



Mémoire - Master 1 Technologies pour la médecine (TechMed)

*Intégration de braille sur des cartes tactiles dans
GeOxygene*

Jérôme Rolland



Tuteur : Jean-Marie FAVREAU

Responsable de formation : Laurent SARRY

Année Universitaire 2016-2017

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de ce stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à M. Laurent Sarry, responsable du Master TechMed qui a permis la réalisation de ce stage. Je remercie mon tuteur de stage M. Jean-Marie Favreau, maître de conférences spécialiste en géométrie algorithmique qui a permis la réalisation de ce stage dans les meilleures conditions possibles en nous accueillant au Laboratoire d'Informatique de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (LIMOS). Son implication et sa détermination pour faire avancer ce projet ont très largement contribué à la réussite de ce stage.

Je remercie Guillaume Touya, Ingénieur des Travaux Géographiques et Cartographiques de l'Etat du laboratoire COGIT de l'IGN (Institut national de l'Information Géographique et Forestière), pour sa disponibilité, sa réactivité et les moyens logiciels mis en place pour le bon déroulement de ce stage.

Je tiens à remercier vivement Olivier Paradis (DV-Auvergne), Cédric Tévenais (bénévole dans plusieurs associations autour de la malvoyance), Pierre Moreau et Sandrine Ramery (Braille et Culture) pour le temps qu'ils nous ont accordés et les précieux conseils qu'ils nous ont donnés lors de réunions très enrichissantes.

Je remercie également mes camarades stagiaires, Pierre, Benjamin et Nicolas, étudiants en master TechMed pour l'aide, le soutien et les conseils qu'ils m'ont apportés pendant ces deux mois.

Sommaire

Remerciements	2
Sommaire	3
Table des figures	4
Introduction	5
1. Présentation des structures	6
1.1 LIMOS	6
2.2 IGN	6
2.2.1 Présentation des projets	6
2.2.2 Présentation de GeOxygene	6
2. Présentation du projet	8
3.1 Objectifs généraux	8
3.2 Etat des lieux	8
3.3 Objectifs du stage	9
3.4 Organisation	9
3. Développement	10
4.1 Les SLD	10
4.2 Plugin Blind	11
4.3 Chargement de police dynamique	12
4.4 Simplification et placement des noms des routes	13
4.5 Utilisation du braille	15
4.6 Génération d'une légende HTML	17
4. Perspectives d'évolution	18
5. Conclusion	19
Sources / Webographie	20
Annexes	21

Table des figures

Figure 1 : GeOxygene	7
Figure 2 : Premier prototype de carte en niveau de gris	8
Figure 3 : Balise Filter d'un SLD	10
Figure 4 : Menu Blind intégré à GeOxygene	11
Figure 5 : Fichier geoxygene-configuration.xml	11
Figure 6 : Balise Font d'un fichier SLD	12
Figure 7 : Types de simplifications implémentées	13
Figure 8 : Collisions des noms des routes	13
Figure 9 : Route à segments consécutifs - Donnée OSM	14
Figure 10 : Route à segments parallèles - Donnée OSM	14
Figure 11 : Exemple noms incurvés	15
Figure 12 : Test braille pour impression 3D	16
Figure 13 : Légende HTML	17

Introduction

Dans le cadre de mon Master 1 Technologies pour la Médecine, j'ai effectué un stage de huit semaines (15 Mai au 7 Juillet 2017). Proposé par Monsieur Jean-Marie Favreau, le sujet principal de mon travail était d'intégrer la possibilité d'utiliser une police braille dans GeOxygene et d'optimiser le placement des noms sur la carte.

Ce projet est né d'un besoin qu'ont les non voyants à se déplacer en autonomie. Actuellement, il existe très peu de solutions adaptées et finalisées. Ce projet a pour but de proposer une solution qui saurait les satisfaire de par sa facilité d'utilisation. Mettant en relation Guillaume Touya, qui apporte les savoir faire de l'IGN en matière de cartographie et de généralisation, et M. Favreau apportant lui le savoir faire sur la modélisation et la non voyance, ce projet a donc des bases solides pour arriver à ses fins.

Un long travail de recherche est nécessaire aussi bien pour savoir ce qui existe déjà que pour savoir ce que peuvent attendre les personnes en situation de handicap de ce genre de solutions.

Afin de comprendre la démarche effectuée pour mener ce projet, mon rapport se structure de la façon suivante : tout d'abord, je présenterai le cadre général du projet, c'est-à-dire ce qui existait déjà et le travail à effectuer pour le compléter. Ensuite, je développerai les différentes tâches réalisées et la finalité de chacune. Enfin, j'expliquerai les perspectives d'évolution et l'avenir du projet.

1. Présentation des structures

1.1 LIMOS

Le Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (LIMOS) est une Unité Mixte de Recherche (UMR 6158) en informatique, et plus généralement en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC).

