

# Intégration Spatio-Graphique dans les Systèmes Documentaires

Jean-Christophe Lecoq, Michel Mainguenaud

*Lab. Perception Système Information (PSI), FRE CNRS 2645  
INSA de Rouen, 1060 Avenue de l'Université  
76801 St Etienne du Rouvray Cedex, France*

{jean-christophe.lecoq, michel.mainguenaud}@insa-rouen.fr

Cet article présente deux formes d'intégration dans les systèmes multimédia distribués. Cela s'inscrit dans une perspective d'intégration spatio-graphique entre les systèmes documentaires de la Gestion Electronique de Documents (GED). La première forme d'intégration permet de définir une architecture à couplage faible dans un objet multimédia, entre des sous-systèmes manipulant des informations alphanumériques et spatiales. La deuxième forme d'intégration permet de créer un lien entre objets multimédia, en particulier entre spatial et graphique, afin d'exploiter la sémantique apportée par la première forme.

## 1. Introduction

Le besoin d'intégration dans les différents systèmes multimédia distribués est devenu une priorité pour l'extension de l'usage des connaissances. L'intégration des systèmes permet aux utilisateurs finaux d'avoir accès à des sources de connaissances de structuration et d'origines différentes. Le cas de la constellation des systèmes documentaires dans la Gestion Electronique de Documents (GED) est révélatrice de ce besoin. Dans cet article, nous présentons une technique d'intégration construite à partir de deux formes. La première est basée sur une fermeture d'opérateur. La seconde introduit de la sémantique étrangère dans un système pour la construction d'opérateurs. L'application de cette technique se fait entre deux systèmes de la GED: le Système d'Information Géographique (SIG) manipulant des données spatiales, et le système de rétro-conversion de documents images.

Avec l'avènement des documents hypermedia, il devient difficile d'avoir une définition claire de la notion de document. Les documents hypermédia introduisent en effet une structuration logique en réseau qui pose d'avantage le problème de l'intégration. L'intégration des systèmes multimédia distribués [3] peut être abordée sous l'optique des bases de données hétérogènes fédérées [9]. Il s'agit d'une collection de bases de modèles et de schémas conceptuels de natures différentes; coopérantes et autonomes. L'intégration est le point clé dans les systèmes fédérés, puisqu'il n'est pas possible de maintenir la cohérence distribuée des données avec la même efficacité qu'une architecture monolithique. On peut donc retrouver sous cette problématique, une semblable dans les systèmes multimédia, gérant à la fois de la sémantique et une représentation associée à un média [15]. Cependant le modèle d'intégration n'est pas encore défini universellement, et il n'y a pas non plus de modèle réellement efficace. Il s'agit par exemple du cas du langage SQL du Système de Gestion de Base de Donnée (SGBD) conventionnel, étendu en SQL3-MM [11]. L'intégration du SGBD est faite suivant une architecture à extension [14], permettant le support de nouveaux types, d'opérateurs et de langages de requêtes disponibles dans d'autres systèmes (en l'occurrence, le sous-système spatial d'un SIG). Néanmoins l'intégration à extension conduit à une limitation de l'usage des systèmes autonomes, puisque dans cette forme d'intégration un système est considéré comme dominant et les autres inclus. De plus cette forme d'intégration se base sur l'existence d'une algèbre de manipulation des données. Certains domaines scientifiques comme l'interprétation des images n'ont pas cette condition. Il est donc nécessaire d'aborder l'intégration sous la forme du respect de l'individualité et de l'autonomie des systèmes.

Dans cet article nous présentons deux formes d'intégration dans les systèmes multimédia, respectant l'intégrité physique des systèmes. Le cadre servant d'exemple est constitué des systèmes SIG et rétro-conversion de documents images. Dans la partie 2. nous présentons les définitions conceptuelles pour les formes d'intégration proposées. Dans la partie 3., nous présentons un exemple d'intégration utilisant les formes présentées, dans une approche spatio-graphique. Nous terminons par une conclusion en partie 4..

## **2. Modélisation du Système d'Information**

Cette partie présente la modélisation du Système d'Information. Nous présentons d'abord les concepts utilisés pour modéliser les informations multimédia. Ces concepts sont ensuite implémentés avec le formalisme des Types Abstraits de Données (TAD). Nous terminons par la présentation d'une base de donnée Jouet.

