



STAGE COGIT 2016-2017



Prototypage de cartes tactiles pour malvoyants à partir de données
géographiques

Réalisé par : Ben Rhaiem Mohamed Amine

Responsable(s) : Touya Guillaume & Cristophe Sidonie

Soutenu le 20 février 2017



Remerciements

J'adresse mes premiers remerciements à mes deux encadrants **Guillaume Touya** et **Sidonie Cristophe** qui m'ont accepté dans ce stage et m'ont assisté tout au long de son déroulement. Leurs écoutes et leurs conseils étaient d'une grande aide. Je remercie toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé dans la rédaction de ce rapport. Je remercie l'ensemble des membres du COGIT pour leurs amitiés.

Je remercie ma femme et mon enfant pour leur soutien continue et leur compréhension.

Table des matières

Introduction	5
1. Etat de l'art	6
1.1 Introduction	6
1.2 Production automatique des cartes tactiles.....	6
1.2.1 TMACS (Tactile Map Automated Creation System).....	6
1.2.2 Blind Friendly Maps: Tactile Maps for the Blind as a part of the Public Map Portal (Mapy.cz)	6
1.2.3 Les cartes tactiles interactives	7
1.2.4 TMAP (Tactile Map Automated Production)	8
2. La carte tactile	9
2.1 Définition	9
2.2 Avantages	9
2.3 Conception	10
2.3.1 Spécification.....	10
3. Conception de la carte	14
3.1 Introduction	14
3.2 Situer l'utilisateur.....	14
3.2.1 Codage de l'information.....	14
3.2.2 Comportement de l'utilisateur via la carte tactile	14
3.3 Concevoir la carte.....	14
3.3.1 Sélection de la zone d'étude.....	15
3.3.2 Recherche des données.....	15
3.3.3 Sélection des données.....	15
3.3.4 Argumentation des choix	17
4. Généralisation sur Geoxgene	27
4.1 Introduction	27
4.2 Généralisation de données géographiques	27
4.3 Opérations de généralisation	27
4.4 La plate-forme de développement GeOxygene	29
4.4.1 Introduction	29
4.4.2 Généralisation sur la plate-forme GeOxygene	29
4.4.3 Génération des textures sur la plate-forme.....	32

Conclusion	34
Table des figures	
ANNEXE : DIAGRAMME DE GANT	35
Bibliographie	

INTRODUCTION

CONTEXTE

Selon les statistiques de la DRESS (Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques), on a atteint un chiffre de 1.7 million malvoyants dans la France métropolitaine dont 61 000 personnes aveugles. Ainsi pour aider les aveugles à comprendre l'espace qui les entoure et y accéder ; deux grandes approches ont été élaborées : la première implique le développement des stratégies de mobilité et orientation (O & M) par des instructeurs spécialistes ; la deuxième est le développement des aides à la perception allant de la simple canne vers les dispositifs électroniques sophistiqués d'orientation. Dans ce cadre se sont développées les cartes tactiles.

Les cartes tactiles ne sont pas faciles à obtenir et cela à cause des dépenses coûteuses de la production, le nombre réduit des producteurs et la demande qui n'est pas assez grande pour ouvrir une chaîne de production massive.

Ainsi, dans le cadre d'une collaboration récente entre l'équipe de recherche LIMOS de l'Université de Clermont-Ferrand, et l'équipe COGIT de l'IGN, nous cherchons à automatiser la construction de telles cartes tactiles à partir d'une base de données géographiques. Afin de tester un premier prototype, des étudiants à Clermont-Ferrand sont chargés de l'impression 3D à partir d'une carte, et nous cherchons de notre côté à construire une telle carte à partir de données géographiques.

Objectifs de stage

Dans ce stage, on cherche à réaliser un premier prototype de carte tactile pour aveugle à partir des données géographiques, qu'on peut imprimer ultérieurement avec une imprimante 3D. On va essayer dans une première étape de définir les spécifications de la carte ainsi de la légende. Puis on va appliquer des règles de simplification manuellement pour produire des nouvelles données qui vont construire notre modèle. Dans une deuxième étape, on va utiliser les mêmes données géographiques et essayer de les cartographier par généralisation et stylisation sur la plateforme SIG de recherche du COGIT, GeOxygene afin de converger vers la carte produite manuellement.

1. ETAT DE L'ART

1.1 Introduction

« Quand on voit un dessin ou une carte visuellement, on commence par avoir une compréhension globale de l'espace, puis on se penche sur les détails. Quand on lit avec les doigts, on commence par les détails, et on ne sait pas toujours à quoi ils correspondent. Il faut les mettre bout à bout pour réussir à avoir une image d'ensemble. » *Chris Downey*

Les cartes tactiles ont été toujours reconnues par les experts du monde haptique comme des outils essentiels dans l'éducation des enfants malvoyants et aveugles pour les exercices de mobilité, et une aide efficace pour se déplacer dans les zones urbaines. Dans le cadre de notre étude qui vise de construire des cartes tactiles à partir des données géographiques, on va énumérer les exemples les plus connus des cartes tactiles utilisant des données géographiques.

1.2 Production automatique des cartes tactiles

1.2.1 TMACS (Tactile Map Automated Creation System)

Le TMACS est un projet finalisé au Japon en 2014 par des chercheurs de l'université Nagata. Ce projet utilise les données OSM (Open Street Map). En effet, on commence par télécharger les fichiers en xml des données OSM, ces fichiers sont ensuite convertis en tables de données en utilisant osm2pgsql puis traités afin d'être imprimés par une machine d'embossage tactile.

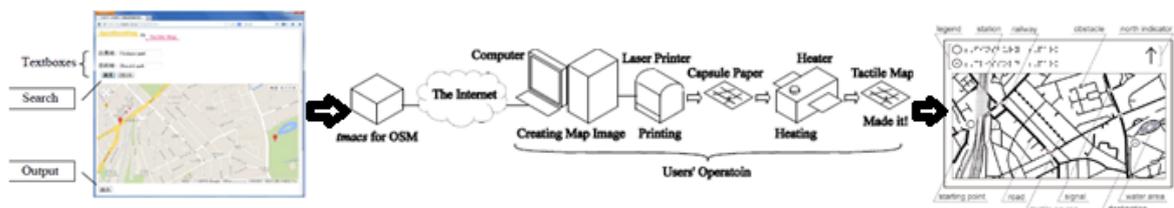


Figure 1.1- Le modèle TMACS

1.2.2 Blind Friendly Maps: Tactile Maps for the Blind as a part of the Public Map Portal (Mapy.cz)

Le portail Mapy.cz est un projet de partenariat entre le centre ELSA de la république Tchèque, le centre Teiresias de l'université Masaryk et l'entreprise Seznam.cz.



Figure 1.2 – Le modèle de Mapy.cz

1.2.3 Les cartes tactiles interactives

1.2.3.1 Introduction

Suite à les limitations des cartes tactiles non interactives qui se résument principalement dans les points suivants :

- La difficulté d'intégrer une quantité d'informations spatiales importantes dans les cartes tactiles usuelles.
- Avoir une échelle fixe, n'offre pas une possibilité de zoom qui permet de mettre en valeur une zone définie.
- L'écriture de Braille occupe une place importante ce qui empêche de placer des informations supplémentaires sur les objets (nom complet, ajouter des objets...).
- Un nombre réduit des utilisateurs connaissent le langage Braille.
- L'alternance entre la lecture de la carte et la lecture des légendes entraîne des interruptions et augmente la charge cognitive nécessaire à la compréhension.

Plusieurs recherches ont été faites afin de rendre ces cartes tactiles accessibles et faire intervenir des dispositifs d'interaction. Parmi ces recherches, il y a celles qui rendent les informations géographiques tangibles à l'aide des interactions audio-tactiles.

Cette technologie suit le processus suivant :

1. Imprimer une carte géographique en relief (obtenir une carte tactile).
2. Superposer la carte imprimée sur un écran multi-touchers.
3. Brancher l'écran à un ordinateur pour connaître le déplacement des mains de l'utilisateur pendant l'exploration manuelle de la carte.
4. Donner des informations sonores cohérentes relatives à la position des mains de l'utilisateur sur l'écran.

1.2.4 TMAP (Tactile Map Automated Production)

Un exemple de carte tactile interactive audio est Le TMAP qui est un projet initié en 2003 par la société américaine Smith-Kettlewell. Le responsable du projet est le Dr. Joshua A. Miele qui avait l'objectif de développer le premier prototype de carte tactile utilisant les outils du web, une base de données géographiques et qui peut être produit automatiquement.

