HAL
open science

Une démarche de conception pour les hypermédia pédagogiques : l'enjeu d'une approche centrée sur l'information

Stéphane Crozat, Philippe Trigano

▶ **To cite this version:**

Stéphane Crozat, Philippe Trigano. Une démarche de conception pour les hypermédia pédagogiques : l'enjeu d'une approche centrée sur l'information. Ingénierie des connaissances 2000, May 2000, Toulouse, France. edutice-00000393

HAL Id: edutice-00000393

https://edutice.hal.science/edutice-00000393

Submitted on 10 Mar 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.

Une démarche de conception pour les hypermédia pédagogiques : l'enjeu d'une approche centrée sur l'information.

Stéphane Crozat, Philippe Trigano

UMR CNRS 6599 HEUDIASYC, Université de Technologie de Compiègne
Email : Stephane.Crozat@utc.fr, Philippe.Trigano@utc.fr

Résumé

Ce papier présente une approche de conception des hypermédia pédagogiques basée sur la structuration explicite de l'information. Nous introduisons le concept d'unité d'information multimédia afin de prendre en compte la non-linéarité du support. Au sein d'un hypermédia, chaque unité d'information est dotée d'une structure interne relative au contenu et d'une structure externe relative aux liens entre les concepts. Nous proposons de rendre explicites ces structures afin d'une part de gérer les interactions entre les différents média composant une unité d'information et d'autre part de gérer les interactions conceptuelles entre les différentes unités. La conception d'un hypermédia pédagogique selon cette approche repose sur quatre expertises complémentaires : l'expertise pédagogique, la modélisation de la structure de l'hypermédia, la rédaction des contenus et leur édition pour l'écran. Nous proposerons également des outils permettant de diriger la rédaction et l'édition de contenus structurés multimédia. Enfin nous illustrerons brièvement ces concepts à travers une réalisation que nous avons menée pour l'enseignement des bases de l'algorithmique.

Mots clés : Hypertextes – Multimédia – Supports pédagogiques – Structuration de l'information

1 Introduction

Les réflexions actuelles sur l'apprentissage conduisent à essayer de penser de nouveaux moyens pour enseigner. Les supports numériques et multimédia sont une des voies explorées, mais force est de constater qu'ils rencontrent de larges difficultés dans leur développement et leur exploitation. Une des raisons est selon nous que le manque d'expérience dans ce domaine jeune et très rapide dans son expansion technique conduit les acteurs à tenter de reproduire des méthodologies propres à d'autres supports (le papier en particulier), non adaptées aux spécificités du numérique et du multimédia. Or il n'est pas possible de copier ou même d'adapter les anciens modèles ; la solution consiste à en inventer d'autres [1]. Notre problématique de recherche est donc la question de la conception d'un support de cours numérique, en relation étroite avec le cadre pédagogique dans lequel il est utilisé.

La majorité des productions de supports multimédia pédagogiques sont actuellement basées sur des approches centrées sur la forme, telles que les réalisations menées à partir des logiciels auteurs (par exemple Macromédia Director). Le problème que nous soulèverons dans cet article est que de telles approches encapsulent implicitement dans un même ensemble l'information, sa structure et sa représentation à l'écran. Or les choix faits par le concepteur, en terme de structure d'information, de type de média, de mise en forme à l'écran renferment une sémantique qui prédétermine la lecture des contenus. Parallèlement à cet axe de développement, les recherches menées dans le cadre de l'ingénierie documentaire proposent des outils de structuration qui permettent d'adapter les contenus aux spécificités du numérique. Ces recherches sont en pleine expansion, notamment grâce à l'influx introduit par les grands systèmes d'information (dont notamment Internet), mais peu d'applications s'en inspirent pour la création de supports pédagogiques [2]. Nous proposons donc d'intégrer les axes multimédia et documentaire dans une démarche de conception d'hypermédia pédagogiques, afin de profiter de la puissance du multimédia, dans la logique d'un processus d'apprentissage, selon une démarche documentaire. Si d'autres travaux sont menés actuellement dans ce sens, aucun à notre connaissance ne reprend entièrement notre problématique. Nous nous distinguons du projet ARIADNE [3] qui propose une base de donnée de cours multimédia à l'échelle de l'Europe, car dans ce projet les contenus sont indexés et non structurés. D'autres projets [4] s'orientent également vers des bases de données de contenus indexés, mais non structurés, à l'instar des documents proposés sur Internet. Le projet PolyTeX [5] expérimenté à l'UTC, propose une approche documentaire pour la rédaction de supports de cours, néanmoins avec une orientation plus textuelle et linéaire qu'hypermédia.

Dans la première partie de cet article nous exposerons notre approche centrée sur l'information, en introduisant le concept d'unité d'information dotée d'une structure interne et externe. Puis dans une seconde partie, nous proposerons une démarche de conception basée sur qua-

tre expertises complémentaires : l'expertise pédagogique, la structuration de l'information, la rédaction et l'édition. Nous insisterons sur les deux derniers points et principalement sur la structuration de contenus multimédia. Dans une dernière partie nous présenterons succinctement un prototype conçu selon cette démarche et expérimenté en situation réelle d'apprentissage.

