



HAL
open science

Fant-AS-STIC “Les temps du document numérique”, AS-95 - RTP DOC STIC CNRS - Rapport d’activités

Sylvie Calabretto, Geneviève Lallich-Boidin, Florence Sèdes

► **To cite this version:**

Sylvie Calabretto, Geneviève Lallich-Boidin, Florence Sèdes. Fant-AS-STIC “Les temps du document numérique”, AS-95 - RTP DOC STIC CNRS - Rapport d’activités. [Rapport de recherche] CNRS. 2004. sic_00001162

HAL Id: sic_00001162

https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00001162

Submitted on 6 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.

Rapport de l'Action Spécifique n°95
Fant-AS-STIC
«Les temps du document numérique»

<http://fant-as-stic.fr.st/>

RTP 33 «RTP-DOC»

Animatrices :

Sylvie CALABRETTO	(LIRIS, INSA Lyon)
Geneviève LALLICH-BOIDIN	(URSIDOC, Université Lyon 1)
Florence SEDES	(IRIT, Toulouse)

Liste des organismes et participants :

Centre d'Etude des Médias, MSHA, Université Bordeaux 3 : Christine Michel
CLIPS-IMAG, UJF, Grenoble : Jean-Pierre Chevallet, Marie-Christine Fauvet
CNAF-CNEDI, Lyon : Bertrand Chabbat
CRIS, Paris 10 : Stéphane Chaudiron
ERSICOM, Lyon 3 : Sylvie Lainé-Cruzel
GRESEC-CRISTAL, UPMF, Grenoble : Maria-Catarina Manes-Gallo, Céline Paganelli, Evelyne Mounier
INA, Paris : Jean Carrive
INRIA Rhône-Alpes, projet WAM, UPMF, Grenoble : Cécile Roisin
IRIT, Toulouse 3 : Claude Chrisment
LIRMM, Montpellier : Jocelyne Nanard
LIRIS, INSA Lyon et UCB, Lyon1 : Robert Laurini, Jean-Marie Pinon, Béatrice Rumpler, Yannick Prié
RIM, Ecole des Mines de Saint-Etienne : Michel Beigbeder
SIS, Toulon : Emmanuel Bruno, Jacques Le Maitre, Elisabeth Murisasco
URSIDOC, ENSSIB : Jean-Paul Metzger, Marie-France Peyrelong

Ont contribué à la rédaction de ce rapport :

Emmanuel Bruno, Sylvie Calabretto, Jean Carrive, Geneviève Lallich-Boidin, Jean-Paul Metzger, Elisabeth Murisasco, Yannick Prié, Béatrice Rumpler, Florence Sèdes.

Sommaire

Introduction.....	4
Motivations, historique et bilan.....	8
Temps et documents numériques.....	9
Indexation/recherche dans les corpus temporalisés.....	16
Le temps dans les documents audiovisuels.....	23
Le temps dans la RI.....	26
Le temps dans les documents XML.....	31
Impacts du temps sur les modalités de restitution des documents.....	36
Représentation du Temps et Logiques Temporelles.....	40
Formalismes de manipulation du temps par l'auteur dans les documents multimédias	49
Actions de l'AS.....	60
Annexes.....	71
Mode de fonctionnement.....	
Ordre du Jour des réunions.....	
Comptes-rendus des réunions.....	
Appels à publication, colloques, ateliers.....	83

Introduction

1 – Problématique

L'AS Fant-AS-STIC est née de la volonté de chercheurs du département STIC, venus d'horizons divers, de fédérer leurs interrogations sur « les temps du document numérique ». Ces interrogations émanaient d'utilisateurs « privilégiés », comme les bibliothécaires, de fournisseurs de ressources, comme l'INA, d'experts aux besoins spécifiques, comme les archéologues, d'informaticiens, comme les concepteurs de documents multimédia ou les équipes qui travaillent sur les contenus multimédia, etc.

Le document est un objet inscrit dans le temps et l'espace. Sa « dématérialisation », dissociant l'information véhiculée du support matériel, amène les communautés évoquées ci-dessus à se poser explicitement des questions jusqu'alors occultées. Tout document numérique, contrairement au document lié à son support matériel (papier, film,...), peut évoluer au gré des annotations de ses lecteurs, des liens que l'on peut établir avec ses contextes. Le document acquiert donc une certaine dynamisme, de son émergence à son exploitation.

Parallèlement, se pose la question des collections documentaires. Le support numérique fait tomber les cloisons traditionnelles : on peut assembler « numériquement » des documents d'une grande variété. Les caractéristiques d'une collection sont désormais liées davantage à l'objectif qui a conduit à leur constitution qu'à des critères formels. De plus, ces collections évoluent nécessairement.

Au delà de la diversité des collections, de l'hétérogénéité formelle des documents qui les constituent, nous avons cherché à dégager les dimensions temporelles communes qui permettent de réorganiser documents et collections numériques.

2 – Les temps de l'univers documentaire

Une collection, ou univers documentaire, partage le monde à observer en deux espaces : celui du contexte au sein duquel cette collection est constituée, et celui de la collection. D'où les deux axes temporels évoqués ci-après.

1- Le temps du contexte

Les documents naissent, évoluent et sont exploités par des êtres humains, dans un temps qui est celui du contexte humain et du contexte social. Différents processus entrent en action, ces processus étant organisés dans le temps par l'individu ou par la communauté. On s'intéressera ici aux représentations pertinentes pour décrire :

- le temps de la genèse, qui régit les processus de production (rédaction, validation, stockage,...)
- le temps de vie active et de la transformation du document, qui régit les processus permettant au document de s'actualiser, de s'enrichir, de se compléter, d'évoluer, et de formaliser ses liens de filiation avec d'autres documents,
- le temps de l'exploitation, qui permet à des utilisateurs, à travers des dispositifs, d'utiliser le document, de le consulter, de se l'approprier.

2- Le temps documentaire

Nous pouvons aussi appréhender le temps en dehors de tout contexte de production et d'usage, en dehors de toute subjectivité constituante, qu'elle soit singulière ou collective.

Dès son apparition, tout document, quelles que soient sa nature et son ampleur, s'inscrit dans un ensemble documentaire complexe et dynamique auquel il réfère de multiples manières. Le document lui-même peut être considéré comme un ensemble complexe et dynamique d'unités qui le composent. Il ne s'agit pas, alors, de traiter comme simultanée ce qui se donne comme successif, ni de figer le temps et de substituer à son flux d'événements des corrélations qui dessinent une figure immobile. Un ensemble documentaire constitue une sorte d'univers au sein duquel peuvent se produire des événements (apparition, modification, disparition d'éléments), s'observer des successions et des durées. *L'univers documentaire*, ainsi entendu, n'est donc pas une forme idéale et intemporelle ; il est, de part en part, *historique*, posant ainsi le problème de ses propres limites, de ses coupures, de ses transformations, des modes spécifiques de sa *temporalité* plutôt que de son surgissement abrupt au milieu du temps.

Par ailleurs, il nous semble que, dans ses transformations, dans ses séries successives, dans ses dérivations, l'univers documentaire n'obéit pas à la temporalité de la conscience humaine comme son modèle nécessaire. Le temps documentaire n'est pas la traduction, dans une chronologie visible, du temps obscur de la pensée. Et, au lieu de suivre le fil d'un calendrier originaire, par rapport auquel on établirait la chronologie des événements successifs ou simultanés, celle des processus courts ou durables, celle des phénomènes instantanés ou des permanences, il faut montrer comment il peut y avoir succession. Mais, il ne s'agit pas d'admettre que la succession est un absolu, un enchaînement premier et indissociable auquel les documents seraient soumis, ni qu'il n'y a dans l'univers documentaire qu'une seule forme et qu'un seul niveau de succession. Il s'agit, au contraire, de faire apparaître à la fois les diverses formes de succession qui se superposent et la manière dont s'articulent les successions ainsi spécifiées. Au lieu de considérer que l'univers documentaire n'est fait que d'une série d'événements homogènes (l'apparition d'une unité documentaire), on doit distinguer, dans l'épaisseur documentaire, plusieurs plans d'événements possibles. Notamment celui des unités documentaires elles-mêmes, dans leur émergence singulière, et celui de l'apparition des types de documents, des concepts et des choix stratégiques.

Le temps documentaire est aussi manifeste par certains caractères essentiels des unités documentaires :

- Tout d'abord, toute unité documentaire comporte un ensemble d'éléments antécédents par rapport auxquels elle se situe, mais qu'elle a pouvoir de réorganiser et de redistribuer selon des rapports nouveaux. Elle se constitue son passé, définit sa propre filiation dans ce qui la précède, redessine ce qui la rend possible ou nécessaire, exclut ce qui ne peut être compatible avec elle. Ce *passé documentaire*, elle le pose comme vérité acquise, comme un événement qui s'est produit, comme une forme qu'on peut modifier, comme une matière à transformer, ou encore comme un objet dont on peut parler, etc.
- Ensuite, les types de groupement entre unités documentaires successives ne sont pas partout les mêmes et ils ne procèdent jamais par simple entassement ou juxtaposition d'éléments successifs. Les énoncés mathématiques ne s'additionnent pas entre eux comme les textes religieux ou les actes de jurisprudence : ils ont les uns et les autres une manière spécifique de se composer, de s'annuler, de s'exclure, de se compléter, de former des groupes

plus ou moins indissociables et dotés de propriétés singulières. Ces formes d'*additivité* ne sont pas données une fois pour toutes, et pour une catégorie déterminée de documents : les observations médicales d'aujourd'hui forment un corpus qui n'obéit pas aux mêmes lois de composition que le recueil des cas du XVIIIème siècle ; les mathématiques modernes n'accumulent pas leurs énoncés sur le même modèle que la géométrie d'Euclide.

- Enfin, les documents doivent être considérés dans la *rémanence* qui leur est propre et qui n'est pas celle du renvoi toujours actualisable à l'événement passé de leur production. Dire que les documents sont rémanents, cela veut dire qu'ils sont conservés grâce à un certain nombre de supports et de techniques matériels (dont la revue électronique et les supports numériques sont des exemples), selon certains types d'institutions (parmi bien d'autres, la bibliothèque numérique), et avec certaines modalités statutaires (qui ne sont pas les mêmes quand il s'agit d'un texte religieux, d'un règlement de droit ou d'une vérité scientifique). Cela veut dire aussi qu'ils sont investis dans des techniques qui les mettent en application, dans des pratiques qui en dérivent, dans des rapports sociaux qui se sont constitués, ou modifiés, à travers eux. Cela veut dire enfin que les choses n'ont plus tout à fait le même mode d'existence, le même système de relations avec ce qui les entoure, les mêmes schèmes d'usage, les mêmes possibilités de transformation après qu'elles ont été dites, écrites ou représentées.

3- Autres temps ?

Voici une énumération des temps abordés dans cette action spécifique, énumération dressée par des spécialistes du document numérique. Sont-ils des ressortissants des classes établies précédemment ? Ou en constituent-ils une remise en cause ? Voici un premier sujet prometteur, qui a donné lieu à discussion.

- Le temps inhérent au média : pour les documents sonores et audiovisuels (media continus), on s'intéresse au temps de défilement, temps qui ponctue l'agencement des plans, des scènes et des séquences, avec les contraintes de synchronisation qui en découlent. Ainsi, le temps intervient dans la qualité de service : débit, temps de réponse,...
- Le temps lié à l'évolution : ce volet inclut les média discrets (texte, image) : les différentes structures d'un document, les différentes versions d'un document (textes réglementaires, images satellitaires, documentation technique,...).
- Le temps "opportuniste", non pérenne. Par exemple, extraction de chronologie (documents archéologiques), modélisation des parcours de lecture, assemblage d'unités documentaires en réponse à une requête, etc. C'est un autre aspect de la dynamique, au sens composition "just in time" qui est abordé ici, via l'adaptation au profil utilisateur, à ses préoccupations, au dispositif d'affichage à partir duquel il consulte,...
- Temps et cycle de vie, au sens de la qualité de l'information : obsolescence, pertinence, par exemple calendaire. Par exemple, les textes réglementaires évoluent dans le temps et une information valide à l'instant t1 n'est plus valide à l'instant t2. Comment représenter l'évolution des flux réglementaires et comment accéder à une information valide à l'instant t ?
- Le temps comme une dimension du multidimensionnel : comment modéliser la dimension temps dans des documents qui prennent en compte d'autres dimensions, comme l'espace par exemple (documents archéologiques, ...).

Donnons ici quelques exemples d'indices temporels (d'autres émailleront les synthèses ci-après) : changements du « petit dernier » d'après l'album photo de sa naissance, identification incomplète d'un événement tel que « le 11 Septembre » (sans préciser l'année) ou « 39-45 », évolution de clichés radiographiques ou IRM, gestion de versions sans historisation (« papier soumis le... », « revu le... », « accepté le... »), paradoxe des références « en avant » dans un papier qui cite un papier qui lui-même n'est pas encore paru,... qui montrent la difficulté à interpréter sans ambiguïté ces éléments.

3- Objectifs de l'action spécifique

Les objectifs que s'est assigné cette action spécifique étaient de circonscrire les problématiques qui mènent à la construction de modèle de représentation de chacun des temps évoqués, et à leur articulation dans le but de pouvoir structurer l'univers documentaire au travers des événements auxquels il est soumis, au travers des contextes et des discours contenus.

Cette action spécifique se voulait résolument pluridisciplinaire. La diversité des collections qui sont à la source de nos questionnements en est témoin : journaux télévisés, premiers textes imprimés, manuscrits, réglementation des allocations familiales... Par ailleurs, chaque axe temporel tombe sous le champ d'une discipline privilégiée : sociologie, psychologie, linguistique. La synthèse de ces aspects relève à la fois des sciences de l'information et de la logique. Quant à l'informatique, elle est partout présente : c'est d'elle qu'émergent les questions et c'est à elle que devrait revenir in fine la solution.

Les activités programmées ont laissé une grande place aux confrontations entre disciplines et se déclinent ainsi :

- mise en place d'un site Web permettant de regrouper des éléments bibliographiques et les comptes-rendus des journées de travail, des séminaires et workshop,
- organisation de séminaires regroupant les partenaires de l'action spécifique,
- organisation d'un workshop à l'occasion de la conférence ACM Doc'Eng 2003 sur la représentation du temps dans différentes disciplines, avec présentation de collections diverses,
- rédaction du présent rapport identifiant les perspectives de recherche autour de cette thématique,
- établissement de relations au niveau international, grâce à l'invitation par l'École de bibliothéconomie et des sciences de l'information (EBSI), Université de Montréal pour un exposé plénier en ouverture du colloque «Le numérique : impact sur le cycle de vie du document».

L'étude des outils dédiés à la gestion et à la représentation du temps, qui avait été évoquée dans les objectifs initiaux du cahier des charges de l'action spécifique, a été abandonnée, suite aux remarques du comité d'évaluation à mi-parcours.

Motivations, historique et bilan.

La réflexion menée dans le cadre de l'action spécifique nous apparaît, avec le recul lié à cette année de travaux communs, comme la confluence de démarches a priori indépendantes mais, finalement, fortement connectées.

GDR-i3

L'histoire commence en 2000, avec le projet d'école thématique du GDR I3, dans le cadre duquel le comité scientifique avait sollicité les contributions de certains d'entre nous.

Au plan national, la pertinence de la problématique fut donc avérée par la tenue d'une école thématique du CNRS sur le thème "Document et Evolution" en Septembre 2000. Son programme s'appuyait sur l'articulation de ces deux thèmes complémentaires et très actuels dans le champ des technologies de l'information. Le thème "Document" abordait le concept de document dans sa généralité, avec un accent sur les aspects multimédia, le thème "Evolution" les dimensions temporelles, spatiales et dynamiques du traitement de l'information.

Ces aspects sont également au nombre des préoccupations du groupe de travail "Documents multimédia" du GDR I3 (<http://sis.univ-tln.fr/GDRI3-docMM/>).

ISDN

En parallèle, une réflexion était menée dans le cadre d'un projet régional issu de différentes équipes rhône-alpins, au sein de l'Institut des Sciences du Document Numérique (ISDN). Cette réflexion portait sur «Le document, un objet vivant». Les premiers résultats ont été présentés dans le rapport du projet régional "Le document dans son cycle de vie" présenté par l'ISDN, du 11 avril 2002. Ont émergé trois axes qui étaient : le temps et sa représentation, la multistructuralité des documents, et l'émergence du document collectif.

CFD'2002

En outre, l'ISDN a été à l'origine d'un tutoriel sur le "Document Vivant", réunissant les futur(e)s «porteuses» de cette AS, dans le cadre de la Conférence Fédérative sur le Document (CFD'2002) qui s'est tenue à Hammamet (Tunisie) en octobre 2002. Deux exposés en particulier ont marqué cette journée : celui de B. Chabbat sur les textes réglementaires, et celui de G. Lallich-Boidin et J.-P. Metzger sur la représentation du temps dans les documents numériques.

Bilan

Cette action spécifique, par son ouverture thématique, a constitué un lieu de réflexion unique. Elle a permis d'aborder un champ de recherche à la fois vaste et actuel, qu'il est rarement possible d'appréhender dans son ensemble. Elle a permis de rapprocher des communautés qui trouvent habituellement peu de lieux d'échange, et d'essayer d'aller vers une vue synthétique et structurée des recherches menées traditionnellement de manière séparée, et selon des sensibilités différentes.

Notre démarche a tenté de permettre de révéler les complémentarités et de dégager de nouveaux axes de coopération et d'enrichissement mutuel.

Articulant exposés généraux et présentations plus spécialisés, discussions de fond et workshop, nous avons défini comme objectif premier d'établir un lexique commun et partagé, afin d'avoir un vrai dialogue inter-disciplinaire et de pouvoir construire sur cette base.

L'activité s'est ensuite concrétisée par l'organisation d'un atelier à la SDN (Juin 2004), le lancement d'appels à communication (revue «Document Numérique», I3), et l'établissement d'échanges avec nos collègues canadiens. Nous souhaitons bien évidemment que cette dynamique perdure, et un encouragement consisterait à nous permettre de faire encore vivre ce «réseau», comme lieu de synthèse et d'échanges pour les jeunes chercheurs, les chercheurs confirmés, et les industriels, et nous permettre de faire aboutir les actions initiées.

Rendez-vous pour notre prochaine échéance à La Rochelle : nous vous invitons à participer très largement à l'événement !

Temps et documents numériques

Rédacteurs : Jean-Paul Metzger – Enssib, Geneviève Lallich-Boidin – UCBL
metzger@enssib.fr - boidin@univ-lyon1.fr

Introduction

Avant d'aborder les différents travaux de recherche centrés sur le document numérique, il nous semble utile de définir le document dans sa dimension humaine et sociale. Cette tentative de définition ne prétend pas se substituer à tous les efforts concomitants de définition de la même notion, mais seulement de mettre l'accent sur ce qui nous semble important.

Définition

Un **document** est une relation quaternaire asynchrone entre un auteur, un discours, un support et un lecteur. Autrement dit :

un document = R (L, A, D, S) qui peut se paraphraser par
« L lit un D produit par A sous forme S »

Implications

Une telle définition exprime de façon statique que le discours (D) inscrit sur son support (S) constitue le media au travers duquel le lecteur (L) rentre en contact avec l'auteur (A). Elle dit aussi que seuls les discours inscrits sur un support sont à même de devenir documents. Un document est donc nécessairement un objet matériel.

De plus, cet objet est un construit ou artefact, à la fois œuvre d'auteur, et ouvrage de scripteur car l'auteur du discours n'est pas toujours celui qui l'inscrit sur le support. Cette définition dit enfin que œuvre et ouvrage ne sont qu'une face du document, l'autre face étant construite par le lecteur (L). C'est le lecteur qui dote cet artefact du statut de document. Ainsi, un support de discours devient document par celui qui en reçoit le discours, celui qui l'interprète. Autrement dit, nous postulerons **qu'un document sans lecteur n'est pas un document**. Un document sans lecteur est assurément un objet construit, un artefact mais tant qu'il n'a pas atteint un destinataire, il reste lettre morte.

Par exemple, la Grotte Chauvet est devenue document le jour où des spéléologues l'ont découverte. Ceux-ci en ont fait une première lecture qui a été reprise et amplifiée par des archéologues.

La notion de lecteur recouvre une grande diversité de statut : c'est avant tout une entité humaine prise dans sa dimension sociale. Elle peut être individuelle ou collective, elle peut revêtir des fonctions diverses : conservateur, groupe de chercheurs,...

Un même artefact ne sera pas considéré de la même façon par des lecteurs différents, il y a donc au-delà d'un même artefact autant de documents que de lecteurs.

Pour un lecteur donné, un document s'insère dans un ensemble documentaire plus vaste. Il n'a de valeur documentaire que parce qu'il participe à un ensemble documentaire plus vaste, à une collection ou corpus.

Un **document numérique** est un document qui a pour caractéristique d'être sur un support électronique, d'être perceptible via la technologie numérique. Le support numérique interdit l'enregistrement d'objets du monde, comme les spécimens d'un herbier, comme les livres, et se limite alors à l'enregistrement de représentations de ces objets.

