



HAL
open science

Un système d'annotation multiforme et communautaire de documents audiovisuels : Opales

Antoine Isaac, Patrick Courounet, David Genest, Véronique Malaisé

► To cite this version:

Antoine Isaac, Patrick Courounet, David Genest, Véronique Malaisé. Un système d'annotation multiforme et communautaire de documents audiovisuels : Opales. Jun 2004. sic_00001268

HAL Id: sic_00001268

https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00001268

Submitted on 13 Dec 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.

Un système d’annotation multiforme et communautaire de documents audiovisuels : OPALES

Antoine Isaac¹, Patrick Courounet¹, David Genest²
Véronique Malaisé¹, Jocelyne Nanard³, Marc Nanard³

¹ Institut National de l’Audiovisuel, Direction de la recherche, Equipe DCA
4, av de l’Europe, 94366 Bry-sur-Marne Cedex
{aisaac,pcourounet,vmalaise}@ina.fr

² LERIA, Université d’Angers
genest@info.univ-angers.fr

³ LIRMM-IHM, Université Montpellier II
{mnanard,jnanard}@lirmm.fr

Résumé : Le projet OPALES a débouché sur la création d’une plate-forme générique d’instrumentation des documents audiovisuels par la description de leur contenu. Cette plate-forme rend compte des besoins propres à des communautés d’utilisateurs données, en mettant à disposition des outils permettant de guider les annotations réalisées: formulaires et graphes conceptuels. Les graphes conceptuels, en particulier, constituent un moyen de représentation du contenu qui permet d’effectuer des raisonnements sur les connaissances présentes dans les annotations, et donc d’optimiser les processus de description et de recherche en tenant compte de la spécificité des besoins observés. Pour les mettre en œuvre, nous avons eu recours aux notions d’ontologie et de patron d’indexation, comme moyens d’assister la création de ces ressources conceptuelles. Cette réalisation a donné lieu à une évaluation, faisant intervenir des utilisateurs potentiels d’un tel système.

Mots-clés : Système d’annotation, Représentation des connaissances, Graphes conceptuels, Ontologies, Patrons d’indexation, Communautés d’utilisateurs.

1 Introduction

Le projet OPALES¹ se place dans la problématique du partage et de l’exploitation de ressources documentaires, en particulier audiovisuelles. Comment une communauté d’utilisateurs peut-elle se regrouper autour de documents mis en réseau? Quels sont les mécanismes permettant d’instrumenter correctement ces documents, et en premier lieu, d’y accéder, alors que le document audiovisuel n’est pas aussi “facilement” manipulable par des moyens informatiques que son équivalent textuel? Peut-on envisager la création d’outils suffisamment génériques pour pouvoir être adaptés à un éventail significatif de besoins?

OPALES vise à répondre à ces questions dans un cadre de description de documents audiovisuels (ou d’extraits de ces documents) par un système d’annotation, et d’accès à ce qui a été décrit via des mécanismes de recherche d’information adaptés. L’utilisateur du système peut successivement endosser le rôle de contributeur en apportant des documents ou en effectuant leur description, et celui d’utilisateur plus “en aval”, consultant les documents ou les exploitant.

Nous avons tout d’abord dégagé une notion de *point de vue* pouvant rendre compte d’un besoin applicatif donné, autour duquel va se regrouper une communauté d’utilisateurs qui s’engagera à respecter un certain

1. Outils pour des Portails Audiovisuels Educatifs et Scientifiques. OPALES est un projet RIAM (2001-2003) qui réunit l’INA, le LIRMM de l’Université Montpellier II – équipes IHM et Graphes Conceptuels – le Centre National de Documentation Pédagogique, la Maison des Sciences de l’Homme, le CNRS, La Cinquième-BPS et CS-Systèmes d’Information.

nombre de prescriptions pertinentes pour l'application envisagée (section 2.1). Ces prescriptions peuvent être mises en œuvre directement dans le système, ce qui garantit l'adéquation des descriptions à la tâche pour laquelle elles seront mobilisées. Pour cela, OPALES préconise l'utilisation de formulaires d'annotation, ainsi que le recours à des graphes conceptuels reposant sur des ontologies et des patrons de descriptions (section 2.2).