Les ressources mobilisées par le TMAP sont :

- TIGER LINE DATA : Une base de données géographique (Etats-Unis)
- COMPILED MATLAB : Un logiciel utilisé pour le géocodage et la génération des cartes.
- PHP /HTML : Une interface web pour les utilisateurs.
- VOICE XML : Une interface téléphonique pour les utilisateurs
- MYSQL : Un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR)



Figure 1.3 – Le modèle simplifié du TMAP

2. LA CARTE TACTILE

2.1 Définition

- **La mobilité** : un processus physique de déplacement qui fait intervenir des compétences à maîtriser pour pouvoir se déplacer avec sécurité d'un point à un autre.
- **L'orientation** : Une compétence que l'on acquiert par un contact direct avec l'environnement, elle implique la connaissance de l'emplacement des objets et comment ils sont connectés dans l'espace.

Le cerveau humain interprète les informations graphiques issues d'une carte différemment d'autres informations graphiques et cela suite à la présence des données géographiques et les relations spatiales qui existent entre ces données. Mais la lecture d'une carte est une tâche complexe car l'utilisateur d'une carte doit interpréter la signification des symboles graphiques utilisée pour coder les données géographiques réelles et puis comprendre la distribution spatiale de ces symboles. Ainsi, le devoir du cartographe est de comprendre la donnée qui cherche à représenter et trouver la méthode appropriée pour la cartographier. Dans le cas des utilisateurs malvoyants et aveugles, le cartographe a besoin d'une connaissance supplémentaire pour pouvoir réaliser sa carte ; c'est comprendre comment ces utilisateurs perçoivent les données spatiales.

La carte tactile n'est pas un produit récent, elle remonte au 18ème siècle. Cette carte fait partie de la catégorie des cartes fonctionnelles. La différence entre ces cartes et les cartes géographique c'est qu'elles sont principalement utilisées pour l'orientation et la mobilité et ne supportent pas des thématiques variées.

2.2 Avantages

- La carte tactile aide l'utilisateur à surmonter son image ambiguë de l'espace qui l'entoure (Gibson al, 1965 ; Bentzen (1980) et permet à l'utilisateur d'établir des relations topologiques (intersection, proximité ...) pour éviter des obstacles éventuelles rencontrées.
- Une carte tactile est une concrétisation de l'image mentale que l'utilisateur illustre dans son esprit de son espace (James, 1982).
- L'utilisateur trouve la plus grande difficulté à concevoir les relations spatiales entre les entités (Revez, 1950) , la carte tactile permet de faciliter l'organisation séquentielle de ses relations dans son esprit.

2.3 Conception

Dans la conception d'une carte tactile, on doit déterminer tout d'abord le type de l'information qu'on doit intégrer et deuxièmement comment cette information va être illustrée sans que son implémentation soit illisible et incompréhensible par l'utilisateur.

Ces considérations dépendent à la fois de l'objectif de la carte et les aptitudes de l'utilisateur. L'information doit être restreinte, seulement les informations qui sont absolument nécessaires doivent figurer sur la carte. (Armstrong, 1973 ; Gill, 1974 ; Bentzen, 1980 ; Prieser & Bercht, 1981 ; Horsfall & Cox, 1984).

La perception tactile est extrêmement lente en la comparant avec la vision (Castner, 1983) d'où un excès d'information (des informations outre que la tâche principale pour laquelle la carte est dédiée) va assombrir les relations spatiales qui caractérisent la carte originale. Ainsi pour les cartes de mobilité les informations doivent être sélectionnées sur la base d'une exploration du terrain (Wiedel and Groves, 1969). Ensuite, inclure seulement les données utilisées pour l'orientation dans la carte.

Mais cela ne paraît pas toujours vrai car dans une étude faite à l'université de Massachussets, des étudiants aveugles ont cherché plus d'informations dans la carte tactile faite pour explorer le campus universitaire ; ce qui reflète la complexité de ce champs scientifique.

2.3.1 Spécification

L'objet géographique et les relations spatiales entre les objets sont parmi les choses les plus importantes pour que le cartographe puisse communiquer son message.

Hway-Hwa (1978) a montré que les surfaces hétérogènes aident beaucoup à percevoir et comprendre l'objet.

Bentzen et Morris (1980) proposent d'élargir la distance entre les objets pour pouvoir être mieux distingués.

Quand on conçoit une carte tactile on doit mettre ces points en amont :

- Chaque point, ligne ou texture doit fournir une information vitale.
- L'information doit être restreinte : les informations vitales et la relation entre les objets peuvent être perdues s'il y a présence d'informations inutiles.
- On cherche à supprimer des objets, différencier entre l'essentiel et l'important et tracer parfois des lignes pour exagérer la présentation des objets (Tshirner, 1984).
- Le plus facile pour les aveugles et les malvoyants est de sentir le relief ainsi l'utilisation des textures rigides et rugueuses permet de différencier les objets.

- *Symboles et objets ponctuels* : Le choix des symboles est basé sur deux facteurs :

La discrimination : une reconnaissance simple et distincte une fois touché.

Le discernement : comment le design va aider à l'utilisateur à s'en rappeler.

- Les symboles ponctuels spécifient le lieu des objets, ils sont symboliques et n'indiquent pas la taille ou la forme des objets réels.
- La distance entre les symboles ne doit pas être inférieure à 3mm (la distance approximative entre deux points dans une cellule de braille).
- L'espacement entre les symboles doit être plus grand pour les cartes tactiles que pour les cartes normales. (les symboles différents vont engendrer la confusion s'ils sont placés très proches les uns des autres)
- L'habillage des symboles ne doit pas ressembler à la texture utilisée pour les surfaces.
- Le cercle, le triangle équilatéral et le carré sont les symboles les plus utilisés pour représenter les objets ponctuels.
- Laisser de l'espace blanc autour des symboles permet de mieux les différencier.

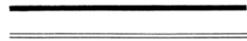
■ Lignes :

- Une ligne et une double ligne de même épaisseur engendrent la confusion.
- Une ligne doit avoir être distante de 2.3 à 3 mm au minimum par rapport à un autre symbole.
- Les lignes séparées par moins de 6 mm sont considérées comme une seule ligne.
- Pour qu'une ligne soit reconnue tant que ligne, elle doit avoir une longueur minimale de 12.7mm.
- L'espacement entre les points doit être entre 6 mm et 9mm pour ne pas confondre la ligne pointillée avec une ligne continue.
- Les lignes qui ne sont pas situées dans le même espace ou zone doivent avoir des représentations différentes pour être perçues différemment.
- La discrimination en largeur entre deux lignes A et B doit être approximativement 25% au minimum (i.e. largeur(B)=1,25 largeur(A)) (Berla and Murr, 1975)
- Il faut se méfier de trouver une ligne simple et une ligne double qui la coupe car les lignes doubles avec intersection inhibent l'extraction rapide de l'information (plus d'espace et recherche de relations topologiques) au moins qu'on une structure complexe à représenter (Amendola, 1976).
- Si une ligne secondaire va couper une ligne principale, on peut l'arrêter et laisser une marge (espace blanc) pour permettre de suivre des lignes avec le doigt. (Shiff, 1982)

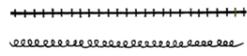
Les combinaisons à éviter pour une des lignes de représentations différentes:

(Nolan & Morris, 1963)

Une ligne continue et une ligne double de même épaisseur



Une ligne barrée et une ligne spirale



Des lignes en pointillées utilisant des motifs différents

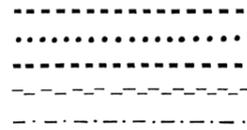


Figure 2.1 – Les combinaisons de lignes défavorables à la perception

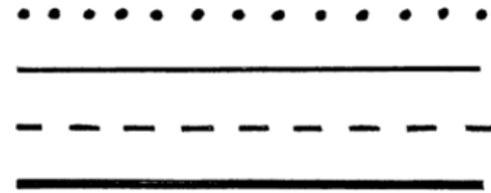
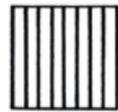


Figure 2.2 – les combinaisons de lignes favorables à la perception

■ Les surfaces :

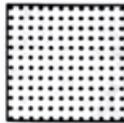
- La distance minimale entre deux objets surfacique doit être de 13mm.
- Sans texture, l'utilisateur trouve des problèmes pour tracer la bordure et les limites d'une surface.
- Les zones larges en noir sont à éviter.
- Plus la texture est rugueuse plus elle attire l'utilisateur à la mémoriser.



Des lignes verticales continues
Espacées de 2,4 mm



Des lignes continues inclinées de 45°
d'épaisseur 1,6 mm distantes de 3mm



Une matrice de points d'épaisseur 1mm
Espacés de 1,6mm

Figure 2.3 – la combinaison harmonieuse des objets surfaciques

- Echelle : Les études faites par (Wiedel & Groves 1969) ont montré qu'une échelle fixe est moins efficace qu'une échelle tordue, ainsi une variation d'échelle tout au long de la carte est appréciée. Dans le même contexte, (James, 1972) a montré qu'agrandir des objets par rapport aux autres et les translater ont donné des meilleurs résultats pour la perception.

