

---

## **Formalismes pour une mémoire de formation à base d'annotations : articuler sémantique implicite et explicite.**

**Façal Azouaou, Cyrille Desmoulins, Dominique Mille**

*CLIPS-IMAG et Université Joseph Fourier*

*BP 53*

*38041 Grenoble cedex 9*

*{Faical.Azouaou, Cyrille.Desmoulins, Dominique.Mille}@imag.fr*

---

*RÉSUMÉ. Cet article a pour objet de présenter les formalismes définis pour des mémoires de formation à base d'annotations au sein du projet MICA. Il explicite les objectifs de la recherche et les exigences que cela apporte sur les outils visés. Une étude des travaux de la littérature sur les annotations et leurs formalismes montre qu'ils ne couvrent que de façon très limitée nos objectifs. Nous présentons alors les formalismes que nous avons développés, en structurant l'objet d'annotation et en le basant sur des ontologies, en formalisant les patrons d'Alexander, sur la même base d'ontologies. Enfin nous établissons dans quelle mesure les objectifs sont atteints par ces formalismes, et nous présentons les expérimentations que nous allons mener pour les valider à partir d'une maquette d'un outil de mémoire de formation sur des e-books.*

*MOTS-CLÉS : annotation didactique, mémoire de formation, lecture active, patron, ontologie.*

---

## **1. Introduction : du projet IMAT aux mémoires de formation.**

Une part importante de l'enseignement s'appuie sur des documents de toutes sortes. Tous ces documents ne sont pas fournis par un éditeur, car pour beaucoup leur spécificité (forte spécialisation, diffusion restreinte, etc.) rend leur production et leur diffusion non rentables. Dans ce cas, c'est l'enseignant lui-même, ou un spécialiste de son institution, qui réalise ces documents. Partant de ce constat, le projet européen IMAT [de Hoog 01] [Desmoulins & Grandbastien 02] avait pour objectif de définir des outils assistant l'auteur dans la conception et la création de tels documents. Ces outils étaient focalisés sur la recherche de fragments de documents techniques à insérer dans les documents pédagogiques conçus, dans le domaine de la maintenance d'équipements complexes (automobiles, contrôle de trafic routier, avions). Ils ont été testés en vraie grandeur dans ces contextes [Lorrain et al. 01]. Ces tests, outre d'avoir montré l'efficacité des outils et de l'approche IMAT, ont aussitôt fait apparaître le besoin des enseignants d'outils informatisant aussi la prise en notes des retours d'expérience de l'usage de ces documents avec les apprenants. Il s'agit par exemple d'erreurs techniques, de difficultés pédagogiques, d'incohérences, etc. Leur prise en compte permet d'améliorer la qualité des documents pédagogiques et donc l'efficacité des activités qui les utilisent. Ces notes qui existaient avec la version papier des documents, doivent aussi être possibles sur les documents numériques, évitant au formateur de manipuler le même document sous forme numérique et sous forme papier. On obtient alors un cycle du document pédagogique entièrement numérique.

C'est ce besoin d'outils complétant la chaîne numérique du document pédagogique qui a motivé la constitution du projet MICA (Mémoires Individuelles et Collectives d'Apprentissage) dont ce papier présente les premiers résultats. Ce projet a pour but général de définir des modèles qui puissent servir à implanter des « mémoires de formation ». De la même façon que les notes couchées sur le document papier constituent une mémoire externe pour celui qui les a produites, il s'agit d'obtenir des outils informatiques qui aient les propriétés d'une mémoire externe. Le projet MICA élargit la question issue du projet IMAT à l'ensemble des acteurs d'une formation, ainsi qu'aux groupes de ces acteurs.

L'hypothèse de cette recherche est que de tels outils peuvent servir d'« assistant mémoire » et améliorer l'efficacité des activités pédagogiques. Pour l'apprenant, cette mémoire doit pouvoir, dans l'idéal, l'accompagner tout au long de sa vie, en formation comme au travail. Pour l'enseignant, elle doit pouvoir être un support à son travail personnel et à celui de l'équipe pédagogique à laquelle il appartient.