2 Une approche centrée sur l'information

2.1 Une théorie du support

« Toute connaissance n'existe que médiée sur un support matériel » [6]. Ce postulat philosophique, soutenue par le courant phénoménologique, est la base de notre réflexion. L'objet de cet article n'est pas d'expliciter cette théorie, nous nous contentons ici d'en rappeler une des implications : l'information est dépendante du support sur lequel elle est inscrite, par conséquent les auteurs ont un intérêt à penser les spécificités qui caractérisent le support sur lequel ils inscrivent l'information qu'il veulent transmettre, de façon à mieux en maîtriser l'exploitation. Alors que la raison d'être des documents papiers est la représentation spatiale d'informations [7], la raison d'être des documents numériques est le calcul que l'ordinateur effectue sur ces documents [8] : « Non seulement les informations numériques sont calculables, mais elles ne sont que calculables ». En effet l'ordinateur ne traite que des séquences binaires qui, par un calcul dynamique, deviennent des signes sur un support tel que l'écran. C'est un support à accès aléatoire, l'information stockée dans un ordinateur n'est pas inscrite de façon séquentielle comme dans sur un livre ou une bande magnétique. L'information est donc délinéarisée, ce qui implique qu'une relinéarisation devra être construite par le lecteur. Si l'on propose de représenter l'information contenue dans un hypermédia sous la forme d'un graphe, le processus de relinéarisation correspond à la sélection d'un parcours dans le graphe. Cette propriété fondamentale du support numérique nous conduit à penser de façon originale l'inscription et la restitution d'informations via ce support.

2.2 Notion d'unité d'information

Considérant le processus de lecture comme le fait de fixer un parcours dans un graphe d'informations, l'unité de calcul est le nœud du graphe. Hors étant donné la non-linéarité de ce graphe, il est difficile, voire impossible, de faire des hypothèses valides sur les antécédents et les successions de la lecture en cours. Sur un support linéaire, par exemple un livre, il est facile de faire de telles hypothèses, ainsi on pose récursivement que lors de la lecture de la page N, la page N-1 a déjà été lue et que la page N+1 sera lue ensuite. Mais lors de la lecture d'un nœud du graphe, on ne peut présupposer des nœuds lus précédemment et des nœuds qui seront lus ensuite. On propose donc une solution adaptée, le recours à une unité d'information correspondant à l'unité de calcul. On entend par unité d'information un nœud du graphe, dont la lecture est nécessaire et suffisante pour la compréhension d'un concept. La nécessité implique la rédaction d'unités insécables, c'est à dire par exemple qu'aucune commande de navigation (hyperlien) ne doit intervenir avant la fin de la lecture de cette unité. La suffisance implique qu'aucune hypothèse ne doit être faite, lors de la rédaction, sur les liens entre les unités. Ce concept nous fournit une base pour gérer le problème de délinéarisation de l'information. Nous remarquons également qu'il permet de séparer la structure interne des unités d'information (structure du contenu) de leur structure externe (que nous appellerons également scénarisation).

2.3 Structure interne des unités d'information

Le caractère calculé du support conduit à une représentation physique de l'information (binaire en l'occurrence) totalement distincte de sa présentation à l'écran. Afin de respecter cette caractéristique du support, nous proposons une séparation entre la structure *logique* et la structure *physique*, entre le travail d'auteur (définir une structure logique et rédiger les contenus d'après elle) et celui d'éditeur (utiliser cette structure pour présenter l'information aux lecteurs). Ainsi l'on pose qu'une information structurée et la disposition d'information sur cette information (méta-information) favoriseront sa manipulation par le calcul. L'introduction de la dimension multimédia renforce ce besoin de connaissance explicite sur l'information manipulée pour en maîtriser la rédaction et l'édition. En effet dans notre contexte les unités d'informations sont multimédia, c'est à dire composées de plusieurs ressources distinctes, basées sur des média de natures différentes, mais participant du même sens. L'enjeu de la structuration interne de l'unité d'information multimédia est d'aider à gérer de façon explicite les différents média composant une unité d'information, de façon à en maîtriser les interactions.

2.4 Structure externe des unités d'information

Le modèle que nous proposons permet donc de représenter l'hypermédia comme un ensemble délinéarisé d'unités d'information structurées. Or, comme nous l'avons introduit, cette délinéarisation suppose une relinéarisation, c'est à dire le rétablissement par le lecteur d'un parcours propre, ayant du sens pour son apprentissage. Nous définissons la *scénarisation* comme la programmation des liens entre les unités d'information, c'est à dire la sélection des arcs pertinents du graphe pour un contexte d'apprentissage donné. La structure externe d'une unité d'information reflète donc son interaction conceptuelle avec les autres unités d'information composant l'hypermédia.

2.5 Conséquences méthodologiques et technologiques

L'ensemble des concepts que nous avons posés pour fonder notre approche nous conduit à réfuter les approches à base de logiciels auteurs (comme Director) qui ne séparent pas structure logique et physique de l'information. Deux types complémentaires de technologie nous semblent en revanche fortement adaptés à notre démarche : Les grammaires et les objets. Les développements récents de la recherche dans le domaine des grammaires, ou méta-langages, et en particulier celui de la norme SGML, nous fournissent des outils puissants et souples pour représenter des structures d'information explicite. Nous ne nous étendrons pas sur les avantages de ces approches, et renverrons à la littérature afférente [9][10][11], mais l'on conviendra qu'elles sont une solution efficace aux problèmes que nous avons posés. Nous pensons que le standard naissant XML [12] est particulièrement bien adapté, du fait de sa plus grande utilisabilité (par rapport à SGML).