Le LIMOS est principalement rattachée à l'Institut des Sciences de l'Information et de leurs Interactions (INS2I) du CNRS, et de façon secondaire à l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (INSIS). Il a pour tutelles académiques l'Université Blaise Pascal (UBP)-Clermont-Ferrand II, l'Université d'Auvergne (UdA)-Clermont-Ferrand I, et l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne (EMSE), et comme établissement partenaire l'Institut Français de Mécanique Avancée (IFMA).
(source : limos.isima.fr)

2.2 IGN

L'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) est l'opérateur de l'État en matière d'information géographique et forestière de référence, certifiée neutre et interopérable.

2.2.1 Présentation des projets

Au-delà de sa mission de service public, l'IGN conçoit et commercialise des produits et services, notamment à partir de données recueillies dans le cadre de ses missions de service public. L'IGN tend à développer des solutions personnalisées en proposant des cartes adaptés aux besoins et envies de leurs clients. Ces propositions sont rendues possible grâce à leur savoir faire approfondi de la cartographie.

Récemment, ils se sont donnés pour objectif de permettre à chacun de personnaliser ses cartes en appliquant des styles (aquarelle, vintage, etc), d'afficher les éléments souhaités (grands axes, noms de rue, etc) dans le but de vendre ces cartes et c'est dans ce contexte que le projet de cartes tactiles les intéressait.

2.2.2 Présentation de GeOxygene

GeOxygene est le logiciel de recherche utilisé par les chercheurs de l'IGN dans leurs travaux. Il est diffusé selon les termes de la licence LGPL (GNU Lesser General Public License) et est basé sur JAVA et les technologies open source.

GeOxygene vise à fournir un cadre ouvert de développement, compatible avec les spécifications édictées par l'Open Geospatial Consortium (OGC) et l'ISO, pour la conception et le déploiement d'applications s'appuyant sur des données géographiques (SIG). (source : logiciels.ign.fr)

Nous avons donc utilisé GeOxygene comme base de travail car il intégrait déjà beaucoup de fonctionnalités sur le traitement de données cartographiques mais également dans le but de partager notre travail avec la communauté et les chercheurs de l'IGN.