Cet article a pour objet de présenter les formalismes définis pour ces mémoires de formation. Une première section détaille les objectifs de cette recherche et les exigences que cela apporte sur les outils visés. En particulier, ces objectifs nous amènent à centrer nos travaux sur les mémoires à base d'annotations. Ainsi dans la deuxième section, une étude des travaux existants sur les annotations et leurs formalismes est présentée. Elle montre les lacunes de la littérature sur ce plan. Une troisième section expose les formalismes que nous avons développés pour atteindre

nos objectifs. Enfin nous concluons l'article en établissant dans quelle mesure ces objectifs sont atteints par les formalismes, et les expérimentations que nous allons mener pour les valider à partir d'un outil de mémoire de formation sur des e-books.

## 2. Objectifs de la recherche.

Les recherches du projet MICA visent à définir des modèles pour la mise en œuvre de *mémoires de formation*. L'objectif principal est que ces mémoires puissent apporter un gain (temps, qualité) sur **l'efficacité de l'apprentissage**, tant pour l'individu que pour le groupe. Elles doivent assister l'apprenant (ou le groupe) dans la recherche de connaissances apprises dans le passé, via des indices du contexte de l'apprentissage passé. Cette remémoration informatique peut permettre d'une part de mobiliser dans la situation courante d'apprentissage les connaissances retrouvées. Elle peut d'autre part être efficace dans des situations professionnelles non didactiques, pour retrouver une connaissance tout ou partie oubliée, par exemple faute de pratique. Notons que cet objectif est dual de l'approche de [Damas et al. 02] où le système essaie de renforcer la mémorisation de l'individu. Dans notre cas, c'est l'individu qui construit volontairement une mémoire externe que le système gère pour son compte. De même l'appellation « mémoire de formation » diffère celle du projet MEMORAe [Abel 02] qui est constituée d'un ensemble de connaissances institutionnelles et objectives auxquels fait référence une base documentaire.

Afin d'atteindre cet objectif, nous faisons l'hypothèse que le coût de constitution de la mémoire doit être minimal. En effet, tout effort distrayant l'activité d'apprentissage risque de mener à la non-utilisation de l'outil de mémorisation. Cette hypothèse nous a d'emblée conduits à nous restreindre à des mémoires à base d'annotations posées directement sur les documents de formation. Posées au fil de l'eau durant l'usage des documents numériques, elles doivent s'intégrer à l'activité d'apprentissage de la même manière que sur le papier, comparé au coût important de production de notes externes (notes de lecture, synthèses, résumés, etc.).

Nous avons décliné cet objectif de gain d'efficacité de l'apprentissage des mémoires de formation à base d'annotations en quatre exigences pour le système informatique à définir, que nous détaillons dans ce qui suit : **utilité** en tant que mémoire, **utilisabilité**, **évolutivité** et **partageabilité**.

Avant tout, cet outil de mémoire doit être **utile**, fournissant directement sur le document numérique les fonctions de mémorisation et de remémoration. Il doit permettre l'appropriation du document, son rappel par des indices sur son d'usage passé ainsi que la gestion des annotations d'un individu ou d'un groupe.

Il doit également être **utilisable**, dans le sens où les fonctionnalités de mémorisation et de remémoration doivent être rapides et faciles pour l'utilisateur. L'annotation doit être fluide et ne pas distraire l'activité. Ces qualités doivent être immédiatement visibles pour amener l'adoption de l'outil par l'utilisateur. De plus l'outil doit être adapté aux différents utilisateurs, et correspondre à leur domaine d'apprentissage, à leur contexte de travail habituel.

La troisième exigence est spécifique à l'apprentissage : elle nécessite des modèles adaptés au fait que les connaissances des apprenants sont par essence en évolution, par augmentation, réorganisation, remplacement, etc. Une mémoire de formation doit ainsi être **capable d'évoluer** conjointement aux apprentissages de son utilisateur, comme un *alter ego*. Elle doit prendre en compte, par exemple, le fait que certaines annotations deviennent inutiles, ou qu'elles perdent de l'importance.

Enfin cette mémoire doit être **partageable** entre apprenants mais également entre tous les acteurs d'une formation (formateurs, concepteurs de documents, etc.). En effet, certaines annotations qui sont utiles individuellement gagnent à être mises en commun dans un groupe, une classe. Le groupe peut ainsi améliorer sa compréhension, engager des débats, etc. et constituer une mémoire collective. Le formateur responsable du groupe peut utiliser ces annotations partagées pour améliorer son enseignement. Cependant toutes les annotations n'ont pas à être partagées, et c'est à l'utilisateur de décider de son partage.