Notre ambition est donc de proposer une approche respectant les principes que nous avons formulés, en utilisant des technologies existantes (objet et grammaires), adaptée au contexte particulier des hypermédias pédagogiques. Nous proposons de voir l'hypermédia pédagogique comme une base de données d'objets contenant des informations structurées suivant des DTD (Document Type Définition : Ensemble des règles régissant la structure d'une grammaire XML), associés à leurs méthodes d'appropriation. Chaque objet est défini selon une classe, qui correspond à un type d'information (tel l'exposition d'un concept, un exercice d'application, une évaluation, …). La structure de ce type d'information est définie selon une DTD (par exemple on dira qu'un QCM est défini par un ensemble de questions et de réponses possibles). A chaque classe d'objet un ensemble de méthode d'appropriation est associé (typiquement l'affichage à l'écran ou l'annotation). Enfin on modélise également les types de relations qui peuvent exister entre chaque classe d'objet (relation de type précédence, renvoi, équivalence, …).

3 L'articulation de quatre expertises

Nous avons montré la nécessité de structurer logiquement l'information, et de fixer des scénarios de lecture au sein d'un graphe hypermédia. Structure interne et externe forment un modèle défini à partir de l'expertise du domaine pédagogique dans lequel intervient l'hypermédia. Nous proposons à présent quatre fonctions essentielles qui se distinguent pour mener à bien la réalisation d'un hypermédia pédagogique selon une telle approche :

– La fonction d'expertise pédagogique est première dans la mesure ou cette expertise est la base indispensable à la réalisation du type de système d'information que nous avons décrit. Son rôle est d'expliciter la relation pédagogique dans laquelle intervient l'hypermédia.
– La fonction de modélisation propose, à partir des données explicitées au cours de l'expertise pédagogique, une structure d'information logique utilisable par les auteurs et les éditeurs.
– La fonction de rédaction a en charge le renseignement du système d'information structuré.
– La fonction d'édition a en charge la programmation des méthodes d'appropriation (et en particulier celle prépondérante d'affichage à l'écran).

Nous ne nous attacherons pas dans cet article aux deux premières phases, nous nous contenterons de rappeler que leur but est d'aboutir à la structure interne et externe de l'hypermédia pédagogique depuis la description explicite du contexte pédagogique. Les expertises de la rédaction et de l'édition peuvent ensuite se développer sur cette structure. Nous proposons dans les deux parties suivantes quelques outils conceptuels pour penser la rédaction et l'édition dans un contexte d'information multimédia structurée. Nous renvoyons également à la partie 4, qui présente une application effectivement réalisée selon notre approche, à titre d'illustration.

3.1 Apports pour l'expertise de la rédaction

Rédiger pour un système structuré suppose le respect d'une grammaire contraignante, et dans notre contexte l'auteur est également amené à gérer des média de nature différentes, pour composer une même unité d'information. Les outils décrits ci-dessous donnent des éléments concrets de classification des média (***FIG. 1***), de mise en relation d'un média avec un type d'information (***FIG. 2***), et de gestion de l'interaction entre ces média (***FIG. 3*** et ***FIG. 4***).

La première étape consiste à identifier les différents types de média existants et à décrire leurs caractéristiques propres. La figure ci-dessous (***FIG. 1***) propose une classification, qui a la particularité d'introduire deux catégories originales :
– Le média *image didactique*, qui s'oppose aux images classiques par la combinaison de la représentation graphique et d'une information textuelle normalisant la lecture de cette représentation (exemple d'images didactiques : le dessin technique, l'organigramme, la carte, …).
– Le média *interaction*, innovation née de l'informatique qui représente des séquences audiovisuelles pendant lesquelles la participation de l'utilisateur est requise (plus ou moins activement).

Type de média	*Mode d'appropriation*	*Dimension*	*Temporalité*	*Nature*
Texte écrit	Vue	Spatiale	Statique	Elémentaire
Texte parlé	Ouïe	Temporelle	Cinétique	Elémentaire
Bruitage	Ouïe	Temporelle	Cinétique	Elémentaire
Musique	Ouïe	Temporelle	Cinétique	Elémentaire
Image	Vue	Spatiale	Statique	Elémentaire
Image didactique	Vue	Spatiale	Statique	Composée
Animation	Vue	Spatio-temporelle	Cinétique	Elémentaire
Audiovisuel	Ouïe + Vue	Spatio-temporelle	Cinétique	Composée
Interaction	Ouïe + Vue + Action	Spatio-Temporelle	Dynamique	Composée

FIG. 1 – *proposition de typologie des média*

La typologie précédente met en valeur la diversité des média utilisables dans un hypermédia pédagogique, en en illustrant la richesse potentielle, mais en introduisant également la complexité de leur gestion. Ainsi l'expertise rédactionnelle doit se préoccuper explicitement de la nature des informations à transmettre et du type de média qu'il faut y associer. L'adéquation entre un type de média et un type d'information est une composante essentielle de l'utilisation sensée d'un environnement multimédia. S'il n'existe pas de règle absolue à appliquer, nous proposons quelques éléments permettant de choisir, et renvoyons à la littérature propre à chaque domaine (bibliographie dans [13]).