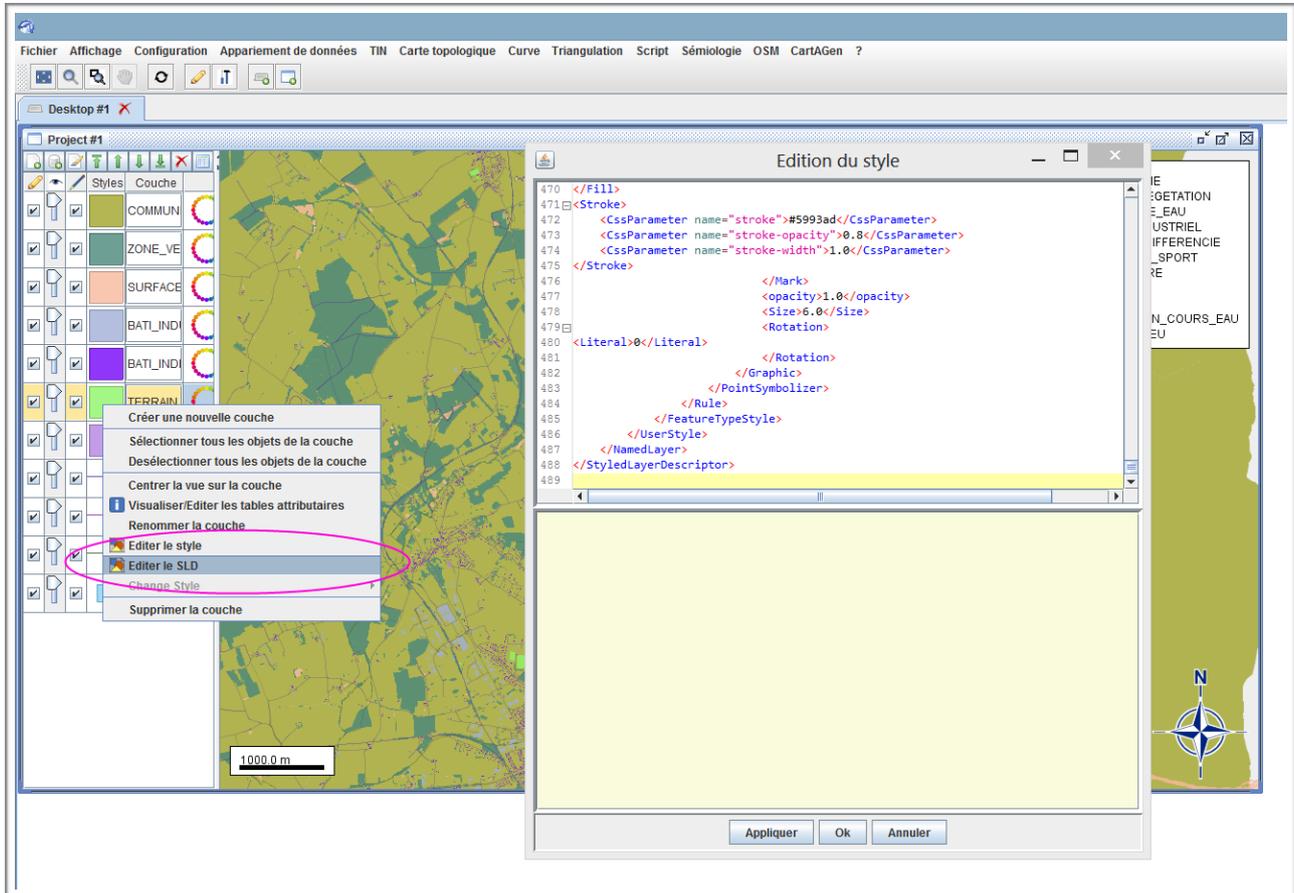


Figure 1 : GeOxygene

GeOxygene se présente comme sur la figure ci-dessus, le barre de menu classique sur le haut et sur la gauche la liste des couches de la carte ouverte (bâtiments, routes, espaces verts, points d'intérêts, etc). Sur la droite un aperçu de la carte permet d'afficher en temps réel les modifications apportés que ce soit par l'édition de style ou le déplacement des couches.

2. Présentation du projet

3.1 Objectifs généraux

A terme ce projet a pour but de proposer des cartes tactiles personnalisées pour les non et mal voyants. Chacun pourrait imprimer chez lui des cartes à l'aide d'imprimante 3D du quartier qui l'intéresse, de secteurs dans lesquels il se déplace souvent ou autres cartes susceptibles d'améliorer son autonomie.

Pour arriver à cet objectif, nous nous sommes appuyés sur la base cartographique d'OpenStreetMap, une communauté open-source qui propose des cartes détaillées du monde entier basée sur les contributions des utilisateurs. A l'heure actuelle, OSM est en mesure de concurrencer les poids lourds du domaine comme Google Maps.

Une fois le secteur choisi exporté, on importe le fichier .osm dans GeOxygene afin d'effectuer les étapes de généralisation qui permettent de faciliter la lecture de la carte. On exporte ensuite la carte en niveau de gris qui sera interprété par 3DMapGen pour générer un maillage 3D destiné à l'impression.

3.2 Etat des lieux

Au commencement de notre stage, le projet avait déjà été lancé et des ébauches déjà réalisées. Un étudiant de master en cartographie a réalisé un stage à l'IGN, son objectif était de réaliser un premier prototype de carte tactile pour aveugle à partir des données géographiques. La stylisation et la généralisation a été réalisée à la main pour montrer ce à quoi l'automatisation pourrait se rapprocher.

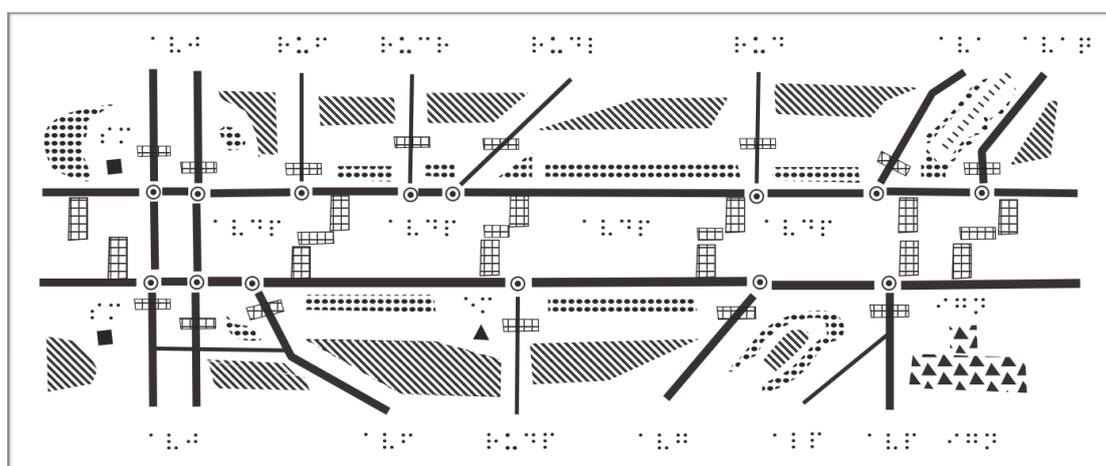


Figure 2 : Premier prototype de carte en niveau de gris

Un projet a également été réalisé par 4 étudiants de l'IUT Informatique de Clermont sous la tutelle de M. Favreau. Ils ont commencé le logiciel 3DMapGen qui permet à partir d'une carte en niveau de gris la génération d'un maillage et d'un objet 3D.

3.3 Objectifs du stage

L'objectif principal de mon stage était l'intégration d'un transcritteur braille pour cartes tactiles. Ce stage étant basé sur un projet de recherche, les objectifs n'étaient pas délimités et ont sans cesse évolués.

Mon sujet de stage énoncé l'intégration de braille abrégé mais il est vite apparu que ce n'était pas une solution viable étant donné le peu de personnes lisant le braille et connaissant également les abréviations. Mon stage a donc dévié sur l'intégration du braille complet et son placement sur les cartes, mais également sur d'autres tâches annexes qui seront expliquées dans ce rapport.