### 3. Les travaux existants sur les annotations.

Nous étudions dans cette section les travaux de la littérature sur les annotations et leurs formalismes, pour dégager dans quelle mesure ils correspondent à nos objectifs.

#### 3.1. Annotation : définitions.

Nous n'avons pas trouvé de définition formelle de l'annotation dans la littérature. Par contre, nous avons trouvé différentes définitions plutôt informelles qui dépendent du domaine de recherche.

Dans le contexte des Interfaces Homme Machine [Baldonado et al. 00], les auteurs définissent une annotation comme *un commentaire sur un objet tel que le commentateur veut qu'il soit perceptiblement distinguable de l'objet lui-même et le lecteur l'interprète comme perceptiblement distinguable de l'objet lui-même*.

Selon les psycholinguistes et cognitivistes, l'annotation est *une trace de l'état mental du lecteur et une trace de ses réactions vis-à-vis du document* [Veron 97]. Elle est concrétisée par des marques reflétant l'intérêt du lecteur, son activité. On parle alors de « lecture active » [Adler 72] par opposition à une lecture de loisir [Damas et al. 02]. Annoter est donc une tâche cognitive plus intense que la lecture simple.

Le point de vue des documentalistes [Huart 97] définit l'annotation comme *l'activité du lecteur qui consiste à poser des marques graphiques ou textuelles sur un document papier, et ce suivant plusieurs objectifs*. On retrouve dans cette définition l'annotation comme résultat d'une activité du lecteur, qui précise de plus qu'elle répond à des objectifs.

Finalement, le dictionnaire de l'Académie française, [DAF 02] définit l'annotation comme *l'action d'annoter ou résultat de cette action*. L'action

d'annoter est définie comme : *v. tr. Accompanyer un texte de notes, de remarques.* Nous retenons de cette définition générale les deux aspects de l'annotation : l'**action** d'annoter et le résultat de cette action (l'**objet**), qui n'étaient présents qu'implicitement dans les travaux cités précédemment. Bien que cette particularité soit spécifique au français, cette distinction est valable quelque que soit la langue employée.

### 3.2. *Formalismes pour l'objet annotation.*

Formaliser l'objet annotation, indépendamment de la formalisation de l'action d'annotation, revient à définir la composition de sa structure, ce qu'elle contient, les propriétés qui permettent de l'identifier et de la décrire.

Pour Laurent Denoue [Denoue 00], dans le contexte de recherche d'information sur le WEB, une annotation est structurée en deux parties : une ancre qui permet d'attacher l'annotation à une partie précise du document et des attributs (facultatifs) de commentaire : l'auteur, le sujet, la date de création, un texte libre, etc. Matthieu Véron [Veron 97], dans le contexte de recherche documentaire, propose une structure plus riche composée d'une forme, d'un but (objectif), d'un lieu, d'un auteur, d'une histoire et d'un support. Ce deuxième formalisme couvre le premier, plus rudimentaire. Il constitue une bonne synthèse des propriétés des annotations présentées par les autres auteurs de façon implicite.

Les différentes formes que prennent les annotations sur le document sont particulièrement étudiées par les auteurs : [Marshall 97] sur des documents papier, [Denoue 00] sur des pages WEB. Il peut s'agir d'une ligne tracée, d'un commentaire, etc. Selon Marshall, le type de forme et d'outil utilisés dépendent du domaine d'apprentissage (le crayon en mathématiques, le soulignement/surlignement en philosophie, etc.).

Le but de l'annotation (son objectif) est aussi considéré comme un point central par la plupart des auteurs. C'est l'objectif qui définit le sens de l'annotation (sa sémantique). Il permet de relier l'objet à l'action qui l'a produit. Les auteurs ont étudié les différents objectifs que pouvait véhiculer une annotation. C. Marshall a étudié les annotations des étudiants à l'université et extrait les objectifs suivants [Marshall 97] : Procédure pour signaler une attention future ; Aide Mémoire et indication d'emplacement ; Résolution de problème ; Interprétation ; Trace visible de l'attention du lecteur ; Réflexion fortuite des circonstances matérielles de la lecture. Cette étude note aussi qu'une annotation peut servir plusieurs objectifs à la fois.