Type de média	*Caractéristiques*	*Exemples d'utilisation*
Texte écrit	Suscite la réflexion. Requiert la concentration. Possibilité de relecture (rémanence).	Transmission d'informations complexes (définitions, démonstrations, …).
Texte parlé	Persuasion de la voix (intersubjectivité). Evanescence de l'information.	Transmission d'informations courtes et importantes. Sensibilisation à un problème ou une méthode. Insistance (redondance). Explication.
Bruitage	Porteur d'indicialité (désignation).	Indications de méta-information (type d'information, difficulté, …). Capter l'attention temporelle (indiquer un changement d'état).
Musique	Génératrice d'émotion (caractère emphatique). Répétitive, régulière, automatique (facile à mémoriser).	Influencer la disposition du lecteur (concentration, énervement, …). Créer une atmosphère (fonction esthétique)
Image	Polysémique. Universelle (ne dépend pas de codes préétablis). Infidèle (elle transforme une réalité, mais à tendance à faire croire qu'elle la reproduit exactement). Contextuelle (fortement dépendante des autres média qui l'accompagnent).	Illustration au sens large (fonction esthétique). Favoriser la mémoire visuelle (en associant des images métaphoriques à des concepts).
Image didactique	Spatiale (vision globale et concentrée de l'information). Ordonnée (hiérarchique). Abstraite. Normalisée, selon un code partagé (le code de la route) ou bien fourni avec l'image (légende).	Transmissions d'informations complexes difficiles à expliquer par le langage (une image didactique est utilisée quand elle permet de remplacer un texte long et complexe)
Animation	Dynamique (représente un mouvement).	Représenter des processus temporels difficiles à décrire par un texte ou une image didactique. Capter l'attention visuelle (désigner une zone de l'écran).

Audiovisuel	Dynamique. Captivant (du fait de faire appel à plusieurs sens notamment).	Séduction, persuasion, incitation, … Les utilisations sont proches de celles des textes parlés, mais avec une intensité supérieure.
Interaction	Sollicite l'action de l'utilisateur (son implication). Ludique.	Concrétiser des informations abstraites. Montrer une réalité (la prouver par l'expérience). Divertir.

FIG. 2 – *éléments de choix multimédia*

L'environnement multimédia suppose la naissance d'une sémiotique nouvelle issue de la co-présence de média de types différents. Nous proposons de gérer en partie cet aspect en explicitant les fonctions remplies par chaque média au sein d'une même unité d'information. Nous distinguons dans la figure ci-dessous quatre fonctions essentielles caractérisant les rôles respectifs des médias composant ensemble une unité d'information.

Fonction	*Description*
Principale	Unique pour une unité d'information donnée - Représente le cœur de cette information - Sous la forme du média le plus adéquat (c'est à dire celui qui aurait été choisi dans un contexte monomédia).
Redondance	Reprend le média principal – Transmission de la même information, mais sous une forme différente (redondance et principale sont des types de média distincts), voire sous une formulation différente (redondance et principale sont du même type de média).
Complément	Ajoute des informations secondaires par rapport à la fonction principale – Renforcement – Explication.
Mise en valeur	Accompagne l'unité d'information, sans participer directement à sa définition – Ajout d'une certaine convivialité – Apport d'un fil directeur – Liaison de concepts et d'illustrations.

FIG. 3 – *fonctions de caractérisation des média composant une unité d'information*

L'identification des fonctions des média composant une unité d'information présente l'avantage d'expliciter la sémantique de sa structure interne. Le tableau ci-dessous présente certains exemples pour chaque couple fonction-média. On notera que certains couples sont selon nous impossibles, ou indésirables, car leur nature (se référer à ***FIG. 1***) ne permet pas l'accomplissement de la fonction. Par exemple l'image (non didactique) ne nous paraît pas propre à une fonction principale, de par son caractère hautement polysémique et le texte peu intéressant en terme de mise en valeur.

Fonction / *Média*	*Principale*	*Redondance*	*Complément*	*Mise en valeur*
Texte écrit	Exposition classique du livre, par exemple une définition.	Reformulation d'un autre texte. Cas particulier (exemplification). Description d'une image didactique.	Démonstration des fondements. Explication plus détaillée.	X
Texte parlé	Exposition classique du cours magistral, par exemple la description d'un cas réel.	Lecture orale d'un texte écrit.	Définition de certains mots d'un texte principal.	Slogan permettant d'insister sur une méthodologie (Bien lire un énoncé avant de résoudre un exercice).
Bruitage	X	X	Le bruit d'un dysfonctionnement de moteur dans le cadre d'un apprentissage de la mécanique	Focalisation de l'attention (bruit lié à l'importance du contenu) Guidage de la lecture (bruit lié à un type de contenu)
Musique	X	X	Un extrait dans le cadre d'un apprentissage musical	Accompagnement musical (pour le plaisir)
Image	X	X	La photo d'un personnage en complément	Cas typique des fonds d'écran.

			de sa bibliographie.	Association d'une représentation visuelle marquante à une idée (ordinateur qui explose pour l'explosion combinatoire).
Image didactique	Le schéma technique d'un système mécanique.	Formulation graphique d'une information principale textuelle.	Une carte de France dans le cadre d'un apprentissage de l'histoire de France.	X
Animation	X	Illustration d'un processus décrit sous forme textuelle. Rendu dynamique d'une image didactique représentant le mouvement par des flèches.	Déroulement d'exécutions dans un cadre d'apprentissage de l'informatique.	Association d'une animation (courte) marquante à un concept (la pomme de Newton qui lui tombe sur la tête et la loi de gravitation).
Audiovisuel	Le déroulement d'un processus combiné à sa description orale.	Description d'un processus type définit par le média principal.	Personnage à l'écran qui commente un texte principal.	Clip court, sur le modèle de la publicité.
Interaction	Simulations immergeant l'apprenant dans une situation virtuelle afin de le former à réagir dans un cadre réel.	Simulations paramétrables concrétisant un principal textuel.	Réalisation d'expériences virtuelles. Applications créatives.	Divertissement, jeux, espaces récréatifs, …

