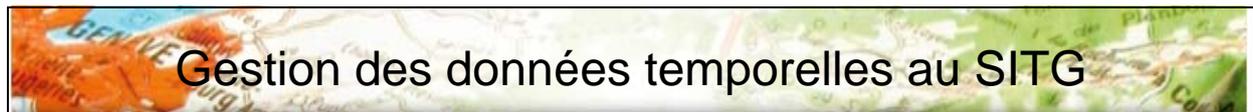




Rapport de Projet Pluridisciplinaire

2ème année du Cycle des Ingénieurs diplômés de l'ENSG



Claire MEDICI

le 12 septembre 2011

Non confidentiel Confidentiel IGN Confidentiel Industrie jusqu'au

Jury

Président du jury

Christine SALGÉ, directrice adjointe ENSG

Commanditaire :

Laurent NIGGELER,
Service de la mensuration officielle
Quai du Rhône 12
1205 Genève

Encadrement de stage :

David BENI, arx iT, maître de stage (www.arxit.com)
Patricia BORDIN, LGA, ENSG/IGN, rapporteur principal
Henrich DURIAUX, Service de la mensuration officiel

Responsable pédagogique du cycle Ingénieur: Serge BOTTON, DE/DPTS

Tuteur du stage pluridisciplinaire : Michel LANSMAN, DE/DFI© ENSG

Stage Pluridisciplinaire du 31 mai au 31 août

Diffusion Web : Internet Intranet Polytechnicum Intranet ENSG

Situation du document :

Rapport de stage pluridisciplinaire présenté en fin de 2^{ème} année du cycle des Ingénieurs

Nombre de pages : 68 dont 24 d'annexes

Système hote : Word 2003

MODIFICATIONS

EDITION	REVISION	DATE	PAGES MODIFIEES
1	0	26/08/11	Création

Remerciements

Je remercie l'ensemble du personnel du SEMO, ainsi que les quelques personnes de arx iT que j'ai eu la chance de rencontrer.

Résumé

La dimension temporelle fait partie de la vie de tous les jours, pourtant elle peine à s'intégrer dans les logiciels de représentations géographiques. Cependant le besoin d'introduire cette dimension devient important dans certains milieux, d'une part par obligations juridiques mais aussi comme une volonté de mieux satisfaire l'utilisateur. Une étude a donc été portée sur la modélisation d'une base de données adaptée aux données de référence du service en question. Une bonne maîtrise de l'organisation du service de la mensuration officielle fut requise ainsi qu'un état de l'art complet sur les méthodes testées auparavant. Le choix fut ensuite porté sur une modélisation propre aux données du service, et orienté de façon à pouvoir être exploité par les outils actuels. Une modélisation plus universelle serait plus facile à manier, mais les outils et même les concepts de base de données ne sont pas encore adaptés pour ce type de modélisation. Un prototype fut créé à partir des données du service et un autre à partir de données d'autres corps de métier, montrant ainsi l'exportabilité de la modélisation.

Abstract

The Temporal dimension is part of everyday life, however it is barely integrated in spatial representation software. Nevertheless, the need to introduce this dimension is becoming very important in a lot of business fields, due to legal obligations, and to satisfy the users better. Therefore, a study on modeling of an adapted database to the SEMO's (Service de la Mensuration Officielle) datasets was carried out. A good knowledge of the official department's organization is required as well as a complete review of what had already been made on the subject. We then chose a database, which was specific to the SEMO's datasets, and adapted it so that it was exploitable by the actual tools. A universal model would be easier to manage, but no tools or database concepts are adapted to this kind of model today. A prototype was made for the SEMO and another job fields to show the handiness of the data model.

Table des matières

I. INTRODUCTION	10
II. ANALYSE DE L'EXISANT	11
A. ANALYSE DES BESOINS ET CONTRAINTES	11
B. FONCTIONNEMENT GÉNÉRALE DU SERVICE DE LA MENSURATION OFFICIELLE.....	12
1. <i>Généralité du SITG</i>	12
2. <i>Les mises à jour</i>	14
C. ETAT DE L'ART.....	17
1. <i>Modèles de base de données</i>	17
2. <i>Modèle conceptuel de données spatio-temporelles : MADS</i>	18
3. <i>Outils temporels</i>	19
4. <i>Conclusion de l'état de l'art</i>	22
III. MODÉLISATIONS TEMPORELLES DES DONNEES	23
A. MODÉLISATION CONCEPTUELLE DE LA BASE DE DONNÉES ACTUELLE	23
1. <i>Modèle conceptuel de données UML : Diagramme de classe</i>	23
2. <i>Modèle conceptuel de données ArcGIS Diagrammer</i>	23
3. <i>Comparaisons des deux modèles UML et ArcGIS Diagrammer</i>	23
B. MODÉLISATION TEMPORELLE	24
1. <i>Modélisation conceptuelle</i>	24
2. <i>Adaptation et transfert des données</i>	26
3. <i>Difficultés évitées, ou techniques alternatives</i>	31
C. MODÉLISATION TEMPORELLE UNIVERSELLE.....	34
IV. REALISATION DU PROTOTYPE	36
A. INTÉGRATION DES COUCHES ARCHIVES.....	36
B. TEST UTILISATEUR : SITE ET PATRIMOINE	37
C. UTILISATION DE L'OUTIL TEMPORALITÉ ARCMAP 10.....	38
D. FONCTIONNALITÉS SUPPLÉMENTAIRES	39
V. CONCLUSION.....	41
BIBLIOGRAPHIE	42
ANNEXE	46

Liste des figures

Figure 1 Outils d'historisation ESRI	13
Figure 2 Exemple de correction de parcelle	16
Figure 3 : Schéma du modèle Snapshot	17
Figure 4 : Relation d'Allen	18
Figure 6 : Impression écran Tracking analyst	19
Figure 5 : Structure des données	19
Figure 7 Impression écran Time Manager	20
Figure 8 : Impression écran Time Map	21
Figure 9 : Schéma général de la modélisation temporelle.	24
Figure 10 : Chronologie de création d'objets	25
Figure 11 : Chronologie de suppression d'objets	26
Figure 12 : Schéma du transfert des données.	26
Figure 13 : Exemple de transfert de données.	27
Figure 14 : Schéma explicatif de la gestion de l'héritage « en dur »	31
Figure 15 : Règles topologiques utilisés pour la couche Bien-fonds	32
Figure 16 : Impression écran de la couche archive temporalisée	35
Figure 17 : Impression écran des données des sites et patrimoines en 1449	36
Figure 18 : Impression écran des données des sites et patrimoines en 1730	36
Figure 19 : Curseur temporel ArcMap 10	37
Figure 20 : Caractéristiques temporelles d'une couche ArcMap 10	37
Figure 21 : Impression écran de rapport sous Crystal Reports	39
Figure 22 : Extrait du plan cadastral de Genève	61
Figure 23: Architecture générale avec base temporelle.	63
Figure 24 : Modèle conceptuel simplifié des données	64
Figure 25 : Aperçu écran des données Archives du SEMO	66
Figure 26 : Aperçu écran des données des Site et Patrimoine	67

Liste des annexes

Annexe 1 : Modélisation UML de la base actuelle	46
Annexe 2 : Modélisation ArcGIS Diagrammer de la base actuelle	47
Annexe 3 : Modélisation temporelle de la base « métier »	48
Annexe 4 : Modélisation de la base temporelle	49
Annexe 5 : Etude de Migration arx iT	51
Annexe 6 : Article Géomatique expert pour SIG 2011	61

Glossaire et sigles utiles

SEMO	Service Officiel de la Mensuration
RF	Registre Foncier
DDP	Droit Distinct et Permanant
BD	Base de Données
STC	Spatial-Time Composite
STOM	Spatio-Temporal Object Model
ESTDM	Event-based Spatio-Temporal Data Model
MADS	Modèle d'Application à Données Spatiales
SQL	Structured Query Language
FME	Feature Manipulation Engine

I. INTRODUCTION

La dimension spatio-temporelle est chose naturelle pour l'Homme. La 4D est l'espace dans lequel nous vivons. Cependant la représentation de l'espace temps n'est pas encore développée dans les logiciels d'information actuels. Les logiciels SIG représentent l'information géographique à un instant donné. Ils prennent en compte les notions de date, mais ne gèrent pas la dimension temporelle. La gestion de la temporalité repose sur des applications, des outils, des méthodes d'analyse et de navigation dans le temps. L'intégration de la temporalité est un besoin important dans plusieurs corps de métier, comme dans les études portant sur la propagation, les études sur la faune et la flore, ainsi que l'évolution des plans d'occupation des sols. Alors que nous entrons dans une ère ou l'information nous submerge, il reste des domaines où elle peine à s'installer. C'est aussi pour cela que cette nécessité devient de plus en plus importante. Le besoin reste alors le même : Pouvoir observer un état géographique à un instant donné dans le passé.

II. ANALYSE DE L'EXISANT

A. Analyse des besoins et contraintes

La gestion du temps varie beaucoup en fonction des données que l'on souhaite exploiter. En effet, dans les domaines de la recherche biologique on parlera de gestion du temps continue (car les données varient de manière continue), alors que dans le domaine cadastral on parlera de gestion du temps discret (les objets varient de façon discrète). Le Service de la Mensuration Officielle (SEMO) gère toutes les géodonnées sur le territoire genevois. Il s'occupe de la mise à jour cadastrale. Le service aimerait enrichir ses fonctionnalités pour pouvoir répondre de manière optimum aux attentes des citoyens, mais aussi des services qui travaillent avec eux.

A l'origine, la demande du SEMO se formulait ainsi «Etudier l'introduction de la temporalité et de l'événementiel dans les données de la mensuration officielle permettant de reproduire l'état de la parcelle à une date donnée. »

Les premières semaines m'ont permis d'affiner cette demande, pour en faire ressortir les besoins plus concrets. Le SEMO voudrait, à terme, que l'utilisateur puisse naviguer dans le temps au moyen d'un curseur ou autre outils, afin de pouvoir **visualiser** le plan cadastral à une date choisie. Il devrait dans un second temps pouvoir **interroger** ce plan tout comme l'on peut interroger le plan cadastral aujourd'hui. Le but du stage n'est pas d'arriver à un logiciel fonctionnel, il est de modéliser une base de données afin que le développement de logiciel puisse permettre de répondre aux besoins précédemment énoncés. Ces deux objectifs doivent donc rester en ligne de mire durant toute la durée de l'étude.

Les besoins utilisateurs peuvent être décrits par les questions suivantes :

- Quel est le plan cadastral de 1961 ?
- Quelles ont été toutes les modifications effectuées sur une parcelle depuis 1989 jusqu'à aujourd'hui ?
- Quelle était la parcelle précédente ou postérieure à une parcelle donnée ?

Les besoins ne sont pas seulement utilisateur, en effet, le SEMO travaille en parallèle avec le registre foncier. Les mises à jour des données se font en parallèle mais de façon

désynchronisée. Cela génère un besoin de la part du registre foncier de pouvoir observer et interroger les données historisées. Ce besoin sera détaillé au paragraphe II.B.2.a.

Il s'agira alors d'intégrer la temporalité d'un point de vue cartographique et sémantique au sein des données de référence du SITG. Nous sommes ici dans le cas d'une gestion du temps discrète, c'est à dire que tous les objets ont une durée de vie. Ils existent (dans la réalité et dans la base de données) durant un intervalle de temps. Tout intervalle de temps est borné par deux événements. La notion d'évènement ou d'objet temporel ponctuel, sera à prendre en considération dans la base de données. Les mutations cadastrales devront aussi être gérées par la base ainsi que toutes les autres modifications géométriques et/ou sémantiques effectuées par le SEMO. La conception de la base ne devra s'opérer que sur les données du SEMO, et non pas sur les données d'autres services qui peuvent également être utilisées par le service mais dont ils ne sont pas gestionnaires.

Tout ceci dans le but futur de répondre aux besoins des utilisateurs et des différents corps qui en auront l'utilité.

B. Fonctionnement générale du Service de la mensuration officielle

L'étude sur l'introduction de la temporalité s'est déroulée au sein de l'Etat de Genève et plus précisément au sein du Service de Mensuration Officielle. Le SEMO est le service du cadastre genevois. Il est gestionnaire des données de référence cadastrales du canton de Genève d'aujourd'hui comme les parcelles, les adresses, la couverture du sol, les bâtiments, la nomenclature des rues, des lieux-dits et des objets topographiques, du cadastre du sous-sol, des limites territoriales et administratives, notamment. Les données cadastrales ont la particularité d'être modifiées assez régulièrement

Dans un premier temps on se penchera donc sur la connaissance de la base de données du SEMO, ce qui est essentielle dans le cadre d'une restructuration des données.

1. Généralité du SITG

a) Les différentes bases de données

(1) Base de données « Stevinus »

Stevinus est la base de données (BD) « métier » du SEMO. C'est sur celle-ci que s'effectuent toutes les modifications, mises à jour, ou mutations. Ces travaux sont effectués

par les opérateurs mais tous les différents corps de métier au sein du service travaillent également sur cette BD. Les données sont classées en jeux de classes d'entités regroupant plusieurs classes d'entités, en tables ou en classes d'entités simples. Chaque nom de couche est précédé d'un préfixe indiquant le service gestionnaire. Au SEMO les couches utilisées sont précédées du préfixe « A.CAD. », « A.GMO », « A.GE ».

(2) Base de données « Albani »

Albani est la base de données de consultation. Toutes les données présentes et modifiées sur Stevinus sont transférées toutes les semaines sur Albani. Cette base de données est celle utilisée par le SITG, l'application Web du SEMO.

(3) Base de données « Capitastra »

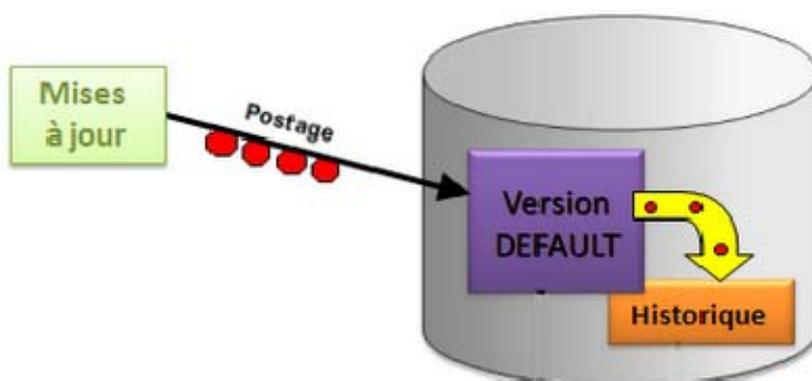
Capitastra est la base de données du registre foncier (RF). C'est une base de données non géographique. Elle enregistre toutes les données foncières et juridiques comme par exemple, les noms des propriétaires, les servitudes, mais aussi des données provenant du SEMO. Un échange se fait entre Stévinus et Capitastra. Grâce à la représentation cartographique entre autre, le SEMO est apte à donner des informations dont le RF n'est pas gestionnaire comme la surface d'une parcelle, le numéro de la parcelle ou sa localisation.

b) Premières historisations

Des tentatives d'historisation ont déjà été effectuées au sein du SEMO, mais aucune n'a donné les résultats escomptés. Il est cependant intéressant de se pencher sur ces tentatives afin de mieux comprendre les besoins du service.

(1) Historisation des données dans SDE 9.2

Dans la version 9.2 d'Arc GIS, un outil d'historisation est proposé. L'historisation est un grand pas vers la temporalité mais ce n'est pas un outil de gestion du temps, ce n'est qu'un



archivage. L'archivage n'est qu'un stockage des données radiées, alors que la gestion temps se veut être une application de navigation dans le passé. Cet outil est automatique à

Figure 1 Outils d'historisation ESRI

partir du moment où on le déclenche : dès que l'on active l'historisation sur une couche, lors de chaque mise à jour d'objet ce dernier est copié dans une couche du même nom suivit de « _H ». Les dates de création et de suppression d'objet sont renseignées dans cette couche. Il existe cependant des limites à cet outil. Effectivement pour certaines manipulations sous ArcMap comme la gestion des règles topologiques ou la modification du modèle, l'historisation doit être désactivée et lors de sa réactivation c'est une toute nouvelle couche qui se crée. On obtient alors plusieurs couches « historisation » (_H, _H1, _H2 ...). Au SEMO cette historisation a été créée sur 4 couches (les biens-fonds, les DDP, les bâtiments, et les adresses). Cette méthode répondait aux attentes du service dans le sens où c'était un outil automatique, qui faisait une mise à jour à chaque mutation et qui permettait un repère historique, mais les problèmes de duplication des couches historiques, ainsi que la dépendance du service à ESRI ont été des arguments forts qui ont mené à l'abandon de cette méthode.

(2) Les couches Archives

Une autre méthode d'archivage fut mise en place en 2002 au SEMO. Le principe est assez proche de celui de l'historisation expliqué précédemment (II.B.1.b.), par contre il est moins automatique. Il y a pour chaque objet uniquement 2 dates à entrer, ces deux dates sont saisies automatiquement, l'opérateur peut avoir activé ou désactivé cette automatisation. Ce choix laissé à l'opérateur est dû au fait que certaines modifications mineures ne font pas l'objet d'un archivage. Toutes ces automatisations dont l'activation peut être choisie par l'opérateur engendrent des erreurs, des oublis, des négligences et les couches archives ne sont alors plus fiables. Il existe 4 couches archives (Bien-fonds, DDP, Bâtiments, Adresses) qui répertorient tous les éléments supprimés depuis 1993.

