

2016
2017



MEMOIRE

Master Technologies Biomedicales

AMELIORATION DES TEXTURES VECTORIELLES DE GEOXYGENE
NICOLAS DESFORGES-DESAMIN



TUTEUR : JEAN-MARIE FAVREAU
Responsable de formation : LAURENT SARRY

Remerciements

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

Je tiens à remercier M. Jean-Marie Favreau, mon tuteur, pour sa disponibilité et pour tous les conseils qu'il a pu me donner durant le stage.

Je remercie également M. Guillaume Touya, qui travaille à L'IGN, qui a été très réactif pour répondre à nos demandes.

Enfin je remercie M. Benjamin Bout, M. Pierre Charles ainsi que M. Jérôme Rolland, également étudiants en Master, avec qui j'ai travaillé durant l'intégralité de ce stage et qui m'ont aidé à réaliser certaines tâches.



Table des matières

Remerciements	1
Introduction.....	3
1) Présentation du stage	4
A) Présentation du LIMOS	4
B) Présentation de l'IGN	4
C) Objectifs.....	5
D) Technologies et outils utilisés	5
2) Analyse de l'existant	6
A) GeOxygene	6
B) Cartes existantes	7
3) Réalisation.....	8
A) Prise en main du projet.....	8
B) Recherches sur les modifications à apporter.....	9
C) Modification des SLD.....	10
D) Ajout de fonctionnalités pour la texturation	12
E) Création du plugin Blind	15
4) Perspectives	17
A) Textures.....	17
B) Pose de cartes tactiles en ville	17
C) Imprimer des cartes à domicile.....	17
Conclusion	18
Webographie.....	19
Annexe.....	20
Annexe 1 : Capture d'écran de GeOxygene.....	21
Annexe 2 : Exemple de plan imprimé par thermoformage.....	22
Annexe 3 : Exemple d'impression par thermogonflage	23
Annexe 4 : Plan de Clermont-Ferrand par thermoformage	24

Introduction

Dans le cadre de mon Master Technologies Biomédicales, j'ai effectué un stage de huit semaines qui s'est déroulé (du 15 Mai 2017 au 07 Juillet 2017) au sein du Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes, basé aux Cézeaux à Aubière (63).

Proposé par M. Jean-Marie Favreau, le sujet du stage avait pour objectif de rechercher des solutions pour la création de cartes tactiles destinées aux personnes souffrant de déficience visuelle. J'ai également développé quelques solutions en Java au sein du logiciel GeOxygene créé par l'IGN. J'ai effectué ce stage en collaboration avec M. Benjamin Bout, M. Pierre Charles ainsi que M. Jérôme Rolland, également étudiants en Master.

Ma tâche principale durant ce stage était d'améliorer l'affichage des textures vectorielles dans le logiciel GeOxygene. C'est un logiciel de recherche créé par l'IGN qui permet de visualiser une carte et de pouvoir effectuer des modifications sur celle-ci, comme par exemple un affichage de textures sur certains bâtiments. C'est un logiciel conséquent développé en Java comprenant à notre arrivée déjà plusieurs fonctionnalités qui nous ont été très utiles.

Je vais tout d'abord vous présenter plus amplement le cadre général du projet, c'est-à-dire l'existant et le travail à effectuer. Ensuite je développerais les différentes tâches réalisées et la finalité de chacune. Enfin, je parlerais des perspectives d'évolution.



1) Présentation du stage

A) Présentation du 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 rattaché 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)

B) Présentation de l'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.

L'IGN développe en permanence de nouveaux référentiels, produits et géoservices, répondant aux besoins croissants et évolutifs en données cartographiques et en informations géolocalisées.

L'IGN est un établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle des ministres chargés respectivement du développement durable et des forêts.

(Source : ign.fr)



C) Objectifs

Avant de parler de mes objectifs personnels je vais commencer par parler des objectifs de groupe pendant ce stage. L'objectif principal était de faire des cartes tactiles destinées aux personnes souffrant de déficience visuelle. Pour cela il fallait donc récupérer des données de cartes, les traiter pour ensuite en faire un maillage 3D imprimable à partir d'une imprimante 3D.

Mon objectif personnel dans ce cheminement était de traiter les données de carte et de les traduire en niveau de gris afin de faciliter le maillage 3D et aussi de rajouter des textures sur certains bâtiments.

D) Technologies et outils utilisés

OpenStreetMap :

C'est un projet international fondé en 2004 dans le but de créer une carte libre du monde. C'est un projet libre où tout le monde peut participer afin d'ajouter, de modifier ou de supprimer des données. C'est sur ce projet que nous avons récupéré les données des cartes.