Pour tester l'applicabilité de ces préconisations, une plate-forme a été conçue, répondant aux impératifs suivants : permettre une exploitation distante des documents audiovisuels conforme aux besoins évoqués, et être extensible pour répondre un minimum à l'impératif de généralité mentionné ci-dessus. OPALES, dont l'architecture repose sur l'idée d'*unités informationnelles* extrêmement flexibles (section 3.1), est un système ouvert, qui peut être étendu par divers services s'appliquant aux éléments documentaires qu'il met à disposition (section 3.2).

Le projet a également donné lieu à une évaluation en présence d'utilisateurs potentiels, que nous allons présenter en section 4 avant de conclure (section 5).

2 Techniques pour des communautés d'utilisateurs de documents audiovisuels

Dans le contexte d'un portail ayant pour ambition la mise à disposition de documents à des communautés ayant des objectifs applicatifs variés, on ne peut faire aucune hypothèse sur la manière dont seront décrits et utilisés ces documents. C'est pourquoi la plate-forme OPALES propose des outils permettant de regrouper ses utilisateurs autour de communautés d'intérêt, et de guider ceux-ci de manière à ce que leurs usages soient conformes à ce qui a été énoncé au moment de la définition de ces communautés. Notre approche est guidée par un souci d'homogénéité des descriptions, pour permettre une meilleure réutilisabilité des enrichissements successifs du contenu documentaire.

2.1 Points de vue et communautés d'utilisateurs

Quand on parle d'instrumentation de documents, il s'agit de rendre clairement compte d'une application particulière, d'une tâche dans laquelle s'inscrit l'utilisation de ces documents. Cette tâche se définit au sein d'un domaine de connaissance particulier, et prescrit une manière plus ou moins précise d'effectuer des descriptions des documents concernés. En fait, la notion de communauté d'intérêt reflète l'existence d'un consensus dégagé autour d'une approche de traitement documentaire donnée, à laquelle choisissent d'adhérer les utilisateurs du portail documentaire.

Concrètement, la plate-forme OPALES traite ce problème en gérant des *points de vue*. Un outil de création de points de vue permet de décrire le domaine et/ou la tâche particulière qui rassemblent une communauté d'utilisateurs. Toute annotation sera créée dans le cadre explicite de l'un des points de vue définis dans le système. Il faudra pour cela que le créateur de l'annotation ait déclaré son point de vue : on parle de point de vue *auteur*. Cependant, un utilisateur est en droit d'avoir accès à des informations relevant de plusieurs points de vue, s'il veut par exemple visionner l'ensemble des informations concernant un domaine particulier, mais dont la création a pu relever de préoccupations applicatives distinctes. Le système l'autorise à faire cela en se déclarant *lecteur* d'autant de points de vue qu'il le souhaite.

2.2 Mise en œuvre des points de vue : préconisation de descriptions

Nous avons vu que la notion de point de vue est liée à un consensus sur la manière de traiter les documents. Dans le cadre plus spécifique de l'annotation documentaire, OPALES fournit des moyens permettant de rendre compte de ce consensus : outre le fait de proposer un mécanisme de description reposant sur l'utilisation de texte non contraint, la plate-forme permet aux créateurs des points de vue de créer leurs propres guides d'annotation. Les contraintes qui en résultent sont restituées dans deux modes de création d'annotations aux propriétés bien distinctes : les *formulaires* et les *graphes conceptuels*.



FIG. 1 – Annotations relevant de différents points de vue (entre parenthèses) dans l’explorateur

2.2.1 Formulaires

Les formulaires sont un moyen de contraindre les annotations d’un point de vue essentiellement structural. Plutôt que de saisir l’information sous une forme textuelle classique, OPALES propose aux utilisateurs de décrire les documents mis à disposition de leur communauté en utilisant des champs prédéfinis, dont l’ordonnement et le type ont été définis dans un éditeur fourni avec la plate-forme. Chaque formulaire correspond à un point de vue donné, celui dont il s’efforce au mieux de répondre au besoin d’annotation. La figure 2 donne un aperçu d’un formulaire développé pour l’annotation de documents relatifs à la petite enfance, une des thématiques retenues lors de l’expérimentation.