Les temps du document numérique

Le thème de l'action spécifique, "les temps du document numérique", pourrait sembler quelque peu provocateur, car le plus souvent le temps est représenté par une échelle unique qui contraint à ne poser l'existence que d'un seul univers. A contrario, nous posons l'existence de trois univers différents, chacun lié à une représentation du temps.

Ces univers entretiennent des relations entre eux comme les trois temps que nous dégagerons.

Position du problème

Un corpus documentaire joue le rôle de mémoire matérielle constituée par des personnes dans le cadre d'une activité. Un tel corpus, de façon analogue à une mémoire évolue dans le temps, au gré des ajouts, des oublis (effacements volontaires ou accidentels), des restructurations internes.

Par ailleurs, un corpus ne doit son existence qu'à l'activité dont il est la trace. Cela s'applique aussi bien aux collections d'œuvres picturales ou d'objets réunies par un amateur d'art (les collections Barnes, Winthrop, André Breton...) ou par un musée qu'aux liasses de documents liés à un projet d'ingénierie dans une entreprise, qu'aux archives d'un chercheur d'une équipe de recherche ou d'un collectionneur (la bibliothèque du Duc d'Aumale). Cette activité s'ancre nécessairement dans l'univers social auquel les acteurs appartiennent. Cet univers s'appréhende relativement au contexte dans lequel le corpus est exploité. Il peut se limiter à un nom de projet au sein d'une entreprise mais verra au cours du temps et des évolutions de l'entreprise la précision de son contexte s'enrichir (projet XXX, mené au sein de la division YYY à telle période). Cependant, certains corpus sont appelés à être exploités dans des sphères beaucoup plus larges que celles qui les ont produites, et la reconstruction du contexte socio-historique dans lequel ils furent construits s'avère indispensable comme préalable à leur interprétation.

Enfin, un corpus est constitué de documents contenant des textes, des figures, des enregistrements de paroles, d'images animées... Ceux-ci peuvent alors être perçus comme étant des discours aux yeux de celui qui en prend connaissance. Chaque discours est porteur de son univers de discours reconstruit par l'interprétant (le lecteur). Et alors se tissent de liens internes et externes à cet univers de discours : des liens internes entre les univers des différents discours dans l'intertextualité, des liens entre le contexte socio-historique qui habite l'interprétant et les univers de discours. Les conséquences peuvent avoir une portée variable : elles peuvent être source de nouveaux liens entre documents du corpus, donner naissance à de nouveaux documents qui seront joints à ce corpus, et aller jusqu'à modifier l'univers socio-historique.

Pour ces raisons, nous posons l'existence de trois univers ou espaces distincts : l'univers ou espace documentaire, celui où se situe le corpus documentaire, l'univers du contexte dans lequel les acteurs évoluent qu'ils soient auteurs, lecteurs, « collectionneurs »..., et l'univers créé par le discours ou espace discursif.

Par ailleurs, nous plaçons l'espace documentaire au centre de notre dispositif. En effet, il a pour spécificité d'être le seul perceptible par sa matérialité. Bien sûr, en tant qu'artefact, il ne peut être observé comme l'est un élément naturel, mais plutôt interprété.

Les différents univers

Un corpus documentaire joue le rôle de mémoire matérielle constituée par des personnes dans le cadre d'une activité. Un tel corpus, de façon analogue à une mémoire évolue dans le temps, au gré des ajouts, des oublis (effacements volontaires ou accidentels), des restructurations internes.

Par ailleurs, un corpus ne doit son existence qu'à l'activité dont il est la trace. Cela s'applique aussi bien aux collections d'œuvres picturales ou d'objets réunies par un amateur d'art (Barnes, Winthrop, André Breton...) ou par un musée qu'aux liasses de documents liés à un projet d'ingénierie dans une entreprise, qu'aux archives d'un chercheur d'une équipe de recherche ou d'un collectionneur (Duc d'Aumale). Cette activité s'ancre nécessairement dans l'univers social auquel les acteurs appartiennent. Cet univers s'appréhende relativement au contexte dans lequel le corpus est exploité. Il peut se limiter à un nom de projet au sein d'une entreprise mais verra au cours du temps et des évolutions de l'entreprise la précision de son contexte s'enrichir (projet XXX, mené au sein de la division YYY à telle période).

Cependant, certains corpus sont appelés à être exploités dans des sphères beaucoup plus larges que celles qui les ont produites, et la reconstruction du contexte socio-historique dans lequel ils furent construits s'avère indispensable comme préalable à leur interprétation.

Enfin, un corpus est constitué de documents contenant des textes, des figures, des enregistrements de paroles, d'images animées... Ceux-ci peuvent alors être perçus comme étant des discours aux yeux de celui qui en prend connaissance. Chaque discours est porteur de son univers de discours reconstruit par l'interprétant (le lecteur). Et alors se tissent de liens internes et externes à cet univers de discours : des liens internes entre les univers des différents discours dans l'intertextualité, des liens entre le contexte socio-historique qui habite l'interprétant et les univers de discours. Les conséquences peuvent avoir une portée variable : elles peuvent être source de nouveaux liens entre documents du corpus, donner naissance à de nouveaux documents qui seront joints à ce corpus, et aller jusqu'à modifier l'univers socio-historique.

Pour ces raisons, nous posons l'existence de trois univers ou espaces distincts : l'univers ou espace documentaire, celui où se situe corpus documentaire, l'univers du contexte dans lequel les acteurs évoluent qu'ils soient auteurs, lecteurs, « collectionneurs »..., et l'univers créé par le discours ou espace discursif.

Par ailleurs, nous plaçons l'espace documentaire au centre de notre dispositif. En effet, il a pour spécificité d'être le seul perceptible par sa matérialité. Bien sûr, en tant qu'artefact, il ne peut être observé comme l'est un élément naturel, mais plutôt interprété.

L'espace documentaire

L'espace documentaire est le lieu où s'organisent les collections. Aux rôles classiques d'auteur et de lecteur, viennent se superposer d'autres fonctions : sélection, description, structuration, diffusion. Ces fonctions sont exécutées par des personnes s'inscrivant dans l'univers socio-historique, intermédiaires entre les auteurs des documents et leurs lecteurs. L'espace documentaire apparaît alors comme un support matériel de médiation entre les deux pôles de la communication, support qui autorise la désynchronisation entre les deux processus de production-énonciation d'une part et de réception-interprétation d'autre part, car sa

matérialité lui permet de traverser le temps, c'est donc autour de lui que s'agenceront les deux autres espaces. C'est un lieu de mémoire, de structuration, de mise en relation de documents. Matérialité et persistance donnent à l'espace documentaire ce rôle de transmetteur. C'est donc un moyen de communiquer en traversant le temps.

L'espace documentaire est constitué de documents mais aussi de fragments de documents, ou unités documentaires, quelle que soit leur granularité.

Pourquoi distinguer espace documentaire et univers socio-historique ?

Un espace documentaire, puisque trace d'une activité sociale, pourrait être intégré dans l'univers socio-historique. Nous n'optons pas pour cette solution pour plusieurs raisons. Nous considérons qu'un espace documentaire de par sa matérialité n'est pas de la même nature que les entités qui constituent l'univers social. Il en est la trace perceptible. Il permet donc une communication désynchronisée comme le permet la mémoire d'un humain qui se trouve en situation de témoigner de faits qu'il a vécus. Les documents permettent ainsi à l'instar de la mémoire humaine d'accorder au discours qu'ils renferment une autonomie temporelle par rapport à l'univers socio-historique. En d'autres termes, l'enregistrement d'énoncés sur support matériel (hors de la mémoire humaine) leur permet ainsi de s'affranchir du temps social.

Liens entre univers social et univers du discours

L'énonciateur et l'interpréteur appartiennent tous deux à l'univers social et le partagent, mais grâce à l'espace documentaire, ils peuvent désynchroniser leur activité. L'espace documentaire recèle des discours. Ces discours jouent un double rôle vis-à-vis de l'univers social : ils en sont le reflet, et participent à sa construction. Car le sujet interprétant a pour vocation de reconstruire le temps social à partir des discours.

La distinction entre espace discursif et univers socio-historique s'illustre aisément au travers de la distinction entre « journaux » et « mémoires ». Pour reconstituer l'univers socio-historique d'une période écoulée, l'on peut s'appuyer sur les documents produits à cette époque, les *journaux* intimes ou publics, ou sur les documents écrits plus tardivement par ceux qui ont vécu cette période, les *mémoires*.

Dans le cas des journaux, le temps de l'énonciation, celui où le locuteur parle, s'identifie au temps socio-historique des événements relatés. En contrepartie, le lecteur-interprétant d'aujourd'hui doit reconstruire cet univers pour pouvoir situer les énoncés dans leur contexte de production.

Dans le cas des mémoires, le temps de l'énonciation est différé par rapport à celui des événements relatés. Le temps de l'énonciation est donc distinct, car différé, de celui des événements. La reconstruction du contexte s'effectue en deux instants par deux acteurs différents. L'auteur doit reconstruire le contexte socio-historique de ses souvenirs, tandis que le lecteur doit reconstruire l'univers dans lequel l'auteur a écrit.

Les dimensions temporelles

Certaines applications informatiques incorporent la prise en compte du temps dans la gestion et l'interrogation de fonds documentaires [Aramburu, 2001]. L'analyse de la situation à modéliser les conduit naturellement à distinguer l'événement documentaire (parution d'un article, par exemple) de l'événement social dont le document traite. Malgré cette distinction justifiée, le modèle proposé se limite à une seule dimension temporelle (l'axe classique du temps avec ses repères arbitraires que sont les dates).

Nous proposons de considérer autant d'axes temporels que d'univers.

Le temps documentaire

Le temps documentaire est marqué par les événements qui affectent l'espace documentaire : apparition de nouveaux documents, destruction, modification, mais aussi par les événements qui en affectent la structuration (construction ou suppression de liens).

Relèvent aussi du temps documentaire, la succession des chapitres, des paragraphes, des phrases, des mots d'un texte ; ou encore celle des plans, des séquences et des scènes d'un film. Cependant les films diffèrent des textes par le fait que le temps de lecture est dans un cas imposé par le dispositif (N images par seconde), dans l'autre librement choisi par le lecteur. De ce fait, le temps de lecture appartient aussi au temps documentaire.

Le temps documentaire se distingue du temps social, car il est lié à l'espace documentaire. Ainsi, la découverte en l'an 2000 d'une nouvelle œuvre de Shakespeare, est un événement de l'espace documentaire (inscription à l'inventaire) avant que de marquer l'univers social.

Le temps du discours

De nombreux travaux se sont intéressés au temps de l'univers du discours. Nous considérerons cette dimension comme acquise et renverrons les lecteurs aux philosophes comme Michel Foucault, Paul Ricoeur et aussi aux linguistes comme Emile Benveniste, Catherine Fuchs.

Discours : ensemble d'énoncés.

Le temps social

Le temps social est celui que nous partageons. Il est fait d'évènements, de périodes. Il est assurément culturel puisque nous apprenons à associer des dates à des événements.

L'énoncé contient une part de l'énonciateur. En revanche l'allocutaire qui reçoit cet énoncé le transforme en document. Intervient alors le sujet interpréteur.

Communication différée.

Un exemple :

Un historien interroge un témoin d'une époque passée. Les faits révélés sont inscrits dans la mémoire du témoin. Il y a désynchronisation entre le temps social et le temps du discours. Le document pourrait être considéré comme une mémoire qui permet d'accorder au discours une autonomie temporelle par rapport au contexte.

L'enregistrement d'énoncés sur support matériel (hors de la mémoire humaine) leur permet de s'affranchir du temps social. C'est donc au sujet interprétant de reconstruire le temps social à partir des énoncés.

L'univers documentaire est un intermédiaire « perceptible » entre contexte social et discours.

Le discours est reflet du social et construit l'univers social.

L'univers documentaire est le lieu où s'organise des collections, ce qui fait intervenir d'autres acteurs sociologiques, lieu de mémoire, de structuration, de mise en relation de documents.

L'énonciateur et l'interpréteur appartiennent tous deux à l'univers social et le partagent, mais grâce à l'espace documentaire, ils peuvent désynchroniser leur activité. Mais pour partager il leur faut un système de médiation, constitué de l'univers documentaire et de l'univers du discours.

Les relations entre univers

Distinction entre univers social et univers documentaire.

Elle est nécessaire car nous postulons l'autonomie du document par rapport au contexte social pour les raisons suivantes :

- un document est d'une nature différente du fait social, il est de nature symbolique,
- les documents se positionnent les uns par rapport aux autres (société documentaire – intertextualité),
- tout document est une reprise au moins partielle de documents qui le précèdent (accumulation),
- l'univers documentaire contribue à la construction de l'univers social,
- le document n'est pas compréhensible sans inscription dans le temps,
- le document traverse le temps social, mais il est soumis comme tout objet à destruction, détérioration, découverte.

Distinction/relation entre l'univers social et l'univers du discours.

L'univers du discours qu'il soit fiction ou « documentaire » se distingue de l'univers social par l'exercice d'une opération complexe de représentation-énonciation. C'est la construction d'une représentation, qu'elle fasse référence à l'univers social ou qu'elle prétende en être indépendante. Par les objets qui sont introduits dans l'univers de discours, qui présentent bien souvent des grandes similitudes avec des objets de l'univers social, ainsi que les relations entre eux, elle est nécessairement reliée à l'univers social dont émane le discours.

Les discours sont toujours décalés par rapport à cet univers social. Inversement, les discours construisent des représentations symboliques que l'univers social s'approprie.

Distinction/ relation entre univers du discours et univers documentaire.

La cohérence discursive (ex : roman) construit un univers cohérent. Plus complexe est la situation créée par un corpus de documents qui peuvent être contradictoires ou incohérents.

Autant d'univers qu'il y a d'unités documentaires

- communauté scientifique – société - cohérence intertextuelle dans certains domaines scientifiques (terminologie, postulat, code), les textes réglementaires qui forment corpus (les textes se répondent les uns aux autres) parce qu'ils ont pour finalité de participer à la construction du même univers
- le lecteur en présence d'univers de discours incohérents émanant d'unités documentaires distinctes, reconstruit un univers commun aux discours incohérent qui rend l'ensemble à nouveau cohérent. Il est à ce stade mûr pour produire à son tour de nouveaux écrits.

Relations entre les temps

C'est par l'autorité que le temps documentaire est lié au temps social

Le temps documentaire permet la mise en relation du temps du discours et du temps social.

La lecture du document s'opère chez le lecteur via la construction de l'univers du discours, porteur d'un temps.

Relations entre temps documentaire et temps du discours :

L'univers social implique que le temps de l'auteur précède le temps du « lecteur ».

Le temps de lecture s'inscrit dans le temps social qu'il soit imposé strictement par le langage (dans le cas de l'audiovisuel) ou laisse plus de latitude au lecteur dans le cas de l'écrit (quotidien, roman,...).

Les temps d'écriture et de lecture sont des liens entre le temps documentaire et le temps social. L'écriture est une opération de transfert de l'univers social vers l'univers documentaire, opération durable qui s'accomplit par l'existence d'un écrit. Inversement, la lecture est un transfert de l'univers documentaire vers l'univers social.

Chaque univers est caractérisé par son axe temporel.

Le temps est marqué par les changements. Les relations entre temps vient des changements dans un univers qui provoquent des changements dans les autres univers.

L'univers documentaire étant au centre de nos préoccupations. Quelles sont les conséquences des changements dans l'univers du discours qui provoquent des changements dans l'univers du discours ou dans l'univers social.

On peut aussi se poser la question de l'univers social vers l'univers documentaire :

Ex. : attentat dans le métro parisien => événement au sein de l'univers social.

Cela provoque la production de tout un ensemble documentaire

Exemple cité par H. Hudrisier : Une photo de presse représentant le président de la République C. De Gaulle en présence de G. Pompidou et de V. Giscard d'Estaing (prise avant 1969) est devenu document pour beaucoup à l'issue des élections présidentielles de 1969 et 1974.

Exemple cinématographique : *La Dolce Vita* de Fellini, discours critique sur une société décadente, devenu document car considéré comme étant significatif d'une certaine étape dans l'évolution des sociétés occidentales.

Conclusion : numérisation : ses perspectives

Pistes pour la formalisation

Logiques temporelles

Nœud du problème : relations entre les temps

La réorganisation induite des archives (historique, d'entreprise, open...).

Bibliographie

- Aramburu M., Berlanga R. A temporal object-oriented model for digital libraries of documents. *Concurrency and computation : practice and experience* 2001, 13:987-1011.
- Benvéniste (Emile). *Problèmes de linguistique générale*. Paris, Gallimard, 1966.
- Jeanneret (Yves). *Communication, transmission : un couple orageux*. Sciences Humaines, Hors Série n° 36, mars-avril-mai 2002.
- Eco (Umberto). *Le signe*. XXX
- Foucault (Michel). *L'archéologie du savoir*. Paris, Gallimard, 1969
- Fuchs (Catherine), Léonard (Anne-Marie). *Vers une théorie des aspects*. Paris, Mouton, 1979.
- Gonord (Alban) ed. *Le temps : textes choisis et présentés par A. Gonord*. Paris, Flammarion, 2001.
- Hesse (Carla). *Books in time*. In *The future of the Book* ed. by Nunberg (Geoffrey). Berkeley, Los Angeles, University of California Press, 1996, pp. 21-33.
- Hobbs (Jerry R.). *A DAML Ontology of Time*. University of Rochester, November 2002, <http://www.cs.rochester.edu/~ferguson/daml/daml-time-nov2002.txt>
- Maingueneau (Dominique). *Genèses du discours*. Coll. : Philosophie et Langage. Bruxelles, Pierre Margada, 1984.
- Ricoeur (Paul). *La mémoire, l'histoire, l'oubli*. Paris, Editions du Seuil, 2000.

Indexation/recherche dans les corpus temporalisés

Rédacteurs : Sylvie Calabretto, Yannick Prié - LIRIS Lyon

On considère dans cette partie des systèmes d'information documentaires permettant de gérer des corpus dits *temporalisés*, car ayant une dimension temporelle, laquelle peut être présente au niveau des méta-données décrivant les documents, mais aussi, éventuellement lors de la présentation de ceux-ci (*temporalisation d'utilisation*).

Nous considérerons la notion de temporalité au niveau de l'indexation puis de la recherche et la visualisation des documents ou ensemble de documents de corpus temporalisés.

Indexation

Indexer consiste à associer à un document des descripteurs qui permettront de le retrouver. Les descripteurs temporels peuvent être de tous ordres : dates liées aux documents en tant que tels, temps historique, temps du discours, temps du récit, etc. L'indexation peut être plus ou moins automatique.

La temporalisation manuelle de documents consiste à associer à ceux-ci (ou à des fragments de ceux-ci) des annotations ou méta-données ayant un contenu temporel, éventuellement issues d'organisations de connaissances (thésaurus ou ontologies). L'ensemble des annotations forme une structure « temporelle » enrichissant le document ou la base de documents, et en permettant une exploitation « temporalisée ».

Tous les systèmes de gestion documentaire (et de gestion de fichiers) intègrent ainsi la notion de *date*, qui permet de temporaliser les documents : date de rédaction, de publication, de modification, d'accès, date de destruction prévue, etc. Ces dates sont le plus souvent incluses dans les informations de gestion du document [Pin90] constituant une catégorie du profil du document ou informations signalétiques. Cette indexation par les dates, très utilisée, nécessite que le système gère lui-même la manipulation des documents et/ou leur diffusion. A contrario, lorsque le système ne prend en charge que les index (méta-données), seule la date de publication joue un rôle important et doit être renseignée manuellement. La date liée à la gestion documentaire se rattache au *temps de l'univers documentaire*.

Les langages d'indexation des bibliothèques offrent également la possibilité de prendre en compte la composante temporelle des documents [Gre02]. Nous pouvons citer en particulier RAMEAU (Répertoire d'Autorité Matière, Encyclopédique, Alphabétique Unifié) créé en 1980 par la Bibliothèque Nationale de France [BNF99], [BNF00] à partir du fichier d'autorité des vedettes-matières de l'Université Laval de Québec. Il est aujourd'hui le langage d'indexation national. La subdivision chronologique permet d'exprimer la période envisagée pour le document à indexer. La vedette matière construite ne comporte qu'une subdivision chronologique. Ainsi, pour un document portant sur deux siècles, il faudra établir deux vedettes-matières. Il existe deux types de subdivisions chronologiques :

- Spécifique : propre à un lieu ou à un sujet qui est entrés dans la liste d'autorité sous le nom de lieu ou du sujet.
- Affranchie ou « commune » : employée lorsqu'il n'existe pas de découpage chronologique spécifique :
 - Les siècles
 - Les grandes périodes : « jusqu'à 1500 », « antiquité », « moyen âge », etc.
 - Les « tournants » du siècle : 1789-1815, 1870-1914, 1990-...
 - Les subdivisions du 20^{ème} siècle.

