

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la

Recherche Scientifique

Université AMMAR THLIDJI Laghouat

Faculté des sciences

Département mathématique et informatique



Mémoire de fin d'études

pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en informatique

Option: système d'information avancé

Thème :

Agrégation cartographique d'objets surfaciques : algorithme
d'amalgamation par remplissage de l'espace entre objets

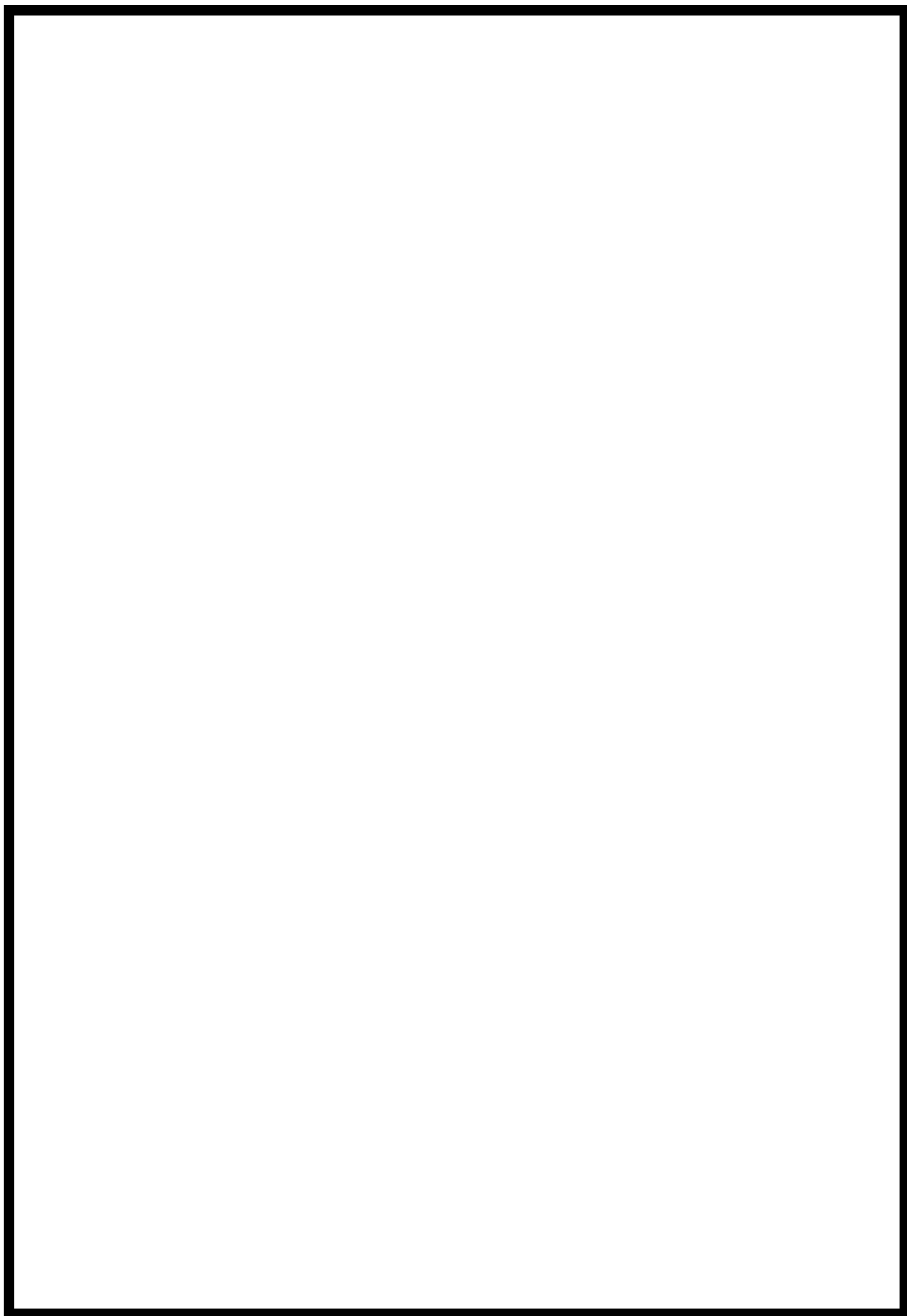
Réalisé par:

Horri Nacira

Encadré par:

MELLE. Nardjice Hammini

Promotion:2011-2012



Remerciement

*Tout d'abord un merci plein de Solennité à « **ALLAH ALRAHMANE ALRAHIM** » de nous avoir donné la santé, la force, la chance, la volonté et le courage pour accomplir et pour présenter ce modeste travail.*

Un grand merci plein d'amour et de respect à nos parents qui se sont toujours sacrifiés pour notre réussite, qui nous enveloppent de leurs soins et leurs affections, pour leurs soutiens constants, leurs aides précieuses et leurs conseils attentifs pendant toutes les années d'étude, nous les remercions du fond de cœur.

Nous remercions les membres de jury pour avoir accepté de juger notre travail et avoir participé à la soutenance.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes remerciements à mon encadreur de thèse mademoiselle Hamini Nardjs pour avoir accepté d'être mon encadreur, pour leur disponibilité et pour leurs précieux conseils et l'aide intentionnée qu'elle m'a prodigué tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Merci en particulier à mes collègues, pour la bonne ambiance, et pour les moments agréables passés ensemble qui resteront inoubliables.

Merci également à tous ceux que j'ai pas cités ici et qui m'ont aidé de près ou de loin.



Résumé:

Le domaine de la cartographie, comme beaucoup d'autres, a été révolutionné par l'avènement de l'informatique. Traditionnellement, la carte était à la fois un support de stockage de connaissances sur le monde réel, et un vecteur de ces connaissances. Avec l'arrivée de l'informatique, les producteurs de données géographiques ont cessé de stocker l'information sous forme de cartes pour la stocker sous forme numérique, dans des bases de données géographiques.

Quand on réduit l'échelle d'une carte numérique vectorielle, l'espace qui lui incombait se réduit. Cette dernière peut devenir illisible et des conflits cartographiques peuvent apparaître. Ces conflits se produisent entre objets : superposition d'un bâtiment sur route ; ou sur un même objet : série de virage qui s'entre mêlent engendrant un empâtement routier.

La généralisation cartographique est le processus qui corrige ces problèmes. Cette dernière se décompose en plusieurs opérations, on a celle qui résout la superposition en déplaçant les objets en conflit vers une zone sur, on a l'opération qui résout l'empâtement routier en étirant la série de virage comme un accordéon. Parmi ces opérations on a l'amalgamation qui consiste à assembler des objets de taille non visible pour obtenir un seul objet plus grand et de ce fait visible. Pour ce mémoire notre choix s'est porté sur l'algorithme d'amalgamation par remplissage de l'espace entre objets. Ce projet s'inscrit dans la continuité du projet plus global d'enrichissement de la plateforme de généralisation PEGASE.

Mots clés :

Généralisation cartographique, amalgamation par remplissage de l'espace

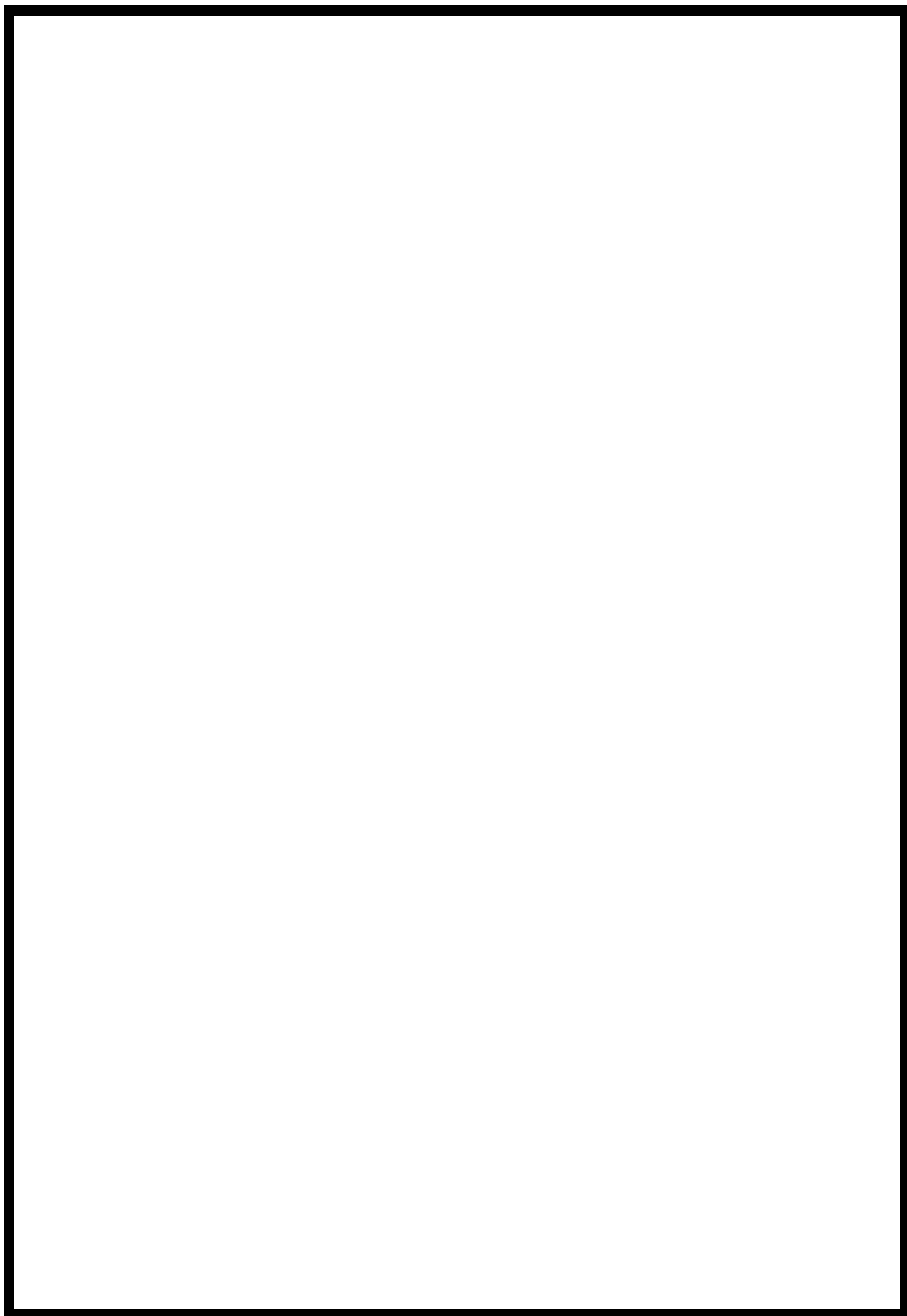
Abstract:

The field of cartography, like many others, has been revolutionized by the advent of the computer. Traditionally, the Map was both a storage medium knowledge about the real world, and a vector of knowledge. With the advent of computer technology, geographical data producers have stopped storing information in the form of maps for storing digital form in geographic databases. When we reduce the scale of a digital map vector space which responsibility is reduced. The latter may become unreadable and mapping conflicts can occur. These conflicts occur between objects superposition of a building on the road, or on a single object: a series of turns that generating a mix between road impasto.

Cartographic generalization is the process that corrects these problems. The latter is divided into several transactions, which was solved by moving the overlay objects to an area of conflict was the operation that solves the impasto road stretching series of turn like an accordion. Among these operations was that the amalgamation is to assemble large objects invisible for one larger object and therefore visible. In this paper we chose the algorithm of amalgamation by filling the space between objects. This project is a continuation of the larger project of enriching the platform PEGASE generalization.

Keywords:

Cartographic generalization, amalgamation by filling the space



Sommaire

Chapitre 1 : Introduction générale..... 1

1. Mise en contexte.....	2
2. Problématique.....	3
3. Objectifs	3
4. Plan de travail.....	4
5.contenu de chapitre.....	6

Chapitre 2 : Notion cartographie..... 7

1.Définition d'un SIG.....	8
2. Historique.....	8
3. Problématique de gestion traditionnelle.....	9
4. Apport d'un SIG.....	9
5.Domaines d'application.....	9
5-1Ressources naturelles.....	9
5-2Réseaux urbains.....	9
5-3Administration municipale.....	9
5-4Gestion des installations.....	9
5-5Commerce.....	10
5-6Santé.....	10
5-7Protection de l'environnement.....	10
6.Fonctions des SIG.....	11
7.Le fonctionnement d'un SIG	11

8. Définition d'une couche.....	11
9. Références géographiques.....	12
10. Les cartes.....	13
10.1 Définition	13
10.2 Les composants d'une carte géographique.....	14
10.2.1 Thème d'une carte géographique.....	14
10.2.2 Echelle d'une carte géographique	14
10.2.3 Orientation d'une carte géographique.....	15
10.2.4 Projection d'une carte géographique.....	16
10.3 Les systèmes de projection des cartes.....	16
11. Le passage du globe à la carte plane.....	16
11.1 Définition de la projection.....	17
11.2 Les types de projections.....	17
11.2.1 Les projections coniques.....	17
11.2.2 Les projections cylindriques.....	18
11.2.3 Les projections azimutales.....	18
12. Construction d'une carte géographique.....	19
12.1 L'acquisition des données.....	19
12.1.1 Les images satellitaires	19
12.1.2 Les photographies aériennes.....	20
12.1.3 GPS (Global Positioning System).....	21
13. Modes de représentation de l'information géographique.....	22
13.1 Le mode raster	22
13.2 Le mode vecteur.....	22
14. La légende de la carte.....	23
15. Conclusion.....	24

Chapitre 3 : Généralisation cartographique..... 25

1.Introduction.....	26
2. La généralisation cartographique	26
2.1 Les opérateurs de généralisation cartographiques	28
2.1.1 Les opérateurs de Simplification.....	29
2.1.2 Les opérateurs de caricature.....	30
2.1.3 Les opérateurs d’harmonisation.....	30
3. Les types de généralisation.....	31
3.1La généralisation d’objets.....	31
3.2La généralisation conceptuelle.....	31
3.3 La généralisation cartographique	31
4. Les méthodes de généralisation.....	32
4.1 La généralisation automatique	32
4.2 La multi représentation.....	33
4.3 La méthode combinée.....	33
4.3.1 La dérivation à partir de base de données multi échelles.....	33
4.3.2 Les objets auto généralisants (SGO).....	34
5.Conclusion.....	35

Chapitre 4 : Les algorithmes choisis.....36

1. Introduction	37
2. Définition d'une plateforme.....	37
3. La plateforme de généralisation.....	37
4. La plateforme PÉGASE.....	38
5. Buts de la réalisation de la plateforme.....	39
6. Propriétés des objets surfaciques.....	40
6.1 Propriétés géométriques.....	40
6.2 Propriétés graphiques.....	41
6.3 Propriétés sémantiques.....	43
7. L'algorithme choisis.....	43
7.1. Principe	44
7.2 Détails.....	46
7. Conclusion.....	59

Chapitre 5 : Implémentation, tests et analyse.....60

1. Introduction	61
2. Outils de construction.....	61
2.1 Delphi	61
2.2 Eesymap.....	61
2.3 MapInfo	62
3.Les échantillons de données.....	63
4.La comparaison.....	64
5. Fonctoin de l'applicatoin	65
6. Conclusion.....	74

Chapitre 6 : Conclusion générale.....	75
Annexe des définitions	78
Bibliographie & Webographie.....	80

Table des figures

Figure 1-1 Plan de travail.....	4
Figure2-1 schéma représente la structure d'information géographique.....	12
Figure 2-2 Homothétie[Man, 06].....	15
Figure 2-3 L'orientation d'une carte géographique.....	15
Figure 2-4 Le globe terrestre vu comme un ballon que l'on dégonfle pour le ramener à un plan[Age, 00].....	17
Figure 2-5 Le principe de projection de conique[Age, 00]	18
Figure 2-6 La projection cylindrique[Age, 00].....	18
Figure 2-7 La projection azimutale[Age, 00].....	19
Figure 2-8 Image satellitale [Gou, 08].....	20
Figure 2-9 Une photo aérienne[Age, 00].....	21
Figure2-10 GPS Garmin Streetpilot 2620[Age ,00].....	21
Figure 2-11 Deux objets représentés en mode raster et en mode vecteur [Duc, 04].....	22
Figure 3-1 Réduction et Généralisation de cartes du 1:25.000 au 1:100:000[Mus, 01].....	27
Figure 3-2 Passage d'une BDG trop détaillée à une BDC routière, avec et sans généralisation [Mus, 01].....	27
Tableau 3-3 Les différents opérateurs de généralisation [Mus, 01].....	28
Figure 3-4 Les opérateurs de simplification [Mus, 01].....	29
Figure 3-5 Les opérateurs de caricature [Mus, 01].....	30
Figure 3-6 Les opérateurs d'harmonisation [Mus, 01].....	31
Figure 4-1: Capture écran de la plateforme PÉGASE.....	38
Tableau 4-2 : Outils de généralisation développée sur La Plateforme PÉGASE.....	39
Figure4-3 style d'objet.....	41
Figure 4-4 La couleur de bâtiment.....	42
Figure 4-5 L'épaisseur de bâtiment.....	42
Figure 4-6 Description de l'algorithme d'amalgamation.....	43

Figure4-7: lien interne et externe.....	45
Figure4-8: liens internes inutilisables.....	46
Figure4-9 vérifier si un 3° point se situe à la gauche d'une droite formée par deux autre points.....	47
Figure4-10 amalgamation par prolongation des liens internes.....	48
Figure4-11 Amalgamation par prolongation des liens externes.....	52
Figure 5-1 Mapinfo professional.....	61
Figure 5-2 capture écran de l'interface.....	64
Figure 5-3 barre menu.....	65
Figure5-5 résultat de l'exécution en mode Sans Zoom.....	66
Figure5-6 Arrêter l'exécution sans Zoom.....	67
Figure5-7 Activation de la palette EasyMapTools.....	68
Figure5-8 les quatre bâtis après l'application de l'amalgamation.....	69
Figure5-9 ZoomIn plus petit.....	70
Figure5-10 ZoomOut pour détruire les surfaces ajoutée.....	71

1.Mise en contexte

la cartographie a subi de profondes mutations depuis l'apparition de supports numériques adaptés au stockage des informations géographiques. Un des intérêts de disposer des informations géographiques sous forme numérique est de pouvoir accéder à une grande diversité d'informations (en accédant à une ou plusieurs bases de données). On n'est pas (ou de moins en moins) limité par la quantité d'information à stocker. Par contre, si on veut visualiser ces informations sous forme de carte, on se heurte très vite à des problèmes de saturation de la carte en objets géographiques qui finissent par la rendre illisible. Or la nature même des données géographiques fait qu'il est indispensable de les visualiser cartographiquement pour bien en apprécier le contenu. Il faut donc, pour produire une carte à partir de données numériques, disposer de ses spécifications cartographiques précises et d'un système capable d'extraire des données l'information importante (relativement aux spécifications) et d'en dériver une représentation graphique adaptée à l'échelle voulue. Un tel système est fondé sur un ensemble d'opérations de généralisation. des études approfondies sur le comportement des différents opérateurs de généralisation ont permis de mettre en valeur des règles générales pour les contrôler. Ces règles ont pour but de faire le lien entre les différentes configurations illisibles sur une carte, les mesures qui aident à leur détection et les opérations ou séquences d'opérations qui peuvent servir à leur traitement. Grâce à ce type de règles, on trouve à l'heure actuelle, dans certains SIG(Systèmes d'information géographique), des aides (plus ou moins poussées) pour guider l'utilisateur dans le choix des outils de généralisation à sélectionner, suivant les cas qu'il veut traiter. Malgré tout, on en reste encore, pour l'essentiel, à ce qui a pu être qualifié d'intelligence amplifiée par une main électronique .La généralisation cartographique est un processus qui est rendu nécessaire et qui commence lors de la mise à l'échelle des objets sur une carte, certains deviennent illisibles ,il est donc nécessaire de les agrandir si on veut les représenter. Mais alors les objets trop proches qui ont été agrandis se superposent, et il devient impératif de les simplifier, de les écarter, d'en éliminer certains, etc.