3.4 Organisation

Nous étions 4 stagiaires impliqués dans ce projet, chacun ayant un sujet porté sur un point spécifique du projet, nous avons donc travaillé en collaboration durant ces 8 semaines. Suggéré par M. Favreau, nous avons adopté un mode de fonctionnement basé sur les méthodes agile afin de pouvoir répondre rapidement aux différentes tâches qui arrivaient et de les prioriser.

Nous avons mis en place une réunion hebdomadaire avec M. Favreau, Pierre, Benjamin et Nicolas afin de faire le point sur la semaine qui s'était écoulé et les points sur lesquels nous avons avancés. Ces réunions étaient l'occasion d'en apprendre d'avantage sur les autres parties du projet mais aussi de pouvoir discuter des problèmes rencontrés et d'y apporter des solutions.

Nous avons chacun une partie du projet bien défini, à savoir Benjamin la simplification des bâtiments, Nicolas la gestion des textures et Pierre améliorer 3DMapGen. Malgré cette répartition, nous avons travaillé en équipe et n'avons pas hésité à aider nos camarades et donner notre avis sur les implémentations réalisées. Ceci nous a permis de confronter nos points de vue et de faire les meilleurs choix. La disposition de nos bureaux dans le même open space facilitait les échanges et fût très enrichissant.

Un wiki a également été mis en place et nous a permis de centraliser nos recherches et de les partager. Il permettra également aux futurs acteurs du projet d'avoir une vue globale de l'état du projet et leur permettra une compréhension plus aisée de ce qui a déjà été réalisé, des points à avancer mais également de trouver rapidement des informations techniques sans avoir à les rechercher. Ce wiki est donc vraiment bénéfique au projet et permet un gain de temps considérable. C'est un outil que je n'hésiterai pas à réutiliser dans mes futurs projets et est vraiment très pratique pour tenir son carnet de bord.

Pour la gestion du code source, nous avons utilisé GitHub qui est une référence en la matière. GeOxygene étant déjà proposé sur cette plateforme nous n'avons eu qu'à dupliquer le projet sur nos GitHub respectifs pour réaliser nos développements. A la fin du stage nous avons effectué une *merge request* qui consiste à ce que l'IGN intègre nos modifications sur leur GitHub.

3. Développement

4.1 Les SLD

L'OGC (Open Geospatial Consortium) a mis en place des règles pour styliser les données cartographiques. Ces règles s'appliquent dans des fichiers SLD. L'OGC propose des exemples sur son site web.

Styled Layer Descriptor (SLD) est donc un format de fichier dérivé du XML. Il permet d'appliquer des styles aux cartes comme les éléments à afficher ou non, la couleur des routes, etc.

C'est donc via des SLD que nous allons pouvoir modifier la carte pour qu'elle réponde à nos besoins. Nicolas s'est occupé de gérer les mises en niveau de gris des éléments et je me suis occupé des textes.

Les SLD sont très flexibles et les solutions qu'ils proposent sont vraiment intéressantes. Dans mon cas j'ai pu travailler exclusivement sur les routes grâce au système de filtres.

```
<Filter>
  <Or>
    <PropertyIsEqualTo>
      <PropertyName>highway</PropertyName>
      <Literal>primary</Literal>
    </PropertyIsEqualTo>
    <PropertyIsEqualTo>
      <PropertyName>highway</PropertyName>
      <Literal>secondary</Literal>
    </PropertyIsEqualTo>
    <PropertyIsEqualTo>
      <PropertyName>highway</PropertyName>
      <Literal>tertiary</Literal>
    </PropertyIsEqualTo>
    <PropertyIsEqualTo>
      <PropertyName>highway</PropertyName>
      <Literal>residential</Literal>
    </PropertyIsEqualTo>
  </Or>
</Filter>
```

Figure 3 : Balise Filter d'un SLD

Sur la figure ci-dessus, on peut donc voir que les modifications qui seront spécifiées après la balise *Filter* ne s'appliqueront que sur les routes de type primaires, secondaires, tertiaires et résidentielles. Le type des routes est spécifié dans les cartes OSM qui sont chargées dans GeOxygene.

Ces fichiers SLD sont parsés lorsqu'on demande de les charger et les éléments modifiés sont affectés sur le rendu de la carte.

4.2 Plugin Blind

Sur sa documentation en ligne, l'IGN propose un tutoriel pour ajouter un plugin personnalisé à GeOxygene. J'ai donc utilisé cette documentation afin de créer le plugin *Blind* qui centralisera les fonctionnalités que nous avons développées.

Notre plugin se charge donc en même temps que les autres au lancement de GeOxygene et s'intègre dans la bar de menu sous le nom *Blind*. Il nous a permis de centraliser les fonctionnalités que nous avons implémentées.