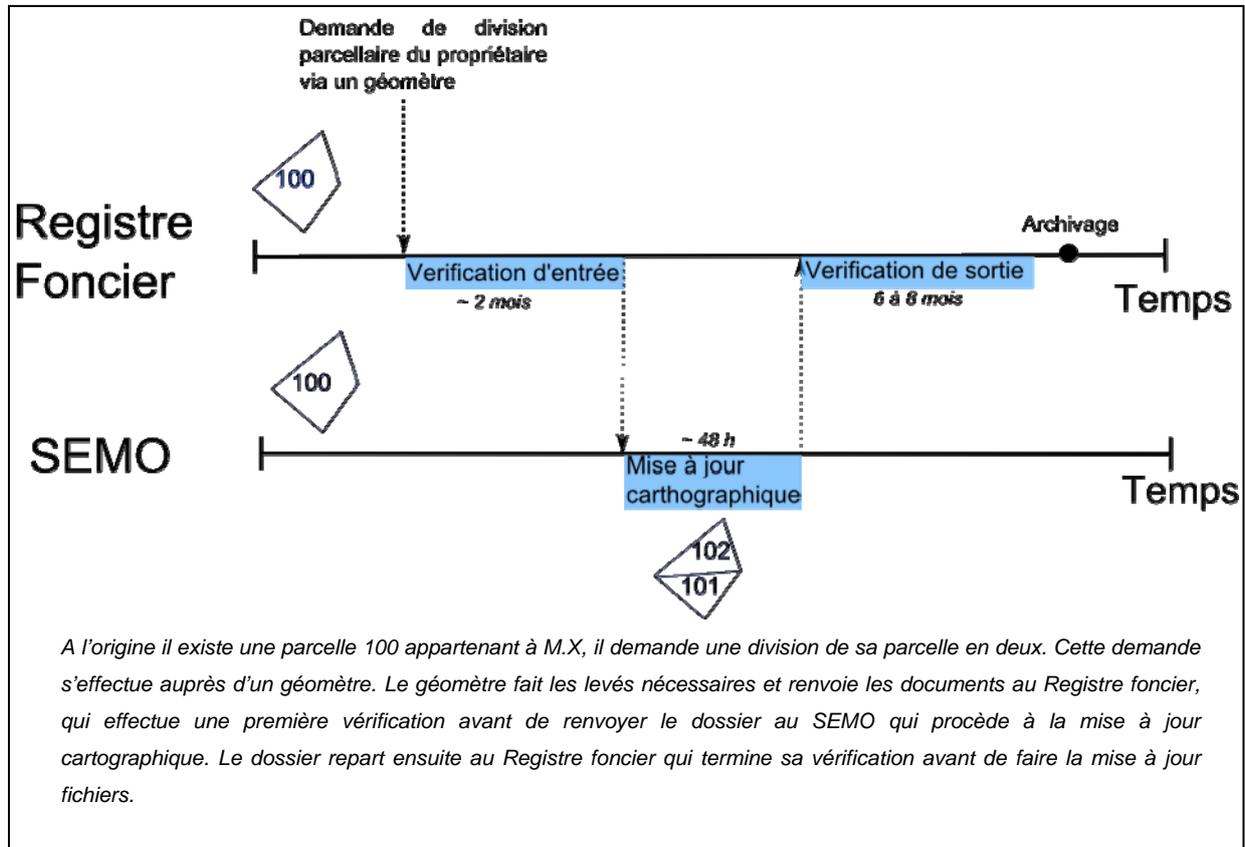
2. Les mises à jour

La mise à jour constitue une grande partie du travail des opérateurs du SEMO. Tous les jours des changements s'opèrent. Que ce soit sur les parcelles, sur les bâtiments, sur les adresses ou sur tous les autres objets, le SEMO est responsable de la mise à jour des données de la mensuration.

a) La mutation

Le registre foncier et le SEMO travaillent en parallèle en ce qui concerne la mise à jour permanente des données. On appelle mise à jour permanente toutes mutations sur des entités qui font l'objet d'une autorisation de construire. Une mise à jour permanente se fait

par un processus de mutation. Le fonctionnement de cette collaboration est décrit par le schéma ci-dessous.



Grâce à ce schéma on peut comprendre que si un utilisateur demande des informations sur la parcelle 100, alors que, le registre foncier est en train d'effectuer la vérification de sortie, il trouvera ce qu'il recherche mais la carte aura déjà été modifiée. Ce sera le contraire pour une recherche concernant les parcelles 101 ou 102, la carte sera modifiée mais les informations juridiques seront manquantes.

A l'issue de la vérification d'entrée, l'opérateur réceptionne un tableau de mutation et une Geodatabase personnelle créée par le géomètre et répondant aux caractéristiques imposées par la mensuration officielle. L'opérateur effectue la mise à jour sur Stevinus et procède à des contrôles topologiques ainsi qu'au remplissage des attributs.

Ce travail en parallèle révèle un besoin important de la part du registre foncier. En effet lors de la mise à jour de sortie, le registre foncier a besoin de pouvoir visualiser et interroger la parcelle dans l'état où elle était avant, or le service de la mensuration officielle ayant déjà effectué sa mise à jour cartographique, une historisation devient indispensable.

Il existe deux grandes classes de mutation. La mutation juridique et la mutation technique. Le caractère juridique de la première mutation provient du fait qu'elle découle directement d'un acte notarié. Elle concerne uniquement les Bien-fonds et les DDP, c'est-à-dire les parcelles. Les mutations techniques concernent les bâtiments et d'autres objets tels que les routes, les murs ou les trottoirs. Il est important de noter que le registre foncier ne travaille que sur les mutations juridiques et uniquement les mutations techniques qui concernent les bâtiments immatriculés.

b) Mise à jour périodique

Les mises à jour périodiques, sont toutes les mises à jour qui proviennent d'une initiative du SEMO. Elles peuvent être commanditées par des mandats d'acquisitions, par exemple les campagnes d'acquisition d'orthophotos.

c) Autre mise à jour : Les corrections

Les mises à jour ne sont pas les seules modifications effectuées, il existe de nombreux types de corrections. L'opérateur peut rencontrer des problèmes de superpositions de parcelles, de mauvaises définitions de parcelles...etc. D'autres corrections concernent des mises à jour de précision de points. La numérisation des informations cadastrales s'est effectuée par digitalisation et levés dès les années 1980. Aujourd'hui on demande au géomètre lors de chaque levé de parcelle de vérifier la précision des sommets de celles qui n'ont été acquies que par digitalisation. Si une mauvaise précision est constatée alors le géomètre en fait part au SEMO qui effectue la correction et renvoie les nouvelles informations au registre foncier. Dans le même cadre il arrive que des campagnes de rénovation des points fixes soient menées. Une transformation est donc calculée et appliquée à toutes les couches. Les informations modifiées sont également retransmises aux RF.

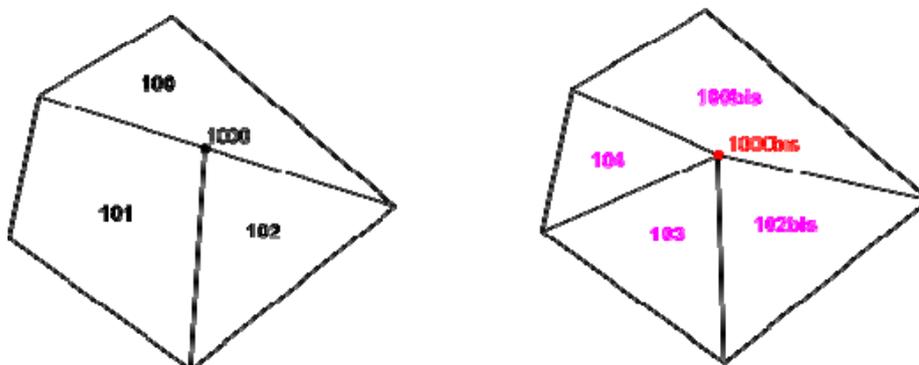


Figure 2 Exemple de correction de parcelle

C. Etat de l'Art

Depuis le milieu des années 80 des recherches sont effectuées sur l'intégration des données temporelles dans les modèles de base de données. La complexité de cette gestion temporelle n'a encore jamais permis une réelle exploitation de celle-ci dans les logiciels SIG habituels. Aujourd'hui, afin de répondre aux nouvelles demandes, il devient primordial de permettre l'analyse des données spatio-temporelles. Pour cela, il est important d'effectuer un état de l'art en termes de modèles de base de données, de modèles conceptuels de données et d'outils temporels.

1. Modèles de base de données

a) Le modèle « Snapshot »

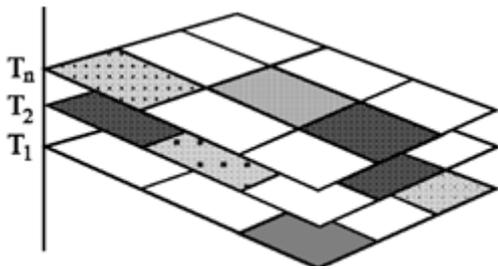


Figure 3 : Schéma du modèle Snapshot

Principe : Ce modèle se base sur un ensemble de couches représentant un état à un instant t .

Point fort : Simplicité

Points faible : 1. A chaque nouvelle couche il est nécessaire de copier toutes les entités même celles qui n'ont subi aucun changement. 2. N'est pas approprié pour décrire les

changements spatiaux dans le temps. La durée entre deux couches peut varier et il n'est pas indiqué si le changement s'est effectué durant l'intervalle de temps entre les deux couches ou au moment de la création de la couche.

b) Le modèle « Space Time Composite » (STC)

Principe : Le modèle « Space Time Composite » se base sur le système « snapshot » mais intègre les relations entre objets antérieurs et postérieurs. C'est un modèle « snapshot » attributaire, contrairement au modèle « snapshot » qui est géométrique.

Point fort : Le modèle STC permet une relation entre les objets à travers le temps.

Points faible : Ce modèle pose de gros problèmes d'identifiant et de mise à jour. En effet chaque mise à jour engendre une reconstitution des données à tous les temps antérieurs et postérieurs.

c) Le Spatio-Temporal Object-Model (STOM)

Principe : Le principe de ce modèle découle des réflexions apportées par le modèle « snapshot » et le modèle « STC ». Il considère l'objet comme un objet en trois dimensions avec pour troisième dimension le temps. Chaque objet a donc une dimension temporelle, incluse dans ses attributs.

Point Fort : Permet une relation entre les objets dans le temps. Modélisation pour phénomènes temporellement discrets.

d) Le modèle « Event-Oriented » (ESTDM)

Principe : La gestion du temps se fait au moyen d'un fichier entête, composé d'un pointeur vers la carte initiale, un pointeur vers le premier événement et un pointeur vers le dernier événement en date. Chaque événement pointe lui-même vers l'événement précédent et suivant. Chaque événement est marqué dans le temps et est associé à une liste de composants indiquant les détails des changements effectués à cette date, notamment les cellules raster sur lesquels ont été effectués ces changements.

Point fort : Requêtes possibles : spatiale et temporelle.

Point faible : Modèle sur couche raster uniquement.

2. Modèle conceptuel de données spatio-temporelles : MADS

Dès que l'on parle de modèle de base de données, il nous faut un moyen de les représenter, de les visualiser. Un modèle conceptuel est une représentation graphique générique permettant la représentation de modèle de donnée, on parle alors généralement de modélisation. Comme les modèles de base de données sont principalement pensés pour une gestion spatiale ou sémantique des données, il existe très peu de modèles conceptuels de données spatio-temporelles.

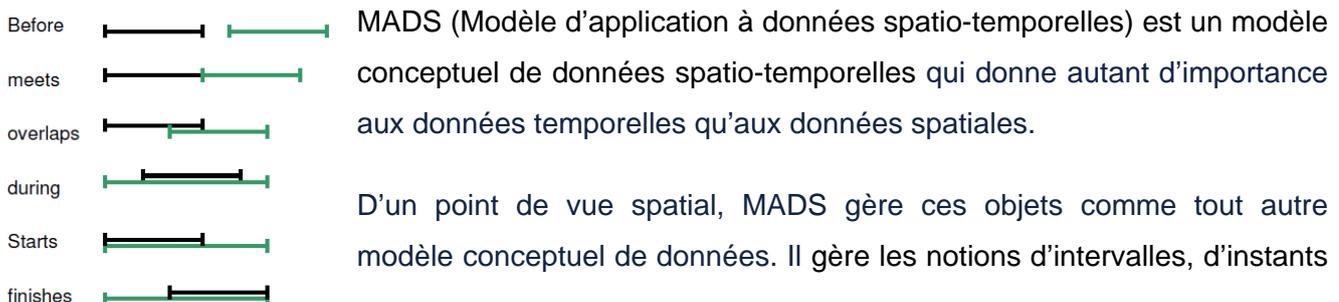


Figure 4 : Relation
d'Allen

et les notions de composé d'intervalles ou composé d'instant il gère aussi les relations d'Allen représentées par les schémas ci-dessus. Enfin le modèle MADS permet d'indiquer les attributs dont la valeur peut évoluer dans le temps.

3. Outils temporels

De nombreux outils ont vu le jour ces dernières années. D'abord des outils orientés visualisation, et actuellement certains s'essayent à des outils d'analyse des données spatio-temporelles.

a) Outils logiciels

(1) **Tracking Analyse ArcGis**

Principe : « ArcGIS Tracking Analyst offre des fonctionnalités sophistiquées de visualisation, d'exploration et d'analyse de données temporelles. Il permet de voir où et quand un événement s'est produit. »

Point faible : 1. Utilisé pour la visualisation de flux, d'objets ponctuels, de trajets. Ne permet pas une bonne visualisation de l'évolution d'objets surfaciques et discrets. 2. Ne permet pas l'analyse des données à un instant t.

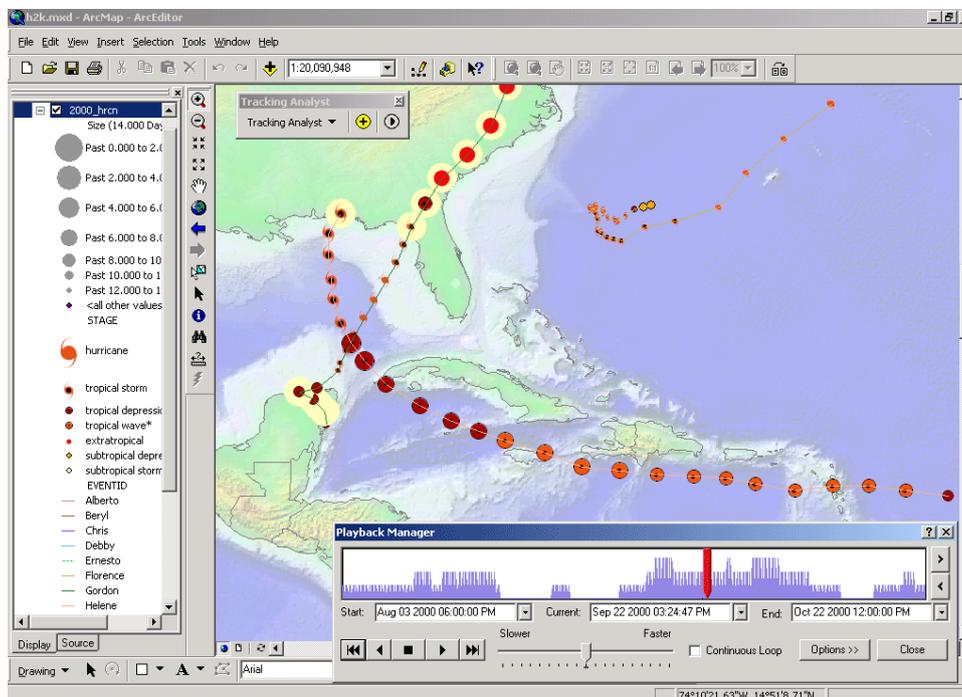


Figure 5 : Impression écran Tracking analyst

(2) Outils de temporalité dans ArcGIS 10

Principe : Chaque couche disposant d'au moins un attribut temporel, pourra être gérée par l'outil temps de Arcgis 10. Cet outil est un curseur, dont on peut modifier les paramètres, il permet en plus d'une visualisation des données une interrogation de celles-ci à chaque instant (Cf paragraphe IV.C.).

Point fort : Permet une bonne gestion du temps à moindre coût (structurelle)

Point faible : Requêtes non-implantées explicitement.

(3) Outils ESRI : Historisation et Archivage

Principe : Principe expliqué plus haut. (Paragraphe II.B.1.b.(1))

Point fort : L'outil d'archivage est simple d'utilisation puisqu'il est automatique. Il permet donc une historisation quasi transparente pour l'opérateur.

Point faible : 1. Désactivation/réactivation de l'historisation. 2. Dépendance vis-à-vis du fournisseur (ESRI)

(4) QGIS

Principe : Le but de Time Manager pour QGIS est de fournir une navigation confortable grâce à des données spatio-temporelles. Ce plugin fournit un curseur de temps et une boîte de dialogue pour la gestion des couches.

Point fort : Un logiciel open-source et gratuit

Point faible : Ne permet pas l'analyse des données, seulement leur visualisation.

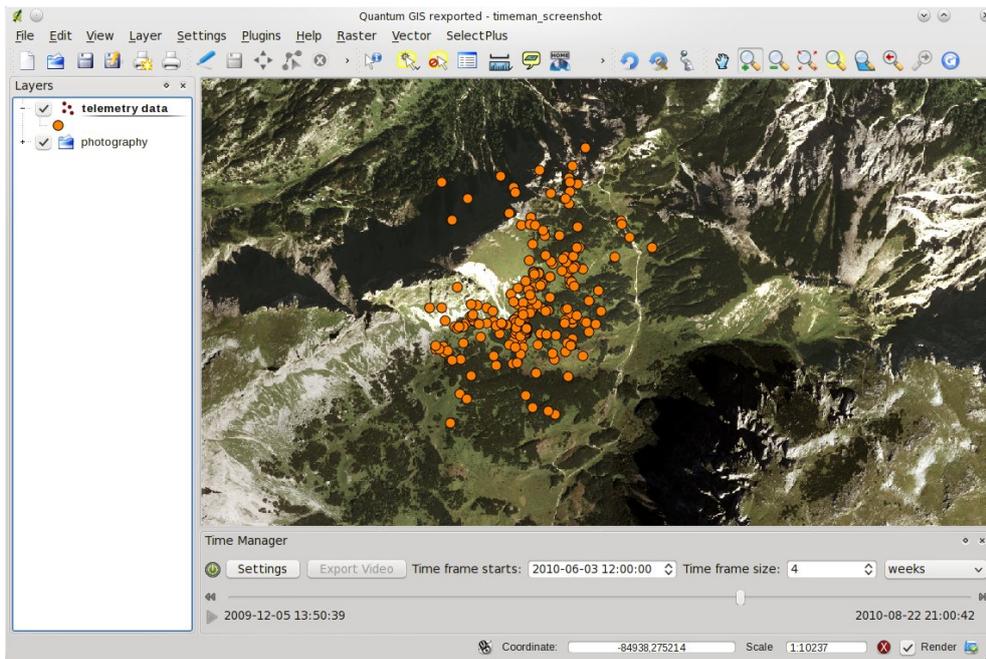


Figure 6 Impression écran Time Manager

b) Développement

(1) Time Map

Principe : Il existe également des SIG « alternatifs » tel que Timemap, qui est un logiciel cartographique créé dans le but de recherches archéologiques. Il crée des animations java pour le web, son utilisation est très facile et la méthode employée pour modéliser les données est celle des « snapshots »

Point faible : Ne contient aucun outil des logiciels SIG habituels.

PARRAMATTA HISTORICAL ARCHAEOLOGICAL LANDSCAPE MANAGEMENT STUDY
Prepared for the NSW Heritage Office, November 2006

The screenshot shows the Timemap TM Java interface. The main map area displays a historical map of Parramatta with red and blue overlays. On the left, a 'Layers' panel shows various layers like 'AMUs', 'SIRs', 'Streets', and 'Drainage'. At the bottom, an 'Attribute Data' table is visible, listing data points with columns for ID, AMU, ADDRESS, SUBURBS, LOA, SIGNIFICAN, RESEARCH P, ACTION, and ACTION CODE.

ID	AMU	ADDRESS	SUBURBS	LOA	SIGNIFICAN	RESEARCH P	ACTION	ACTION CODE
2242988	2988	O'Connell Street	Parramatta	State	Exceptional	Refer to NSW Heritage Office - Archaeological Assessment required	Refer to NSW HC	
2242986	2986	Campbell Street	Parramatta	Local	Moderate	Check PHALMS maps - S140 permit or exception required	S140 permit	
2242987	2987	Campbell Street	Parramatta	Local	Moderate	Check PHALMS maps - S140 permit or exception required	S140 permit	
2242985	2985	O'Connell Street	Parramatta	Local	Little	Check PHALMS maps - S140 permit or exception required	S140 permit	
2242989	2989	O'Connell Street	Parramatta	State	Exceptional	Refer to NSW Heritage Office - Archaeological Assessment required	Refer to NSW HC	
2243104	3104	O'Connell Street	Parramatta	Local	High	Refer to NSW Heritage Office - Archaeological Assessment required	Refer to NSW HC	
2243032	3032	Hunter Street	Parramatta	Local	High	Check PHALMS maps - S140 permit or exception required	S140 permit	
2242991	2991	Hunter Street	Parramatta	State	High	Refer to NSW Heritage Office - Archaeological Assessment required	Refer to NSW HC	
2242992	2992	Church Street	Parramatta	State	Exceptional	Refer to NSW Heritage Office - Archaeological Assessment required	Refer to NSW HC	
2242990	2990	Church Street	Parramatta	State	High	Refer to NSW Heritage Office - Archaeological Assessment required	Refer to NSW HC	

4. Conclusion de l'état de l'art

Suite à cet état de l'art, les recherches se sont plutôt orientées en fonction des outils actuels et des besoins. En effet, les SEMO ainsi que arx iT travaillent tout deux sous licences ESRI, nous nous sommes donc dirigé vers l'utilisation de l'outil temporel d'Arcgis 10. Cet outil nous poussera donc vers un modèle de type STOM, cependant la notion d'événement est un besoin fort. Nous arriverions donc à un modèle STOM-événementiel. Un mélange entre le modèle Event-Oriented et le modèle STOM.