Un autre langage documentaire, le thesaurus PACTOLS [Pac89] du langage FRANTIQ, permet la prise en compte du temps. PACTOLS est l'acronyme de Peuples, Anthroponymes, Chronologie, Toponymes, Œuvres, Lieux et Sujets. Les thesaurus PACTOLS sont des listes de termes sélectionnés et organisés selon des relations sémantiques (synonymie, antinomie, adjacence) ou hiérarchiques (termes génériques et termes spécifiques). L'indexation d'un document se fait par un choix dans la liste des termes des thesaurus PACTOLS, mais aussi par des mots-clés libres et des mots-clés macroscopiques constitués de trois chiffres, qui correspondent à un découpage de la réalité selon quatre axes : espace, temps, disciplines et objets d'études. Les relations d'équivalence permettent d'utiliser le descripteur retenu et contrôlent les problèmes de synonymie. Par exemple, pour « âge de la pierre », le thesaurus précise qu'il faut utiliser « paléolithique ». Il existe pour les lieux et le temps une relation d'inclusion.

En ce qui concerne la temporalisation interne d'un document, les analystes du récit étudieront par exemple l'architecture de celui-ci en considérant le temps diégétique comme une suite de moments, qui pourront être utilisés dans une structure hypertextuelle. Les archéologues chercheront des indices stylistiques, spatiaux ou naturels (ex. datation au C14) pour construire le temps archéologique et définir des synthèses chronologiques [Acc03a], [Acc03b], le temps archéologique étant souvent présenté comme l'une des trois dimensions principales de l'archéologie avec l'espace et les types de vestiges. Mais ici le temps est dépendant de l'espace et des vestiges. La figure 1 présente l'interface du prototype Emates [Acc04] qui permet de situer des époques les unes par rapport aux autres (ces époques sont des descripteurs associés à des fragments documentaires) et de détecter des incohérences éventuelles. Les relations temporelles sont basées sur les relations de Allen [All83], [All91]. Les dépendances entre temps et espace se retrouvent également dans les Systèmes d'Informations géographiques Lan93].

Au delà des méthodes manuelles, d'autres méthodes d'indexation/temporalisation consistent à rechercher des marqueurs temporels dans les documents textuels [Bor88]. Ces méthodes s'appuient sur le Traitement Automatique des Langues (TAL), et se basent sur la définition de règles d'extraction et de vocabulaires. On y recherchera par exemple des dates, des marqueurs de durée ou de pointage temporel (« hier », « pendant que », « avoir lieu le ») qui permettent d'interroger aussi bien le temps du récit que le temps historique, en fonction du genre du document (roman, article de journal, etc.).

Citons enfin le cas des documents multimédias, qui peuvent être « naturellement » temporellement indexés (ou au moins indexables) du fait de leur temporalité intrinsèque : un document audiovisuel est par exemple décrit par sa durée, un hypermédia par ses moments et leurs enchaînements. Dans le contexte des documents audiovisuels (voir chapitre Documents audiovisuels et temps), plusieurs temps ont été identifiés : le temps de l'histoire (les événements de mai 1968), le temps du document (documentaire de 52 minutes), le temps du support (diffusé le 19 mai 2001 sur TF1 de 20h30 à 20h50), le temps du média, le temps du discours, le temps pivot (dynamique, montage), etc. Nous retrouvons ici les trois temps définis dans le chapitre précédent.

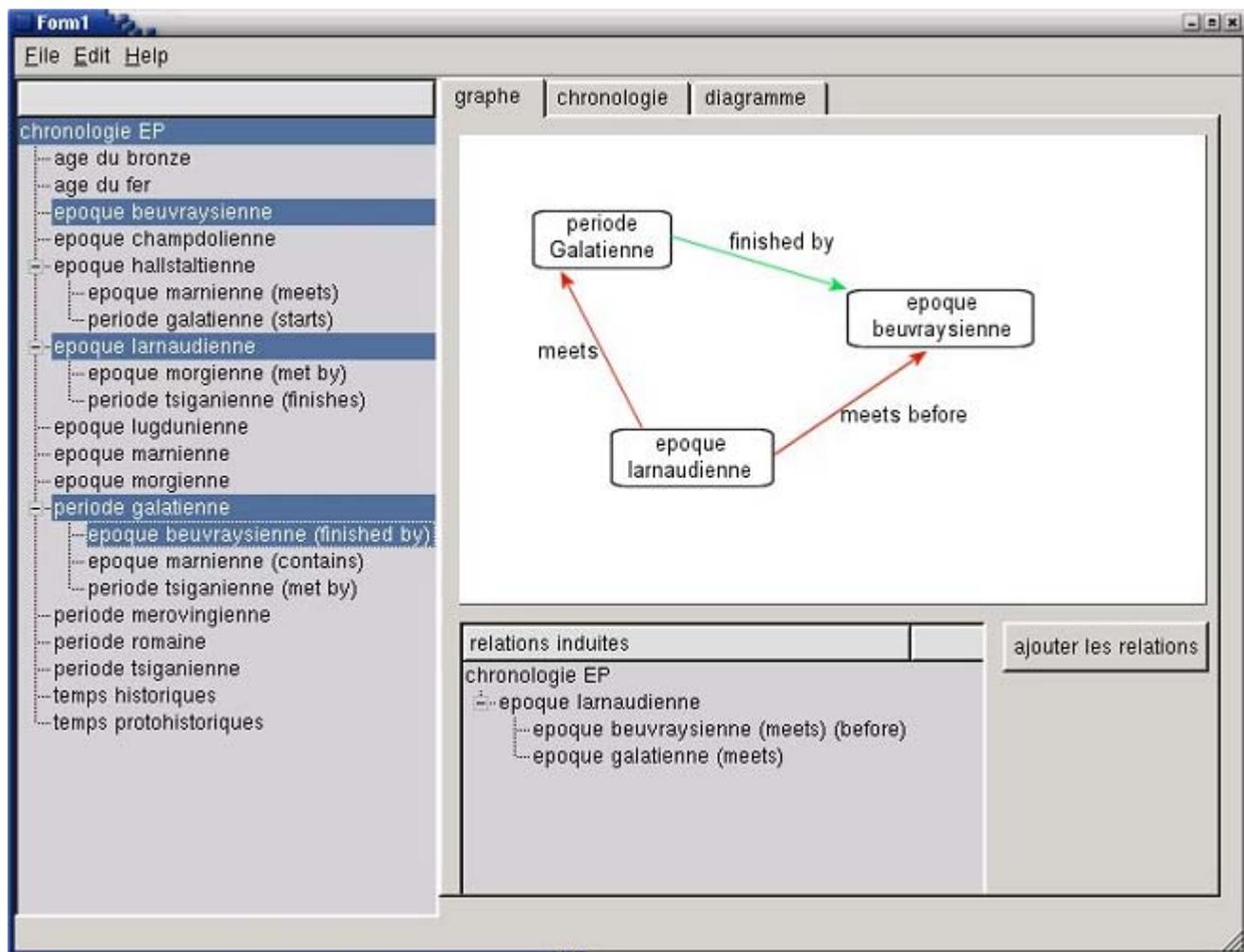


Figure 1 : L'interface EMATES

Recherche/visualisation

Un corpus temporalisé est un ensemble de documents muni d'une structure de méta-données à caractère temporel. Si l'indexation consiste à mettre en place cette structure, la recherche consiste à en faire usage pour trouver des documents en fonction de leurs caractéristiques temporelles. *A fortiori*, la visualisation vise à présenter contenus documentaires et corpus de façon temporalisée à partir des données de cette structure.

Un SGBD documentaire intégrant une composante temporelle permet de poser des requêtes dans cette composante [Fau00]. Les langages développés pour ce genre de requêtes s'appuient souvent sur une extension de langages classiques permettant de prendre en compte l'algèbre de Allen.

Ces langages sont en général trop complexes pour être directement manipulables par des utilisateurs lambda. Des langages de plus haut niveau sont alors nécessaires, ainsi que des interfaces appropriées.

M.J. Aramburu Cabo et R.B. Berlanga Llavori [Ara01] proposent un langage de requêtes pour des documents historiques ou temporels d'une bibliothèque numérique, le langage TDRL (Temporal Document Retrieval Language). Le format d'une requête TDRL est le suivant :

```

select Vgoal
from Path1 as V1, ..., Pathn as Vn
[where Condition1 and ... and Conditionn]
[at Timeperiod]

```

Sémantiquement, le résultat d'une requête TDRL est un ensemble de documents qui satisfont les contraintes de domaine de la clause **from**, les prédicats de la clause **where** et la projection temporelle de la clause **at**. Le résultat de la requête est dénoté par une variable V_{goal} . Si on considère un ensemble d'articles de journaux, on peut poser la requête suivante :

```

Select a.header.title from Article as a
Where contains(a;body,'Japan' & 'car company',0.75)
at [1/1/1998,31/12/1998]

```

dont le but est de retrouver les titres des articles au sujet de 'Japanese car manufacturers' avec une pertinence supérieure à 0.75 et publiés au cours de l'année 1998.

Lorsque l'on interroge des corpus temporalisés, il peut être pertinent de pouvoir présenter les résultats de façon temporalisée, notamment lorsqu'il y a beaucoup de résultats et que la dimension temporelle est importante.

Par exemple [Chr02] décrit une façon de présenter des extraits d'informations télévisuelles en fonction de dates de diffusion. Pour un intervalle de temps défini en manipulant un slider, le système indique les mots-clés et les personnes les plus citées dans les notices des extraits, et présente des images-clés situées sur une ligne de temps.



Il est également possible de considérer la *temporalisation* de documents non temporels. Celle-ci peut être automatique, par exemple le feuilletage d'un document, ou bien on peut s'intéresser au temps de la lecture par un utilisateur (ainsi qu'aux parcours), qui peut être tracé et éventuellement réutilisé (pour une autre lecture, pour raisonner, etc.). Ceci peut être étendu aux corpus : temps des parcours et des lectures du corpus. Par exemple, un parcours dans des

listes successives de retours de moteur de recherche temporalisent le corpus autour de la requête.

Un autre exemple est issu du logiciel libre Porphyre [Bén03] qui permet de naviguer dans les comptes-rendus d'un même site de fouilles archéologiques par année (fouilles de 1993, fouilles de 1994, fouilles de 1995) ou par sites d'une même année (cf. figure 2). Un parcours de lecture est ici défini comme un historique parmi des étapes de lecture et permettant une navigation.

Un autre point de vue est le versionnage de documents. Si dans certaines applications, seule la dernière version compte, il est souvent intéressant d'accéder aux versions précédentes. Cet accès doit être simple et permettre de répondre à des questions comme : « Qu'est-ce qui a changé en janvier 1999 ? », « quelle est la somme des changements depuis mars 2000 ? ». L'outil de configuration CVS (Concurrent Version System) [Bor00] permet de gérer les versions successives d'un document et autorise également le travail collaboratif. Voici la commande CVS pour afficher la différence entre deux versions d'un document, ici données par leurs dates :

```
Cvs diff -D '2000-06-01' -D '2001-06-30' article temps_et_document.tex
```

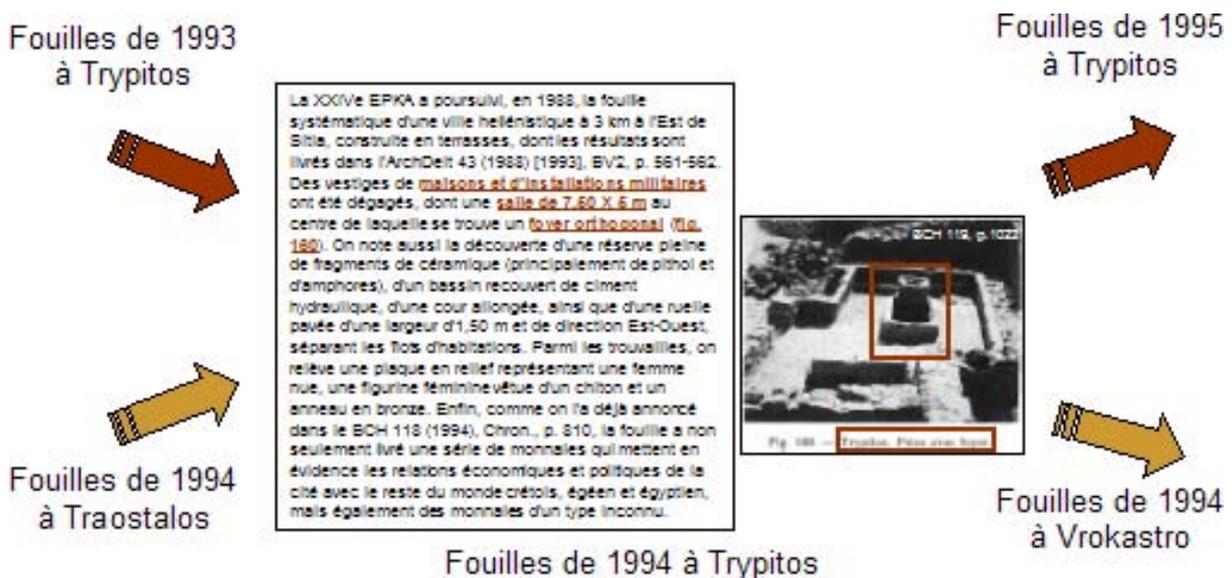


Figure 2 : Parcours de lecture dans Porphyre

Pistes futures de recherche

Nous insistons en conclusion de ce chapitre les pistes de recherche qui nous semblent les plus importantes :

- Etude, en fonction des usages possibles, des méta-données temporelles possibles, correspondant à des temps pertinents pour l'utilisateur. Ces méta-données peuvent être définies dans des thésaurus ou des ontologies, plus ou moins personnelles. Il y a lieu, pour les ontologies de descripteurs temporels, d'étudier les possibilités d'inférences liées aux concepts manipulés.
- Définition de langages de haut-niveau et d'interfaces graphiques appropriées pour les requêtes dans les corpus temporalisés, de telle sorte de la dimension temporelle des

corpus soit mieux prise en compte dans les processus de recherche d'information, et de façon plus « naturelle ».

Références

[Acc02a] T. Accary. Instrumenter le travail des archéologues : la modélisation du temps, Mémoire de DEA – LISI INSA Lyon, juillet 2002

[Acc02b] T. Accary, A. Bénel, S. Calabretto. Modélisation de Connaissances Temporelles en Archéologie. Actes des Journées francophones d'Extraction et de Gestion des Connaissances. 22-24 Janvier 2003, Lyon. RSTI série Revue Intelligence Artificielle-ECA-Volume 17, n°1-2-3, 2003, pp. 503-508

[Acc04] T. Accary, A. Bénel, S. Calabretto, A. Iacovella. Confrontation de points de vue sur des corpus documentaires : Le cas de la modélisation du temps archéologique. Actes du 14ème Congrès francophone de Reconnaissance des formes et d'Intelligence artificielle, RFIA 2004, Toulouse, 28 au 30 Janvier 2004, pp. 197-205

[All83] James F. Allen. Maintening knowledge about temporal intervals. Communications of the ACM, 26(11):832–843, 1983.

[All91] James F. Allen. Time and time again : The many ways to represent time. Internationnal Journal of Intelligent Systems, 6(4):341–355, July 1991.

[Ara01] M.J. Aramburu Cabo and R.B. Berlanga Llavori. A temporal object-oriented model for digital libraries of documents. Concurrency and computation: practice and experience. 2001;13:987-1011

[BNF99] Bibliothèque Nationale de France. Service de coordination bibliographique. RAMEAU [Répertoire d'Autorité Matière, Encyclopédique, Alphanétique Unifié] : noms communs, noms géographiques, suivis de subdivisions chronologiques. ABES, 1999, 7 volumes

[BNF00] Bibliothèque Nationale de France. Guide d'indexation RAMEAU. Bibliothèque Nationale de France, 2000, c1999, 264 p. ISBN 2-7177-2131-2

[Bén03] A. Bénel. Consultation assistée par ordinateur de la documentation en Sciences Humaines. Considérations épistémologiques, solutions opératoires et application à l'archéologie. Thèse de doctorat de l'INSA de Lyon, Décembre 2003

[Bor88] A. Borillo et M. Bras. Une approche cognitive du raisonnement temporel. Actes des 2èmes journées GRECO-PRC IA, Teknea, Toulouse, pp.11-36

[Bor00] S. Bortzmeyer et O. Perret. Versionnage : garder facilement trace des versions successives d'un document. Exemples avec un outil de contrôle de versions (CVS). Revue Document numérique. Numéro spécial sur l'archivage. Volume 4 – n°3-4/2000, pp. 253-264

[Chr02] M. G. Christel, A. G. Hauptmann, H. D. Wactlar, T. D. Ng. Collages as dynamic summaries for news video. Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia, Juan-les-Pins, France, 2002, pp. 561 - 569

[Dru01] J. Drucker and B. Nowviskie. Temporal Modelling: Summary of Research and Project Outline, October 2001, Intel presentation

[Fau00] M.C. Fauvet. Bases de données temporelles. Actes de l'Ecole thématique « Documents et évolution » du GDR i3, Tome 2, Ed. CEPADUES, 2000

[Gre02] I. Grzesiak. Représentation du temps et de l'espace dans les bibliothèques numériques. Rapport de recherche bibliographique. DESS Réseaux d'information et document électronique. ENSSIB, 2002

[Lan93] G. Langran. Time in Geographic Information Systems. Ed. Taylor&Francis. 1993

[Pac89] Les thesaurus PACTOLS de FRANTIQ.
<http://frantiq.adbs.fr/prodserv/jetude/html/PACTOLS/PACTOLS.html>

[Pin90] J.M. Pinon et R. Laurini. La documentation multimédia dans les organisations. Ed. Hermès, 1990

Le temps dans les documents audiovisuels

Rédacteur : Jean Carrive, Institut National de l'Audiovisuel
jcarrive@ina.fr

Nous nous intéressons ici aux documents audiovisuels diffusés par voix hertzienne, câble ou satellite, c'est-à-dire essentiellement aux émissions télévisées et radiophoniques, et plus particulièrement aux émissions de télévision. Jusqu'aux dernières évolutions liées aux possibilités de la télévision interactive, le temps intrinsèque de ce type de document est par nature continu, monodimensionnel et sans branchement, c'est-à-dire qu'il peut être vu comme un axe orienté. Le temps de présentation de ces documents, quant à lui, a considérablement évolué au fur et à mesure des avancées technologiques, depuis les émissions en direct des débuts de la télévision jusqu'aux possibilités de mise en pause d'émissions diffusées (*time shifting*) offertes par les magnétoscopes avec capacité de stockage.

Structure temporelle

On peut en général différencier plusieurs niveaux de structure temporelle dans les documents audiovisuels. Pour une émission de télévision, on peut ainsi considérer :

- La succession temporelle des images (à 25 images par secondes pour la télévision française)
- La succession temporelle des plans. Un plan est ce qui est tourné en une seule prise de caméra : c'est ce qui est filmé entre l'instant où le réalisateur dit « moteur » et l'instant où il dit « coupez ». C'est dans la tradition du cinéma classique – tradition la plus souvent respectée à la télévision – l'unité syntaxique.
- La succession temporelle des plans formant des scènes (ou séquences). La plupart du temps (sauf pour les *plans séquences*), une scène, unité sémantique, est composée de plusieurs plans
- La succession des séquences à l'intérieur d'un document : alternances des séquences de plateau et des séquences de reportage dans un magazine, par exemple
- La succession des émissions dans une journée de diffusion ou dans une grille de programmes

Cohérence temporelle

Pour chacun de ces niveaux on peut définir une certaine notion de cohérence. Ainsi les images consécutives d'un plan, unités discrètes, forment un flux continu pour le spectateur. Le contenu des images ne varie en général qu'assez faiblement entre deux images, cette variation étant due à un mouvement d'objets à l'écran ou au mouvement de la caméra. Cette cohérence temporelle est exploitée par les outils de compression de la vidéo. Schématiquement, les outils de compression ne codent entièrement que certaines des images, seules les variations du reste des images par rapport à ces images de référence étant inscrites dans le flux. Cette cohérence temporelle à l'intérieur des plans est également exploitée par les algorithmes de segmentation qui cherchent à détecter les ruptures, que ce soit des ruptures brutales (*cuts*) ou des ruptures progressives (fondus, fondus enchaînés, volets, etc.).

Les plans constitutifs d'une scène respectent en général à la télévision un certain nombre de règles de montage qui aident à assurer la cohérence narrative de la scène. Ces règles constituent ce qu'on a pu appeler une « grammaire du film ». Citons par exemple la règle des 180 degrés qui stipule que les différentes prises de vue d'une scène doivent toutes être faites à partir de points situés du même côté d'une ligne imaginaire coupant la scène en deux. Ainsi, sur un plateau de télévision, les différentes caméras sont la plupart du temps disposées en

respectant cette règle. Les règles de raccord cherchent à rendre naturels les changements de plan :

- raccords regard : dans un dialogue filmé en champ contre-champ, les personnages doivent donner l'impression de se regarder l'un l'autre, même si les interventions sont tournées séparément
- raccords des entrées et sorties des personnages du champ de la caméra, raccords des dialogues, raccords des mouvements de caméra
- raccords de luminosité, d'ambiance sonore, de colorimétrie
- etc.