### ***2.1. Définitions Conceptuelles***

Le développement de modèles conceptuels est un problème important dans le domaine multimédia. Un document multimédia est l'unité d'information échangée entre les utilisateurs. Pourtant il s'agit du résultat de la composition d'éléments d'informations

de granularité plus fine, de nature statique ou dynamique (existence limitée dans la durée), liés ensemble dans le but de constituer un message. Il est usuel de considérer la modélisation multimédia suivant quatre niveaux indépendants [2]: la dimension logique, la dimension navigationnelle, la dimension temporelle, et la dimension spatiale. Il existe cependant des modélisations qui ne vérifient pas une indépendance entre les niveaux. Par exemple [8] présente un objet multimédia comme un objet actif (qui peut réaliser spontanément des actions) qui produit ou consomme des valeurs multimédia associées à une réalité physique dans un intervalle de temps donné. Dans cet article, nous ne nous intéressons qu'au niveau logique; celui-ci présentant déjà un certain nombre de problématiques. La structure multimédia est représentée dans sa dimension logique, à partir de trois composantes [15]: des objets basiques atomiques (non décomposables), des objets complexes (objets complexes ou atomiques composés par des règles), et des attributs associés aux objets pour ajouter de la sémantique. Avec cette présentation, nous voyons déjà une forme d'hétérogénéité au sens des bases de données hétérogènes, entre attributs et représentations. Nous présentons quelques définitions.

**Définition 1 :** Un *Objet Multimédia* (OMM) est une structure logique, passive, sans référence temporelle. Elle est structurellement constituée par une agrégation de deux parties: une partie attributs pour des informations alphanumériques, et une partie autre pour un ensemble de représentations partageant les mêmes propriétés, et associées à des média qui ne sont pas à priori physiquement explicités.

La définition du niveau de structuration supérieur (c'est-à-dire le document) ne se fait pas par simple application d'un constructeur d'ensemble entre Objets Multimédia de mêmes propriétés de représentation. La problématique de la rétroconversion par exemple, a montré expérimentalement qu'on ne pouvait pas toujours retrouver les représentations élémentaires des objets à partir de l'image. Cette définition montre une deuxième forme d'hétérogénéité, au sens des propriétés de représentations.

**Définition 2 :** Un *Document Multimédia* (DMM) est constitué par une agrégation d'ensembles homogènes (au sens des propriétés de représentation) d'Objets Multimédia, et dont les représentations peuvent être aussi bien globales que locales au document.

Comme illustration, nous présentons le cas d'un système constitué par un SIG intégré avec un système de rétro-conversion. Le type de document géré est un document réseau. Le modèle de données de la base est constitué d'une agrégation de deux parties: un ensemble d'OMM Géographiques (OMGéo) représentant les entités spatiales gérées, et un OMM Graphique (OMGra) représentant un plan scanné. Comme exemples d'attributs alphanumériques pour un OMGéo, nous pouvons noter l'adresse où est installé un boîtier quelconque. Ce boîtier dispose de plusieurs représentations différentes suivant les vues spatiales et le modèle de représentation utilisé (schématique, réel). Comme exemples d'attributs pour un OMGra, nous pouvons noter la résolution de l'image (en DPI) ou la taille de l'image. Il existe aussi différents modèles de

représentation d'image.

Ce modèle de donnée est volontairement restrictif pour la problématique multimédia, puisqu'en supprimant la dimension temporelle, il n'est plus capable de représenter les nécessités de synchronisation entre les objets multimédia [3]. Cependant au niveau logique se posent déjà un certain nombre de problèmes d'intégration non encore abordés dans la littérature. Au sens strict (mais généralisable) des bases de données hétérogènes fédérées, les définitions présentent des formes d'intégration potentielles. La première forme d'intégration déjà explorée, se présente comme la définition d'une couche de médiation entre objets multimédia, c'est-à-dire une interface d'accès unifié utilisant son propre modèle de données et de requêtes. Généralement, les objets sont placés dans une architecture à couplage tendu. Nous sommes intéressés par d'autres formes d'intégration logique.

**Définition 3** : L'Intégration **Intra-OMM** est défini par la construction d'un niveau d'abstraction supérieur à l'objet, nommé "entité", entre la partie alphanumérique et la représentation d'un OMM (voir figure 1). Cette construction se base sur l'existence d'une représentation de l'objet, avec un cadre de propriétés de représentation défini. L'intégration est due à l'hétérogénéité au sens bases de données hétérogènes, entre les attributs et la représentation. La définition du niveau d'abstraction supérieur se fait en construisant un ensemble d'opérateurs en rapport avec la représentation, mais appliqué aux deux composantes des données (attributs et représentations).

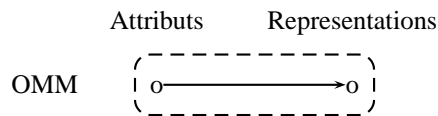


Figure 1: Intégration Intra-OMM

**Définition 4** : L'Intégration **Inter-OMM** est défini par l'existence de liens entre OMMs ayant des propriétés de représentation différentes (voir figure 2). Ces liens sont basés sur des connaissances opératoires, et sont de deux types: liens de contrôle (action sur les opérateurs) et liens de transformation de données (application d'opérateurs). L'hétérogénéité est due aux propriétés de représentations différentes. L'existence de liens entre OMMs sous-entend l'existence d'un niveau d'abstraction supérieur à la structure agrégative constituée des deux composantes alphanumérique et la représentation.