Les travaux de M. Veron [Veron 97] et de P. Huart [Huart 97] reprennent les objectifs de J. Virbel sur la lecture active à la BNF (Bibliothèque Nationale de France). Ces travaux ont mené à la réalisation d'un poste de lecture active par ordinateur (PLAO) [Stiegler 91]. Ils ont permis d'identifier quatre familles d'objectifs : Classifier (hiérarchiser, architecturer, contextualiser); Compléter (reformuler, commenter, documenter); Planifier (programmer, annoter indirectement); Corréler.

Enfin, l'étude de D. Mille [Mille 01] sur l'annotation didactique d'un support d'examen a permis d'identifier plusieurs objectifs regroupés en deux grandes catégories : Comprendre le document; Retrouver des informations.

### **3.3. Formalismes pour l'action annotation.**

Nous n'avons pas trouvé dans la littérature de formalisme permettant de décrire l'action d'annoter. Cependant les auteurs s'accordent sur l'existence d'une corrélation entre les formes utilisées pour annoter et l'objectif que l'on veut atteindre, qu'ils ne formalisent pas. Une expression de ces corrélations est donnée [Marshall 97] par des tableaux de correspondances ou de non correspondances. Par exemple, si l'objectif est « interpréter », le « surlignage » ne correspond pas alors que l'ajout de l'objet « commentaire » correspond [Huart 97]. Ainsi on obtient une première modélisation informelle de l'activité d'annotation, où l'utilisateur se fixe un objectif et utilise une forme visuelle qui lui correspond.

### **3.4. De l'action à l'objet : les relations entre implicite et explicite.**

C. Marshall [Marshall 98] fait la distinction entre les annotations explicites et implicites. Une annotation explicite est une annotation que les autres lecteurs peuvent comprendre et interpréter. Par contre, une annotation implicite utilise une forme de nature télégraphique (codée) et tacite. C'est le cas d'une expression surlignée, d'un astérisque sans commentaire, etc. Ainsi, si l'action d'annoter a toujours un objectif, celui-ci reste le plus souvent implicite. La sémantique de l'annotation est implicitement portée, pour un annotateur donné, par la forme qu'il a utilisée. Par exemple, tel annotateur souligne en rouge les parties qu'il juge importantes. La rareté de sémantique explicite pose des problèmes aux autres personnes pour interpréter ces annotations.

Finalement, nous retenons de la littérature des formalismes assez généraux pour décrire l'objet annotation, mais aucun formalisme pour décrire l'action annotation. Un point important est l'existence de relations entre la forme visuelle et la sémantique de l'annotation, qui dépend du contexte de l'annotation (domaine d'apprentissage, appartenance à un groupe, etc.). Cette sémantique n'étant en général pas explicite, c'est ce type de relation qu'une mémoire de formation devrait utiliser pour atteindre à la fois utilisabilité, efficacité, et partageabilité.

## **4. Formalismes.**

À partir de l'état de l'art précédent, nous proposons dans cette section des formalismes pour l'objet et l'action annotation, adaptés aux exigences que nous avons définies pour l'outil.

### **4.1. Formalismes de l'objet d'annotation**

La définition que nous prenons pour l'objet annotation est la suivante : *une annotation est tout objet qu'une personne ajoute à un document avec un objectif*

*spécifique*. Cette définition précise que l'annotation est un objet issu d'une action d'annotation. Elle ne considère pas comme étant des annotations les synthèses, résumés ou notes prises sur des documents indépendants. Elle permet de définir l'annotation didactique qui nous intéresse comme une annotation dont l'objectif général est l'apprentissage.

Les formalismes proposés par les différents auteurs dépendent du contexte des recherches menées et ne permettent pas de représenter tout type d'annotation. Nous proposons un modèle de structure d'annotation qui étend et généralise celui de Véron (cf. 3.2). Ainsi la structure d'une annotation comprend des **attributs concrets**, qui sont les éléments tangibles de l'annotation sur le document et des attributs abstraits. Les attributs concrets regroupent l'ancre et la forme visuelle. Les **attributs abstraits** comprennent des attributs épisodiques et sémantiques.

**L'ancre** de l'annotation représente le lieu d'attache de l'annotation, décomposé en l'URL du document et l'emplacement de l'annotation au sein de ce document.