Aux plus hauts niveaux de structure, une cohérence est également assurée : cohérence du rythme de montage pour une émission, cohérence de l'habillage image sur une chaîne donnée, par exemple.

Structures temporelles non linéaires

A la structure temporelle linéaire intrinsèque des documents audiovisuels vient dans certains cas se superposer une structure périodique. C'est le cas de beaucoup de magazines (magazines d'actualité, politiques ou de divertissement) qui sont constitués d'une succession de séquences de dialogues (séquences plateau, plans du présentateur, interviews) et de séquences de reportage ou d'interventions (musique, danse, sketches). De la même manière, la télévision peut être vue comme une alternance d'émissions et de publicités, et ce point de vue est loin d'être anecdotique dans la guerre commerciale que se livrent les diffuseurs et les concepteurs de magnétoscope qui voudraient pouvoir détecter automatiquement les plages de publicité afin de pouvoir caler les débuts d'enregistrement. On peut également mentionner la structure périodique hebdomadaire, mensuelle pour certaines émissions, de la plupart des grilles de programme. En revanche, la multidiffusion de films sur les chaînes de cinéma n'est pas périodique, l'objectif étant ici de varier au maximum les jours et les heures de diffusion.

Exploitation de la structure temporelle

La structure temporelle des documents audiovisuels peut-être exploitée pour différents usages, et ce, dans certains cas, de manière automatique. Notons que ces éléments de structure, s'ils ont toujours existé, ont été rendus exploitables par les technologies liées au numérique.

Pourquoi faire

La structure temporelle peut aider :

- à la recherche dans des bases documentaires audiovisuelles. Ainsi, à l'INA, les notices documentaires sont à présent liées aux contenus audiovisuels au sein de la même application. Il est donc désormais possible pour un(e) documentaliste de visionner directement les documents résultant d'une requête.
- à la thématization d'un fonds audiovisuel. Les séquences, les extraits, les émissions, une fois repérés et documentés dans leur contexte, peuvent être regroupés selon différentes grilles de lecture.
- à la navigation dans les documents. La structure temporelle peut être utilisée pour délinéariser les documents et offrir une navigation par séquence, par table des matières, etc.
- au résumé de documents. Il est ainsi possible de condenser un match de tennis en ne montrant que les points importants, de faire un bout-à-bout des airs d'un opéra ou des reportages d'un magazine, des interventions d'un invité particulier dans un talk-show, etc.

Structuration automatique

L'indexation automatique de documents audiovisuels est une discipline scientifique maintenant établie. La structuration automatique en est un des champs. Il peut s'agir de détecter automatiquement la structure temporelle d'une émission ou bien de retrouver une structure connue dans un document. On peut ainsi chercher les séquences d'une fiction sans information a priori (activité appelée parfois macrosegmentation), à retrouver les plateaux dans un journal télévisé ou à aligner un flux diffusé sur une grille de programmes annoncée. Ces algorithmes font en général appel à une analyse multimodale du flux où l'on cherche à extraire des descripteurs des différents canaux et à les combiner entre eux : détection de logos, de textes incrustés, détection de visages, reconnaissance de la parole, segmentation en plans, segmentation en locuteurs, segmentation de la bande son en parole/bruit/musique, par exemple.

Perspectives

Les avancées technologiques récentes, et en particulier l'apparition des magnétoscopes numériques avec capacité de stockage, offrent des possibilités d'utilisation remettant en cause le modèle purement linéaire des émissions de télévision traditionnelles. Il est ainsi techniquement possible à certains moments d'une émission diffusée d'accéder à des compléments de programme diffusés sur des canaux complémentaires et, après consultation de ces compléments, de reprendre l'émission initiale à l'endroit où elle avait été interrompue. Le modèle temporel sous-jacent reste profondément linéaire, avec quelques branchements possibles, et n'est pas, en cela, réductible aux modèles temporels utilisés pour le multimédia.

Bibliographie

C.G.M. Snoek and M. Worring, A Review on Multimodal Video Indexing. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME)*, Lausanne, Switzerland, August 2002.

Brunelli, R., Mich, O., Modena, C. M. (1999), « A Survey on the Automatic Indexing of Video Data », *Journal of Visual and Image Representation*, 10, pp. 78-112.

Hammoud, R., Kouam, D. G. (2000), « A mixed classification approach of shots for constructing scene structure for movie films », in *proceedings of the Irish Machine Vision and Image Processing Conference*, Belfast, Northern Ireland, 31 August - 2 September.

Arijon, D., *Grammar of film language*. 1976: Focal Press, London & Boston.

Le temps dans la RI

Rédacteur : Michel Beigbeder,
RIM, Ecole des Mines de Saint-Etienne
mbeig@emse.fr

Le domaine de la recherche d'information en tant que thème de recherches informatiques est quasiment aussi ancien que l'informatique elle-même. À l'origine, il s'inscrivait dans la poursuite du travail des documentalistes dont le rôle a toujours été de classer et classifier les documents dans le but de pouvoir les retrouver à la demande d'un utilisateur. Ce modèle de recherche d'information reste toujours en usage aujourd'hui et est même devenu bien plus connu du grand public depuis l'avènement de la Toile sur Internet, rapidement suivi par l'apparition de «moteurs de recherche» (*Wanderer* 1993, *Lycos* et *Excite* 1995, *Altavista* 1996, ...) et de «répertoires thématiques» (*Yahoo* 1994).

Cependant, l'aspect «recherche documentaire» de la recherche d'information n'est pas le seul, traditionnellement on y retrouve aussi le «routage», le «filtrage» et l'«extraction d'information».

Avant de présenter les problèmes temporels dans le domaine de la recherche d'information, nous avons à évoquer ce que le mot-clé «temps» représente majoritairement dans ce domaine. Le modèle classique de la recherche documentaire se découpe temporellement en deux temps: le temps de l'indexation et le temps de l'interrogation. Le plus souvent, lorsque le mot temps (*time*) est utilisé, il fait référence à la durée d'exécution de la phase d'indexation ou de la phase d'interrogation. Ces temps sont fortement liés à la complexité algorithmique des méthodes mises en oeuvre et à la qualité de l'ingénierie logicielle. Le temps d'interrogation (visible et palpable par les utilisateurs du SRI) se doit d'être compatible avec les exigences des utilisateurs et leur nombre. De l'autre côté, la durée du temps d'indexation se doit de permettre d'être en phase avec l'évolution de la collection que l'on souhaite indexer. Beaucoup de travaux en recherche d'information abordent ces aspects temporels, mais ce ne sont ceux qui nous intéressent ici.

Nous allons présenter brièvement comment différents aspects temporels interviennent dans les activités de recherche d'informations. Nous ferons référence aux trois temps:

- .T1 temps du contexte
- .T2 temps documentaire
- .T3 temps de l'univers du discours

1. Recherche documentaire (et Extraction d'information)

1.1 Temps T3 (le temps de l'univers du discours)

Historiquement, le temps T3 est le premier à avoir été explicitement pris en compte dans le domaine de la recherche documentaire. La prise en compte de ce temps consiste à considérer que les documents et les besoins d'information contiennent des concepts qui sont spécifiquement liés à un aspect temporel: une date, un lien avec un événement historique. Il s'agit donc de repérer ces concepts à l'indexation dans le but de pouvoir spécifiquement les retrouver. Il s'agit donc de la reconnaissance d'une certaine classe d'«entités nommées». Les premiers travaux remontent à plus de 20 ans [Hir81] et se poursuivent encore aujourd'hui [MW00], [MPG04].

Cet aspect est plus traité aujourd'hui par les communautés qui s'intéressent au traitement automatique de la langue (TAL en français, NLP en anglais, *Natural Language Processing*) et

celles qui appliquent le TAL aux systèmes Question-Réponse (Q/R en français, Q/A en anglais, *Question Answering*). Ces problèmes sont naturellement liés à des aspects de raisonnement, donc à l'intelligence artificielle, et en particulier ceux qui traitent des raisonnements temporels.

Ce temps T3 est aussi celui qui apparaît d'une façon explicite dans des bases de données ayant un contenu où des dates (sous une forme exacte ou approchée, absolue ou relative, d'événement ou d'intervalle avec une durée, etc.) sont représentées. De nombreux travaux existent dans ce domaine [RBL88] [CT95] [EJS98]. Il faut noter que les aspects temporels sont souvent liés à des aspects spatiaux [HMRT03], et que ce domaine à son tour se trouve être lié à celui des systèmes d'information géographiques (SIG).

On peut donc voir une continuité entre i) le besoin d'information qui peut manifester des aspects temporels, ii) pour y répondre au mieux ceux-ci doivent être reconnus (indexation extraction d'entités nommées pouvant utiliser du iii) TAL). La suite s'orientant vers de iv) l'extraction d'information pour renseigner des v) bases de données dans lesquels peuvent intervenir des vi) raisonnements temporels.

1.2 Temps T2 (le temps documentaire)

Le temps documentaire place un document parmi un réseau d'autres documents, dans le modèle classique de l'édition, un document se positionne par rapport à des documents déjà parus, donc plus anciens que lui. C'est ici, au niveau de la date de publication (souvent seulement une année) qu'intervient une notion de temps. Si l'on revient à la recherche d'information, cela se traduit dans un besoin d'information par donner des critères concernant cette date de parution. Ces critères peuvent se traduire par des contraintes booléennes sur un attribut particulier --- celui qui conserve la date de parution --- ou un critère de classement, typiquement trier les documents retrouvés par un système booléen du plus récent au plus ancien (ou l'ordre inverse). Le temps n'est plus alors comme dans le cas T3 dans le contenu du document, mais il s'agit d'un attribut externe au document, on parle de *méta-information*.

Les méta-informations (*metadata* en anglais) sont un moyen d'expression des données du *catalogage* dans les bibliothèques. De ce fait, leur mise en place dans les ordinateurs a conduit à de nombreuses normalisations pour donner des possibilités d'échange et d'interrogation sur plusieurs bases de données bibliographiques. On est donc ici plus dans une problématique de normalisation que dans une problématique de modélisation du temps permettant des raisonnements ou dans une problématique d'extraction d'information. En effet, les dates en question sont non ambiguës et renseignées par des documentalistes, par contre ces derniers doivent respecter des conventions permettant le partage de l'information créée d'une façon fiable.

Les besoins ne sont pas les mêmes dans toutes les applications. Pour un catalogage de publications traditionnelles (livres), l'année ou l'année et le mois suffisent. Pour le catalogage de clichés photographiques, l'heure doit aussi être précisée, et les normalisations doivent permettre de préciser l'heure utilisée: heure locale, heure GMT, ou autre.

Autour des méta-informations, les actions sont très nombreuses et éventuellement ciblés sur des domaines d'application particulier. Le site de *International Federation of Library Associations and Institutions* [IFL] régulièrement mis à jour fournit de nombreux points d'entrée dans ce domaine. On peut noter que lorsque des méta-informations temporelles existent dans les modèles de méta-informations, celles-ci sont souvent couplées à des méta-

informations spatiales. C'est particulièrement évident pour les méta-informations des SIG, mais aussi dans la proposition de Dublin Core [DC] où c'est un seul et même élément *Coverage* qui recouvre les aspects spatiaux et temporels.

Du côté des outils de recherche d'informations, ceux des bibliothèques permettent de donner des critères booléens sur la date de publication. Une intégration plus poussée nécessiterait d'avoir une prise de décision multi-critère combinant des aspects de pertinence de contenu (bien connu, bien que restant difficile en recherche d'information) avec des aspects d'adéquation plus ou moins correcte à des critères sur les méta-informations, et de ce fait s'écarter d'un modèle purement booléen pour ces critères, en particulier celui du temps. À notre connaissance ces problèmes sont peu abordés, des premières propositions sont celles de Furuta et al. [RF02] et de Sato et al. [SUS03b].

1.3 Temps T1 (le temps du contexte)

Ce temps est celui de l'évolution du document. Il apparaît avec les documents numériques. En effet, sous une forme classique les documents ont peu d'évolution. Dans le monde des livres, il y a la notion d'édition et la notion de tirage, mais leurs instances restent en petit nombre et sont espacés dans le... temps, de plus elles sont parfaitement identifiées et l'une ne vient pas en remplacer une plus ancienne mais vient s'ajouter à la collection. Dans le monde des documents numériques en général, et de la Toile en particulier, l'évolution est bien plus fréquente, et surtout n'est pas nécessairement répertoriée par un archivage permanent et identifiable. Ceci pose de nouveaux problèmes pour la recherche d'information mais ouvre aussi de nouvelles pistes.

Dans les problèmes pas réellement traités, celui de la volatilité est approché par les moteurs de recherche de la Toile par une re-construction permanente de la base d'index (et donc de la base de documents). Cette reconstruction se fait par un parcours régulier de ce qui est connu pour voir i) si derrière la référence (l'URL) se trouve toujours un document, ii) si ce document a toujours le même contenu textuel, iii) s'il référence toujours (avec des URL) les mêmes documents. Le problème est donc traité sous la forme d'essayer d'avoir dans la base d'index quelque chose qui est le plus à jour par rapport à l'état de la Toile.

Les problèmes posés dans ce cadre sont essentiellement des problèmes d'ingénierie logicielle sur des parcs d'ordinateurs. Cette volatilité et la mise à jour pose des problèmes plus difficiles si le moteur de recherche n'est pas centralisé et qu'on se trouve donc dans un cadre de recherche d'information distribuée [SUS03a].

Un problème plus fondamental et non traité serait celui de garder l'histoire et donc d'assurer en même temps la fonction d'archivage. Les questions qui se posent alors rejoignent celles de la section 1.2.

Une particularité des documents numériques est que leur insertion dans le contexte des autres documents y est accessible, cela prend la forme des liens entre les pages HTML, liens représentés par les balises ``. La nouveauté n'est pas tant l'existence de ces liens --- ils existent dans la tradition scientifique sous la forme de références bibliographiques que l'on trouve à la fin des articles --- que dans leur disponibilité au même titre que le contenu textuel.

Il y a cependant une différence, due justement au temps T1, entre les références au passé des citations bibliographiques traditionnelles et les liens hypertextuels entre les documents. Les

premiers ne font référence qu'à du passé identifiable et immuable. Les seconds ne sont représentés que par un pointeur vers des données qui elles ne sont pas immuables.

Des travaux de plus en plus nombreux --- et certains moteurs de recherche --- utilisent ces liens sans toutefois aborder ce problème de volatilité. La différence que nous évoquons modifie la sémantique des méthodes qui sont utilisées. Par exemple, la méthode des citations introduite par Small et al. [Sma73]. Cette méthode permet de structurer un corpus actuel par les citations qu'il fait dans le passé. L'utilisation de cette méthode sur un graphe de citations qui n'est plus seulement orienté vers le passé permet de faire émerger de nouvelles interprétations [PCBL04].

2. Filtrage et routage

La particularité du filtrage et du routage par rapport à la recherche documentaire est que la collection de documents est dynamique dans le sens où on a à gérer un flot de documents. Par contre les besoins d'informations sont relativement statiques. Cette particularité liée au flot et donc au temps est bien évidemment présente dans tous les travaux. Nous ne donnerons donc pas de références particulières. Par contre on peut insister sur un aspect particulier de ce sous-domaine qui concerne la découverte de «nouveau-tés». Une piste de TREC [TRE] est consacrée à cette activité depuis 2002 et permet à travers les actes de la conférence de connaître les acteurs de ce sous-domaine.

Références

[CT95] James Clifford and Alexander Tuzhilin, editors. Recent Advances in Temporal Databases, Proceedings of the International Workshop on Temporal Databases, Zürich, Switzerland, 17-18 September 1995, Workshops in Computing. Springer, 1995.

[DC] Dublin core metadata element set, version 1.1 : Reference description. <http://dublincore.org/documents/dces/>.

[EJS98] Opher Etzion, Sushil Jajodia, and Suryanarayana M. Sripada, editors. Temporal Databases : Research and Practice, (Dagstuhl Seminar, June 23-27, 1997), volume 1399 of Lecture Notes in Computer Science. Springer, 1998.

[Hir81] Lynette Hirschman. Retrieving time information from natural-language texts. In Robert N. Oddy, Stephen E. Robertson, C. J. van Rijsbergen, and P. W. Williams, editors, Information Retrieval Research, Proc. Joint ACM/BCS Symposium in Information Storage and Retrieval. Butterworths, 1981.

[HMRT03] T. Hadzilacos, Y. Manolopoulos, J. F. Roddick, and Y. Theodoridis, editors. Advances in Spatial and Temporal Databases, 8th International Symposium, SSTD 2003, Santorini Island, Greece, July 24 - 27, 2003, volume 2750 of Lecture Notes in Computer Science, 2003.

[IFL] Digital libraries : Metadata resources. <http://www.ifla.org/II/metadata.htm>.

[MPG04] I. Mani, J. Pustejovsky, , and R. Gaizauskas, editors. The Language of Time : Readings in Temporal Information Processing. Oxford University Press, 2004. to appear, as of 2004.03.05.

- [MW00] I. Mani and G. Wilson. Temporal granularity and temporal tagging of text. In AAAI-2000 Workshop on Spatial and Temporal Granularity, Austin, 2000.
- [PCBL04] C. Prime-Claverie, M. Beigbeder, and T. Lafouge. Transposition of the co-citation method with a view to classifying web pages. *Journal of the American Society for Information Science and Technology (Special Issue on Webometrics)*, 2004. à paraître.
- [RBL88] Colette Rolland, François Bodart, and Michel Léonard, editors. *Temporal Aspects in Information Systems, Proceedings of the IFIP TC 8/WG 8.1 Working Conference on Temporal Aspects in Information Systems, Sophia-Antipolis, France, 13-15 May, 1987*. North-Holland / Elsevier, 1988.
- [RF02] Jin-Cheon Na Richard Furuta. Applying cat's programmable browsing semantics to specify world-wide web documents that reflect place, time, reader, and community. In *ACM Symposium on Document Engineering*. ACM, 2002.
- [Sma73] H. Small. Co-citation in the scientific literature : a new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for information Science*, 24(4) :265–269, 1973.
- [SUS03a] Nobuyoshi Sato, Minoru Uehara, and Yoshifumi Sakai. Temporal information retrieval in cooperative search engine. In *DEXA Workshops*. IEEE Computer Society, 2003.
- [SUS03b] Nobuyoshi Sato, Minoru Uehara, and Yoshifumi Sakai. Temporal ranking for fresh information retrieval. In Tetsuya Ishikawa, editor, *The Sixth International Workshop on Information Retrieval with Asian Languages (IRAL2003)*, 2003.
- [TRE] Text REtrieval Conference. <http://trec.nist.gov/>.

Le temps dans les documents XML

Rédacteurs : E. Bruno*, E. Murisasco*, J. Le Maitre*, M.-Ch. Fauvet[§]

*Laboratoire SIS – Université du Sud Toulon-Var (USTV)

§ Laboratoire CLIPS-IMAG, UJF, Grenoble

{bruno, murisasco, [lemaitre](mailto:lemaitre@univ-tln.fr)}@univ-tln.fr, fauvet@imag.fr

1. Problématique

Dans le cadre de cette action spécifique, nous nous sommes intéressés à la modélisation et à l'interrogation du temps dans les documents XML [6]. Nous avons invité Marie-Christine Fauvet, Professeur à l'Université Joseph Fourier (Grenoble, UJF Membre du groupe MRIM, dans le Laboratoire CLIPS de l'IMAG) à faire un exposé de synthèse sur ses travaux sur la modélisation et l'interrogation de bases de données temporelles [10] ; ces données sont dites temporelles car leur suite d'états au cours du temps peut/doit être partiellement ou totalement observées.

Cet exposé a permis d'établir un certain nombre de conclusions :

1. Il y a eu un essor important vers la fin des années 80 jusqu'en 2000 sur le thème des bases de données temporelles. Le domaine semble être arrivé à une certaine maturité depuis les années 2000 à la fois sur les concepts manipulés et les technologies associées.
2. La gestion de données temporelles a posé plusieurs défis aux spécialistes de SGBD :
 - a. Modèles de données
 - b. Langages d'interrogation
 - c. Aspects système (stockage, indexation des données ou optimisation de l'évaluation des requêtes)
 - d. Visualisation de données

auxquels il faut ajouter en amont les problèmes de conception d'applications et celui éventuel de la migration d'applications non temporelles vers des SGBD dotés de fonctionnalités temporelles.

3. Actuellement, certains aspects techniques (comme l'optimisation de requêtes) restent des problèmes encore ouverts ainsi que la visualisation des données temporelles ou leurs prises en compte dans le processus de conception d'applications.

A travers ce bilan et divers autres exposés entendus dans le cadre des réunions de l'action spécifique et cités ci-dessous, nous avons dégagé deux pistes de travail en relation avec le monde documentaire XML : (1) la modélisation et l'interrogation du temps dans un document XML, (2) un aspect multistrukture lié à la prise en compte simultanée de temps différents dans un document XML ou dans une collection de documents XML, tels que ceux cités dans la proposition initiale de l'action spécifique.