**Définition 5** : L'Intégration **Hybride Inter-OMM** est défini par le fait qu'il n'existe pas a priori de niveau d'abstraction supérieur sur toutes les OMMs. Dans cette forme d'intégration, nous supposons qu'il existe un niveau d'abstraction supérieur pour un OMM, et qu'il n'en n'existe pas pour un autre (voir figure 3). Les

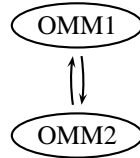


Figure 2: Intégration Inter-OMM

liens Inter-OMM se font alors entre niveau entité et niveau composantes de l'OMM. Dans ce cas, l'hétérogénéité est double, puisqu'il s'agit d'abord d'une hétérogénéité au sens bases de données hétérogènes entre les schémas d'un niveau entité et une représentation; puis ensuite entre les représentations des OMMs.

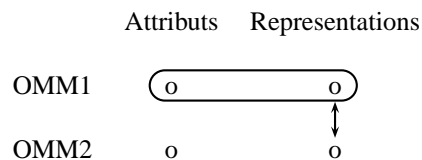


Figure 3: Intégration Hybride Inter-OMM

L'Intégration Hybride Inter-OMM pose le problème de la dépendance par rapport à l'application. En effet, contrairement à une Intégration Inter-OMM, comme il n'est pas possible de construire un niveau entité sur une OMM, la connaissance des opérateurs sur une représentation est nécessaire. Cette connaissance est associée à une représentation physique de l'OMM, donc dépendante de l'application. Néanmoins cette forme d'intégration semble plus réelle dans la mesure où l'intégration Intra-OMM est déjà effectuée dans le spatial.

## 2.2. Modélisation avec les TAD

Une description du formalisme TAD peut être trouvée dans [1]. Un TAD est un couple composé d'une structure de donnée bien définie, et d'un ensemble d'opérateurs sur cette structure. Un tel couple représente la morphologie de l'objet, à la fois structurelle et comportementale. Soit  $L$  les règles de base pour la construction des types. Ces règles sont propres à la définition de notre base de données Jouet, et sont définies comme suit: (A) Nous supposons que nous avons un ensemble dénombrable de noms d'attributs  $a_1, \dots, a_n$ ; qui peuvent être reconnus sans ambiguïté de tous les autres types du système. (B) Les types sont définis récursivement: (i) Les types de base sont les String, Integer, Boolean avec leurs propres domaines; (ii) si  $T_1, \dots, T_n$  sont des types, alors  $T = [a_1 : T_1, \dots, a_n : T_n]$  est un type (association et agrégation); (iii) si  $T_1$  est un type, alors  $T = \{a_1 : T_1\}$  est un type (association et ensemble); (iv) si  $T_1, \dots, T_n$  sont des types, alors  $T = \langle T_1, \dots, T_n \rangle$  est un type (énumération). Les opérateurs

sont définis par leur signature algébrique, avec un produit cartésien de domaines pour les opérands et les résultats.

Le choix d'un formalisme de données n'est pas trivial lorsque des représentations spatiales doivent être modélisées. Par exemple, dans le cas des bases de données, il n'est pas facile d'étendre le modèle relationnel parce que le modèle des tables est loin du modèle mental spatial des utilisateurs de SIG [7]. Pour cette raison, le modèle orienté objet (OO) semble être plus pratique, offrant à l'utilisateur une meilleure vision du monde réel. Néanmoins, pour la modélisation de notre système, les relations d'héritage proposées par le modèle objet ne sont pas utiles. A la place, il faut définir des liens entre les objets de natures différentes, mais spatialement agencés de manière bien déterminées. Pour cette raison, nous préférons le formalisme TAD avec l'utilisation de graphes dans le but d'obtenir un équivalent du modèle Entité-Relation (ER) [4].

Pour modéliser un OMM réunissant toutes les contraintes présentées sur la définition, nous utilisons un constructeur d'agrégation entre la partie attribut et un ensemble de représentations de propriétés équivalentes. Dans le cas de l'exemple avec le SIG et la rétro-conversion, soient *AlphaType* un type générique pour les données alphanumériques (par exemple une collection d'attributs), et *SDT* un type abstrait pour une représentation spatiale. Alors  $OMGeo = [\alpha_{geo} : AlphaType, \rho_{geo} : \{s : SDT\}]$ . Soit *GDT* un type abstrait pour une représentation canonique d'une image (par exemple un tableau de pixels). Alors  $OMGra = [\alpha_{gra} : AlphaType, \rho_{gra} : GDT]$ . La modélisation du Document Multimédia se fait alors en réunissant les deux types:  $DMM = [Geo : \{g : OMGeo\}, Gra : OMGra]$ . Cette construction se présente comme une structure orthogonale dont les deux directions sont: (i) les attributs-représentation (direction horizontale), (ii) les différentes propriétés de représentation (direction verticale).