Figure 7 : Impression écran Time Map

III. MODÉLISATIONS TEMPORELLES DES DONNEES

Les données qui seront prises en compte dans ces différents modèles de données et dans la suite des mes recherches sont les suivantes : A.CAD_BATIMENT_HORS_SOL, A.CAD_BIENS_FONDS, A.CAD_DDP, A.CAD_ADRESSE. Ces couches ont été choisies selon deux critères : leur importance au sein du SITG et leur dimension temporelle. Le modèle sera donc réalisé dans un premier temps sur ces couches, bien qu'il puisse s'étendre à l'ensemble des couches du SEMO.

A. Modélisation conceptuelle de la base de données actuelle.

Avant toute modification de modèle de base de donnée il est important de connaître la base de données d'origine. Cette base fut donc modélisée de deux manières différentes.

1. Modèle conceptuel de données UML : Diagramme de classe

Le diagramme UML a été choisi pour sa facilité d'utilisation dans le sens où il permet de modéliser la plupart des bases de données. Ce modèle est très conceptuel il permet une compréhension rapide de la logique d'organisation des données.

Cf Annexe 1 : Modélisation UML de la base actuelle

2. Modèle conceptuel de données ArcGIS Diagrammer

Une autre modélisation plus physique est donnée par le logiciel ArcGIS Diagrammer, cette représentation est réalisée directement à partir des données.

Cf Annexe2 : Modélisation ArcGIS Diagrammer de la base actuelle

3. Comparaisons des deux modèles UML et ArcGIS Diagrammer

Ces deux modélisations conceptuelles de données n'ont pas le même but. Lors de la création d'un système, on commence toujours par une réalisation conceptuelle « très loin » de l'implémentation physique, afin de donner une idée générale sans être bloqué par les

contraintes outils. Plus le projet avance, plus le modèle devient physique. Ici, le modèle UML est plus conceptuel et le modèle ArcGIS Diagrammer est lui, plus physique.

Dans notre cas, nous partons du système réel pour en réaliser des modèles conceptuels afin de mieux visualiser l'architecture de la base de données. Le diagramme ArcGIS Diagrammer nous permet de visualiser tel quel la base de données. C'est un diagramme qui rend compte exactement de l'architecture de la base de données. Le diagramme UML quant à lui est plus abstrait, des classes qui n'existent pas peuvent être représentées seulement pour un aspect logique, afin de mieux comprendre la base de données.

B. Modélisation temporelle

Après avoir écouté les remarques et recensé les besoins des personnes intéressées par ce projet, il a été décidé de réaliser dans un premier temps un modèle propre aux données du SEMO, et répondant aux besoins spécifiques de ce service.

1. Modélisation conceptuelle

a) Choix du modèle

Le modèle qui a été conçu dans un premier temps regroupe deux bases de données. Une première base : la base de données « métier » utilisée tous les jours par les opérateurs effectuant des mutations sur les objets. Et une deuxième base : la base de données historique, qui elle regroupe en plus des objets présents dans la base métier, les objets qui en ont été supprimés à cause de modifications ou de suppressions. Cette duplication de base permet d'éviter les problèmes liés aux changements de modèle de la base de données métier. En effet la géodatabase métier est susceptible de subir des modifications dans son propre modèle comme par exemple, ajout ou suppression d'un attribut pour une couche. Ces modifications ne peuvent pas être gérées par une base de données historique. Ainsi le modèle de la base historique devra être choisi de telle sorte qu'il ne soit pas modifié. On crée un modèle fixe. Cette organisation des données n'est pas optimale car elle engendre des restrictions et des difficultés de maniabilité, cependant si le modèle historique est correctement choisi, alors la base répondra aux attentes de tout utilisateur voulant visualiser l'évolution des plans et interroger des objets, dans l'attente d'un modèle plus puissant.

Le schéma ci-contre décrit l'architecture globale de la modélisation temporelle des données pour le SEMO.

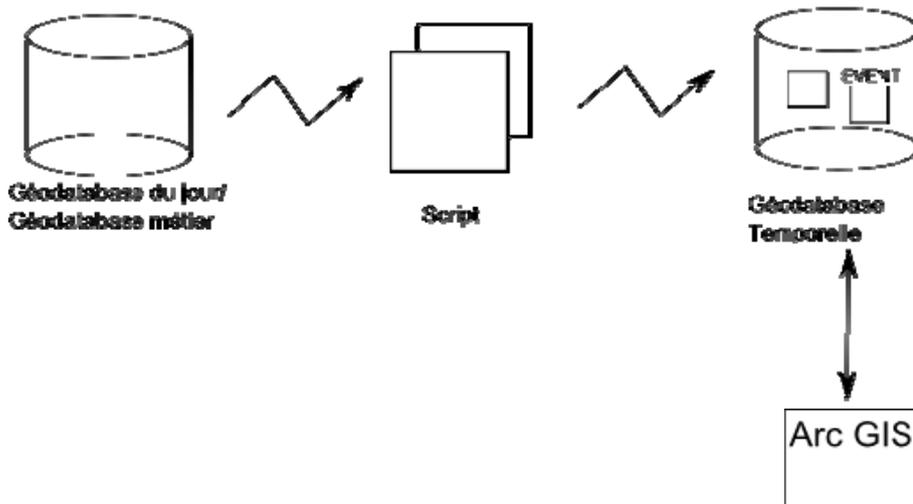


Figure 8 : Schéma général de la modélisation temporelle.

b) Modèles UML

Vous trouverez en annexe 3 et 4 les schémas UML des deux bases de données modifiées prenant en compte l'aspect temporel.

Cf Annexe 3 : Modélisation temporelle de la base « métier »

Cf Annexe 4 : Modélisation de la base temporelle

c) Changements attributaires

Les modifications qui devront être effectuées par rapport à la base de données actuelle sont : soit attributaires (DATE_C, DATE_F...) ; soit tabulaires (CAD_EVENT). Concernant les changements attributaires, une première modification devra être effectuée dans la base de données métier. En effet on ajoute un attribut DATE_C pour la date de création de l'objet et un attribut EVENT_C_ID pour l'identifiant faisant référence à l'événement de création de l'objet. Dans la base de données temporelle on retrouvera ces deux attributs DATE_C et EVENT_C_ID, accompagnés de deux autres attributs, DATE_F, la date de fin de vie de l'objet et EVENT_F_ID, l'identifiant faisant référence à l'événement de fin de vie de l'objet.

Ces deux derniers champs ne seront remplis que si l'objet n'existe plus dans la base métier.

Enfin dans la base temporelle sera ajoutée une table événement. Cette table répertorie tous les événements de début ou de fin de vie des objets, on y trouve une description de la raison de cet événement. Plusieurs autres attributs sont ajoutés à cette table de manière à pouvoir l'interroger facilement. Une relation sera établie entre la table EVENT et les autres couches de la base de données historique. Certains attributs pourront être supprimés dans les couches historiques. Si l'on garde en tête que la géodatabase historique doit être construite

pour des fonctionnalités de visualisation et interrogation, certains attributs ne sont pas forcément nécessaires, ils pourront, après réflexions, être retirés de la base historique.

2. Adaptation et transfert des données

Le passage des objets d'une géodatabase à l'autre se fait suivant plusieurs étapes. A la fin de la mise à jour habituelle, qu'elle soit géométrique et/ou attributaire, on passe à la mise à jour des attributs historiques.

a) Création d'un objet

En ce qui concerne un nouvel objet créé il y a trois champs à renseigner:

- La date de création (DATE_C) : c'est la date du jour, elle peut être remplie automatiquement.
- L'identifiant de l'événement de création (EVENT_C_ID) : Il peut également être saisi automatiquement en indiquant un code pour le fait que c'est l'événement de création (01=Création, 02= Suppression) suivi d'un autre code indiquant la couche (01 = biens-fonds, 02=bâtiments, 03=adresses, 04=DDP) puis l'identifiant unique de l'objet. Cela donnerait donc un identifiant du type : 01_02_7432
- Le type d'événement (TYPE_EVENT): L'opérateur devra choisir dans un menu déroulant le type de modification.
- La description de l'événement (DESC_MODIF): L'opérateur devra saisir ou choisir entre plusieurs choix, une explication à la création de l'objet.

La chronologie des étapes est la suivante :

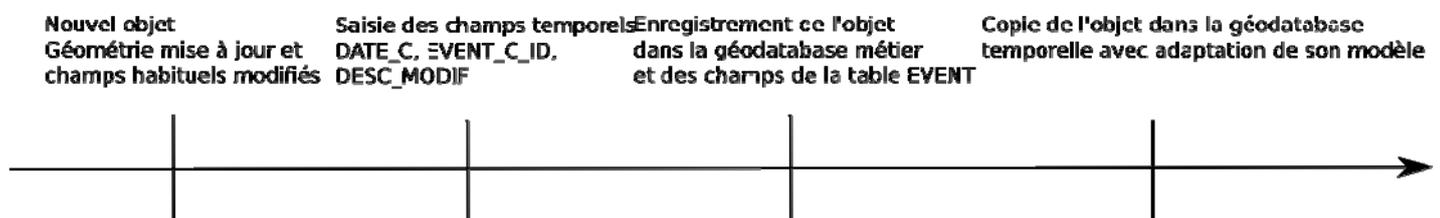


Figure 9 : Chronologie de création d'objets

b) Suppression d'un objet

En ce qui concerne un ancien objet il y a également trois champs à remplir,

- La date de fin de vie de l'objet (DATE_F) : C'est la date de la veille du jour de la modification (car deux objets ne peuvent pas vivre ensemble un même jour). Elle peut être saisie automatiquement.
- L'identifiant de l'événement de fin de vie de l'objet (EVENT_F_ID): Comme l'identifiant de début de vie il pourra être automatisé. L'identifiant serait donc 02_02_5893 pour un objet d'identifiant 5893
- Le type d'événement (TYPE_EVENT): L'opérateur devra choisir dans un menu déroulant le type de modification.
- La description de l'événement (DESC_MODIF): L'opérateur devra également saisir ou choisir une description de la raison de fin de vie de l'objet.

La chronologie des étapes est la suivante :

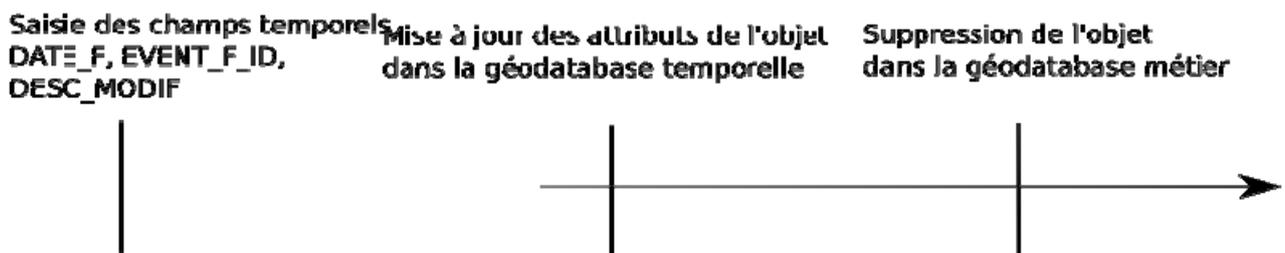


Figure 10 : Chronologie de suppression d'objets

Très schématiquement dans les bases de données les parcelles agissent comme cela :

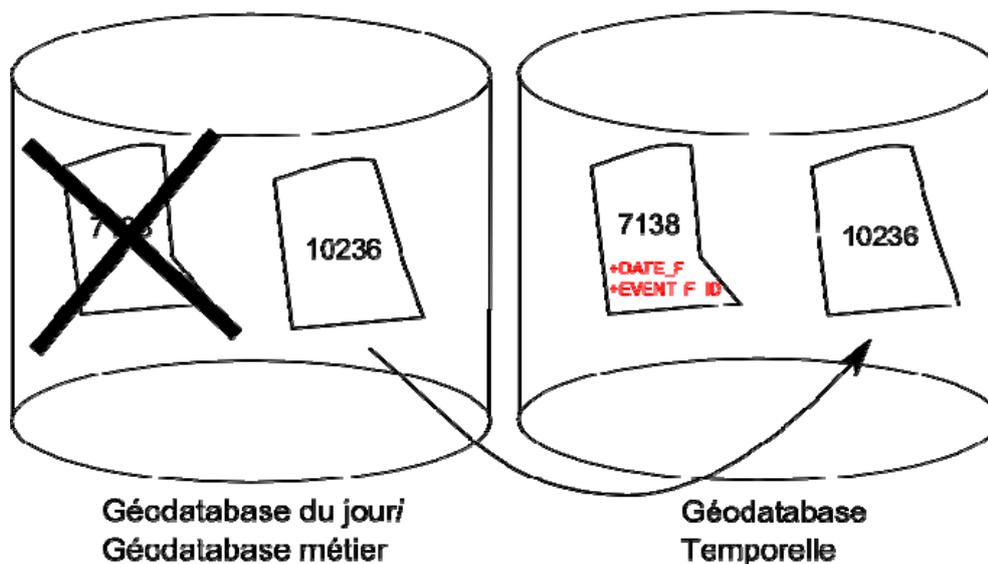
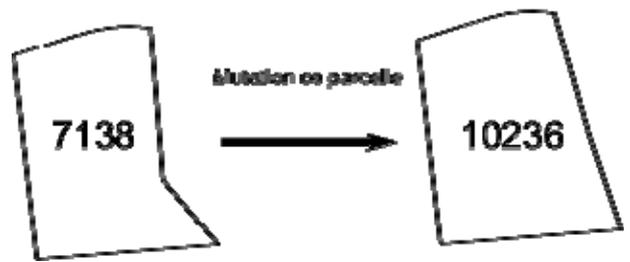


Figure 11 : Schéma du transfert des données.

Une illustration sur un cas concret est représentée ci-dessous :



On procède à une mutation de parcelle le 06.07.2011

Le 19.11.1989 on crée une nouvelle parcelle dans la base de donnée:

Base Métier

Couche CAD_BIENS_FONDS

OBJECTID	NOCOM	NOPARC	PROVENANCE	VALIDITE	GENRE	NUMERO	DATE_C	EVENT_C_ID	SURFACE TECHNIQUE	Shape_Length	Shape_Area
1	Satigny	7138	Construction	en vigueur	privé	41:7138	19.11.1989	10303	16209.65938	587.272454	16209.65938

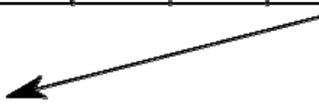
Base Historique

Couche CAD_BIENS_FONDS_HISTO

OBJECTID	NOCOM	NOPARC	PROVENANCE	VALIDITE	GENRE	NUMERO	DATE_C	DATE_F	Event_C_ID	Event_F_ID	SURFACE TECHNIQUE	Shape_Length	Shape_Area
1	Satigny	7138	Construction	en vigueur	privé	41:7138	19.11.1989		10303		16209.65938	587.272454	16209.65938

Couche CAD_EVENT

OBJECTID	EVENT_ID	OBJ_ID	DATE_EVENT	DESC_MODIF
45	10303	7138	19.11.1989	Création de parcelle



Le 06.07.2011, la parcelle est soumise à une mutation, on crée alors une nouvelle parcelle

Base Métier

Couche CAD_BIENS_FONDS

OBJECTID	NOCOM	NOPARC	PROVENANCE	VALIDITE	GENRE	NUMERO	DATE_C	EVENT_C_ID	SURFACE TECHNIQUE	Shape_Length	Shape_Area
532	Satigny	10236	Construction	en vigueur	privé	41:10236	06.07.2011	10245	1750.26981	583.146529	1750.2698

Base Historique

Couche CAD_BIENS_FONDS_HISTO

OBJECTID	NOCOM	NOPARC	PROVENANCE	VALIDITE	GENRE	NUMERO	DATE_C	DATE_F	EVENT_C_ID	EVENT_F_ID	SURFACE TECHNIQUE	Shape_Length	Shape_Area
1	Satigny	7138	Construction	en vigueur	privé	41:7138	19.11.1989	06.07.2011	10303	10896	16209.65938	587.272454	16209.65938
69	Satigny	10236	Construction	en vigueur	privé	41:10236	06.07.2011		10245		1750.26981	583.146529	1750.2698

Couche CAD_EVENT

OBJECTID	EVENT_ID	OBJ_ID	DATE_EVENT	DESC_MODIF
45	10303	7138	19.11.1989	Création de parcelle
58	10896	7138	06.07.2011	Modification de la parcelle
36	10245	10236	06.07.2011	Modification de parcelle

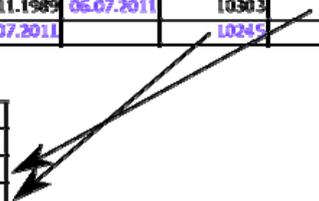


Figure 12 : Exemple de transfert de données.

En violet sont indiqués les nouveaux champs (remplis lors de la mutation de la parcelle.)

c) Modification géométrique

Toute modification géométrique est considérée comme un événement et devra donc être prise en compte dans la géodatabase temporelle. Cependant il existe des modifications mineures de la géométrie qui pourraient être ignorées par la base temporelle.

Mutation : Modification de la géométrie importante. C'est la modification la plus significative d'un point de vu temporel.

Numérisation (Amélioration sur les mesures d'origines) : La numérisation est le calcul par des appareils topographiques de points qui avaient été numérisés. C'est une mise à jour

Renouvellement de points fixes : La majorité des écarts pour ce type de modification sont de l'ordre de 5-15cm.

Changement de cadre de référence : Le changement de cadre de référence est un changement géométrique majeur. Il ne se produit que très rarement. Il sera très difficile de le prendre en compte dans la base temporelle, car toutes les données sont soumises à cette modification. Cependant on peut envisager une gestion de ce changement total en admettant que tous les objets sont des nouveaux objets dans le temps. Il sera alors plus difficile de naviguer dans le temps car la zone de visualisation ne sera pas la même mais la logique du modèle reste applicable.

Correction SIG : Ces modifications correspondent aux corrections topologiques, et autres corrections uniquement présent en compte par le SIG lui-même.

Si l'on privilégie la validité de la topologie alors il faut absolument que toutes les modifications, même mineures, soient prises en compte dans la base temporelle.

Lors de ces modifications, l'identifiant de la parcelle ou de l'objet propre à sa couche dans la base métier ne sera pas changé, on pourra alors faire des requêtes et observer la vie d'une même parcelle même si elle a subi des corrections mineures.