3. CONCEPTION DE LA CARTE

3.1 Introduction

Le plan adopté pour réaliser la carte tactile est basé sur les étapes suivantes :

3.2 Situer l'utilisateur

On cherche à répondre aux questions suivantes :

1. Comment l'information est codée dans la mémoire de l'utilisateur?
2. Comment l'utilisateur se comporte en explorant un espace via une carte tactile?

3.2.1 Codage de l'information

- ❑ Les aveugles trouvent une difficulté dans la construction d'une image réelle et correcte de leurs entourages en se basant seulement sur leurs perceptions (la touche, l'ouïe...) (Etude de Madrid, 1985).
- ❑ Les informations acquises via la perception utilisée ne sont pas immédiates, l'aveugle les construit dans son esprit via un scanning séquentiel de la carte, en formant des références et graduellement établissant une image globale de l'espace. (Etude de Sheffield, 1995).

3.2.2 Comportement de l'utilisateur via la carte tactile

L'attention cherchée pour un aveugle est gagnée à partir de la touche des textures, des élévations, la rugosité des surfaces, et les largeurs.

3.3 Concevoir la carte

Cette étape peut être divisée selon la démarche suivante :

1. Sélectionner la zone d'étude.
2. Chercher les données.
3. Sélectionner les données utiles adaptées à notre besoin et notre zone d'étude.
4. Choisir les représentations tactiles correspondant aux variables visuelles.
5. Généraliser (Simplifier, déplacer, agrandir...)
6. Placer les étiquettes et les toponymes

7. Déterminer le gabarit de la carte, échelle, titre, légende

3.3.1 Sélection de la zone d'étude

Notre carte qui va être conçue doit remplir les conditions suivantes :

Utilisateur : Les aveugles

Usage : la mobilité (c'est une carte d'itinéraire)

Zone d'étude : St-Mandé

Itinéraire : l'une des sorties du métro Mandé vers l'IGN (besoin formulé par l'IGN)

Malgré sa courte durée (à pieds 15 mn), cet itinéraire paraît complexe à cause de la présence des croisements (qui peut atteindre 8) et le grand trafic tout au long du trajet ce qui engendre une véritable confusion dans l'esprit de l'aveugle.

Echelle : On va travailler à grande échelle 1 : 2 000



Figure 3.1- L'itinéraire à cartographier de la sortie du métro Mandé vers l'IGN

3.3.2 Recherche des données

Les données utilisées sont issues de la base de données BD TOPO de l'IGN et on a utilisé la BD ORTHO pour ajouter d'autres données spatiales.

3.3.3 Sélection des données

3.3.3.1 Les objets ponctuels

- Point de départ (sortie métro-mandé)
- Point d'arrivé (IGN)

- Les points de transports (Entrée Métro Mandé)
- Les croisements (on s'intéresse à tous les croisements tout au long de l'itinéraire)

3.3.3.2 Les objets linéaires

- Les tronçons de route (avenue, rue, allée)
- La voie ferrée

3.3.3.3 Les objets surfaciques

- Les bâtiments longeant l'itinéraire
- La végétation : les arbres longeant l'itinéraire
- Les passages de piétons

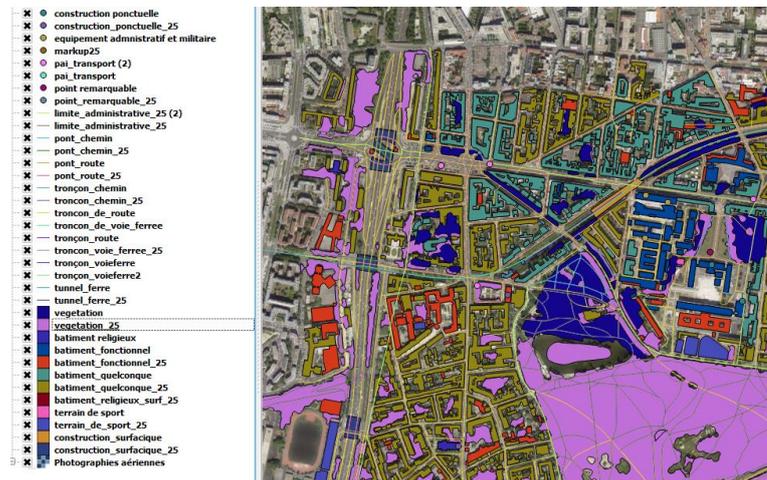


Figure 3.2- Données géographiques (BD TOPO) relatives à St-Mandé



Figure 3.3- Données sélectionnées et ajoutées adaptées au besoin

3.3.4 Argumentation des choix

3.3.4.1 Objectifs à atteindre

■ Eviter de semer la confusion dans l'esprit de l'utilisateur

- On a varié l'échelle tout au long du trajet autour de la valeur moyenne 1 : 2000 ce qui permet de mettre en valeur des zones ou des objets jugés pertinents.
- A une échelle fixe on a rencontré les problèmes suivants :
 - L'incapacité de placer les toponymes en langage Braille (la description a une importance capitale pour l'utilisateur) tout en respectant la contrainte de la discrimination tactile ou acuité tactile (une cellule braille est de (4mm x 6mm) or pour distinguer entre deux objets distincts il faut une distance de 2,3-3mm.
 - L'incapacité d'ajouter les passages de piétons jugés importants pour la sécurité et le déplacement.

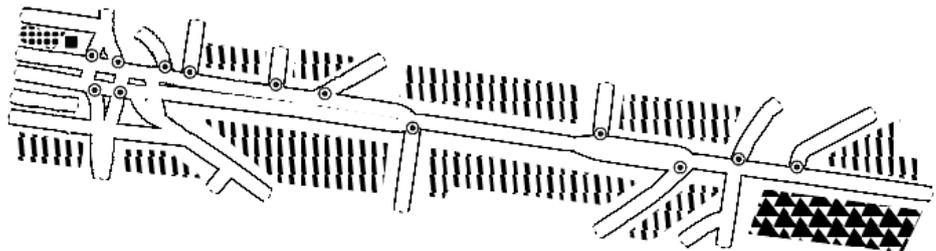


Figure 3.4 – Premier essai de modélisation à une échelle fixe de 1 : 2000

■ Guider l'utilisateur tout au long du trajet par la création des références séquentielles

**Solutions :*

- Adopter le block system méthodologie ou la localisation par blocs qu'on utilise principalement aux Etats-Unis.
- Ajouter les croisements comme objets ponctuels ce qui permet de faire la Transition entre deux tronçons deux routes et indiquer la présence des zones de trafic et les panneaux de signalisation (les aveugles sont équipé d'un dispositif électronique qui signale la présence des feux)
- La répartition quasi uniforme des noms de rues dans le sens d'écoulement de trajet.
- Le Sens de lecture classique des toponymes est respectée (de gauche à droite et du haut vers le bas).

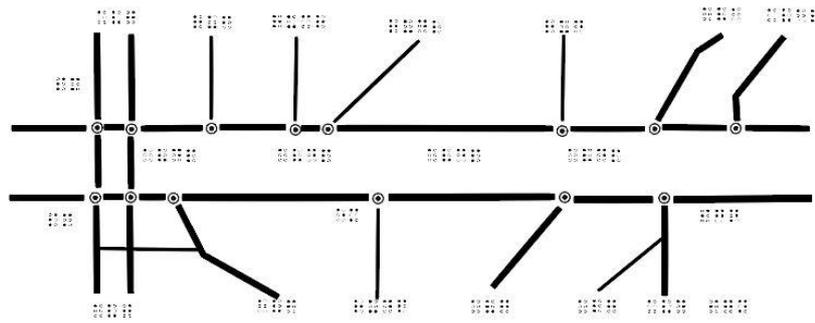


Figure 3.5 – Le modèle du système par bloc illustré par la séparation en croisements

Assurer la sécurité de l'utilisateur

Solution :

- Énumération exhaustive des passages piétons.
- Donner à l'utilisateur la possibilité de switcher entre des éventuels itinéraires.

