



## Adaptation spatiale efficace de documents SMIL

Sébastien Laborie, Jérôme Euzenat, Nabil Layaïda

► **To cite this version:**

Sébastien Laborie, Jérôme Euzenat, Nabil Layaïda. Adaptation spatiale efficace de documents SMIL. 2006, Presses Universitaires François-Rabelais, pp.127, 2006.

**HAL Id: hal-00023822**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00023822>**

Submitted on 24 Jul 2006

**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.

# Adaptation spatiale efficace de documents SMIL

## Effective spatial adaptation of SMIL documents

Sébastien Laborie

Jérôme Euzenat

Nabil Layaïda

INRIA Rhône-Alpes  
655 Avenue de l'Europe  
38334 St Ismier Cedex  
{Sebastien.Laborie;Jerome.Euzenat;Nabil.Layaida}@inrialpes.fr

### Résumé

*La multiplication des supports de présentation multimédia entraîne un besoin d'adaptation des documents à leur contexte d'exécution. Nous avons proposé une approche sémantique d'adaptation de documents multimédia qui a été temporellement définie à l'aide de l'algèbre d'intervalles d'Allen. Cet article étend ces précédents travaux à la dimension spatiale des documents SMIL. Notre objectif est de trouver une représentation spatiale qualitative permettant de calculer un ensemble de solutions d'adaptation proche du document initial. La qualité d'une adaptation se mesure à deux niveaux : expressivité des solutions d'adaptation et rapidité de calcul. Dans ce contexte, nous caractérisons la qualité de l'adaptation selon plusieurs types de représentations spatiales existantes. Nous montrons que ces représentations ne permettent pas d'avoir une qualité d'adaptation optimale. Nous proposons alors une nouvelle représentation spatiale suffisamment expressive permettant d'adapter rapidement des documents multimédia SMIL.*

### Mots Clef

Adaptation sémantique, document multimédia, SMIL.

### Abstract

*The multiplication of execution contexts for multimedia documents requires the adaptation of document specifications to the particularities of the contexts. We proposed a semantic approach to multimedia document adaptation which was temporally defined with regards to the Allen algebra of relations. This paper extends this framework to the spatial dimension of SMIL documents. Our goal is to find a qualitative spatial representation that computes a set of adaptation solutions close to the initial document respecting the adaptation constraints. The quality of an adaptation can be regarded on two respects : expressiveness of adaptation solutions and computation speed. In this context, we characterize the adaptation quality of existing spatial representations. We show that these representations do not allow for optimal quality. Thus, we propose a new spatial representation which is sufficiently expressive to adapt SMIL documents faster.*

### Keywords

Semantic adaptation, multimedia document, SMIL.

## 1 Introduction

Un document multimédia doit pouvoir être exécuté sur des plates-formes aux possibilités variées : téléphones portables, PDA, ordinateurs de bureau, lecteurs de salon... Afin de tenir compte des possibilités de ces plates-formes, les documents sont transformés de telle sorte qu'ils puissent être rendus correctement sur la plate-forme cible. Nous avons montré dans [4] comment fournir des documents multimédia adaptés proche du document initial respectant les différentes contraintes liées à une plate-forme cible. Pour cela, on décrit qualitativement l'organisation des différents objets multimédia du document. Nous avons appliqué cette approche à la dimension temporelle des documents SMIL à l'aide de l'algèbre d'intervalles d'Allen [8].

Du point de vue spatial, plusieurs types de représentations qualitatives peuvent être utilisées pour décrire le document. Certaines très expressives et précises, comme la représentation spatiale directionnelle (§2), mais coûteuse en temps de calcul. D'autres, au contraire, permettant de calculer rapidement un ensemble de solutions d'adaptation au détriment de l'expressivité, comme la représentation spatiale topologique (§3). Nous considérons qu'une adaptation est efficace si celle-ci produit en un temps acceptable un ensemble de solutions suffisamment expressives pour être proche du document initial. Les représentations spatiales précédentes n'ayant pas cette propriété, nous proposons une nouvelle représentation spatiale (§4) assurant un compromis entre expressivité et rapidité de calcul. Pour évaluer les différentes représentations spatiales utilisées, nous expérimentons notre approche sur un exemple spécifié à l'aide d'un langage standard de description de documents multimédia : le langage SMIL.

Dans un premier temps, il est nécessaire d'indiquer les caractéristiques spatiales des documents multimédia (§1.1). Puis, le problème de l'adaptation est exposé plus en détails (§1.2). Par la suite, nous détaillerons l'utilisation des trois

formalismes candidats (§2-4) avant de les comparer expérimentalement (§5).

## 1.1 Spécification spatiale d'un document multimédia

Dans un document multimédia, la présentation des objets multimédia visibles est organisée dans l'espace. Un tel document est présenté dans la Figure 1 (gauche). L'exemple proposé est une présentation d'un circuit touristique composée de différents objets graphiques comme un logo, une zone de texte, une photo ainsi qu'une carte. Chacun de ces objets est représenté par un rectangle (Figure 1 droite) défini à l'aide d'un point d'origine (dans notre cas il s'agira du point supérieur gauche), d'une hauteur ainsi que d'une largeur.

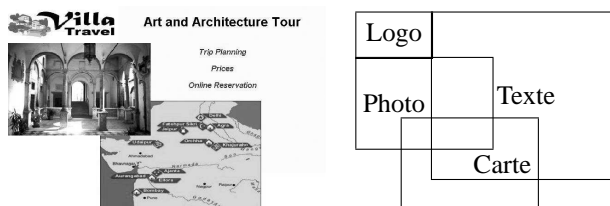


FIG. 1 – Présentation d'un circuit touristique (gauche) et dimension spatiale (droite).

Par exemple, l'objet Logo à une largeur de 240 pixels, une hauteur de 80 pixels et un point d'origine situé à (0, 0). L'objet Texte quant à lui à une largeur de 450 pixels, une hauteur de 360 pixels et un point d'origine situé à (240, 0)... Une telle description est précise et quantitative car elle définit exactement la place que tient chaque objet dans l'espace de présentation. Cette information est alors suffisante pour placer les objets dans le document : à une représentation quantitative précise correspond une seule exécution possible du document.

La dimension spatiale des documents multimédia n'est pas toujours spécifiée précisément car il est plus commode pour l'auteur de laisser l'interprétation de la spécification à la machine tant que sa demande est clairement exprimée.

Les spécifications non-précises peuvent être exprimées par des relations qualitatives entre les objets multimédia. Par exemple, le logo est à gauche du texte ou le logo est au nord-ouest de la carte.

Il existe divers langages de spécification de documents multimédia avec différentes possibilités d'expression de la dimension spatiale : Madeus [7], CSVG [2] proposent des relations qualitatives d'alignement, de centrage et de décalage entre les différents objets multimédia ; SMIL [15] exprime l'organisation spatiale des objets multimédia quantitativement. Cet article se concentrera à des documents multimédia exprimés avec le langage SMIL.