Notre travail fait partie de la généralisation automatique des objets surfaciques et plus particulièrement des bâtis, il consiste à amalgamer des objets surfaciques non connexes , trop proches et qui sont de types compatibles (des bâtis) sur une carte à condition que cela ne dénature pas la forme des objets de départ

2.Problématique

L'automatisation de la généralisation étant très récente, il n'existe pas de solutions sur le marché. Les quelques solutions existantes restent la propriété des laboratoires de recherches, et offrent des résultats peu satisfaisants. Obtenir une carte généralisée reste cher et très laborieux à réaliser de l'ordre de plusieurs mois.

L'automatisation du processus de généralisation passe par l'élaboration d'outils de base permettant de réaliser les transformations géométriques sur les données. On recense dans la littérature un grand nombre d'outils de généralisation des objets surfaciques tels que les algorithmes et les mesures mais rares sont ceux qui ont fait leurs preuves. Il s'agit alors de saisir un réel besoin du marché, et notre projet est donc dans cette optique,

3.Objectifs

Les objectifs sont divisés en deux parties :

- Les objectifs à petit terme :
 - étude de l'algorithme d'amalgamation par remplissage de l'espace entre objets (de type batis).
 - l'ajouter à la plateforme de généralisation.
- Les objectifs à long terme :
 - Proposer des solutions de généralisation rapides, peu coûteuses et offrant de bons résultats

4.Plan de travail

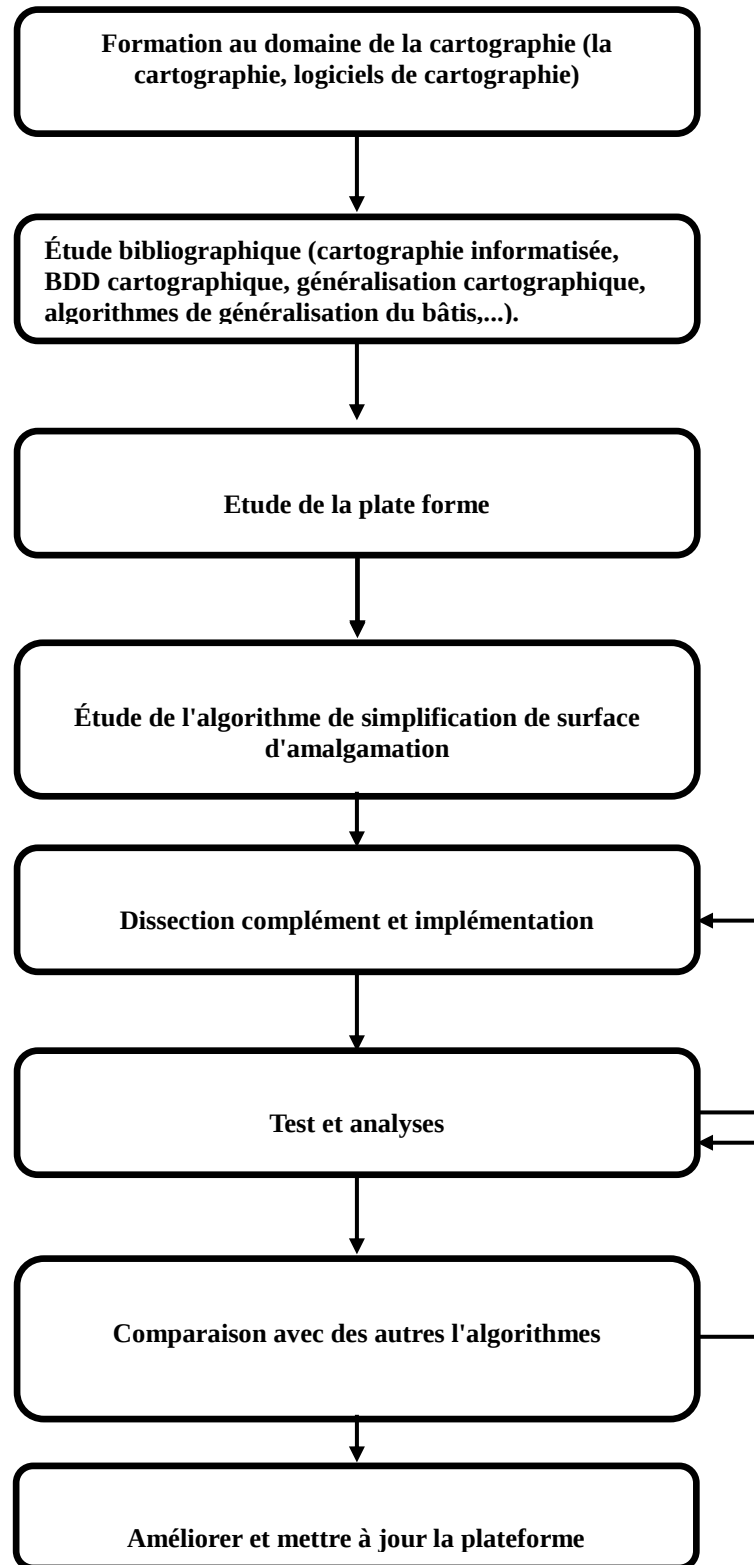


Figure 1-1 Plan de travail

Chapitre1:introduction générale

La première étape **formation au domaine de la cartographie** consiste à bien comprendre le domaine cartographique, les systèmes d'informations géographiques, les bases de données spatiales, la différence entre les bases de données géographiques et les bases de données cartographiques.

La deuxième étape **Étude bibliographique** consiste à collecter les informations sur la cartographie numérique, la généralisation et les bases de données cartographiques, à rassembler et à étudier les algorithmes de processus de généralisation automatique existants dans le domaine de la cartographie.

L'étape de **l'étude de la plateforme de la généralisation** consiste à étudier la plateforme existante afin de connaître sa composition, à manipuler des algorithmes de généralisation existants et surtout expérimenter les outils existants afin de faciliter l'implémentation de notre travail.

L'étape **d'Étude des algorithmes choisis** consiste à comprendre et à analyser les algorithmes que nous avons choisis d'étudier et d'implémenter c'est-à-dire d'amalgamation.

L'étape **Dissection complément et Implémentation** va permettre d'apporter des améliorations aux algorithmes s'il y a lieu de le faire puis de les implémenter.

Dans les étapes **Tests, analyse, et comparaison**, nous allons tester les algorithmes sur les différents échantillons, et comparer les résultats avec d'autres algorithmes qui effectuent le même travail.

L'étape **Améliorer et mettre à jour la plate forme**, lorsque les principes sont bien établis et validés, il reste à adapter les algorithmes programmés à la plateforme et à la mettre à jour.

5.Contenu des chapitres

Le présent document est structuré en **cinq** chapitres. **Le premier** est une introduction générale de notre sujet dans laquelle nous détaillons les différentes parties qui le composent. Dans **le second chapitre**, on peut y trouver toutes les notions de base nécessaires à la compréhension de la cartographie. **Le troisième chapitre** sur généralisation cartographique et **quatrième chapitre** est dédié à la présentation des algorithmes que nous avons choisis d'étudier. Les détails de l'implémentation de ces algorithmes, les tests et les analyses effectués sont le sujet du **cinquième chapitre**. Et enfin, le dernier chapitre est une conclusion générale de notre travail, où des perspectives futures sont proposées.

1. Définitions d'un SIG (Système d'Information Géographique)

Qu'est ce qu'un SIG ? un SIG est un outil informatisé capable de créer, transformer, afficher, analyser et stocker de l'information géographique. Il permet d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, en vue notamment de produire des plans et cartes.

C'est aussi un système comprenant une à plusieurs bases de données géographiques et un logiciel de gestion et d'accès aux informations dont le but est de centraliser, d'organiser, de gérer et d'analyser les données et leur mise à jour.

Ses usages couvrent les activités géomatiques de traitement et diffusion de l'information géographique. La représentation est généralement en deux dimensions, mais un rendu 3D ou une animation présentant des variations temporelles sur un territoire sont possibles.

2. Historique

Depuis les années **1960**, le SIG a été utilisé dans une optique d'archivage, s'est peu à peu développé et n'a cessé d'agrandir l'éventail de ses interventions. Ses différents domaines d'application sont, entre autres, la cartographie, les analyses de l'aménagement du territoire, de l'occupation des sols, de l'écosystème, de l'environnement (pollution, catastrophes naturelles, etc.), les analyses topographiques, géologiques, agricoles et démographiques. Les organismes utilisant des systèmes d'information géographique sont multiples : par exemple au niveau de la France: l'Insee pour le recensement général, l'Institut géographique national pour les domaines topographique et cartographique, au niveau européen, Eurostat.....

3. Problématique de gestion traditionnelle

Parmi les grands problèmes rencontrés constatés à cause de la gestion primitive de documentation graphique :

- Agissement sur le rendement de travail
- La perte des informations
- La perte du temps dans la recherche de l'information
- Les requêtes complexes restent difficiles à réaliser
- La concrétion du traitement des documents
- Le figement des cartes jusqu'à la prochaine mise à jour
- La limitation de la quantité de l'information géographique

4. Apports des SIG

- Le positionnement des objets géographiques
- Souplesse de l'information géographique
- Edition des cartes
- Aides à la prise de décision
- Constitué des plans mathématiques et façonner des statistiques.
- La saisie et le stockage des données géographiques
- Capable d'intégrer images satellitaires, plans scannés, plans digitalisés...

5. Domaines d'application

Les **SIG** sont utilisés pour gérer et étudier une gamme très diversifiée de phénomènes et de réseaux :

5.1. Ressources naturelles

Protection des zones humides, études d'impact environnemental, évaluation du potentiel panoramique, gestion des produits dangereux, modélisation des eaux souterraines et dépistage des contaminants, études des habitats fauniques et des migrations, recherche du potentiel minier, etc.

5.2. Réseaux urbains

Localisation à partir des adresses civiques, planification des transports, développement de plan d'évacuation, sélection de sites, planification et distribution des flux de véhicules, localisation des accidents, sélection d'itinéraires, etc.

5.3. Administration municipale

Gestion du cadastre, zonage, évaluation foncière, gestion de la qualité des eaux, entretien des infrastructures, études d'impact environnemental, schémas d'aménagement, etc.

5.4. Gestion des installations

Localisation des câbles et tuyaux souterrains, rééquilibrage des réseaux électriques, planification et entretien des installations, localisation des dépenses énergétiques, etc.

5.6.Commerce

Analyse de la structure des marchés, planification des développements et ciblage des clientèles visées, analyse de la concurrence et des tendances des marchés, etc.

5.7.Santé

Épidémiologie, répartition et évolution des maladies et des décès, distribution des services sociaux-sanitaires, plans d'urgence, etc.

5.8.Protection de l'environnement

Étude des changements globaux, suivi des changements climatiques, biologiques, morphologiques, océaniques, etc.

6.Fonctions des SIG

-La fonction d'acquisition des données géographiques

- a. Digitalisation des cartes
- b. Système GPS (Global Positionnement System)
- c. Les photos aériennes
- d. Les images satellitaires

-La fonction d'organisation des données (géocodage)

-La fonction de gestion des données

-La fonction d'interrogation et d'analyse

- e. L'analyse proximité
- f. L'analyse spatiale

-La fonction de visualisation et d'impression

Parmi les différentes fonctionnalités de SIG, la localisation des données dans une carte géographique telle qu'on définit la localisation c'est la représentation des objets ou bien les phénomènes sur une carte géographique en deux manières différentes :

- **par positionnement direct**

La position d'un phénomène est donnée par ses coordonnées. Ces coordonnées peuvent être calculées grâce à des outils géométriques.

- **par positionnement indirect**

La position d'un phénomène peut être déduite de la position d'autres phénomènes. Par exemple : une ville peut être localisée par l'intersection d'une route et d'une rivière. Cette méthode de localisation est facilitée par la présence de points de repère.

7.Le fonctionnement d'un SIG

Un SIG stocke les informations concernant le monde sous la forme de couches thématiques pouvant être reliées les unes aux autres par la position géographique. Ce concept, qui est à la fois simple et puissant a prouvé son efficacité pour résoudre de nombreux problèmes concrets.

8.Définition d'une couche

Une couche est un plan réunissant normalement des éléments géographiques de même type. La notion de couche peut être associée, par exemple, à celle des couches transparentes portant le dessin des différents éléments retrouvés sur les cartes topographiques. Une couche peut aussi être vue comme un compartiment logique du système d'information. Ainsi chaque couche représente un sous-ensemble « thématique » des informations retrouvées dans le SIG. On dit qu'il s'agit d'un plan car dans la majorité des cas, les données géographiques incorporées dans les SIG sont bidimensionnelles. Les limites de la couche, dans certains cas définies, dans d'autre cas non exprimée dans la base d'information, constituent généralement les limites de la région d'étude. Certains systèmes rangent chacune des couches dans un fichier distinct alors que les autres vont rassembler toutes les couches d'une même base dans un seul fichier.

9. Références géographiques

L'information géographique contient soit une référence géographique explicite (latitude & longitude ou grille de coordonnées nationales) ou une référence géographique implicite (adresse, code postale, nom de route...)

Le géocodage, processus automatique, est utilisé pour transformer les références implicites en références explicites et permettre ainsi de localiser les objets et les événements sur la terre afin de les analyser

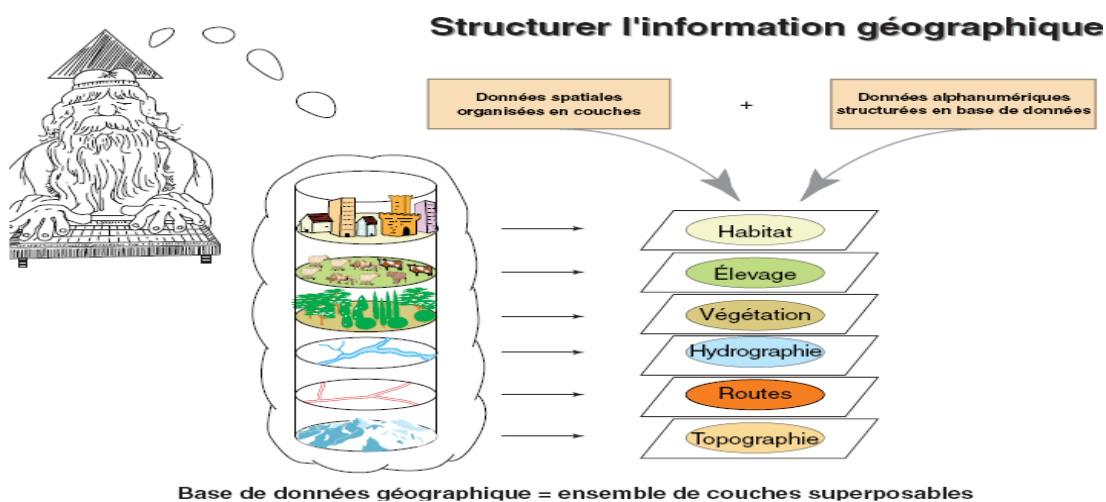


Figure2-1:schéma représente la structure d'information géographique

Les cartes et la cartographie en général sont des outils utilisés pour rendre compte d'une réalité en la simplifiant. Outil des géographes, mais aussi des militaires, instrument de la puissance publique de l'État, c'est-à-dire du pouvoir, les cartes ne sont pas des choses neutres comme on a trop tendance à le penser. Faire une carte c'est faire des choix., la représentation du réel ne sera pas la même. Il peut y avoir un intérêt, un enjeu, à ne pas faire apparaître tel ou tel information sur une carte, ou au contraire faire apparaître différents types d'informations sur une même carte.

10.les cartes

10.1 Définitions

Comment définir une carte ? Le Comité Français de Géographie définit la carte comme étant une "Représentation conventionnelles, généralement plane, en positions relatives, de phénomènes concrets ou abstraits, localisables dans l'espace".

A cette définition, il manque une idée importante à garder à l'esprit : une carte est une simplification (plus ou moins importante) de la réalité. Pour en donner une

définition plus complète, on peut considérer que la carte peut aussi se définir comme : une représentation géométrique, plane, simplifiée et conventionnelle de tout ou partie de la surface terrestre dans un rapport de similitude qui est l'échelle. Tout objet localisable dans l'espace (et tout phénomène affectable à un tel objet) est donc susceptible d'être représenté géographiquement sur une carte.

Au départ la carte a eu essentiellement un intérêt militaire et cherchait à représenter au mieux diverses informations sur les reliefs, les rivières et fleuves, bref tout un ensemble plus ou moins précis d'éléments topographiques, fixes. Outils des puissants, elle permettait aussi de représenter les limites des royaumes ou de l'État. Cela explique pourquoi très vite les hommes politiques et les militaires se sont intéressés à cet outil qui s'est amélioré au fil des époques et des progrès scientifiques et techniques. A ces premiers moments de la cartographie, une certaine complexité s'est ajoutée avec les nouveaux besoins qui émergent et l'évolution des techniques a peu à peu permis de produire des cartes plus thématiques. Ainsi, avec l'évolution des besoins de représentation spatiale et le caractère plus changeant des phénomènes dont la géographie humaine tente de rendre compte, l'objet de la carte n'est plus la représentation d'objets permanents (physiques) mais la visualisation spatiale de phénomènes (sociaux) relevant de thématiques variées et dont on cherche à mettre en évidence les corrélations, les liens et effets.

Cela se traduit par une dissociation de l'information en deux concepts différents :

- le descripteur d'objets spatialisés,
- la variable descriptive, attribut quantitatif ou qualitatif de l'objet.

10.2 Les composants d'une carte géographique

10.2.1 Thème d'une carte géographique

Un thème de carte peut être établi par la nature des phénomènes cartographiés représentés dans la carte. Voici des exemples des thèmes de cartes :

- Carte géologique : affleurant du sous-sol.
- Carte historique : phénomènes passés.
- Carte pédologique : nature des sols.
- Carte politique : États et unités administratives composant ces États.
- Carte orohydrographique : Montagnes et rivières.
- Carte routière : routes pour automobiles.
- Carte topographique : éléments du terrain.
- Carte touristique : infrastructures touristiques, éléments remarquables du paysage.
- Carte marine : tout objet (amer, signalisation, côte, etc.) utile à la navigation.
- Plan local d'urbanisme (PLU).
- Plan d'occupation des sols (POS) : règles d'utilisation des sols.
- Plan de prévention des risques : phénomènes prévisibles présentant des risques

10.2.2 Echelle d'une carte géographique

A priori, la notion d'échelle est une notion assez simple : il s'agit d'un facteur d'homothétie entre la taille des entités sur le terrain et la taille de leur représentation sous forme d'objets sur une carte :

$$\text{Taille sur la carte} = \text{Taille sur le terrain} \times \text{Echelle}.$$

L'office québécois de la langue française en donne une définition plus complète : L'échelle d'une carte est le « rapport moyen entre la distance mesurée sur une carte et la distance réelle mesurée sur la surface terrestre sans tenir compte des distorsions attribuables au facteur d'échelle et à l'altitude ». [OQLF, 04].