Dans le cadre d'un document de type réseau (télécom, eau, électricité, ...), nous définissons une base de données Jouet avec trois OMMs: un Concentrateur, une Ligne et un Point d'Entrée. Dans ce type de documents, les principaux opérateurs spatiaux sont des opérateurs de connexion (par exemple adjacence ou frontière).

- Un Concentrateur est un dispositif chargé de collecter différentes lignes à partir d'un réseau global vers des clients:

$$\alpha_{geo} = [Rue : String, In : Integer, Out : Integer, Modele : String],$$

où In et Out sont deux attributs spécifiant le nombre de connexions entrantes et sortantes (généralement, In est plus petit que Out); Modèle spécifie le modèle de l'appareil.

- Une Ligne a pour but de transmettre une certaine quantité d'un produit (information, eau, électricité, etc):

$$\alpha_{geo} = [Debit : Integer, Matériau : MatériauType],$$

où Matériau spécifie le type la construction physique de la ligne, par exemple *MatériauType* = < *Cuivre, FibreOptique* > dans le cas d'un réseau

télécom.

- Un Point d'Entrée permet la connexion à un client:

$\alpha_{geo} = [NumRue : Integer, Blindage : BlindType, Alimentation : Integer]$ ,

où Blindage spécifie le type de protection, par exemple

$BlindType = \langle Simple, Double \rangle$ , pour une armoire électrique.

Pour terminer la modélisation de notre base de données Jouet, nous utilisons un p-graphe pour obtenir un modèle ER, afin de représenter les liens entre les différents OMMs. Une définition classique d'un p-graphe est  $G(N, E, v, \xi, \psi)$ , où  $N$  est un ensemble de noeuds qui peuvent être aussi bien les OMMs que les relations spatiales entre eux;  $E$  un ensemble d'arêtes,  $v$  une fonction d'étiquetage des noeuds, et  $\xi$  une fonction d'étiquetage des arêtes donnant la cardinalité des relations. Une fonction d'incidence:  $\psi : E \rightarrow N \times N$ , permet la représentation du graphe. Nous supposons que le graphe est représenté par un TAD nommé *Graph*. La figure 4 présente les relations entre les OMMs.

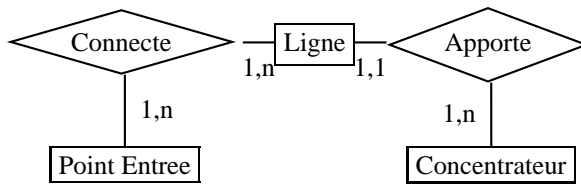


Figure 4: Modèle ER du réseau

### 3. Intégration Hybride Spatio-Graphique

Dans la partie 2. nous avons défini un Objet Multimédia et un Document Multimédia pour présenter des formes d'intégration conceptuelles logiques. Dans cette partie nous appliquons ces formes pour améliorer l'intégration des systèmes spatio-image constitué par le SIG et la rétro-conversion. En effet, ces deux systèmes présentent des hétérogénéités dans la structuration de la représentation, mais partagent un but commun: l'utilisation des plans raster. Nous présentons d'abord dans la partie 3.1. l'intégration Intra-OMM appliqué aux Objet spatiaux, puis dans la partie 3.2. nous présentons l'intégration Hybride Inter-OMM entre les OMMs spatiaux et un OMM graphique.

#### 3.1. Intégration Intra-OMM Spatiale

[12] et [5] ont proposé une méthode de fermeture spatiale appliqué au cas d'un SIG constitué de deux systèmes: une base de donnée classique pour la partie alphanumérique (dont un des attributs sert comme identifieur visuel), et un sous-système

d'affichage gérant les représentations spatiales. La principale motivation de cette technique est que les opérateurs spatiaux ne sont pas fermés. Par exemple, soient deux requêtes spatiales R1 et R2:

R1 "Quelles sont les villes françaises qui ont plus de 500 000 habitants ?"

R2 "Quelles sont les parties communes entre la ville *MaVille* et la forêt *MaForet* ?"