SMIL est un langage basé sur XML. Un document SMIL peut donc être vu comme un arbre dans lequel les nœuds, ou éléments, sont étiquetés. Du point de vue spa-

tial, le document doit définir un environnement principal (*root-layout*) qui contient plusieurs zones d'affichages des objets multimédia (*region*). L'auteur doit ensuite lier les objets multimédia de son document aux différentes régions. De plus, un ensemble d'attributs comme *top*, *left*, *height*, *width* peut être spécifié sur chaque région. Le fragment de code SMIL de la Figure 2 décrit le placement des régions de la Figure 1 (droite).

```
<root-layout height="450" width="700" />
<region id="Logo" height="80" width="240"
  top="0" left="0" />
<region id="Texte" height="360" width="450"
  top="0" left="240" />
<region id="Photo" height="235" width="350"
  top="80" left="0" />
<region id="Carte" height="235" width="350"
  top="205" left="200" />
```

FIG. 2 – Spécification d'un document SMIL.

## 1.2 Adaptation de documents multimédia

Différents contextes de présentation multimédia introduisent différentes contraintes sur la présentation elle-même. Par exemple, les limitations d'une plate-forme dues à l'affichage, comme un téléphone portable, peuvent conduire à ne pas afficher plusieurs objets multimédia les uns sur les autres pour des raisons de visibilité. D'autres types de contraintes peuvent être introduites par les préférences de l'utilisateur, la protection du contenu ou les capacités du terminal [14]. Les contraintes imposées par le client sont appelées le profil.

Pour satisfaire ces contraintes, les documents multimédia doivent être adaptés avant d'être présentés. Plusieurs types d'adaptation peuvent être envisageables comme l'adaptation locale c'est-à-dire liée aux différents objets multimédia et l'adaptation globale c'est-à-dire liée à l'organisation du contenu de la présentation. Cet article se consacrera à ce deuxième type d'adaptation.

A partir du profil et du document initial, l'étape d'adaptation doit produire un document satisfaisant les contraintes exprimées dans le profil. Cette adaptation est généralement réalisée par un programme de transformation du document [13, 9]. Celle-ci peut être considérée comme implicite si l'on dispose de solutions alternatives. Par exemple, SMIL nous offre la possibilité d'utiliser une balise *switch*. Néanmoins, elle impose de connaître à l'avance les différents profils d'exécution. L'étape d'adaptation peut aussi être explicite c'est-à-dire en utilisant la sémantique du document. Les spécifications qualitatives sont centrales à cette deuxième approche car elles permettent une adaptation efficace en fournissant plus de flexibilité. Dans ce qui suit, une approche d'adaptation sémantique de documents multimédia sera présentée.

### 1.3 Adaptation sémantique de documents multimédia

Les travaux exposés dans [4] précisent ce que doit être l'adaptation d'un document multimédia en utilisant une sémantique en théorie des modèles. Il consiste à interpréter un document comme l'ensemble de ses exécutions potentielles. Ainsi, une contrainte liée à une plate-forme va restreindre l'ensemble de ces exécutions en ne retenant que les exécutions compatibles. Adapter c'est trouver ce sous-ensemble des exécutions ou, lorsqu'il est vide, trouver une exécution compatible suffisamment proche des exécutions initiales. Pour réaliser cela, l'ensemble des interprétations possibles est représenté à l'aide d'un graphe de relations [12].

**Définition 1 (Graphe de relations)** Une spécification  $s = \langle O, C \rangle$  avec  $O$  un ensemble d'objets multimédia et  $C$  un ensemble de relations entre ces objets peut être représentée à l'aide d'un graphe complet de relations  $g_s = \langle N, E, \lambda \rangle$  avec les éléments de  $O$  en bijection avec ceux de  $N$  et  $\lambda : E \rightarrow 2^{\mathcal{R}}$  une fonction qui à chaque arc associe un ensemble  $r$  de relations telle que si  $x \ r \ y \in C$ ,  $\lambda(\langle x, y \rangle) \subseteq r$ .

Un tel graphe est représenté dans la Figure 3.

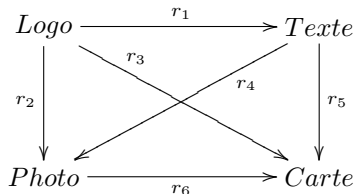


FIG. 3 – Graphe de relations de la Figure 1.

En ce qui concerne la dimension spatiale, chaque arc est étiqueté par un ensemble de relations spatiales :  $r_i \subseteq \mathcal{R}$  avec  $\mathcal{R}$  l'ensemble des relations spatiales. Le but de cet article est de déterminer un ensemble de relations spatiales  $\mathcal{R}$  approprié.

Lors de l'introduction d'une contrainte d'adaptation certaines relations du graphe risquent d'être non-autorisées. Il sera alors nécessaire d'adapter de façon minimale ce graphe c'est-à-dire de transformer ces relations interdites en d'autres relations voisines tout en respectant les contraintes d'adaptation. Pour cela, on cherche à définir une proximité entre les spécifications obtenues basée sur le voisinage entre relations.

**Définition 2 (Graphe de voisinage)** Une relation de voisinage est une relation binaire  $N_{\Gamma}^X$  entre éléments d'un ensemble de relations  $\Gamma$  tel que  $N_{\Gamma}^X(r, r')$  est vraie ssi  $X$  est une transformation continue de deux objets  $x$  et  $y$  telle que  $r(x, y)$  peut être transformée en  $r'(x, y)$  sans être transformée par une relation intermédiaire.

**Définition 3 (Distance de voisinage)** Une distance de voisinage  $\delta$  entre deux relations est la longueur du plus court chemin entre  $r$  et  $r'$  dans le graphe  $N_{\Gamma}^X$ .

Une distance entre graphes de relations peut ensuite être calculée en sommant chaque distance de voisinage  $\delta$  entre relations.

**Définition 4 (Distance entre graphes de relations)**

$$d(\lambda, \lambda') = \sum_{n, n' \in N} \text{Min}_{r \in \lambda(\langle n, n' \rangle), r' \in \lambda'(\langle n, n' \rangle)} \delta(r, r')$$

Adapter c'est trouver le graphe de relations respectant les contraintes d'adaptation de la plate-forme cible à une distance  $d$  minimale du graphe de relations initial.

Chacune des parties de cet article sera illustrée par l'adaptation de l'exemple de la Figure 1 (gauche) décrit en SMIL. L'adaptation sémantique d'un document SMIL impose néanmoins l'application de la stratégie décrite dans la Figure 4 car la dimension spatiale d'un document SMIL est décrite de façon précise et quantitative alors que  $\mathcal{R}$  contient un ensemble de relations qualitatives. Cette stratégie a également été utilisée pour adapter temporellement des documents SMIL [8]. Il s'agit de généraliser ( $\alpha$ ) le document puis une fois la représentation adaptée, on injecte de façon minimale l'information d'adaptation dans le document ( $\beta$ ).