Il résulte de cette fonctionnalité la possibilité de créer de véritables notices documentaires, annotations structurées répondant à un besoin de recherche d’information précis. Il est à noter que le contenu des champs peut être contraint (liste de valeurs possibles, type de données) ou bien libre (champ “texte libre” classique).

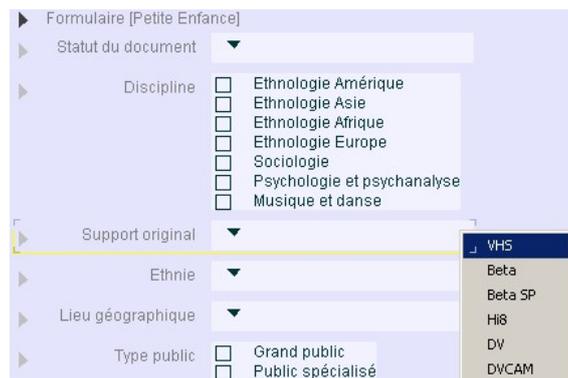


FIG. 2 – Un extrait du formulaire relatif au point de vue petite enfance.

2.2.2 Graphes conceptuels

En ayant recours à la notion de graphe conceptuel (Sowa John, 1984), OPALES utilise un outil de spécification “sémantique”² des informations entrées dans le système. Plutôt que d’utiliser des mots-clés libres, les graphes conceptuels s’appuient sur une *ontologie*, catalogue de concepts dont le sens donné de manière formelle définit un certain nombre d’opérations (inférences) effectuaibles par le système d’information. Ce catalogue conceptuel va de pair avec un certain nombre de relations permettant de lier les entités (correspondant aux concepts) que l’on a introduites pour décrire les documents. Les annotations produites grâce à ce formalisme sont donc beaucoup plus précises, puisque leur contenu donne la manière dont sont articulés les concepts relatifs au segment documentaire, et ne se contente plus de mentionner leur simple présence, comme dans un système d’annotation par mots-clés. De plus, le graphe obtenu constitue une connaissance directement exploitable pour effectuer des inférences correspondant aux règles de raisonnement spécifiées dans l’ontologie (section 3.2.3). Ces inférences permettent un accès beaucoup plus précis aux annotations et donc au contenu des documents pertinents. La nature graphique des graphes conceptuels (voir figure 3) est quant à elle un atout indéniable pour faciliter la création et l’accès à ces informations conceptuelles parfois complexes, surtout pour un projet qui visait un public non familiarisé avec les techniques de représentation des connaissances.