Plus l'échelle est petite, plus la carte est dense et les objets représentés sont petits jusqu'à se confondre à un point (Figure 2-2). Inévitablement, les objets de petite taille deviennent illisibles : on ne peut plus les reconnaître, les différencier, comprendre leur hiérarchie, voire même ne plus les apercevoir[Man, 06].

.

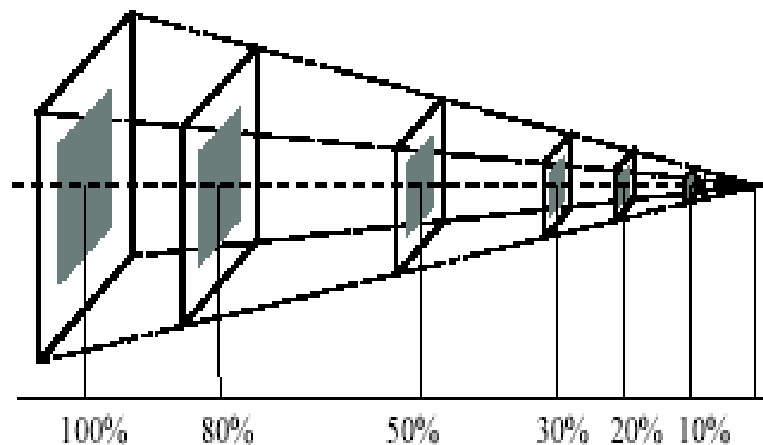


Figure 2-2: Homothétie[Man, 06].

Rappelons que pour une carte papier, l'échelle est le rapport entre la longueur d'un détail sur la carte, et la longueur de ce même détail sur le terrain. Ainsi, pour une carte au 1 : 25 000, 1cm sur la carte représente 250m sur le terrain. Plus l'échelle d'une carte est grande, plus les objets sont gros sur la carte .

Selon le dictionnaire (Petit Robert) l'échelle est le « rapport existant entre une longueur réelle et sa représentation sur la carte », « rapport entre les dimensions ou distances marquées sur un plan avec les dimensions ou distances réelles » .

10.2.3 Orientation d'une carte géographique

Le Nord est une référence générale utilisée dans la plupart des cartes, mais à l'exception de certaines cartes, y compris:

- Des cartes en trois dimensions, telles que le dessin du globe sous la forme d'une sphère ou un profil circulaire.
- Cartes T-O. (Tournée vers l'Orient)
- Cartes de l'Arctique et l'Antarctique.



Figure 2-3: L'orientation d'une carte géographique.

10.2.4 Projection d'une carte géographique

La projection cartographique est un ensemble de techniques géodésiques permettant de représenter la surface de la terre dans son ensemble ou en partie sur la surface plane d'une carte. Alors chaque carte est caractérisée par une projection spécifique.

10.2 Les systèmes de projection des cartes

la carte est une représentation géométrique plane. Cet élément pose la question de la projection d'une surface courbe (la Terre) sur une surface plane. La représentation planimétrique de cette surface se résout mathématiquement par la projection d'une enveloppe courbe sur un plan. Cette opération pose deux difficultés :

- la détermination de la forme et des dimensions de la Terre : ce qui nécessite de modéliser la surface à projeter,
- la projection d'une part de cette forme sur un plan : ce qui nécessite de choisir l'algorithme de projection.

Ces deux difficultés nécessitent que l'on porte une attention particulière à la géométrie de la Terre. Pour cela, il faut garder à l'esprit que la Terre est non sphérique puisqu'elle se caractérise par un aplatissement équatorial et il faut

également garder à l'esprit que l'altitude est variable tout autour de la surface terrestre on a besoin d'effectuer une modélisation mathématique de la surface terrestre et ainsi que de proposer différents types de projections.

11.Le passage du globe à la carte plane

Les cartes que nous utilisons sont planes et servent à représenter un espace, qui est à trois dimensions. Une projection de l'espace tridimensionnelle, dans le plan de la carte, est donc nécessaire. Le passage de la surface terrestre à sa représentation sur une carte plane, passe par une étape de projection selon la verticale sur l'ellipsoïde de référence. Cette étape est étudiée par la géodésie et la topographie. Un système de projection cartographique permet ensuite, de transposer une portion de cette surface de l'ellipsoïde, sur le plan d'une carte [Age, 00].

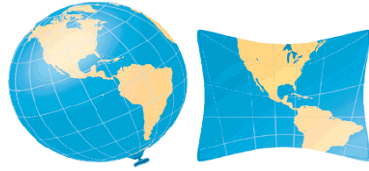


Figure 2-4: Le globe terrestre vu comme un ballon que l'on dégonfle pour le ramener à un plan[Age, 00].

11.1 Définition de la projection

On peut définir une projection comme un moyen de correspondance analytique entre les points (latitude, longitude) de la surface à représenter (l'ellipsoïde terrestre) et les points homologues du plan cartographique (X,Y), tel que cette correspondance soit continue et biunivoque.

$$X = f(\text{latitude}, \text{longitude})$$

$$Y = g(\text{latitude}, \text{longitude})$$

f et g sont deux fonctions continues qui définissent la projection.

Si on considère un cercle sur la surface de l'ellipsoïde, sa projection sur le plan n'est généralement pas un cercle, sauf au centre de projection, mais une ellipse appelée l'indicatrice de Tissot. Les déformations en chaque point sont matérialisées par les axes de l'indicatrice.

11.2 Les types de projections

Il existe de nombreux types de projection:

11.2.1 Les projections coniques

Comme leur nom l'indique, ces projections correspondent à des applications de la sphère sur un cône sécant ou tangent à la sphère. Le cône étant développable, on peut en faire une représentation plane sans déformation. La figure 2-5 montre le principe général de ces projections. Selon la propriété qu'on voudra voir vérifiée, la projection sera conforme ou équivalente.

A noter que la conformité ou l'équivalence de ces projections est maintenue pour une Terre ellipsoïdale, lorsque l'axe du cône est confondu avec l'axe de rotation de la Terre.

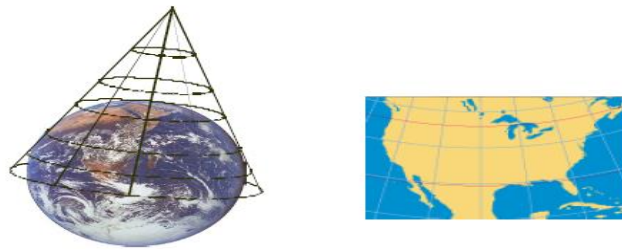


Figure 2-5 :Le principe de projection de conique[Age, 00].

11.2.2 Les projections cylindrique

Les projections correspondent à des applications de la sphère sur un cylindre sécant ou tangent à la sphère. Le cylindre étant développable, on peut en faire une représentation plane sans déformation (Figure 2-6).

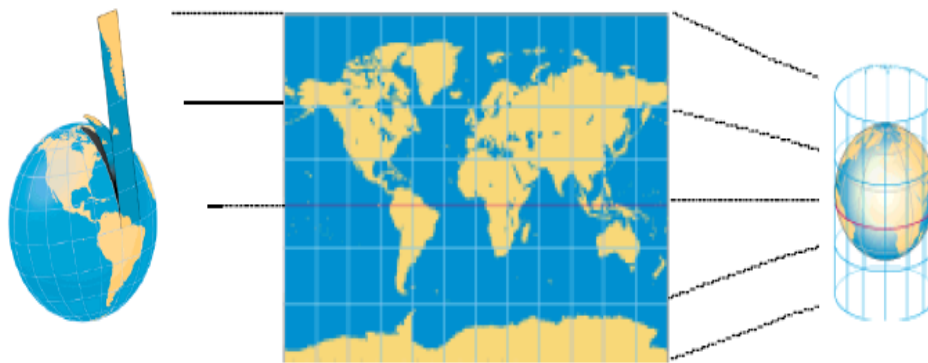


Figure 2-6: La projection cylindrique[Age, 00]. .

11.2.3 Les projections azimutales

Ces projections sont des projections au sens mathématique du terme : elles possèdent un centre de projection. La projection s'opère sur un plan tangent à la surface terrestre. Lorsque le point de tangence est le pôle terrestre, les parallèles apparaissent en projection sous forme de cercles concentriques, et les méridiens, sous forme de droites. Plus généralement, lorsque la surface terrestre est sphérique, la famille des grands cercles passant par le point de tangence devient dans le plan l'ensemble des droites passant par l'homologue du point en projection.

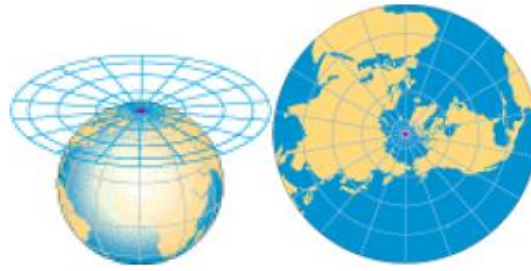


Figure 2-7: La projection azimutale[Age, 00].

12. Construction d'une carte géographique:

À notre époque, les cartes se veulent une reproduction fidèle d'un paysage, d'une portion de l'espace terrestre : tous les éléments constitutifs d'un paysage sont représentés selon des conventions, avec des symboles. Chaque élément est figuré à l'échelle de la réalité, les éléments trop petits en surface plane sont remplacés par des symboles d'une taille proportionnelle à leur importance relative.

12.1 L'acquisition des données:

Jusqu'au milieu du XXème siècle, l'acquisition des données géographiques constituait le principal enjeu scientifique de la cartographie.

Durant le siècle dernier, la précision et la vitesse d'acquisition des données ont été accrues par l'invention de la photogrammétrie aérienne, des satellites d'observation de la terre, des systèmes de positionnement par satellites et de l'informatique

Les méthodes d'acquisition d'images de la Terre sont nombreuses.

12.1.1 Les images satellitaires

Les images satellitaires sont très riches en informations de toute sorte. L'information obtenue par les images satellite permet non seulement de fabriquer et de mettre à jour des cartes, mais elle permet aussi d'analyser divers aspects du territoire. Les images satellites ne sont généralement pas aussi précises que les photographies aériennes, mais elles couvrent de grands territoires et permettent des analyses régionales. L'image satellite constitue la principale source d'information pour l'occupation du sol grâce à la télédétection.

La télédétection est l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci[Gou, 08]. .



Figure 2-8: Image satellitale [Gou, 08]. .

12.1.2 Les photographies aériennes

La photo est la base de nombreuses données géographiques. A partir d'appareil photo ou de caméra aéroportée (avion, ballon, ...) il est possible d'avoir de nombreux détails de la surface de la terre.

La photographie aérienne est une image prise à la verticale à l'aide d'une caméra spécialisée, installée à bord d'un avion équipé pour de tels travaux. Les prises de vues aériennes sont toujours effectuées de façon à ce que deux photographies aient un même recouvrement longitudinal et latéral. Ces recouvrements permettent d'observer le territoire en trois dimensions, à l'aide d'un appareil spécialisé. Le phénomène optique qui permet de voir en trois dimensions s'appelle la stéréoscopie.

Les photos interprètes utilisent des stéréoscopes pour regarder les photos en trois dimensions. Ces lunettes spécialisées font en sorte que l'œil droit regarde la photo de droite et l'œil gauche regarde la photo de gauche, puis notre cerveau reconstitue l'image en trois dimensions.

Afin d'obtenir une vision en trois dimensions du territoire couvert, une partie du sol représentée sur une photographie doit également être présente sur la suivante. C'est ce qu'on appelle le recouvrement. Lorsque l'avion se déplace, la zone photographiée qui est commune sur les deux photographies aériennes fournit une vue du territoire prise sous deux angles différents. En regardant cette partie à l'aide d'un stéréoscope, il est possible d'obtenir un aperçu du relief puisqu'il apparaît en trois dimensions[Gou, 08].



Figure 2-9 : Une photo aérienne[Age, 00].

12.1.3 GPS (Global Positioning System)

Le système GPS est un système de positionnement mondial par satellite permettant de calculer la position de n'importe quel point sur la Terre, dans les trois dimensions. De façon instantanée, le système GPS permet d'avoir une précision de l'ordre de 20 mètres, les mesures étant brouillées par plusieurs facteurs : erreur sur l'horloge et les paramètres orbitaux des satellites, erreurs de propagation du signal dues aux conditions météorologiques et à la position des satellites, erreur due à l'horloge du récepteur, erreurs de réception dues aux réflexions du signal et, jusqu'à une date récente, erreur liée à la dégradation volontaire du signal.

Pour localiser avec une précision identique à celle de la résolution des images, il est nécessaire d'effectuer des mesures avec une précision relative entre tous les points inférieurs au mètre. Cette précision peut être obtenue par la méthode du GPS différentiel. Il s'agit d'un positionnement relatif par rapport à une station de référence placée à proximité d'un point connu. On doit donc disposer de deux récepteurs qui effectuent des mesures simultanées, l'un sur le point à déterminer, l'autre sur la station de référence. Le principe du différentiel consiste à retirer les erreurs systématiques corrélées entre la station de référence et la station mobile [Luc ,Mar ,00].



Figure2-10 :GPS Garmin Streetpilot 2620[Age ,00].

13. Modes de représentation de l'information géographique

On distingue deux grands modes de représentation de l'information géographique sous forme numérique (Figure 2-11) :

- * Le mode raster.
- * Le mode vecteur.

13.1 Le mode raster

Dans le **mode raster** (ou mode maillé), l'espace est partitionné en un maillage ou pavage constitué de cellules rectangulaires, souvent carrées, appelées pixels. Chaque pixel porte une information, ou plusieurs attributs qui décrivent son contenu (e.g. un morceau de route, son numéro, l'altitude, etc.). A titre d'exemple, le mode raster est le mode des photographies numériques et des images satellitales

13.2 Le mode vecteur

Dans le **mode vecteur** (ou vectoriel), un objet est modélisé par une primitive géométrique, en deux dimensions, qui peut être un point (décrit par ses coordonnées dans un repère), une ligne (décrite par une suite de points), ou une surface (décrite par son contour qui est une ligne fermée). Dans une ligne, les points sont joints le plus souvent par des segments, mais ils peuvent aussi l'être par des courbes plus complexes telles que cubiques, splines ou courbes de Bézières. Des informations descriptives peuvent également être stockées sur l'objet: un nom de route, un numéro de parcelle, etc. A titre d'exemple, La géométrie est donc décrite par un ensemble de couples (x,y) ou triplets (x,y,z) de coordonnées de ces points. Les relations topologiques entre les objets peuvent être explicitement représentées dans les BDG (**Base .Données .Géographique.**) vecteur, par l'intermédiaire d'une structure de graphe [Duc, 04].

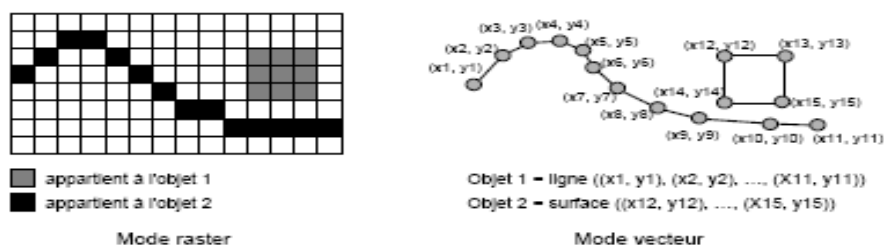


Figure 2-11: Deux objets représentés en mode **raster** et en mode **vecteur** [Duc, 04].

14. La légende de la carte

Parmi les armes du cartographe, la constitution de la légende est un moment clé où des choix essentiels sont effectués, choix qui peuvent être délibérément liés à des enjeux politiques par exemple, la construction d'une légende passe par :

- le choix des symboles,
- le mode de discrétisation,
- l'utilisation des couleurs,
- symboles et figures de légende selon les types d'implantation et la
Nature des données

15.conclusion

la cartographie est un outil indispensable pour l'évaluation des villes. Elle revêt un grand intérêt notamment pour visualiser des différent objets de différentes positions , pour aider à la réglementation de l'aménagement , l'application des normes de construction et l'acquisition de l'information le plus vite possible.

1. Introduction

Dans ce chapitre nous avons pu mettre en œuvre l'implémentation de l'algorithme d'amalgamation, nous proposons des échantillons pour mieux réussir son analyse

. La programmation choisie est procédurale et le langage choisi est Delphi qui est le langage avec lequel la plateforme a été réalisée.

Nous avons intégré ces algorithmes à la plateforme de généralisation PÉGASE.

2. Outils de construction

Nous avons choisi l'environnement de programmation *Delphi* et afin de faciliter les manipulations géométriques nous avons utilisé la bibliothèque cartographique AESYMAP, et pour créer les échantillons de données nous avons utilisé le logiciel MapInfo 7.

2.1 Delphi

Delphi est un environnement de développement de type RAD (*Rapid Application Development*) basé sur le langage Pascal. Il permet de réaliser rapidement et simplement des applications Windows. Cette rapidité et cette simplicité de développement sont dues à une conception visuelle de l'application. Delphi propose un ensemble très complet de *composants visuels* prêts à l'emploi incluant la quasi-totalité des composants Windows (boutons, boîtes de dialogue, menus, barres d'outils...) ainsi que des experts permettant de créer facilement divers types d'applications et de bibliothèques [BOH, 10]. Delphi est aussi un environnement de programmation orienté objet.

2.2 EasyMap

EasyMap VCL est une palette d'outils intégrable à Delphi et à C++ Builder réalisée pour la création de solutions liées aux SIG

2.3 MapInfo

Le logiciel MapInfo est un SIG Bureauautique doté d'une interface graphique conviviale de type " pointer-cliquer ", qui permet de charger facilement des données localisées et tabulaires (littérales) et de les afficher sous forme de cartes, de tables ou de diagrammes.

MapInfo fournit les outils nécessaires pour interroger et analyser ces données et présenter les résultats sur des documents cartographiques de qualité.

En plus, d'être réputé pour être un SIG bureauautique, un grand nombre d'utilisateurs le considère comme un bon choix



Figure5-1 Mapinfo professional

Les données MapInfo sont stockées dans des tables, une table MapInfo correspond à plusieurs fichiers :

Un fichier **.TAB** décrivant la structure de la table (texte).

Un fichier **.DAT** contenant les données thématiques.

Un fichier **.MAP** contenant les données spatiales.

Un fichier **.ID** faisant le lien entre les fichiers **.DAT** et **.MAP**.

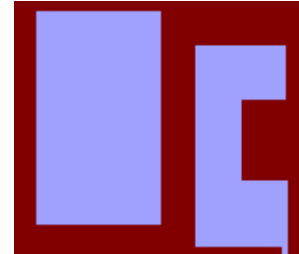
Un fichier **.IND** qui est un fichier d'index.

3.Les échantillons de données

Nous avons réalisé nos échantillons de données avec le logiciel MapInfo Nous présentons ici deux exemple de bâtis :



Échantillon 1



Échantillon 2

4.Teste et analyse

Nous avons effectué les tests sur un ordinateur possédant la configuration suivante : Microsoft Windows 7, Professionnel Version 2002, Intel (R) Pentium(R) 4 CPU 3.04 GHz, 448 Mo de RAM.