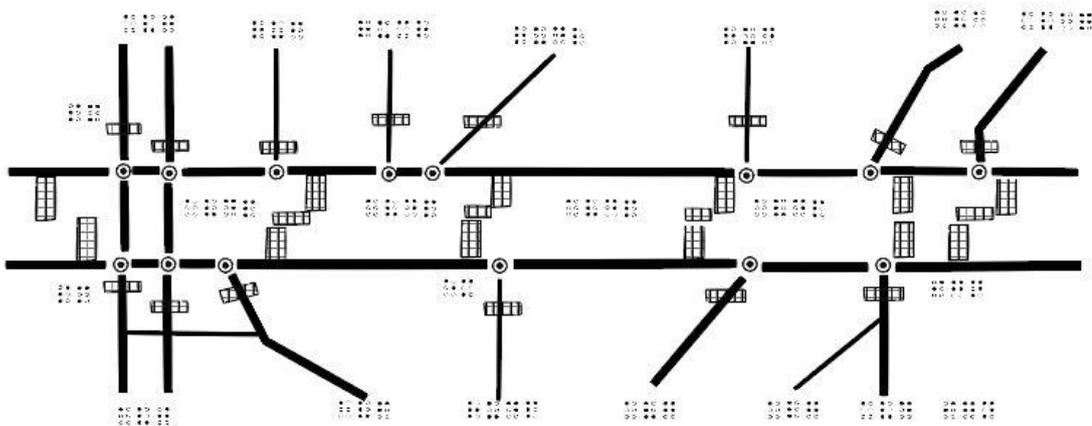


Figure 3.6 – La distribution des passages piétons tout au long de l'itinéraire

3.3.4.2 Variables visuelles

Les variables ponctuelles

- **Sélection**
 - Les deux sorites de métro Mandé (les points de départs).
 - L'entrée du métro mandé (un obstacle jouant le rôle d'une référence).

- Les croisements ajoutés (ce qui permet de concrétiser des relations topologiques ou spatiales entre les routes et les bâtiments (intersection + proximité).

- **Schématisation**

- Utilisation des symboles (carreaux, triangle équilatéral, cercle)
- Respect de la contrainte de discernement (Nolan & Morris, 1979)

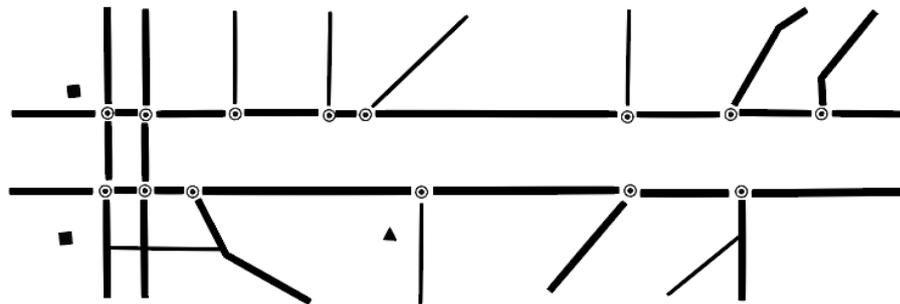


Figure 3.7- Simplification des objets ponctuels

Les variables linéaires

- **Sélection**

- On va s'intéresser qu'aux routes en contact direct avec l'itinéraire tout au long de l'avenue de Paris.

- **Schématisation**

- Changer la forme de l'avenue Joffre.
- Augmenter la largeur et la longueur de l'avenue de Paris.
- Ne pas prendre en considération les courbures de routes.
- Présenter deux types de routes :

*Importante : avenue

*Secondaire : Rue et Allée

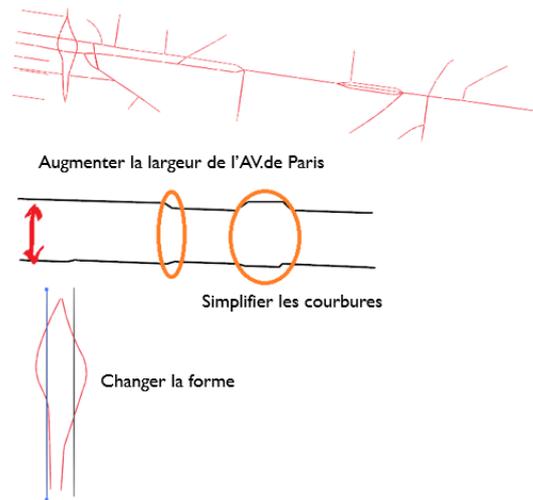


Figure 3.8 – Simplification des objets linéaires

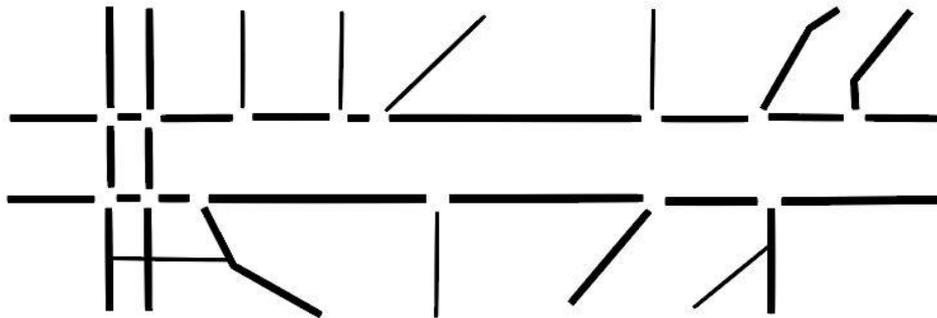


Figure 3.9 – Les objets linéaires après simplification

Les variables surfaciques

▪ Sélection

- *Bâtiments* : On va s'intéresser qu'aux bâtiments qui longent l'avenue de Paris.
- *Zones vertes* (arbres) : On va s'intéresser qu'aux zones qui longent l'avenue de Paris.
- *IGN* : C'est le point d'arrivée.

- *Passage piétons* : On a ajouté cette variable visuelle pour assurer la sécurité du déplacement de l'utilisateur. On a choisi de la représenter en surface avec grossissement pour la distinguer par le piéton afin de se rassurer et de bien s'orienter.

- **Schématisation**

- Joindre et unir les bâtiments d'habitation et les bâtiments fonctionnels ciblés (les données originales issues de la BD TOPO).
- Simplifier les bordures pour avoir des formes régulières.
- Adapter cette forme avec les contraintes de discrimination tactile en l'intégrant dans l'ensemble de la carte.
- Utiliser les textures conseillées et qui peuvent faire des combinaisons vérifiant la contrainte de de discernement.
- Idem pour les végétations et l'objet IGN

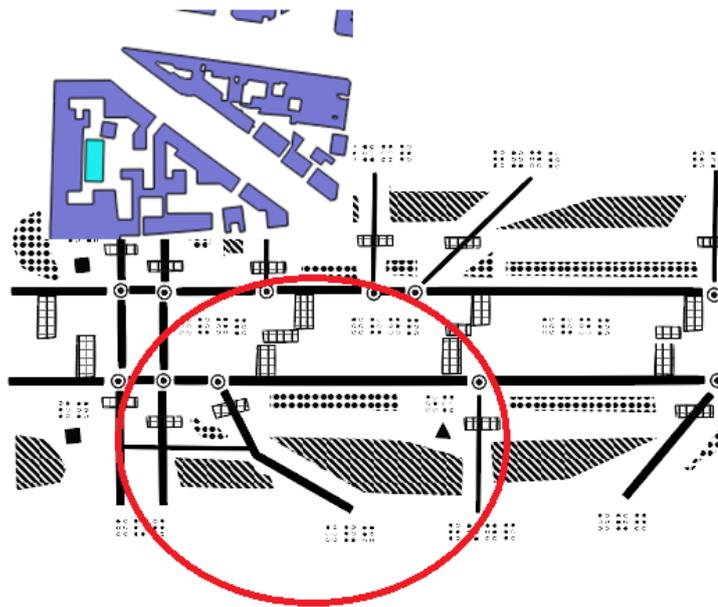


Figure 3.10 – Simplification des objets surfaciques

3.3.4.3 La légende

La légende s'est faite par une colonne de symbole et une colonne des étiquettes. La taille de symbole, de ligne ou de surface est exactement le même sur la carte, les lignes doivent être au minimum 1.3 cm

de longueur et même plus long .De même, pour les textures ils doivent être dans un carreau 1.3cm x 1.3 cm au minimum. La légende peut être présentée dans une feuille séparée selon les dimensions de la carte mais on a opté à la représenter sur la même feuille.

	6mm x 6mm : Sortie de métro
	6mm x 6mm : Entrée de métro
	5mm x 5mm : Croisement (ajouté)
	30mm x 3mm : Avenue
	30mm x 3mm : Rue/Allée
	30mm x 3mm ; (intervalle : 3mm) : Voie ferrée
	3mm x 3mm (intervalle : 3mm) : Passage piéton
	3mm x 3mm (intervalle : 2mm) : Bâtiment
	7mm x 6mm (intervalle : 3mm) : IGN
	3mm x 3mm (intervalle : 2mm) : Arbre

Figure 3.11 – La légende

3.3.4.4 Toponyme

Comme l'écriture Braille occupe un grand espace sur la carte, on a opté d'utiliser les abréviations en trois ou quatre lettres (ex : Avenue = AV, Avenue de Joffre = AV J...). Mais, la description est un facteur capital pour l'aveugle pour reconstituer l'information sémantique, pour cela on a ajouté un fichier auxiliaire contenant tous les noms complets des objets géographiques.