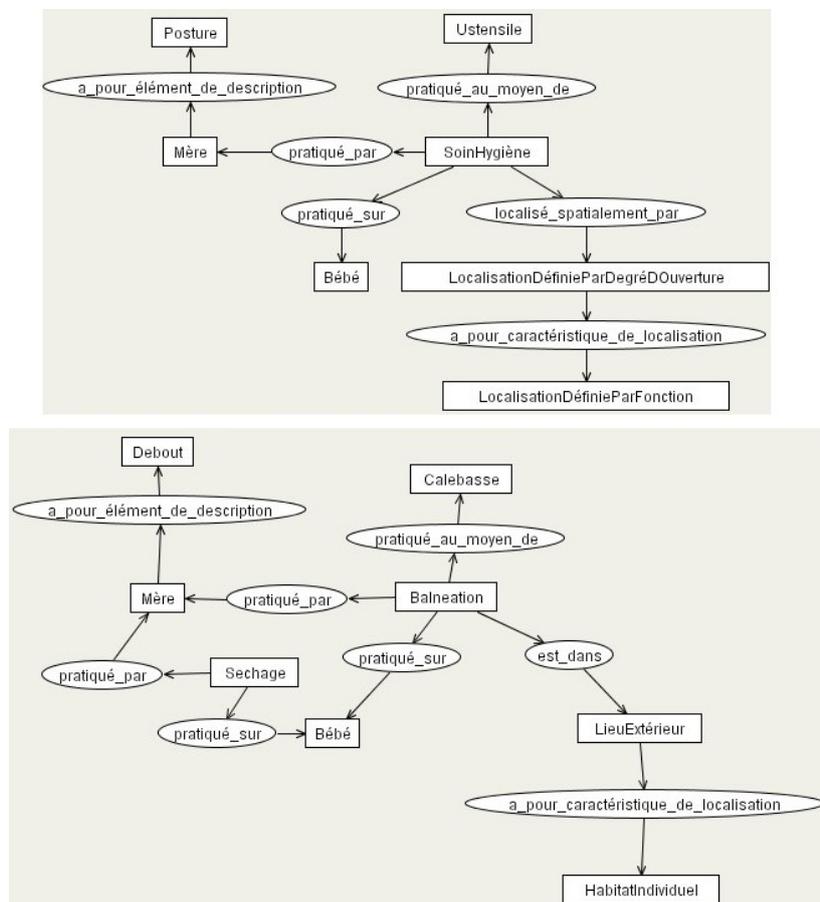


FIG. 3 – Le patron d’indexation relatif à la petite enfance, et une de ses spécialisations possibles

2. La sémantique dont il est question ici concerne des représentations qui peuvent être utilisées par l’ordinateur pour raisonner sur les données. Cette problématique est en particulier abordée par les travaux récents autour du web sémantique (Berners-Lee Tim *et al.*, 2001).

Une ontologie correspond à un point de vue: le vocabulaire qu'elle fournit correspond à la tâche visée par celui-ci, de même que ses règles de raisonnement s'efforcent de spécifier des traitements automatiques pertinents sur les connaissances entrées, dans le cadre du domaine et de l'application concernées.

Nous avons développé un éditeur d'ontologies (<http://opales.ina.fr/public>, (Troncy Raphaël & Isaac Antoine, 2002)) qui permet la création d'ontologies exploitables par le module d'annotation conceptuelle. Grâce à cet outil, on peut fournir au système les notions qui ont été jugé pertinentes pour le point de vue concerné. Concepts et relations sont organisés par des hiérarchies de spécialisation, dont on peut voir un aperçu en figure 4. Ces hiérarchies sont semblables à celles d'un thésaurus classique, mais plus précises car devant répondre à des besoins plus formels, liés à la nature des raisonnements à mettre en œuvre. On peut par exemple préciser pour les relations les concepts auxquelles elles pourront s'appliquer, et ces contraintes seront vérifiées par le système lors de la construction des graphes.