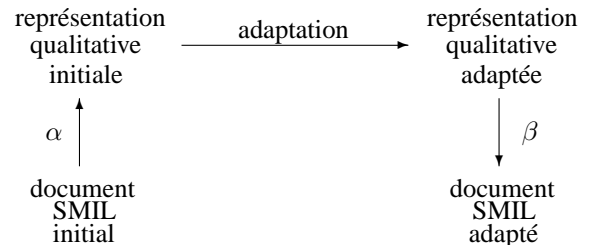


FIG. 4 – Stratégie d'adaptation sémantique de documents SMIL.

Nous allons maintenant considérer les différents modes de représentations spatiales permettant de réaliser l'adaptation.

## 2 Adaptation de la représentation spatiale directionnelle

Dans cette partie, la représentation spatiale directionnelle sera présentée (§2.1) et illustrée par l'exemple de la Figure 1. Cet exemple sera ensuite adapté (§2.2). Nous montrons que cette représentation est très expressive celle-ci offrant un ensemble de solutions d'adaptation proche du document initial. Cependant, cette expressivité à un coût non-négligeable au niveau du temps de calcul de ces solutions.

## 2.1 Représentation spatiale directionnelle

La représentation spatiale directionnelle [10] permet de définir des orientations dans l'espace entre des objets. Par exemple, soient deux points  $A$  et  $B$ , représentant les centres de gravité des objets multimédia visibles (comme des images, des vidéo...). Neuf relations spatiales directionnelles sont possibles entre ces deux points : *nord*, *nord-est*, *nord-ouest*, *est*, *ouest*, *sud*, *sud-est*, *sud-ouest*, *même position*.

Considérer un objet multimédia comme un seul et unique point pose néanmoins quelques problèmes. En effet, on ne peut distinguer le fait que l'objet  $A$  soit contenu dans l'objet  $B$  (et inversement). Si ces objets multimédia sont maintenant définis par deux points représentant, par exemple pour des objets rectangulaires, l'angle supérieur gauche et l'angle inférieur droit. Il est alors possible d'étendre les relations spatiales en ajoutant des relations de chevauchements, d'alignements entre objets...

L'algèbre de relations sur les intervalles [1] peut être utilisée pour définir ces relations. En se focalisant sur l'axe horizontal, on identifie 13 relations d'Allen entre les objets multimédia : *before* ( $b$ ), *meets* ( $m$ ), *overlaps* ( $o$ ), *starts* ( $s$ ), *finishes* ( $f$ ), *during* ( $d$ ), *equals* ( $e$ ), *contains* ( $di$ ), *finished-by* ( $fi$ ), *started-by* ( $si$ ), *overlapped-by* ( $oi$ ), *met-by* ( $mi$ ) et *after* ( $bi$ ). Il en est de même pour l'axe vertical. On peut donc en déduire 169 relations spatiales directionnelles entre deux objets interprétés comme des intervalles de dimension 2 :  $\langle b, b \rangle$ ,  $\langle b, m \rangle$ ... La Figure 5 présente ces 169 relations spatiales directionnelles [5].

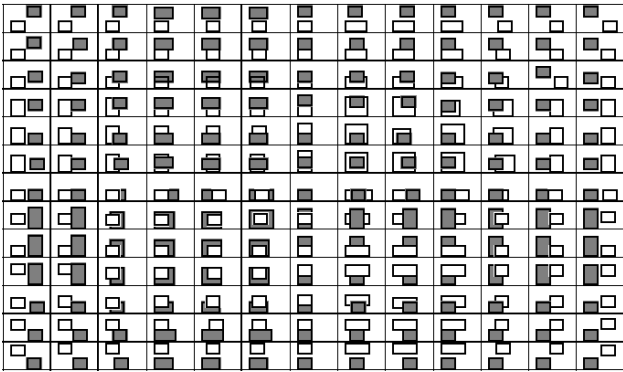


FIG. 5 – Les 169 relations spatiales directionnelles.

La Figure 6 présente le graphe de relations produit par l'application de la fonction de généralisation  $\alpha$  sur la spécification SMIL de la Figure 2.

## 2.2 Adaptation sémantique de la représentation directionnelle

Avant d'adapter le graphe de relations, il est nécessaire de consulter le profil de la plate-forme cible. Supposons que l'on dispose du profil suivant :  $\{MOO(1)\}$  précisant que l'on ne peut faire chevaucher des régions d'affichage. Le graphe de relations de la Figure 6 ne respecte pas les

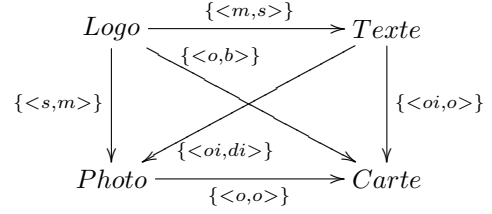


FIG. 6 – Graphe de relations directionnelles de la spécification de la Figure 2.

contraintes d'adaptation car Texte  $\langle oi, di \rangle$  Photo, Texte  $\langle oi, o \rangle$  Carte, et Photo  $\langle o, o \rangle$  Carte.

L'approche sémantique d'adaptation permet de sélectionner un ensemble de graphes de relations adaptés proche du graphe initial respectant les contraintes d'adaptation. Pour cela, des relations de proximité entre relations spatiales directionnelles sont introduites. Des relations de voisinage entre relations d'Allen ont déjà été introduites et représentées dans un graphe de voisinage dans [6]. Ce graphe est présenté dans la Figure 7.

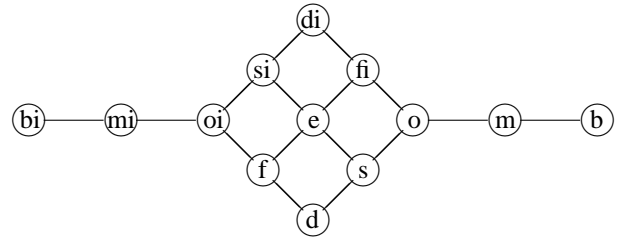


FIG. 7 – Graphe de voisinage des relations d'Allen ( $N_{13}^{Allen}$ ).

Une relation spatiale directionnelle comprenant deux relations d'Allen, une pour l'axe horizontal et l'autre pour l'axe vertical, il est possible de calculer une distance  $d$  entre graphes de relations directionnelles en additionnant les distances de chacune des composantes, horizontale ( $d_x$ ) et verticale ( $d_y$ ), entre le graphe de relations initial et le graphe de relations adapté.

### Définition 5 (Distance entre graphes de relations Allen2D)

$$d(\lambda, \lambda') = d_x(\lambda, \lambda') + d_y(\lambda, \lambda')$$

La Figure 8 (gauche) présente un graphe de relations adapté de la Figure 6 avec la contrainte  $\{MOO(1)\}$ . Sa distance  $d$  par rapport au graphe de relations initial est de 5 ( $d_x = 4$  et  $d_y = 1$ ).