3.3.4.5 Prototype

■ Carte

On a utilisé un modèle où la légende est contenue dans la carte mais on a ajouté un fichier auxiliaire pour plus de description pour l'utilisateur. Ainsi les composants de notre carte sont les suivants :

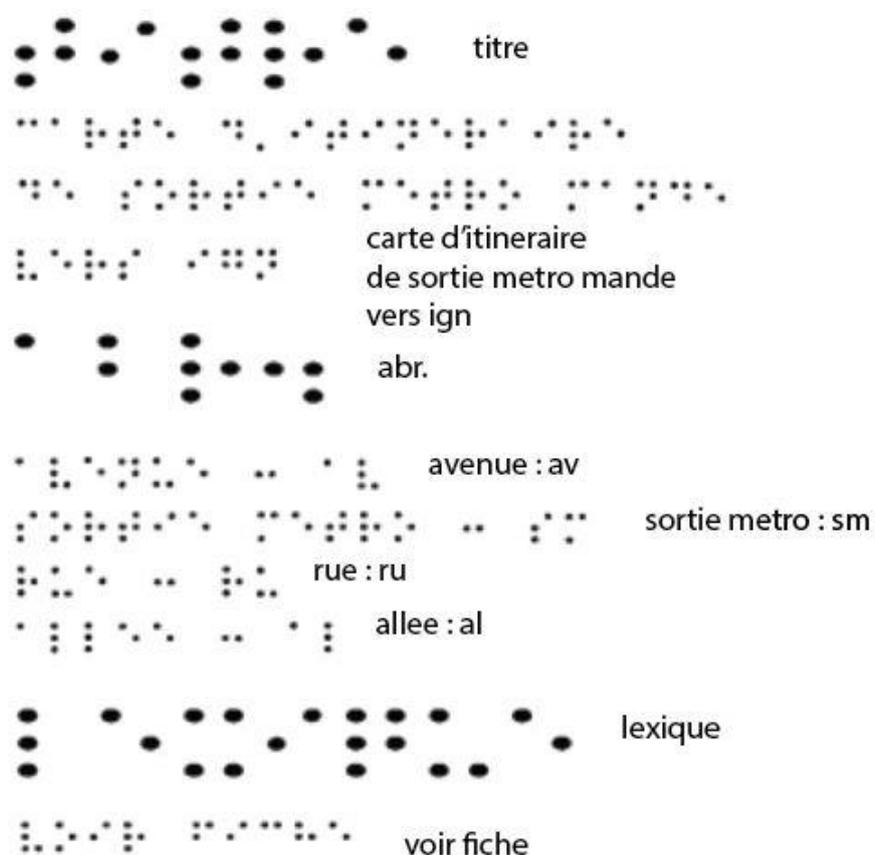


Figure 3.12- Titre et abréviation

● ● ● ● ● ● ●
● ● ● ● ●
fiche

· · · · · · · · · ·	avp : avenue de paris
· · · · · · · · · ·	avj : avenue joffre
· · · · · · · · · ·	ruf : rue fays
· · · · · · · · · ·	rucb : rue celine robert
· · · · · · · · · ·	rudl : rue des laitieres
· · · · · · · · · ·	rud : rue dohis
· · · · · · · · · ·	ava : avenue aubert
· · · · · · · · · ·	avaq : avenue antoine quinson
· · · · · · · · · ·	avp : avenue pasteur
· · · · · · · · · ·	alp : allée platanes
· · · · · · · · · ·	avg : avenue gambetta
· · · · · · · · · ·	rudp : rue du parc
· · · · · · · · · ·	avf : avenue foch

Figure 3.15 - Lexique

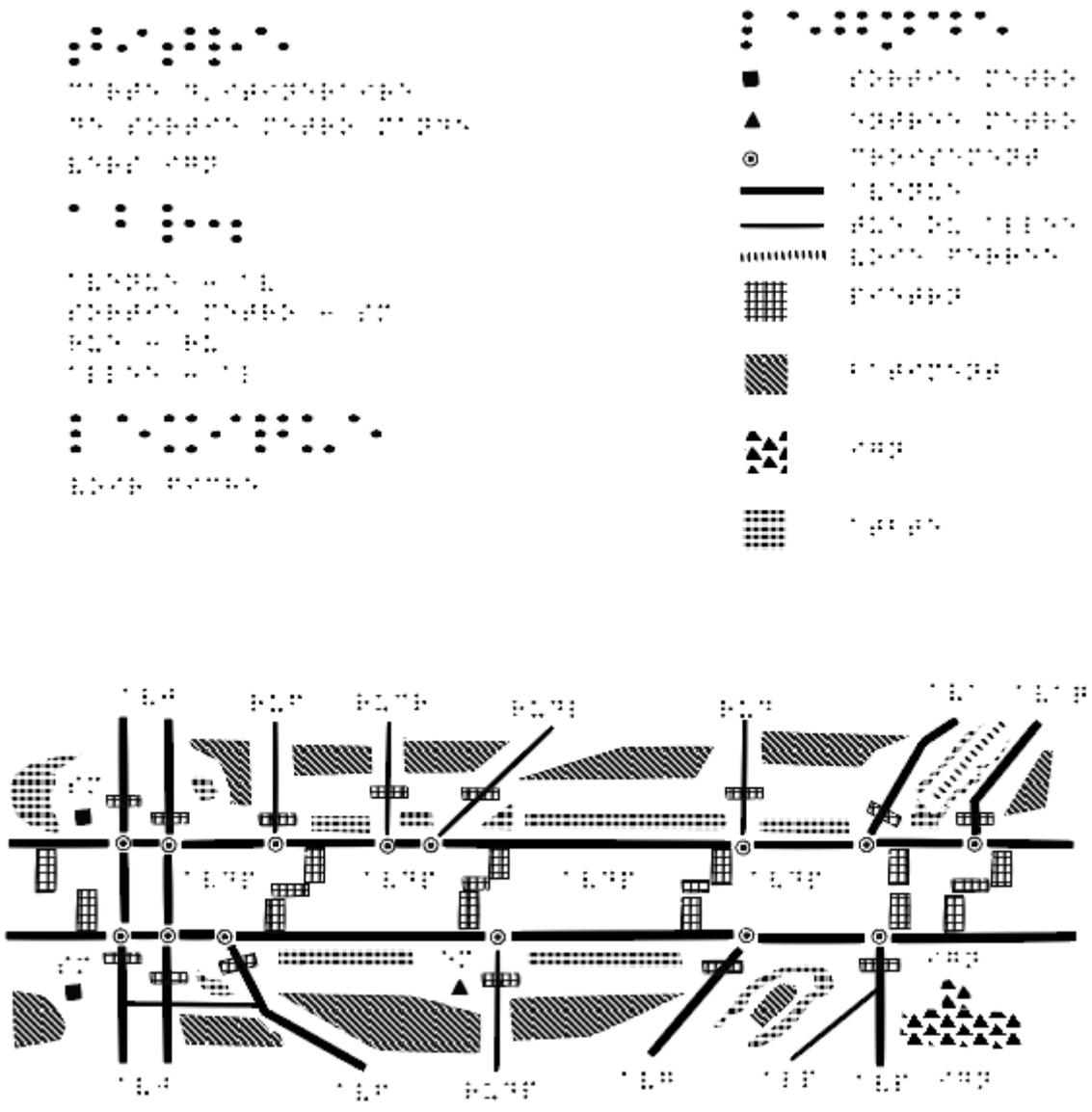


Figure 3.16 – Version finale de la carte d'itinéraire

4. GENERALISATION SUR GEOXGENE

4.1 Introduction

Dans cette partie, nous allons chercher à appliquer des opérations de généralisation sur les données géographiques sélectionnées et générer des textures pour obtenir une carte répondant aux spécifications.

4.2 Généralisation des données géographiques

La généralisation est un processus de simplification de données, pour les adapter à une nouvelle échelle caractéristique. C'est un processus de diminution de niveau de détail. La généralisation peut être comparée au résumé de texte (Ruas, 2004).