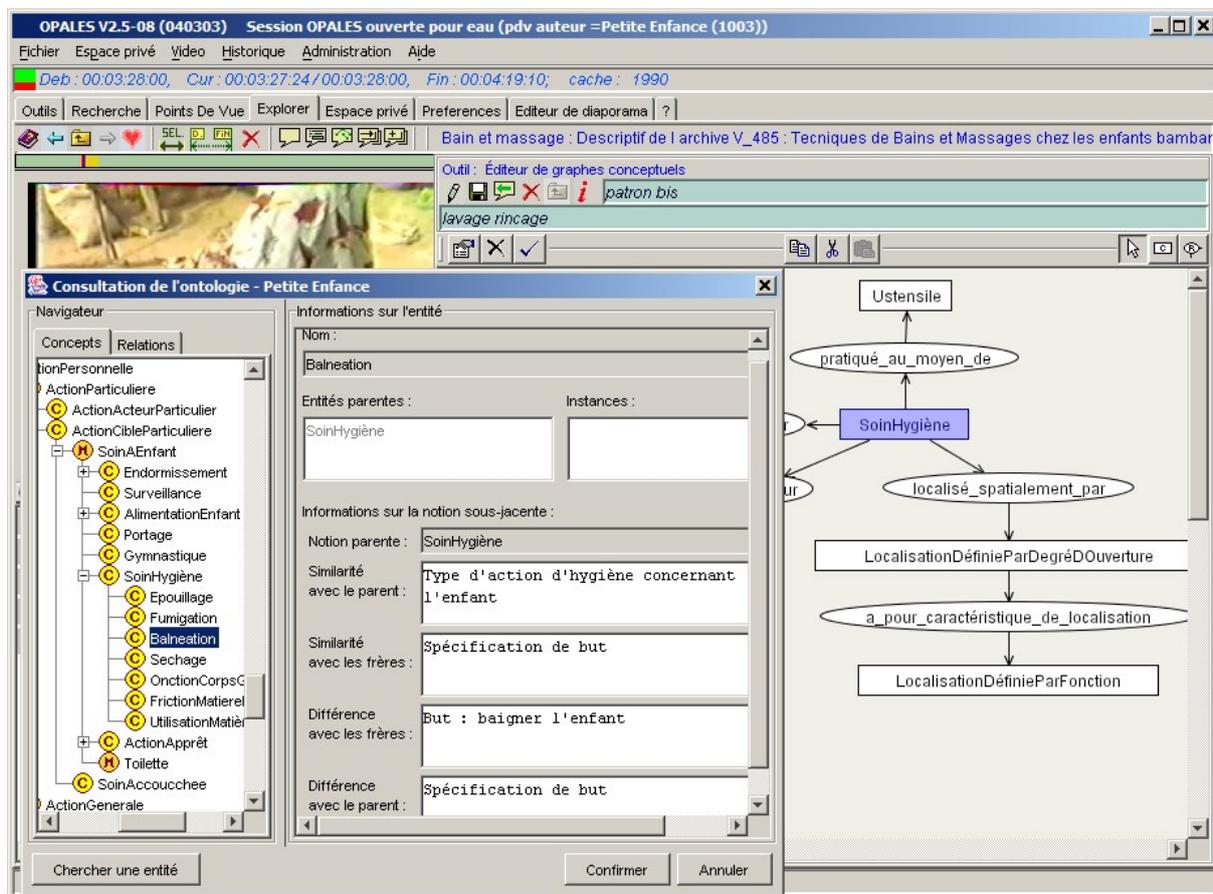


FIG. 4 – Utilisation de l'éditeur d'ontologies pour la création d'un graphe

Si l'ontologie permet de restreindre le contenu conceptuel des annotations, elle ne donne pas de prescription quant leur structure générale³. L'expérience a pourtant montré qu'il existe une grande régularité en ce qui concerne le contenu des annotations, tant du point de vue conceptuel (les concepts présents dans les graphes) que relationnel (la manière dont ces concepts sont articulés dans les graphes). Cette observation a débouché sur la création de *graphes patrons*, qui s'inscrivent eux aussi dans le cadre d'un point de vue donné, et qui

3. Il y a bien une forme de contrainte structurelle locale, les relations ne pouvant être utilisées entre n'importe quels concepts, mais cela ne donne pas d'indication quant à la structure générale de l'annotation.

offrent une sorte d'assistance à la création d'annotations pertinentes : l'utilisateur dispose d'une structure conceptuelle qu'il sait globalement pertinente pour son point de vue, et qu'il peut aisément modifier en vue d'une restitution fidèle du contenu du document qu'il décrit. Le graphe de la figure 3 montre l'un de ces graphes patrons : l'utilisateur peut l'exporter dans son annotation, la modifier en spécialisant les concepts et relations présentes (figure 4), en ajouter d'autres ou bien en retirer, en fonction des éléments d'information présents dans le document, et de ceux qu'il juge pertinents.

3 Implémentation

Les techniques dont nous venons de faire l'exposé (points de vue, formulaires, graphes conceptuels) assurent la cohérence des annotations réalisées dans le cadre d'un même point de vue. Nous allons voir à présent comment la mise en place de ces techniques a été effectuée dans notre plate-forme.

3.1 Une architecture générique

Le LIRMM-IHM a proposé pour le projet OPALES de représenter toutes les données (archives, annotations, descriptions des points de vue. . .) sous la forme d'*unités d'information* (UI) liées les unes aux autres (Nanard Marc *et al.*, 2003). Toutes ces unités ont une structure similaire et peuvent donc être gérées de manière uniforme. La plate-forme elle-même est décrite par un ensemble d'unités d'information *primitives* (par exemple, le type descriptif des annotations : formulaire, graphe conceptuel), ce qui implique que cette gestion uniforme s'applique au système lui-même. Une telle réflexivité rend le système plus robuste et plus simple à construire et à paramétrer. L'architecture générale résulte des liens entre les unités d'information, et reste ouverte dans la mesure où on peut rajouter des UI spécifiant de nouvelles structure de données et de nouveaux traitement.