2. Pistes de réflexion

1. *Modélisation et interrogation du temps dans un document XML.*

Nous avons débuté l'étude des standards actuellement proposés dans le cadre du W3C permettant de prendre en compte les caractéristiques temporelles de certains composants du document [3], c'est-à-dire les représenter et les manipuler.

Dans un document XML, le temps peut être décrit explicitement par des valeurs atomiques (durée, instant, date, etc.) ou complexes (séquence de dates, relations temporelles entre objets, etc.), soit de façon implicite via la structure logique du document (ordre et imbrication des éléments le composant). Par exemple, dans le use case SEQ du W3C [7] lié à une application médicale (voir l'exemple), le temps est implicite : l'ordre de composition des éléments rapporte des événements qui se suivent, les dates - les instants ne sont pas donnés explicitement. La dimension temporelle est présente dans la succession des opérations décrites sans support spécifiquement daté.

Dans cet exemple, il est exprimé - en particulier - que l'anesthésie précède dans le temps la première incision (en gras sur l'exemple 1); et qu'une séquence d'actions est prévue pendant la phase de préparation (en italique sur l'exemple). Dans le premier cas, on utilise l'ordre partiel des éléments `anesthesia` et `incision` qui sont des composants de l'élément `section.content`, dans le second on utilise le fait que les éléments `action` sont inclus dans un élément `prep`.

```

<report>
  <section>

    <section.title>Proce
dure</section.title>

    <section.content>The
patient was taken to
the operating room
where she was ...

    <anesthesia>induced
under          general
-----

```

Exemple : Extrait du cas d'usage SEQ ? ? ?

On remarque bien sûr que les relations temporelles que l'on peut exprimer sont limitées : par exemple on ne peut pas définir des événements simultanés. De plus, comme cette approche s'appuie sur une interprétation fixée a priori de la composition des éléments, sans autres précisions sur les composants concernés, les relations temporelles exprimées n'ont pas forcément de sens : en particulier, que signifie que l'élément `geography` apparaisse avant l'élément `instrument` ?

Par ailleurs, il existe des propositions dans l'univers XML qui traitent de certains aspects temporels : c'est notamment le cas de SMIL [1], le langage de synchronisation de données multimédia pour décrire un scénario temporel ou des Timesheets [11]. SMIL permet de décrire le temps au sein même du document et est orienté vers la présentation du document lors de la lecture par l'utilisateur. Les Timesheets permettent de décrire un ou des scénarii temporels à l'extérieur du document mais elles sont aussi orientées vers la lecture du document.

Cette approche se justifie dans le cadre d'une application donnée, comme ici, le rendu de présentation multimédia. Nous pensons cependant qu'il est utile dans un contexte plus général de permettre l'expression des propriétés temporelles du document indépendamment de sa structure logique. C'est déjà le cas pour les aspects liés à la présentation avec les feuilles de style (CSS [5]). Nous pensons qu'une approche similaire pourrait être adoptée pour permettre la description des données appartenant aux différents temps du document dans le cadre plus général de la multi-structure.

Du point de vue de la manipulation de documents XML qui est réalisée classiquement par trois moyens : le filtrage de composants qui s'exprime avec le langage XPath [8], l'interrogation (au sens base de données) qui est réalisée avec le langage XQuery [4] et la transformation de documents qui peut être exprimée à l'aide de feuilles de style XSLT [9]. A l'heure actuelle, aucun de ces langages ne propose de mécanismes spécifiques à la manipulation de données temporelles.

Il nous semble intéressant d'examiner les rapports qui peuvent exister entre la structure d'un document et l'expression du temps au-delà des valeurs des données temporelles explicites (instant et durée). Cela peut conduire à analyser les liens entre une interrogation structurelle (comme celle proposée par les langages proposés par le W3C cités ci-dessus) et une interrogation temporelle, comme par exemple entre :

- « avant/après dans l'ordre du document » et « avant/après » dans le temps
- « contenu » dans une partie du document et « pendant » dans le temps

Une requête pourrait être « Que s'est-il passé entre les deux premières incisions au cours de l'opération de Madame X ? », les éléments incisions sont ordonnés (ordre de lecture du document) mais non numérotés ou datés. Des requêtes de ce type pourraient être exprimées en pratique ces langages.

Par exemple l'expression XPath suivante appliquée au document de l'exemple

```
doc("ex.xml")//incision[2]//following::action[position()<=2]//instrument
```

retourne les instruments utilisés dans les deux premières actions qui suivent la deuxième incision.

Il faut noter qu'ici l'interrogation est ici principalement structurelle, l'ordre de lecture du document est utilisé comme expression de l'ordonnancement temporel.

Sur cet aspect manipulation, il nous semble important, avant d'étendre les langages existants par des opérateurs spécifiquement temporels, d'étudier les limites des opérateurs d'interrogation (dédiés aux forêts) appliqués à des données temporelles. Cela permettra de déterminer quelles sont les limites de l'expressivité de ces langages pour le temps, et également de préciser un ensemble de requêtes de référence pour définir éventuellement des opérateurs de plus haut niveau (construits à partir d'opérateurs existants).

2. Aspect multistrukture - Modélisation et interrogation.

Par ailleurs, pour prendre en compte simultanément différentes formes du temps (le temps du contexte, le temps documentaire ou encore de l'univers du discours) du document et leurs liens, il est nécessaire de pouvoir associer à un document différentes structures, ici temporelles, et de pouvoir les manipuler simultanément.

Dans les applications décrites dans les exposés présentés dans le cadre de l'action spécifique, exposés de Jean Carrive (INA), Sylvie Calabretto (LIRIS) ou encore Emmanuel Bruno (SIS), cet aspect multi-structure du document a bien été mis en évidence :

- Application liée aux documents audiovisuels (<http://www.ina.fr/recherche/projets/encours/feria/>) : *le temps de l'histoire* (mai 68, 12 juillet, 11 septembre), *le temps inhérent au document* même (documentaire 52 mn, temps de défilement, temps d'agencement des plans, des scènes, des séquences avec contraintes de synchronisation), *le temps du support* (diffusé le ... de telle heure à telle heure avec telles coupures de pub...)
- Applications liées à l'archéologie :
 - L'épave étrusque du Grand Ribaud (<http://GrandRibaudF.gamsau.archi.fr>), à 60m sous l'eau : deux temps liés à l'évolution *le temps de la fouille* (son état à une période donnée), *le temps de la progression d'élaboration/révision du modèle théorique à reconstituer* (le bateau avant qu'il ne s'échoue et la typologie des amphores qu'il contient) ou encore, *un temps inhérent à une étape donnée de la fouille* (date de prises de photos, de remontée d'une amphore etc.)

- Modélisation de connaissances temporelles en archéologie (<http://lisi.insa-lyon.fr/projets/>) : âges, *périodes*, *époques*, *relations chronologiques*, *datations relatives et absolues*, cohérence avec les *relations stratigraphiques* etc.

Les données documentaires en général (SGML, XML) ont souvent été étudiées selon un seul niveau d'analyse (par exemple logique) exprimé par une structure essentiellement hiérarchique - structure modélisée par une représentation arborescente. Or, certaines applications comme celles citées ci-dessus, nécessitent la description de données selon différents niveaux d'analyse, ici principalement temporels et éventuellement spatiaux; ainsi plusieurs structures hiérarchiques doivent être associées à une même source de données puis manipulées indépendamment voire conjointement. L'interrogation simultanée permet d'analyser le document en utilisant plusieurs points de vue.

3. Conclusion

Ces deux pistes de réflexion s'intéressent à la prise en compte des différentes dimensions temporelles dans une collection de documents XML en utilisant les résultats des travaux antérieurs et en s'appuyant sur les standards proposés par le W3C:

- pour la modélisation du temps autrement qu'avec des données atomiques de type date ou durée [2],
- pour la manipulation du temps via un langage de requêtes, en mettant en évidence d'éventuelles spécificités liées à la modélisation précédente (lien entre temps et ordre implicite, multistrukture, annotations, ...) et en proposant des moyens pour les prendre en compte lors de l'interrogation. XQuery étant sur le point d'être recommandé par le W3C, il semble judicieux de chercher à l'étendre avec ces fonctionnalités.

Par ailleurs, quelle que soit la dimension temporelle considérée, elle n'est qu'un type de structure parmi tant d'autres à associer à un document XML. Ainsi, un travail de généralisation à la modélisation et à l'interrogation simultanée de différentes structures (logique, physique, sémantique, temporelle, spatiale etc.) peut être envisagée, l'interrogation simultanée permettant d'analyser le document en utilisant plusieurs points de vue.

Ajoutons qu'il nous semble important également d'étudier dans les modèles de données temporels proposés et arrivés à maturité (par exemple, celui multi niveaux de TEMPOS) et les extensions apportées aux langages de requêtes associées (TEMPOQL, par exemple) les propositions transposables au modèle de données arborescent sous-jacent à XML et à XQuery.

4. Bibliographie

[1] Ayars J. et al. (Eds), Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0), W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/2001/REC-smil20-20010807/>, 2001.

[2] Biron P. V. et Malhotra A. (Eds), XML Schema Part 2: Datatypes, W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/2001/REC-xmlschema-2-20010502/> 2001.

[3] E. Bruno, J. Le Maitre, E. Muriasco, Mécanismes standards pour représenter le temps dans un document XML, Actes du Workshop organisé par l'action spécifique « les temps du document numérique » (RTP 33, Documents et Contenu : création, indexation, navigation) conjointement à ACM Symp. on Document Engineering 2003, pp 1-5

- [4] Boag S. et al. (Eds.), XQuery 1.0 : An XML Query Language, W3C Working Draft, <http://www.w3.org/TR/2002/WD-XQuery-20030822>, 2003.
- [5] Bos B. et al (Eds), Cascading Style Sheets, level 2 (CSS2) Specification, W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/1998/REC-CSS2-19980512/> 1998.
- [6] Bray T. et al. (Eds.), Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition), W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/2000/REC-xml-20001006>, 2000.
- [7] Chamberlin D. et al. (Eds), XML Query Use Cases, W3C Working Draft, <http://www.w3.org/TR/2003/WD-xquery-use-cases-20030822/>, 2003.
- [8] Clark J. et Derosé S. (Eds.), XML Path Language (XPath) Version 1.0, W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/1999/REC-xpath-19991116>, 1999.
- [9] Clark J. (Ed), XSL Transformations (XSLT) Version 1.0, W3C Recommendation, 1999, <http://www.w3.org/TR/1999/REC-xslt-19991116>
- [10] M. Dumas, M.-C. Fauvet, P.-C. Scholl, « Modèles de données temporels et langages. » *In Databases and the Web* (Chapitre 5), G. Jomier, A. Doucet (eds.), Hermès Science publications, - 2002.
- [11] Schmitz P. et al. (Eds), SMIL Timing and Synchronization, W3C Working Draft, <http://www.w3.org/1999/08/WD-smil-boston-19990803/Timing/smil-timing.html>

Impacts du temps sur les modalités de restitution des documents

Rédactrice : Béatrice RUMPLER – LIRIS INSA de Lyon

L'accès au contenu des documents numériques peut aujourd'hui s'envisager à partir de dispositifs de recherche et de consultation variés, dans des lieux divers. Dans tous les cas l'utilisateur associe à sa requête, de façon implicite ou non, une contrainte temporelle plus ou moins forte qui aura un impact sur la sélection du document et sur la manière de le restituer.

De nombreux travaux portant sur la modélisation des profils utilisateurs permettent de définir des critères capables d'évaluer la satisfaction de l'utilisateur et la pertinence du système de recherche et d'accès à l'information numérique. Parmi ces critères les temps de réponse et de restitution du système constituent des éléments déterminants de rejet ou au contraire d'appropriation du système. Ces aspects temporels sont liés à la fois au système de recherche d'information, aux dispositifs de restitution et au profil de l'utilisateur.

Nous nous intéressons ici plus particulièrement aux aspects liés à l'impact du temps sur les modalités de restitution des documents numériques.

Les modalités de restitution sont déterminées d'une part par les dispositifs physiques eux mêmes et d'autre part par la manière de sélectionner l'information puis de la mettre en forme pour la renvoyer via ces dispositifs.

Ainsi, nous constatons que des contraintes ou caractéristiques temporelles pour l'accès aux documents numériques sont déterminées par des liens entre :

- les dispositifs de restitution et le profil utilisateur
- les dispositifs de restitution et la qualité/pertinence de l'information renvoyée
- les dispositifs de restitution et le lieu ou contexte environnemental de restitution

Temps du document & Dispositifs de restitution et profil utilisateur

D'après [Bru01] les hypermédias adaptatifs permettent de construire un modèle fondé sur les objectifs, les préférences et les connaissances de chaque utilisateur et utilisent ce modèle pour l'interaction avec l'utilisateur afin de s'adapter aux besoins de l'utilisateur. Or les besoins de l'utilisateur, dans le domaine de l'accès aux documents numériques, sont caractérisés par ses centres d'intérêt à long et à court terme, ses caractéristiques personnelles (aspects cognitifs, (forme de mémorisation), ses contraintes physiques comme le handicap (visuel ou moteur), les modes d'apprentissage (pour le E-learning), etc.), son environnement et sa localisation.

Pour la plupart de ces caractéristiques la notion de temps, temps d'accès et de restitution de l'information, constitue un facteur déterminant sur le choix du dispositif de restitution et de son mode d'utilisation.

Dans [Kea02], les caractéristiques temporelles d'interaction entre l'utilisateur et l'ordinateur (ou autre dispositif informatique) sont étudiées en exploitant le modèle utilisateur MHP (Model Human Processor [Car83]). Ce modèle utilisateur décrit les interactions uniquement en termes de composants temporels de l'utilisateur concernant la perception, la cognition et les aspects purement moteurs. Ainsi ce modèle fondé sur la segmentation des processus d'interaction en trois types de fonction : le temps de perception d'un événement, le temps de traitement et de décision pour élaborer la réponse et le temps de réalisation effective de l'action de réponse, propose la somme de ces trois temps comme temps de réponse total à un stimuli.

Bien que ce modèle soit plutôt simpliste, des expérimentations effectuées avec des handicapés physiques moteurs ont montré qu'il suffit de le compléter par des composants temporels supplémentaires ajoutés au niveau de la fonction caractérisant l'action de réponse. Ce délai rajouté, correspond au temps nécessaire au contrôle des mouvements physiques nécessaires aux handicapés physiques.

Ces temps de réaction de l'utilisateur, qu'il soit handicapé ou non, doivent être pris en compte pour le choix des interfaces de communication et pour la préparation et la mise en forme des documents à restituer.

Prenons l'exemple de déficients visuels, la manière dont un document sera restitué sera déterminante pour le rejet ou l'appropriation du système d'accès au document. Il ne suffit pas que le système de recherche de documents soit performant (rapide) et pertinent (document correspondant à la requête) pour qu'il soit jugé satisfaisant par l'utilisateur. Il est indispensable que le choix du dispositif de restitution (terminal Braille ou terminal sonore) et du séquençement de la restitution de l'information soient adaptés aux possibilités physiologiques de réception de l'utilisateur. Les deux sont étroitement liés, en effet un terminal Braille est un dispositif qui impose un temps de lecture long (plus long qu'une lecture à l'écran), le terminal sonore engendre une surcharge mentale rapidement importante en cas d'utilisation prolongée, d'où la nécessité d'adapter le débit de restitution de l'information et surtout de sélectionner l'information à restituer [Jer02].

Temps du document & Dispositifs de restitution et qualité de l'information renvoyée

Certaines caractéristiques matérielles des dispositifs de restitution de documents numériques (le débit de transfert des données, la taille et la définition d'un écran, la clarté d'une synthèse vocale) ont un impact notable sur la manière dont l'information documentaire sera proposée à l'utilisateur et donc perçue [Her02]. Cette notion de perception peut être considérée comme un critère de qualité par l'utilisateur. Il apparaît en effet, que l'affichage d'une information textuelle ne sera pas géré de la même manière sur un appareil de type PDA (écran réduit) que sur un écran d'ordinateur de taille normale.

Ainsi, avant d'être restituée, le volume de l'information doit être déterminé en fonction du dispositif de restitution lui même. Cette opération de sélection de l'information est effectuée lors de la phase de recherche ou de filtrage de l'information.

Enfin une phase de mise en forme, par codage (via des feuilles de styles ou autre), doit compléter cette étape de sélection. Dans ce contexte le temps de restitution de l'information influe sur la notion de qualité perçue par l'utilisateur. Le volume d'information restituée sera en grande partie dépendant de l'espace d'affichage disponible.

La sélection des fragments de documents à restituer ne doit pas altérer la cohérence, ni le sens du document original.

Dans [Ard01], l'auteur propose de sélectionner des parties de documents comme les titres, les résumés ou les sections à diffuser selon le profil de l'utilisateur.

En plus des aspects purement volumétriques il existe donc une contrainte d'ordre qualitatif.

Temps du document & Dispositifs de restitution et le lieu ou contexte environnemental de restitution

Les systèmes informatiques actuels permettent à l'utilisateur d'envisager l'accès aux sources documentaires numériques en des lieux divers et presque à tout moment. Il faut toutefois modérer ces facilités compte tenu de contraintes de divers types qui les accompagnent. En effet, si l'on admet que les dispositifs qui permettent par simple "connexion" d'accéder aux données documentaires existent, il ne faut pas négliger le coût induit par cette commodité. Ce coût est fonction du dispositif de communication, du support et souvent de la durée nécessaire à l'échange.

Dans le cas des applications nomades on note que l'utilisateur souhaite obtenir une information très précise sur une durée la plus courte possible. En effet, dans ce contexte, l'utilisateur ne dispose généralement que d'un dispositif de réception de type téléphone portable ou PDA ne permettant que des échanges d'information de volume restreint et coûteux sur une longue durée. Il est donc nécessaire de prendre en compte les contraintes économiques et environnementales.

Dans [Gui04], on exploite une base de documents géographiques pour fournir une assistance au déplacement piéton urbain à partir d'un téléphone portable. L'information est délivrée en temps réel, sous forme vocale, en fonction du profil utilisateur. Ce système s'adapte aux utilisateurs voyants et aux déficients visuels. Quel que soit l'utilisateur, il est indispensable de proposer une information précise sur une courte durée.

Dans le cas de déficients visuels il est inenvisageable d'assurer le guidage pendant la phase de déplacement à cause de la surcharge mentale induite. L'utilisateur doit donc mémoriser l'information concernant le parcours avant de se déplacer. Dans le cas de l'utilisateur voyant il est difficile d'envisager l'assistance au déplacement "en ligne" pendant un temps long.

Quel que soit le domaine applicatif, comme par exemple la télé assistance de l'utilisateur, l'accès à des informations documentaires décisionnelles distantes ou à des documents de diffusion de l'actualité en temps réel, il existe de fortes contraintes temporelles pour la restitution d'information à l'utilisateur [Che02].

Le système de restitution doit proposer un format de restitution adapté (soit sous forme vocale ou sous forme de texte ou images) en volume restreint et intégrer les contraintes temporelles liées à divers éléments comme le coût de la communication, la pénibilité induite par un processus de lecture trop long, la durée parfois limitée et non contrôlable de mise à disposition du support de communication.

Bibliographie

- [Ard01] Ardissono L, Console L., Torre I., An adaptative system for the personalized access to news, *AI Communications*, Vol 14 Issue 3, pp 129-171, 2001
- [Bru01] Brusilovsky Peter *Adaptive Hypermedia*, User Modeling and User-Adapted Interaction 11:87-100, Kluver Academic Publisher, 2000
- [Car83] Card S., Moran T., Newell A. *The Psychology of Human Computer Interaction*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey, 1983
- [Che02] Chen Y., Huang H., Jana R. *Personalized Multimedia Services Using A Mobile Service Platform*, Wireless Communication and Networking Conference (WCNC), Orlando, March 2002
- [Gui04] Guillet V., Rumpler B., Pinon JM Modélisation de l'utilisateur et exploitation dans un système "adapté" d'aide au déplacement piéton , *Revue ISI, Numéro spécial Systèmes d'information pervasifs*, Ed. Hermes (à paraître en 2004)
- [Her02] Herder E., Dijk B. *Personalised Adaptation to Device Characteristics*, AH 2002 LNVS 2347, pp 598-602, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2002
- [Jer02] Jeribi L., Rumpler B., Pinon JM. User Modelling and Instance Reuse for Information Retrieval Study Case : Visually Disabled Users Access to Scientific Documents.. International Conference FLAIRS 2002, Penscola, USA, May 16-18th, AAAI Press Proceedings of the Fifteenth International Florida Artificial Intelligence research Symposium Conference, pp 51-56, 2002
- [Kea02] Keates S., Lngdon P., Clarkson P., Robinson P. User Models and User Physical Capability User Modeling and User-Adapted Interaction 12:139-169, Kluver Academic Publisher, 2002

Représentation du Temps et Logiques Temporelles

Rédactrice : Sylvie Calabretto, LIRIS – INSA Lyon
sylvie.calabretto@insa-lyon.fr

Introduction

Afin d'étudier le thème des temps du document numérique, il est nécessaire d'avoir une vision d'ensemble des modèles déjà utilisés dans les autres domaines pour représenter le temps.