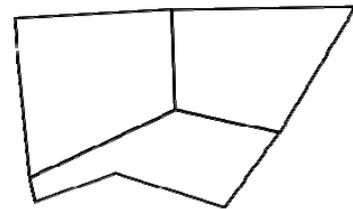
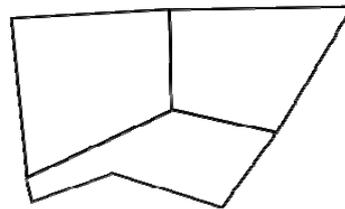
Si l'on ne considère pas toutes les modifications géométriques alors le respect de la topologie ne s'opère plus dans la base de données temporelle.

Ci-dessous un schéma explicatif des conséquences de l'omission de modification de la base de données historique.

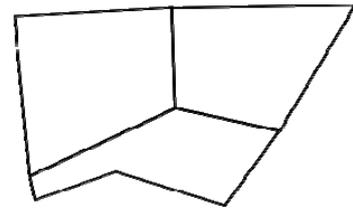
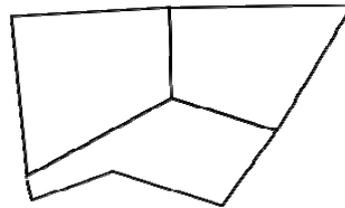
Base de donnée métier

Base de donnée temporelle

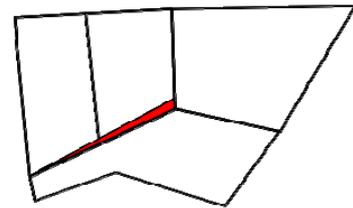
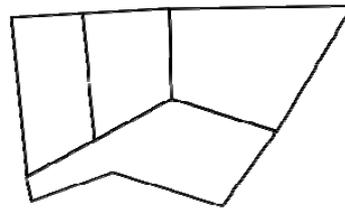
A un instant t les bases sont les mêmes



On procède à une r cification de points fixes mineurs sur la base de données métier. A l'oeil nu et d'un point de vue attributaire cette modification peut ne pas se voir. On décide alors que cette modification ne vaut pas la peine d'être retranscrite dans la base temporelle



Un jour, le propriétaire d'une des parcelles décide de la diviser en deux, c'est une modification majeure, elle est donc prise en compte dans la base temporelle. Seulement à ce moment la apparaissent les modifications qui n'ont pas été prises en compte et la validité de la topologie est rompue.



Cependant, l'ajout dans la base de données historique de toutes les modifications géométriques, même mineures, pourrait vite devenir un travail fastidieux et encombrer la base de détails peu importants.

Dans ce cas on pourrait alors négliger la validité topologique pour se concentrer sur l'aspect fonctionnel de la base. On ne prendrait alors en compte que les modifications géométriques majeures comme les mutations, ou les changements de cadre de référence.

d) Modification sémantique

Il existe aussi des modifications sémantiques. C'est-à-dire que la géométrie ne change pas mais la valeur de un ou plusieurs attributs peut changer. Les attributs sont tout aussi importants que la géométrie, ils font partie intégrante de l'objet.

Dans la base de données temporelle on pourra alors gérer ces modifications en créant un nouvel objet de même géométrie mais dont le ou les attributs ont changé ainsi que son identifiant unique. Il est très important de noter ici que la gestion de ces modifications, ainsi que des modifications géométriques ne pourra se faire que si il existe un identifiant unique propre à la base de données temporelle. C'est-à-dire que toute paire d'objet, qu'ils représentent une même parcelle, qu'ils aient la même géométrie, qu'ils aient les mêmes attributs, seront, à partir du moment où ils ont une différence, munis d'un identifiant unique.

3. Difficultés évitées, ou techniques alternatives

a) Héritage entre parcelles

Après différentes lectures et réflexions sur le sujet, deux méthodes principales ressortent en matière de gestion de l'héritage au niveau des parcelles.

Définition : Une parcelle est considérée comme précédente à une autre s'il y a intersection de leurs géométries dans le temps.

(1) Gestion de l'héritage dans la base de données.

Le problème principal de cette méthode était de trouver un moyen de lier un objet à plusieurs et plusieurs objets à un seul.

Un moyen de faire cela est illustré par l'exemple suivant :

Au départ il existe quatre parcelles, puis on décide de construire une route qui « mordra » sur chacune des 4 parcelles, il faut donc redéfinir un ensemble de parcelles.

On attribut un identifiant d'héritage à chaque parcelle, selon que cette parcelle est une parcelle mère ou une parcelle fille pour la modification en cours. Cet identifiant est une clé étrangère. Le premier chiffre permettra de savoir dans la table d'héritage si la parcelle est mère ou fille pour la modification (01=Parcelle fille, 02=Parcelle mère). Toute parcelle ayant fini sa vie devra avoir une parcelle mère et une parcelle fille.

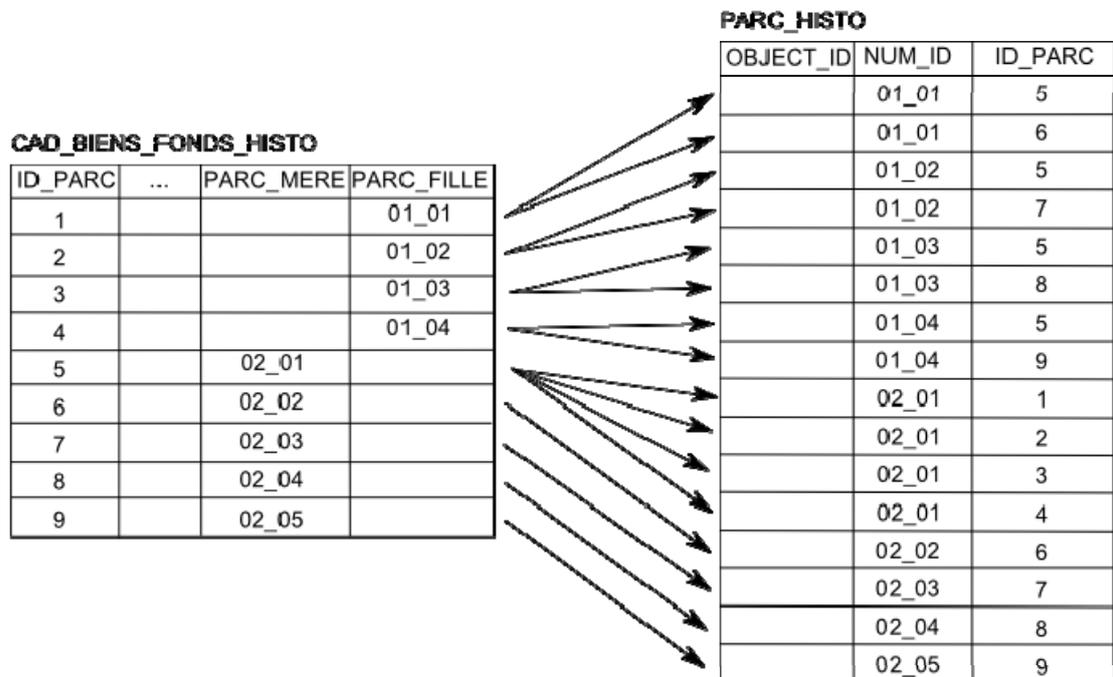


Figure 13 : Schéma explicatif de la gestion de l'héritage « en dur »

Dans la table d'héritage on associe une parcelle à plusieurs autres grâce à l'identifiant d'héritage. Dans l'exemple ci-dessous, si on regarde la parcelle 1, son identifiant d'héritage est le 01_01, donc dans la table d'héritage on voit que cet identifiant fait référence à la parcelle 5 et à la parcelle 6, de plus comme l'identifiant d'héritage commence par 01, ces parcelles sont des parcelles filles. On peut donc dire que les parcelles filles de la parcelle 1 sont les parcelles 5 et 6.

Cette méthode permet de répertorier toutes les parcelles antérieures et postérieures à une autre. Une relation peut ensuite être faite grâce à l'identifiant de la parcelle pour obtenir sa géométrie.

(2) Gestion de l'héritage par requêtes.

L'autre méthode qui permettrait une gestion de l'héritage entre les parcelles se fait au moyen d'une requête de type SQL.

En effet on cherche alors toutes les parcelles dont la géométrie intersecte la géométrie de la parcelle sélectionnée et dont la date de fin est égale à la date de création de la parcelle sélectionnée :

Si l'on appelle PARC_SELECT la parcelle sélectionnée dont on recherche la ou les parcelles antérieures, la requête serait du type :

```
“SELECT * FROM CAD_BIENS_FONDS_HISTO
```

```
WHERE PARC_SELECT.GEOM intersect CAD_BIENS_FONDS_HISTO.GEOM
```

```
AND PARC_SELECT.DATE_C = CAD_BIENS_FONDS_HISTO.DATE_F+1“
```

(3) Choix de méthode

La méthode à choisir dépend principalement de l'utilisation que l'on veut faire de cette fonctionnalité. A savoir, les utilisateurs ont-ils besoins de connaître la parcelle précédente ou la parcelle suivante à une tierce parcelle. Si c'est le cas alors une gestion « en dur » serait plus adaptée. Dans le cas inverse, on pourra se reposer sur les requêtes spatio-temporelles. Dans le cadre de mon stage, il a été décidé, dans un premier temps, de considérer que la gestion de l'héritage se ferait par requêtes.

b) Validation de la topologie

Chaque couche d'objet de la base de données historique, est constituée d'une superposition d'objets qui ont évolué à travers le temps. Ces couches ne peuvent alors plus répondre aux règles topologiques auxquelles elles étaient soumises dans la géodatabase métier. Les règles topologiques sont là pour assurer que les géométries des objets sont conformes, qu'il n'y a pas d'erreurs dans leur tracé. Par exemple, les Bien-fonds sont soumis à deux règles topologiques : Ne doivent pas se superposer et ne doivent pas avoir de discontinuités. Ces règles assurent une validité partielle du plan cadastral.



Figure 14 : Règles topologiques utilisés pour la couche Bien-fonds

Aujourd'hui il est impossible d'appliquer ces règles aux couches temporelles. Il est envisageable à l'avenir de permettre à ces règles d'agir sur ces couches. Elles ne seraient actives que si la temporalité est activée sur la couche. C'est-à-dire que la validité topologique ne se ferait que lorsque le plan affiché l'est à une date précise. La topologie retrouverait alors son sens.

Dans notre cas, on considère que la copie de l'objet de la géodatabase métier à la géodatabase temporelle se fait automatiquement. C'est-à-dire que l'opérateur n'a pas accès aux modifications géométriques sur la base de données historique. Comme la topologie est valide sur la base métier, elle le sera alors dans la base temporelle.

C. Modélisation temporelle universelle

Le modèle présenté précédemment, ne s'applique que pour les données du SEMO. Il peut inspirer d'autres modèles pour d'autres utilisations et même être repris à l'identique, mais ce modèle reste assez restreint en terme de maniabilité.

C'est pourquoi beaucoup se demande comment concevoir un modèle général, qui prenne en compte les changements de modèle, les règles topologiques d'une époque, les règles géométriques d'un instant... On veut reproduire non pas seulement visuellement mais fonctionnellement le SIG comme il l'était à l'instant t.

Pour se faire, l'idée est assez simple (la pratique beaucoup moins) : Tout doit être temporalisé. C'est-à-dire que tout doit avoir une durée de vie. Les attributs, les valeurs des attributs, les règles topologiques, les règles géométriques, et les objets bien sûr.

Le modèle MADS gère en partie cette problématique. MADS (Modèle de visualisation de base de données) gère l'évolution temporelle des valeurs attributaires. Par exemple un employé est caractérisé par un nom et une adresse, seulement cette adresse change au cours du temps. MADS gère les différentes valeurs de ces adresses. Ce qu'il ne prend pas en compte ce sont les changements d'attributs. Par exemple pour cette même couche « employé » on décide de rajouter l'attribut « date de naissance ». L'attribut devrait alors être créé et sa date de création renseignée afin de pouvoir gérer les changements attributaires.

La gestion de cette problématique par l'héritage est une première piste.

En effet il serait envisageable de modéliser chaque couche de façon à ce que chaque attribut constitue une classe fille. La classe mère ne serait alors composée que de

l'identifiant unique de l'objet. On pourrait ensuite attribuer à chaque classe fille une durée de vie, qui serait renseignée dans les métadonnées de la classe.

A chaque lancement de la requête temporelle le programme ne chargerait alors que les classes existantes à cet instant.

L'héritage permettrait alors de gérer les changements de modèles, cependant une question subsiste sur les relations entre ces différentes classes filles, entre les différents attributs. La classe mère suffit-elle à faire le lien entre les différents attributs ? Cette modélisation ne pose-t-elle pas de problèmes pour les requêtes spatiales ou temporelles ?

Une autre solution encore plus conceptuelle serait de garder les couches dans leur état d'origine et de pouvoir y intégrer directement des dates de création et des dates de disparition pour chaque attribut, chaque objet, chaque valeur attributaire, chaque règle topologique. A l'heure actuelle aucun modèle conceptuel de données ne permet de visualiser un tel modèle.

IV. REALISATION DU PROTOTYPE

A. Intégration des couches archives

Il existe 4 couches archives au sein de la base Stévinus. Ces couches archives ont été créées en 2002 dans le but d'historiser les données au moyen de copie des objets supprimés dans ces couches. Ces dernières ont chacune exactement les mêmes attributs que les couches d'origine à la seule différence qu'elles possèdent un champ DATERAD, qui informe sur la date de radiation c'est-à-dire la date de fin de vie de l'objet. Cette date de radiée ainsi que la date de première modification c'est-à-dire la date de création, ont permis l'intégration de ces couches dans un modèle semblable au modèle décrit précédemment.

Des erreurs étaient tout de même présentes dans les dates, c'est-à-dire que l'on pouvait trouver des objets avec $DATERAD=DATEDT$, ou $DATERAD=00:00:00$ ou encore $DATEDT>DATERAD$. Mon but n'étant pas de corriger ces erreurs j'ai nettoyé la base de ces objets pour ne traiter que ceux temporairement cohérents.

Une fois ces couches nettoyées, j'ai pu aisément les introduire dans une base temporelle, y activer le temps et au moyen de l'outil temporel d'Arcmap, faire évoluer ces couches.

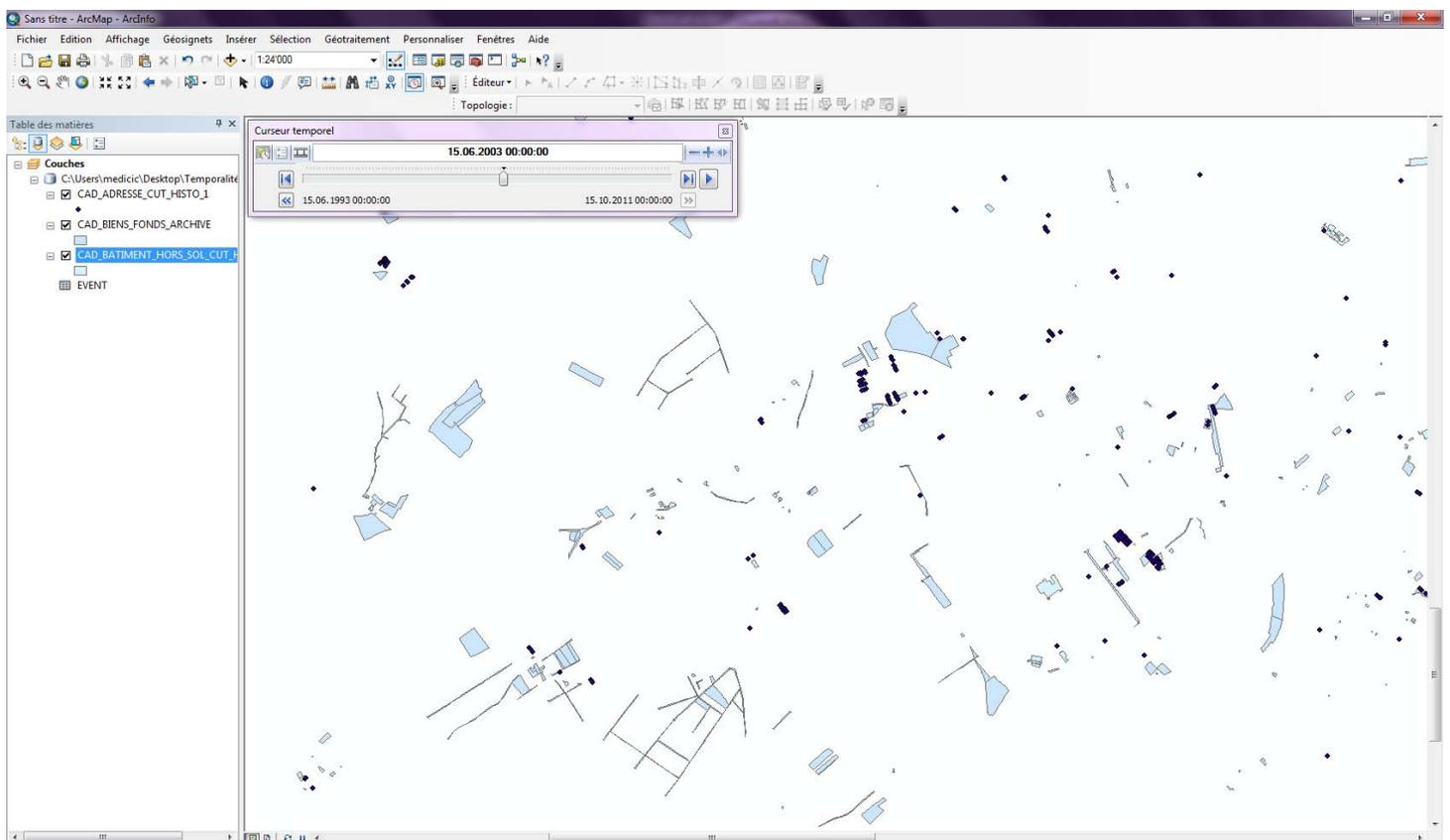


Figure 15 : Impression écran de la couche archive temporalisée

Cette réalisation est un premier pas vers une réalisation concrète du projet au sein du SEMO, car ce sont leurs seules données historiques et elles sont exploitables et tout à fait adaptable au modèle de données.

B. Test utilisateur : Site et patrimoine

Il y a parmi les partenaires du SEMO intéressés par la problématique, le service de la gestion des sites et patrimoines. Après être entrée en contact avec Anne-Marie Viaccoz-de Noyers, responsable de la cartographie au sein du service, une série de carte montrant l'évolution des constructions des fortifications et des bâtiments de la cité de Genève fut mise à ma disposition en format .shp. Ces données ont été créées pour des besoins illustratifs, sous Mapinfo alors utilisé comme un logiciel de dessin, c'est pourquoi les couches été séparées par année et non pas par catégorie d'objet.