Une UI comprend deux parties : son *descripteur* et son *contenu*. Comme montré dans la figure 5, le descripteur décrit les relations entre une UI et les autres, alors que le contenu contient l'information elle-même. Le contenu de l'UI est un morceau de code, par exemple en MPEG, JPEG ou XML, ou bien un nom de fichier. Il pourra être exploité par le système grâce aux informations présentes dans le descripteur. Par exemple, le lien *type* référence l'UI qui précise les aspects techniques (comme l'accès aux logiciels permettant de traiter le contenu) de toutes les UI qui sont de ce type. Le lien *rôle*, quant à lui, fournit des précisions supplémentaires, qui attachent une sémantique au contenu de l'UI, et qui peuvent fournir un paramétrage des outils indiqués par l'UI type.

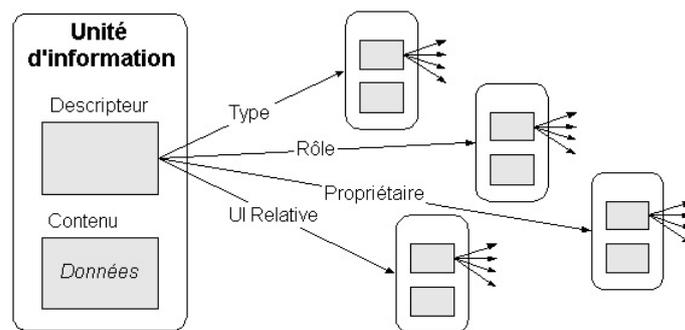


FIG. 5 – Un réseau d'unités d'information

Ce modèle architectural permet une mise en œuvre simplifiée de la notion de *service* : la description unifiée des données⁴, mais aussi des éléments qui les manipulent, facilite la création de plug-ins et leur insertion

4. Au niveau abstrait du modèle des UI, mais aussi au niveau plus concret de leur encodage, qui recourt massivement au standard XML. Les annotations formulaires, par exemple, sont des fichiers XML dont le schéma est spécifié par le contenu de l'UI associée au formulaire correspondant, lequel contenu est lui-même conforme au schéma donné dans le contenu de l'UI

dans le système.

3.2 Des exemples de services fonctionnant sur les documents et leurs descriptions

3.2.1 Explorateur Vidéo

Pour que les utilisateurs puissent manipuler correctement les documents vidéo, il était nécessaire de recourir à un explorateur. Celui-ci se devait de prendre en compte des contraintes spécifiques à OPALES, en particulier le besoin d'effectuer une consultation à distance du contenu des documents, ainsi que des descriptions dont le grain était variable (de l'intégralité d'un document à un très court extrait, voire une image).

Pour cela, le LIRMM-IHM a développé un explorateur (Nanard Marc *et al.*, 2001) qui permet un visionnage par *imassettes* (ce qui diminue le transfert de données entre le serveur vidéo et l'explorateur, tout en permettant un visionnage accéléré du segment documentaire exploré), le nombre de ces imassettes étant constant pour un document. Qui plus est, cet explorateur prend en compte la notion de granularité en permettant de restreindre la navigation à un segment vidéo donné: une fois les bornes de ce segment définies, l'explorateur demande de nouvelles imassettes, qui cette fois sont extraites du segment plus court. Il en résulte une augmentation de la "densité" des images données quand on navigue sur ce segment, ce qui à l'échelle du document entier présente l'intérêt de fournir plus d'information aux endroits les plus pertinents.

3.2.2 Gestion des annotations

La plate-forme OPALES gère les annotations en intégrant un service d'exploration, un service d'édition d'annotation et un service de sélection. Dès l'accès à une annotation, l'éditeur approprié (l'éditeur d'annotation formulaire, par exemple) est choisi en fonction des propriétés de l'UI de cette annotation. De la même manière, l'UI liée au document qui supportera l'annotation assigne l'explorateur adéquat (l'explorateur vidéo, par exemple). Le service de sélection renvoie alors toutes les annotations qui ont une intersection non vide avec le segment visé par l'annotation considérée (on obtient une liste d'annotations similaire à celle de la figure 1). Le travail de ce service composé revient simplement à gérer la coopération entre des services d'exploration, d'édition et de sélection chargés dynamiquement en fonction des types d'entités qu'ils ont à traiter.