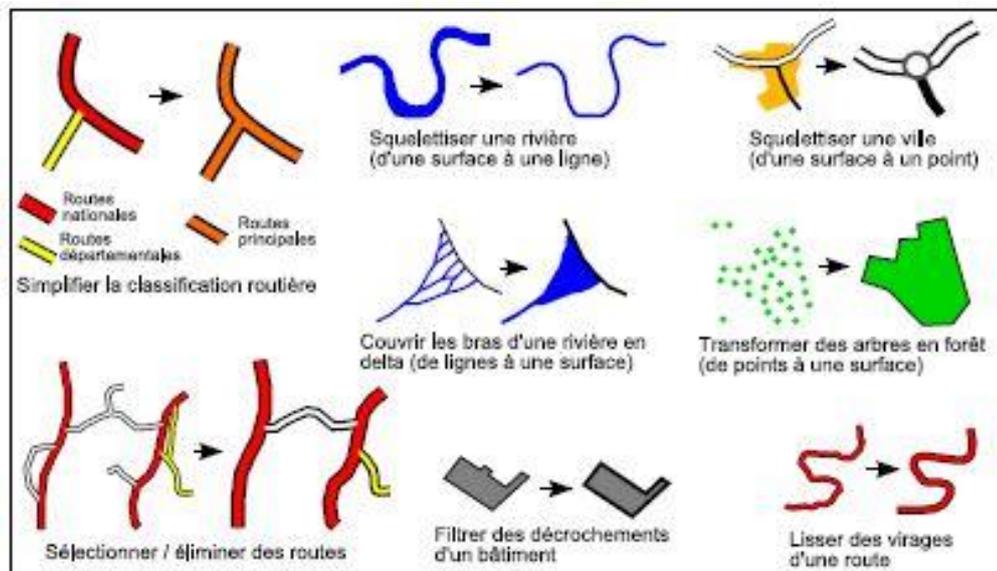
Le niveau de détail est diminué quand on applique la généralisation sur une base de données géographique, cette diminution de niveau de détail couvre :

- Le niveau sémantique : Des opérations de généralisation sont appliquées sur le schéma de la base de données.
- Le niveau géométrique : Des opérations de généralisation sont appliquées sur les géométries des objets afin de simplifier leurs formes. Ce sont ces opérations qui nous intéressent dans ce chapitre.

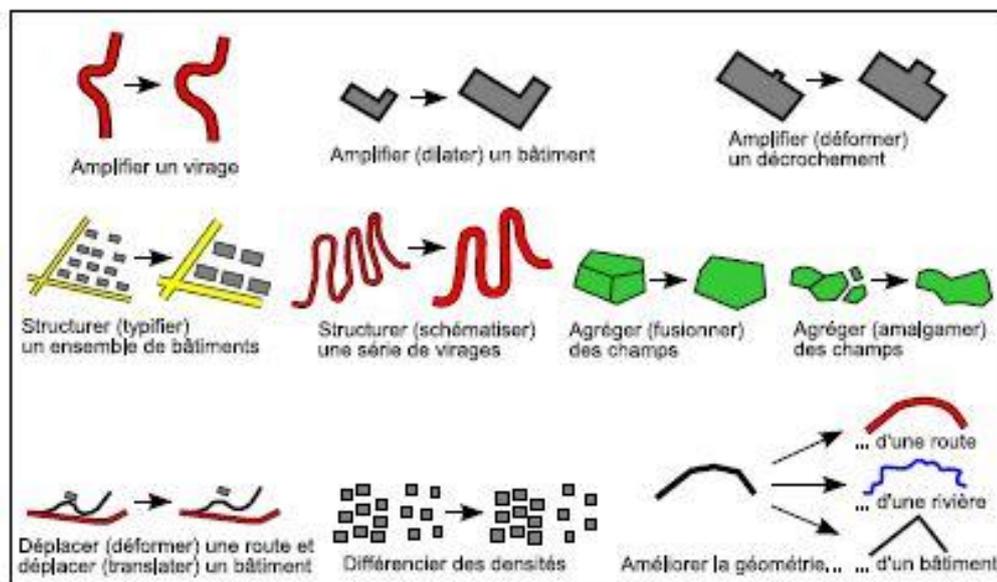
4.3 Opérations de généralisation

Il existe de nombreuses Opérations de généralisation qu'on peut classer selon trois grandes familles (Mustière, 2001) :

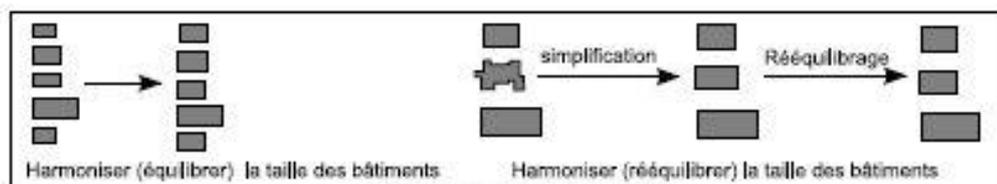
1. Les opérations de simplification : Elles permettent de réduire la quantité d'information et éliminer l'information jugée peu importantes.
2. Les opérations de caricature : Elles permettent de mettre en valeur l'information jugée importante.
3. Les opérations d'harmonisation : Elles permettent d'éliminer la différence entre les objets.



a. Opérations de simplification



b. Opérations de caricature



c. Opérations d'harmonisation

Figure 4.1- Exemples d'opérations de généralisation (Mustière, 2001)

4.4 La plate-forme de développement GeOxygene

4.4.1 Introduction

GeOxygene est une plate- forme ouverte de développement SIG, compatible avec les spécifications édictées par l'Open Geospatial Consortium (OGC) et l'ISO. GeOxygene est basée sur le langage Java et les technologies open source. Elle met à disposition des utilisateurs un modèle de données objet et extensible pour assurer la modélisation des objets géographiques, de la géométrie, de la topologie et des métadonnées.

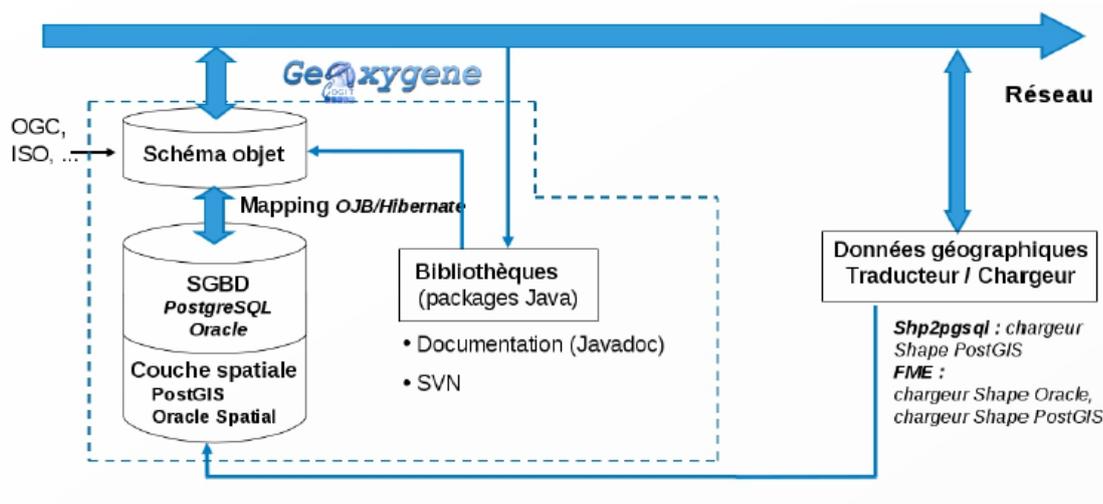


Figure 4.2- Architecture de la plate-forme GeOxygene

4.4.2 Généralisation sur la plate-forme GeOxygene

Parmi les questions capitales qu'on pose lorsqu'on aborde le concept de généralisation sont :

- Où généraliser : Quels sont les objets, les parties d'objet ou groupes d'objet à généraliser ?
- Comment généraliser : Quels sont les traitements ou les algorithmes à appliquer ?

4.4.2.1 Où généraliser ?

On va sélectionner les objets géographiques en utilisant les mêmes critères utilisés dans la partie d'édition (les mêmes données géographiques).



Figure 4.3- Données sélectionnées et projetées dans la plateforme GeOxygene

4.4.2.2 Comment généraliser ?

4.4.2.2.1 Traitements appliqués

Les algorithmes de généralisation utilisés sont les suivants :

- **Objets linéaires :**

- Lissage à base de snakes (Burghardt, 2005) ou gaussien
- Filtrage (Douglas et Peucker, 1973)

➔ On a appliqué ces traitements sur les routes pour lisser les courbures et créer des routes redressées.

