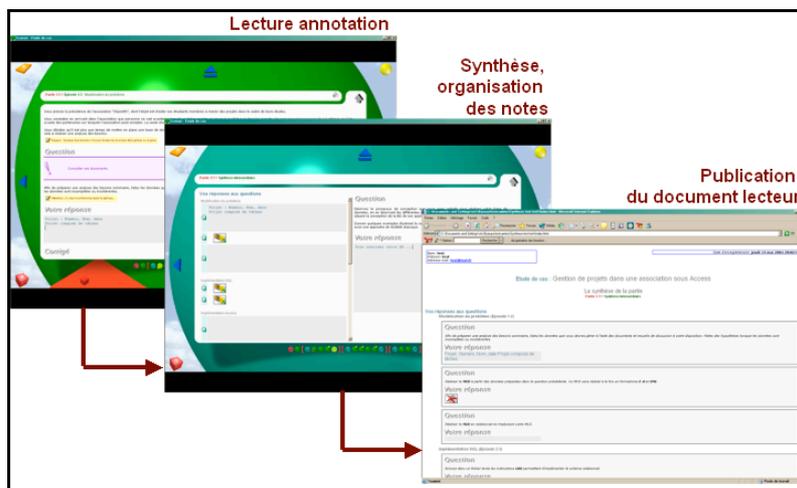


FIG. 5 – Exemple d'instrumentation d'un processus d'appropriation, méthode des cas, projet euro-méditerranéen EMPHIS sous financement EUMEDIS (2004).

8 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans la continuité des propositions du RTP-33, nous avons abordé la question du document numérique selon trois niveaux : la structure d'organisation, la structure de contrôle et la structure d'interaction. Nous

avons posé que ces trois structures, inhérentes à tous documents, sont réinterrogées dans le cadre du numérique, qui permet leur abstraction et conséquemment leur manipulation. Cette manipulation calculatoire, propre du numérique, permet de dépasser la simple numérisation des contenus pour ouvrir des potentiels nouveaux à travers une réelle informatisation des documents. Mais cette approche nous a également renvoyé aux questions fondamentales de l'objectivation et de l'appropriation du contenu, tant du point de vue du lecteur que du point de vue de l'auteur. Le document numérique déconstruit par la formalisation et reconstruit par la publication ne peut plus être appréhendé sous l'angle d'une seule de ses publications, mais comme un tout, un dossier composé d'une structure canonique de référence et des formes publiées renvoyant aux pratiques. Notre cadre empirique, à travers le procédé SCENARI, nous a permis l'élaboration et la confrontation de ces positions théoriques en situation réelle, essentiellement dans le domaine des contenus pédagogiques. Ces cinq années d'expérience « à ciel ouvert » nous ont permis d'affiner nos positions théoriques et de mesurer la réalité des promesses de l'ingénierie documentaire, à travers les résultats obtenus dans le cadre des projets.

Nous débutons actuellement le projet EPICURE, sous financement du Conseil Régional de Picardie, en partenariat avec l'INA et l'IRCAM. Ce projet doit nous conduire à réinterroger nos acquis avec l'objectif ambitieux de réaliser un générateur de chaînes éditoriales spécifiques à un métier et à une organisation, entièrement paramétrable par des profanes (tandis que la plate-forme SCENARI requiert aujourd'hui l'intervention d'informaticiens pour implanter les modèles documentaires propres à l'organisation qui accueille la chaîne éditoriale). L'enjeu technologique et méthodologique est de trouver les solutions permettant d'introduire les logiques documentaires de séparation fonds/forme présentées dans ce document dans un système générique aussi facile à instancier que ne l'est la production d'un modèle de document dans un outil bureautique. Mais au delà de ces enjeux pratiques et de leurs nécessaires implications conceptuelles, l'enjeu pour l'informatique documentaire est le passage de pratiques essentiellement fondées sur la bureautique (et la confusion fonds/forme) à des pratiques essentiellement fondées sur la structuration logique, avec toutes les implications associées en terme de potentialités nouvelles de traitement informatique qui seront ouvertes pour la rationalisation de la gestion des fonds documentaires. C'est tout le champ de la gestion documentaire qui est réinterrogé, en cherchant à dépasser les apories de la gestion (indexation/recherche) et de la reconstruction (réutilisation/recomposition) documentaire telle qu'elle est proposée dans les CMS (content management system) classiques.

L'enjeu de notre programme de recherche est donc la réappropriation des fonds documentaires, que la numérisation massive et déstructurée de ces dernières années a rendu difficile à régir, et que l'informatisation, au sens de l'exploitation calculatoire des structures documentaires, permettrait de contrôler à nouveau.

REFERENCES

- [1] Bachimont B. Arts et sciences du numérique : ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle. *Mémoire de HDR*. Université de Technologie de Compiègne, 2004.
- [2] Goody J. La raison graphique : La domestication de la pensée sauvage. Les éditions de minuit, 1979.
- [3] Roger T. Pédaque. Document : forme, signe et médium, les reformulations du numérique. Working paper. Version 3 du 08 juillet 2003.
- [4] Stiegler B. La technique et le temps. Edition Galilée, 1994.
- [3] Gibson JJ. The ecological approach to visual perception. LEA, 1979.
- [4] Hutchins E. Cognition in the wild. MIT Press, 1995.
- [5] Cécile Roisin, Vincent Kober, Vincent Quint, Pierre Genevès, Patrice Navarro. Editing SMIL with Timelines. *Actes du colloque SMILEurope*. février 2003.
- [6] Bruno Bachimont, Stéphane Crozat. Instrumentation numérique des documents : pour une séparation fonds/forme. Ce volume.
- [7] Bachimont B. Pourquoi n'y a-t-il pas d'expérience en ingénierie des connaissances ?. *Actes du colloque IC'2004*. Lyon, mai 2004.
- [8] Crozat S. Eléments pour la conception industrialisée des supports pédagogiques numériques. *Mémoire de thèse en informatique*. Université de Technologie de Compiègne, 2002.
- [9] Bachimont B, Cailleau I, Crozat S, Majada M, Spinelli S. Le procédé SCENARI : Une chaîne éditoriale pour la production de supports numériques de formation. *Actes du colloque TICE'2002*. Lyon, 2002.
- [10] Business Interactif. Etude des outils de gestion de ressources numériques pour l'enseignement. EducNet, 2003. <http://www.educnet.education.fr/lcms/>.
- [11] Linard M. Des machines et des hommes : Apprendre avec les nouvelles technologies. L'Harmattan, 1996.