1)Objets initiaux

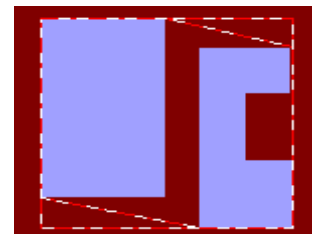


2)Objets après le traçage

de l'enveloppe convexe et la surface interne



1)Objets initiaux

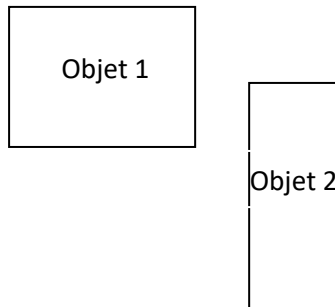


2)Objets après le traçage

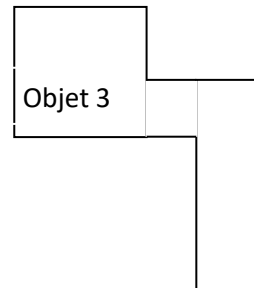
de l'enveloppe convexe et la surface externe

5.La comparaison

En comparant avec l'algorithme utilisé par le système ArcGis l'agrégation dans ce dernier se fonde sur la création d'une table de relation qui relie les polygones agrégés à leurs polygones sources et cela peut devenir incorrect lorsque l'une des entités en entrée ou en sortie est modifiée et lorsque Le traitement d'un jeu de données en entrée est volumineux ce qui fait un dépassement des limites de la mémoire.

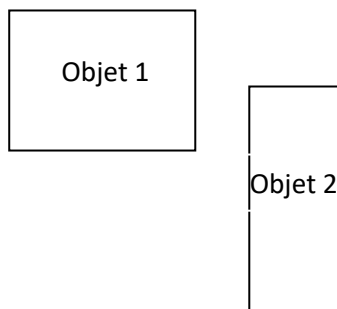


deux Objet initiaux

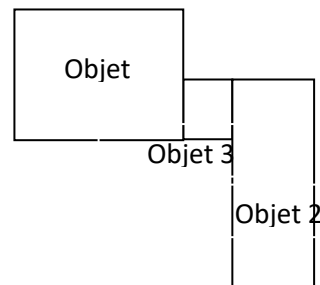


un troisième objet résultant

Par contre dans notre travail ,on a gardé le numéro de la surface ajoutée (un objet de type région) et quand on aura pas besoin de cette surface on la détruira en utilisant son numéro.



deux Objet initiaux



les deux objets initiaux avec la surface ajoutée(Objet3)

6. Fonctionnement de l'application

Nous avons créé un petit environnement pour tester et valider l'algorithme.

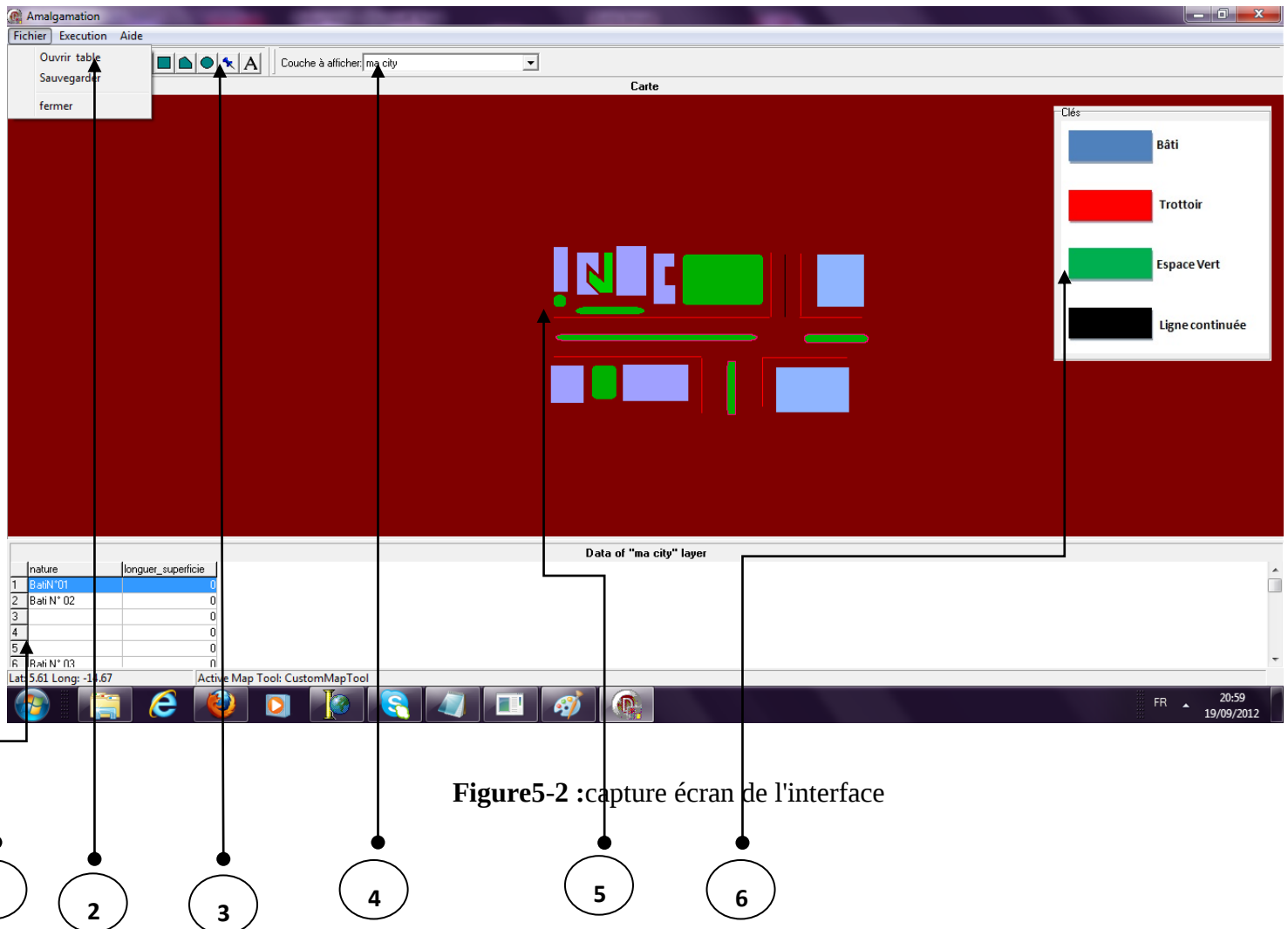


Figure5-2 :capture écran de l'interface

- 1:une table qui permet de visualiser les données de la table dont la carte est charger
- 2:Barre de menu
- 3:Barre d'outils permettant de manipuler la carte géographique (ZoomIn,ZoomOut,Polygone...)
- 4:permet de basculer entre les différentes couches
- 5:La carte géographique
- 6: Légende de la carte

Chapitre5:L'implémentation

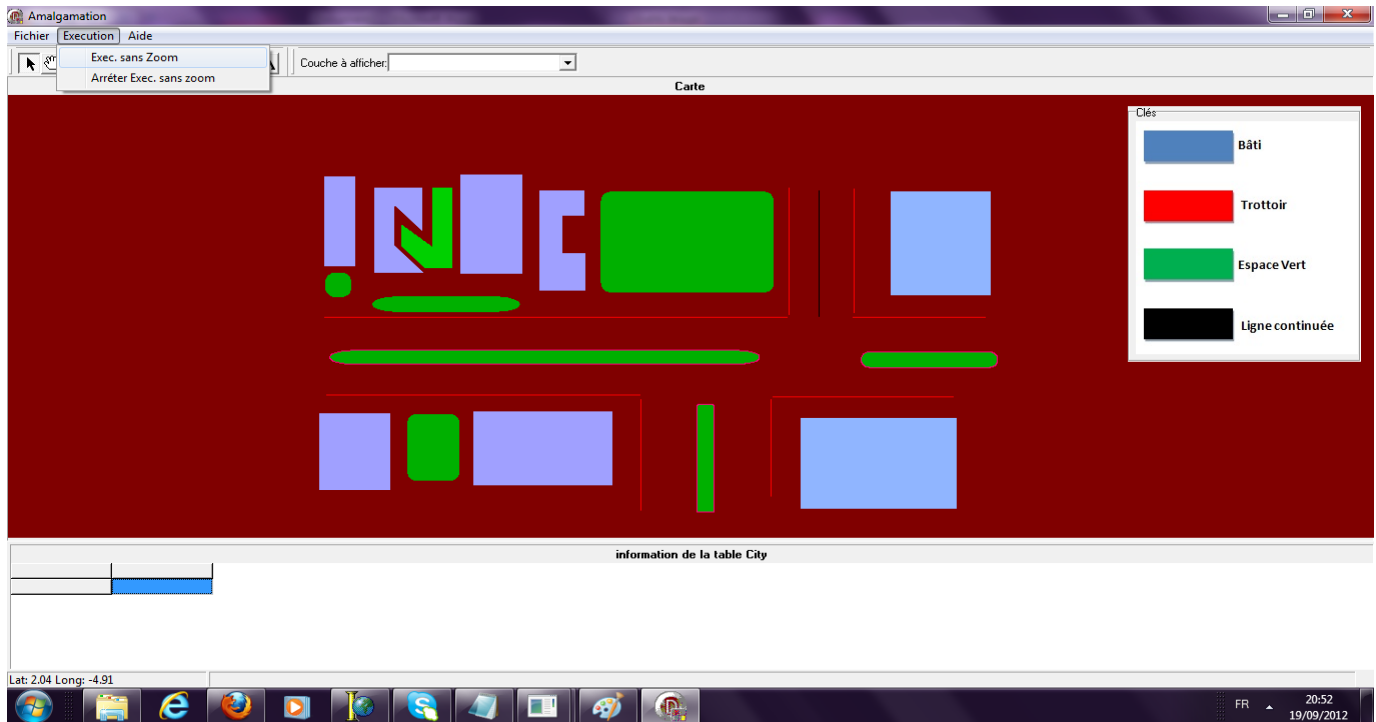


Figure5-3:barre menu

dans la barre de menu, on choisi Exécution puis l'item Exec. sans Zoom pour afficher l'enveloppe convexe des quatre bâtis sur les quels on veut appliquer l'amalgamation (deux par deux) et les différents liens et points d'intersection (liens internes pour les deux premiers batis et liens externes pour les deux deuxièmes bâtis). Figure:.....

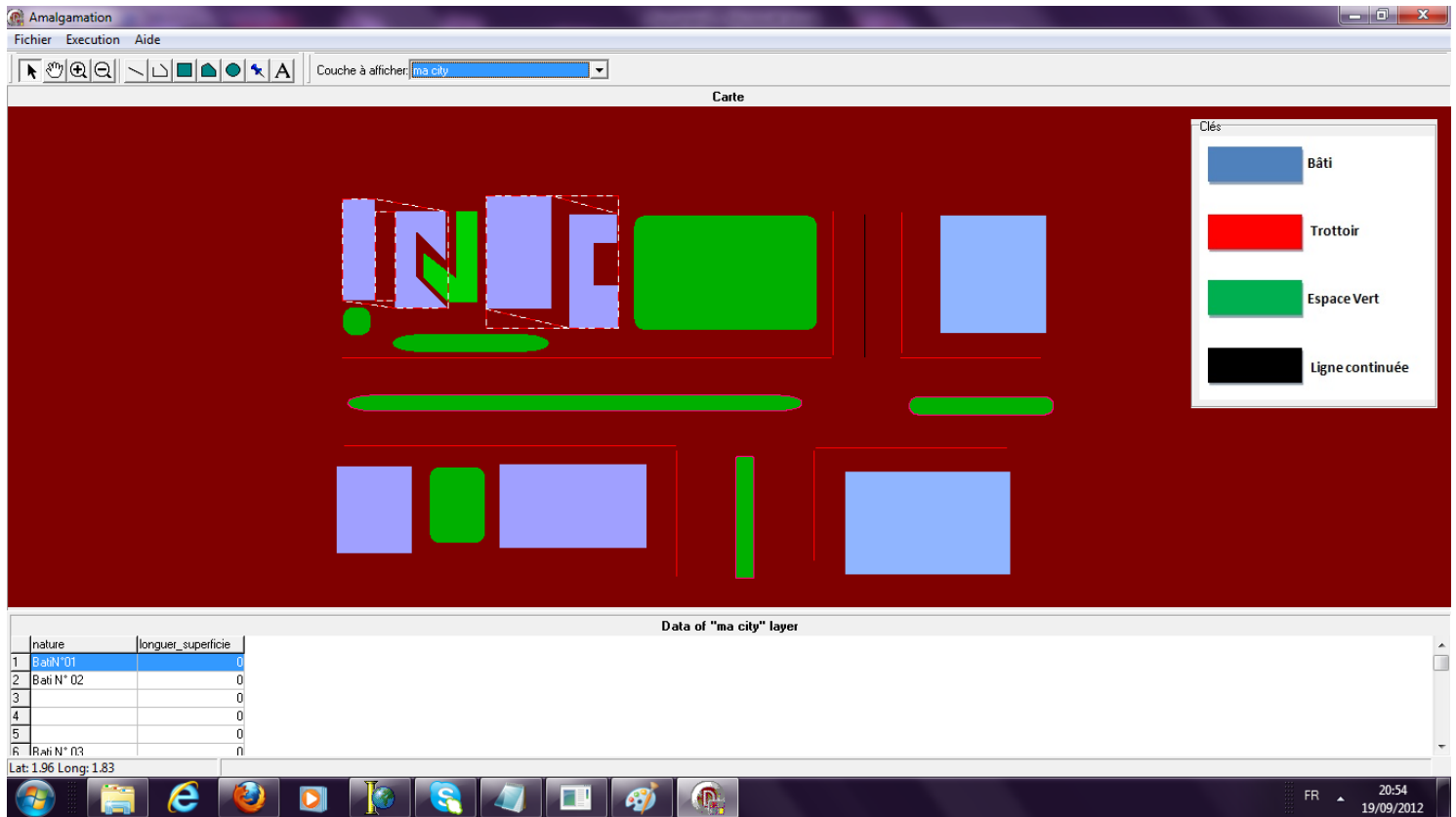


Figure5-4: résultat de l'exécution en mode Sans Zoom

Remarque:

pendant l'exécution sans Zoom, la barre d'outils de navigation est désactivée, elle sera activée une fois l'exécution sans zoom est arrêtée.



Figure5-6: Arrêter l'exécution sans Zoom

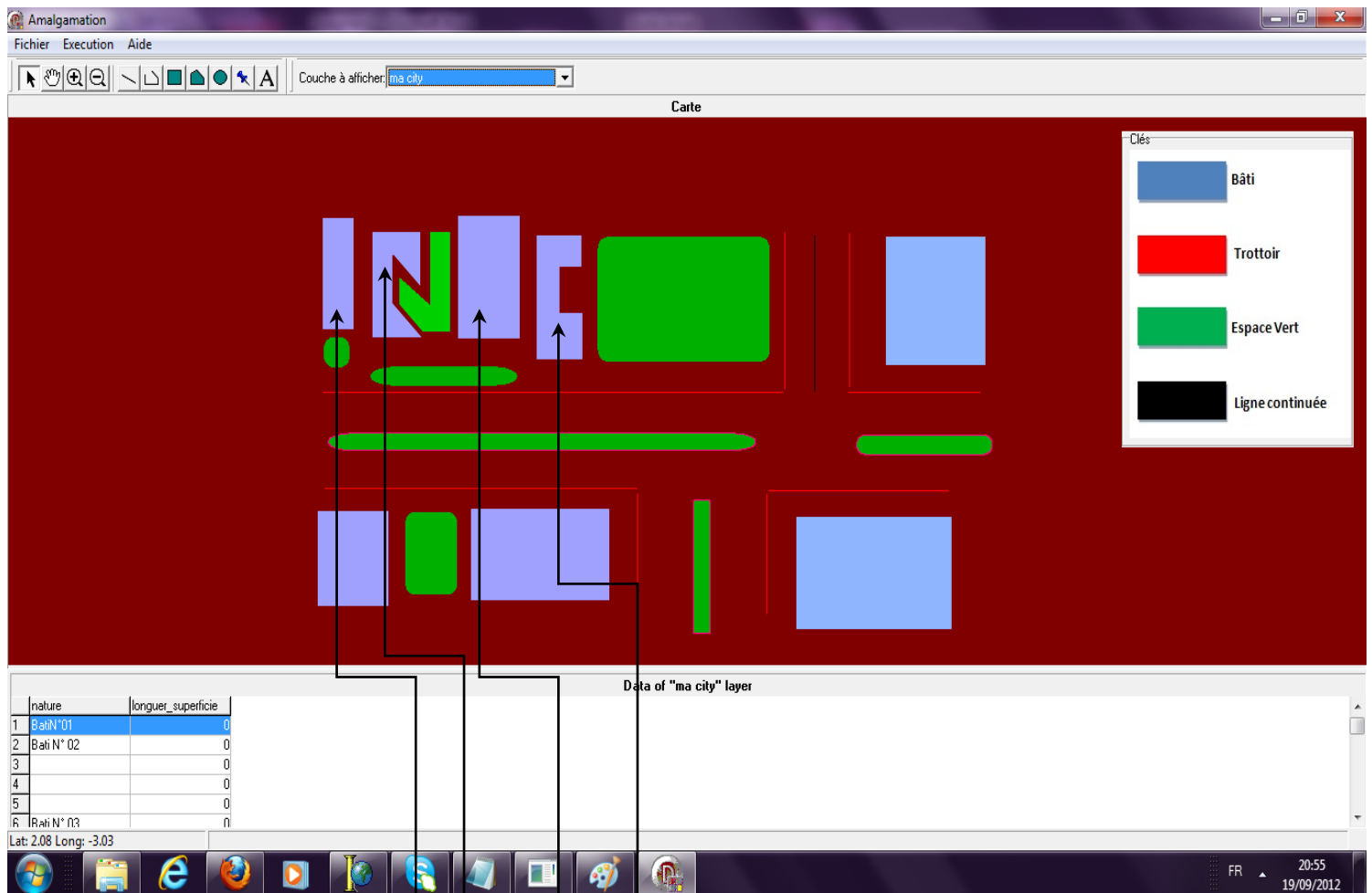


Figure5-7: Activation de la palette EasyMapTools

Deux bâtis sur lesquels on applique
l'amalgamation par prolongation
des liens internes

Deux bâtis sur lesquels on
applique
l'amalgamation par prolongation
des liens Externes