JOSM :

C'est une application de bureau utilisée afin de gérer les données sur OSM. Celle-ci est simple d'utilisation.

GitHub :

C'est un outil permettant d'héberger des solutions informatiques en utilisant le logiciel de gestion de version Git. C'est sur ce site qu'est stocké le projet GeOxygene et je m'en suis servi pour copier leur projet, cela m'a permis de travailler dessus tout en continuant d'utiliser Git.

DokuWiki :

C'est un wiki open source disponible pour notre projet sur la page perso de M. Favreau et sur laquelle nous avons stocké toutes les informations utiles concernant le projet (comme par exemple nos carnets de bord ou les résumés de nos réunions).

Java :

C'est un langage informatique utilisé pour le développement de GeOxygene. Je l'ai donc utilisé afin de contribuer au projet.

2) Analyse de l'existant

A) GeOxygene

GeOxygene est un projet open source porté par l'IGN qui vise à fournir un cadre ouvert de développement pour la conception et le déploiement d'applications s'appuyant sur des données géographiques.

C'est un logiciel déjà avancé sur lequel beaucoup de personnes ont travaillé et qui contient beaucoup de fonctionnalités sur différents traitements pouvant être opérés sur une carte. Un logiciel comme celui-ci a pour avantages d'avoir beaucoup de fonctionnalités présentes, il est donc assez facile de trouver une fonctionnalité utilisant ou traitant certaines données pouvant nous être utile et donc il m'a permis de trouver des exemples d'utilisation. Aussi, d'autres fonctionnalités sont ajoutées sous forme de plugin indépendant et donc ils sont facilement désactivables pour améliorer les performances du logiciel et n'avoir accès qu'aux fonctionnalités désirées. Comme on peut voir en Annexe 1, le logiciel comprend beaucoup de fonctionnalités toutes réparties dans différents menus.

Beaucoup de fonctionnalités présentes m'ont été d'une grande aide comme le plugin permettant de lire les données OpenStreetMap qui a été bénéfique dès le début du stage. J'avais déjà accès aux données de la carte, il suffisait donc que je navigue sur le logiciel et dans le code pour en comprendre le fonctionnement. La gestion des couches et la lecture des SLD, déjà codées, m'ont également été très utiles puisque je m'en suis servi comme base pour remplir certains de mes objectifs.

(Source : logiciels.ign.fr)

B) Cartes existantes

Lors de la présentation du projet M. Favreau nous a présenté plusieurs exemples de cartes tactiles déjà existantes. Par exemple l'image ci-dessous montre une carte tactile d'un quartier de Londres, réunissant plusieurs bons aspects. Elle a donc été une base dans nos recherches.



Figure 1 : Plan de quartier Londonien

Lors des réunions avec DV-Auvergne et Braille et Culture nous avons eu l'occasion de discuter de notre projet et ainsi recueillir leur ressenti et leurs remarques sur notre avancement. D'autant qu'ils ont déjà eu à faire avec des cartes tactiles. C'est ainsi que nous avons eu l'opportunité d'en voir certaines puisqu'ils nous avaient amenées quelques-unes à titre d'exemples.

En Annexe 2 se trouve une carte emmenée par DV-Auvergne, elle présente un plan en relief imprimé sur une feuille de plastique à l'aide de thermoformage.

En Annexe 3 se trouve une carte également emmenée par DV-Auvergne, elle représente le plan du patrimoine de la Chaise-Dieu imprimé sur du papier à l'aide de thermogonflage.

En Annexe 4 se trouve un plan de Clermont-Ferrand emmené par Braille et Culture, également imprimé à l'aide de thermoformage.

Ces types de cartes sont malheureusement très fragiles, de plus les images doivent être travaillées intégralement à la main avant de pouvoir faire l'impression car aucun outil ne permet d'automatiser quelconque tâche.

3) Réalisation

A) Prise en main du projet

Tout d'abord il a fallu prendre en main le projet GeOxygene existant afin de pouvoir remplir au mieux mes objectifs. Avec un projet aussi conséquent, j'ai commencé par l'utiliser plusieurs fois, pour me familiariser et comprendre comment il fonctionnait. GeOxygene a une documentation en ligne très bien fournie ce qui a permis de comprendre assez rapidement les fonctions premières de l'application. Le projet comprenait déjà un plugin appelé OSM qui générait une carte dans GeOxygene en utilisant les données OpenStreetMap que nous avons nous aussi choisi d'utiliser.