L'application de la fonction d'instanciation  $\beta$  sur ce graphe produit un document SMIL adapté dont le rendu est présenté dans la Figure 8 (droite).

La représentation spatiale directionnelle offre un ensemble de solutions d'adaptation directives et précises. Son inconvénient est de comporter un grand nombre de relations ceci étant coûteux en terme de temps de calcul d'un ensemble

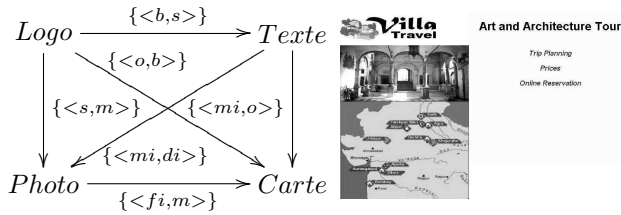


FIG. 8 – Graphe de relations directionnelles adapté avec la contrainte  $\{MOO(1)\}$  (gauche) et vue globale de la présentation adaptée (droite).

de solutions minimales. La partie suivante va s'intéresser à restreindre cet ensemble de relations spatiales.

### 3 Adaptation de la représentation spatiale topologique

Dans cette partie, la représentation spatiale topologique sera présentée (§3.1) et illustré par l'exemple de la Figure 1. Cet exemple sera ensuite adapté (§3.2).

#### 3.1 Représentation spatiale topologique

La représentation spatiale RCC élaborée par David Randell, Tony Cohn et Zhan Cui est plus connue sous le nom "Region Connection Calculus" [11]. Ce formalisme définit de nombreuses propriétés et relations spatiales. En particulier une de ses spécifications est l'ensemble des huit relations (RCC-8). Cet ensemble est illustré par la Figure 9.

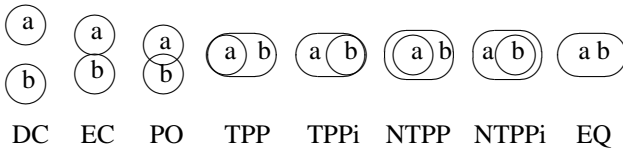


FIG. 9 – Les relations RCC-8.

Ces huit relations sont :

- DC (*is disconnected from*) : les deux régions sont disjointes.
- EC (*is externally connected with*) : les deux régions ne sont pas incluses l'une dans l'autre mais sont en contact.
- PO (*partially overlaps*) : les deux régions se chevauchent.
- TPP (*is a tangential proper part of*) : les deux régions sont incluses l'une dans l'autre et sont en contact.
- TPPi (inverse de TPP)
- NTPP (*is a nontangential proper part of*) : les deux régions sont incluses l'une dans l'autre mais ne sont pas en contact.
- NTPPi (inverse de NTPP)
- EQ (*equals*) : les deux régions sont identiques.

La spécification SMIL de la Figure 2 peut s'exprimer qualitativement à l'aide des relations présentées ci-dessus. La Figure 10 présente le réseau de contraintes entre les différentes régions de la présentation produit par l'application de la fonction de généralisation  $\alpha$ .

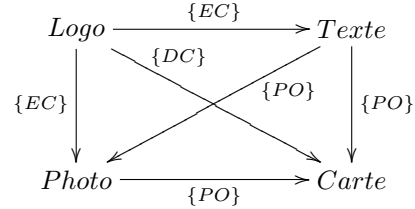


FIG. 10 – Graphe de relations topologiques de la spécification de la Figure 2.

#### 3.2 Adaptation sémantique de la représentation topologique

Supposons que l'on dispose toujours du profil suivant :  $\{MOO(1)\}$  précisant que l'on ne peut faire chevaucher des régions d'affichage. Le graphe de relations de la Figure 10 ne respecte pas les contraintes d'adaptation car Texte  $PO$  Photo, Texte  $PO$  Carte et Photo  $PO$  Carte. L'approche sémantique d'adaptation permet de trouver un graphe de relations adapté proche du graphe initial respectant les contraintes d'adaptation. Pour cela, des relations de proximité entre les relations spatiales topologiques sont introduites et représentées dans un graphe de voisinage (Figure 11, [3]).

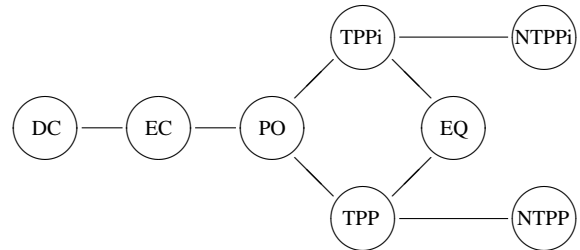


FIG. 11 – Graphe de voisinage des relations spatiales topologiques ( $N_8^{RCC}$ ).

A l'aide de ce graphe, une distance  $d$  entre graphes de relations est calculée. Adapter de façon minimale le réseau de contraintes spatiales entre les régions d'affichage c'est trouver un graphe de relations respectant les contraintes d'adaptation à une distance minimale du graphe de relations initial.

La Figure 12 (gauche) présente un graphe de relations adapté de la Figure 10 avec la contrainte  $\{MOO(1)\}$ . Sa distance  $d$  du graphe initial est de 3.

L'application de la fonction  $\beta$  sur ce graphe produit un document SMIL adapté dont le rendu est présenté dans la Figure 12 (droite).

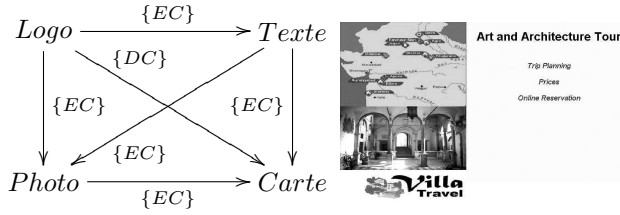


FIG. 12 – Graphe de relations topologiques adapté avec la contrainte  $\{MOO(1)\}$  (gauche) et vue globale de la présentation adaptée (droite).

La représentation spatiale topologique permet l'utilisation de 8 relations spatiales (au lieu de 169) ceci accélérant le calcul d'une solution d'adaptation. Cependant, elle a l'inconvénient d'être peu directive ceci est notamment visible avec notre exemple sur la Figure 12 (droite). L'exécution présentée respecte les contraintes imposées par le graphe de relations adapté mais propose un document adapté assez éloigné du document initial. Pour améliorer le résultat de l'adaptation et être plus directif nous proposons de raisonner sur la combinaison de l'adaptation de la représentation topologique et directionnelle.

### 3.3 Association avec la représentation directionnelle

Il est important de noter que l'ensemble des relations directionnelles couvre l'ensemble des relations topologiques.