FIG. 4 – *exemple de fonctions associées à des types de média*

3.2 Apports pour l'expertise de l'édition

Nous redéfinissons le processus d'édition comme la réalisation d'une interface capable de mettre en œuvre les méthodes d'appropriation sur la structure d'information définie par les phases d'expertise pédagogique et d'expertise de l'information. Notons que parmi ces méthodes, celle d'affichage des informations est prépondérante. L'approche centrée sur l'information nous permet d'automatiser l'édition, et de la lier non plus directement au contenu, mais aux caractéristiques, en terme de structure et méthodes, de ce contenu. L'édition est le processus qui permettra de mettre en relation le contenu et le lecteur, elle consiste donc en la réalisation d'une interface de lecture entre le support inscrit sur la machine et les utilisateurs (les apprenants). L'enjeu de cette expertise (étant admis la fidélité à l'expertise pédagogique) est de faire les bons choix, en terme d'utilisabilité (ou ergonomie) et de sémantique de cette interface. Nous identifions alors trois fonctions clés de cette expertise :

– L'édition correcte (lisible et fidèle aux choix rédactionnels) de chaque média séparément.
– La gestion de la concurrence (spatiale et temporelle) entre les média participant à une même unité d'information, afin d'aboutir à des règles d'édition (feuilles de style) pour chaque classe d'unité d'information.
– La réalisation d'outils d'appropriation techniquement et ergonomiquement irréprochables. Cette irréprochabilité est indispensable dans la mesure ou des défauts ergonomiques et/ou techniques génèrent une charge cognitive qui entre alors en concurrence avec l'effort cognitif nécessaire à l'apprentissage.

Des travaux précédents concernant l'étude des interfaces des didacticiels nous ont permis d'établir une base de connaissances techniques, ergonomiques et multimédia. Ces connaissances, formulées sous forme de questions et de règles regroupées sous une hiérarchie de critères, permettent la spécification (a priori) et l'évaluation (a posteriori) des interfaces. Les domaines pris en compte concernent la technique de réalisation, l'utilisabilité de l'interface et la typographie (lisibilité) des différents média. Notre base de connaissance a déjà fait l'objet de publications antérieures, et nous renverrons en particulier à [14] pour l'outil d'évaluation EMPI (Evaluation du Multimédia Pédagogique Interactif) et à [15] pour $M\pi^{-1}$ (l'outil d'aide à la rédaction du cahier des charges).

Une unité d'information étant multimédia, il importe de prendre en compte les problèmes de concurrence entre les média la composant. On appelle gestion de la concurrence spatiale, la gestion de la contrainte de mise en espace des différents média (ayant une dimension spatiale) composant l'unité d'information. On appelle gestion de la concurrence temporelle, la gestion de la succession des média à composante temporelle. Nous proposons de gérer la concurrence entre les média en utilisant leurs *dimensions* (***FIG. 1***) ainsi que leurs *fonctions (**FIG. 3**)* définies dans la phase de rédaction.

On dispose de deux possibilités pour la présentation des média à caractère spatial :

– la présentation spontanément visible : le média est visible à l'écran dès l'accès à l'unité d'information.

– la présentation sur commande (cliquable) : un lien vers le média est visible lors de l'accès à l'unité d'information, mais une action de l'utilisateur est requise pour l'affichage de ce média.

On dispose également de deux possibilités pour la présentation des média à caractère temporel, mais dans tous les cas le média temporel doit avoir une représentation spatiale à l'écran (sous forme iconique par exemple), afin que l'utilisateur puisse en avoir le contrôle (arrêt, redémarrage, …) :

– le média démarre en même temps que l'on accède à l'unité d'information (visible)

– le média démarre sur commande de l'utilisateur (cliquable)

Les choix de l'éditeur portent sur une mise en relation des fonctions avec les possibilités de présentations. On cherchera notamment à optimiser l'espace de l'écran (de façon à présenter les média de façon cohérente, en mettant en valeur ce qui est le plus important, et sans surcharge informationnelle) et à présenter les média temporels au meilleur moment et de façon séquentielle. L'exemple ci-dessous fournit une solution possible de règles pour la gestion de la concurrence (on notera que pour l'établissement des contraintes liées aux média spatio-temporels on utilise l'union des contraintes liées au caractère spatial et des contraintes liées au caractère temporel).