Figure 2 : Carte OSM importée avec GeOxygene

Après avoir ajouté le plugin OSM je me suis rendu compte que certaines erreurs se produisaient pendant l'utilisation. Après quelques recherches dans le code j'ai réussi à identifier le problème et à le résoudre définitivement.

Ensuite, avec le plugin en bon état de fonctionnement j'ai pu utiliser GeOxygene avec les données OpenStreetMap. J'ai ainsi pu voir les fonctionnalités déjà présentes pouvant être réutilisées dans le cadre de mon projet.

En utilisant GeOxygene sur plusieurs morceaux de carte importés d'OpenStreetMap, je me suis rendu compte que certains bâtiments n'étaient pas affichés sur la carte générée et j'ai donc continué mes recherches pour identifier d'où venait le problème.

Après plusieurs recherches infructueuses dans le code Java, j'ai cherché dans les fichiers SLD du projet. J'ai alors remarqué que les bâtiments qui n'apparaissaient pas n'étaient tout simplement pas gérés dans les balises du SLD et donc je savais comment résoudre ce problème également.

B) Recherches sur les modifications à apporter

Grace à cette prise en main, j'ai pu commencer à chercher les solutions afin d'accomplir les objectifs de mon projet.

```
<Or>
  <PropertyIsEqualTo>
    <PropertyName>building</PropertyName>
    <Literal>civic</Literal>
  </PropertyIsEqualTo>
  <PropertyIsEqualTo>
    <PropertyName>building</PropertyName>
    <Literal>public</Literal>
  </PropertyIsEqualTo>
  <PropertyIsEqualTo>
    <PropertyName>building</PropertyName>
    <Literal>office</Literal>
  </PropertyIsEqualTo>
  <PropertyIsEqualTo>
    <PropertyName>building</PropertyName>
    <Literal>school</Literal>
  </PropertyIsEqualTo>
  <PropertyIsEqualTo>
    <PropertyName>building</PropertyName>
    <Literal>hospital</Literal>
  </PropertyIsEqualTo>
  <PropertyIsEqualTo>
    <PropertyName>building</PropertyName>
    <Literal>university</Literal>
  </PropertyIsEqualTo>
  <PropertyIsEqualTo>
    <PropertyName>building</PropertyName>
    <Literal>cathedral</Literal>
  </PropertyIsEqualTo>
  <PropertyIsEqualTo>
    <PropertyName>building</PropertyName>
    <Literal>chapel</Literal>
  </PropertyIsEqualTo>
</Or>
```

Figure 3 : Filtre SLD des bâtiments publics

Mon objectif suivant était de passer la carte générée en niveau de gris afin que M. Pierre Charles puisse l'utiliser pour son projet et générer le maillage 3D de la carte à imprimer. Pour ce faire il me fallait modifier les fichiers SLD présents afin que l'affichage ne se fasse plus en couleur mais en niveau de gris. Cette étape sera présentée plus précisément dans la prochaine partie.

Ensuite, après le passage de la carte en niveau de gris j'ai commencé des recherches sur les solutions possibles pour rajouter une texturation à certains bâtiments. Pour cela j'ai modifié les SLD afin qu'ils incluent des textures pour certains bâtiments spéciaux. Et j'ai également dû modifier le code en Java pour gérer les positions des textures. Ce passage aussi sera présenté plus précisément dans la partie D.

Tout d'abord comme dit précédemment, il a fallu modifier les fichiers SLD afin d'afficher les infrastructures qui n'étaient pas encore gérées dans GeOxygene. Ceci est une tâche que je n'ai pas pu terminer car je n'ai pas été confronté à tous les cas possibles mais j'ai cependant ajouté les bâtiments rencontrés et n'apparaissant pas afin que ça ne pose aucun problème quant à l'utilisation que nous allons en faire. Tout en laissant la possibilité aux futurs utilisateurs de rajouter des bâtiments non gérés s'ils en rencontrent. Comme on peut le voir sur la figure ci-contre il faut préciser le type du bâtiment dans un filtre SLD. Ici c'est le filtre pour l'instant utilisé pour tous les bâtiments publics auxquels j'ai été confronté.

C) Modification des SLD

Afin de gérer la mise en niveau de gris de la carte générée j'ai donc dû travailler sur la modification des fichiers SLD.