Chapitre5:L'implémentation

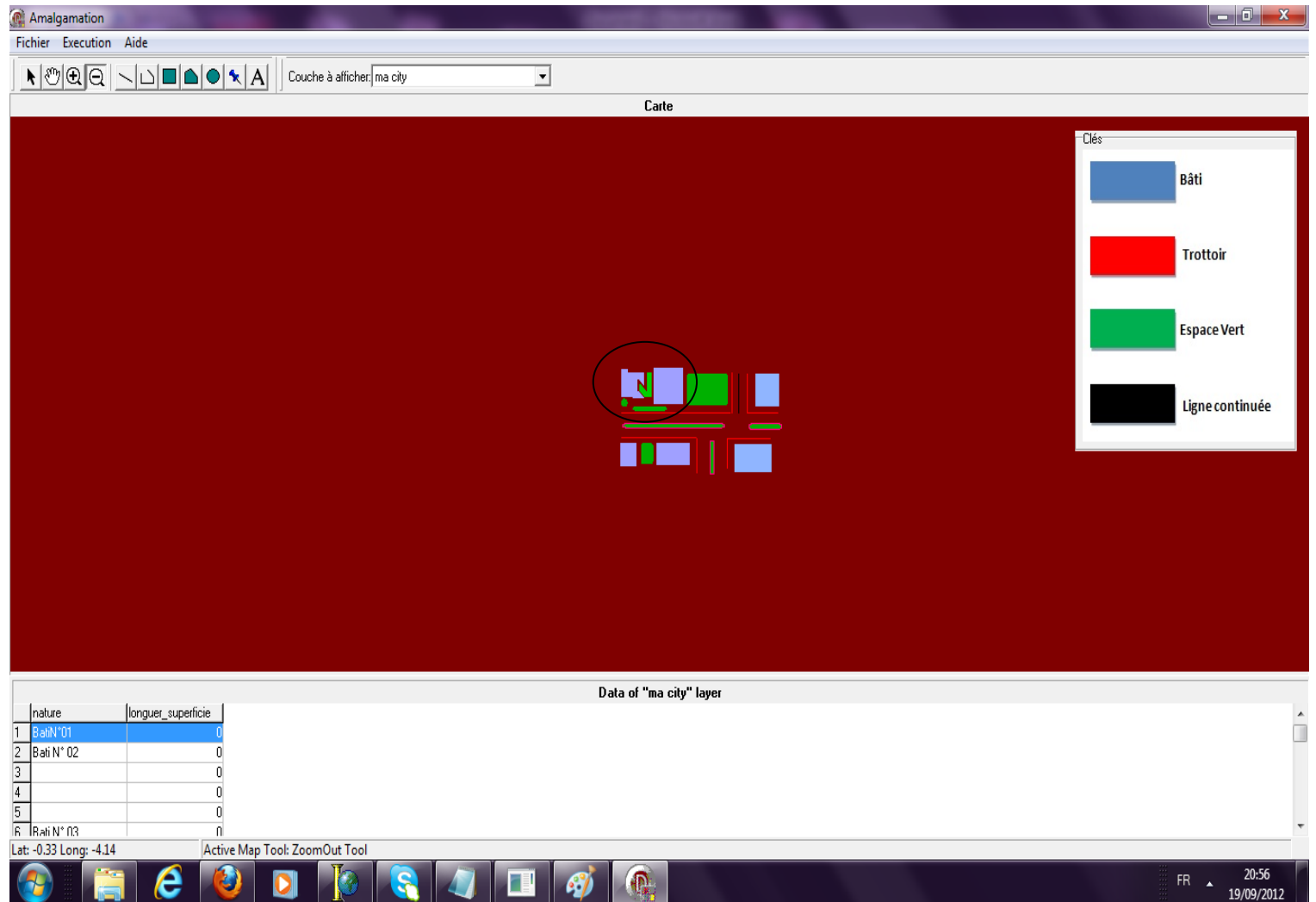


Figure5-8:les quatre bâtis après l'application de l'amalgamation

Chapitre5:L'implémentation

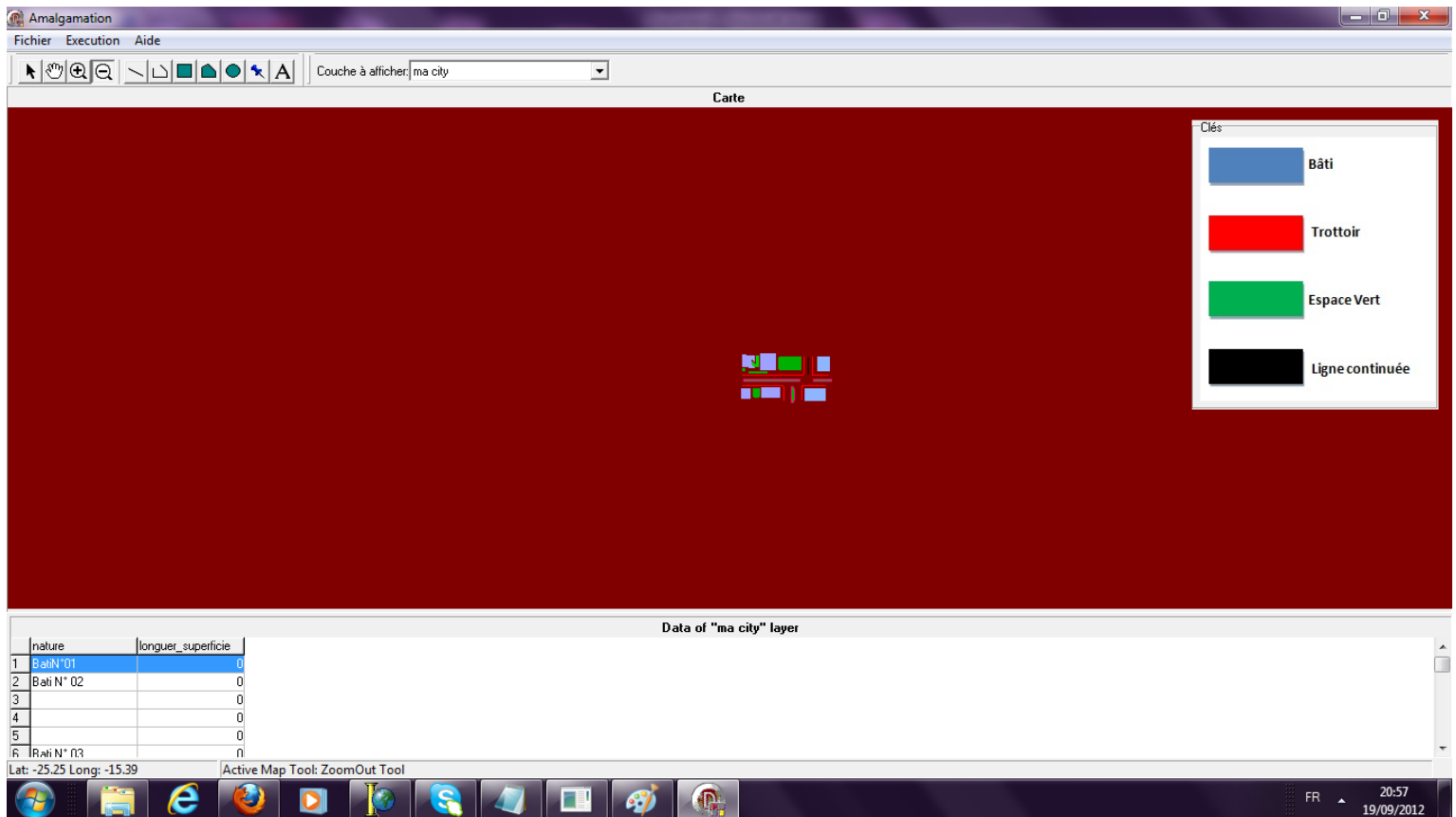


Figure5-9 : ZoomIn plus petit

Chapitre5:L'implémentation

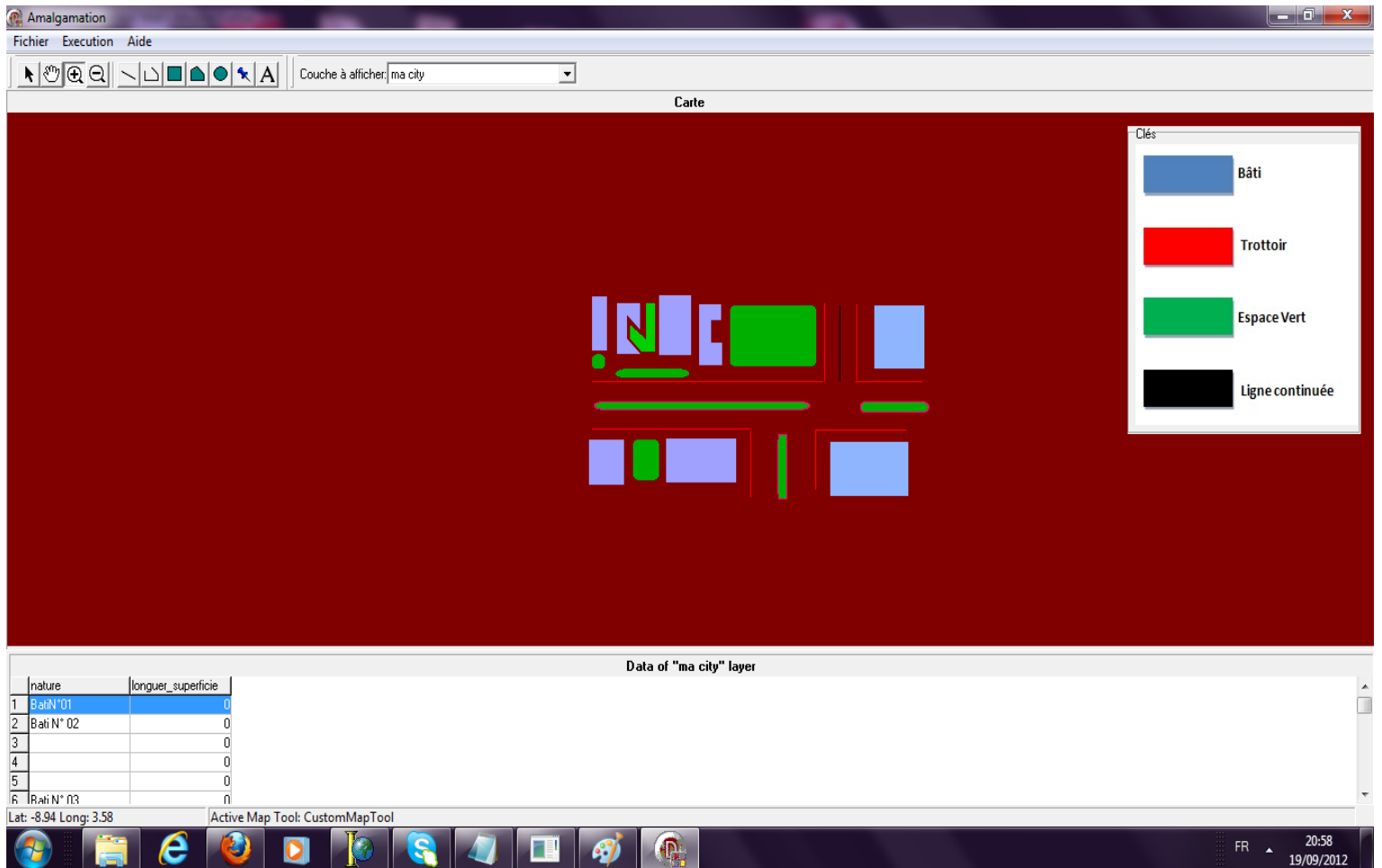


figure5-10 :ZoomOut pour détruire les surfaces ajoutées

Ajout à la plateforme

Après validation de l'algorithme nous l'avons transformé en procédure et ajouté à la plateforme PEGASE.

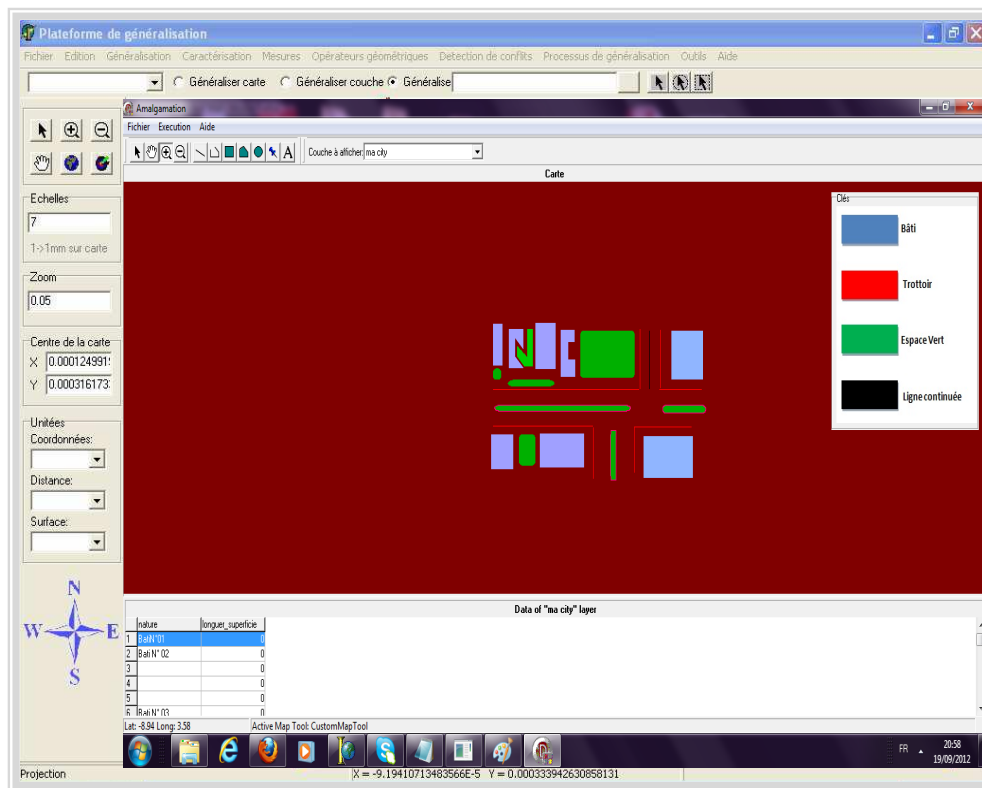


Figure 5-11: Capture écran de la plateforme PÉGASE.

7.Conclusion

Nous avons vu que les bâtiments étaient caractérisés par la forme typique de leur contour (angles droits, murs parallèles.....). L'utilisation de l'enveloppe convexe crée presque systématiquement une forme qui n'a plus ses caractéristiques, pour cela on choisi d'utiliser la prolongation des liens internes pour diminuer la surface ajoutée et conserver la forme initiale des bâtis.

1. Introduction

Dans le présent chapitre nous allons tout d'abord présenter la plateforme de généralisation PEGASE et les outils utilisés pour sa réalisation. Ensuite nous parlerons des objets surfaciques et de leurs propriétés et enfin nous présenterons et détaillerons l'algorithme d'amalgamation choisie et on terminera par une conclusion.

2. Définition d'une plateforme

Une plate-forme (pluriel *plates-formes*) est au sens large un lieu surélevé et plan, sur lequel on peut positionner, orienter, entreposer différentes choses.

Une plate-forme est en *informatique* une base de travail à partir de laquelle on peut écrire, lire, utiliser, développer un ensemble de logiciels.

L'Office québécois de la langue française l'écrit en un seul mot : « plateforme ».

3. Plateforme de généralisation

Une plateforme de généralisation automatique est un outil logiciel contenant un ensemble d'algorithmes de généralisation et de mesures géométriques permettant de faire avancer la recherche sur la généralisation et de trouver des traitements automatiques pour l'améliorer et pour cela elle doit être modifiable et extensible.

Une plateforme de généralisation automatique est un système qui permet d'intégrer et d'utiliser un ensemble d'algorithmes de généralisation.

4. La plateforme PÉGASE

La plateforme PÉGASE est une plateforme réalisée dans un projet de magister à l'ESI [Ham, 08]. La plateforme a été conçue pour offrir un environnement complet pour manipuler, généraliser et sauvegarder les cartes. La figure suivante montre une capture écran de la plateforme PÉGASE.

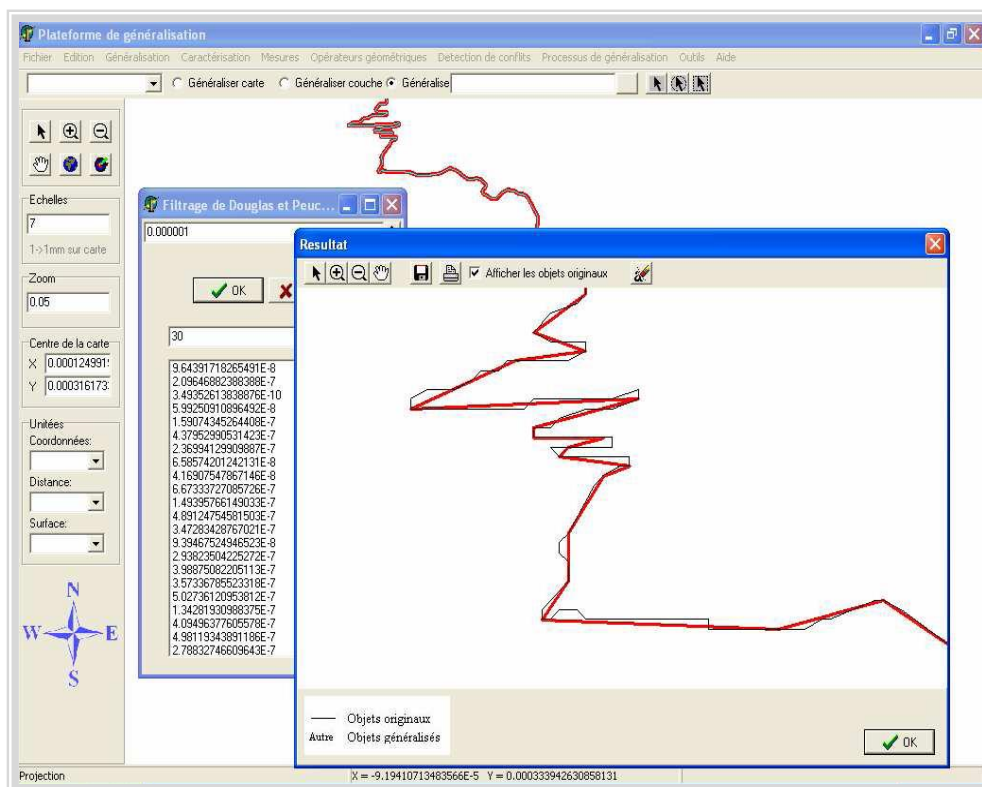


Figure 4-1: Capture écran de la plateforme PÉGASE.

Les outils qu'elle offre sont sous la forme d'algorithmes de généralisation, de mesures cartographiques et d'opérateurs géométriques. Le tableau suivant résume l'ensemble des outils disponibles dans La plateforme PÉGASE :

Opérateur	Algorithme	Conçu par	Implémenté et amélioré par
Douglas et Poicker	Filtrage	Douglas et Poicker	Hamini N.
Faille max	Déformation	Mustière	Saouli H.K.
Les B-Splines	Lissage	Bézier	-
Les courbes de bézier	Lissage	Bézier	-
Le lissage Gaussien	Lissage	Gauss	Saouli H.K.
Déplacement	Translation	-	Hamini N.
L'amélioration de la géométrie	Amélioration de la géométrie	-	Hamini N.
Réduction de sommets	Filtrage	-	Hamini N.
Jenks	Filtrage	Jenks	Ben tairache S. Hamama S.
Mustiere	Mesure d'empatement	Mustiere	Ben tairache S. Hamama S.
La Baudruche	Déformation	Lecordix, Plazanet et Lagrange	Ben tairache S. Hamama S.

Tableau 4-2 : Outils de généralisation développée sur La Plateforme PÉGASE.