3.2.3 Moteur de graphes conceptuels

Pour gérer les annotations conceptuelles, OPALES utilise Cogitant (<http://cogitant.sourceforge.net>, (Genest David & Salvat Eric, 1998)), un moteur de raisonnement utilisant le formalisme des graphes conceptuels, développé par le LIRMM-GC. L'insertion de Cogitant permet l'édition et la recherche de graphes d'annotation, ainsi que l'application de règles d'inférence simplifiant le travail du chercheur, mais aussi celui du créateur d'annotations, qui a moins à se soucier de toutes les manières possibles dont devra pouvoir être trouvé ce qu'il a réalisé.

En effet, avec l'ontologie qui définit le vocabulaire conceptuel et relationnel disponible pour un point de vue donné, vont un certain nombre de règles d'inférence, qui permettent au système de conduire des raisonnements tenus habituellement par les experts du domaine concerné. Par exemple, dans le domaine de la petite enfance, si une activité est pratiquée par un ensemble de personnes, elle le sera par chacun des membres de cet ensemble pris séparément (figure 6). A partir d'un graphe rentré dans la base des connaissances dont dispose le système, le moteur d'inférence pourra rajouter une information relationnelle permettant de répondre à plus de questions.

L'utilisation de Cogitant nous permet donc de profiter de fonctionnalités d'interrogation dans la base de données qui exploitent réellement les connaissances que l'on peut construire, en coopération avec les spécialistes, lors de la création du point de vue concerné et de l'ontologie correspondante.

formulaire.

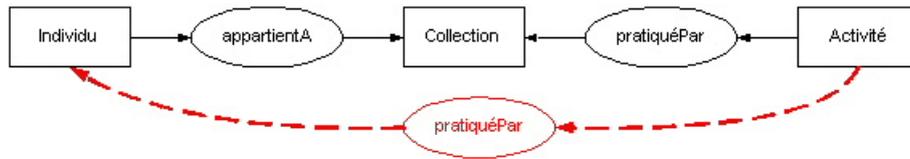


FIG. 6 – Une règle d'inférence : la connaissance ajoutée est en pointillés.

4 Evaluation

Les différents services et techniques proposés dans le cadre du projet et présentés dans les deux sections précédentes ont fait l'objet d'une évaluation faisant appel à des utilisateurs potentiels. Deux domaines applicatifs ont été retenus :

- la description de vidéos issues du corpus d'un laboratoire d'ethnomédecine et relatives à la petite enfance, en particulier à des actions pratiquées sur les nouveaux-nés ;
- l'analyse de vidéos pédagogiques relevant du domaine de la géographie et s'intéressant tout particulièrement à l'eau, pour mettre en lumière l'articulation entre procédés audiovisuels et présentation du discours scientifique.

Chacun de ces domaines applicatifs a nécessité la construction d'une ontologie ⁵, de règles d'inférences et d'un graphe patron permettant la description conceptuelle des documents, ainsi que des formulaires créés en vue d'une description purement documentaire. Les représentants des domaines concernés (documentalistes, enseignants) ont été impliqués dans la création de ces outils.

De fait, la construction des ontologies, initiée à partir de corpus textuels relatifs aux domaines, n'aurait pas pu être menée à bien sans l'avis de ces utilisateurs. Il en va de même pour la création des graphes patrons, qui reflètent les besoins observés aux cours d'un premier visionnage de vidéos de référence et lors des premières séances d'évaluation. Il est d'ailleurs à noter que la fonctionnalité des graphes patrons n'est pas implémentée dans le système autrement que par l'utilisation du copier-coller de graphes, ce qui ne donne pas une juste idée de l'importance qu'a pris cette possibilité au cours de l'évaluation. Pour des raisons de temps, nous n'avons également retenu qu'un seul patron par point de vue, ce qui suffisait en première approche, mais il est évident qu'une plus grande diversité aurait été souhaitable, car les patrons, s'ils fournissent un outil puissant d'aide à l'indexation, se sont révélés aussi extrêmement utiles pour faire comprendre aux utilisateurs l'intérêt de l'annotation conceptuelle.