**La forme visuelle** est l'aspect physique que prend l'annotation sur le document et permet qu'elle soit distinguable. Par exemple un surlignage jaune, une note marginale rouge et le dessin d'une flèche sont des formes visuelles.

**Les attributs épisodiques** précisent les conditions de création de l'annotation (*l'auteur, son (ou ses) objectif(s), le lieu géographique et la date de l'activité d'annotation, le destinataire de l'annotation et le domaine de validité du document annoté*).

**Les attributs sémantiques** de l'annotation décrivent le contenu de l'annotation, son sens. Ils comprennent l'objectif de l'annotation, un contenu structuré et un contenu libre. Le contenu structuré de l'annotation est un élément choisi dans un ensemble structuré de valeurs, dépendant de l'objectif. Par exemple, si l'objectif est « faire référence à une notion du cours », alors le contenu structuré est un élément pris dans l'ensemble structuré des notions du cours. Le contenu libre est un commentaire libre, non structuré, de l'annotateur.

Pour définir le domaine des valeurs possibles de ces attributs, nous avons choisi d'utiliser des ontologies [Guarino 97], qui formalisent les concepts partagés par une communauté et leurs relations (hiérarchie, métonymie, etc.). Elles permettent d'obtenir une sémantique précise et explicite, et la manipulation de concepts spécifiques à un domaine de connaissance (exigence d'*utilité*). Elles permettent le *partage* des annotations.

Nous avons défini une première version de ces différentes ontologies. En premier lieu, nous avons développé à partir de la littérature, une ontologie des objectifs, élément essentiel de l'annotation, la plus large possible. Dans le cas d'annotations pour l'apprentissage où nous nous situons (que nous appelons « annotations didactiques »), l'objectif de plus haut niveau des apprenants est « apprendre ». Nous donnons ci-dessous les éléments les plus généraux des objectifs de l'apprenant :

1. Ajouter une structure personnelle à un passage 1.1. Donner un titre à un passage 1.2. Donner une valeur d'importance à un passage 1.3. Synthétiser un passage 1.4. Reformuler un passage	2.4. Interpréter un terme du document 2.5. Exprimer sa propre compréhension d'un passage ou du document 2.6. Référence à un autre document
2. Ajouter une remarque personnelle 2.1. Critiquer le document 2.2. Exprimer une idée connexe 2.3. Développer un terme du document	3. Ajouter un lien 3.1. Catégoriser des termes 3.2. Rassembler des termes ou des passages 3.3. Créer une relation entre deux passages 4. Planifier une action 5. S'approprier le document

Notons que certains de ces objectifs types peuvent se recouper. Cela ne pose pas de problème car une annotation peut porter plusieurs objectifs à la fois.

Nous reprenons ci-dessous les objectifs de la littérature en montrant qu'ils sont tous représentables dans notre ontologie, ce qui en fournit une première validation qui s'appuie sur les études de la littérature.

<i>C. Marshall</i>	<i>Notre ontologie</i>
Procédure pour signaler une attention future	4. Planifier une action
Aide Mémoire et indication d'emplacement	1.2 Donner une valeur d'importance à un passage
Résolution du problème	2.5 Exprimer sa propre compréhension
Interprétation	2. Ajouter une remarque personnelle
Trace visible de l'attention du lecteur	5. S'approprier le document
Réflexions ne portant pas sur le document, mais sur un événement extérieur à la lecture. (hors sujet) Exemple : liste de courses.	Hors sujet (pour nous aussi).

<i>J. Virbel</i>	<i>Notre ontologie</i>
Hiérarchiser	1.2 Donner une valeur d'importance à un passage
Architecturer	1.1 Donner un titre à un passage
Contextualiser	2. Ajouter une remarque personnelle
Reformuler	1.4 Reformuler un passage
Commenter	2. Ajouter une remarque personnelle à un passage
Documenter	2.6 Référence à un autre document
Corréler	3. Ajouter un lien
Programmer	4. Planifier une action

#### **4.2. Formalisme de l'action annotation : patrons d'annotation.**

Comme nous l'avons expliqué (cf. 3.3), la littérature ne propose pas de formalisme pour représenter l'action d'annoter. L'activité d'annotation, selon les études citées, part d'un objectif, qui reste implicite, pour aboutir à une marque graphique sur la surface du document. Si nous suivons le formalisme proposé pour l'objet d'annotation, cette activité revient à affecter une valeur à des attributs, prise dans une ontologie, ce qui ne correspond pas à l'activité d'annotation de la littérature. Il nous faut définir un formalisme qui reflète la pratique des individus, tel que le contenu de l'annotation (contexte, valeur, accès) soit implicite, l'annotateur n'exprimant que la forme et l'ancre.