5. Buts de la réalisation de la plateforme PÉGASE

- ♦ Améliorer les algorithmes existants.
- ♦ Choisir le meilleur algorithme parmi ceux effectuant le même traitement.
- ♦ Trouver le meilleur paramétrage pour un algorithme.
- ♦ Permettre l'implémentation de nouveaux algorithmes.
- ♦ Améliorer les mesures existantes.
- ♦ Choisir les mesures les plus pertinentes.
- ♦ Permettre l'ajout de nouvelles mesures.

- ♦ Améliorer les processus de généralisation automatique existants.

Faciliter l'implémentation de nouveaux processus.

6.Propriétés des objets surfaciques

6.1 Propriétés géométriques

Les propriétés géométriques sont évidemment à la base de la réalité terrain (naturelle ou issue d'une construction). Une des fonctions essentielles de la cartographie est de reproduire et transmettre au mieux les informations liées aux propriétés géométriques. Lors d'un processus de production automatique, il est clair qu'il est nécessaire de connaître de façon numérique ces géométries liées aux propriétés des objets .

Un objet surfacique est représenté par un polygone qui est une suite de points reliés par des segments et fermé à la fin.

6.2 Propriétés graphiques

Les courbes géométriques ne suffisent pas pour véhiculer l'information. Comment différencier les objets, il faut donc ajouter au polygone un symbole et une couleur c'est le rôle des propriétés graphiques.

Les polygones sont caractérisés par les propriétés suivantes :

Style : permet de spécifier le style de l'objet ...

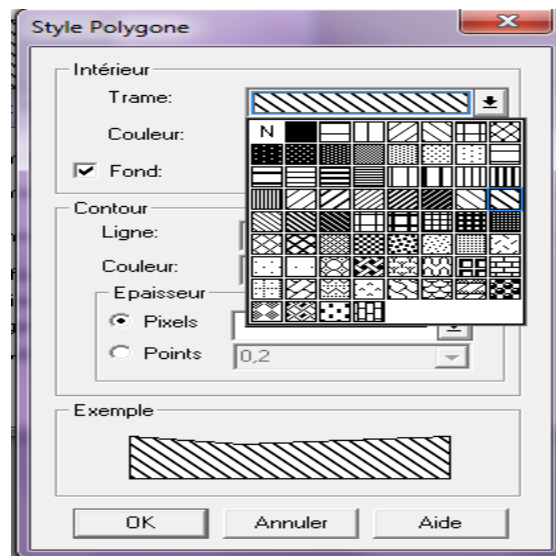


Figure4-3: style d'objet

Couleur : spécifie la couleur de l'objet.

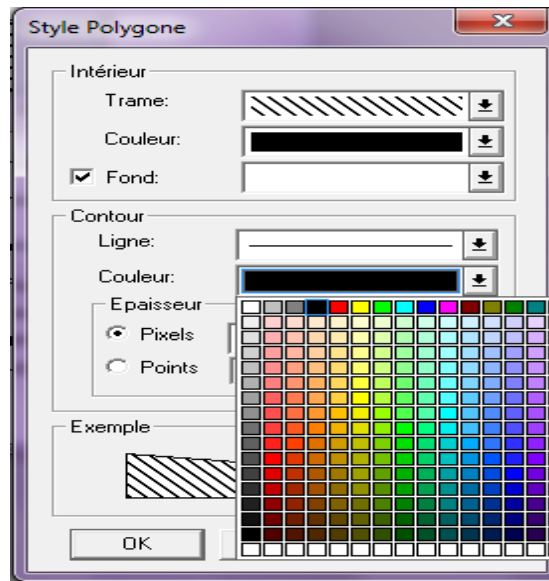


Figure 4-4 La couleur .

Épaisseur : donne la consistance du contour

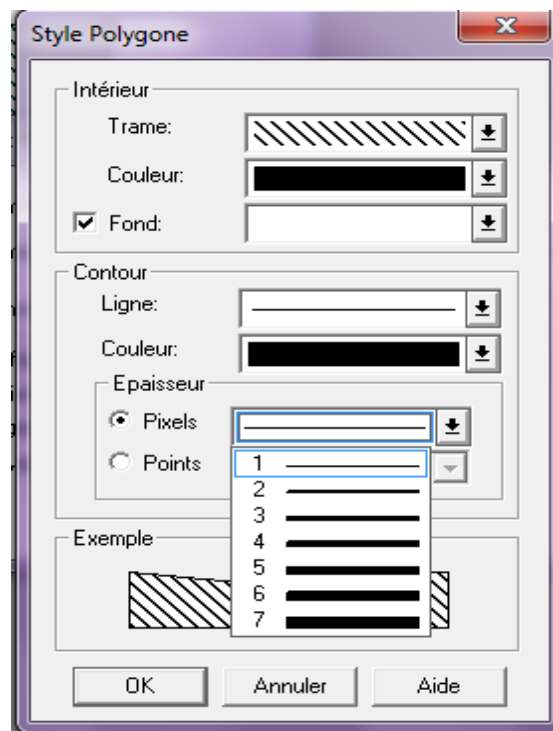


Figure 4-5 L'épaisseur .

6.3 Propriétés sémantiques

Les propriétés sémantiques sont caractérisés par des attributs (nom, numéro ...), ils sont regroupés en classes d'objets, qui sont des familles d'objets possédant les mêmes attributs. Les classes forment une partition de l'ensemble des objets contenus dans la base de données (un objet appartient à une classe et une seule) [Ges, 05].

Ils définissent la nature des objets de la légende. Ils sont d'une importance capitale car ils conditionnent le degré d'exactitude du SIG ou de la carte.

7.L'algorithme choisit

Nous avons choisi d'étudier l'algorithme d'amalgamation spatiale par remplissage de l'espace entre les objets de [Reg,19] qui est un algorithme de caricature.

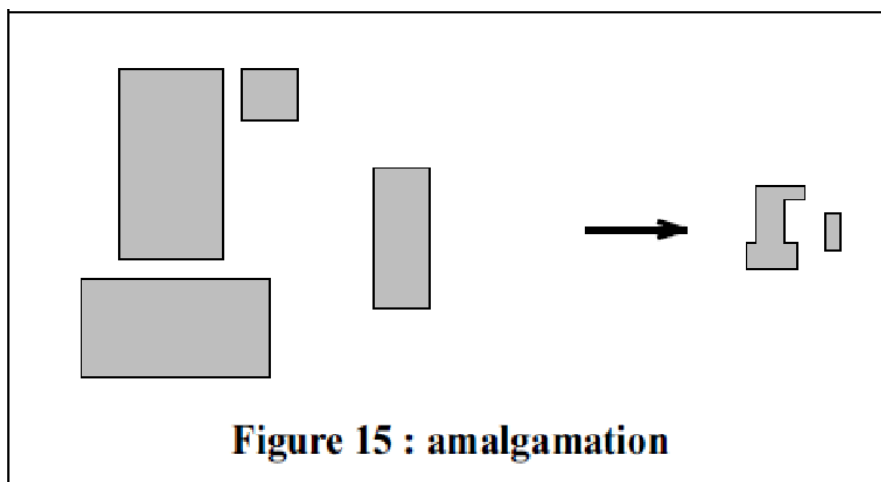


Figure 4-6 algorithme d'amalgamation.

7.1. Principe :

Nous avons défini un opérateur d'agrégation par remplissage de l'espace entre les objets. On effectue alors l'opération en comblant l'espace qui relie les deux bâtiments.

a) Spécifications

cet algorithme reçoit en entrant les deux bâtiments à amalgamer et retourne un seul objet qui est le résultat de l'amalgamation.

Paramètres :

- *SURF1 SURF2*, deux objets surfaciques

Retour :

une face correspondant à l'agrégation de *SURF1* et *SURF2* lorsque les deux faces sont de même type qu'elles appartiennent à la même face topologique et que l'opérateur a trouvé une solution valide. Dans le cas contraire, aucune opération n'est faite et l'opérateur renvoie la cause.

Une série de descripteurs, attestant de la qualité du résultat

b) Technique utilisée

Pour agréger deux objets sans les déplacer, il faut définir une enveloppe. Mieux elle colle aux objets initiaux, mieux leurs formes initiales sont conservées. Nous avons défini une méthode basée sur l'enveloppe convexe. L'inconvénient de l'enveloppe convexe est qu'elle ajoute des arêtes (pour relier les deux objets) qui n'ont aucune ressemblance avec les autres. Nous avons vu que les bâtiments étaient caractérisés par la forme typique de leur contour (angles droits, murs parallèles). L'utilisation de l'enveloppe convexe crée presque systématiquement une forme qui n'a plus ses caractéristiques. Nous avons donc défini une méthode pour remplacer ces arêtes de jonctions par d'autres issues cette fois-ci du prolongement d'arêtes déjà existantes dans les contours initiaux.

Outre le problème des arêtes qui ont une orientation quelconque, les arêtes de l'enveloppe convexe ont tendance à ajouter une grande surface entre les deux bâtiments.

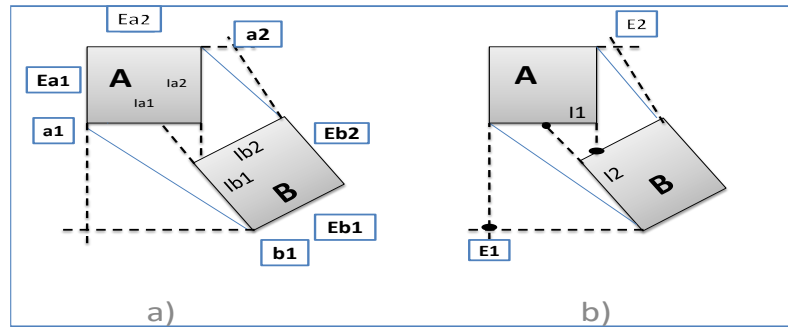


Figure4-7:lien interne et externe

-Nous sélectionnons donc par défaut la solution faisant intervenir les deux liaisons internes, puis nous évaluons le résultat pour déterminer s'il est correct ou non.

Deux cas peuvent invalider la solution faisant intervenir les arêtes internes : soit elle génère une incohérence topologique(Figure 4-9a), soit elle ne satisfait pas les seuils de lisibilité (Figure 4-9b).

Lorsqu'une solution est invalidée, on essaye les autres possibilités. On teste les trois solutions restantes et on garde celle qui paraît la meilleure. Le critère de choix entre les solutions valides est la surface ajoutée. Plus elle est grande, plus la forme originale est bruitée et plus l'écart entre la quantité de surface bâtie représentée et existante augmente. On choisit donc la solution qui génère l'augmentation de surface bâtie la plus faible.

C. Contrôle du résultat

La partie contrôle du résultat est identique à celle de la méthode d'agrégation par déplacement. On effectue d'une part des contrôles sur la topologie et d'autre part sur la qualité du résultat en matière de dégradation de forme et de modification de la surface totale de bâti. Les contraintes sont les mêmes à part pour les seuils qui sont moins restrictifs. Les seuils pour les rapports de surface étaient fixés à $\frac{1}{4}$, ils passent désormais à $\frac{1}{2}$. Ce choix a été fait de manière empirique, il est fondé sur le contrôle visuel des résultats. On s'est aperçu que l'ajout de surface bâtie était moins préjudiciable pour la reconnaissance de la forme des bâtis d'origine que la perte de surface. De plus, la nature même de cette opération engendre une plus grosse différence de variation de surface, due au fait que les objets d'origine conservent leur positionnement.

Les indices fournis à l'issue du traitement sont les mêmes que pour l'agrégation par déplacement. L'indice de perte de forme atteste non plus d'une réelle perte mais d'un ajout de

forme qui parasite les formes originales. L'indice d'écart de position ne donne plus quant à lui qu'une valeur de surface ajoutée

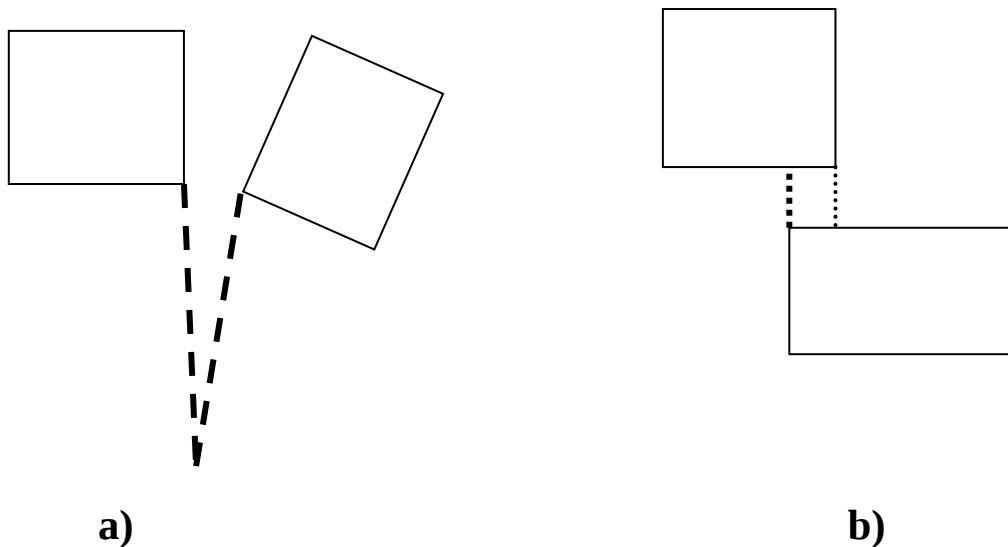


Figure4-8:liens internes inutilisables

7.2 Détails

Rappel : un bâti est constitué d'un ensemble de sommets qui sont reliés par des arrêtes.

a) Calcul de l'enveloppe convexe

Les sommets des deux bâtis sur lesquels on veut appliquer l'amalgamation forment le nuage de points qu'on doit calculer son enveloppe convexe par l'application de l'algorithme de Graham.

a.1) on crée tout d'abord une table **tpoints[N]** qui contient tous les points de ce nuage.

pseudo code :

```
var
point:points;
i,NbrePoints:entier;
tpoints:table[0..2*NbrePoints-1];
debut
  tan que i < (2*NbrePoints) faire
    debut
      tpoints[i]:=point.x;
      tpoints[i+1]:=point.y;
      point:=point.suivant;
```

```
i:=i+2;  
    fin
```

fin

a.2) les points doivent être triés par leurs coordonnées (selon l'axe des X). Une fois cette étape de faite, on insère les 2 premiers points dans une nouvelle table qui contiendra les points du nuage que l'on appellera **haute[]**. Pourquoi **haute[]** ? Tout simplement parce que l'on va faire 2 boucles, la première pour récupérer tous les points sur la partie haute du nuage de points, puis une seconde pour récupérer les points sur sa partie basse (dans une table que l'on appellera **basse[]**).

Remarque:

Parties haute et basse du nuage de points par rapport à un point quelconque qui se situe à son milieu.

pseudo code:

var

i,j,k: entier;

PointMilieu:points;

haute,basse:table[0..2*nbrePoints-1];

debut

j:=0;

Pour i:=0 à nbrePoints **faire**

 debut {stocker les points en haut dans la table haute et les points
 en bas du point milieu dans la table basse}

Si tpoint[2*i+1]>pointMilieu.y alors {comparer les y des points par le y du
 point milieu}

 haute[2*j]:=tpoint[2*i] ;

 haute[2*j+1]:=tpoint[2*i+1] ;

 j:=j+1;

si non

 basse[2*k]:=tpoint[2*i] ;

 basse[2*k+1]:=tpoint[2*i+1] ;

 k:=k+1;

fin;

fin

a.3) On va ensuite parcourir les points de la partie haute du nuage (la table **haute[]**) et ajouter dans une nouvelle table qui s'appelle **phec[]**(abréviation de partie haute de l'enveloppe

convexe) le point qui se situant à gauche de l'axe créé par les 2 premiers points de la table **haute[]** à condition qu'aucun point ne se situant à gauche de l'axe créé par le premier points et ce dernier point, sinon il va falloir remonter dans la table **haute[]** jusqu'à ce qu'on retrouve le point qui vérifie cette condition.

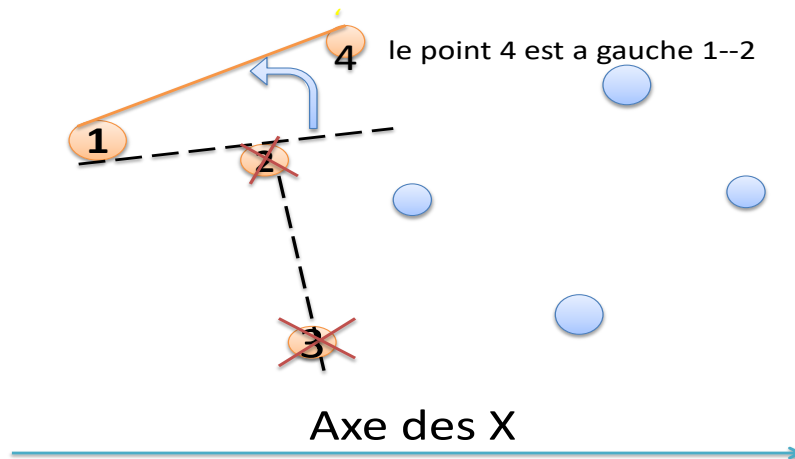


Figure4-9: vérifier si un 3^o point se situe à la gauche d'une droite formée par deux autre points

la formule mathématique vérifiant si un 3^o point se situe à la gauche d'une droite formée par deux autre points:

supposons qu'on a trois points a, b et c et leurs coordonnées respectivement sont:

(a.x,a.y),(b.x,b.y) et (c.x,c.y).

on dit que le point c se situe à gauche de la droite (ab) si :

$$(b.x-a.x)*(c.y-a.y) - (b.y-a.y)*(c.x-a.x) >=0$$

pseudo code:

var i,k:entier;

phc[],haute[]:table[0..nombrePoints];

début

```
phec[0]:=haute[0]; { le 1° point de la table haute logiquement appartient à
                    l'enveloppe convexe }
phec[1]:=haute[1];
i:=0;
k:=2;
tanque (i<nobrePoints) faire
    debut
        si (haute[i+2]-haute[i])*(haute[i+5]-haute[i+1])-(haute[i+3]-
haute[i+1])*(haute[i+4]-haute[i])>=0 alors

            phec[k]:=haute[i+4];// ajouter le point à l'enveloppe convexe
            phec[k+1]:=haute[i+5];
            i:=i+4;//pointer sur ce dernier point et continuer le test
            k:=k+2;//indice du point suivant de l'enveloppe convexe

        si non
```

fin;

à la fin de cette partie , on obtiendra la table **phec[]**.
par la même façon on calcul la table **pbec[]**.
La table finale de l'enveloppe convexe sera donc la fusion des deux tables
phec[] et **pbec[]**. Cette table est nommé partie basse l'enveloppe convexe

b) Amalgamation

dans cette partie on décrit trois possibilités d'amalgamation par remplissage de
l'espace entre les objets

1- Par prolongation des liens internes:

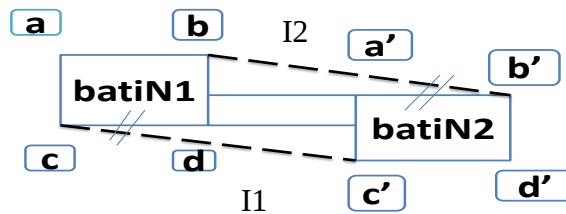


Figure 4-10:amlgamtoin des liens internes

Après la définition de l'enveloppe convexe qui relie les deux bâtis comme il est illustré dans la figure 3-7, on doit déterminer les points qui se situent à l'intérieur de l'enveloppe convexe, ces derniers points vont nous aider à calculer les points d'intersection de la prolongation de l'arrête interne de chaque bâti avec le bâti qui l'oppose.