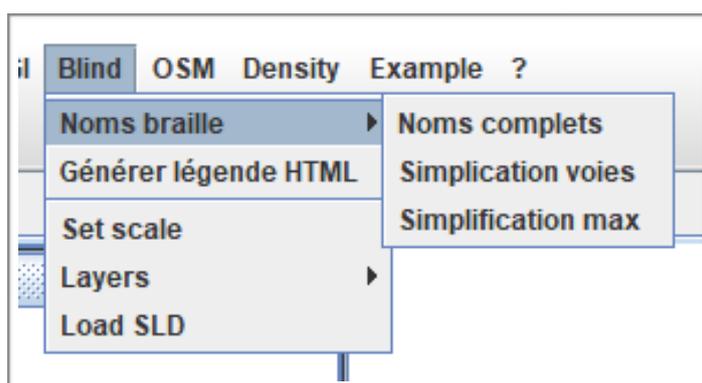


Figure 4 : Menu Blind intégré à GeOxygene

Le système de plugin de GeOxygene est extrêmement modulaire et permet de charger uniquement les plugins souhaités grâce au fichier `geoxygene-configuration.xml` présenté dans la figure ci-dessus.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
2 <GeOxygeneApplicationProperties>
3   <plugin>fr.ign.cogit.geoxygene.appli.plugin.osm.OSMPlugin</plugin>
4   ...
5   ...
6   <plugin>fr.ign.cogit.geoxygene.appli.plugin.BlindPlugin</plugin>
7 </GeOxygeneApplicationProperties>
```

Figure 5 : Fichier `geoxygene-configuration.xml`

C'est cette modularité qui nous a décidé à créer notre plugin qui centralisera toutes les fonctionnalités du projet qui sont intégrées à GeOxygene. Cette solution permet de ne pas impacter les personnes non impliquées dans le projet et qui ne sont pas intéressées par ces fonctionnalités, il leur suffira de ne pas charger le plugin.

J'ai pour ma part ajouté les possibilités de simplifier les noms de rue en choisissant le type de simplification ainsi que d'exporter la légende HTML associée à la carte.

4.3 Chargement de police dynamique

Afin de permettre l'utilisation d'une police braille, j'ai implémenté un système plus général pouvant charger n'importe quelle police que l'utilisateur souhaite.

C'est à partir du fichier SLD que l'utilisateur peut faire son choix.