Pour la première requête, un SIG sélectionne tous les tuples de la base dont l'attribut Population de Ville est supérieur à 500 000. Pour tous les tuples sélectionnés, l'identifiant visuel est envoyé au sous-système d'affichage. Pour la seconde requête, une opération spatiale est effectuée entre les représentations, dont les identifiants sont connus avec *MaVille* et *MaForet*. A l'issue de l'application de cet opérateur, rien n'est renvoyé concernant la partie alphanumérique. Il est alors nécessaire de réaliser une fermeture afin de construire un niveau d'abstraction plus élevé gérant les deux composantes.

**Définition des Concepts** Une analyse conceptuelle spatiale a conduit à définir deux concepts orthogonaux: la Topologie et la Granularité. Ces concepts sont définis au niveau Méta d'une base de donnée et sont instanciés pour chaque attribut alphanumérique. L'utilisation de ces concepts à des fins de "plus-value" sémantique, représente un intérêt majeur dans l'intégration Intra-OMM. Ils permettent en effet d'attacher de la sémantique lors de l'application d'un opérateur spatial. Ils ont les significations suivantes:

- Topologie: Validité d'un attribut sur la limite, l'intérieur ou les deux (global) de la représentation spatiale:  $Topologie = \langle limite, intérieur, global \rangle$ ;
- Granularité: Validité d'un attribut sur un sous-ensemble ou l'intégralité de la représentation spatiale:  $Granularité = \langle sous-ensemble, intégralité \rangle$ .

Ces concepts spatiaux font référence à une représentation spatiale abstraite, bien qu'ils nécessitent une construction topologique avec une limite et un intérieur. En effet, la technique de fermeture est réalisée en utilisant un raisonnement spatial dans un monde ouvert concernant l'ensemble topologique nécessaire pour définir les propriétés spatiales. Avec une représentation réelle, toute représentation spatiale contient au moins l'ensemble topologique {Extérieur, Limite, Intérieur}. Les concepts ont donc une justification topologique "minimale". La Topologie est une distinction entre la Limite, l'Intérieur ou les deux, rejetant l'Extérieur comme une négation des deux premiers. La Granularité définit les possibilités entre un sous-ensemble ou l'intégralité, de la Limite, l'Intérieur, ou des deux. Ces deux concepts définissent donc une construction topologique des représentations spatiales réelles.

Les concepts sont définis au niveau Méta d'une base de donnée; leur instantiation pour chaque attribut est un problème sémantique faisant intervenir certains spécialistes. En effet, seul un électricien peut dire que le blindage d'un Point d'Entrée



est un attribut valide sur la limite de la représentation, et pour tout sous-ensemble de cette limite. La classification des attributs de la base de données Jouet est donnée en table 1. Pour chaque ligne, l'attribut préfixé par la première lettre de son OMM, est classé suivant les deux concepts proposés.

Attribut	Topologie	Granularité
C.#	global	sous-ensemble
C.Rue	global	sous-ensemble
C.In	limite	intégralité
C.Out	limite	intégralité
C.Modèle	intérieur	sous-ensemble
L.#	global	sous-ensemble
L.Débit	global	sous-ensemble
L.Matériau	intérieur	sous-ensemble
E.#	global	sous-ensemble
E.NumRue	global	sous-ensemble
E.Blindage	limite	sous-ensemble
E.Alimentation	intérieur	intégralité

Table 1: Table des classifications des attributs

**Construction d'un opérateur alphanumérique** Dès que les attributs sont classés, il faut dériver un opérateur spatial dans le domaine alphanumérique afin d'avoir un opérateur global permettant de retourner une représentation et de la sémantique. Pour cela chaque opérateur est défini dans le domaine Topologie/Granularité, suivant une valeur de pertinence (pertinent,  $\neg$  pertinent). Pour simplifier la présentation nous considérons que la classification d'un attribut ne change pas suite à l'application d'un opérateur; le domaine est donc binaire. Cependant pour des opérateurs comme l'inclusion par exemple, cette propriété n'est plus valide. Nous présentons deux opérateurs: l'adjacence ( $\Leftarrow$ ) en table 2 et la frontière ( $\Leftrightarrow$ ) en table 3. Ces opérateurs sont obtenus en sélectionnant tous les attributs pertinents pour les deux OMMs. Comme exemples de résultats, l'application de l'opérateur d'adjacence entre une Ligne et un Point d'Entrée est donnée en table 4; l'application de la frontière entre une Ligne et un Concentrateur est donnée en table 5. Ces tableaux sont constitués de lignes appartenant aux tables des OMMs opérantes, et tels que les classifications des attributs ont été accepté par l'opérateur.