Dans la figure 3-7, I1 qui représente l'intersection de la droite (a'b') avec l'arrête [bd] du bâti n° 2 et le point I2 qui est le point d'intersection de la droite (bd) avec l'arrête [a'b'] du 1er bâti. Une fois ces points localisés, il ne nous reste que dessiner une région dont les sommets sont les suivants:

- 1er point sera le point qui se situe à l'intérieur de l'enveloppe convexe et qui est l'extrémité de l'arrête interne du 1er bâti (a').
- le 2eme point sera le point d'intersection de la prolongation de l'arrête interne du 1er bâti avec le 2eme bâti (I1).
- le 3eme point sera le point qui se situe à l'intérieur de l'enveloppe convexe et qui est l'extrémité de l'arrête interne du 2eme bâti (b').
- le dernier point sera le point d'intersection de la prolongation de l'arrête interne du 2eme bâti avec le 1er bâti (I2).

-calcul des points d'intersection:

calcul de I1 le point d'intersection du 1er bati avec le 2eme:

supposons que l'équation de la droite (a'b') est de la forme: $A.X+B=Y$, $(a'.x,a'.y)$ et $(b'.x,b'.y)$ sont respectivement les coordonnées de a' et b'

on doit calculer A et B et sachant que a' et b' font partie de la droite en question donc on doit résoudre le système d'équations suivant:

$$\begin{cases} A*a'.x+B=a'.y \\ A*b'.x+B=b'.y \end{cases}$$

ce qui donne: $A=(b'.y-a'.y)/(b'.x-a'.x)$ et $B=a'.y-A*a'.x$

et supposons que l'équation de la droite (bd) est de la forme: $A'.X+B'=Y$, $(b.x,b.y)$ et $(d.x,d.y)$ sont respectivement les coordonnées de b et d

le système d'équations à résoudre est le suivant:

$$\begin{cases} A'*b.x+B'=b.y \\ A'*d.x+B'=d.y \end{cases}$$

on obtiendra le résultat suivant: $A'=(d.y-b.y)/(d.x-b.x)$ et $B'=b.y-A'*b.x$

le point d'intersection I1 est celui dont les coordonnées $(I1.x,I1.y)$ vérifiant ce qui suit:

$$\begin{cases} A*I1.x+B=I1.y \\ A'*I1.x+B'=I1.y \end{cases}$$

la résolution de ce système d'équation dont les inconnus sont les coordonnées du point d'intersection qu'on est en train de chercher donne le résultat suivant:

$$I1.x=(B'-B)/(A-A') \text{ et } I1.y=A*I1.x+B$$

par la meme méthode on calcule I2 ,le point d'intersection de la prolongation de l'arrete interne du 2eme bati avec le 1er bati.

pseudo code :

var

A,B,A1,B1:réel;

obj1,obj2:Bâti;

I1:point

début

{A1x+B1=y l'équation de la droite formée par l'arrête interne de l'obj1}

A1:=(obj1.b.y-obj1.a.y)/(obj1.b.x-obj1.a.x);// calculer A1et B1

B1:= obj1.a.y -A* obj1.a.x;

{ A2x+B2=y l'équation de la droite formée par l'arrête de l'obj2 opposant celle de l'obj1 }

A2:=(obj2.b.y-obj2.a.y)/(obj2.b.x-obj2.a.x);// calculer A2 et B2

B2:= obj2.a.y -A* obj2.a.x;

{calcul des coordonnées du point d'intersection}

I1.x=(B2-B1)/(A1-A2) et I1.y=A1*I1.x+B1

fin

Maintenant et après avoir calculer les points d'intersection , il ne reste que dessiner la région entre les deux bâtis et faire le remplissage de la région par la même couleur que les deux bâtis.

pseudo code:

var

rgn:région;

début

{ l'extrémité de l'arrête interne de l'obj1 ,le point de départ}

rgn.Points.Add(obj1.a.x, obj1.a.y);

{dessin d'une ligne entre le point précédent de l'obj1 et le point d'intersection I1}

rgn.Points.Add(I1.x,I1.y);

{ dessin d'une ligne entre le point d'intersection I1 et l'extrémité de l'arrête interne de l'obj1}

rgn.Points.Add(obj2.a.x, obj2.a.x);

{dessin d'une ligne entre le point précédent de l'obj2 et le point d'intersection I2}

rgn.Points.Add(I2.x,I2.y);

{ retour au point de départ pour fermer la région}

```
rgn.Points.Add(obj1.a.x, obj1.a.y);  
{commencer le dessin de la région}  
rgn.dessiner;  
rgn.style:=obj1.style;  
fin
```

1- Par prolongation des liens externes:

la technique d'amalgamation par prolongation des liens internes diminue l'espace rempli entre les objets par contre la prolongation des liens externes augmente la surface ajoutée qui est un facteur très important dégradant la forme générale des objets initiaux.

principe:

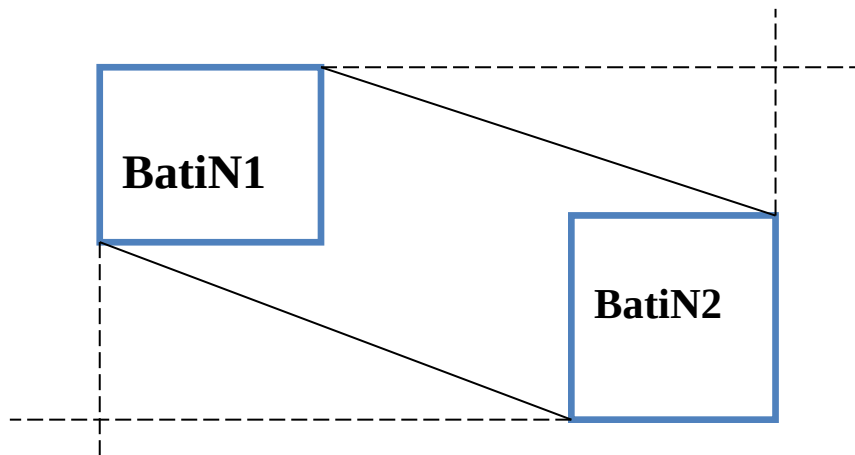


Figure4-11: Amalgamation par prolongation des liens externes

comme il est illustré dans la figure 3.8, on doit prolonger deux liens externes à partir le premier point de la partie haute de l'enveloppe convexe et deux autres liens à partir le dernier point de la partie basse de l'enveloppe convexe jusqu'à ce qu'on assure leurs intersections. Après avoir calculer les deux points d'intersection entre les liens externes, la région à dessiner

et à remplir sera délimitée par le premier point de la partie haute de l'enveloppe convexe , le premier point d'intersection, le dernier point de la partie basse de l'enveloppe convexe et le dernier points d'intersection(quatre sommets en tout).

pseudo code:

var

A,B,A1,B1,xe1,ye1:réel;// xe1,ye1 les coordonnées du point d'intersection

i,jj,pp:entier;

début

{verifier si la 1ere arrête du 1er bati fait partie de l'enveloppe convexe }

si (phec[2]=haute[2]) and (phec[3]=haute[3]) **alors**

{calcul de $Ax+B=y$ de l'arrête à prolonger }

A:=(phec[3]-phec[1])/(phec[2]-phec[0]);

B:=phec[1]-A*phec[0];

i:=Nbreponts;

tan que pbec[i]=1000 faire

{ les case vide de la table doivent avoir une grande valeur , 1000 pour les éliminer du test }

i:=i-1;

jj:=i-1;// dernier point pbec

i:=15;

tan que phec[i]=1000 do

i:=i-1;

pp:=i-1;//dernier point phec

A1:=(phec[pp]-pbec[jj])/(phec[pp+1]-pbec[jj+1]);

B1:=phec[pp+1]-A1*phec[pp];// droite vertical dernier point phec et pbec

si A1<>A **alors**

xe1:=(B-B1)/(A1-A);

ye1:=A*xe1+B;

si non

xe1:=phec[pp];

ye1:=A*xe1+B;

pline1.Points.Add(phec[0],phec[1]);

pline1.Points.Add(xe1,ye1);

pline1.Points.Add(phec[pp],phec[pp+1]);

pline1.Dessiner;

si non

{le cas ou le 2eme point est à l'intérieur de l'enveloppe convexe}

i:=15;

tanque pbec[i]=1000 faire

i:=i-1;

jj:=i-1;// dernier point pbec

i:=nombrepoints;

tanque phec[i]=1000 faire

i:=i-1;

pp:=i-1;//dernier point phec

$A:=(phec[pp+1]-phec[pp-1])/(phec[pp]-phec[pp-2]);$

$B:=phec[pp+1]-A*phec[pp];$

si pbec[0]<>phec[0] **alors**

$A1:=(pbec[1]-phec[1])/(pbec[0]-phec[0]);$

$B1:=pbec[1]-A1*pbec[0];$

$xe1:=(B-B1)/(A1-A);$

ye1:=A*xe1+B;

si non

xe1:=phec[0];

ye1:=phec[pp+1];

fin;

pline1.Points.Add(phec[0],phec[1]);

```
pline1.Points.Add(xe1,ye1);
pline1.Points.Add(phec[pp],phec[pp+1]);
pline1.Dessiner;
fin;
```

Calcul du point d'intersection des liens externes de la partie basse de l'enveloppe convexe:

pseudo code:

var

A,B,A1,B1,xe2,ye2:réel;{ *xe2,ye2 les coordonnées du 2eme point d'intersection*}

i,jj,pp:entier;

début

i:=nbrepoints;

while pbec[i]=1000 do

 i:=i-1;

jj:=i-1;// dernier point pbec

si (pbec[2]=basse[2])et(pbec[3]=basse[3]) **alors**

 A:=(pbec[3]-pbec[1])/(pbec[2]-pbec[0]);

 B:=pbec[1]-A*pbec[0];

i:=nbrepoints;

 tq pbec[i]=1000 faire

 i:=i-1;

 jj:=i-1;// dernier point pbec

 i:=nbrepoints;

 tq phec[i]=1000 faire

 i:=i-1;

 pp:=i-1;//dernier point phec

```
A1:=(phec[pp]-pbec[jj])/(phec[pp+1]-pbec[jj+1]);
B1:=phec[pp+1]-A1*phec[pp];// droite vertical dernier point phec et pbec
si(A1-A)<>0 alors
  xe2:=(B-B1)/(A1-A);
  ye2:=A*xe1+B;
sinon
  Xe2:=pbec[jj];
  ye2:=A*xe1+B;
sinon
  A:=(pbec[jj+1]-pbec[jj-1])/(pbec[jj]-pbec[jj-2]);
  B:=pbec[jj+1]-A*pbec[jj];
si phec[0]<>pbec[0]alors
  A1:=(phec[1]-pbec[1])/(phec[0]-pbec[0]);
  B1:=phec[1]-A1*phec[0];// droite vertical dernier point phec et pbec
sinon
  xe2:=pbec[0];
  ye2:=A*xe2+B;
fin;
si A1<>A alors
  debut
  xe2:=(B-B1)/(A1-A);
  ye2:=A*xe2+B;
  fin
sinon
  debut
  xe2:=pbec[0];
  ye2:=A*xe2+B;
  fin;
fin;
```

fin;

dessin et remplissage de la région finale:

pseudo code:

var rgn;région

début

{point de départ 1er point de la partie haute enveloppe convexe}

rgn. Points.Add(phec[0],phec[1]);

rgn..Points.Add(xe1,ye1);// 1er point d'intersection

{dernier point de la partie basse de l'enveloppe convexe}

rgn.Points.Add(pbec[jj],pbec[jj+1]);

rgn.Points.Add(xe2,ye2); 2eme point d'intersection

{retour au point de départ pour fermer la région}

rgn. Points.Add(phec[0],phec[1]);

rgn.style:=obj1.style;

fin

8. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'algorithme de généralisation que nous avons choisi d'étudier, nous avons détaillé ses différentes étapes et nous avons utilisé des expressions mathématiques pour l'implanter . Dans le chapitre suivant nous testerons l'algorithme sur des échantillons de données puis nous le comparons avec un autre algorithme.

1. Introduction

Dans le présent chapitre nous allons présenter la généralisation cartographique avec les différents opérateurs qui la composent et ses différentes méthodes d'implémentation. La généralisation cartographique qui est le processus de synthèse d'information est communément considérée comme l'une des tâches les plus complexes même par les cartographes les plus expérimentés. Une conclusion terminera ce chapitre.

2. La généralisation cartographique

Selon le grand dictionnaire des terminologies, la généralisation veut dire « Action de simplifier les éléments cartographiques et leur représentation, en fonction d'un besoin particulier et selon des règles précises. »[Ham, 08].

L'ACI (l'Association de Cartographie Internationale) a défini la généralisation comme : La sélection et la représentation simplifiée de détails en fonction de l'échelle et des objectifs de la carte [Rua, 99].

La généralisation est définie par la CFC (Comité Français de Cartographie) comme étant : « Adaptation des données qualitatives et quantitatives, par allègement du nombre des détails et simplification caractérisée des formes des tracés, en vue de l'établissement d'une carte répondant à des conditions déterminées. »

La généralisation est aussi le processus qui consiste à dériver un ensemble de données géographiques à partir de données sources par application de transformations spatiales et sémantiques. L'objectif est de réduire l'échelle de la carte ou la résolution de la base de données finale [Pla, 96].

Avant l'apparition des bases de données numériques, la généralisation cartographique désignait la création d'une carte à une échelle donnée à partir d'une autre carte à une échelle plus grande. Comme on le voit dans la Figure 3-1, cette généralisation cartographique est beaucoup plus qu'une simple réduction photographique de l'image de la carte.

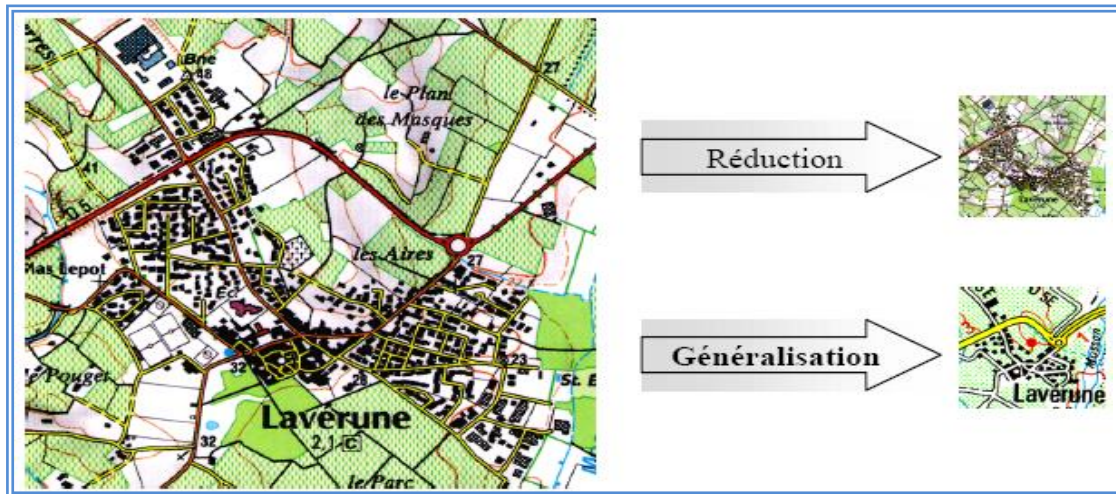


Figure 3-1 : Réduction et Généralisation de cartes du 1:25.000 au 1:100:000[Mus, 01].

Désormais, la généralisation désigne aussi la création d'une carte à partir de données numériques contenant un surplus d'information par rapport aux besoins ou par rapport à la symbolisation choisie (Figure3-2). Autrement dit, la généralisation désigne le passage d'une base de données géographique BDG à une base de données cartographique BDC.

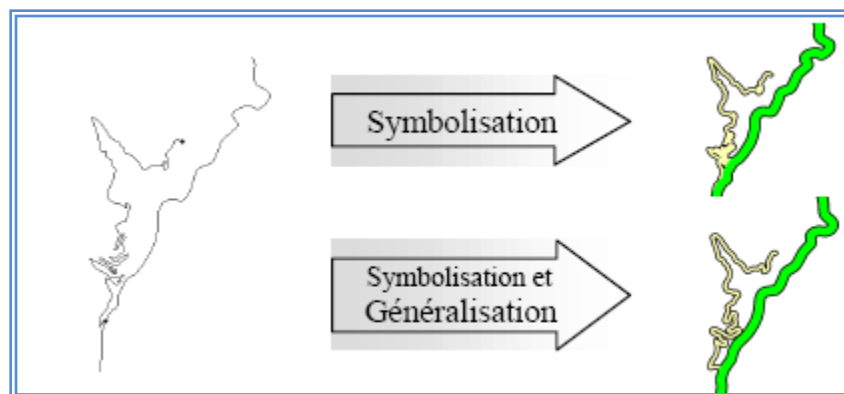


Figure 3-2: Passage d'une BDG trop détaillée à une BDC routière, avec et sans généralisation [Mus, 01].

2.1 Les opérateurs de généralisation cartographiques

La généralisation est une opération complexe qui peut être décomposée en plusieurs petites opérations appelées opérateurs de généralisation, il existe plusieurs classifications de ces opérateurs [Ham, 08], voici celle qu'on a trouvé la plus complète et la plus élaborée :

Grandes familles d'opérateurs	Sous-familles d'opérateurs	Actions effectuées pour réaliser l'opération
Simplifier <i>éliminer de l'information</i>	Généralisation de modèle <i>rendre les objets similaires</i>	Reclassification thématique Fusion Squelettiser / Couvrir
	Sélection / Élimination <i>diminuer le nombre d'objets</i>	Suppression d'objets
	Lissage / Filtrage <i>atténuer ou éliminer les parties d'un objet</i>	Déformation d'objet Suppression de parties d'un objet
Caricaturer Exagérer (appuyer) des caractères	Amplification <i>exagérer la forme et la taille</i>	Dilatation Déformation
	Structuration <i>exagérer la structure</i>	Sélection, fusion, translation Typification, schématisation
	Agrégation <i>exagérer la forme de l'ensemble</i>	Fusion Amalgamation
	Déplacement <i>exagérer les distances</i>	Translation / Décalage Déformation / Érosion
	Différenciation <i>exagérer les différences</i>	Dilatation Élimination
	Amélioration de la géométrie <i>exagérer la nature de l'objet</i>	Lissage Fractalisation Équarrissage
Harmoniser fusion, etc. gommer des différences	Équilibrage <i>atténuer les différences</i>	Lissage, élimination, Harmoniser fusion, etc.
	Rééquilibrage <i>corriger les différences réelles</i>	Lissage, élimination, fusion, etc.

Tableau 3-3: Les différents opérateurs de généralisation [Mus, 01].

2.1.1 Les opérateurs de Simplification

Tout ne peut pas être représenté sur une carte. Il faut donc réduire la densité d'information, simplifier l'espace en fonction du but de la carte. Pour cela il faut éliminer les informations "secondaires" et conserver les informations importantes. Cette notion d'importance d'une information est primordiale en cartographie. L'importance peut dépendre à la fois de la taille des objets (une petite maison est moins importante qu'une

grande), de leur forme (une maison rectangulaire est moins particulière et donc moins importante qu'une maison circulaire), de leur fonction (une gare a une fonction plus importante qu'un hangar) et surtout de leur contexte (une maison isolée est plus importante qu'une des maisons d'un lotissement). Les différentes façons de simplifier sont illustrées sur la Figure 3- 4 suivante et décrites d'après [Mus, 01].