**Proposition 1** Soient  $\mathcal{R}_{A2D}$  l'ensemble des relations spatiales directionnelles,  $\mathcal{R}_{RCC}$  l'ensemble des relations spatiales topologiques. Il existe une transformation  $\mathcal{T} : \mathcal{R}_{RCC} \rightarrow \mathcal{R}_{A2D}$  qui partitionne  $\mathcal{R}_{A2D}$  c'est-à-dire  $\mathcal{T}(x) \neq \emptyset$  et  $\forall x, y \mathcal{T}(x) \cap \mathcal{T}(y) = \emptyset$  et  $\bigcup_{r \in \mathcal{R}_{RCC}} \mathcal{T}(r) = \mathcal{R}_{A2D}$ .

Cette proposition permet donc de passer d'une représentation à une autre. De plus, elle entraîne la proposition suivante :

**Proposition 2** Soient  $\mathcal{S}_{A2D}$  l'ensemble des solutions d'adaptation de la représentation spatiale directionnelle et  $\mathcal{S}_{RCC}$  l'ensemble des solutions d'adaptation de la représentation spatiale topologique.  $\forall s \in \mathcal{S}_{RCC}, \mathcal{T}(s) \in \mathcal{S}_{A2D}$ .

Avec cette proposition, on peut envisager la stratégie d'adaptation suivante (Figure 13) :

1. Appliquer la généralisation topologique sur le document SMIL initial  $S : \alpha_{RCC}(S) = R_{RCC}$ .
2. Adapter la représentation topologique  $R_{RCC} : \text{adapt}_{RCC}(R_{RCC}) = R'_{RCC}$ .
3. Transformer la représentation topologique  $R'_{RCC}$  en représentation directionnelle  $R_{A2D} : \mathcal{T}(R'_{RCC}) = R_{A2D}$ .

4. Adapter la représentation directionnelle  $R_{A2D} : \text{adapt}_{A2D}(R_{A2D}) = R'_{A2D}$ .
5. Appliquer l'instanciation sur la représentation directionnelle adaptée  $R'_{A2D} : \beta_{A2D}(R'_{A2D}) = S'$ .

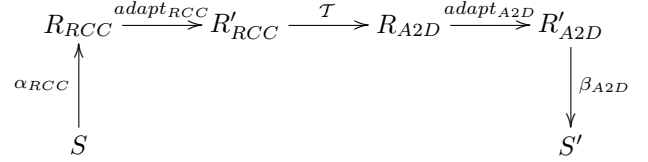


FIG. 13 – Combinaison de l'adaptation de la représentation topologique et directionnelle.

Cette stratégie d'adaptation permet d'être directive tout en raisonnant sur un nombre restreint de relations directionnelles (au pire des cas 50 relations au lieu de 169). La table 1 identifie pour chaque relation spatiale topologique le nombre de relations directionnelles correspondant.

| Relation spatiale topologique | Nombre de relations directionnelles |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| DC                            | 48                                  |
| EC                            | 40                                  |
| PO                            | 50                                  |
| EQ                            | 1                                   |
| TPP                           | 14                                  |
| TPPi                          | 14                                  |
| NTPP                          | 1                                   |
| NTPPi                         | 1                                   |

TAB. 1 – Nombre de relations directionnelles correspondant à une relation topologique.

Cependant, la propriété de minimalité des solutions d'adaptation risque de ne pas être vérifiée.

**Propriété 1** Soient  $\mathcal{M}_{A2D}$  l'ensemble des solutions minimales d'adaptation de la représentation spatiale directionnelle et  $\mathcal{M}_{RCC}$  l'ensemble des solutions minimales d'adaptation de la représentation spatiale topologique.  $\forall s \in \mathcal{M}_{RCC}, \mathcal{T}(s) \in \mathcal{M}_{A2D}$ .

Cette propriété est fautive car deux distances différentes entre relations topologiques peuvent avoir même distance entre relations directionnelles. Par exemple,  $\delta_{RCC}(PO, TPPi) = 1$ ,  $\delta_{A2D}(\langle o, o \rangle, \langle fi, fi \rangle) = 2$ ,  $\delta_{RCC}(PO, DC) = 2$  et  $\delta_{A2D}(\langle o, o \rangle, \langle b, o \rangle) = 2$ . Il est donc possible de ne pas proposer certaines solutions minimales d'adaptation.

La combinaison des deux représentations directionnelles et topologiques ne permet donc pas d'avoir une entière minimalité.

## 4 Adaptation de la représentation HBGD

L'objectif de cette partie va consister à proposer une représentation permettant d'être aussi expressive que la représentation directionnelle avec un nombre restreint de relations (au lieu de 169). Une nouvelle représentation spatiale, que nous appelons HBGD (Haut Bas Gauche Droite), sera présentée (§4.1) et illustrée par l'exemple de la Figure 1. Cet exemple sera ensuite adapté (§4.2).

### 4.1 Représentation spatiale HBGD

**Définition 6 (Les relations HBGD)** Soient  $A$  le point supérieur gauche et  $B$  le point inférieur droit d'une région  $\alpha$  (respectivement  $C$  et  $D$  pour une région  $\beta$ ). Nous considérons des régions rectangulaires où il est admis que  $A_x \leq B_x$ ,  $A_y \leq B_y$ ,  $C_x \leq D_x$  et  $C_y \leq D_y$ . 36 relations spatiales mutuellement exclusives sont identifiées. Chacune de ces relations est décrite ci-après :