Notre proposition est d'utiliser le modèle des patrons d'Alexander [Alexander 77] en l'adaptant aux annotations didactiques. Christopher Alexander, architecte en bâtiments, introduit le modèle de patrons pour représenter la façon de procéder

usuelle et répétitive d'un architecte : « chaque modèle décrit un problème qui se manifeste constamment dans notre environnement, et donc décrit le cœur de la solution à ce problème, d'une façon telle que l'on puisse réutiliser cette solution des millions de fois, sans jamais le faire deux fois de la même manière". Dans notre cas, le principe est de considérer « le problème qui se manifeste constamment dans notre environnement » comme celui d'annoter avec un objectif donné, et la solution à ce problème, le choix des affectations des valeurs pour l'annotation. Un patron d'annotation représente alors une façon usuelle et répétitive d'annoter de l'utilisateur. Il exprime la relation qui existe entre la forme visuelle qu'il utilise et les autres attributs de l'annotation, en particulier son objectif. Par exemple, si l'habitude d'un étudiant en philosophie est de surligner en jaune pour mémoriser les définitions, un patron lui permet d'annoter sans mentionner explicitement cet objectif.

Nous formalisons le modèle de patrons d'Alexander [Alexander 77] en l'adaptant à l'action annotation de la façon suivante :

<b>Nom du patron</b>	Identifiant
<b>Contexte</b>	Le contexte dans lequel le patron résout un problème particulier.
<b>Problème que le patron essaie de résoudre</b>	Annoter selon un objectif donné, pris dans l'ontologie des objectifs.
<b>Solution</b>	Ensemble de valeurs pour les constituants de l'annotation, répondant à l'objectif d'annotation.

Dans cette formalisation, le rôle des ontologies est central. Elles permettent de définir précisément et simplement le contexte du patron. Fixer un contexte revient à restreindre pour chaque attribut d'annotation l'ensemble des valeurs qu'il peut prendre. Par exemple, si le contexte est le TP de chimie en premier cycle universitaire, les attributs épisodiques « qui » et « pour qui » sont restreints à l'ontologie des acteurs du premier cycle, l'objectif est restreint au objectifs d'annotation possibles en TP de chimie et les différentes ontologies de contenu structuré sont restreintes à des notions de chimie de premier cycle.

Ainsi un contexte peut être commun à un ensemble de patrons. Dans notre exemple, ils serviront à annoter les documents de TP. Le problème à résoudre est alors un élément de la hiérarchie des objectifs d'annotation en TP de chimie en terminale. Pour un de ces objectifs, un (ou plusieurs) patron peut être défini comme reflétant les habitudes d'annotation pour cet objectif. La solution de ce patron est la forme visuelle que l'annotateur utilise, et une valeur pour chacun des attributs de l'annotation. Ainsi, dès que l'annotateur a décidé du choix d'un patron par sa forme visuelle, l'ensemble des autres attributs est fixé automatiquement. Ces valeurs des attributs sont des éléments des ontologies correspondant au contexte du patron.

Finalement, les patrons ainsi définis formalisent de façon adaptée l'activité d'annotation, qui articule une manipulation explicite d'attributs physiques et des attributs sémantiques implicites du côté de l'annotateur, explicites pour la mémoire.

## 5. Conclusions et perspectives.

Pour conclure, nous évaluons dans quelle mesure les modèles proposés répondent aux exigences définies pour l'outil de mémoire et les perspectives qui en découlent.

Le formalisme de l'objet d'annotation, en donnant une structure précise et informatisable en termes d'attributs, répond à l'exigence d'**utilité** de la mémoire : il permet la constitution effective d'une mémoire informatique avec une sémantique claire et explicite. Cette sémantique explicite est absente des systèmes d'annotation du commerce que nous avons étudiés [Mille 2001] [Azouaou 2002]. Le prototype YAWAS de L. Denoue [Denoue 00] l'introduit de façon limitée mais les tests d'usage ont montré que cette utilité ne suffisait pas. En effet, demander à un annotateur de préciser les différents attributs d'une annotation s'avère trop fastidieux.