	Deux premiers redondants spatiaux	Redondants spatiaux suivants	Redondants temporels	Complémentaires temporels et spatiaux	Mises en valeur temporelles	Mises en valeur spatiales
Principal spatial (Visible)	**Visibles**	**Cliquables**	**Cliquables**	**Cliquables**	**Visibles**	**Visibles**
Principal temporel (Visible)	**Visibles**	**Visibles**	**Cliquables**	**Cliquables**	**Avant le principal**	**Visibles**
Principal spatio-temporel (Visible)	**Visibles**	**Cliquables**	**Cliquables**	**Cliquables**	**Avant le principal**	**Visibles**

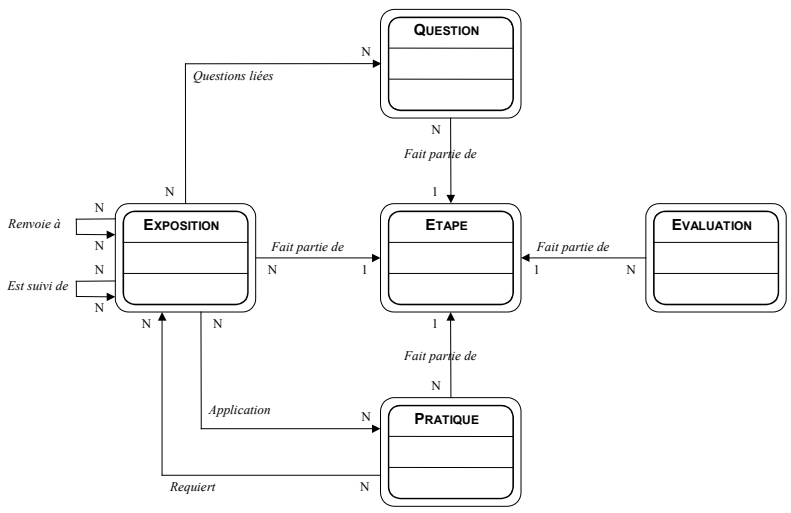
FIG. 5 – *exemple de règles de gestion de la concurrence*

4 Une Application : L'expérience XF01

L'approche que nous avons décrite à travers les parties précédentes a été effectivement mise en œuvre pour la conception d'un hypermédia pédagogique pour l'enseignement des bases de l'algorithmique (cours XF01). Cet hypermédia a été utilisé en situation réelle d'enseignement pendant un semestre à l'UTC, lors de l'expérimentation d'un processus pédagogique innovant [16]. Notre démarche repose sur l'articulation de l'acquisition du cours, de la pratique par exercices et de l'évaluation des connaissances au sein des même séances, à l'aide d'un support de cours hypermédia.

Nous proposons d'illustrer, au travers des quelques extraits ci-après la structure mise en œuvre pour cet hypermédia. Cette structure repose sur cinq classes d'unités d'information : Etape, Exposition, Pratique, Question, Evaluation (***FIG. 6***) . L'ensemble des liens possibles est également posé a priori (à partir de l'expertise pédagogique préalablement réalisée). La structure externe de chaque instance d'unité d'information se définie donc par l'ensemble de ses liens avec les autres unités. Le typage des liens nous permettra ensuite de gérer la navigation de l'utilisateur. Par exemple dans l'application XF01 les liens de type « FaitPartieDe » permettent de retourner au sommaire de l'étape ; les liens de type « EstSuiviDe » permettent le branchement à la suite du cours ; les liens « RenvoiA » affichent l'unité d'information référencée, mais imposent ensuite le retour à l'unité appelante.

La structure interne de chaque classe d'unité d'information est également définit. Par exemple (***FIG. 7***) la classe Exposition se définit par des méta-informations, un titre, du contenu et des références. Afin de gérer le caractère multimédia du contenu (rappelons qu'une unité d'information est potentiellement composée de plusieurs média de types différents) on utilise les procédés définis dans la partie 3.1. Ainsi un contenu est un ensemble de média, dont un et un seul *principal*, associé à un ensemble de *redondants*, *complémentaires* et *mises en valeur*. Dans l'application XF01 on trouve le plus généralement des schémas proches de celui de l'exemple (***FIG. 8***), à savoir un principal texte, un redondant image didactique, parfois un complémentaire interactif et au moins une mise en valeur sous forme de fond d'écran. L'édition (***FIG. 9***) d'une telle unité d'information fait ensuite appel à cette structuration. Ainsi tandis que le média principal est placé au centre-gauche (début de la lecture), les redondants, puis les complémentaires à droites, et finalement les commandes de navigation en bas à droite (fin de lecture). Cette disposition s'appuie typiquement sur le parcours de lecture en Z et spatialise les médias en fonction de leur importance relative. On notera enfin la mise en application de la gestion de la concurrence (voir 3.2) : principal visible, redondant temporel cliquable, redondant spatial visible, complémentaire spatio-temporel cliquable et mise en valeur spatial visible en arrière plan.




```
<!—Description des classes -->
<rdfs:Class ID="Etape"/>
<rdfs:Class ID="Exposition"/>
<!—etc... -->

<--! Description des liens -->
<rdf:PropertyType ID="FaitPartieDe">
        <rdfs:domain resource="#Unité" />
        <rdfs:range rdf:Resource="#Etape" />
</rdf:PropertyType>
<rdf:PropertyType ID="EstSuiviDe">
        <rdfs:domain resource="#Exposition" />
        <rdfs:range rdf:Resource="#Exposition" />
</rdf:PropertyType>
<!—etc... -->

<!— Exemple d'instance -->
<Exposition ID="Exposition1">
        <Contenu rdf:Resource="./exp/Exp1.XML"/>
        <FaitPartieDe rdf:Resource="#Etape1">
        <EstSuiviDe rdf:Resource="#Exposition2">
        <EstSuiviDe rdf:Resource="#Exposition5">
        <RenvoieA rdf:Resource="#Exposition18">
        <Application rdf:Resource="#Application1">
        <QuestionLiée rdf:Resource="#Question1">
</Exposition>
<!—etc... -->
```