- $H$  :  $A_x \geq C_x$ ,  $A_x \leq D_x$ ,  $B_x \geq C_x$ ,  $B_x \leq D_x$  et  $B_y \leq C_y$ .  
 $B$  :  $A_x \geq C_x$ ,  $A_x \leq D_x$ ,  $B_x \geq C_x$ ,  $B_x \leq D_x$  et  $A_y \geq D_y$ .  
 $G$  :  $A_y \geq C_y$ ,  $A_y \leq D_y$ ,  $B_y \geq C_y$ ,  $B_y \leq D_y$  et  $B_x \leq C_x$ .  
 $D$  :  $A_y \geq C_y$ ,  $A_y \leq D_y$ ,  $B_y \geq C_y$ ,  $B_y \leq D_y$  et  $A_x \geq D_x$ .  
 $GH$  :  $B_x \leq C_x$  et  $B_y \leq C_y$ .  
 $DH$  :  $A_x \geq D_x$  et  $B_y \leq C_y$ .  
 $GHD$  :  $A_x < C_x$ ,  $B_x > D_x$  et  $B_y \leq C_y$ .  
 $GB$  :  $B_x \leq C_x$  et  $A_y \geq D_y$ .  
 $DB$  :  $A_x \geq D_x$  et  $A_y \geq D_y$ .  
 $GBD$  :  $A_x < C_x$ ,  $B_x > D_x$  et  $A_y \geq D_y$ .  
 $GBH$  :  $B_x \leq C_x$ ,  $A_y < C_y$  et  $B_y > D_y$ .  
 $DBH$  :  $A_x \geq D_x$ ,  $A_y < C_y$  et  $B_y > D_y$ .  
 $O_H$  :  $A_x \geq C_x$ ,  $A_x \leq D_x$ ,  $B_x \geq C_x$ ,  $B_x \leq D_x$ ,  $A_y < C_y$ ,  $B_y > C_y$  et  $B_y \leq D_y$ .  
 $O_B$  :  $A_x \geq C_x$ ,  $A_x \leq D_x$ ,  $B_x \geq C_x$ ,  $B_x \leq D_x$ ,  $B_y > D_y$ ,  $A_y < D_y$  et  $A_y \geq C_y$ .  
 $O_G$  :  $A_y \geq C_y$ ,  $A_y \leq D_y$ ,  $B_y \geq C_y$ ,  $B_y \leq D_y$ ,  $A_x < C_x$ ,  $B_x > C_x$  et  $B_x \leq D_x$ .  
 $O_D$  :  $A_y \geq C_y$ ,  $A_y \leq D_y$ ,  $B_y \geq C_y$ ,  $B_y \leq D_y$ ,  $B_x > D_x$ ,  $A_x < D_x$  et  $A_x \geq C_x$ .  
 $O_{HB}$  :  $A_y < C_y$ ,  $B_y > D_y$ ,  $B_x \geq C_x$ ,  $B_x \leq D_x$ ,  $A_x \geq C_x$  et  $A_x \leq D_x$ .  
 $O_{GD}$  :  $A_x < C_x$ ,  $B_x > D_x$ ,  $B_y \geq C_y$ ,  $B_y \leq D_y$ ,  $A_y \geq C_y$  et  $A_y \leq D_y$ .  
 $GH_O$  :  $A_y < C_y$ ,  $B_y > C_y$ ,  $B_y \leq D_y$  et  $B_x \leq C_x$ .  
 $G_OH$  :  $A_x < C_x$ ,  $B_x > C_x$ ,  $B_x \leq D_x$  et  $B_y \leq C_y$ .  
 $G_OH_O$  :  $A_x < C_x$ ,  $A_y < C_y$ ,  $B_x > C_x$ ,  $B_x \leq D_x$ ,  $B_y > C_y$  et  $B_y \leq D_y$ .  
 $DH_O$  :  $A_y < C_y$ ,  $B_y > C_y$ ,  $B_y \leq D_y$  et  $A_x \geq D_x$ .  
 $D_OH$  :  $B_x < D_x$ ,  $A_x \geq C_x$ ,  $A_x < D_x$  et  $B_y \geq C_y$ .  
 $D_OH_O$  :  $B_x < D_x$ ,  $A_y < C_y$ ,  $A_x < D_x$ ,  $A_x \geq C_x$ ,  $B_y > C_y$  et  $B_y \geq D_y$ .  
 $GB_O$  :  $B_y > D_y$ ,  $A_y < D_y$ ,  $A_y \geq C_y$  et  $B_x \leq C_x$ .

- $G_OB$  :  $A_x < C_x$ ,  $B_x > C_x$ ,  $B_x \leq D_x$  et  $A_y \geq D_y$ .  
 $G_OB_O$  :  $A_x < C_x$ ,  $B_y > D_y$ ,  $B_x > C_x$ ,  $B_x \leq D_x$ ,  $A_y < D_y$  et  $A_y \geq C_y$ .  
 $DB_O$  :  $B_y > D_y$ ,  $A_y < D_y$ ,  $A_y \geq C_y$  et  $A_x \geq D_x$ .  
 $D_OB$  :  $B_x > D_x$ ,  $A_x < D_x$ ,  $A_x \geq C_x$  et  $A_y \geq D_y$ .  
 $D_OB_O$  :  $B_x > D_x$ ,  $B_y > D_y$ ,  $A_x < D_x$ ,  $A_x \geq C_x$ ,  $A_y < D_y$  et  $A_y \geq C_y$ .  
 $O_{GDH}$  :  $A_x < C_x$ ,  $B_x > D_x$ ,  $A_y < C_y$ ,  $B_y > C_y$  et  $B_y \leq D_y$ .  
 $O_{GBH}$  :  $A_y < C_y$ ,  $B_y > D_y$ ,  $A_x < C_x$ ,  $B_x > C_x$  et  $B_x \leq D_x$ .  
 $O_{DBH}$  :  $A_y < C_y$ ,  $B_y > D_y$ ,  $B_x > D_x$ ,  $A_x < D_x$  et  $A_x \geq C_x$ .  
 $O_{GDB}$  :  $A_x < C_x$ ,  $B_x > D_x$ ,  $B_y > D_y$ ,  $A_y < D_y$  et  $A_y \geq C_y$ .  
 $C$  :  $A_x < C_x$ ,  $A_y < C_y$ ,  $B_x > D_x$  et  $B_y > D_y$ .  
 $C_i$  :  $A_x \geq B_x$ ,  $A_x \leq D_x$ ,  $B_x \geq C_x$ ,  $B_x \leq D_x$ ,  $A_y \geq C_y$ ,  $A_y \leq D_y$ ,  $B_y \geq C_y$  et  $B_y \leq D_y$ .

La spécification SMIL de la Figure 2 peut s'exprimer qualitativement à l'aide des relations présentées ci-dessus. La Figure 14 présente le réseau de contraintes entre les différentes régions d'affichage de la présentation en appliquant la fonction de généralisation  $\alpha$ .

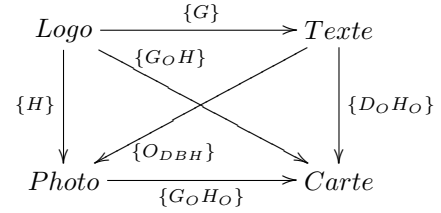


FIG. 14 – Graphe de relations HBGD de la spécification de la Figure 2.

### 4.2 Adaptation de la représentation HBGD

Supposons que l'on dispose toujours du profil suivant :  $\{MOO(1)\}$ . Le graphe de relations de la Figure 14 ne respecte pas les contraintes d'adaptation car Texte  $O_{DBH}$  Photo, Texte  $D_OH_O$  Carte et Photo  $G_OH_O$  Carte.

L'approche sémantique d'adaptation permet de trouver un graphe de relations adapté proche du graphe initial respectant les contraintes d'adaptation. Pour cela, des relations de proximité entre les relations spatiales HBGD sont introduites et représentées dans un graphe de voisinage (Figure 15).

A l'aide du graphe de voisinage, il est possible de calculer une distance  $d$  entre graphes de relations. Adapter de façon minimale le réseau de contraintes spatiales entre les régions d'affichage c'est trouver un graphe de relations respectant les contraintes d'adaptation à une distance minimale du graphe de relations initial.