L'introduction d'ontologies pour les domaines des attributs d'annotation apporte une première réponse à l'exigence d'**utilisabilité**. En effet, le parcours hiérarchique d'une ontologie pour fixer ces valeurs semble plus rapide et simple que le parcours d'une importante liste ou une saisie libre. Les recherches actuelles sur le WEB sémantique, assez proches des nôtres sur ce point, parlent de « guidage par les ontologies » (« ontologie guidance ») [Handshuh 01]. La différence est qu'elles considèrent l'annotation comme une méta-donnée sur le document en son entier. Cependant l'utilisation d'ontologies reste insuffisante car l'utilisabilité de notre point de vue doit conserver sa sémantique implicite à l'action d'annotation. Nous avons développé une première maquette d'un outil d'annotation sur e-book qui implante cette formalisation. Elle sera expérimentée de façon contrôlée en 2003, en collaboration avec des chercheurs en psychologie, dans un contexte de TP de chimie.

Le modèle des patrons d'annotation développé vise à parfaire cette utilisabilité, en permettant d'articuler implicite et explicite du point de vue de l'annotateur, et d'obtenir une objet annotation à la sémantique explicite pour le système. Les résultats de l'expérimentation citée plus haut serviront également à extraire de tels patrons en chimie, en observant les régularités d'annotation, qui seront implantés sur une seconde version de l'outil d'annotation et expérimentés dans le même contexte, pour déterminer le gain obtenu par rapport à la première version. En parallèle, une autre expérimentation sur un TP de niveau similaire d'une autre matière (biologie par exemple) déterminera si certains patrons sont transférables entre disciplines expérimentales.

Les ontologies dans les deux modèles (objet et action) répondent à l'exigence de **partageabilité**. En effet, elles permettent de délimiter les concepts communs ou non entre individus (ou communautés). Ainsi les annotations, difficiles à partager en tant qu'objet visuel, chacun ayant des utilisations différentes des formes visuelles (en termes d'objectif, de contenu, etc.), peuvent être partagées du point de vue de leur sémantique (on rejoint l'objectif du WEB sémantique ici aussi). Les études citées en section 3.3 montrent d'ailleurs que les attributs sémantiques sont souvent similaires

au sein d'un groupe bien que les attributs formes utilisées soient différentes. Cette propriété montre que l'objectif de partager des annotations personnelles n'est pas paradoxale, car le partage se fait alors sur la sémantique (partagée via les ontologies) et non par la forme qui reste personnelle. De plus, les patrons eux-mêmes, s'ils reflètent les pratiques communes d'un groupe, sont un très bon support au partage d'annotations au sein de ce groupe. Il s'agit maintenant de formaliser l'activité d'annotation collective et les rapports qu'elle entretient avec l'annotation individuelle. C'est l'objet d'un travail de thèse qui démarre en 2002 dans le contexte des classes distribuées.

Enfin les formalismes développés doivent encore être étudiés du point de vue de l'exigence **d'évolutivité**. C'est sur ce point que les formalismes d'annotation sont spécifiques aux apprentissages, alors que nos formalismes pour l'instant peuvent s'adapter à d'autres cadres. Notre ambition est de définir cette évolution en prenant en compte les cadres théoriques de la didactique, en particulier les notions de sphères de pratiques [Balacheff 95] et la théorie des situations didactiques [Brousseau 98]. Il faudra aussi traiter la question classique de l'évolution d'ontologies [Maraschi et al. 2002].

L'outil de mémoire de formation que nous visons comportera trois modules interconnectés : mémorisation (par annotation), remémoration (par évocation), et organisation/réorganisation. Si les modèles concernant le module de mémorisation sont bien avancés et ont permis le développement d'une première maquette, un travail sur l'évolutivité des formalismes est nécessaire pour la spécification et l'implantation des deux autres modules.