```
<Font>
  <CssParameter name="font-family">Arial</CssParameter>
  <CssParameter name="font-size">12.0</CssParameter>
  <CssParameter name="font-style">normal</CssParameter>
</Font>
```

Figure 6 : Balise Font d'un fichier SLD

Dans un premier temps, ce nouveau système de chargement cherche la police concernée dans les ressources du projet, s'il ne la trouve pas il cherche dans les polices systèmes et en dernier recours il utilisera une police par défaut.

Ce système sera je l'espère utilisé par l'IGN dans leurs objectifs de cartes personnalisées.

Dans mon cas j'ai donc ajouté la police *Braille_2007* dans les ressources du projet, cette police nous a été conseillé lors d'une réunion par Cédric Tévenais, non voyant et bénévole actif dans plusieurs associations autour de la malvoyance. Si l'utilisateur spécifie le nom de cette police dans le SLD, elle sera donc utilisée pour tous les textes de la carte.

Le chargement de police à partir des ressources du projet évite également à l'utilisateur de devoir l'ajouter aux polices systèmes, action qui requiert les droits administrateurs. Nous ne voulions pas contraindre les futurs utilisateurs d'une telle manipulation qui de plus peut paraître étonnante pour des novices en informatique.

4.4 Simplification et placement des noms des routes

La simplification des noms des routes est devenue une obligation afin d'intégrer le braille sur les cartes. Etant donné la taille des caractères braille il était nécessaire de réduire les noms à afficher pour améliorer la lisibilité de la carte.

Nous avons défini trois types d'affichage des noms de route qui étaient intéressants dans notre cas.

Nom Complet	Simplification nom de voie	Simplification maximum
Rue Fontgiève	R Fontgiève	R F

Figure 7 : Types de simplifications implémentées

Si l'utilisateur choisit de ne rien simplifier, le nom complet est utilisé. La simplification des noms de voies permet un gain de place significatif sans perte d'information car les abréviations utilisées sont communes ou facilement identifiable : Rue devient R, Avenue devient Av, Boulevard Bd, etc.

La simplification maximum consiste quand à elle de garder les premières lettres de chacun des mots constituant la rue. Cette simplification permet un énorme gain de place sur la carte notamment sur les petites rues dans lesquelles le nom ne rentrait pas. Cependant la perte d'information est importante et une légende annexe devient quasiment indispensable.

Les simplifications implémentées sont loin d'être sans défauts et seront amenées à évoluer. En effet des problèmes persistent sur les collisions notamment aux plus grosses intersections. Il faudra donc trouver une solution automatique qui permettrait un placement dynamique du texte pour éviter ces collisions. Les différents essais que j'ai réalisé n'ont jamais été concluant et ne pouvait remplacer un placement manuel bien plus précis. L'IGN se penche actuellement sur un système automatique de remplacement des bâtiments qui se superposent et peut-être que ce système sera applicable au nom des rues.



Figure 8 : Collisions des noms des routes

La figure 8 met également en évidence un autre problème : la répétition des noms. Ce dysfonctionnement provient des données OSM dans le cas où la rue a été déclaré en plusieurs segments, consécutifs entre deux intersections (Figure 9) ou parallèles dans le cas d'une route principale à double sens de circulation (Figure 10).



Figure 9 : Route à segments consécutifs - Donnée OSM



Figure 10 : Route à segments parallèles - Donnée OSM

Actuellement aucune solution n'a été implémentée car la seule possibilité serait de modifier en profondeur les données. Il y a deux endroits où cela est possible, soit directement modifier les données OSM, qui impacterait tous les utilisateurs de ces données, cette issue n'est donc pas envisageable car les répercussions seraient trop importantes pour la communauté. La solution viable mais moins évidente à mettre en place serait de modifier les données une fois importées dans GeOxygene.

4.5 Utilisation du braille

Le braille était une des bases de mon projet. En effet, les cartes tactiles sont amenées à être entièrement transcrites en braille. Comprendre ce système d'écriture en profondeur afin de l'utiliser correctement a été une partie conséquente.

Les caractères braille doivent répondre à plusieurs critères pour être lu correctement. Leur taille est standard, une lettre braille doit toujours s'inscrire dans un rectangle virtuel de 6,8 mm de haut et 4,2 mm de large. Cette première contrainte était un réel défi car la taille des caractères correspondaient donc à un ratio à faire entre l'image exportée et la taille d'impression finale. A l'heure actuelle, la définition de la taille est donc faite à la main en fonction de ce ratio qui est amené à changer à chaque export. L'épaisseur d'impression des caractères est également un facteur très important, moins de 1 mm, et est déterminante dans la lecture. Un caractère trop haut et rugueux peu également abîmé la pulpe du doigt du lecteur.

Afin de faciliter la lecture des cartes, les chaînes de caractères doivent toutes être orientées selon le même axe, peu de personne lisant le braille sont aptes à détecter facilement le changement d'orientation. Ils perdraient énormément de temps alors que notre but est de leur en faire gagner.

Pour que le braille soit lisible, il doit être sur un fond lisse et non incurvé. Plusieurs issues ont été envisagées comme dessiner le texte horizontalement, sur une petite étiquette surélevée. Cependant, cela nuit à la lisibilité globale de la carte. La meilleure solution trouvée est de placer le texte directement sur les routes, ceci implique que les routes soient assez larges et contiennent de suffisamment longues sections en ligne droite. Le braille n'est pas adapté à suivre les courbures d'une route car s'il est incurvé il devient illisible.