La connaissance du temps est un aspect essentiel dans un grand nombre d'applications [EB97] dès lors que l'on s'intéresse aux problèmes de planification, de conduite de procédés industriels, de gestion d'installations et plus généralement de situations dynamiques. Le temps intervient également dans le traitement de la langue naturelle pour situer temporellement les acteurs et les événements dans un récit. Il est alors exprimé au moyen de trois marqueurs principaux qui sont les verbes, les adverbes et les conjonctions temporelles. Des représentations et des modèles spécifiques ont été proposés en vue de la conception de système de compréhension automatique [Bor88].

Afin de représenter le temps, il est tout d'abord nécessaire de trouver un langage formel permettant de l'exprimer. En combinant les espaces mathématiques, il est possible de définir des notions simples permettant de caractériser les relations entre des objets temporels : la topologie fournit les notions de connexité et d'inclusion, les espaces vectoriels permettent d'exprimer l'alignement et les espaces métrique de déterminer la distance.

On pourrait alors penser que pour représenter le temps, il suffit de tout dater, mais ce n'est pas aussi simple puisque l'on peut vouloir représenter un événement dont on ne possède pas toutes les informations caractéristiques.

La seconde étape importante lors de l'élaboration d'une représentation temporelle est le choix de ses primitives. On dispose de deux types d'éléments primitifs pour les représentations temporelles : les *instants* – éléments sans durée assimilables à des points sur une droite – et les *intervalles* – éléments avec durée assimilables à des segments de droite –. Ce dernier schéma peut être étendu par l'utilisation d'intervalles généralisés qui constituent des suites d'intervalles disjoints [EB97].

On présente souvent trois aspects de la représentation du temps : le premier est centré sur les aspects de langage (formel) et donc sur la logique, en particulier sur les logiques temporelles ; le second met l'accent sur les aspects plus pratiques du stockage, de la mise à jour, et de la propagation des connaissances et relève plus spécifiquement des techniques de propagation de contraintes ainsi que de leur adaptation au domaine temporel ; le dernier aspect porte sur les analyseurs temporels. Nous présentons ci-après ces trois aspects.

Aspect logique : Les logiques modales temporelles

Logique propositionnelle et temps

Une première solution pour représenter des connaissances temporelles consiste à utiliser des variables temporelles explicites. Les formules de la logique des propositions utilisent des variables propositionnelles p, q, r, \dots et les connecteurs \wedge, \vee, \neg et \Rightarrow . Considérons par exemple la formule :

$$(p \wedge \neg q) \Rightarrow r.$$

Si p est interprétée par la proposition Pierre est libre, q par Il pleut, et r par Pierre sort se promener.

Une première solution pour introduire le temps dans le langage consiste à utiliser des variables temporelles explicites. Chaque variable propositionnelle est alors remplacée par un prédicat unaire, le domaine des variables étant le domaine temporel. On peut ainsi utiliser P, Q, R et écrire :

$$(P(t_1) \wedge \neg Q(t_2)) \Rightarrow R(t_3).$$

qui s'interprète par : Si Pierre est libre à l'instant t_1 , et qu'il ne pleut pas à l'instant t_2 , alors Pierre sort se promener à l'instant t_3 .

Des langages plus complexes pourront utiliser des couples d'instant et la signification intuitive de $P(t_1, t_2)$ pourrait être que P est vrai pendant l'intervalle $[t_1, t_2]$ [Hal86].

Logiques modales temporelles

Contrairement à la solution des logiques utilisant des prédicats temporels, la représentation du temps devient implicite dans les logiques modales temporelles.

Nous rappelons que les opérateurs modaux permettent d'exprimer la vérité des formules relativement à des « mondes possibles ». Le nom « logique modale » provient du fait que les systèmes logiques correspondants font intervenir des opérateurs de modalité portant sur les propositions et les formules. Les logiques modales étendent la logique classique en ajoutant deux symboles supplémentaires : un opérateur modal universel souvent noté \Box et un opérateur modal existentiel noté \Diamond . Les opérateurs sont reliés par la contrainte $\Diamond p = \neg \Box (\neg p)$. Ces opérateurs portent sur des formules de la logique des propositions pour en modifier le sens. De même que les connecteurs logiques peuvent être "lus" dans le langage naturel (\neg : non ; ...), il est habituel d'attribuer une signification aux opérateurs modaux.

En fait, on peut affecter chacun de ces deux opérateurs d'une infinité de significations qui devront se correspondre par paire de façon à satisfaire la contrainte de dualité. $\Diamond p$ peut être lu "il est possible que p " et $\Box p$, "il est nécessaire que p ", ou encore $\Diamond p$ peut être lu "il est permis que p " et $\Box p$, "il faut que p ".

Les logiques modales temporelles ajoutent à la logique des propositions les opérateurs modaux **P** et **H** pour le passé et **F** et **G** pour le futur :

P (il a été le cas au moins une fois dans le passé)

H (il a toujours été le cas dans le passé)

F (il a été le cas au moins une fois dans le futur)

G (il a toujours été le cas dans le futur)

On pourra donc écrire par exemple :

$$(p \wedge Gq) \Rightarrow \neg G\neg r$$

qui pourra être lue comme si p est vraie maintenant et que q soit toujours vraie dorénavant, alors r sera vraie une fois au moins dans le futur. De façon générale, la formule $\neg G\neg p$ signifie qu'il n'est pas vrai que p soit toujours fausse dans le futur et donc que p sera vraie une fois au moins dans le futur

Sémantique

Kripke a introduit pour les logiques modales le type de sémantique qui porte son nom.

Définition : Un modèle de Kripke est la donnée $M = (T, <, V)$ où T est un ensemble non vide, $<$ une relation binaire sur T et V une valuation qui à toute variable propositionnelle p associe un sous-ensemble $V(p)$ interprété comme l'ensemble des instants où la propriété p est vraie

Un modèle de Kripke fournit donc à la fois une structure temporelle $(T, <)$ ainsi qu'une interprétation des formules propositionnelles de base. Si $t \in T$ se trouve dans $V(P)$, on dit que p est vrai en t ce qui se note $M \models_t p$.

Si on applique ce modèle aux opérateurs G , F , H et P , on a :

$M \models_t Gp$ si pour tout t' de T tel que $t < t'$ alors $M \models_{t'} p$.

$M \models_t Fp$ s'il existe t' de T tel que $t < t'$ alors $M \models_{t'} p$.

$M \models_t Hp$ si pour tout t' de T tel que $t' < t$ alors $M \models_{t'} p$.

$M \models_t Pp$ s'il existe t' de T tel que $t' < t$ alors $M \models_{t'} p$.

Axiomatique

Pour définir l'axiomatique de ce système temporel minimal, on ajoute à l'axiomatique du calcul des propositions, les schémas d'axiomes suivants :

- $((G(\phi \rightarrow \varphi) \wedge G\phi) \Rightarrow G\varphi)$ - $\phi \Rightarrow GP\phi$

- $((H(\phi \rightarrow \varphi) \wedge H\phi) \Rightarrow H\varphi)$ - $\phi \Rightarrow HF\phi$

Les 2 premiers axiomes expriment le fait que si ϕ est toujours vrai dans le futur (resp. dans le passé) et que $\phi \rightarrow \varphi$ est toujours vrai dans le futur (resp. dans le passé) alors φ est toujours vrai dans le futur (resp. dans le passé).

Les 2 axiomes suivants expriment le fait que si ϕ est vrai à l'instant présent alors on pourra toujours dire dans le futur que ϕ a été vrai au moins une fois dans le passé, et il a toujours été vrai que ϕ va être vrai au moins une fois dans le futur.

Les règles d'inférence sont les suivantes :

- Modus Ponens : Si ϕ et $(\phi \Rightarrow \varphi)$ théorèmes, alors φ théorème
- Généralisation temporelle (ϕ théorème $\Rightarrow G\phi$ et $H\phi$ théorèmes)

Les axiomes précédents définissent le système KT ou *système temporel minimal* en ce sens qu'il n'y a aucune hypothèse sur la structure de la relation de précédence temporelle R , si ce n'est que le passé et le futur se réfèrent à la même relation.

Dans ce système, la structure du temps possède les caractéristiques suivantes :

- Le temps est constitué d'instants discrets,
- Il n'y a pas forcément une infinité d'instants,
- Un instant a plusieurs passés et plusieurs futurs,
- Seuls deux instants consécutifs sont liés,
- Les instants décrivent un graphe orienté

Comme toute logique modale, il est possible de définir plusieurs logiques temporelles par adjonction de nouveaux axiomes. La modélisation se fait en fonction de la conception du temps : linéaire (possédant un seul passé et un seul futur) ou ramifié possédant plusieurs passés et plusieurs futurs), continu ou discret, convergent ou infini.

Les logiques linéaires ajoute au système KT des schémas d'axiomes qui expriment la linéarité du temps respectivement dans le passé et le futur. La relation R est donc linéaire à droite (l'ensemble des successeurs de t est totalement ordonné) et linéaire à gauche (l'ensemble des prédécesseurs de t est totalement ordonné).

Parmi les logiques linéaires, on peut citer :

- le système KL (Cocchiarella) 1965 : ajoute au système KT les axiomes sur l'assymétrie, la transitivité et la linéarité du temps : représentation du temps par une droite ;
- le système SL (Lemmon et Scott) 1977 : infinité du temps en direction du futur (pas de dernier instant : tout temps a un successeur) et en direction du passé (pas de premier instant : tout temps a un prédécesseur) ;
- le système PL (Prior) 1957 : densité du temps (on peut insérer un instant entre 2 instants).

Les logiques avec branchement n'introduisent pas la propriété de linéarité du temps dans le système KT. On distingue en particulier parmi celles-ci :

- le système CR de Cocchiarella (transitivité de R). Le temps est ici ramifié (on dit aussi branché) vers le passé et le futur : il y a plusieurs futurs et plusieurs passés
- le système KB de Rescher et Urquhart : axiome sur la linéarité du temps dans le passé : le temps est linéaire à gauche et branché à droite \Rightarrow plusieurs futurs et un seul passé.

Il est possible de définir une multitude de nouveaux opérateurs temporels. Dans les logiques présentées plus haut, seuls sont utilisés les opérateurs unaires F, P, G et H. Or, on peut vouloir également comparer deux propriétés, d'où l'utilité d'opérateurs binaires. Par exemple, on peut définir dans la logique linéaire discrète deux autres connecteurs décrivant l'instant suivant et le changement de comportement :

- $A \cup B$ désignant le fait que A est vrai jusqu'à ce que B devienne vrai ;
- OA indiquant que A est vrai au prochain instant.

Cette logique permet de décrire des séquences temporelles du type :

- Dès que A est vrai alors B est vrai, ce qui se traduit par : $(A \Rightarrow OB)$.

En conclusion, nous pouvons dire que les logiques modales temporelles constituent un cadre formel d'étude important pour la représentation et l'étude des propriétés du temps. Elles ont donné lieu à des développements dans différents domaines tels que la preuve de programmes ou la vérification de circuits logiques. Plusieurs langages de programmation en logique temporelle ont été développés. Nous pouvons citer TEMPURA [Moskowski, 1986], TOKIO

[Fujita, 1986], TEMPORAL PROLOG et TEMPLOG [Abadi et Manna 1987]. Mais ces logiques modales ne peuvent être utilisées en pratique pour faire du raisonnement dans un système à base de connaissances car les outils inférentiels ne sont pas encore au point. En ingénierie des connaissances, les solutions adoptées concernent les logiques réifiées utilisant des graphes temporels qui font l'objet du paragraphe suivant.

Gestionnaires de graphes temporels

Les gestionnaires de graphes permettent :

- la mise à jour
- l'accès aux informations datées.

Ne s'intéressent qu'aux relations existant entre des objets temporels et aux moments où les événements arrivent

Caractéristiques générales d'un graphe temporel :

- il doit permettre une certaine imprécision dans la datation des faits,
- il doit posséder la notion de moment présent,
- il doit pouvoir indiquer la persistance des faits dans le temps (la propriété P est vraie jusqu'à ce qu'on précise qu'elle devient fausse).

Nous présentons ici trois grands types de représentation du temps [Aca02] : celles fondées sur l'ordonnement de dates, celles utilisant la propagation de contraintes sur un graphe, et celles exprimant l'aspect métrique du temps.

Représentation par ordonnancement de dates

Modèle de base

Ce type de représentation du temps est la plus élémentaire dans la mesure où les événements qu'on veut comparer sont datés de manière absolue [All91]. Il s'agit en effet d'affecter aux événements une date (par rapport à un même repère) (Figure 1). La comparaison de deux événements se ramène alors à une comparaison numérique de leurs dates d'avènement. Cependant, un tel mode de représentation n'est valide que lorsque l'on a une connaissance absolue de la datation de chaque événement.

Maçonnerie (07/04) → Toiture (07/05) → Electricité (21/05) → plomberie (15/06)

Figure 1. Ordonnancement partiel avec des dates.

Pour pallier cette contrainte, une variante de ce modèle est envisageable avec des pseudo dates.

On prend alors le parti d'assigner à chaque événement un numéro d'ordre. Si on souhaite ensuite ajouter un nouvel événement entre deux autres, on lui assigne le chiffre résultant de la moyenne des datations de ceux-ci $(Time(e1) + Time(e2))/2$.

Ce système fonctionne jusqu'à ce que l'on atteigne les limites de précision de la machine, ce qui permet de gérer un grand nombre d'événements. En revanche, on perd alors toute information quant à la durée des événements.

Variante du modèle

D'autres variantes du modèle assignent à chaque événement deux dates limites entre lesquelles il peut avoir lieu. Ainsi $(e1, l1)$ indique que l'événement $E1$ s'est produit au plus tôt en $e1$ et au plus tard en $l1$. Dès lors, pour comparer les dates de deux événements $E1 = (e1, l1)$ et $E2 = (e2, l2)$, on utilise les règles suivantes :

- si $l1 < e2$ alors $E1$ précède $E2$,
- si $l2 < e1$ alors $E2$ précède $E1$,
- sinon on ne peut pas conclure.

Dans le cadre de datations absolues, on peut également déduire une estimation de la durée séparant les événements. Ainsi, si on sait que $E1$ précède $E2$, on déduit qu'entre ces événements on a au plus $(l2 - e1)$ et au moins $(e2 - l1)$.

Malheureusement, ce modèle temporel peut générer des conflits et des interactions indésirées lorsqu'on l'emploie avec des pseudo-dates sur un ensemble d'événements proches mais non initialement ordonnés. Lors de l'insertion d'un nouvel événement, le système va calculer les dates à lui assigner en divisant les intervalles des événements voisins .

Modèles fondés sur la propagation de contraintes

Les modèles de représentation appartenant à cette famille se caractérisent par leur représentation sous forme de graphe où les arcs expriment les relations et les noeuds les événements.

Modèle de base

Dans le modèle de base décrit par Vilain et Kautz [VK86], on dispose de trois relations possibles entre les sommets temporels (noeuds) : $<$ before , $>$ after et $=$ equals .

En plus de ces relations, un arc peut également être étiqueté par une disjonction de ces relations. Ainsi $e1 (<, =) e2$ signifie que $((e1 < e2) \text{ OU } (e1 = e2))$. De même, lorsqu'on ne dispose d'aucune d'information sur un arc, il est alors étiqueté de la disjonction totale des relations $(<, >, =)$. Cependant, on a pas de moyen d'exprimer des incertitudes concernant plus d'événements comme par exemple $((e1 < e2) \text{ OU } (e2 < e3))$.

Chaque ajout d'information (événement ou relation) va contraindre les informations déjà existantes. Le graphe est alors mis à jour de manière incrémentale par la propagation de ces contraintes. La propagation va permettre d'affiner les connaissances contenues par le graphe, en supprimant les contraintes incertaines ainsi que de maintenir la cohérence du graphe en détectant les relations contradictoires.

Modèle de Allen

Le modèle se complique dès lors que l'on doit traiter des événements munis d'une durée. On définit alors les événements comme des intervalles et non plus des instants, en leur assignant une date de début et une date de fin. Ainsi, l'événement $E1$ s'inscrira dans l'intervalle $(e1, l1)$. Grâce à cette formalisation, on va pouvoir exprimer davantage de relations entre les événements. James Allen [All83] a défini l'ensemble des relations effectivement possibles entre deux intervalles. Dans son approche il distingue des relations de connexité ($<$: before , m : meets , o : overlaps), d'inclusion (s : starts , d : during , f : finishes) et de simultanéité ($=$: equals). Pour compléter cette représentation, on peut encore ajouter les relations inverses de connexité et d'inclusion ($>$: after , di : contains , mi : met by , oi : overlapped by , si : started by , fi : finished by). Le modèle temporel de Allen se retrouve donc muni de 13 relations exhaustives et exclusives.

Modèles fondés sur les durées

Les modèles présentés par Vilain et Allen ne supportent pas l'aspect métrique du temps. Une autre famille de modèles présente une approche fondée sur cette notion.

Modèle basique : PERT

La technique la plus simple employée pour représenter les durées entre les événements est la représentation par réseau de PERT.

Ce type de représentation se présente sous la forme d'un graphe direct acyclique dont les arcs représentent les événements et leurs durées, alors que les nœuds stockent la date de début de l'événement associé. Ces nœuds stockent deux dates pour chaque événement : les bornes de la date de début possible.

En connaissant les dates possibles du début de l'événement initial du réseau, on va pouvoir calculer la borne inférieure des dates de début des autres événements. Pour cela, on stocke comme première date de chaque nœud la valeur de la borne inférieure du nœud initial plus la somme des durées des arcs qui composent le chemin le plus long qui le sépare de ce nœud.

Lorsqu'on arrive au dernier nœud du graphe, on va lui assigner comme borne supérieure sa borne inférieure, puis rétro propager l'algorithme sur les bornes supérieures. Cette fois, chaque nœud se voit assigner comme borne supérieure la date du nœud final moins la somme des durées des arcs qui composent le chemin le plus long qui le sépare de ce nœud.

Ce type de représentation a été initialement conçu pour les applications de prévision (emploi du temps) et reste dédié aux applications de ce type. Pour l'utiliser, il faut avoir une connaissance absolue de la durée des événements.

Modèle de Dean et McDermott

Contrairement au modèle de Allen, dans celui de McDermott, le futur est indéterminé. La représentation du temps est donc arborescente et "branchée" à droite.

La représentation développée par Dean et McDermott (1987) stocke toutes les informations temporelles en termes de contraintes de durée entre des instants. Les relations entre les instants pouvant être de seulement deux types : *avant* ou *même-moment* [HBC91].

Un des points importants de ce modèle est son utilisation de l'infini comme une durée, ce qui lui permet d'exprimer des disjonctions. Ainsi l'expression du fait que l'instant p soit avant ou au même moment que l'instant q va se noter par une durée entre p et q comprise entre 0 et l'infini. Le calcul de la durée entre deux instants se fait par transitivité, en additionnant les bornes inférieures et les bornes supérieures le long du chemin séparant ces instants.

Contrairement aux approches par les contraintes, le système ne va pas calculer automatiquement toutes

les conséquences liées à l'ajout d'une information. L'utilisateur va définir les relations qui l'intéressent, et seules celles-ci seront recalculées lors de l'ajout d'information. Lorsque l'on n'a aucune information sur une relation qui nous intéresse, on va lui assigner une durée comprise entre $-\infty$ et $+\infty$.

Pour que cet algorithme soit efficace, il faut cependant connaître la plupart des informations.

Dans ce cas de figure et lorsqu'on indique que toutes les relations sont importantes, cette méthode atteint les mêmes performances que celle fondée sur la propagation des contraintes entre intervalles décrite par Vilain et Kautz, mais permet de gérer en plus l'aspect métrique du temps.

Analyseurs temporels

Nous venons de présenter les gestionnaires de graphes temporels qui s'intéressent essentiellement aux moments où les phénomènes se produisent. Un autre aspect du raisonnement temporel a trait à ce qui se passe, comment les choses arrivent, c'est-à-dire s'intéresse à la notion de causalité :

- Si l'événement e_1 se produit alors il est suivi par l'événement e_2 ,
- Après l'événement e , le fait f devient vrai (dans un délai éventuel de d unités de temps).

Un analyseur temporel est donc un module déductif qui doit être capable de prédire ce qui va se passer ou d'expliquer ce qui est arrivé.

Les logiques réifiées constituent une solution pour concevoir des analyseurs temporels. Il s'agit de logiques temporelles qui associent au sein d'un prédicat global, comme par exemple $HOLDS(A,I)$, un composant atemporel, la proposition A , à un composant temporel, l'intervalle (ou l'instant) I pendant lequel la proposition A est considérée comme vraie. Nous allons examiner tout d'abord la logique des intervalles (Interval Calculus) proposée par J.F. Allen et la logique des instants de D. McDermott.