La Figure 16 (gauche) présente un graphe de relations adapté de la Figure 14 avec la contrainte  $\{MOO(1)\}$ . Sa distance  $d$  du graphe initial est de 3.



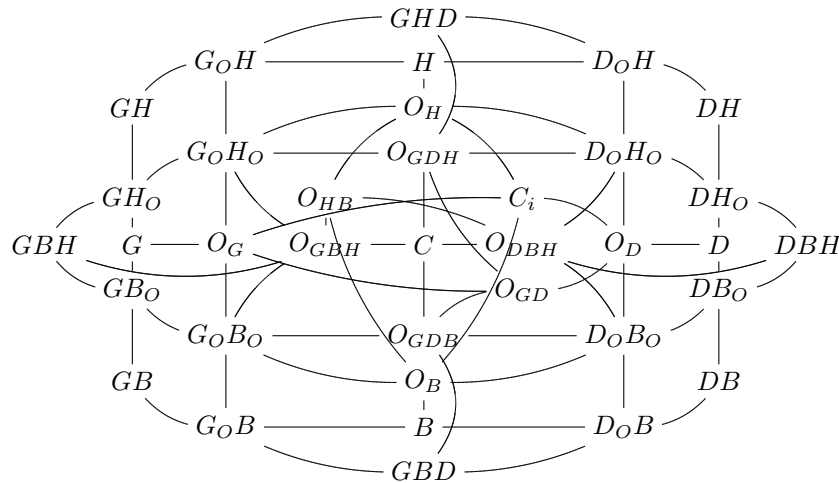


FIG. 15 – Graphe de voisinage HBGD ( $N_{36}^{HBGD}$ ).

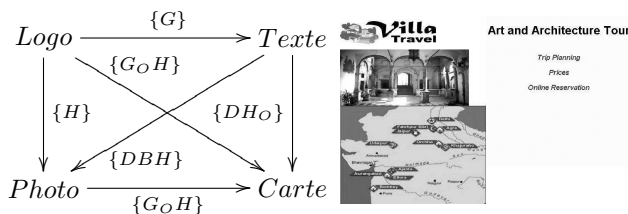


FIG. 16 – Graphe de relations HBGD adapté avec la contrainte  $\{MOO(1)\}$  (gauche) et vue globale de la présentation adaptée (droite).

L'application de la fonction  $\beta$  sur ce graphe produit un document SMIL adapté dont le rendu est présenté dans la figure 16 (droite).

Avec ce type de représentation, on conserve toute l'expressivité des relations directionnelles et on raisonne sur un nombre restreint de relations spatiales ceci accélérant le calcul d'un ensemble de solutions d'adaptation minimales.

## 5 Implémentation et résultats expérimentaux

Les travaux présentés précédemment ont été implémentés. Pour calculer un ensemble de graphes de relations proche du graphe initial respectant les contraintes d'adaptation, on associe à chaque relation du graphe un ensemble de relations spatiales ordonné par notre distance de voisinage  $\delta$  par lequel les remplacer. A l'aide d'un algorithme de Branch and Bound, on construit l'arborescence des possibilités et on évalue a priori les chances de trouver la solution minimale et consistante dans une branche particulière.

La vue globale du système d'adaptation est présentée dans la Figure 17. L'auteur peut éditer son document multimédia SMIL à l'aide de l'éditeur situé au centre de la figure. Le

système comporte également les différentes vues (en bas) des graphes de relations : directionnelles (à gauche), topologiques (au centre) et HBGD (à droite). Dans un second temps, il est possible d'indiquer au système des contraintes à appliquer au document (c'est-à-dire spécifier le profil). Si le document ne nécessite pas d'adaptation alors le document adapté est identique au document initial. Dans le cas contraire, s'il existe plusieurs solutions d'adaptation le système présente toutes les solutions minimales. Après sélection d'une solution minimale, le système produit un document SMIL adapté et l'utilisateur peut ensuite exécuter le document multimédia pour le visualiser.

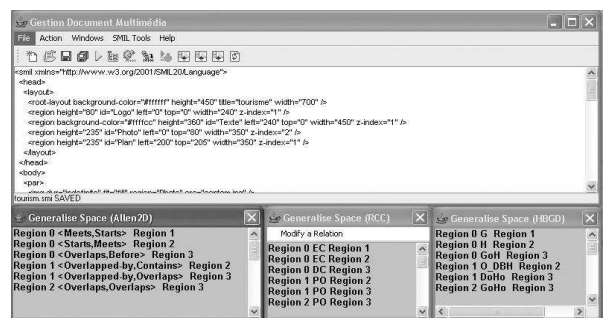


FIG. 17 – Vue globale du système d'adaptation.

Nous avons évalué les différentes représentations spatiales avec l'exemple de la Figure 1 et la contrainte  $\{MOO(1)\}$  selon différents critères : temps de calcul des solutions, nombre de solutions minimales, directivité de la représentation. Cette évaluation s'est effectuée sur un AMD Athlon XP2500+ avec 512Mo de mémoire RAM. Les résultats obtenus dans la table 2 mettent en évidence les différentes disparités des représentations spatiales sur un même document.

| Représentation spatiale | Temps de calcul des solutions | Nombre minimal de solutions | Directif |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------|
| Allen2D                 | 3145 ms                       | 6 solutions                 | X        |
| RCC-8                   | 15 ms                         | 1 solution                  |          |
| RCC-8                   | 15 ms                         | 1 solution                  |          |
| Allen2D                 | 1240 ms                       | 1 solution                  | X        |
| HBGD                    | 40 ms                         | 2 solutions                 | X        |

TAB. 2 – Évaluation des représentations spatiales.

## 6 Discussion

Comme énoncé précédemment, notre adaptation de documents multimédia produit un ensemble de solutions minimales c'est-à-dire proche du document initial et respectant les contraintes de la plate-forme cible. Sur cet ensemble de solutions, il est nécessaire de sélectionner une et une seule solution d'adaptation c'est-à-dire celle qui sera ensuite exécutée. Cette fonction de sélection n'est pas encore spécifiée cependant nous disposons de plusieurs pistes permettant de la définir.

Pour réduire l'ensemble des solutions qualitatives minimales, une première méthode serait la suivante :

- Pour chaque solution qualitative minimale produire la solution quantitative en appliquant la fonction  $\beta$ .
- Sur cet ensemble de solutions quantitatives, retenir les solutions comportant le moins de déformation ou de déplacement des régions d'affichage.

Cette méthode a cependant l'inconvénient d'être fastidieuse et de plus ne garantit pas que le résultat de la sélection sera satisfaisant.

Une autre méthode pour définir cette fonction de sélection serait de raisonner non pas sur le plan quantitatif mais toujours sur le plan qualitatif.