### 3.2. Exemple d'Intégration Hybride Inter-OMM

La fermeture des opérateurs spatiaux a conduit à sélectionner un sous-ensemble d'attributs alphanumériques spatiaux à partir d'un modèle de données, et en rapport avec la sémantique d'un opérateur spatial. Cette forme d'intégration à couplage faible est horizontale: entre systèmes gérant attributs et représentations, et pour un même

Topologie \ Granularité	sous-ensemble	intégralité
limite	pertinent	$\neg$ pertinent
intégralité	$\neg$ pertinent	$\neg$ pertinent
global	pertinent	$\neg$ pertinent

Table 2: Table de l'opérateur d'adjacence ( $\langle \triangleright \rangle$ )

Topologie \ Granularité	sous-ensemble	intégralité
limite	pertinent	pertinent
intérieur	$\neg$ pertinent	$\neg$ pertinent
global	pertinent	pertinent

Table 3: Table de l'opérateur de frontière ( $\diamond$ )

Attribut	Topologie	Granularité
Débit	global	sous-ensemble
NumRue	global	sous-ensemble
Blindage	limite	sous-ensemble

Table 4: Table of (Ligne  $\langle \triangleright \rangle$  Point d'Entrée)

Attribut	Topologie	Granularité
Débit	global	sous-ensemble
Rue	global	sous-ensemble
In	limite	intégralité
Out	limite	intégralité

Table 5: Table de (Ligne  $\diamond$  Concentrateur)

niveau de données (média). Pour accroître l'intégration du système, nous souhaitons aborder l'intégration de manière verticale, c'est-à-dire entre les OMMs. Cependant, le niveau graphique ne dispose pas de concepts pour la fermeture; c'est pourquoi dans cette partie nous présentons un exemple d'Intégration Hybride.

La cohérence est un problème difficile à maintenir dans les systèmes multimédia, et plus encore lorsque les systèmes sont distribués. Le mécanisme de contrôle de cohérence fait parti de l'architecture de contrôle des systèmes. Dans une base de donnée conventionnelle, elle se définit par des contraintes de différentes natures; par exemple sur un attribut (contrainte existentielle, de domaine), ou entre attributs

de relations différentes (dépendance fonctionnelle). Avec un système monolithique, toute donnée ne vérifiant pas les contraintes est rejetée. Dans ce cadre, pour simplifier, la sémantique peut être associée au domaine de l'attribut. Dans le multimédia, l'hétérogénéité double (dans le schéma et dans la représentation) fait que l'association domaine-sémantique n'est plus possible. Nous présentons un exemple d'association à partir d'une approche procédurale.

**Architectures de Contrôle** La transformation des données d'un raster vers des données vectorielles (niveau spatial) est un processus complexe. Pour garantir la cohérence des données, des contrôles ont lieu à tous les niveaux. Par exemple la cohérence spatiale est définie à partir du graphe de relations entre les OMMs. A un niveau de structuration plus faible, la cohérence graphique utilise des définitions syntaxiques ou structurelles. De manière générale, la cohérence implique des actions au travers tous les niveaux de données, et suivant une architecture de contrôle choisie. Les systèmes d'analyse de document image les plus développés utilisent une politique de contrôle hybride; par exemple Den Hartog [10] ou Ogier [13]. Le système de Den Hartog utilise des relations spatiales entre les objets comme cadre principal des connaissances. Les objets ne sont pas cohérents quand ils ne partagent pas de relations permises. Ogier définit deux formes de cohérences: des objets sont cohérents de manière externe avec leurs voisinage, principalement des relations spatiales; ils sont cohérents de manière interne au sens d'un seuil graphique pour un sous-ensemble particulier d'éléments graphiques nécessaires. Comme conclusion, l'usage de la sémantique spatiales n'est pas explicitement définie en dehors des représentations. Les liens qui existent entre les OMMs sont essentiellement entre les représentations, et concernent peu la sémantique.

**Cohérence Graphique** La sémantique spatiale est déterminée à partir des attributs spatiaux pertinents pour une configuration détectée ou définie de l'espace. Cependant tous les attributs spatiaux ne sont pas pertinents d'un point de vue graphique. Cela dépend de la sémantique de l'attribut, de la représentation, mais pas de l'opérateur spatial. La pertinence graphique de l'attribut en fonction de la représentation est un problème similaire aux vues spatiales. Les vues spatiales sont une manière de présenter les données suivant les thématiques. Les SIG offrent en effet un large cadre d'applications pour les utilisateurs, différents schémas externes doivent alors cohabiter. Le problème de la multi-échelle devient important, car étant une variable supplémentaire. Appliqué au problème de cohérence graphique, nous proposons l'extension du concept de vues spatiales. Les vues graphiques peuvent être considérées comme une extension où auraient été ajoutées plusieurs couches complémentaires (par exemple des informations textuelles). Les couches d'information sont une bonne approche pour séparer les traitements dans l'image [6]. Nous utilisons les couches graphiques pour définir la pertinence graphique des attributs spatiaux.