FIG. 6 – *structure externe de l'hypermédia (Formalisme OOA à gauche et RDF XML à droite)*

```
<!—Exposition.dtd -->
<!ELEMENT exposition (méta, titre, contenu, références)>
<!ATTLIST exposition type (définition | méthodologie | exemple) #REQUIRED>
        <!ELEMENT titre (#PCDATA) >
        <!ELEMENT contenu (principal, redondant*, complémentaire*, mise_en_valeur*) >
                <!ELEMENT principal (texte_écrit | image_didactique)>
                <!ELEMENT redondant (texte_écrit | texte_parlé | image_didactique | animation | audio-visuel | intéraction)>
                <!ATTLIST redondant ordre (#PCDATA) #REQUIRED>
                <!ELEMENT complémentaire (texte_écrit | texte_parlé | image_didactique | animation | audio-visuel | intéraction)>
                <!ATTLIST complémentaire ordre (#PCDATA) #REQUIRED>
                <!ELEMENT mise_en_valeur (image | musique | bruitage)>
                <!ATTLIST mise_en_valeur type (fond_écran, icône, musique_ambiance, jingle ) #REQUIRED>
        <!ELEMENT références (#PCDATA)>
```

FIG. 7 – *structure interne de la classe Exposition (DTD XML)*

```
<exposition type=définition>
  <méta>
    <auteur> Stéphane Crozat </auteur>
    <date_création> 10/07/1999 </date_création>
  </méta>
  <titre>
     Définition d'un bloc d'instruction
  </titre>
  <contenu>
    <principal>
      <texte_écrit source=./exposition/Exposition37P.xml>
    </principal>
    <redondant ordre=1>
      <texte_parlé source=./exposition/Exposition37R1.xml>
    </redondant>
    <redondant ordre=2>
      <image_didactique source=./exposition/Exposition37R2.xml>
    </redondant>
    <complémentaire ordre=1>
      <intéraction source=./exposition/Exposition37C1.xml>
    </complémentaire>
    <mise_en_valeur type=fond_écran>
      <image source=./fonds/Planete32.xml>
    </mise_en_valeur>
  </contenu>
</exposition>
```

FIG. 8 – *exemple d'unité d'information Exposition (XML)*

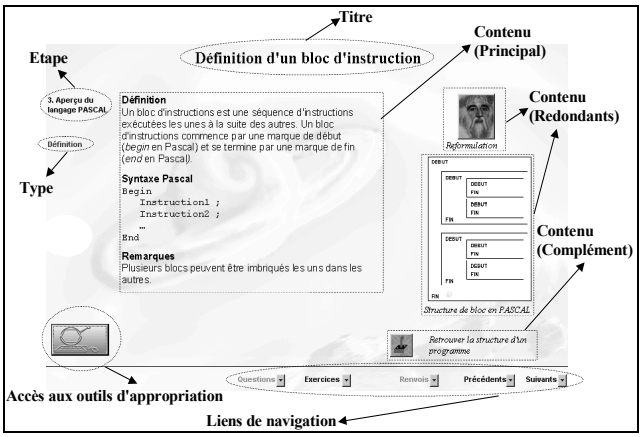


FIG. 9 – *exemple d'édition (correspondant à FIG. 8)*

5 Conclusion et ouvertures

Notre prétention, au travers de ce travail, n'est pas de proposer une méthode universelle et achevée, mais de poser les bases d'une réflexion pour penser les contenus pédagogiques multimédia. Le recours à des unités d'information structurées, telle que nous les avons introduites et expérimentées, permet d'adopter une approche de conception adaptée aux spécificités du support. Nous avons tenté de montrer comment au travers de ce document. Nous proposons à présent d'élargir notre point de vue, pour introduire d'autres axes de travail pour lesquels une telle approche est également intéressante.

5.1 La capitalisation des expertises pédagogique : vers une ontologie

Chaque expertise pédagogique, une fois structurée par l'expertise de l'information, nous fournit une vision de ce que peut être un hypermédia pédagogique pour un apprentissage particulier. Si l'on imagine adapter notre approche à un grand nombre d'apprentissages de nature diverse, on disposera alors de multiples points de vues sur la nature d'un hypermédia. Tous ces points de vues étant structurés selon la même logique, on peut alors essayer d'unifier l'ensemble des expertises pour aboutir à une base de connaissances structurées définissant la nature d'un ensemble de contenus pédagogiques. L'avantage de cette approche, que l'on peut qualifier d'ontologique, est de créer un langage commun, partageable par une communauté se reconnaissant dans cette description. L'ambition n'est pas d'imposer une structure des contenus pédagogiques fermée, à l'ensemble des concepteurs d'hypermédias pédagogiques, mais de leur proposer une vision modifiable de ces contenus, afin de faciliter le processus de conception.

5.2 La capitalisation des contenus : vers un *broker* éditorial

Notre approche offre un avantage certain du point de vue de la rédaction des contenus. En effet l'effort demandé à l'auteur pour expliciter la structure logique de ses documents, permet de disposer d'un document existant indépendamment d'une édition particulière. Ainsi chaque document rédigé existe dans l'hypermédia, mais peut être aussi réutilisé sans nouveau travail de rédaction dans un autre contexte. Cela ouvre de nombreuses perspectives liées à la réutilisation des contenus, et parmi elles une question majeure : « est-il possible de concevoir un document pour un contexte d'apprentissage donné, à partir d'unités d'information écrites pour d'autres documents, par des auteurs divers ? ». Cette question est au centre de l'expérience menée à l'UTC sous la responsabilité de Nicolas Salzmann, qui consiste à gérer un *broker* (serveur) de contenus mis à la disposition de différents auteurs pour la conception de leur propre cours. Si nous ne pouvons encore répondre à la question précédente de faisabilité de ce projet, nous pouvons déjà poser que la mise à disposition d'une information explicitement structurée favorise largement la réutilisation.