En ce qui concerne les différents modes d'annotation, les utilisateurs se sont évidemment plus facilement approprié l'annotation textuelle et celle guidée par formulaire, bien plus proches de leur pratique habituelle. Cependant, si l'apprentissage de nouvelles notions pour la production et la recherche d'annotations a pu se révéler difficile, quelques heures d'initiation étant nécessaires à la compréhension des concepts mis en œuvre, il n'en est pas pour autant impossible. Les assistances autorisées par ces nouveaux moyens de description – interfaces graphiques, patrons de description – ont été d'un grand secours. L'intérêt fondamental de ces techniques, une fois reconnu par les utilisateurs, s'est révélé également décisif pour leur appropriation.

5 Conclusion

Le projet OPALES a vu l'implémentation d'une plate-forme documentaire qui permet la constitution de communautés d'utilisateurs autour d'approches documentaires fédératrices. La généralité de l'architecture développée a permis de créer des services qui donnent des moyens de concrétiser ces approches, en particulier

⁵. Les ontologies construites comprennent quelques centaines de concepts et dizaines de relations dans les deux domaines. Elles sont disponibles sur <http://opales.ina.fr/public>.

en ce qui concerne la mise en place de moyens unifiés d'annotation des documents audiovisuels. On insistera tout spécialement sur l'implémentation d'un mécanisme de description et de recherche sémantique s'appuyant sur des outils de représentation de connaissances, les ontologies, qui autorisent le système à effectuer des inférences pertinentes, gage d'un meilleur accès aux documents.

La relative réussite de l'évaluation nous pousse à conclure de manière très positive sur la création de véritables espaces de travail communautaires autour des documents audiovisuels. La description de ces documents, leur recherche guidée par des moyens technologiques novateurs et adaptés aux besoins des communautés d'intérêt, autorisent les utilisateurs à naviguer intelligemment dans l'espace documentaire que constituent les documents et les annotations qui leur sont relatives. La possibilité de greffer sur une plate-forme ouverte des services orientés directement vers l'exploitation des documents est un atout considérable autorisé par les derniers développements techniques. Par exemple, pour OPALES, un service de montage a été conçu dans le but de créer de nouveaux documents à partir des séquences trouvées lors d'une recherche. Ce service, encore rudimentaire, constitue néanmoins un premier pas qui montre les possibilités d'exploitation offertes par de telles plate-formes.

Remerciements

Nous remercions l'ensemble des membres du consortium OPALES, ainsi que les relecteurs pour leurs commentaires avisés. Le projet OPALES a été financé par le Ministère de l'Industrie, dans le cadre du programme RIAM (Recherche et Innovation en Audiovisuel et Multimédia).

Références

- BERNERS-LEE TIM, HENDLER JAMES & LASSILA ORA (2001). The semantic web. *Scientific American*.
- GENEST DAVID & SALVAT ERIC (1998). A platform allowing typed nested graphs: How cogito became cogitant. In *ICCS'98: 6th International Conference on Conceptual Structures*, Montpellier, France.
- NANARD MARC, NANARD JOCELYNE & KING PETER (2003). Iuhm, a hypermedia-based model for integrating open services, data and metadata. In *International ACM Conference on Hypertext (HT'2003)*, Nottingham, UK.
- NANARD MARC, NANARD JOCELYNE & PAYET DENIS (2001). Design rationale of a video explorer. In *ACM Conf. On Human Factors in 2001 Computing Systems (CHI2001)*, Seattle.
- SOWA JOHN (1984). *Conceptual structures: information processing in mind and machine*. Addison-Wesley, Reading (MA US).
- TRONCY RAPHAËL & ISAAC ANTOINE (2002). DOE : une mise en oeuvre d'une méthode de structuration différentielle pour les ontologies. In *13th Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC'02)*, Rouen, France.