Nous définissons une propriété sur chaque attribut et pour une vue spatiale donnée. La valeur de cet attribut est un sous-ensemble de toutes les couches graphiques

possibles. Dans notre exemple, nous considérons deux couches: la couche textuelle et le fond ( $LS=\{\text{textuel, fond, aucun}\}$ ). La couche textuelle traite d'informations sous la forme de caractères alphanumériques dans l'image, qui ont des relations spatiales faibles (proximité). La couche de fond contient le reste. La table 6 présente les classifications graphiques pour les attributs de la base de donnée Jouet.

Attribut	Classification
C.Rue	textuel
C.In	fond
C.Out	fond
C.Modèle	aucun
L.Débit	aucun
L.Matériau	aucun
E.NumRue	textuel
E.Blindage	fond
E.Alimentation	aucun

Table 6: Classifications graphiques

Dans la problématique de la cohérence graphique, des problèmes plus particuliers existent comme les intersections graphiques inter-couches (exemple textuel-fond comme les caractères connectés), et intra-couches (principalement fond-fond, rarement textuel-textuel). La première catégorie ne concerne pas directement les problèmes de cohérence spatiale, mais d'agencements spatiaux d'éléments graphiques. Pour cette raison, nous nous concentrons sur la seconde catégorie.

**Définition 6** : La cohérence graphique dirigée par la sémantique spatiale, est l'assurance que les données ont graphiquement des propriétés recherchées permettant aux nouvelles informations induites par les liens de transformation entre OMM, d'être cohérentes spatialement.

Il s'agit de construire un opérateur graphique à partir de la sémantique spatiale, c'est-à-dire d'attributs. Cette sémantique est obtenue grâce à un opérateur spatial et deux opérands. Soit  $PredSpat$  un prédicat spatial associé à un opérateur spatial donné,  $GDT$  un TAD pour les données graphiques, alors l'opérateur graphique est:  $OpGr : PredSpat \times GDT \rightarrow [0, 1]$ . Le domaine binaire permet de savoir si le résultat spatial est cohérent. Le nombre réduit des opérateurs spatiaux pour une classe de documents donnée, justifie cette approche combinatoire; les opérateurs graphiques peuvent être définis statiquement. La création de ces opérateurs n'est pas aisée, car il s'agit d'un problème d'image. Leurs génération automatique à partir des attributs ne semble pas évidente, puisque la combinaison des influences graphiques d'attributs spatiaux pertinents n'a pas a priori de raison d'être linéaire ou d'une forme connue. Comme exemple, nous définissons un opérateur graphique, dérivé de l'opérateur de

frontière.

**Frontière:** Dans le cas de la frontière entre deux MOBs (exemple Ligne / Concentrateur), les attributs spatiaux pertinents sont définis en table 5. Parmi ces attributs, les attributs pertinents graphiquement sont les attributs In et Out. L'opérateur graphique est donc construit à partir de ces attributs. La table 7 présente la description en étapes de cet opérateur. La méthodologie globale consiste donc à chercher les Concentrateurs dans l'image et les lignes, puis de contrôler la cohérence.

Step	Operateur	Paramètres
1	Image Cropping	autour Concentrateur
2	Angle Correction	alignement horizontal
3	Image Cropping	partie gauche(In) ou droite(Out)
4	Projection	horizontale
5	Threshold	moyen
6	Counting Regions	

Table 7: Spécification de  $OpGr_{(Ligne \diamond Concentrateur)}$

## 4. Conclusions - Perspectives

Dans cet article nous avons présenté une forme d'intégration dans les systèmes multimédia. Comme application de cette intégration, nous avons présenté une manière d'améliorer le contrôle de la cohérence dans les systèmes documentaires image, basée sur une amélioration de l'intégration entre le domaine spatial et graphique. La forme d'intégration proposée se base sur une approche conceptuelle d'Objets Multimédia (OMM), constitués logiquement d'un agrégat entre des attributs (la sémantique) et une représentation. Pour permettre l'intégration entre systèmes gérant des OMMs hétérogènes (propriétés de représentations différentes), nous définissons d'abord une intégration Intra-OMM dont le but est de déterminer un niveau d'abstraction supérieur "entité". La détermination de ce niveau se fonde sur une fermeture d'opérateurs du à une hétérogénéité au sens base de données hétérogènes, entre les attributs et les représentations. Dans le cas du spatial, de la sémantique spatiale est alors disponible suite à l'application d'un opérateur. La définition d'opérateurs plus globaux à l'OMM permet de définir une intégration Inter-OMM, c'est-à-dire des liens de contrôle et de transformation des données entre objets. Cependant, la définition au niveau graphique d'un niveau d'abstraction supérieur n'a pas encore réalisée, dans la mesure où les représentations des images nombreuses, ne partagent pas toutes les mêmes propriétés (sans même aborder le niveau primitive dans l'interprétation des images). Pour contourner ce problème sans perte de généralité, nous avons défini une Intégration Hybride Inter-OMM, qui permet de définir des liens de contrôle et de transformation des données entre un niveau entité d'un OMM donné, et la composante représentation