J'ai réalisé beaucoup de tests et aucun n'a été déterminé comme étant une solution viable. Cependant ceci ouvre des pistes pour les futurs développements.

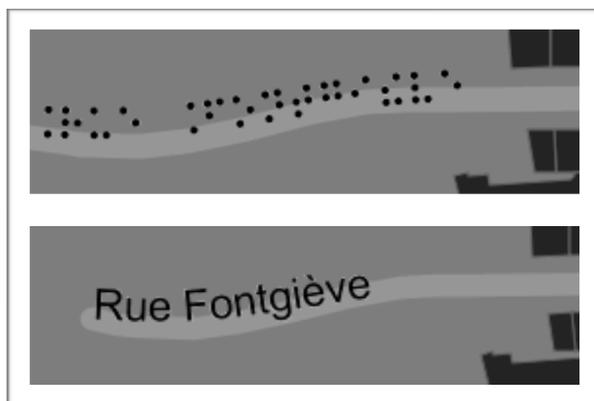


Figure 11 : Exemple noms incurvés

Nous avons réalisé avec M. Favreau une image destinée à tester les meilleures solutions pour l'impression 3D de caractères braille : caractères plus ou moins haut (différence de niveau de gris), caractères en dôme ou plus en cylindre (halo autour des points noirs) ou encore en jouant sur le diamètre des points. Nous avons également envisagé plusieurs solutions pour le placement sur la route si le braille apparaît dans un creux ou sur une bosse. Concernant les bâtiments nous voulions essayé d'écrire du braille dessus mais également d'adoucir les angles et de tester une texture rugueuse.

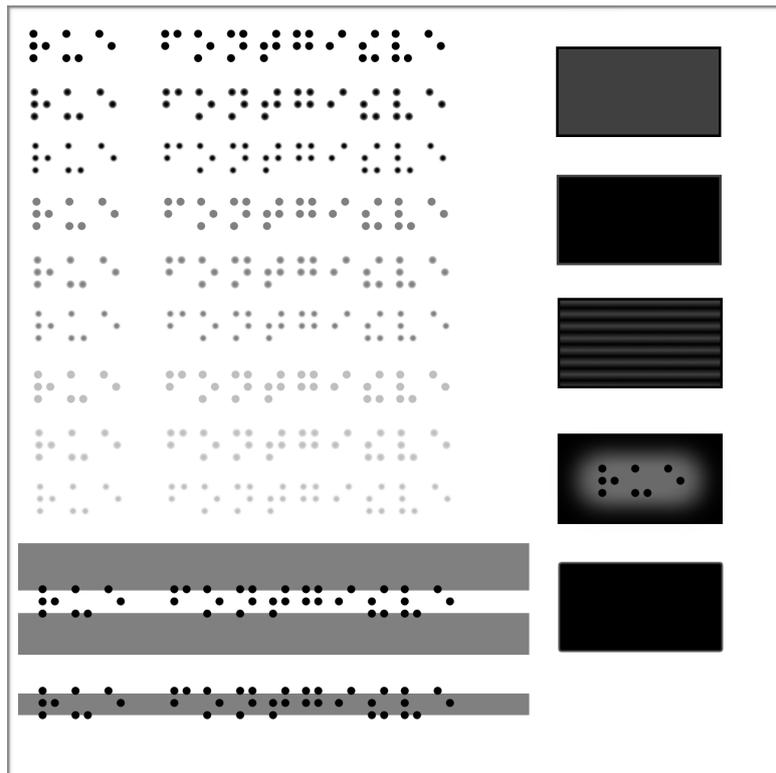


Figure 12 : Test braille pour impression 3D

Malheureusement, à l'issue de ce stage nous n'avons pas eu l'occasion d'imprimer cette planche d'essai. Je pense qu'elle sera quand même conservé et imprimé dans le but de la faire essayer aux personnes malvoyantes et d'avoir leur ressenti et les solutions qu'ils préféreront. Travailler en collaboration avec ces personnes est un véritable plus value pour le projet qui le maintient accroché à la réalité.

4. Perspectives d'évolution

Les perspectives d'évolution sont nombreuses sur l'ensemble du projet qui commence à se concrétiser. Chaque partie est amenée à être améliorée et finalisée. Nous avons exploré beaucoup de pistes et nombreuses sont celles ayant encore besoin d'être exploitées.

Concernant notre plugin Blind, de nouvelles options pourront être ajoutées comme la possibilité d'effectuer toutes les tâches pour l'export de carte tactile en un seul clic. Mais il est également envisageable d'ajouter de nouvelles fonctionnalités auxquelles nous n'aurions pas pensé. Ce plugin servira de capsule pour les futurs développements en lien avec l'export de cartes tactiles et centralisera toutes les avancées du projet pour la partie incluse dans GeOxygene.

Pour ce qui est du placement des noms sur la carte, un important travail de recherche sera sûrement effectué car il existe très peu de documentations et d'articles sur le sujet. Le développement d'un placement automatique avec détection des collisions est sûrement la meilleure solution mais demande des connaissances avancées pour bien l'intégrer à GeOxygene.

La légende HTML est amenée à évoluer également, j'ai réalisé une première ébauche pour montrer ce qui selon moi serait intéressant dans le cadre de mon projet. Si à terme elle inclut les textures, ou même d'autres informations utiles aux personnes malvoyantes, elle ne sera que plus intéressante.

A moyen terme, l'objectif est clairement d'avoir une chaîne de traitement fonctionnelle afin dans un premier temps de pouvoir proposer des cartes tactiles des quartiers aux arrêts de tram et aux arrêts de bus.

A plus long terme, le but est que chacun puisse imprimer chez lui avec son imprimante 3D les cartes qu'il souhaite et les personnaliser à sa guise en fonction de ses besoins mais également de son niveau de handicap.

5. Conclusion

Ce projet n'en est encore qu'à ses débuts et le chemin est encore long avant d'arriver à une solution exploitable. Nous avons je l'espère créé de solides fondations et ouvert de nouvelles pistes pour les futurs collaborateurs. La participation à un projet de recherche était une première pour ma part et fût très enrichissante.

Le fait d'effectuer beaucoup de recherches, de lire beaucoup de documentations sans avoir de rendu concret dans un premier temps s'est avéré plus difficile que je ne le pensais car il n'est pas facile de se rendre compte que l'on avance sans avoir de résultat tangible.

Ce projet s'est avéré très stimulant de part son enjeu. Faciliter la vie et la mobilité des personnes malvoyantes est aujourd'hui possible grâce aux diverses avancées technologiques et matériels de ces dernières années. Il ne reste plus qu'à élaborer les solutions logiciels qui exploiteront au mieux ces possibilités.

J'espère que ce projet sera mené à son terme car il est en bonne voie et porté par des personnes motivées par le sujet. Tous les ingrédients sont réunis pour qu'enfin ce type de projet aboutisse et devienne une réelle solution sur le long terme pour les personnes malvoyantes.

Sources / Webographie

Informations relatives au Braille et son utilisation :

- Wikipédia : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Braille>
- Recommandations générales : <http://webzine.okeenea.com/4-recommandations-pour-signalétique-braille/>

Utilisation de GeOxygene :

- Tutoriel plugin : <https://ignf.github.io/geoxygene/documentation/tutorial/plugin.html>
- Github du projet : <https://github.com/IGNF/geoxygene>

Exemples de cartes tactiles :

- <https://fr.pinterest.com/pin/582582901766541249/>
- <http://www.alamy.com/stock-photo/braille-map.html>

Wiki du projet :

- <http://fc.isima.fr/~favreau/cartes-tactiles/doku.php?id=start>

Projets similaires :

- Projet tchèque basée sur OSM : <http://hapticke.mapy.cz>
- Projet ANR axée sur les interfaces accessibles : <https://www.irit.fr/accessimap/en/>
- Projet OSM pour de l'impression 3D : <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/HaptoRender>

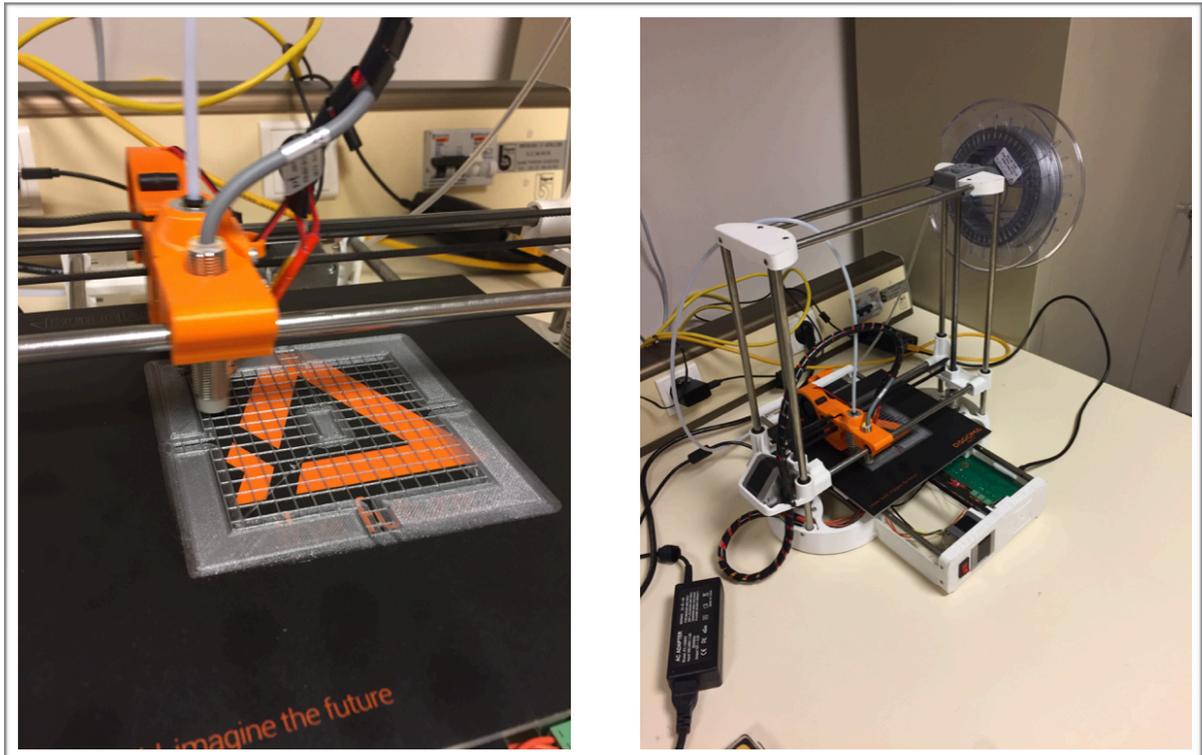
Annexes

Annexe 1 : Extrait SLD partie gestion des noms des routes	22
Annexe 2 : Impression de notre première carte à l'ISIMA	23
Annexe 3 : Carte en niveau de gris	23
Annexe 4 : Carte générée en 3D	24

Annexe 1 : Extrait SLD partie gestion des noms des routes