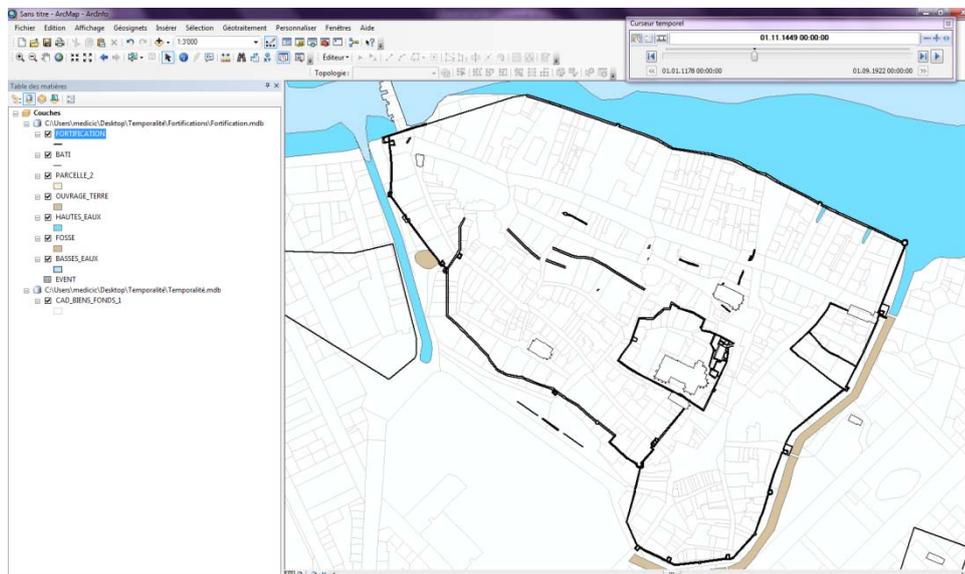


Figure 16 : Impression écran des données des sites et patrimoines en 1449

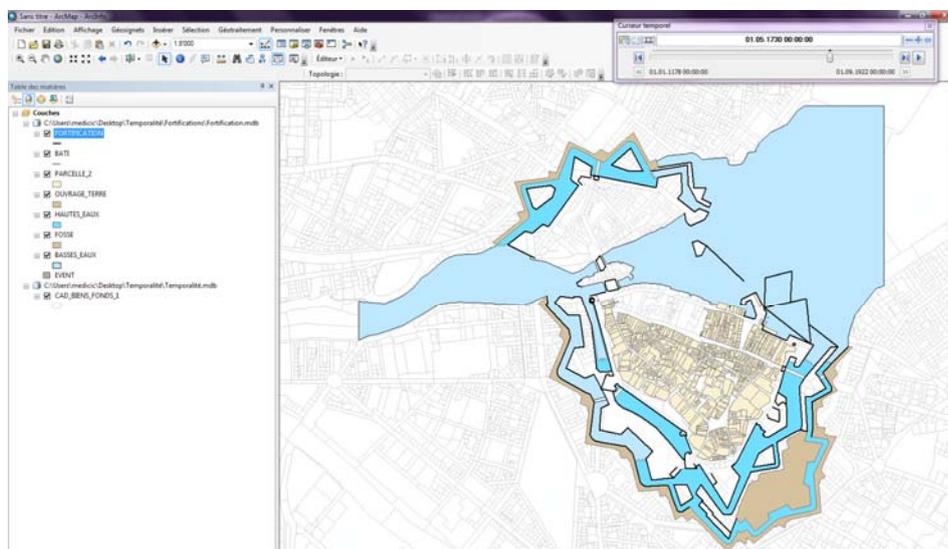


Figure 17 : Impression écran des données des sites et patrimoines en 1730

C. Utilisation de l'outil Temporalité Arcmap 10

Durant la réalisation des prototypes, l'outil temporel d'ESRI a été utilisé. Cet outil peut être exploité grâce aux champs DATE_C et DATE_F, inclus dans les couches. On doit dans un premier temps activer la temporalité et renseigner les différents champs temporels. Une fois la temporalité activée sur toutes les couches nécessaires, on peut déclencher le curseur temps et ainsi faire défiler de façon temporelle les couches. Cet outil récemment amélioré sous ARCGIS 10 répond sur de nombreux points aux attentes du SEMO. Il est possible bien que la temporalité soit activée, de faire des requêtes, des sélections, ou demander des informations sur un objet sans agir sur les objets précédents ou suivants qui se trouvent géographiquement au même endroit.

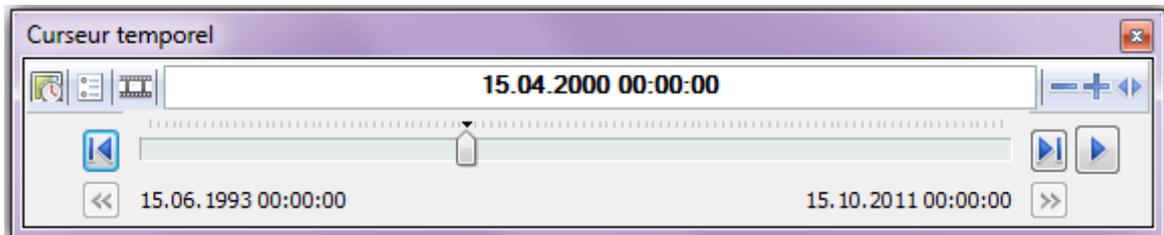


Figure 19 : Curseur temporel ArcMap 10

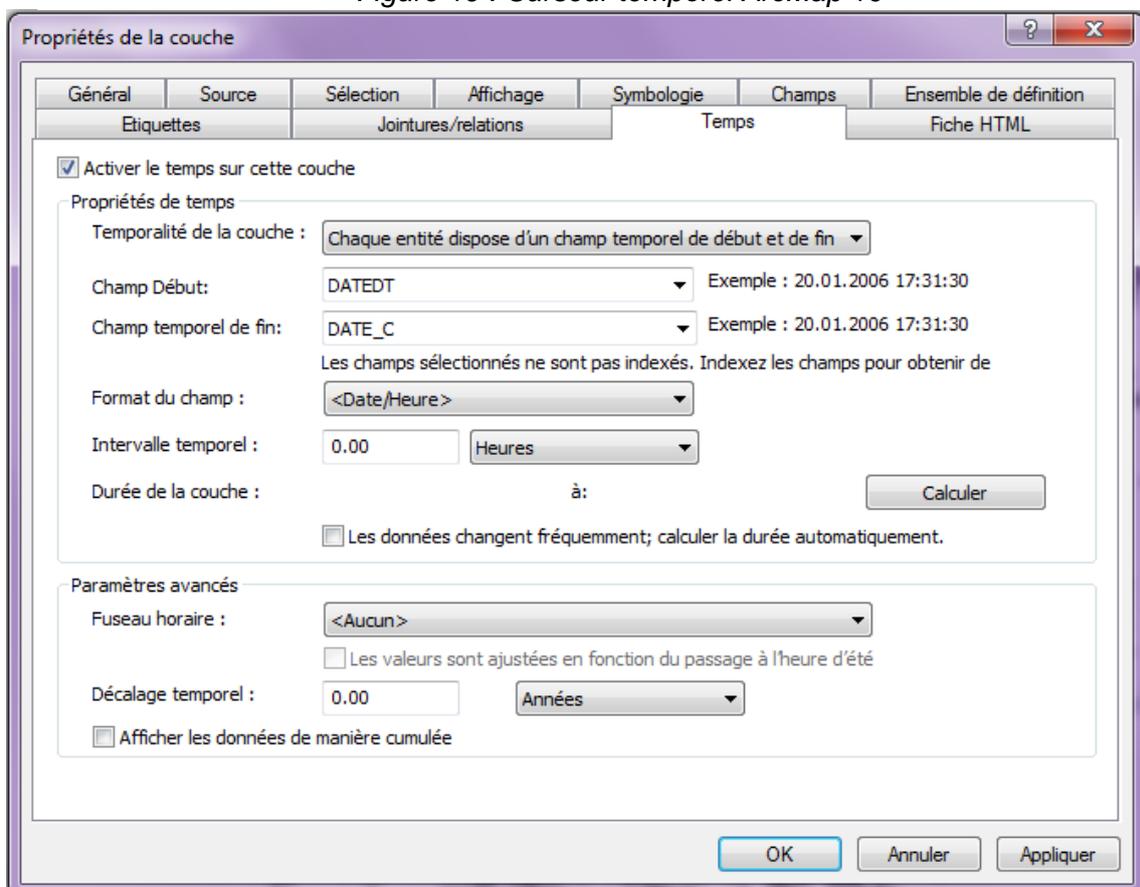


Figure 18 : Caractéristiques temporelles d'une couche ArcMap 10

D. Fonctionnalités supplémentaires

Le modèle ainsi créé n'est pas fait uniquement pour être exploité par l'outil temporel de ESRI, il est créé pour répondre à plus de fonctionnalités et principalement à l'exploitation de la table EVENT. Un premier moyen d'exploitation de cette table a été trouvé dans le reporting.

Afin de mieux comprendre l'utilité et la nécessité de la table EVENT, des prototypes de création de rapport ont été réalisés. La table EVENT est un historique de toutes les modifications apportées sur toutes les couches de la base de données. C'est une table qui regorge d'information. Elle constitue le besoin central du SEMO. Nous avons donc pensé que par le reporting nous pourrions interroger et visualiser facilement les informations nécessaires à l'utilisateur. Le reporting crée un rapport à partir d'une requête SQL. Après un sondage auprès du personnel différentes requêtes ont été identifiées.

1. Tous les événements entre ...et...2. Tous les événements le ...3. Tous les événements depuis le4. Tous les événements jusqu'au ...5. Tous les événements du type ...6. Tous les événements de la couche...7. Tous les événements sur l'objet ...

Ces différentes requêtes ne sont que des « bouts » de requête. En effet le besoin métier sera plutôt d'additionner ces requêtes selon ses besoins, on obtiendra alors des requêtes du type 1+5+6 par exemple. Idéalement il serait intéressant de développer un plug-in de sélection donnant à l'utilisateur le choix entre toutes ces requêtes et les champs à remplir. L'outil sélectionnerait donc les entités choisies et donnerait à l'utilisateur le choix de créer un rapport. Si ce choix est effectué une nouvelle fenêtre s'ouvrirait demandant à l'utilisateur les champs devant apparaître dans le rapport, selon quels champs souhaite-t-il que les données soit triées et groupées. Grâce à toutes ces informations on pourra alors extraire une requête SQL qui générera le rapport à proprement parler.

Sous Crystal Reports, il est possible de générer des rapports avec des requêtes SQL qui interagissent avec l'utilisateur (ce qui n'est pas le cas des rapports ArcGis 10). Quelques rapports ont donc été créés répondant aux requêtes précédemment énoncées.

Des scripts FME furent également créés afin de mettre en évidence les changements d'une date à une autre en fonction du type de modification. Dans un projet final, ces différentes fonctionnalités devraient être intégrées à un outil temporel propre à la base de données temporelle.

V. CONCLUSION

A l'issue de cette étude, une modélisation de base de données répondant aux besoins de visualisation et d'interrogation de la base a été réalisée. Le choix fut dirigé en fonction de l'état de l'art dans le domaine des modélisations conceptuelles spatio-temporelles et des outils logiciel développés. Cette méthode de modélisation est pour l'instant tout à fait satisfaisante, elle permet, une parfaite visualisation de l'évolution des données grâce à un curseur (outil temps ArcGIS 10) et d'autres fonctionnalités pourront être implémentées afin de fournir les informations nécessaires, notamment grâce à des rapports ou des requêtes spatio-temporels. Cette modélisation est aussi facile à mettre en place, elle ne demande pas beaucoup de changements dans la base de données. Elle permettrait donc à de nombreux service, entreprise, ou autre de faire un premier pas dans la gestion temporelle de leurs données. Idéalement, il faudrait que dans un futur proche, la base de données temporelle fusionne avec la base de données « métier » afin de n'avoir plus qu'une seule base de travail. Cette évolution ne pourra se faire que par une amélioration de la base en elle-même, il faudra alors que la base de données se rapproche de la modélisation universelle décrite plus haut.

Dans un premier temps, le Service de la Mensuration Officielle se dirigera vers cette modélisation. En effet à la suite de mon stage on m'a proposé de conduire une pré-étude sur la migration vers cette gestion temporelle durant les trois prochaines semaines.

Ce stage fera également l'objet d'une communication lors de la prochaine conférence ESRI à Versailles (SIG 2011) et d'un article dans le Géomatique expert.

Vous trouverez l'étude ainsi que l'article en annexe.

BIBLIOGRAPHIE

Il existe de nombreux types de modèles de base de données visant à intégrer et à gérer au mieux les données temporelles et les données spatiales. Le premier fut le modèle Snapshot (Langran 1988), suivit du modèle Space-Time Composite du même chercheur. Puis le modèle Event-Based Saptio-temporal, pensé par Pequet et Duan en 1995 et le Three-domain model proposé par Yuan en 1996. Enfin avec l'apparition de l'orienté objet, les modèles de base de données spatio-temporelles s'en inspirent et apparaît de nombreux modèles orienté-objet.

Dès lors que des modèles de base de données existent il est nécessaire de produire des modèles conceptuels de données afin de les visualiser. On se penchera surtout sur le modèle d'application à données Spatio-temporelles (MADS).

Enfin des outils ont vu le jour depuis le début des années 2000, il sera donc intéressant de se pencher sur la manière de concevoir leur base de donnée.

Chapitre dans un ouvrage imprimé

CLARAMUNT, C., PARENT, C., SPACCAPIETRA, S., THERIAULT, M., *Database Modeling for environmental and Land Use Changes*, Geographical Information and Planning, Chapter 20, Springer-Verlag, 1998.

Commentaire : Description du modèle de base de données Object-Relationship

Travaux universitaires

ZANG, N. *Spatial-Temporal Cadastral data model :Geo-information management Perspective in China* Travail de fin d'Etude, International Institue of Geo-information Science and Earth Observation, March 2006, 118 pages

Commentaire : Travail de fin d'étude sur l'intégration des données temporelles pour le cadastre Chinois.

Articles de périodiques imprimés

LANGRAN, G., A Framework for Temporal Geographic Information Systems, *Cartographica*, 1988,25(3)

Commentaire : Description du modèle Snapshot et du modèle Spatio-temporal composite.

WORBOYS, M.F., HEARHSHOW, H.M., MAGUIRE, D.J., Object-Oriented Modeling for Spatial Databases, *Int. Journal of GIS*, 1990, vol. 4, No. 4

Commentaire : Description du modèle Object-Oriented.

WORBOYS, M.F., A Unified Model for Spatial and Temporal Information, *The Computer Journal*, 1994, vol. 37, no. 1, pp. 36-34

Commentaire : Description d'un modèle conceptuel de données temporelles et spatiales.

PEUQUET, D., DUAN, N., An Event-Based Spatio-temporal Data Model (ESTDM) for Temporal Analysis of Geographical Data, *Int. Journal of Geographical Information Systems*, 1995, vol. 9, no. 1, pp. 7-24,

Commentaire : Description du Modèle Event-Based Spatio-Temporal.

PARENT, C., SPACCAPIETRA, S., ZIMÁNYI, E., DONINI, P., PLAZANET, C., VANGENOT, C., ROGNON, N., CRAUSAZ, P.A., MADS, modèle conceptuel spatio-temporel *Revue Internationale de Géomatique*, 1997, vol. 7, num. 3/4, p. 317-352.

Commentaire : Description du modèle conceptuel de données MADS.

TRYFONA, N., JENSEN, C.S., Conceptual Data Modeling for Spatiotemporal Applications, *GeoInformatica*, 1999, Vol. 3: 245-268.

Commentaire : Description du modèle Spatio-temporal Entity-Relationship

PELEKIS, N., THEODOULIDIS, B., KOPANAKIS, I., THEODORIDIS, Y., Literature Review of Spatio-Temporal Database Models, *The Knowledge Engineering Review journal*, 2004,19(3),pp 235-274

Commentaire : Etat de l'art sur les modèles de base de données temporelles.

Communication dans un congrès

YUAN, M., 1994. Wildfire conceptual modeling for building GIS space-time models. Proceedings: GIS/LIS '94, pp. 860-869. Re-printed in *Temporal Data in Geographic Information Systems*, compiled by Andrew Frank, Wener Kuhn, and Peter Haunold, 1995. Department of Geoinformation, Technical University of Vienna. pp. 47-56.

Commentaire : Description du modèle de base de données 3-Domain.

YUAN, M., Temporal GIS and Spatiotemporal Modeling. Integrating GIS and Environmental Modeling edited by M. Goodchild (CD-ROM). 1996.

Commentaire : Etat de l'art des différents modèles de base de données temporelles.

Sites web consultés

ArcGIS tracking Analyse Overview

<<http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/trackinganalyst/index.html>>

Commentaire: Information sur l'extension Tracking analyse d'ArcGis.

Time manager for QGis <<http://www.geofrogger.net/trac>>

Commentaire : Information sur l'outil de gestion du temps de QGis

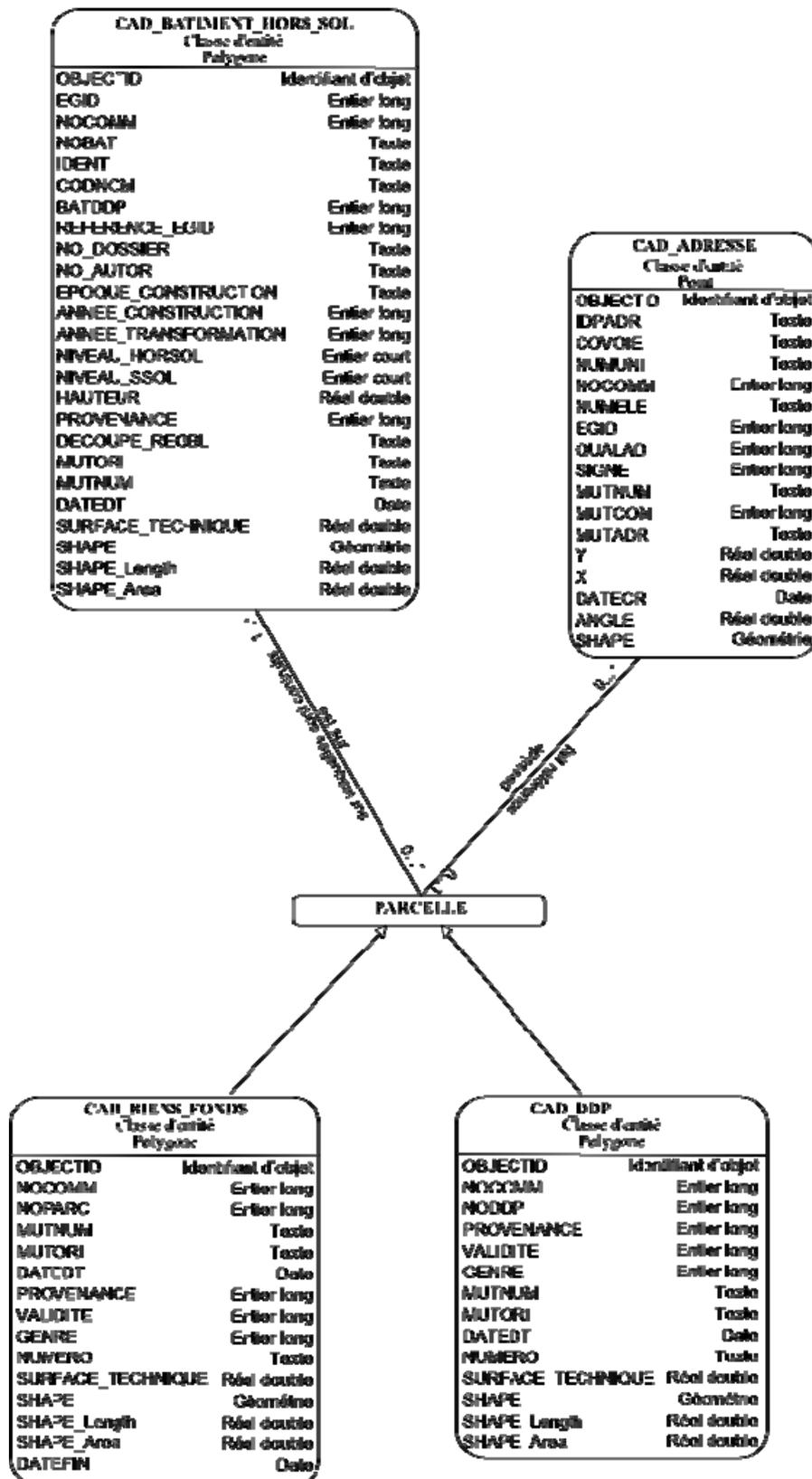
Outil Temporalité ArcGis 10

<<http://help.arcgis.com/fr/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/005z00000001000000.htm>>