La théorie de Allen

Dans la théorie de J.F. Allen [Allen 1984], les composants atemporels de base qui sont associés aux intervalles sont de trois types :

- Propriétés : $HOLDS(A,I)$: A vrai pendant I
- Evènements : $OCCUR(A,I)$: l'événement E survient pendant l'intervalle I
- Processus : $OCCURING(P,I)$: le processus P se déroule pendant l'intervalle

Les propriétés représentent l'aspect statique d'un procédé, tandis que les événements et les processus présentent les aspects dynamiques du procédé et décrivent ses changements sur un intervalle de temps. Pour illustrer ces concepts, prenons un exemple : « la machine m_1 est arrêtée » est une propriété, « arrêt de la machine m_1 » est un événement et « la machine m_1 perce » est un processus.

C'est à partir de la définition des opérateurs précédents que J.F. Allen définit une théorie de la causalité et de l'action. Pour exprimer le fait qu'un événement est la cause d'un autre, il introduit le prédicat $ECAUSE$:

- $ECAUSE(E1,I1,E2,I2)$ signifie que l'événement $E1$ survenu pendant l'intervalle $I1$ est la cause de l'événement $E2$ survenu pendant l'intervalle $I2$.

De plus, les effets ne précèdent jamais les causes, mais ils peuvent être simultanés :

- $ECAUSE(E1,I1,E2,I2)$ ssi si $OCCUR(E1,I1)$ alors $OCCUR(E2,I2)$ et relation entre $I1$ et $I2$

J.F. Allen enrichit sa théorie en définissant les actions comme étant des événements ou des processus provoqués par un agent :

- $ACAUSE(A,E)$: l'agent A est la cause de l'événement E .

La théorie de McDermott

Les entités temporelles utilisées par D. McDermott [McDermott1982b] [Hank et McDermott, 1985] sont les supports, les faits et les événements.

- Faits : analogues aux propriétés de J.F.Allen,
- Evènements : recouvrent les notions d'évènements et de processus de J.F.Allen,
- Causalité : (ECAUSE E1 E2 I) signifie que l'évènement E1 est toujours suivi de l'évènement E2,
- Action : idem J.F.Allen.

Bibliographie

[Aba86] M. Abadi and Z. Manna. *Temporal Logic Programming*. Proc. IEEE Symp. On Logic Programming

[Aca02] Tiphaine Accary. *Instrumenter le travail des archéologues : la modélisation du temps*. Mémoire de DEA du LISI, Lyon, juillet 2002. 38 p.

[All83] James F. Allen. *Maintening knowledge about temporal intervals*. Communications of the ACM, 26(11):832–843, 1983.

[All91] James F. Allen. *Time and time again : The many ways to represent time*. International Journal of Intelligent Systems, 6(4):341–355, July 1991.

[Bor88] A. Borillo et M. Bras. *Une approche cognitive du raisonnement temporel*. Actes des 2èmes journées GRECO-PRC IA, Teknea, Toulouse, pp.11-36

[EB97] Jérôme Euzenat, Christian Bessière, et al. Dossier raisonnement temporel et spatial. *Bulletin de l'AFIA (Association Française pour l'Intelligence Artificielle)*, 29:3–13, Avril 1997.

[Fuj86] M. Fujita. *TOKIO : Logic Programming Language Based on Temporal Logic and its Compilation to PROLOG*. Proc. 3rd International Conference on Logic Programming.

[Hal86] J.Y. Halpern and Y. Shoham. *A Propositional Logic of time Intervals*. In Proc. Of the Symposium of Logic in Computer Science, Cambridge, Massachusetts, 1986, pp. 279-292

[HBC91] Jean-Paul Haton, Nadjat Bouzid, François Charpillet, et al. *Le Raisonnement en Intelligence Artificielle : Modèles, techniques et architectures pour les systèmes à bases de connaissances*. Ed. Inter Edition, 1991.

[Lig00] Gérard Ligozat. *Introduction au raisonnement temporel*. Actes de l'Ecole thématique « Documents et évolution » du GDR i3, Tome 2, Ed. CEPADUES, pp. 9-32, 2000

[Mos86] B.C. Moszkowski. *Executing Temporal Logic Programs*. Cambridge University Press, Cambridge, Massassuchets.

[Tha90] Thayse et coll., *Approche logique de l'Intelligence Artificielle*, Dunod Informatique, 1990, 4 vol.

[VK86] M. Vilain and H. Kautz. *Constraint propagation algorithms for temporal reasoning*. Proceedings of the National Conference of the American Association for Artificial Intelligence(AAAI-86), 1986.

Formalismes de manipulation du temps par l'auteur dans les documents multimédias

Jocelyne Nanard – LIRMM – jnanard@lirmm.fr

Résumé

Nous présentons une synthèse faisant apparaître les différentes approches de manipulation du temps par l'auteur dans les documents multimédias. Il s'agit de spécifier ou décrire le rendu temporel des documents multimédias, à la fois le rendu des medias items composants et celui de leur composition. Nous analysons ensuite les différentes approches de manipulation du temps dans les documents multimédias en référence aux différents types de temps identifiés par l'AS Fant-AS-STIC pour les documents. Nous identifions les principales difficultés et dressons les perspectives d'études qui devraient être entreprises pour progresser sur la prise en compte du temps dans les documents multimédias du point de vue de l'auteur de façon à mieux la mettre en regard des différents aspects du temps intervenant au moment de la lecture.

1 Introduction

1.1 Document multimédia

Rappelons brièvement qu'un document est une collection d'information destinée à la perception humaine. Cette collection comprend des composants connectés logiquement entre eux. On considère différents types de structures, en particulier la structure logique et la structure de présentation. La structure logique correspond à une décomposition hiérarchique qui peut être définie par une grammaire. Elle définit le contenu logique du document. La structure de présentation définit les composants de présentation destinée à la perception humaine et leur composition en fonction de la structure logique. Dans un document multimédia, les composants logiques atomiques ont un contenu correspondant à un média intrinsèque particulier, par exemple du texte, de la vidéo, du son, etc. Nous parlerons de medias items. Les différents médias utilisés peuvent avoir un aspect temporel intrinsèque (les données restituées dépendent de l'instant de restitution), comme la vidéo, ou non comme le texte. Dans les médias temporels, on distingue deux classes : ceux dont les données changent de façon continue (son, vidéo) et ceux dont les données changent à des instants discrets de façon non continue.

1.2 Restitution au lecteur de documents multimédias

La restitution pour la perception humaine d'un media item peut être faite dans un média différent de son média intrinsèque, comme c'est le cas de la synthèse de la parole à partir de texte ou l'affichage de texte à partir de reconnaissance de parole. On peut représenter du son graphiquement, etc. Concernant les aspects de restitution liés à la composition logique, indépendamment des medias items composants, des aspects spatiaux et temporels interviennent. Par exemple un texte ou une vidéo sont affichés à un emplacement précis et sur une surface précise. Des enchaînements temporels peuvent être définis. D'un point de vue temporel, au moment de la restitution, sont à prendre en compte la réactivité interne concernant l'interaction entre composants et la réactivité externe liée à l'interaction de l'utilisateur avec les composants. La réactivité externe peut concerner une action directe sur un média pour en interrompre la restitution, ou de façon générale la manipuler, ou même déclencher des enchaînements liés au parcours de liens lorsque les documents sont hypermédias. En résumé un document multimédia est un document structuré qui implique plusieurs médias pour sa restitution, dont l'un au moins est un médium continu.

Il faut remarquer par ailleurs que la composition et la présentation peuvent être dynamiques au sens que les médias items présentés à un instant donné peuvent résulter d'une sélection suite à une requête explicite ou implicite du lecteur et que l'ensemble des médias items disponibles et de leur caractérisation (méta données) et des règles même de composition et de présentation peuvent évoluer au cours du temps.

Les formalismes de manipulation du temps dans les documents multimédias doivent donc considérer aussi bien les médias items (description de son, vidéo, musique) que leur composition et présentation en vue de la restitution à un instant donné dans un contexte d'interaction donné sur une plate-forme donnée. En bref, on pourrait parler de « montage ».

1.3 Problèmes abordés

La section 2 sur l'état de l'art abordera les principaux types d'approches utilisées pour spécifier ce genre de montage. Notons que nous ne considérerons pas les problèmes liés à la réalisation effective du montage (interprétation de la spécification), ni les problèmes d'accès lorsque les médias items sont transférés via un réseau, ce qui peut induire des retards de restitution.

Dans le contexte de l'AS Fant-AS-STIC, nous aborderons dans la section 3 d'autres aspects plus sémantiques et pragmatiques du temps qui peuvent être explicités et exploités pour expliciter le « design rationale » conduisant à une spécification. La réflexion que nous avons conduite cette année a mis en lumière la nécessité d'une approche transdisciplinaire pour expliciter sous forme de structures, éventuellement dynamiques, diverses caractérisations à connotation temporelle aussi bien des médias items eux-mêmes que des schémas et règles de composition des documents multimédias, ces structures pouvant être exploitées pour spécifier et gérer dynamiquement les documents multimédias. Le jeu consiste à prendre en compte une dimension intentionnelle et sémiotique pour manipuler et restituer au lecteur différentes échelles de temps de façon explicite ou implicite dans une perspective de génération de sens. Dans la section 3, nous nous appuyerons sur différents types de temps mis en évidence collectivement durant cette AS pour amorcer une première analyse.

La section 4 dressera quelques perspectives.

2. Le temps dans les documents multimédias : état de l'art

Nous présentons d'abord les deux types principaux de classification généralement retenues pour situer les approches de manipulation du temps par l'auteur dans les documents multimédias [Jourdan 1998], [Hardman 1998]. Remarquons dès maintenant que ces deux types de classifications ne sont pas strictement indépendants. Nous détaillerons ensuite différentes approches de manipulation du temps par les auteurs de documents multimédias relevant de ces classifications.

2.1 Classifications des approches

2.1.1 Classification restreinte ou non à une représentation explicite du temps :

- les approches basées sur une représentation explicite du temps : l'auteur explicite le placement des médias items en utilisant soit une représentation basée sur les instants (temps absolu) soit une représentation basée sur les intervalles (temps relatif).
- les approches basées sur des abstractions incluant des aspects temporels : le temps n'est pas directement représenté mais les abstractions utilisées font apparaître les aspects temporels pour par exemple exprimer la synchronisation (ex. système Fran [King 2000]), ou spécifier des scénarios (formalisme MCF [Nanard 2000]).

2.1.2 Classification en techniques opérationnelles ou impératives et techniques déclaratives :

- les approches opérationnelles ou impératives :
 - placement sur un axe du temps absolu (ex. Director) ;
 - programmation par scripts (ex. Lingo dans Director) ;

- spécification par structures d'exécution (ex. arbres de CMIFed [Hardman 1998], structures offertes par SMIL ou SVG (W3C), ou encore les réseaux de Petri [Senac 1996]).
- les approches déclaratives (ex. Madeus [Jourdan *et al.* 1998]), basée sur l'algèbre de Allen ou ses variantes [Keramane 1996].

2.2 Représentation du temps basé sur les instants

On associe à chaque média item un axe temporel absolu (timeline) sur lequel on spécifie sa restitution. L'axe suppose le choix d'une unité de temps. La composition temporelle multimédia résulte de la composition des différents axes temporels. Cette approche est statique, rend difficiles les modifications et ne permet pas la prise en compte d'interaction totalement imprévisible.

2.3 Représentation du temps basée sur les intervalles

On peut réaliser des placements relatifs des medias items, soit en spécifiant des délais absolus soit en déclarant des placements temporels souhaités sans donner toutes les informations temporelles. Dans ce dernier cas, il s'agit d'approche par contraintes. On peut aussi considérer des projections entre intervalles (temps élastique, jouer à double vitesse, etc.). On peut modéliser de la réactivité temporelle entre média items (ex. la fin d'une vidéo est suivie par l'affichage d'un message pendant 15 secondes) ou modéliser des relations de causalité [Keramane 1996].

2.4 Programmation par script

C'est l'exécution du script qui définit le rendu temporel. L'avantage est de pouvoir obtenir directement un rendu temporel. L'inconvénient est de ne pas pouvoir manipuler des abstractions. La spécification aussi bien que la modification de scénarios est difficile.

2.5 Spécification par structures d'exécution

Il s'agit d'approches où l'interprétation de la structure (où l'exécution d'un code compilé à partir de la structure) produit le comportement temporel. Ce genre d'approche est basée sur l'utilisation de langage, de formalismes ou même de modèles. Les formalismes Dans SMIL, par exemple, il est possible de spécifier le déroulement en parallèle ou en séquence de plusieurs animations. Le déroulement des animations peut lui-même être défini en précisant diverses bases de temps. Il est possible de considérer des événements se produisant à des instants précis, des phénomènes temporels s'inscrivant dans des durées, etc. Du point de vue pouvoir expressif, SMIL est assez souple. En revanche, la conception de scénario se fait directement sur des objets décrits en SVG. Il est difficile d'abstraire un scénario temporel sans faire référence à des objets précis. De plus, la spécification se fait directement au niveau opérationnel et sous forme de programmation. Il s'agit donc de conception au niveau de la réalisation finale du scénario multimédia. Quand aux techniques basées sur les réseaux de Petri [Senac 1996], elles permettent de définir finement la synchronisation. Différentes variantes permettent de considérer des objets et donc de la composition, des conditions, etc. En revanche, elles ne sont pas directement adaptées pour représenter à la fois de la synchronisation et des animations impliquant des structures telles que des boucles avec variables. Les réseaux de Petri apparaissent donc plus adaptés pour une spécification globale mais plus difficiles à manipuler. Actuellement, les versions récentes de SVG proposent d'intégrer des caractéristiques initialement proposées par SMIL.

2.6 Approches déclaratives basées sur l'algèbre de Allen et ses variantes

Il s'agit de spécifier le résultat souhaité et non le détail procédural du déroulement du scénario temporel. Madeus [Jourdan 1998] utilise par exemple une spécification par contraintes et fait appel à un résolveur de contraintes pour déterminer l'ordonnancement. Les difficultés d'une telle approche résident dans le fait qu'il faut connaître au moment de l'exécution les valeurs à partir desquelles on résout les contraintes. Dans le cas où la durée des objets est connue avant

l'exécution et qu'il n'y a pas à considérer de réactivité externe imprévisible, on peut calculer avant l'exécution (statique) le placement temporel (et spatial) des objets. Dans le cas contraire, il faut réaliser l'évaluation incrémentale des contraintes. Du point de vue de la conception, le problème est la vérification de la cohérence du système de contraintes définies par l'auteur et de l'existence de solution, surtout dans le cas dynamique. Les approches récentes ont donc introduit des possibilités pour l'auteur de définir des moyens de relaxation de contraintes, d'où des notions telles que durée naturelle / souhaitée par rapport à durée acceptable ou par la définition de facteur d'échelle pour étirer ou compresser la durée d'un media item continu [Pejhan 1999], l'interruptibilité, etc. Cette approche permet une spécification de plus haut niveau d'abstraction, mais, en contrepartie, elle ne permet pas à l'auteur de vérifier simplement (en cas d'événement imprévisible) l'existence et la qualité de la restitution temporelle. Un autre inconvénient est que les aspects spatiaux et la spécification des médias items eux-mêmes doivent être définis selon un autre formalisme.

2.7 Approches fonctionnelles

Il s'agit de permettre à l'auteur de spécifier de façon fonctionnelle le comportement d'un document multimédia à partir d'un faible nombre d'abstractions qui ne se contentent pas d'utiliser une définition explicite du temps, mais le manipule à travers ses effets sur des composants, leur assemblage et leur restitution à l'utilisateur dans le temps. Ce type d'approche (voir l'utilisation de FRAN-Haskell [Cameron 2003]) se révèle puissant, mais s'avère difficile à mettre en œuvre car il s'adresse à des spécialistes et peut rebuter par son aspect programmation [Thomson 2003]. En revanche, un des intérêts est de disposer directement d'un prototype exécutable.

2.8 Spécification interactive d'abstraction pour la définition de scénario

Il s'agit ici de permettre à l'auteur de spécifier visuellement une structure d'exécution basée sur des abstractions définissables par l'auteur. Un formalisme représentatif de ce type d'approche est MCF (Media Construction Formalism [Nanard 2000]). Il permet de considérer des comportements comme des objets de première classe, indépendamment des entités effectives qui seront impliquées à l'exécution dans ces comportements. Il s'appuie sur les notions de rôle, d'interprète et d'acteurs. MCF supporte une approche de type ingénierie selon des critères tels que la modularité, l'abstraction, la réflexivité, le paramétrage [King 2002]. L'avantage d'un formalisme visuel est la facilité pour l'utilisateur. En revanche, la spécification des aspects spatiaux par exemple doit être réalisée par une autre approche. Il s'agit ici d'aider les phases amont de la conception.

2.9 Autres approches

Mentionnons ici sans les détailler, les approches basées sur l'utilisation directe de logiques temporelles [Bowman 1997].

2.10 En résumé

Le temps dont il question dans cette section 2 est le temps de la restitution, donc le temps de la lecture. Notons justement que les formalismes les plus avancés permettent la prise en compte de réactivité interne (interaction entre medias items) et externe, c'est-à-dire de celle de l'utilisateur qui peut intervenir sur le déroulement de la restitution (voir l'analyse de la section 3). Toutefois, les techniques et approches mentionnées ne considèrent qu'une approche « syntaxique » du temps ou de ses effets sur la restitution. Les approches les plus riches considèrent des abstractions de haut niveaux, où le temps peut être implicite, qui sont combinables, qui permettent d'utiliser des conditions, des variables, etc, bref auxquels peut être associé un modèle de calcul.

3. Le temps dans tous ses états

En dehors des types de travaux mentionnés dans l'état de l'art de la section 2, peu de travaux ont mis en évidence les différentes dimensions des aspects temporels dans les documents multimédias et hypermédias. Avant de proposer notre propre analyse, nous mentionnons deux études qui ont abordé cette question, correspondant respectivement au point de vue de l'écriture multimédia/hypermédias et à celui de la conception de système pour la spécification et l'interprétation de documents multimédias/hypermédias.

3.1 Etude de taxonomies du temps dans les documents multimédias

Dans [Luesebrink 1998], l'auteur rappelle que l'impact des métaphores d'espace visuel sur les hypertextes et hypermédias (à la fois du point de vue de la génération de sens et du processus de fonctionnement) a été beaucoup exploré et que bien que les travaux fassent souvent référence au continuum espace-temps, l'impact des constructions temporelles sur la programmation, l'écriture et la lecture des hypertextes a été peu étudié. Luesebrink distingue le *temps de la machine (ou temps de l'interface)* du *temps cognitif*. Le temps de la machine conditionne l'expérience du lecteur à l'interface et le temps cognitif reflète l'étendue et l'ordonnement du temps chronologique que le lecteur construit ou reconstruit dans son imagination pour refléter les différentes références du contenu et de la narration au temps. La classification proposée est donc la suivante :

- Temps de l'interface
 - *Temps mécanique* : temps de réalisation des opérations par la machine et le réseau (ex. temps de téléchargement). Il s'agit pour l'auteur de minimiser ou d'utiliser à des fins précises la perception de ce temps par le lecteur.
 - *Temps de la lecture* : ce temps réfère à la durée pendant laquelle le lecteur est physiquement et mentalement engagé dans l'interaction avec le document (lire regarder, écouter).
 - *Temps d'interaction* : ce temps réfère à la durée pendant laquelle le lecteur engage une interaction avec le document, par exemple sélectionne un élément ou construit une requête d'accès à des éléments. Cet acte de choix est lui-même un acte de construction de temps ponctué par les actions. Nous reviendrons dans notre propre analyse sur ce temps d'interaction.
- Temps cognitif
 - *Le temps réel* : il s'agit du temps du déroulement des événements relatés par le document.
 - *Le temps narratif* est celui de l'exposé des événements.
 - *Le temps mythique* réfère aux paramètres de la signification historique et chronologique. Il donne des informations sur le contexte des faits relatés. Ce temps est souvent indirectement représenté par des objets qui l'évoquent. Il fournit un contexte interprétatif (social, culturel, historique, etc) d'interprétation).

De leur côté, dans [Hardman 1999], les auteurs détaillent le temps de présentation (nous parlerons plutôt du temps de restitution pour ne pas privilégier une modalité particulière de perception) et montre qu'il est le résultat d'une composition à plusieurs (l'auteur, le système et le lecteur) de différents aspects temporels. Du point de vue de l'auteur, l'arrangement temporel d'items multimédias reflète une relation chronologique de la narration. Du point de vue du système, les aspects temporels d'une présentation (restitution) sont la conséquence d'un traitement de plusieurs flux parallèles (correspondant à divers médias). Ce traitement doit aussi prendre en compte le suivi de lien par le lecteur. Le temps de présentation de [Hardman 1999] défini comme le temps pendant lequel l'utilisateur expérimente la restitution du document est à rapprocher du temps de l'interface de Luesebrink. Il résulte de différents aspects temporels considérés pendant le processus d'écriture et de présentation :

- *Le temps du media item* correspond aux aspects temporels intrinsèques du media item
- *Le temps du document* est celui de la composition potentielle exprimée par l'auteur
- *Le temps du rendu* est celui de la composition effective
- *Le temps de l'exécution* est celui de la restitution effective au lecteur. Il prend en compte le temps mécanique de Luesebrink.