5.3 La capitalisation de l'édition : vers des éditeurs génériques

Les règles d'édition sont fonctions du contexte d'apprentissage et de la structure du contenu. On peut néanmoins penser que dans un cadre défini de conception d'en ensemble d'hypermédias pédagogiques, il est possible de réutiliser une partie des éditeurs programmés pour chaque hypermédia. On peut même penser, sous réserve de l'adoption dans ce cadre de conception d'une grammaire commune structurant les contenus, de concevoir un éditeur *raisonnablement* générique. Cet éditeur serait alors capable automatiquement, c'est à dire sans nouveau travail de programmation après sa conception, d'éditer tous les contenus respectant la grammaire, en fonction de paramètres permettant de gérer les contextes, les choix des auteurs, les différentes possibilités de méthodes de réappropriation, … Notons que cet éditeur s'articulerait idéalement avec l'ontologie décrite en 5.1.

5.4 L'édition multisupport

Un dernier point que nous pouvons souligner, parmi les "gains détournés" de notre approche, est la possibilité d'édition multisupport. En effet, puisque le contenu est structuré, on peut (sans travail de rédaction supplémentaire) l'éditer pour l'hypermédia (tel que nous l'avons présenté jusque là), mais également le transformer automatiquement (en utilisant les méta-informations dont nous disposons sur le contenu) en document destiné à Internet (HTML), à l'impression (PDF), à une présentation à base de transparents, …

Le premier avantage d'une approche multisupport est de pouvoir adapter les contenus aux dispositifs de lecture dont dispose l'utilisateur final (type de matériel informatique par exemple). Le second avantage est de permettre d'utiliser les caractéristiques propres des différents supports pour choisir la meilleure façon de transmettre chaque type d'information (papier pour les textes longs, télévision pour les vidéos longues, ordinateur pour les interactions, …). Une réflexion sur la structuration d'informations multimédia multisupport s'impose alors, notamment par la recherche de combinaisons *type de média* / *type d'information* / *fonction* / *type de support*.

Références

[1] Bernard Stiegler, « Signifiance et calculabilité », Les signes et les techniques, Séminaire interdisciplinaire de sciences cognitives & épistémologie, UTC, janvier 1999.

[2] Stéphane Crozat, Philippe Trigano, « Writing multimedia pedagogical hyperdocuments: For an integrated design environment », ICCE'99, Chiba, Japon, novembre 1999.

[3] Eddy N. Forte, Maria H. K. Wentland Forte, Erik Duval, « The ARIADNE Project : Knowledge pools for computer based & telematics supported classical, open & distance

education », European Journal of Engineering Education 22, 1997.
[4] Sylvain Barthélémy, Magali Loubier, Jean-Marie Pinon, « SEMUSDI, Serveur Multimédia pour les Sciences de l'Ingénieur : Présentation générale du projet », NTICF'98, INSA de Rouen, France, 1998.
[5] B. Bachimont, J. Charlet, « PolyTeX : en environnement pour l'édition structurée de polycopiés électroniques multisupports », EuroTeX'98, Saint-Malo, France, 1998.
[6] Bruno Bachimont, « L'intelligence artificielle comme écriture dynamique : de la raison graphique à la raison computationnelle », in « Au nom du sens », Actes de Cerisy la Salle, Grasset, Ed Jean Petitot, 1999.
[7] Jack Goody, « La raison graphique : La domestication de la pensée sauvage », Les Editions de Minuit, 1979.
[8] Bruno Bachimont, « Du texte à l'hypotexte : Les parcours de la mémoire documentaire. », Raisons, Idéologies, Pratiques, numéro spécial sur la mémoire collective, à paraître.
[9] Eric Van Herwijnen, "SGML pratique", International Thomson Publishing France, Paris, 1995.
[10] Jean-Pierre Balpe, Alain Lelu, Fabrice Papy, Imad Saleh, "Techniques avancées pour l'hypertexte", Hermès, Paris, 1996.
[11] Benoît Haber, Cécile Fabre, Fabrice Issac, "De l'écrit au numérique: Constituer, normaliser et exploiter les corpus électroniques", InterEditions, Masson, Paris, 1998.
[12] Alain Michard, "XML : Langage et applications", Eyrolles, Paris, 1999.
[13] Stéphane Crozat, "Méthode d'évaluation de la composition multimédia des didacticiels : Proposition pour l'analyse des documents, de la scénarisation et des impressions générales.", Mémoire de DEA, UTC, septembre 1998.
[14] Stéphane Crozat, Philippe Trigano, Olivier Hû, "EMPI : Une méthode informatisée pour l'évaluation des didacticiels multimédia", RIHM (Revue d'Interaction Homme-Machine), Ed° Europia, Vol. 1, N°2, November 1999.
[15] Stéphane Crozat, Olivier Hû, Philippe Trigano, "A knowledge base for evaluation and design of instructional multimedia software", OPODIS'99, Hanoi, Viet-Nam, October 1999.
[16] Stéphane Crozat, « Using pedagogical hypermedias in real situation: Experiments results. », ITS'2000, Young Researchers Track, Montréal, Canada, mai 2000.