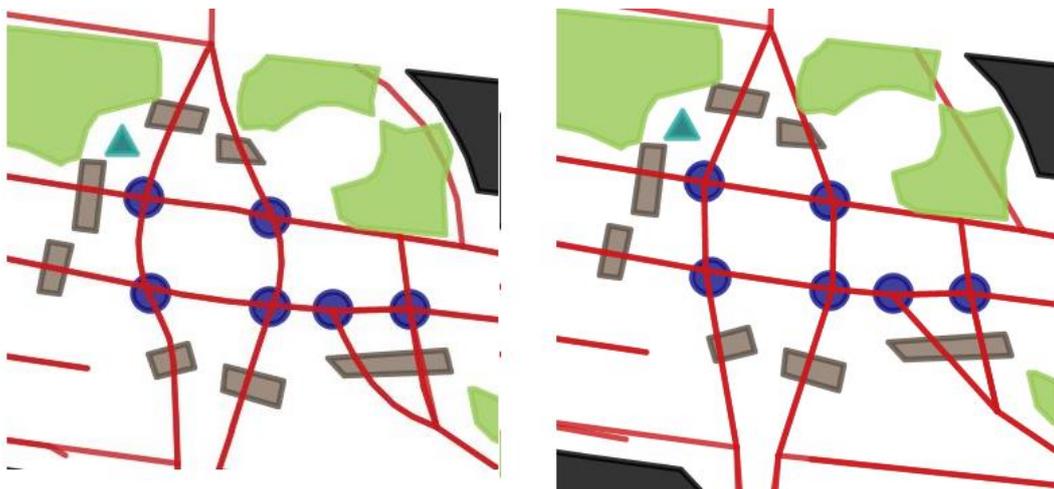


Figure 4.4 – Routes avant et après généralisation

- **Objets surfaciques**

- Filtrage (Douglas et Peucker, 1973)

→ On a appliqué ce filtrage pour simplifier la forme des bâtiments

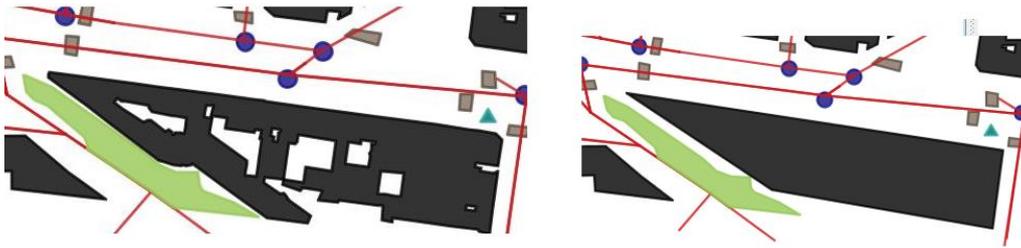


Figure 4.5 – Bâtiment avant et après généralisation

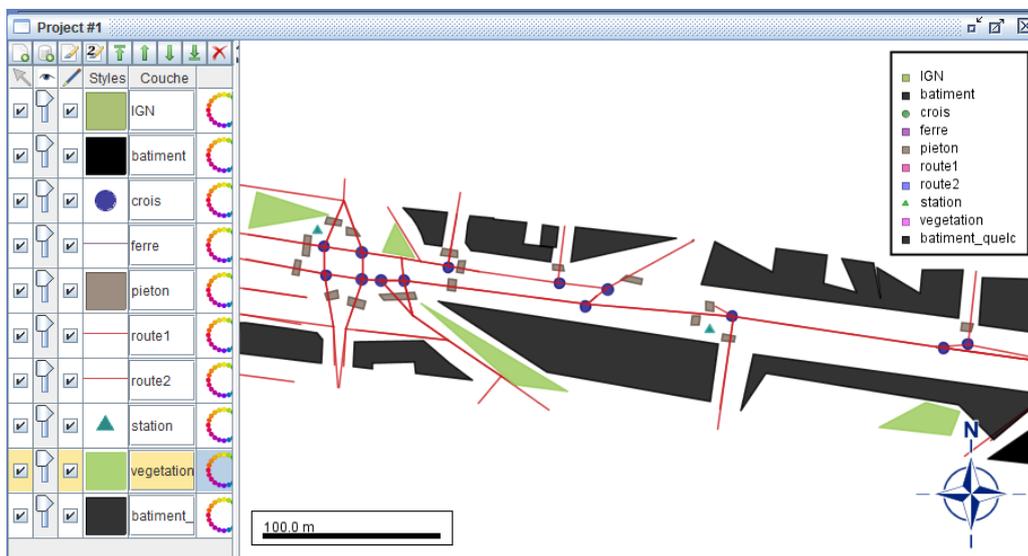


Figure 4.6- Résultat d'application de l'algorithme de généralisation (simplification)

4.4.2.2 Limites

Les autres traitements qu'on envisage d'effectuer dans les travaux éventuels pour améliorer les résultats actuels sont répartis comme suit :

■ Objets Linéaires

- Joindre les tronçons de routes puis les diviser en deux catégories : on peut chercher des algorithmes d'amalgamation ou d'agrégation.
- Eliminer le tronçon de voie ferré qui est sous-sol.

■ Objets surfaciques

- Equarrissage (Airault, 1996) : une opération de caricature qui permet d'améliorer la géométrie de l'objet pour avoir une surface
- Déplacement (Ruas, 1998) : Une opération de caricature qui permet de déplacer les objets en les translatant ou en les décalant afin d'assurer la contrainte de la discrimination tactile.

4.4.3 Génération des textures sur la plate-forme

4.4.3.1 Introduction

La plate-forme de développement GeOxgene implémente la norme SLD pour décrire un motif et l'appliquer à un objet géographique.

On procède par préparer notre motif sur un logiciel DAO puis écrire un fichier SLD en xml qui fait appel à ce motif comme l'indique l'exemple suivant appliqué à l'objet géographique IGN.

```
<NamedLayer>
  <Name>IGN</Name>
  <UserStyle>
    <Name>Style créé pour le layer IGN</Name>
    <Name>Style créé pour le layer IGN</Name>
    <IsDefault>>false</IsDefault>
    <FeatureTypeStyle>
      <Rule>
        <Name>IGN</Name>
        <MinScaleDenominator>0.0</MinScaleDenominator>
        <MaxScaleDenominator>8000.0</MaxScaleDenominator>
        <PolygonSymbolizer ucm="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
          <GeometryPropertyName>geom</GeometryPropertyName>
          <BlendingMode>Normal</BlendingMode>
          <Fill>
            <Graphic>
              <opacity>1.0</opacity>
              <Size>70.0</Size>
              <Rotation>
                <Literal>0</Literal>
              </Rotation>
              <ExternalGraphic>
                <href>/textures/tactile/ign.png</href>
                <Format>png</Format>
              </ExternalGraphic>
            </Graphic>
          </Fill>
        </PolygonSymbolizer>
      </Rule>
    </FeatureTypeStyle>
  </UserStyle>
</NamedLayer>
```



Figure 4.7 – Code en xml pour la stylisation de l'objet surfacique IGN

4.4.3.2 Application des textures sur le modèle

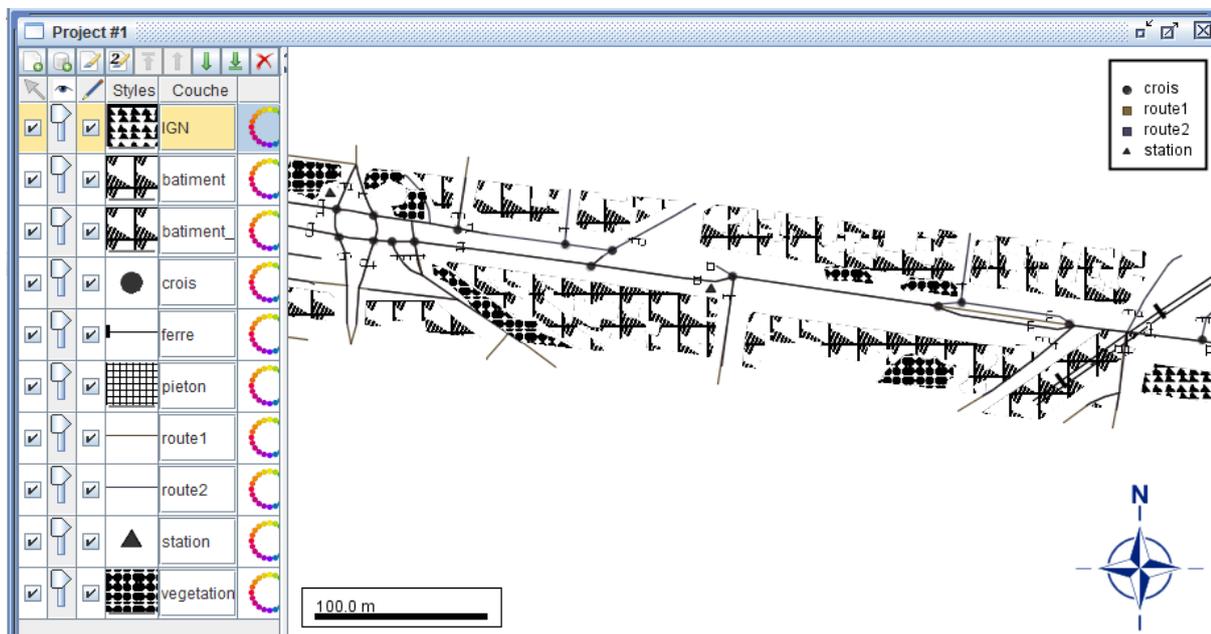


Figure 4.8 –Stylisation des données géographique sur GeOxygene

4.4.3.3 Limites

On trouve toujours un problème pour résoudre le débordement du motif lors de son remplissage de l'objet géographique ce qui rend la répartition de la texture non homogène en tout point de l'objet.