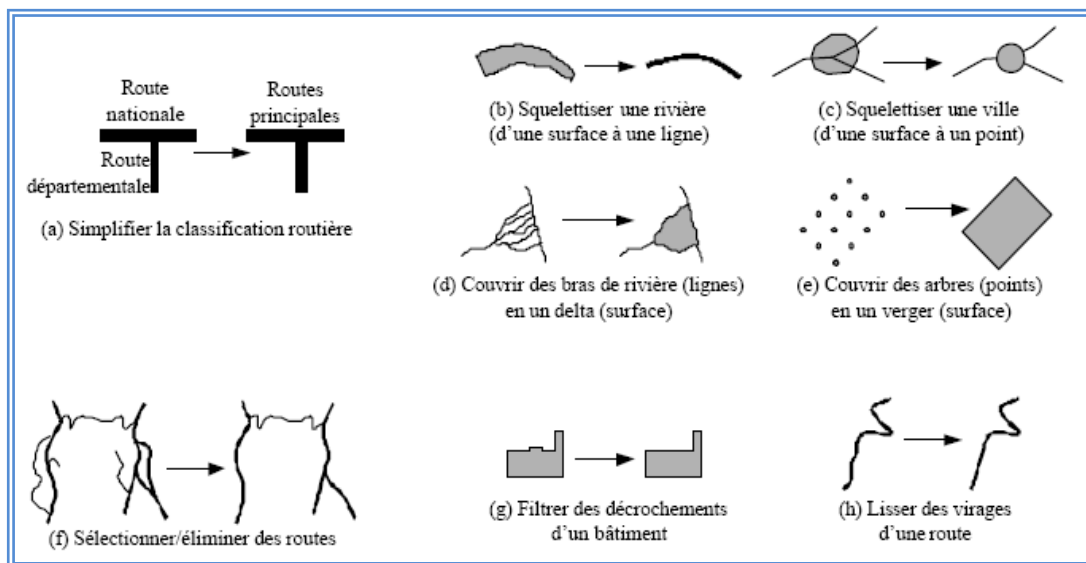


Figure 3-4 : Les opérateurs de simplification [Mus, 01].

2.1.2 Les opérateurs de caricature

Simplifier n'est pas suffisant pour généraliser, il faut aussi caricaturer, c'est à dire accentuer certains caractères des objets considérés au détriment d'autres caractères [Mus, 01]. Les opérateurs de caricature consistent à exagérer l'objet en entier ou l'un de ses aspects pour le rendre plus visible ce qui fausse les valeurs réelles. Les différentes manières de caricaturer sont illustrées sur la Figure 3-5 suivante :

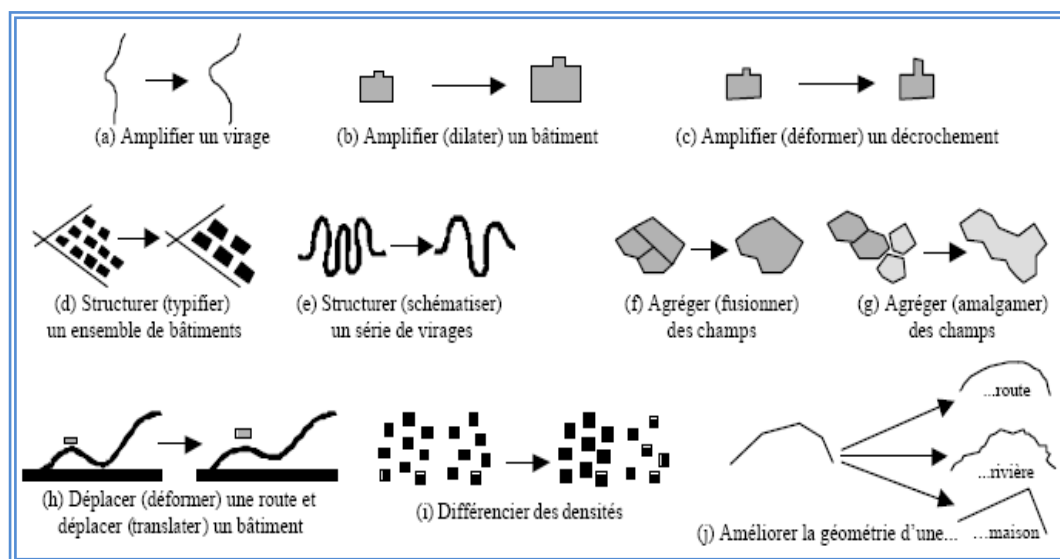


Figure 3-5 : Les opérateurs de caricature [Mus, 01].

2.1.3 Les opérateurs d'harmonisation

L'harmonisation, c'est à dire l'élimination des différences entre plusieurs objets, peut tout d'abord être vue comme un objectif guidant les opérations de simplification ou de caricature. Deux raisons peuvent pousser à harmoniser : gommer les différences peu ou pas perceptibles entre plusieurs objets vis à vis de certains caractères (on peut alors parler d'équilibrage), ou corriger les écarts entre les caractères des objets qui auraient été involontairement accentués par les opérations de lissage ou de caricature (on peut parler alors de rééquilibrage) (figure3-6). L'harmonisation est parfois utilisée

parallèlement à l'opération de caricature des différences, car harmoniser les caractères de certains objets permet de faire ressortir les exceptions d'un groupe [Mus, 01].

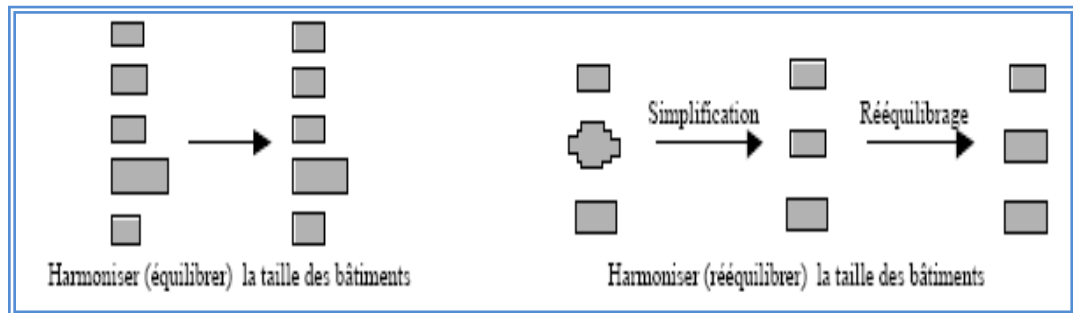


Figure 3-6 : Les opérateurs d’harmonisation [Mus, 01].

3. Les types de généralisation [Ham, 08]

Il existe trois types de généralisations différentes, complémentaires et consécutives dans le monde géospatial, la généralisation d’objets, la généralisation conceptuelle et la généralisation cartographique.

3.1La généralisation d’objets

Elle se produit lors du passage du monde réel vers la base de données informatique, car le monde est constitué d’une infinité d’informations mais lorsqu’on réalise une étude, on choisit un certain nombre d’informations à représenter, celles qui nous intéressent et on fait abstraction du reste.

3.2La généralisation conceptuelle

Cette généralisation permet de réduire ou de simplifier le contenu d’une base de données, sur un niveau temporel pour créer une autre base de données uni époque ou sur un niveau spatial pour créer une base de données avec moins d’objets ou avec des objets moins détaillés ou encore sur un niveau sémantique pour créer une base de données uni utilisateur.

3.3 La généralisation cartographique

Elle consiste à dériver un ensemble de données à partir d'un autre. Cette généralisation prend principalement en compte l'aspect visuel des données, elle est appliquée lorsqu'on veut passer d'une grande échelle de la carte vers une échelle plus petite. Lors de ce passage l'espace où se trouvent les données est réduit, la carte devient encombrée, illisible et des conflits entre les objets peuvent se produire : superposition, imperceptibilité, empâtement, etc.

4. Les méthodes de généralisation [Ham, 08]

La généralisation est un processus difficile, à l'heure actuelle un long chemin a été parcouru et beaucoup de travaux ont été réalisés dans ce domaine et tous peuvent être regroupés dans les trois techniques suivantes : la généralisation automatique, la multi représentation et la méthode combinée.

4.1 La généralisation automatique

D'habitude la généralisation est réalisée par un cartographe s'aidant d'outils de dessin (compas, crayons de couleurs, logiciels de confection de carte etc.), le résultat dépend de son savoir faire et de son sens artistique. Une généralisation diffère alors d'un cartographe à un autre ce qui rend son automatisation difficile car il devient laborieux d'établir des règles strictes, celles qui ont été rassemblées à ce jour sont insuffisantes pour une implémentation dans un système informatique.

Les points faibles de la généralisation automatique peuvent être résumés dans les trois points suivants

- La généralisation automatique reste encore très difficile à réaliser.
- Les algorithmes actuels sont insuffisants et les résultats produits par les processus ne sont pas assez satisfaisants.
- Le temps de réponse est long.

Il existe une autre méthode de généralisation qui ne souffre pas des problèmes cités ci dessus et dont les principes sont totalement différents c'est la multi représentation.

4.2 La multi représentation

Dans cette méthode, on réalise au préalable toutes les généralisations dont a besoin le système par des cartographes ou par un système automatique ensuite on les stocke dans une base de données. On aura alors emmagasiner dans une même base de données plusieurs représentations pour un même objet à travers lesquelles on pourra simplement naviguer (afficher les unes après les autres par ordre d'échelle).

Les grands problèmes de la multi représentation résident dans le fait qu'elle engendre

- Des bases de données trop volumineuses

- Des risques d'incohérence dus à la présence de plusieurs représentations pour un objet.

- Une difficulté de mise à jour.

4.3 La méthode combinée

Il existe trop peu de travaux sur la généralisation combinée contrairement aux deux méthodes précédentes mais les problèmes engendrés par ces deux dernières utilisées séparément poussent vers le développement de cette nouvelle méthode qui conjugue la rapidité de réponse qu'offre la multi représentation et l'économie d'espace mémoire qu'offre la généralisation automatique, deux manières de procéder ont été proposées dans cette voie.

4.3.1 La dérivation à partir de base de données multi échelles

Cette méthode consiste à créer une base de données comportant un certain nombre d'échelles pivots qui seront utilisées pour généraliser les autres échelles automatiquement à la demande de l'utilisateur c'est-à-dire que lorsqu'un utilisateur demande une échelle 1 :15 000 par exemple et qu'elle n'existe pas parmi les échelles stockées, elle sera généralisée à partir de l'échelle 1 :10 000 existant.

3.3.2 Les objets auto généralisants (SGO)

Les SGO (Self-Generalizing Object) sont le résultat de l'intégration des patrons géométriques et des algorithmes de généralisation, ils sont associés aux objets géographiques et sont capables de s'auto généraliser en utilisant à la fois des patrons géométriques, des algorithmes de généralisation et des contraintes d'intégrité spatiales, ils sont basés sur la technologie multi agents. C'est une approche dont les premiers résultats sont déjà très prometteurs.

5.Conclusion

La généralisation cartographie prend principalement en compte l'aspect visuel des données, elle est appliquée lorsqu'on veut passer d'une grande échelle de la carte vers une échelle plus petite. Lors de ce passage l'espace où se trouvent les données est réduit, la carte devient encombrée, illisible et des conflits entre les objets peuvent se produire : superposition, imperceptibilité, empâtement, etc. Cette généralisation tend à corriger ces défauts quitte à fausser la réalité tel qu'agrandir un objet pour le rendre visible mais sa taille n'est plus celle qu'il a dans la réalité.

Il n'existe pas encore de solution de généralisation automatique satisfaisante ni en terme de résultat ni en terme de temps de réponse qui est de l'ordre de quelque mois.

Le chapitre suivant porte sur notre algorithme choisi et parle aussi de la plateforme de généralisation PÉGASE (Plateforme pour l'Etude de la Généralisation Axée Spatial, *Extensible*).

1.Conclusion générale

La généralisation cartographique est un processus complexe. Pour faciliter son implémentation elle a été décomposée en différents opérateurs, Parmi cela on retrouve l'opérateur d'amalgamation. C'est sur ce dernier que nous avons travaillé.

A travers ce modeste travail, Nous avons étudié, implémenter et valider l'algorithme d'amalgamation par remplissage d'espace pour les cas où la position des objets ne doit pas être modifiée.

On a effectué l'opération en comblant l'espace qui relie les deux bâtiments mais le problème posé est que cette opération d'amalgamation ajoute de la surface bâtie ce qui déforme la plus part des fois la vue initiale des objets.

Nous avons utilisé une méthode basée sur l'enveloppe convexe. Pour agréger deux objets sans les déplacer, il faut définir une enveloppe. Mieux elle colle aux objets initiaux, mieux leurs formes initiales sont conservées.

Pour calculer l'enveloppe convexe, nous avons choisi d'appliquer l'algorithme de Graham pour la construction de l'enveloppe convexe d'un ensemble de points du plan(les points des deux bâtis) pour sa rapidité et l'efficacité de ses résultats.

L'inconvénient de l'enveloppe convexe est qu'elle ajoute des arêtes (pour relier les deux objets) qui n'ont aucune ressemblance avec les autres et sachant que les bâtis sont caractérisés par leurs contours, angles droits, murs parallèles..etc et puisque l'utilisation de l'enveloppe convexe crée presque systématiquement une forme qui n'a plus ses caractéristiques, Nous avons donc utilisé une méthode pour remplacer ces arêtes de jonctions par d'autres issues cette fois-ci du prolongement d'arêtes déjà existantes dans les contours initiaux (arrêtes internes) et plus les bâtis sont plus proches plus le résultat est bon

Nous avons testé l'algorithme sur des échantillons de données et comparer avec l'algorithme d'agrégation utilisé par le système ArcGis. nous avons vu que cette méthode ne fournit des résultats que sur les objets de forme assez simple. Dès que les bâtiments sont concaves au niveau des jonctions de l'enveloppe convexe, les prolongement d'arêtes donnent lieu à des incohérences topologiques ou à des formes très éloignées des formes originales. Dans ces deux types de cas, le contrôle du résultat invalide les solutions proposées.

Enfin, les perspectives dans ce domaines sont multiples et de nombreuses recherches sont faites et en cours, pour enrichir le domaine de la cartographie en général et la généralisation en particulier par la recherche d'algorithmes plus efficaces sur les objets de la carte géographique.

Chapitre5:conclusion générale

La Plateforme a toujours besoin de plus d'algorithmes de généralisation de bâti, de routier et d'hydro. Mais la sortie d'une première version avec les algorithmes actuels est possible et peut être utile.

Algorithme de généralisation : Suite d'instructions informatiques qui permettent de réaliser une opération de généralisation.

Base de données cartographique (BDC) : Base de données où sont représentés (et localisés) les objets graphiques d'une carte (des points, des lignes, des surfaces, du texte) avec leur symbolisation (couleur, largeur...). Une BDC est une base de données prête à afficher ou imprimer de manière lisible à une certaine échelle.

Base de données géographique (BDG) : Base de données où sont représentés (et localisés) des objets géographiques (maisons, rivières...). Elle est plus détaillée que celle de cartographique.

Carte (map) : Représentation graphique d'une région à l'aide de formes illustrant des objets et des symboles, destinées à décrire la nature de ces objets, et organisées selon leur position géographique.

Carte T-O : Le monde est dit "rond" d'après la rondeur d'un cercle, parce que le monde est tel une roue, en effet, l'Océan qui l'entoure de toutes parts le délimite par un cercle. Il est divisé en trois parties, d'une part l'Asie, en second l'Europe et en troisième l'Afrique. Sur la carte TO, les trois continents connus (Europe, Asie, Afrique) étaient placés de part et d'autre de barres verticale et horizontale, formant un T renversé. Le T était entouré d'un O, d'où le nom de *carte TO*.

Géométrie (en SIG) : Dans une base de données géographique, partie de l'information stockée sur les objets géographiques relative à leur position et à leur forme, à opposer à sémantique. Cette géométrie est en général représentée sous forme vecteur ou raster.

Latitude (nord ou sud) est la distance en degrés qui sépare un parallèle de l'Equateur.

Longitude (Ouest-est) est la distance mesurée en degrés qui sépare un méridien, du méridien de Greenwich.

Méridiens : Les méridiens sont des demi-cercles qui joignent les deux pôles. Ils découpent le globe en 24 quartiers comme ceux d'une orange.

[Reg,19]: These_Regnauld_1998 Généralisation du bâti :Structure spatiale de type graphe et représentation cartographique

- **[Age, 00]:** DAA AGER. « Introduction aux SIG : systèmes d'informations géographiques » ; Institut national agronomique, article PDF de cours, PARIS-GRIGNON, France, Octobre 2000.
- **[Duc, 04]:** Duchêne C. « Généralisation cartographique par agents communicants : Le modèle CARTACOM », Thèse de Doctorat à l'université Pierre et Marie Curie (Paris VI), France, 2004.
- **[Gou, 08]:** [Gouvernement du Québec 2008](http://www.quebecgeographique.gouv.qc.ca/index.asp). « Québec géographique »
<http://www.quebecgeographique.gouv.qc.ca/index.asp>.
- **[Ham, 08]:** Nardjes HAMINI. « Résolution des conflits cartographiques dans un entrepôt de données spatiales par un nouveau système de généralisation basé sur une approche combinée ». Thèse de magister à l'ESI, Oued-Smar Alger, Algérie, 2007/2008.
- **[Luc,Mar, 00]:** Luc Cambrézy , Marc Souris « Environnement et cartographie des camps de réfugiés au Kenya une application de la vidéographie aérienne » , Bulletin n° 166 du Comité français de cartographie, Paris, 2000
- **[Man, 06]:** Imad MANAA. « Diffusion cartographique sur le Web ». Thèse de magistère à l'ESI, Oued-Smar Alger, Algérie, 2005/2006.
- **[Mus, 01]:** Mustière S. « Apprentissage Supervisé pour la généralisation cartographique » Thèse de Doctorat de l'université Pierre et Marie Curie (Paris VI), 2001.
- **[Rua, 99]:** Ruas Anne. « Modèles de Généralisation de Données Géographiques à Base de Contraintes et d'Autonomie ». Thèse de Doctorat 323 p, Université de Marne-la-Vallée, France, 1999.
- **[OQLF, 04]:** OQLF (2004). Le grand dictionnaire terminologique. Office Québécois de la Langue Française : [http : //www.granddictionnaire.ca](http://www.granddictionnaire.ca).

- **[Cia, 04]** : Ciao GmbH . «Mapx -Licence : Description du produit par le fabricant»
http://www.ciao.fr/MapX_Licence__495972.
- **[Boh,10]** : BOHO. « Delphi first approche : Informatique : Programmation»
<http://www.doc-etudiant.fr>.
- **[Pas, 05]** : Pascal Barbier «MAP INFO V7.0 FONCTIONNALITÉS DE BASE»
ÉCOLE NATIONALE DES SCIENCES GEOGRAPHIQUES, <http://www.ensg.ign.fr>
IGN 2005.
- **[Pla, 96]** : Plazanet C. « Enrichissement des bases de données géographiques : analyse de la géométrie des objets linéaires pour la généralisation cartographique (application au routes)». Thèse de doctorat à l'université de Marne-la-Vallée, France, 1996.