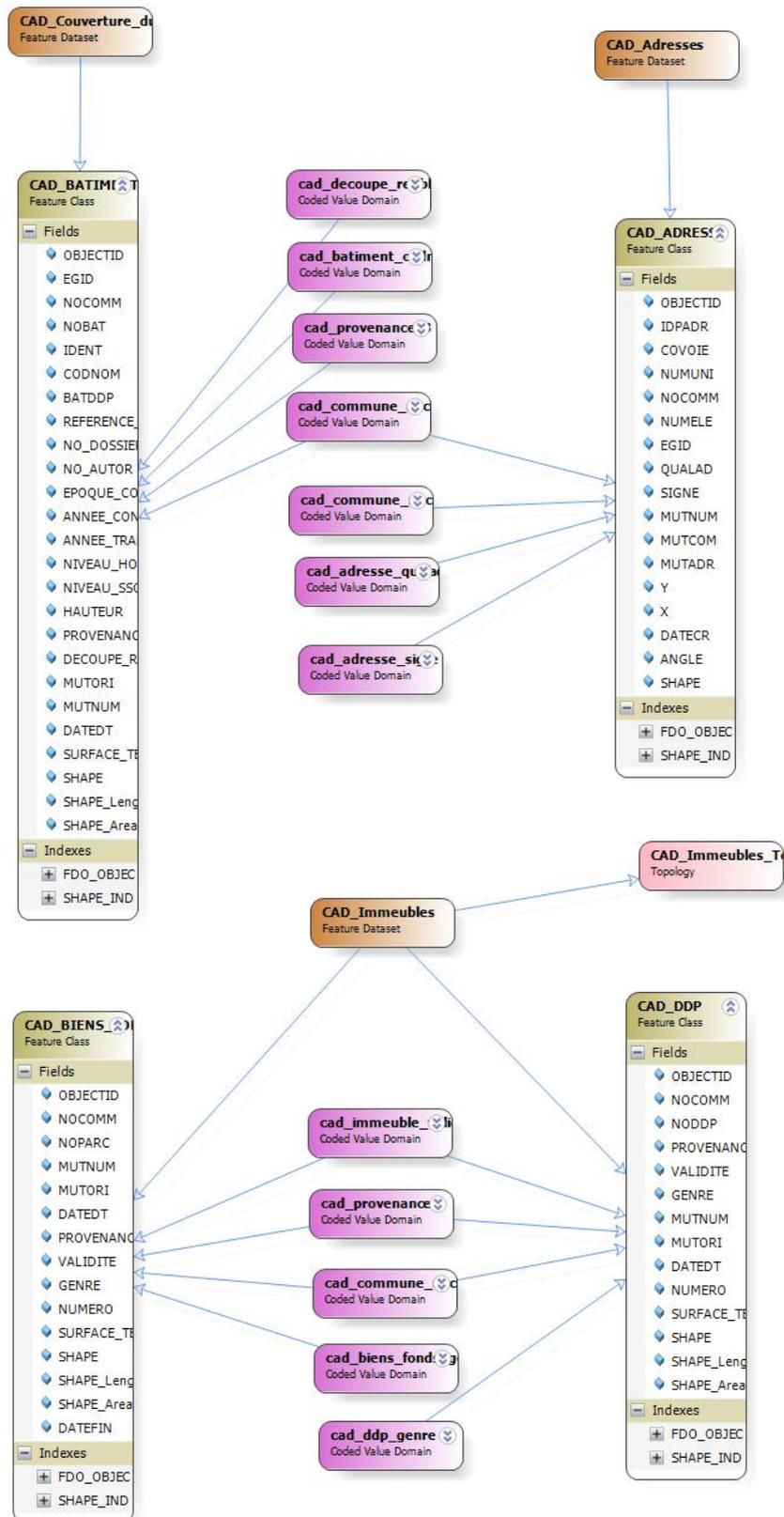
Commentaire : Information sur l'utilisation et le fonctionnement de la fonction « Temps » d'ArcGIS 10

ANNEXES

Annexe 1 : Modélisation UML de la base actuelle

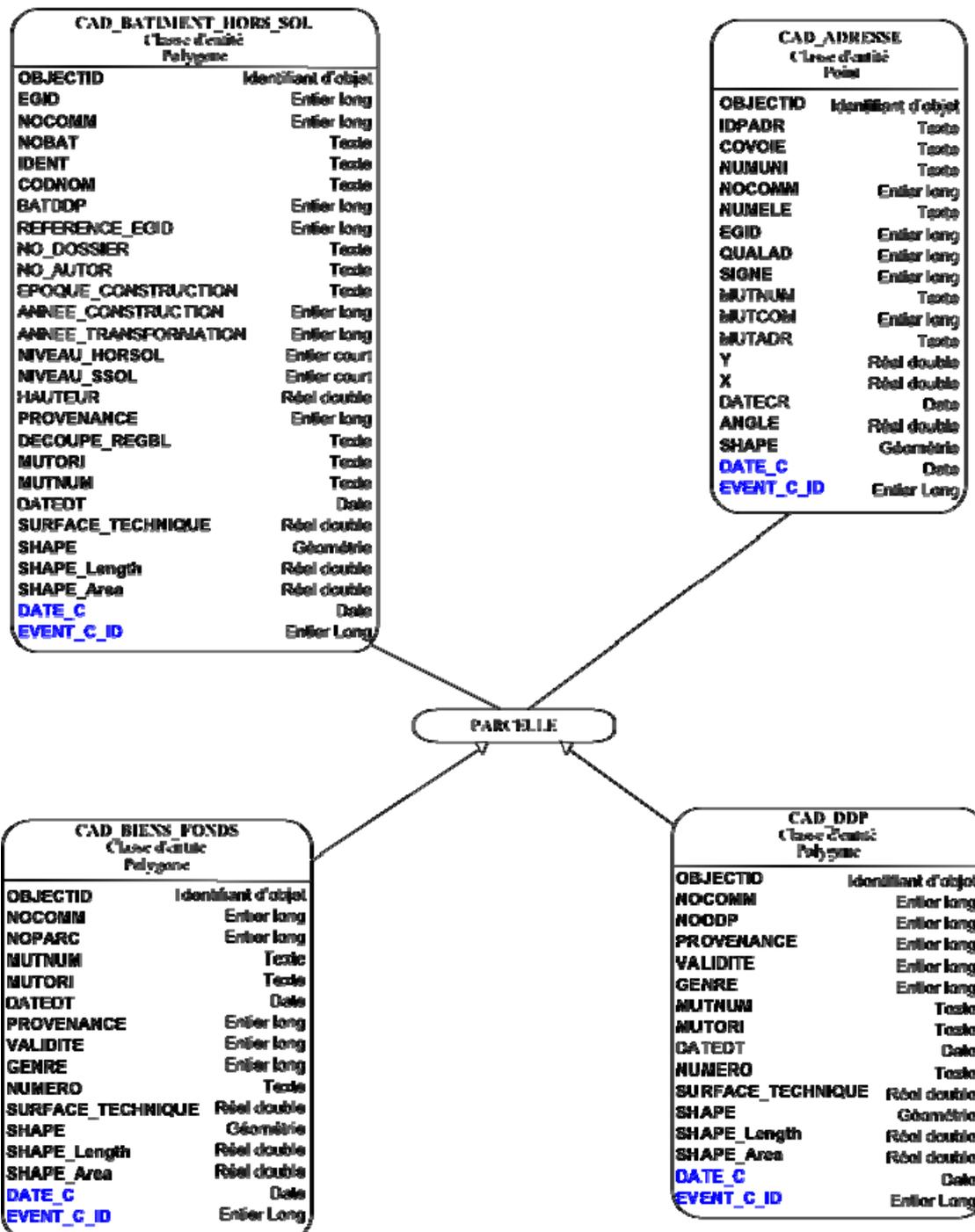


Annexe 2 : Modélisation ArcGIS Diagrammer de la base actuelle



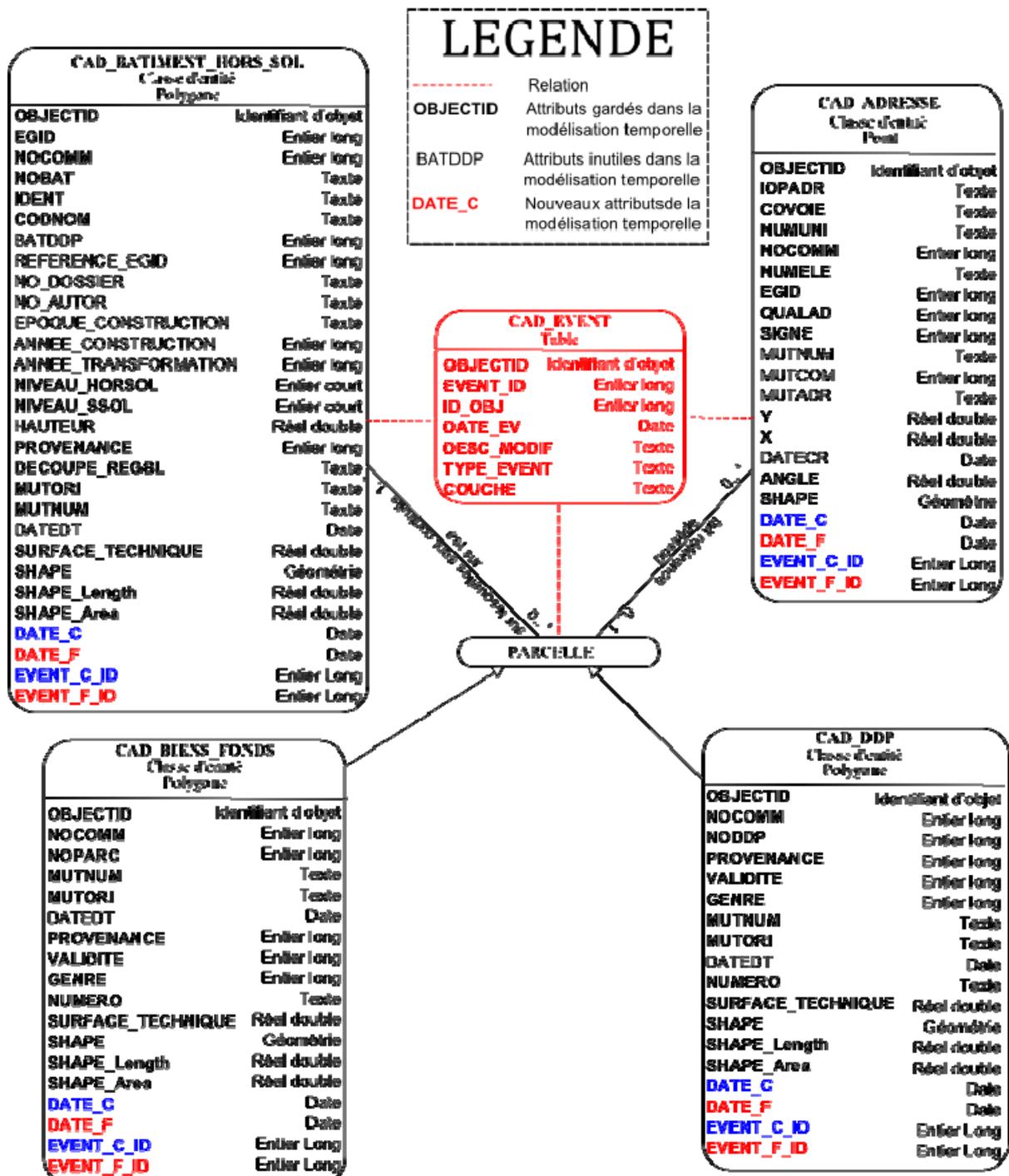
Annexe 3 : Modélisation temporelle de la base « métier »

Modélisation conceptuelle de la Géodatabase "Métier"



Annexe 4 : Modélisation de la base temporelle

Modélisation conceptuelle de la Géodatabase "Temporelle"



Compréhension du Diagramme de Classe :

Les traits pleins représentent une association, c'est à dire un lien entre deux classes. Tout type de lien peut être représenté de cette manière

Les flèches représentent une généralisation : Relation entre une classe généralisant et une autre plus spécifique (peut être remplacé par « est un ». Dans notre cas : Un BIEN FOND « est une » PARCELLE et un DDP « est une » PARCELLE)

La classe PARCELLE n'apparaîtra pas dans le modèle physique elle n'est représentée qu'à titre visuel et logique.

Les traits en pointillés rouges représentent les relations entre deux couches. Ces relations sont implémentées physiquement via des identifiants communs.

Annexe 5 : Etude de Migration arx iT

SEMO

ÉTUDE POUR L'ADAPTATION DES DONNÉES DE
RÉFÉRENCES DU SEMO AU CONTEXTE SPATIAL-
TEMPOREL

ÉTUDE
Août 2011

RÉFÉRENCE DU DOCUMENT

Référence : E_1134_SEMO_Etude-Migration.doc
Version : 1.0
Date : 8 août 2010

CONTACTS

Claire Medici

E-mail : claire.medici@ensg.eu

Beni David
Directeur arx IT

E-Mail : dbe@arxit.com

73 rue de Saint-Jean
1201 Genève

GUIDE DE LECTURE

1	INTRODUCTION	55
2	COMPRÉHENSION DU BESOIN & PÉRIMÈTRE	56
3	OUTILS ET MÉTHODES	57
4	DESCRIPTION GÉNÉRALE ET TECHNIQUE	57
5	MARCHE À SUIVRE	59
6	ESTIMATION DE LA CHARGE POUR LA MIGRATION	60

1. INTRODUCTION

1. Contexte et but de l'étude

Les logiciels de traitement et gestion de données spatiales, n'ont pour l'heure pas de module de gestion du temps. Ils représentent l'état d'un lieu à une date donnée, mais cette date est fixe et très peu maniable. Cependant la demande devient de plus en plus forte, notamment au canton de Genève et plus précisément au Service de la Mensuration Officielle (SEMO). Ce-dernier assure le cadre de référence spatial des systèmes d'information du territoire du canton de Genève. Il est responsable de l'existence et de la qualité des données de la mensuration officielle qui comprend les données spatiales de référence comme les parcelles, les adresses, la couverture du sol, les bâtiments, la nomenclature des rues, des lieux-dits et des objets topographiques, du cadastre du sous-sol, des limites territoriales et administratives, notamment. Ces données sont mises à jour de manière continue et la base de données représente l'état du territoire d'aujourd'hui. Au cours des 20 dernières années le système d'information du territoire genevois a essentiellement centralisé ses actions sur l'acquisition de géodonnées dans toutes les thématiques du territoire et sur la mise à disposition gratuite de ces données sur le web par le biais de guichets cartographiques et plus récemment de géoservices. Le service voudrait, dans un avenir proche, intégrer la temporalité dans leurs données afin de visualiser et d'interroger un plan cadastrale à une date donnée. Dans ce but un stage a déjà eu lieu, sur la modélisation d'une base de données temporelle adaptée aux données de référence du SEMO. Nous nous y référerons pour les aspects traitant de la modélisation.

Le but de cette étude sera donc, en nous basant sur les conclusions du rapport de stage, de décrire toutes les modifications nécessaires à un tel changement de base de données, ainsi que les modifications à apporter aux interfaces opérateur et utilisateur.

2. COMPRÉHENSION DU BESOIN & PÉRIMÈTRE

2. Introduction

La finalité de ce projet, est de permettre une consultation des données historisées à l'utilisateur. Ce-dernier doit pouvoir consulter un plan cadastrale à la date qu'il aurait saisie. Il doit pouvoir interroger ce plan afin d'avoir les informations habituelles et propres aux objets représentés. Pour cela il faut revoir l'architecture des données du SEMO afin qu'elles permettent une gestion du temps, et intégrer des outils de mise à jour de ces données temporalisées dans les outils usuels de l'opérateur. En effet, il faut penser à la mise en place initiale du projet, mais également à la continuité de ce projet dans le temps. Il faut que les outils mis en place soit durables.

La réflexion devra alors se diriger vers ces grands axes :

- Analyse et conception d'une base de données spatio-temporelle
- Modifications de la base de données Stevinus ainsi que la création d'une nouvelle base de données temporelle.
- Adaptation des interfaces opérateur afin d'y intégrer les mises à jours temporelles.
- Exploitation des données (création outils bureautiques)
- Déploiement, formation et transfert de connaissances

3. Périmètre

Le périmètre d'action, ou domaine d'intervention, doit être au préalable défini, afin de savoir où s'arrête le projet, et permettre une réelle estimation des coûts.

Les couches sur lesquelles s'appuiera cette étude sont les suivantes : CAD_BIENS_FOND, CAD_ADRESSE, CAD_DDP et CAD_BATI_HORS_SOL.

Ces couches sont celles cogérées par le SEMO et le registre foncier, elles sont topologiquement « propre » et se sont les couches les plus importantes du Service.

Les réflexions sur l'interface opérateur porteront sur les méthodes de transferts des données, les outils à créer, et leurs interfaces, cependant on ne se penchera pas ici sur le développement ou l'implémentation de ces outils.

En ce qui concerne l'interface utilisateur, on décrira les outils à intégrer, leur mode de fonctionnement, on se penchera plus précisément sur certaines fonctionnalités, mais là encore on ne se plongera pas dans le développement des outils.

Cette étude ne porte pas sur les coûts des licences, ni sur les applications web de ce projet. Les outils qui seront expliqués pour être développés ne seront que des outils bureautiques sous ArcGIS 10.

A l'issue de cette étude sera livré un document, expliquant la méthodologie à adopter dans le but qui nous a été fixé.

4. Critères de succès

Les éléments suivants décrivent les raisons pour lesquelles ce projet sera un succès ainsi que les éléments qui doivent être pris en compte afin d'assurer le succès et la pérennité de l'application.

- Un stage de trois mois a été effectué sur le sujet, ce qui assure la fiabilité des réflexions portées sur la modélisation de la base.
- Le SEMO devra dégager du temps afin de permettre une formation aux opérateurs des nouveaux outils, ainsi qu'une personne ou un chef de projet veillant au bon déroulement de la mise en place de la temporalité.
- Nous devons compter sur une assiduité parfaite des opérateurs, une fois le projet mis en place.

3. OUTILS ET MÉTHODES

5. Outils

Cette pré-étude de migration vers une base de données temporelle demande plusieurs outils.

La base de données Stevinus restera la même, implémentée sous Access. La base de donnée temporelle, sera elle aussi créée sous Access.

Les outils développés pour les opérateurs devront être compatible ArcGIS 9.3 et ArcGIS 10

Pour l'interface utilisateur les outils créés, le seront sous ArcGIS 10 et compatible uniquement avec cette version d'ArcGIS.

Pour la réalisation de l'étude, nous utiliserons une version 10 d'ArcGIS, ainsi que FME et Crystal Reports, pour visualiser les résultats des fonctionnalités possibles.