Les trois premiers temps sont ceux qui sont généralement considérés dans les formalismes de manipulation du temps par l'auteur comme cela a été étudié à la section 2.

Nous ne détaillerons pas par la suite la description des aspects temporels intrinsèques des medias items, tels que le son, la vidéo, la musique. Des informations à ce sujet sont fournies dans ce rapport par d'autres participants à l'AS.

3.2 Temps et processus d'écriture de document multimédias/hypermédias

Le point de vue adopté dans cette section est celui de la conception de documents multimédias/hypermédias au regard de leur interprétation et manipulation par le lecteur. Ce processus est vu comme un processus de lecture et écriture, dans l'espace perceptible, selon le schéma de la figure 1. Ce processus se déroule sous la « pression » de trois types d'éléments : les acteurs (auteur(s), lecteur(s), système(s)), les supports (qui induisent des contraintes de représentations internes ou externes), le discours (contenus et organisation selon des modèles divers). Nous ferons apparaître le long de ce processus les trois types de temps mis en évidence par l'AS Fant-AS-STIC :

- Le temps socio-culturel et historique
- Le temps du support
- Le temps du discours

Nous évoquerons aussi d'autres aspects temporels qui ont été discutés au cours de l'AS. En revanche nous ne considérerons pas les durées de propagation d'événements (liés par exemple à l'utilisation de réseaux) et donc la qualité de service, qui correspond à tout un pan de recherche en multimédia.

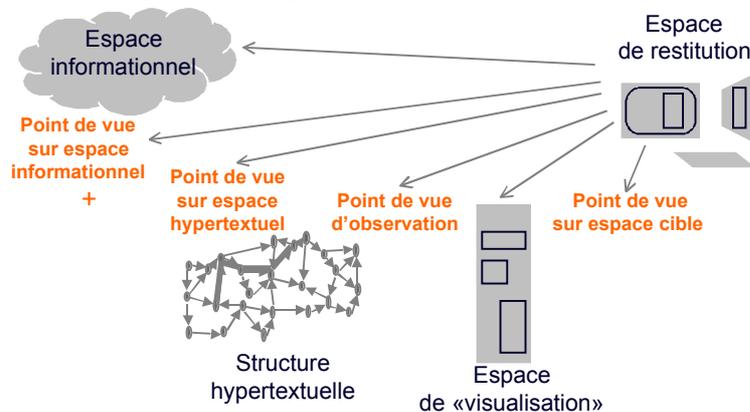


Figure 1. Produire un document multimédia : un processus d'écriture à plusieurs.

Le document multimédia s'écrit à plusieurs (auteur, système, lecteur) comme le résultat d'une fonction de changement d'espaces. Contrairement à un film, qui existe comme objet physique et est parcouru séquentiellement, un document multimédia est un objet virtuel qui se construit dynamiquement, qu'on n'observe que partiellement (dans le temps et l'espace) et qui ne peut être exploré qu'à travers son inscription dans l'espace de restitution multimédia. En bref, l'espace informationnel fournit des ressources et des mécanismes d'accès à ces ressources. Dans la spécification du document multimédia, la spécification du point de vue sur l'espace informationnel sert à préciser comment les médias items sont extraits de l'espace informationnel pour entrer dans la composition multimédia. L'espace hypertextuel définit les

relations de composition du document multimédia à partir des medias items avec tous les types de contraintes (spatiales, temporels) à prendre en compte, en particulier concernant le temps rhétoriques et le temps narratif. La spécification de ces contraintes est du ressort de l'auteur. Le point de vue sur l'espace hypertextuel définit à un instant donné de l'exécution le contexte abstrait d'interaction pour le lecteur. Il résulte de l'interprétation par le système de la spécification du document multimédia et du contexte d'interaction du lecteur. Le point de vue d'observation définit comment ce contexte d'interaction doit être restitué à l'utilisateur en fonction du contexte d'interaction et de l'environnement (par ex. plate-forme). La spécification multimédia comprend la définition des points de vue d'observation en fonction de l'état de l'interaction. L'interprétation de ce point de vue par le système produit une vue abstraite dans l'espace de visualisation. Le point de vue sur l'espace cible de restitution (choisi en général par le lecteur) précise quelle partie de l'espace de visualisation est perceptible à l'instant de la lecture. On constate donc que l'auteur spécifie les différents aspects du document multimédia (contenu informationnel, discours rhétorique et narratif, présentation) en fonction de l'interaction potentiel du lecteur qui déclenche de fait l'interprétation de la spécification par le système.

Nous analysons maintenant les aspects temporels qui interviennent dans ce processus d'écriture à plusieurs.

Temps et espace informationnel

Le temps des ressources

Nous montrons que ce temps se décompose en de nombreux sous-temps. En effet par ressources nous entendons des unités atomiques de stockage d'informations à partir desquelles seront extraits les médias items qui entrent dans la composition des documents multimédias. Il faut donc associer aux ressources elles-mêmes les dispositifs d'accès comme l'annotation ou l'indexation qui eux-mêmes comportent des aspects temporels. Nous supposons que cet espace informationnel est numérique.

Les différents aspects temporels à considérer se décomposent comme suit :

- *Temps associés à une ressource*
 - *Temps de création par l'auteur (date)*
 - *Temps intrinsèque lié au média utilisé*
 - *Temps référencé par le contenu (événement, époque, évocant un contexte historique, social, culturel)*
- *Temps associés à une unité d'indexation*
 - *Temps de création (date)*
 - *Temps intrinsèque lié au média utilisé pour l'indexation (ex. d'une annotation sous forme sonore ou vidéo)*
 - *Temps référencé par l'indexation*

Notons que pour les ressources elles-mêmes et les dispositifs d'accès (indexation), il convient de considérer en plus la notion de versions (dans le temps chronologique) et les conditions de validités d'accès ou d'utilisation dans le temps. Donnons un exemple simple. L'inclusion dans un document multimédia d'un hymne national pour illustrer une manifestation contemporaine doit correspondre à l'hymne national en vigueur et non à un hymne adopté pendant, par exemple, une période dictatoriale. Ces problèmes sont discutés dans une autre partie du rapport concernant les documents faisant référence à des textes légaux. On lira aussi l'exposé des problèmes temporels liés à la manipulation des documents en archéologie.

Le temps du support

Ce temps est lié à la durabilité des supports d'archivages et l'évolution des techniques d'archivage et aux stratégies d'archivage. La problématique correspondante est celle de la conservation des archives. Nous ne l'étudierons pas ici, bien que ce soit un point important pour la disponibilité des ressources informationnelles. Chaque instance de ressource

informationnelle ou d'unité d'indexation doit naturellement porter une date de création de l'instance sur le support. Il peut ainsi y avoir plusieurs copies. Cette notion diffère de celle de date de version qui suppose une modification intentionnelle du contenu. Notons cependant que dans les copies d'archivage, étant données les variations possibles de normes de stockage, il peut y avoir altération de l'information (couleur, définition, etc.). Un des problèmes importants est celui de l'historique des copies ou des versions. Tous ces problèmes relèvent de la science de l'archivage.

On constate donc que les 3 types de temps (socio-culturel et historique, support, discours) apparaissent de façon complexe.

Temps et création

Nous entendons par là le temps de la spécification intentionnelle du document multimédia par l'auteur (ou les auteurs). Le point important à mentionner ici est l'ubiquité du document (voir les essais de définition de la notion de document par le RTP 33). Pour faire simple, on peut considérer que le *Temps de la création* correspond à la date d'archivage de la spécification du document multimédia dans un formalisme donné. Mais ce qui est important, ce sont les références à différents types de temps que l'auteur fait intervenir dans sa spécification.

- *Le temps du document*, tel que décrit dans [Hardman 1999] est celui qui sert de référence au positionnement temporel des médias items dans la composition. Il s'agit d'un temps générique. L'auteur doit donc imaginer ce qui se passera au moment où ce temps du document sera instantié comme temps du rendu et que l'interaction du lecteur pourra avoir lieu.
- Référence implicite aux différents temps de l'espace informationnel. L'auteur peut extraire lui-même les médias items à partir des ressources et de leurs dispositifs d'accès et créer des copies propres au document en cours de création (définition en extension des médias items). Dans ce cas la référence aux différents temps de l'espace informationnel est implicite, car il n'y a pas de traces de références intentionnelles, même si l'auteur a manipulé (implicitement ou explicitement) ces références (au niveau cognitif).
- Référence explicite aux différents temps de l'espace informationnel
- Le temps réel. Il s'agit de la prise en compte des faits dans le temps chronologique.
- Le temps rhétorique. Il s'agit de contrôler des effets de perception et d'interprétation potentiels par le lecteur. La manipulation de ce temps (liée à d'autres considérations) conduit au temps de la narration qui ordonne l'exposé du discours
- Le temps de restitution et le temps de l'interaction. Ces temps seront décrits plus loin.

Notons que les deux types de références aux temps de l'espace informationnel peuvent exister. Nous n'avons pas la place de discuter ici la prise en compte des références dans l'expression des requêtes pour extraire les médias items. Cela suppose des systèmes de description des aspects temporels très sophistiqués, faisant référence à des modèles de temps et des ontologies appropriées. Le lecteur se reportera à la partie du rapport abordant l'utilisation du temps dans les requêtes.

Cette étape du processus d'écriture multimédia est donc lourdement chargée du point de vue de la prise en compte d'aspects temporels. En particulier le temps du discours intervient aussi bien au niveau du contenu des médias items et des mécanismes d'accès (indexation) que de la composition. Nous affirmons l'intérêt de séparer le temps rhétorique (qui peut être manipulé « en compréhension » et faire référence à des schémas et des règles de choix de schémas) du temps narratif qui est le résultat de l'interprétation du temps rhétorique pour la construction d'une restitution au lecteur. Ces aspects sont étudiés dans le domaine du cinéma et de la littérature [Luesebrink 1998], mais ils commencent juste à être effleurés pour la définition de modèles calculables dans la composition multimédia [Shawney 1996], [Crampes 1998] [Rutledge 2003] [Miles 2000]. Comme notre état de l'art de la section 2 l'a montré, les efforts

sur la manipulation du temps par l'auteur ont été essentiellement concentrés sur la spécification de la composition temporelle pour la restitution.

Temps et restitution au lecteur

- La restitution à l'utilisateur s'effectue dans l'espace et le temps sur des supports externes qui peuvent être multiples et utiliser différents médias. Est concerné ici le *temps objectif de la restitution* (temps d'exécution de [Hardman 1999]) C'est le temps de l'émission du discours à destination du lecteur. Il utilise le temps du rendu comme instantiation du temps du document et tient compte du temps mécanique. Il est à mettre en regard du *temps de la perception* puis de l'interprétation par l'utilisateur. Indépendamment de l'interprétation du « contenu », le temps perçu est un temps reconstruit. Il faut noter par ailleurs que le temps de la restitution qui est considéré par l'auteur au moment de la spécification du document comme un temps générique, se téléscopie au *moment de l'instanciation* avec le *temps du contexte de perception par le lecteur*. On retrouve ici les références au temps cognitif de Luesebrink 1998] et naturellement aux temps socio-culturel et historique, du support et du discours

Temps de l'interaction

Il correspond à la période de temps pendant laquelle le lecteur est engagé dans l'interaction avec le document. Nous montrons ci-dessous comment l'interaction du lecteur devient une nouvelle écriture conduisant à une nouvelle inscription du document sur le support externe mais potentiellement aussi sur le support de l'espace informationnel et celui de la spécification du document multimédia.

Les flèches de la figure 1 indiquent la portée de l'interaction. Le lecteur/utilisateur peut :

- ajouter une nouvelle ressource / modifier les ressources informationnelles (nouvelle version)
- ajouter une nouvelle indexation / modifier l'indexation des ressources informationnelles (nouvelle version d'une indexation)
- modifier le point de vue sur l'espace informationnel (requêtes et sélection des médias items)
- modifier la spécification (systèmes ouverts : nouvelle organisation catégorielle, narrative, rhétorique conduisant à une nouvelle structure logique) ou choisir une future restitution (par simple navigation).
- Modifier le point de vue de visualisation (choix du type de visualisation ou navigation dans l'espace de visualisation)

Si l'on veut être précis, il faut distinguer le moment de l'événement d'interaction et le moment où l'interprétation de l'événement par le système conduit à un nouvel état (prise en compte du temps mécanique). L'interprétation de ces différents types d'interaction déclenchent ou simplement une modification de la visualisation dans le temps ou une modification profonde de l'instanciation du document multimédia ou même de sa spécification.

3.3 En résumé

Notre analyse montre la complexité des relations entre les différents aspects temporels qui interviennent de façon dynamique dans les documents multimédias et la nécessité d'approfondir l'analyse de certains aspects, en particulier ceux qui concernent la prise en compte du temps du discours dans la spécification, avec les nuances que nous avons mises en évidence.

4. Problèmes et perspectives

Les sections précédentes ont montré la diversité des aspects temporels pouvant intervenir dans les documents multimédias, leur création et leur appropriation à travers la lecture ou l'interaction et la manipulation. La brève analyse que nous avons faite montre la difficulté de

disposer d'un formalisme unique qui allie pouvoir expressif (considérer toutes les facettes), possibilités de vérification et facilité de mise en œuvre par l'auteur.

- Certains aspects ne sont pas couverts par des formalismes appropriés.
- Les difficultés de mise en œuvre sont aussi bien dues au type d'approche (ex. utiliser directement une logique temporelle versus un formalisme visuel) qu'au manque d'outils.
- Il existe souvent une antinomie entre pouvoir expressif et possibilités de vérification directe de la validité de la spécification
- Les différents formalismes ont des intérêts différents selon les différentes phases du processus de conception.

Nous avons vu qu'il existait différentes classifications. Quelques trop rares études se sont intéressées à la comparaison systématique des formalismes. La plupart des travaux apportent une fonctionnalité supplémentaire en termes d'expressivité d'aspects temporels. Or les études approfondies sur les documents multimédias montrent que la dimension temporelle ne peut être considérée indépendamment des autres dimensions.

Nous identifions donc plusieurs axes de progression :

- 1) La définition d'un cadre de comparaison des formalismes. Il s'agit d'identifier les différentes dimensions et critères à considérer pour évaluer et comparer les formalismes et déterminer leur éventuelle complémentarité dans un processus de conception-réalisation. Ce type d'étude doit être accompagnée d'une meilleure définition formelle des différentes approches.
- 2) L'identification des voies d'amélioration des outils en considérant l'explicitation des types d'aspects temporels considérés.
- 3) La poursuite de recherche d'approches non directement basée exclusivement sur la représentation explicite du temps et permettant justement d'appréhender les effets temporels dans diverses dimensions. Cette axe de recherche nécessite d'intégrer un point de vue philosophique (et peut être aussi physique) sur le temps dépassant notre perception habituelle du temps (voir *scientific american*, numéro spécial sur le temps)

D'un point de vue plus technique, nous considérons que bien que des travaux variés existent déjà, des efforts doivent porter sur les points suivants :

- Modèles pour la représentation et le raisonnement temporels dans les documents multimédias et hypermédias,
- Les langages et outils de description de documents multimédias et hypermédias,
- Les abstractions de conception et l'identification des patterns de conceptions pour les documents multimédias et hypermédias,
- La visualisation de structures temporelles (dans la lignée de [Shipman 2000]).

Ces travaux doivent impérativement considérer la manipulation ou l'appréhension du temps par les humains et par les machines.

Références

1. ALLEN J.F. Maintaining knowledge about temporal intervals. *Communications of ACM*, 26(1), 1983, 832-843.
2. BOWMAN H., CAMERON H., KING P. & THOMPSON S. Specification and prototyping of structured multimedia documents using interval temporal logic. in *Proceedings Conference on Temporal Logic*, Applied Logic Series. Kluwer, 1997.
3. Helen Cameron, Peter King, Simon Thompson. Modelling Reactive Multimedia: Events and Behaviours. *Multimedia Tools and Applications*, Kluwer, vol 19, issue 1, January 2003, pp 53-77.
4. M. Crampes, J.P. Veuillez, S. Ranwez. Adaptive narrative abstraction. In *Proc. Hypertext'98*, ACM Press, 97-105.
5. KERAMANE C. & DUDA A. Interval expressions, a functional model for interactive dynamic multimedia presentations. *Proceedings Multimedia'96*, IEEE, 1996.
6. HARDMAN L. *Modeling and authoring hypermedia documents*. PhD, Univ. Amsterdam, ISBN: 90-74795-93-5, 1998. Also available at <http://www.cwi.nl/~lynda/thesis>.

7. HARDMAN L., Van OSSENBRUGGEN J., MULLENDER K.S., RUTLEDGE L. & BULTERMAN D. Do you have the time? Composition and linking in time-base hypermedia. *Proceedings Hypertext'99*. ACM Press, 1999, 189-196.
8. HARDMAN L., Schmitz P., Van OSSENBRUGGEN J., Warner ten K., BULTERMAN D RUTLEDGE L. The link vs. the event: activating and deactivating elements in time-based hypermedia. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, Vol. 6, 2000, 89-110.
9. JOURDAN M., LAYADA N. & ROISIN C. A survey on authoring techniques for temporal scenarios of multimedia documents. Vol. *Handbook of Internet and Multimedia Systems and Applications*, part 1: Tools and Standards. CRC Press, April 1998.
10. Muriel Jourdan, Nabil Layaïda, Cécile Roisin, Loay Sabry-Ismaïl, Laurent Tardif. Madeus, an Authoring Environment for Interactive Multimedia Documents, Proc. Multimedia'98, ACM Press, 1998.
11. KERAMANE C. & DUDA A. Interval expressions, a functional model for interactive dynamic multimedia presentations. *Proceedings Multimedia '96*, IEEE, 1996.
12. KING P., NANARD J., NANARD M.,. Multimedia Document Engineering in MCF. DocIng'02 ACM Symposium on Document Engineering, ACM Press, 2002, 14-25.
13. Luesebrink, M.C. (1998). The moment in hypertext: a brief lexicon of time, in *Proc. Hypertext'98*, ACM Press, 1998, 106-112.
14. Adrian Miles. Hypertext Syntagmas: Cinematic Narration with Links Journal of Digital Information, Volume 1 Issue 7, Article No. 31, 2000-12-20, <http://jodi.ecs.soton.ac.uk/Articles/v01/i07/Miles/>
15. NANARD J., NANARD M., KING P., Media Construction Formalism : Specifying Abstractions for Multimedia Scenario Design, *New Review of Multimedia and Hypermedia*, Vol. 6, 2000, Taylor Graham. 47-88.
16. Pejhan S. *et al.*, Dynamic frame rate control for video streams, *Proc. ACM Multimedia '99*, 141-144, 1999.
17. RUTLEDGE L., van OSSENBRUGGEN J. & HARDMAN L. Anticipating SMIL 2.0: the developing cooperative infrastructure for multimedia on the Web. *Proceedings WWW8*, 1999, 343-352.
18. L. Rutledge, M. Alberink, R. Brussee, S. Pokraev, W. van Dieten, M. Veenstra. Finding the story – Broader applicability of semantics and discourse for hypermedia generation. In Proc. Hypertext'2003, ACM Press, 67-76.
19. Sawhney N., Balcom D. and Smith I. HyperCafe: Narrative and Aesthetic Properties of Hypervideo, Proc. Hypertext '96, ACM Press, 1996.
20. SENAC P., DIAZ M., LÉGER A. & de SAQUI-SANNES P. Modeling logical and temporal synchronization in hypermedia systems. *IEEE J. of Selected Areas on Communications*, 14(1), 1996, 84-103.
21. Shipman III F.M., Hsieh H. Navigable history: a reader's view of writer's time. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, Vol. 6, 2000, Taylor Graham, 147-168.
22. SMIL : Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0), W3C Working Draft, 25 Feb. 2000, <http://www.w3.org/TR/2000/WD-smil20-20000921/>.
23. THOMPSON S. *Haskell, The Craft of Functional Programming*. Second Edition, Addison-Wesley, 1999.
24. Simon Thompson, Peter King, Helen Cameron, Modelling Reactive Multimedia: Design and Authoring, Multimedia Tools and Applications, Kluwer
25. SVG : Simple Vector Graphics. <http://www.w3.org/TR/2004/WD-SVG12-20040226/>

Actions de l'AS

Workshop Temps et document, Grenoble, novembre 2003

Numéro spécial Temps et document de la revue Document Numérique 2004

Atelier Semaine du document numérique, La Rochelle, juin 2004

Colloque franco-canadien, octobre 2004-03-08

- Les transparents présentés lors des réunions sont disponibles sur le site :
<http://lisi.insa-lyon.fr/~taccary/FANT-AS-STIC/pages/problematique.htm>

- ainsi que les actes du Workshop