CONCLUSION

Rappel de l'objectif

Dans ce stage, nous avons proposé de réaliser un prototype de carte d'itinéraire pour aveugle à partir de données géographiques issues de la BD TOPO IGN, qui peut être ensuite imprimée en trois dimensions pour devenir une carte tactile. Le premier défi était de définir quelles sont les spécifications du contenu de la carte et de la légende adaptée à ce besoin. Par exemple, comment les données vont être simplifiées quel écartement minimum entre les données sélectionnées pour répondre aux contraintes d'utilisation...

Ensuite, on va transférer ces mêmes données sur la plateforme SIG de recherche du COGIT , GeOxygene pour essayer de les cartographier par généralisation et stylisation pour se rapprocher le plus possible du modèle édité manuellement.

Bilan

Pour répondre à l'objectif de ce stage on a cherché dans la littérature cartographique les exemples des cartes tactiles réalisées en s'appuyant sur des données géographiques et dans la littérature du graphisme tactile et du haptique la manière avec laquelle l'information spatiale est codée dans la mémoire de l'aveugle et comment il peut distinguer entre les objets tactiles. Cela nous a permis de réaliser un prototype de carte tactile qui porte sur la description de l'itinéraire que l'aveugle peut emprunter en partant de l'une des sorties métro mandé vers l'IGN.

On a transféré ensuite les mêmes données géographiques -utilisées dans la carte d'édition -sur la plateforme de développement GeOxygene pour les cartographier par généralisation et par stylisation.

Perspectives

Le modèle qu'on a proposé permet de répondre aux objectifs de ce stage. La critique du modèle transféré sur la plateforme de développement qu'on a faite dans le chapitre 4 permet d'en donner des pistes d'améliorations futures.

Ce qu'on peut ajouter au futur c'est écrire un plugin (qu'on a commencé à faire durant la dernière semaine de stage) qui effectue une sélection des données dans une zone géographique étendue selon des critères spatiales prédéfinies répondant aux contraintes de discernement et discrimination tactile et le besoin de l'utilisateur , puis effectuer les opérations de généralisations nécessaires tout en cherchant à résoudre les conflits géographiques (superposition des objets , non-respect de la distance de la discrimination tactile, distorsion de l'échelle..) puis appliquer les textures qui n'engendrent pas des irrégularités au niveau des bordures des objets géographiques. Pour les toponymes, on cherche à écrire un code de transformation des étiquettes en des étiquettes abrégées puis les convertir en cellules de braille automatiquement.

Ce plugin permet de générer des fichiers en braille qui peuvent être utilisés pour faire l'impression en 3 D ou par embossage.

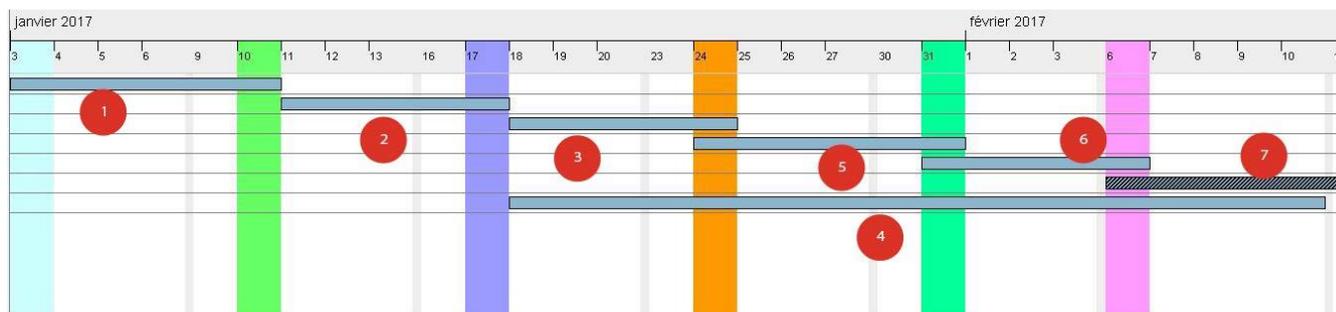
TABLE DES FIGURES

Figure 1.1	Le modèle TMAPS	6
Figure 1.2	Le modèle de Mapy.cz	7
Figure 1.3	Le modèle simplifié du TMAP	8
Figure 2.1	Les combinaisons de lignes défavorables à la perception	12
Figure 2.2	les combinaisons de lignes favorables à la perception	12
Figure 2.3	La combinaison harmonieuse des objets surfaciques	12
Figure 3.1	L'itinéraire à cartographier de la sortie du métro Mandé vers l'IGN	14
Figure 3.2	Données géographiques (BD TOPO) relatives à St-Mandé	15
Figure 3.3	Données sélectionnées et ajoutées adaptées au besoin	15
Figure 3.4	Premier essai de modélisation à une échelle fixe de 1 : 2000	16
Figure 3.5	Le modèle du système par bloc illustré par la séparation en croisements	17
Figure 3.6	La distribution des passages piétons tout au long de l'itinéraire	18
Figure 3.7	Simplification des objets ponctuels	19
Figure 3.8	Simplification des objets linéaires	19
Figure 3.9	Les objets linéaires après simplification	29
Figure 3.10	Simplification des objets surfaciques	20
Figure 3.11	La légende	21
Figure 3.12	Titre et abréviation	22
Figure 3.13	Légende en Braille	23
Figure 3.14	Itinéraire	23
Figure 3.15	Lexique	24
Figure 3.16	Version finale de la carte d'itinéraire	25
Figure 4.1	Exemples d'opérations de généralisation (Mustière, 2001)	27
Figure 4.2	Architecture de la plate-forme GeOxgene	28
Figure 4.3	Données sélectionnées et projetées dans la plateforme GeOxygene	29

Figure 4.4 Routes avant et après généralisation.....	29
Figure 4.5 Bâtiment avant et après généralisation.....	30
Figure 4.6 Résultat d'application de l'algorithme de généralisation (simplification).....	30
Figure 4.7 Code en xml pour la stylisation de l'objet surfacique IGN.....	31
Figure 4.8 Stylisation des données géographique sur GeOxygene.....	32

ANNEXE

Le diagramme de Gant suivant montre la progression des travaux au cours de la période de stage



- 1 Bibliographie sur les cartes tactiles
- 2 Récupération des données géographiques+ Bibliographie sur le graphisme tactile
- 3 Conception de la carte d'édition
- 4 Apprentissage du java
- 5 Installation de GeOxygene + Généralisation sur le SIG
- 6 Stylisation + Ecrire un plugin
- 7 Ecrire le rapport

BIBLIOGRAPHIE

- P. Červenka ET K. Břinda, 2016:** Tactile Maps for the Blind as a Part of the Public Map Portal.
- A. Brock ET C. Jou_Rais, 2015:** Interactive audio-tactile maps for visually impaired people.
- T. Watanabe ET T. Yamaguchi, 2014:** Tactile Map Automated Creation System Using OSM.
- J. A. Miele ET S. Landau, 2006:** Talking TMAP: automated generation of audio-tactile maps using Smith-Kettlewell's TMAP software.
- P.K.Edman, 1992:** Tactile graphics
- B.Bentzen, 1972:** Production and testing of an orientation and travel map for visually handicapped persons.
- A.LOBBEN, 2015:** Tactile Maps and Mapping (Journal of Blindness Innovation and Research).
- K. Miesenberger, A.Karshmer, P.Penaz ET W.Zagler, 2012:** Computer Helping People With Special Needs (13th International Conference, ICCHP 2012 Linz, Austria, July 11-13, 2012 Proceedings, Part II).
- A.Brock, P.Truillet,B.Oriola et C.Jouffrais,2010:** Usage Of Multimodal Maps for Blind People, Why and How (CNRS & Univeristé de Toulouse).
- S.Talita de Oliveira, K.Suemitsu ET Maria Lucia, 2016:** Design of a Tactile Map: An Assistive Product for the Visually Impaired.
- V.Voženílek, V. Růžičková, D.Finková, L. Ludíková, Z.Němcová, J.Doležal, A. Vondráková, M. Kozáková, V.Regec, 2012 :** Hypsometry in Tactile Maps.
- C.Habel, M.Kerzel ET K.Lohmann, 2010:** Verbal Assistance in Tactile-Map Explorations: A Case for Visual Representations and Reasoning.
- J.Gaffuri, 2008 :** thèse de Généralisation automatique pour la prise en compte de thèmes champ : Le modèle GAEL
- <http://ignf.github.io/geoxygene/documentation/index.html>**