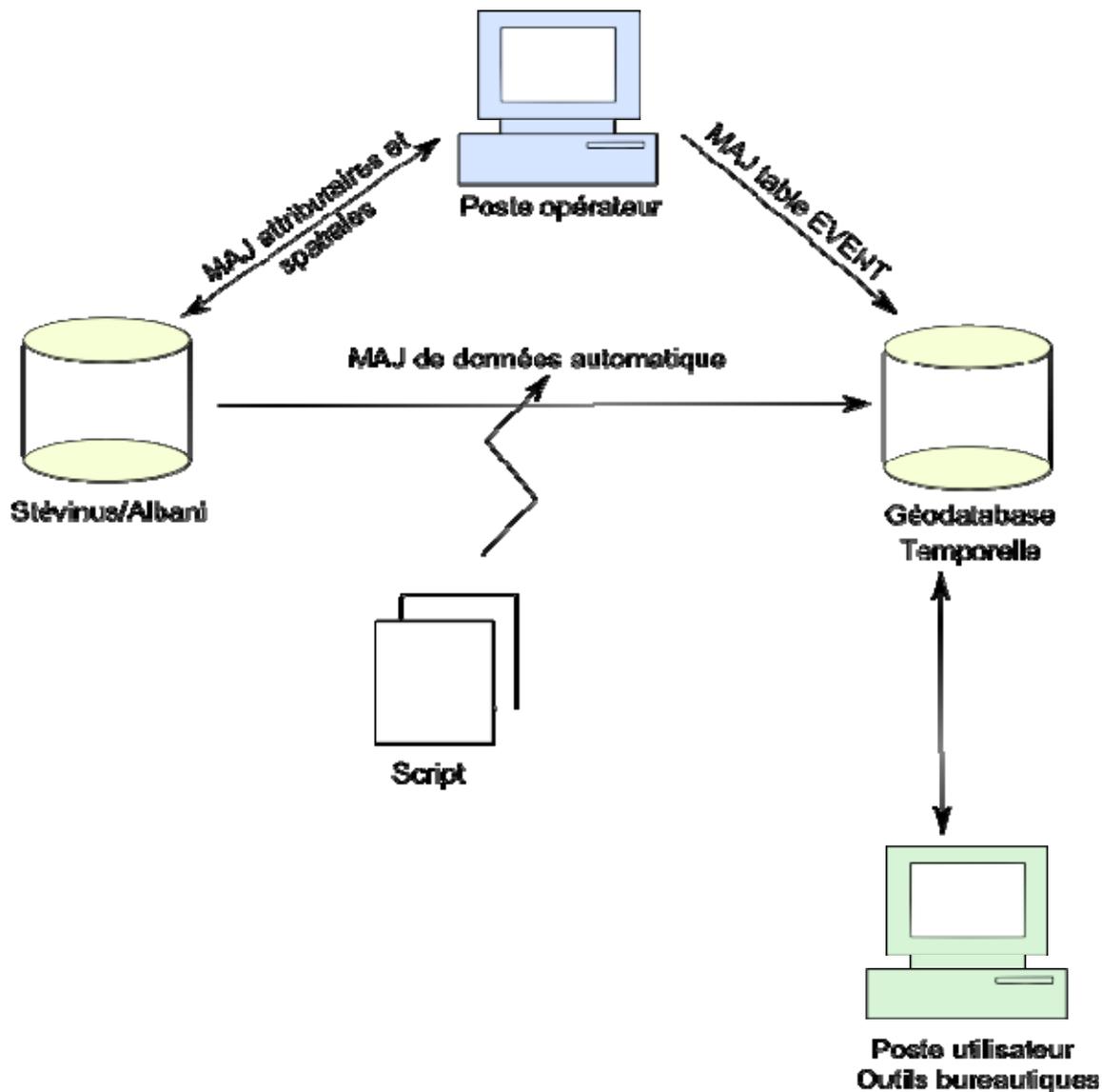
4. DESCRIPTION GÉNÉRALE ET TECHNIQUE

6. Introduction

Gérer le temps dans les données de références du SITG, demande une architecture de base de données spécifique. En effet, la dimension temporelle n'est pas simple à implanter dans une base déjà en activité. Il faut donc trouver un moyen de contourner les difficultés tout en gardant les objectifs. Cette solution fut trouvée lors du stage effectué précédemment.

7. Architecture générale

La nouvelle architecture du SEMO, incluant la dimension temporelle sera celle illustrée par l'image ci-dessous:



En se basant sur les conclusions du stage, la modélisation de la base se fera en ajoutant une géodatabase. La base de données Stevinus, sera dupliquée pour créer la base de données temporelle. Cette dernière sera mise à jour soit automatiquement soit par le biais de l'opérateur, en fonction des attributs. Il existe actuellement une couche « archive » dans laquelle sont copiée toutes les entités supprimées de Stevinus. Le transfert des données dans la base temporelle se fera de manière similaire au transfert de données dans la couche « archive ». Cette couche n'aura plus lieu d'être un fois la base mise en place.

A chaque suppression d'objet, une interface demandera à l'opérateur s'il veut ou non copier l'entité dans la base temporelle. Si il ne l'a pas déjà fait il copiera donc l'entité et renseignera les champs TYPE_EVENT et DESC_EVENT, qui sont les deux seuls champs que devra remplir l'opérateur. Il faudra également que l'opérateur renseigne ces deux champs pour tous objets ajoutés. Cette saisie pourra se faire par le biais d'une interface qui apparaîtrait à chaque ajout d'objet et suppression d'objet.

La mise à jour des données automatique portera sur les champs DATE et les champs EVENT_ID

Ceci s'opérant à chaque mutation ou autre type de mise à jour, la base temporelle se construira petit à petit.

Des outils de visualisation et d'interrogation de cette base seront créés sous ArcGIS 10. Ils permettront un défilement du temps ainsi que des requêtes créant des rapports.

8. Impact utilisateur et coût humain

Au sein du service, il y a une petite dizaine d'opérateurs. Ce sont eux qui s'occuperont des mises à jour régulières. Les outils de mise à jour temporels, au même titre que les outils de mise à jour usuels seront installés en réseau. Les outils de consultation et d'exploitation des données seront eux, installés en local, ce sont des plug-ins ArcGIS 10.

Ces derniers, ne seront utilisés que très ponctuellement au SEMO, ils le seront plus par le Registre foncier.

5. MARCHÉ À SUIVRE

Etape 1 : Conception de la base de données.

La conception de la base de données se fera en s'appuyant sur les résultats du stage précédemment effectué. On envisage donc un dédoublement de la base Stévinus, avec ajouts d'attributs renseignant sur les dates de création et suppression de tous les objets. Une table EVENT, sera ajoutée à cette nouvelle base.

Etape 2 : Modification des couches dans la base de données Stévinus.

Dans Stévinus il faudra créer deux nouveaux champs DATE_C et EVENT_C_ID, dans les 4 couches concernées. Le champ DATE_C sera initialisé comme étant égale à DATEDT. Les champs EVENT_C_ID seront remplis de la manière suivante : un premier code indiquant si c'est un événement de création ou de suppression d'objet (01=Création, 02= Suppression) suivi d'un autre code indiquant la couche (01 = biens-fonds, 02=bâtiments, 03=adresses, 04=DDP) puis l'identifiant unique de l'objet. Cela donnera donc un identifiant du type : 01_02_7432

Etape 3 : Création de la base temporelle

Une nouvelle base de données devra être construite. Les quatre couches concernées devront être créées. A l'origine vide, elles prendront comme attributs, les attributs les plus importants, ceux qui seront utiles vis-à-vis de l'utilisateur. Les attributs DATE_F et EVENT_F_ID, devront être rajoutés aux attributs déjà en place. Une table EVENT sera créée, répertoriant tous les événements de toutes les couches. Elle contiendra une description de l'événement (DESC_EVENT), le type d'événement (TYPE_EVENT), l'identifiant unique de l'objet sur lequel porte l'événement (OBJ_ID), la couche de l'objet (COUCHE). Les relations entre cette table et les couches se feront grâce aux identifiants EVENT_ID et EVENT_C_ID Et EVENT_F_ID.

Etape 4 : Transfert des données dans la base temporelle

Lors de l'initialisation de la base temporelle on effectuera une copie de toutes les entités présentes dans Stévinus, dans la base temporelle. Celles-ci seront formatées au modèle de la base temporelle grâce à des scripts ou un outil ArcGIS. Aucun attribut ne sera à remplir. Les événements de création de tous ces nouveaux objets pourront par défaut et temporairement être rempli comme « création base temporelle ». On pourra ajouter également les couches « archives ».

Etape 5 : Gestion de la partie opérateur.

La copie des données dans la base temporelle devra s'opérer par le biais de l'opérateur. Tout comme la copie dans les couches « archive », si l'opérateur choisi de faire les modifications « à la main » alors dès qu'il supprimera un objet une fenêtre s'ouvrira lui demandant de copier l'objet dans la base temporelle. Si l'opérateur effectue les changements prévus par le géomètre expert alors les objets radiés sont automatiquement copiés dans la base temporelle, l'opérateur n'aura plus qu'à remplir les champs de description et de type d'événement. Ces deux champs devront également être remplis pour les nouveaux objets.

Etape 6 : Création de l'interface bureautique

En plus du curseur temporel Arcmap 10, des outils permettant des requêtes temporelles sur la table EVENT, avec création de rapport Crystal reports, seront implémentés. En effet la création de rapport questionnant la table EVENT semble un besoin important au niveau métier. Des tests ont déjà été faits utilisant ce logiciel.

Etape 7 : Formation et transfert de connaissances.

Afin d'assurer la pérennité de cette méthode, il faut que les opérateurs soit assidus dans la saisie des champs. Il faudra donc leur montrer l'importance de ce travail. Il faudra également qu'ils comprennent bien le mécanisme de transfert afin d'éviter toute erreur entre objet créé et objet supprimé par exemple.

6. ESTIMATION DE LA CHARGE POUR LA MIGRATION

L'estimation des charges en terme horaire est présentée par le tableau ci-dessous.

Tâches	Jours
Conception de la base de données	5-8
Modification des couches dans la base de données Stevinus	1-2
Création de la base temporelle	1-2
Transfert des données	2-3
Modification de l'outil de transfert opérateur.	5-8
Création d'outils bureautiques	3-6
Prestations associées	3-6
Réunions techniques	
Formation & Transfert de compétences client	
Documentations technique (autres que spécifications)	
Validation, Recette	
Installation et mise en production	
Total	20-35 jours

Annexe 6 : Article Géomatique expert pour SIG 2011

Intégration de la temporalité dans les données de référence du système d'information du territoire genevois

Nous vivons tous dans un espace en quatre dimensions ; les trois dimensions spatiales et la dimension temporelle. A l'heure actuelle, les logiciels de gestion de données spatiales ne gèrent pas l'aspect temporel. Ils représentent l'état d'un lieu à une date donnée, mais cette date est fixe et peu exploitable. Cependant, la dimension temporelle est importante dans de nombreux domaines, notamment au canton de Genève et plus précisément au Service de la Mensuration Officielle (SEMO) qui souhaiterait pouvoir voir l'évolution de son plan cadastral. La question reste alors la même quelque soit le corps de métier : Comment observer un état géographique à un instant donné dans le passé ou le futur ? Quelle modélisation de base de données adopter afin qu'elle puisse aujourd'hui ou dans un avenir proche répondre aux besoins temporels ? Comment reproduire à l'identique l'état d'un SIG dans le passé ?

Dès 2002, le Canton de Genève a dû faire face à cette problématique en modélisant une base de données temporelle afin de répondre au besoin d'affichage de données trafic en temps réel (www.geneve.ch/infomobilite).

Les questions évoquées ci-dessus ont pu être étudiées dans le cadre d'un stage avec l'aide des experts de la société arx iT(www.arxit.com).

La dimension temporelle, un besoin universel grandissant.

Depuis les années 80, de nombreux chercheurs ont exposés leurs théories sur la modélisation spatio-temporelle de base de données, de nombreux modèles de données ont alors vu le jour. Ces modèles varient cependant beaucoup en fonction de leurs finalités. Aujourd'hui les besoins se font ressentir dans de nombreux corps de métier, comme la recherche médicale et biologique, l'économie, l'environnement, l'histoire. Les logiciels de SIG, semblent être les outils les plus adaptés à ce genre de demandes. Bien qu'optimum sur les aspects spatiaux et attributaires, ils peinent à intégrer la dimension temporelle bien qu'ils en aient la capacité.

La modélisation temporelle peut être totalement différente en fonction du type temporel des objets que l'on souhaite visualiser. Effectivement, il existe deux types d'évolutions temporelles : l'évolution continue et l'évolution discrète.

Lorsque l'on parle d'évolution continue, on considère que l'objet change en permanence. Par exemple la température en un point donné évolue de manière continue. On retrouve ces phénomènes dans les domaines de la médecine avec l'étude de la propagation des maladies, mais aussi dans le domaine de l'environnement où l'on étudie les flux migratoires de la faune ou la flore ou encore l'évolution de l'eau par la fonte des glaces et la montée des eaux. Le besoin d'outils

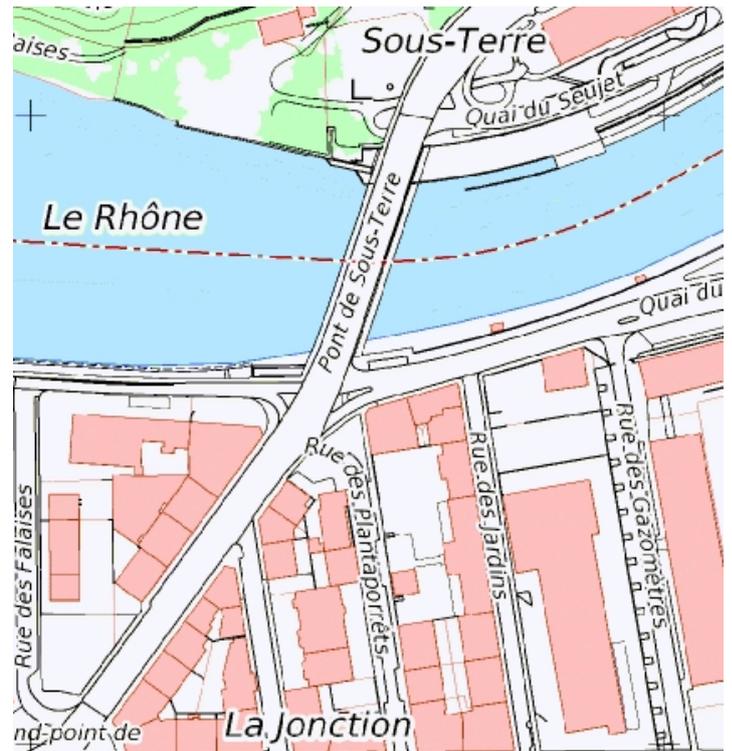


Figure 21 : Extrait du plan cadastral de Genève

de gestion spatio-temporels dans ces domaines est très fort, en effet la visualisation de ces flux permettrait des analyses d'évolution et de prévisions futuristes afin de prévenir au mieux les dangers qui nous guettent.

Les objets évoluant de manière discrète, passent d'un état à un autre de façon brusque, on parle alors d'événement pour caractériser ce changement. Dans la suite de cet article on se penchera plus particulièrement sur des cas traitant des objets discrets. Ils constituent également une grande partie des besoins. On les retrouve en terme de gestion de plans d'occupation des sols, de cadastre, de plans historiques, ou d'urbanisme. Dans ces domaines, il existe parfois des archives, ou une certaine forme d'historisation des données, c'est alors que la gestion historique devient importante. L'historisation des données n'est pas forcément bien gérée partout et pourtant elle renferme des informations précieuses. Elle est la seule trace restante du passé. La mise en place d'outils temporels permettrait alors d'implémenter une historisation automatique et numérique, ce qui faciliterait l'archivage et permettrait aussi une interaction de l'utilisateur avec ces données. La mise à disposition à tous de ces données servirait alors de nombreux secteurs, comme le bâtiment par exemple où il est toujours intéressant de savoir ce qui a été construit auparavant en un lieu donné. C'est dans cette optique que s'est inscrit un stage concernant l'adaptation d'une base de données dans le but de gérer les aspects temporels des objets.

Contexte :

Le SEMO assure le cadre de référence spatial des systèmes d'information du territoire du canton de Genève. Il est responsable de l'existence et de la qualité des données de la mensuration officielle qui comprend les données spatiales de référence. Ces données sont mises à jour de manière continue et la base de données représente l'état du territoire d'aujourd'hui. Le service de la mensuration officielle voudrait étendre ces fonctionnalités afin de pouvoir **visualiser** et **interroger** un plan cadastral à un instant t. Cet outil que le SEMO aimerait mettre en place est appuyé par une loi fédérale qui incite à l'historisation des géodonnées, mais aussi par une envie d'évolution des SIG, qui facilitera le travail des opérateurs. On pourrait ainsi, en plus d'observer un plan cadastral à une date donnée, pouvoir retrouver l'origine d'erreurs grâce à un historique des corrections. Les bases de données du système d'information du territoire genevois (SITG) se comptent au nombre de deux. La base de données « métier » sur laquelle tous les opérateurs travaillent, et la base de données de consultation, accessible via le web. La mise à jour des objets cadastraux s'effectue en collaboration avec le registre foncier. En effet, c'est le registre foncier qui réceptionne les documents relatifs aux mutations, il procède ensuite une première vérification avant de transférer le dossier au SEMO, qui effectue la mise à jour spatiale. Une fois cette mise à jour faite, le registre foncier récupère le dossier pour la vérification de sortie. C'est lors de cette vérification que le registre foncier a besoin de connaître la géométrie de l'objet avant sa mutation, or la mise à jour spatiale a été effectuée. Le voyage graphique dans le temps devient non seulement un besoin utilisateur, mais aussi un fort besoin métier. Les types de modifications géométriques et attributaires sont multiples et variés au sein du service. La problématique se complexifie alors avec la prise en charge dans un modèle temporel de ces mises à jour.

Modélisation temporelle

Avant de construire un modèle de données temporel il faut se renseigner sur la base de données « métier », son utilisation, et son mode de fonctionnement. Il faut également se renseigner sur tout ce qui a été produit dans le domaine ; c'est l'état de l'art. Le modèle choisi s'est fait en fonction de cet état de l'art et des quelques outils temporels développés dans les logiciels SIG.

Ensuite, avant de rentrer dans les détails de la modélisation de la base de données il a fallu réfléchir à la manière d'intégrer la temporalité dans une architecture de données déjà en place. Le choix s'est alors porté sur la création d'une nouvelle base de données qui

contiendrait tous les objets « vivants » et tous les objets « radiés », tout ceci dans un modèle de base de données permettant la gestion du temps. Ce choix de duplication de base de données s'est fait pour des raisons de maniabilité de la base usuelle. En effet, la base de travail est propice aux changements de modèle, or on ne peut, dans une base historique, opérer de tels changements de modèle, dut au simple fait que l'on pourrait perdre de l'information historisée et ainsi perdre tout l'intérêt cette historisation.

Le schéma ci-contre représente l'architecture générale des données incluant la base de données temporelle. La transmission des informations d'une base à l'autre se fera soit automatiquement via des scripts, soit manuellement par un opérateur via une interface conçue à cet égard.