d'un autre OMM. Cette forme d'intégration devient application-dépendante car la connaissance physique de la représentation est nécessaire. Nous appliquons cette forme d'intégration pour l'utilisation graphique d'attributs spatiaux à partir d'un opérateur spatial. Il s'agit de construire un opérateur graphique dérivé d'un opérateur spatial, à partir de la sémantique spatiale associée à l'opérateur et les opérandes. Cette application est faite en définissant une pertinence graphique, d'une manière similaire aux vues spatiales.

Comme perspectives, nous envisageons d'améliorer la technique de fermeture, suivant trois axes:

1. En augmentant le nombre de concepts pour gérer les régions avec trous et les régions composites. Une approche conceptuelle ne semble pas évidente pour définir les nouveaux concepts. Pour cette raison, une approche analytique basée sur l'utilisation d'un type classique de la représentation semble plus probante,
2. En réalisant la fermeture au niveau graphique. De nouveaux concepts spécifiques au niveau graphique doivent être définis. De même que pour la première perspective, une approche analytique semble être plus intéressante afin d'éviter une analyse conceptuelle sur le domaine graphique. Cela permettrait de construire un niveau entité à une certaine représentation graphique. Ainsi il serait possible de présenter une forme d'Intégration Inter-OMM,
3. En automatisant la génération d'opérateurs dans le cas d'une Intégration Hybride Inter-OMM. Cette automatisation peut être envisagée à partir d'une intégration entre les représentations, basée sur une ontologie du traiteur des images.

## References

- [1] M. Adiba. *Modeling complex objects for multimedia databases. Entity-Relationship Approach: Ten years of experience in information modeling*, pages 89-117. Spaccapietra D. eds., North Holland, 1987.
- [2] J. Andre, R. Furura, and V. Quint. *Structured Documents*. Cambridge University Press, 1989.
- [3] S. Aygun and A. Zhang. Interactive multimedia presentation management in distributed multimedia systems. *In Proceedings of International Conference on Information Technology: Coding and Computing, Las Vegas Nevada*, pages 275-279, April 2001.
- [4] P. Chen. The entity-relationship model- towards a unified view of data. *ACM Transactions on Database Systems*, 1(1):9-21, March 1976.
- [5] C. Claramunt and M. Mainguenaud. A revisited database projection operator for network facilities in a gis. *Informatica*, 23:187-201, 1999.

- [6] L.P. Cordella and M. Vento. Symbol recognition in documents: a collection of techniques ? *International Journal on Document Analysis and Recognition IJDAR*, 3(2):73–87, December 2000.
- [7] M.J. Egenhofer and A. Frank. Designing object-oriented query languages for gis: human interface aspects. In *Proceedings of the 3rd international symposium on spatial data handling*, pages 79–98, Sydney, Australia, August 1988.
- [8] S. Gibbs. Composite multimedia and active objects. In *Conference on Object-Oriented Programming Systems, Languages and Applications, OOPSLA'91*.
- [9] J. Hammer and D. McLeod. On the resolution of representational diversity in multidatabase systems. In *In Management of Heterogeneous and Autonomous Database Systems*, pages 91–118. A. K. Elmagarmid, M. Rusinkiewicz, and A. Sheth, editors. Morgan Kaufmann, 1998.
- [10] J. Den Hartog, T. ten Kate, and J. Gerbrands. Knowledge-based segmentation for automatic map interpretation. *Lecture notes in Computer Sciences*, 1072(5):159–178, 1996.
- [11] Information Technology ISO. Database language, sql multimedia and application packages. *Part 3: Spatial, norme ISO / IEC 13249-3:1999*, 332, 2000.
- [12] M. Mainguenaud. Consistency of spatial database query results. *Computer Environment and Urban Systems*, 18(5):333–342, 1994.
- [13] JM. Ogier, R. Mullot, and J. Labiche. Semantic coherency: the basic of an image interpretation device- application to the cadastral map interpretation. *IEEE Transaction on Systems Man and Cybernetics SMC, Part B*, 30(2):322–338, April 2000.
- [14] S. Raghavan and H. Garcia-Molina. Integrating diverse information management systems: a brief survey. *IEEE Data Engineering Bulletin*, 24(4):44–52, 2001.
- [15] Cécile Roisin. Authoring structured multimedia documents. In *SOFSEM '98: Theory and Practice of Informatics, 25th Conference on Current Trends in Theory and Practice of Informatics*, pages 222–239. Springer, 1998.