## 6. Bibliographie

- [Abel et al. 02] Abel, M.-H., Lenne, D., Cissé, O., « E-Learning and Organizational Memory », *Actes de IC-AI'02*, CSREA Press, Las Vegas, 2002.
- [Adler 72] Adler, M.J. and van Doren, C. *How to Read a Book*. Simon and Schuster, New York, 1972.
- [Alexander et al. 77] Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., Angel, S., *A Pattern Language*, Oxford University Press, New York, 1977, 1216p.
- [Azouaou 02] Azouaou, F., *Formalismes d'annotations didactiques pour une mémoire de formation*. DEA. Université Joseph Fourier. Grenoble, 2002, 95p.
- [Balacheff 95] Balacheff, N., « Conception, connaissance et concept », In: Denise Grenier (ed.) *Séminaire Didactique et Technologies cognitives en mathématiques*, IMAG, Grenoble, p. 219-244.
- [Baldonado et al. 00] Baldonado, M., Cousins, S., Gwizdka, J., Paepcke, A., « Notable: At the Intersection of Annotations and Handheld Technologies ». *Proceedings of HUC Conference*, Brsitol, LNCS 1927, Springer Verlag, Berlin, 2000, p. 100-113.
- [Brousseau 98] Brousseau, G., *Théorie des situations didactiques*, La Pensée Sauvage, Grenoble, 1998, 395p.

- [DAF 02] *Dictionnaire de l'Académie française*, huitième édition Version informatique, <http://zeus.inalf.cnrs.fr/academie.htm>, 2002.
- [Damas et al. 02] Damas, L., Mille, A., Versace, R., « Prendre en compte les comportements cognitifs des apprenants dans la conception de systèmes d'assistance à l'apprentissage humain », *actes de TICE 2002*, INSA de Lyon, 2002, p. 111-118.
- [Denoue 00] Denoue, L., De la création à la capitalisation des annotations dans un espace personnel d'informations, Thèse de l'université de Savoie, Chambéry, 2000, 159p.
- [Desmoulins & Grandbastien 02] Desmoulins, C., Grandbastien, M., « Des ontologies pour la conception de manuels de formation à partir de documents techniques », 2002, Sciences et Techniques Éducatives, Hermès, Paris, à paraître.
- [Guarino 97] Guarino, N., «Understanding, Building, and Using Ontologies : A Commentary to 'Using Explicit Ontologies in KBS Development', by Van Heijst, Schreiber, and Wielinga». *IJHCS* (46), 1997, p. 293-310.
- [Handschuh et al. 2001] Handschuh, S., Staab, S., Maedche, A., « CREAM: Creating relational metadata with a component-based, ontology-driven annotation framework », *Semantic Web Workshop Symposium*, Stanford, USA, 2001.
- [Huart 97] Huart, P. Définition d'un poste de lecture active de documents électroniques, Rapport de Stage, 3ème année, ENIB - ENSEEIHT – IRIT, Toulouse, 1997, 58 p.
- [de Hoog 01] de Hoog, R., Final management report, Rapport final Communauté Européenne, ESPRIT contrat IMAT n° FR, 2001, 56 p.
- [Lorrain et al.] Lorrain, G., Renauld, J.-C., Chévremont, A., Desmoulins, C. Report on use of material in scenarios and organisational learning. Rapport Intermédiaire. Communauté Européenne, ESPRIT contrat IMAT, LORIA 99-R-339, 1999, 11 p.
- [Maraschi et al. 2002] Maraschi, D., Da Nobrega, G. M., Cerri, S., « On the Social Rational Mirror's architecture: Semantics and pragmatics of educational interactions», *Workshop on Integrating Technical and Training Documentation*, ITS'02, San Sebastien (Spain), 2002, p 77-85.
- [Marshall 97] Marshall, C., «Annotation: from paper books to the digital library », *Proceedings of 2nd ACM International Conference on Digital Libraries*, Philadelphia, ACM Press, 1997, p. 131-140.
- [Marshall 98] Marshall, C., « Toward an ecology of hypertext annotation », *Proceedings of ACM Hypertext '98*, Pittsburgh, PA, ACM Press, 1998, p. 40-49.
- [Mille 01] Mille, D., *Vers une mémoire individuelle de formation : annotation didactique de ressources pédagogiques*. DEA. Université Joseph Fourier. Grenoble 2001, 78p.
- [Stiegler 91] « Machines à lire », *La Bibliothèque, miroir de l'âme*, Éditions Autrement, (Série Mutations ; n° 121), Paris, 1991, p. 143-161.
- [Veron 97] Veron, M. *Modélisation de la composante annotative dans les documents électroniques*, DEA, ENIB - ENSEEIHT – IRIT, Toulouse, 1997, 53 p.