La gestion temporelle sera possible grâce aux attributs temporels. En

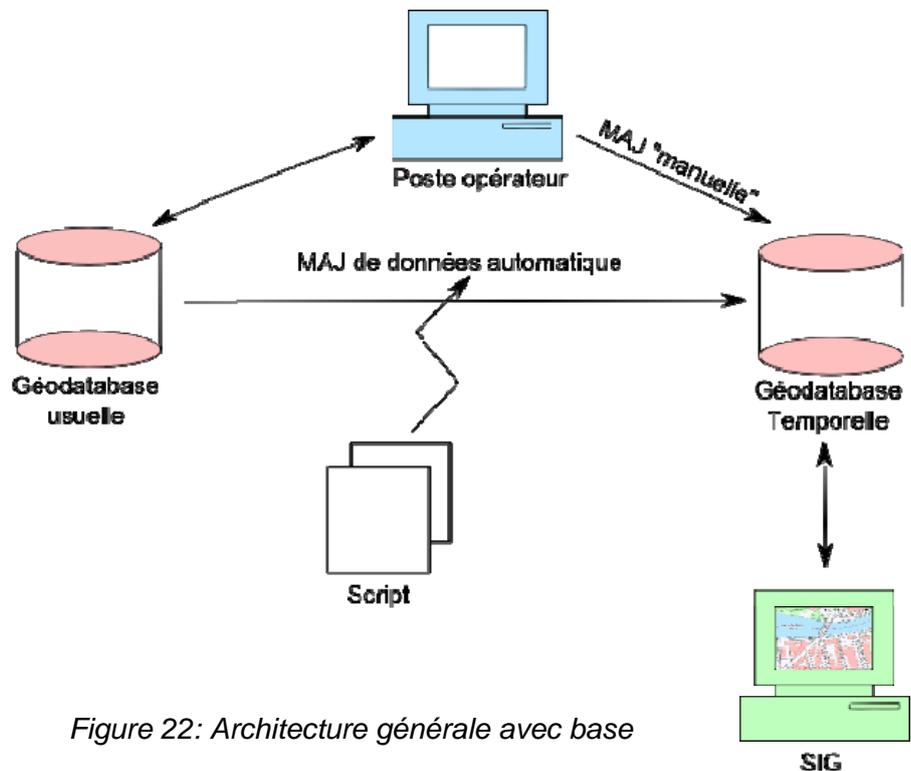


Figure 22: Architecture générale avec base

effet, chaque objet doit avoir dans le modèle temporel une **date de création**, une **date de radiation** ainsi qu'un identifiant unique. Cet identifiant unique est indispensable dans le cas de l'historisation des données, la gestion des objets n'y ait pas possible sinon. Les deux dates permettent à chaque entité d'avoir une durée de vie, un intervalle de temps durant lequel elles devront apparaître. L'objet a une particularité au sein d'une base temporelle, c'est une entité géométrique accompagnée des ses attributs. Or, dès qu'un attribut est modifié ou que la géométrie change alors un nouvel objet doit être créé. Tout objet qui subit une modification doit être radié et un nouvel objet doit être créé. Ainsi on peut procéder à une historisation de toutes les modifications apportées sur une couche.

L'ajout d'une table « événement » fut un élément important et propre aux besoins du SEMO. Pouvoir interroger un objet afin de savoir pourquoi il fut modifié, pouvoir créer des rapports répertoriant toutes les modifications avec leur descriptif en fonction d'un objet, d'un intervalle de temps, ou d'un type de mutation faisait partie des objectifs à atteindre grâce à la modélisation de la base de données. En opposition aux objets qui « vivent » durant un

intervalle de temps, l'événement est lui temporellement ponctuel. On retrouve alors le schéma des objets de type discret qui alterne entre intervalle et événement : tout intervalle de vie et borné par deux événements.

A titre d'exemple prenons le cas simplifié (bien qu'inspiré du cas pratique du SEMO) de la gestion temporelle du cadastre. Soit trois couches : les parcelles, les bâtiments et les adresses. Dans la base temporelle les attributs les plus importants, ceux que l'on veut pouvoir exploiter temporellement sont gardés. Les couches sont donc constituées des attributs que l'on a choisis, des dates de création et de radiation, ainsi que des identifiants faisant référence aux événements de création et de radiation de chaque objet. On obtient alors une modélisation simplifiée de la base de données représentée par le schéma ci – dessous.

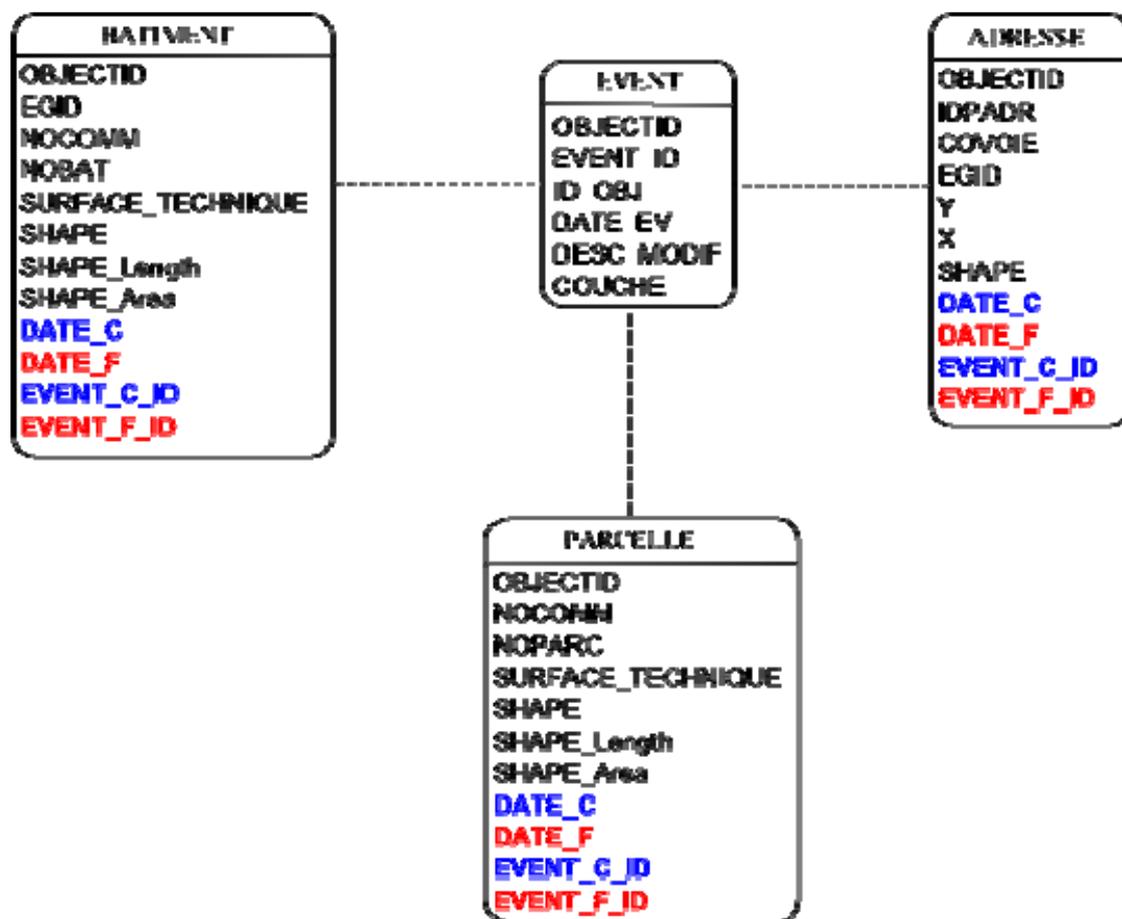


Figure 23 : Modèle conceptuel simplifié des données

La base se remplit au fur et à mesure des mises à jour, des modifications, des créations, et des suppressions d'objets. Chaque couche est alors constituée de la superposition de tous les objets radiés ou encore en vie. Cette superposition rend impossible la validation des règles topologiques usuelles dans la base temporelle. Afin de conserver une certaine validité topologique il est important de ne copier que les objets valides de la base usuelle à la base temporelle, et de transférer tous les objets, même ceux ayant subi des modifications géométriques mineures.

Le transfert des données d'une base à l'autre s'opère à chaque fin de mise à jour. Tout objet modifié est considéré comme radié, et sa date de radiation est remplie. L'objet ayant subi la modification est un objet nouveau qui sera copié dans la base temporelle avec les champs de création saisis. La table événement se remplit également à chaque ajout et suppression d'objet.

Cette modélisation permet une exploitation des données temporelles par les outils développés sous ArcGIS 10. Le modèle de données permet également l'exploitation d'autres fonctionnalités dont les outils ne sont pour le moment pas développés, comme la création interactive de rapport ou les requêtes spatio-temporelles.

Ce modèle ne prétend en aucun cas être le modèle historique idéal, il reste peut-être maniable et assez contraignant dû aux transferts à effectuer. Un modèle parfait devrait tout historiser. Chaque couche, chaque attribut, chaque objet, devrait avoir une date de création et une date de radiation. On pourrait alors ne plus exporter seulement un objet historisé mais un objet accompagné de son modèle. Ce concept n'est aujourd'hui géré par aucun outil de gestion de base de données, ce qui ne permet pas encore une réelle exploitation de ce dernier. Le modèle précédemment proposé est donc un premier pas vers la temporalité dans l'attente de modèles et d'outils plus puissants.

Réalisation de prototypes

Afin de confirmer la validité de cette modélisation deux prototypes furent conçus. Un premier directement à partir des données du SEMO. Une couche archive est tenue à jour, à chaque mise à jour, l'objet radié est copié dans cette couche et la date de radiation est saisie automatiquement. Cet archivage s'opère sur 3 couches, les parcelles, les bâtiments et les adresses. Ces trois couches archives furent donc adaptées au modèle de données précédemment expliqué. Grâce à l'outil Temps d'ArcGIS 10 l'évolution de ces couches a pu être visualisée sous ArcMap. L'outil temporel d'ArcGIS permet de visualiser à un instant choisi une carte. La temporalité peut être activée sur les couches que l'on souhaite, à

condition qu'elles contiennent au moins un attribut de type Date. Dans notre cas, la temporalité prend en compte les deux dates, date de création et date de radiée. Le curseur agit alors comme un filtre qui ne permet que la visualisation des objets dont la date sélectionnée est comprise entre les deux dates de création et de radiation de l'objet.

Un second prototype fut créé pour un autre type de besoin, un autre corps de métier. La direction des sites et patrimoine de Genève intéressée par la problématique a mis à notre disposition ses données. En se basant sur le même modèle, une base de données temporelle a été mise en place, et l'évolution des données a pu être visualisée par les outils ArcGIS.

L'outil Temps ne permet pas seulement une visualisation, mais aussi des requêtes ainsi que la demande d'information.

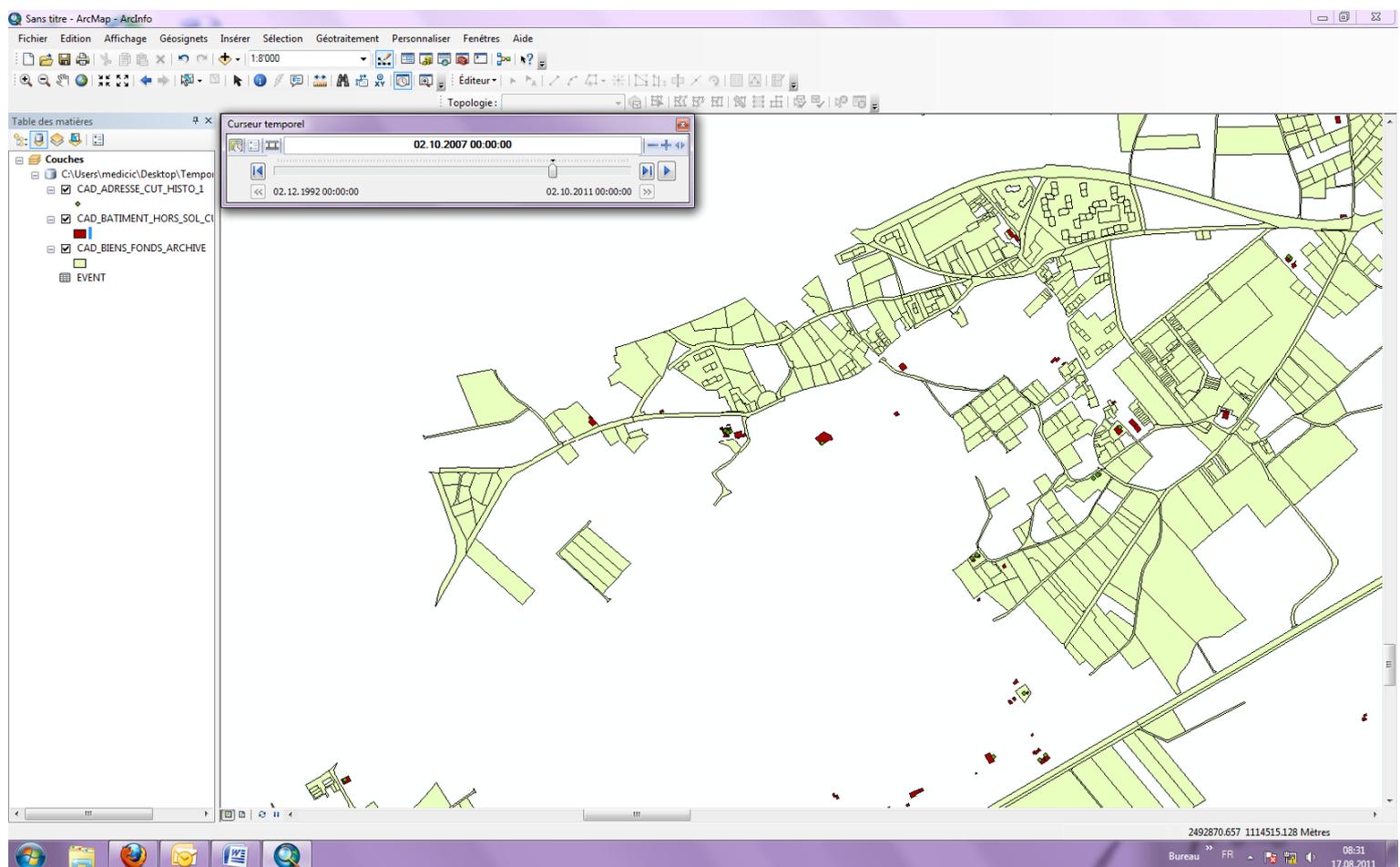


Figure 24 : Aperçu écran des données Archives du SEMO

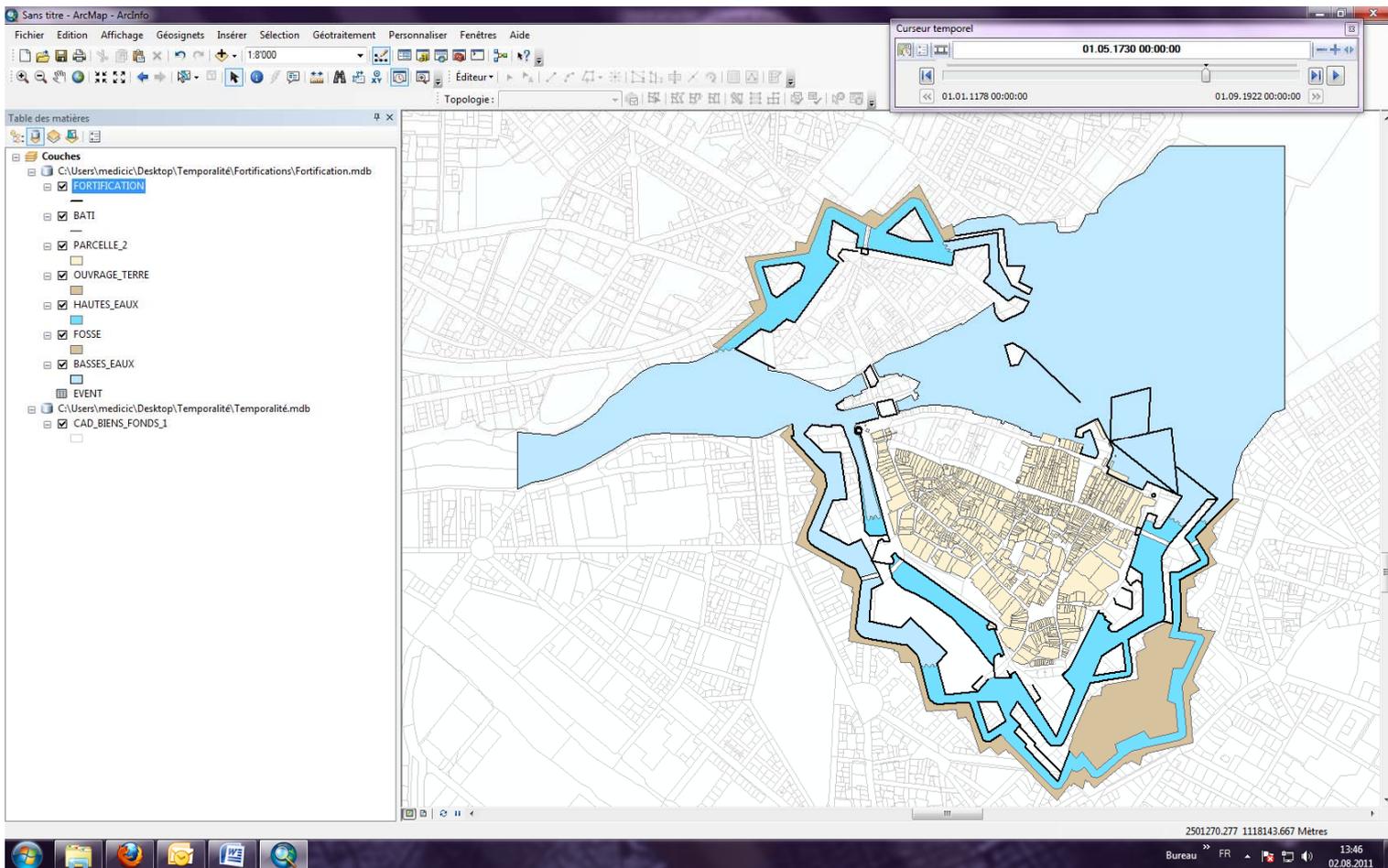


Figure 25 : Aperçu écran des données des Site et Patrimoine

Conclusion :

Ce modèle de base de données temporel est tout à fait satisfaisant en terme de visualisation cartographique et en terme d'interrogation de la base, cependant il n'est qu'un premier pas, qu'une première approche de la réelle gestion de temps dans les SIG. On voudrait pouvoir reconstituer un SIG complet dans l'état dans lequel il fut à une date donnée, avec les règles topologiques d'un instant, les règles de construction géométrique d'un moment, le modèle de données de cette époque. On ne voudrait pas seulement remonter le temps en termes d'objet mais en termes de structure même du SIG. En plus de préserver les informations historiques sur les objets on garde une trace de l'évolution du SIG lui-même. La base temporelle fusionnerait avec la base de travail pour ne donner qu'une seule base. Cette architecture est l'architecture idéale d'une base temporelle, cependant aujourd'hui rien ne permet de concevoir une telle base, ni de l'exploiter, c'est pourquoi il est important de créer des premiers modèles afin de mieux comprendre nos besoins. Le modèle décrit plus haut, répond aux attentes de nombreuses personnes, et est pour l'instant un très bon moyen d'exploiter et de conserver l'historicité des objets. Quand bien même un modèle plus poussé serait plus facilement manipulable et plus puissant, il n'est pas forcément nécessaire pour

tous. Cette première approche peut donc constituer une réponse très satisfaisante dans certain domaines et facilement mis en place.