```
<FeatureTypeStyle> <!-- Gestion des noms des routes -->
  <Rule>
    <Filter>
      <Or>
        <PropertyIsEqualTo>
          <PropertyName>highway</PropertyName>
          <Literal>primary</Literal>
        </PropertyIsEqualTo>
        <PropertyIsEqualTo>
          <PropertyName>highway</PropertyName>
          <Literal>secondary</Literal>
        </PropertyIsEqualTo>
        <PropertyIsEqualTo>
          <PropertyName>highway</PropertyName>
          <Literal>tertiary</Literal>
        </PropertyIsEqualTo>
        <PropertyIsEqualTo>
          <PropertyName>highway</PropertyName>
          <Literal>residential</Literal>
        </PropertyIsEqualTo>
      </Or>
    </Filter>
    <TextSymbolizer uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
      <GeometryPropertyName>geom</GeometryPropertyName>
      <BlendingMode>Normal</BlendingMode>
      <Label>
        <PropertyName>name</PropertyName>
      </Label>
      <Font>
        <CssParameter name="font-family">Arial</CssParameter>
        <CssParameter name="font-size">12.0</CssParameter>
        <CssParameter name="font-style">normal</CssParameter>
      </Font>
      <LabelPlacement>
        <LinePlacement>
          <PerpendicularOffset>0.0</PerpendicularOffset>
          <IsAligned>true</IsAligned>
          <IsRepeated>false</IsRepeated>
          <InitialGap>0.0</InitialGap>
          <Gap>0.0</Gap>
          <GeneralizeLine>true</GeneralizeLine>
        </LinePlacement>
      </LabelPlacement>
      <Fill>
        <CssParameter name="fill">#000000</CssParameter>
      </Fill>
      <Halo>
        <Radius>0</Radius>
        <Fill>
          <CssParameter name="fill">#FFFFFF</CssParameter>
        </Fill>
      </Halo>
    </TextSymbolizer>
  </Rule>
</FeatureTypeStyle>
```

Annexe 2 : Impression de notre première carte à l'ISIMA



Annexe 3 : Carte en niveau de gris



Annexe 4 : Carte générée en 3D