Comme nous avons pu le remarquer avec la représentation spatiale directionnelle chaque relation contient deux composantes : une relation d'Allen sur l'axe horizontal et une autre sur l'axe vertical. Pour calculer une distance entre des relations de ce type, on calcule la distance de chacune des composantes (définition 5). Avec l'exemple de la Figure 8 (gauche)  $d_x = 4$  et  $d_y = 1$ . La Figure 18 propose une autre solution d'adaptation minimale à une distance équivalente de l'exemple de la Figure 8. Avec cet autre exemple,  $d_x = 2$  et  $d_y = 3$ .

Les distances  $d_x$  et  $d_y$  sont des informations que l'on peut exploiter pour différencier les différentes solutions minimales. Par exemple, si le dispositif d'affichage de la plate-forme cible contient une forte déformation sur l'axe horizontal par rapport au dispositif initial, il sera plus judicieux de sélectionner la solution de la Figure 8 car  $d_x > d_y$ . Dans le cas contraire, la Figure 18 sera une meilleure solution d'adaptation car  $d_x < d_y$ .

En résumé, une fonction  $\mathcal{F}$  de sélection d'une solution d'adaptation sur un ensemble de solutions minimales doit être définie.

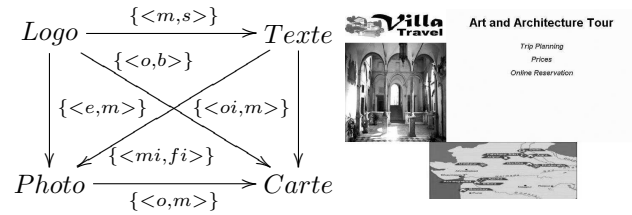


FIG. 18 – Autre graphe de relations directionnelles adapté avec la contrainte  $\{MOO(1)\}$  (gauche) et vue globale de la présentation adaptée (droite).

## 7 Conclusion

Cet article applique nos précédents travaux d'adaptation sémantique de documents multimédia à la dimension spatiale des documents SMIL. L'adaptation proposée est de qualité si celle-ci produit en un temps acceptable un ensemble de solutions suffisamment expressives pour être proche du document initial. Dans un premier temps, la représentation spatiale directionnelle a été utilisée pour décrire le document multimédia. Celle-ci étant très expressive et précise, l'ensemble des solutions d'adaptation produit offre beaucoup de flexibilité. Cependant, son nombre de relations étant conséquent, le calcul de cet ensemble de solutions ne se fait pas en un temps acceptable. La représentation spatiale topologique a donc été introduite pour réduire ce nombre de relations et donc gagner en temps de calcul. Cette réduction s'est effectuée au détriment de l'expressivité ceci a notamment pu être constaté au niveau de la non directivité des solutions d'adaptation. Pour palier ce problème, la représentation spatiale topologique a été couplée à la représentation directionnelle. Cependant, nous avons montré que cette combinaison de représentations spatiales ne permet pas d'avoir une entière minimalité. Une nouvelle représentation que nous appelons HBGD, assurant un compromis entre nombre de relations et expressivité, a été présentée et intégrée aux travaux d'adaptation sémantique de documents multimédia. Une implémentation ainsi qu'une évaluation des différentes représentations spatiales ont ensuite été abordées. Enfin, une discussion sur la sélection d'une solution minimale sur un ensemble de solutions d'adaptation a été menée en proposant différentes méthodes de sélection.

Nous envisageons d'étendre ce travail à la dimension spatio-temporelle des documents SMIL. Pour cela, il sera nécessaire d'identifier les différentes contraintes spatio-temporelles possibles à appliquer au document et trouver une représentation spatio-temporelle suffisamment expressive permettant de calculer en un temps acceptable un ensemble de solutions d'adaptation proche du document initial.

Enfin, la définition d'une fonction de sélection d'une solution d'adaptation sur un ensemble de solutions proposées sera nécessaire pour enrichir notre étape d'adaptation.

## Références

- [1] James F. Allen. Maintaining knowledge about temporal intervals. *Commun. ACM*, 26(11) :832–843, 1983.
- [2] Greg J. Badros, Jojada J. Tirtowidjojo, Kim Marriott, Bernd Meyer, Will Portnoy, and Alan Borning. A constraint extension to scalable vector graphics. In *WWW '01 : Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web*, pages 489–498, New York, NY, USA, 2001. ACM Press.
- [3] Max J. Egenhofer and Khaled K. Al-Taha. Reasoning about gradual changes of topological relationships. In *Proceedings of the International Conference GIS - From Space to Territory : Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning on Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space*, pages 196–219, London, UK, 1992. Springer-Verlag.
- [4] Jérôme Euzenat, Nabil Layaïda, and Victor Dias. A semantic framework for multimedia document adaptation. In *Proc. 18th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), Acapulco (MX)*, pages 31–36, 2003.
- [5] Jérôme Euzenat. *Granularité dans les représentations spatio-temporelles*. April 1994. RR - 2242, INRIA.
- [6] Christian Freksa. Temporal reasoning based on semi-intervals. *Artificial Intelligence*, 54(1-2) :199–227, 1992.
- [7] Muriel Jourdan, Nabil Layaïda, Cécile Roisin, Loay Sabry-Ismaïl, and Laurent Tardif. Madeus, and authoring environment for interactive multimedia documents. In *MULTIMEDIA '98 : Proceedings of the sixth ACM international conference on Multimedia*, pages 267–272, New York, NY, USA, 1998. ACM Press.
- [8] Sébastien Laborie, Jérôme Euzenat, and Nabil Layaïda. Adapter temporellement un document SMIL. *Plateforme de l'AFIA : Atelier Connaissance et Documents Temporels*, pages 47–58, 2005.
- [9] Tayeb Lemlouma and Nabil Layaïda. The negotiation of multimedia content services in heterogeneous environments. In *Proc. 8th International Conference on Multimedia Modeling (MMM01)*, pages 187–206, Amsterdam (NL), 2001.
- [10] Dimitris Papadias and Timos Sellis. Qualitative representation of spatial knowledge in two-dimensional space. *The VLDB Journal*, 3(4) :479–516, 1994.
- [11] David A. Randell, Zhan Cui, and Anthony Cohn. A spatial logic based on regions and connection. In Bernhard Nebel, Charles Rich, and William Swartout, editors, *KR'92. Principles of Knowledge Representation and Reasoning : Proceedings of the Third International Conference*, pages 165–176. Morgan Kaufmann, San Mateo, California, 1992.
- [12] Peter van Beek. Reasoning about qualitative temporal information. *Artificial Intelligence*, 58(1-2) :297–326, 1992.
- [13] Lionel Villard. Authoring transformations by direct manipulation for adaptable multimedia presentations. In *Proc. ACM Symposium on Document Engineering (DocEng'01)*, pages 125–134, Atlanta (US), 2001.
- [14] W3C. *Composite Capabilities/Preferences Profiles (CC/PP) : Structure and Vocabularies*, 2001. <http://www.w3.org/TR/CCPP-struct-vocab/>.
- [15] W3C. *Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0) Specification*, 2001. <http://www.w3.org/TR/smil20/>.