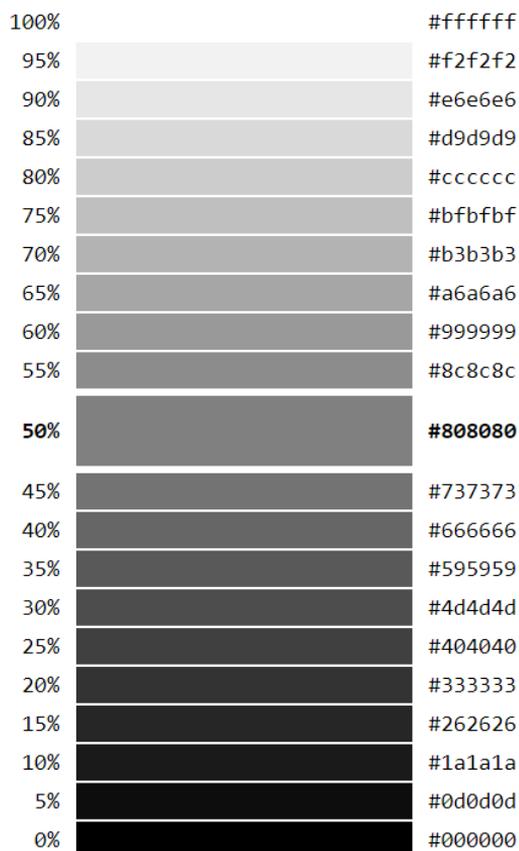


Figure 4 : Echelle de niveau de gris

Tout d'abord il a fallu se mettre d'accord lors de nos différentes réunions avec les différentes associations que nous avons rencontrées, ou même lors des réunions de projet faites chaque semaine, afin de définir une échelle pour les niveaux de gris. Cette échelle était utile afin de connaître la taille de la tuile à imprimer et ainsi pouvoir définir les différentes hauteurs représentées par chaque niveau de gris.

Nous avons alors décidé de mettre un sol à 50% de la taille de la tuile et ensuite travailler sur une élévation des infrastructures avec une valeur de 15% pour le dessus des bâtiments et de 10% pour leur bordure. Et sur un abaissement des routes et des cours d'eau avec une valeur de 80%.

Pour cela j'ai créé mes propres fichiers SLD qui étaient tout d'abord une copie de ceux existant et je les ai complètement modifiés afin qu'ils correspondent aux critères cités précédemment. La difficulté était de remplir tous les champs de couleurs pour chaque bâtiment afin de ne pas en avoir avec une couleur différente. C'est également grâce à cela que certains bâtiments qui n'étaient pas forcément bien représentés dans les SLD ont ainsi pu être identifiés et ajoutés aux différents filtres.

J'ai ainsi travaillé sur les différents SLD qui nous étaient utiles, c'est à dire ceux concernant majoritairement les bâtiments, les routes ainsi que les zones spéciales comme les parcs. J'ai ainsi travaillé sur six fichiers SLD qui correspondent aux bâtiments, aux routes et chemins, aux zones scolaires et médicales, aux zones sportives et les parcs, aux lignes ferroviaires et de tramway et pour finir aux cours d'eau.



Figure 5 : Carte en niveau de gris dans GeOxygene

Comme on peut le voir sur cette figure, grâce aux fichiers SLD, la carte est passée complètement en niveaux de gris correspondant aux échelles énoncées précédemment. Les bordures des bâtiments sont légèrement plus foncées, ce qui est une contrainte que nous nous sommes fixé lors des réunions et qui permet aux déficients visuels de bien identifier la forme d'un bâtiment. Il y a également une fonctionnalité présente à l'origine dans GeOxygene qui permet de fusionner les bordures de bâtiment collés et permettre de faire un seul et même gros bâtiment. C'est aussi une contrainte que nous nous sommes fixé. Grâce à cette fonctionnalité je n'ai pas eu besoin de travailler dessus car le résultat était déjà très bon et il n'y avait aucune raison de changer l'existant. Un problème rencontré également et le fait qu'à certains endroit les routes et les bâtiments se chevauchent légèrement. J'en ai donc discuté avec les différents intervenants et nous avons donc décidé dans ce cas-là la priorité de la route par rapport aux bâtiments.

D) Ajout de fonctionnalités pour la texturation

Parmi mes objectifs de texturation, l'un était de texturer les bâtiments de manière à ce que le motif ne soit pas coupé par un des bords de la forme à recouvrir. GeOxygene permettait de base grâce à la structure des SLD d'afficher une image ou un motif en mosaïque sur le bâtiment. Cela m'a beaucoup aidé car j'ai pu identifier directement l'endroit où j'allais pouvoir faire mes modifications pour gérer la disposition des motifs. Le problème de cette disposition en mosaïque était le motif qui se répétait de manière automatique sur le rectangle englobant du bâtiment. Or, il m'était impossible de mettre des contraintes d'affichage à cette mosaïque. En plus de cela, une des difficultés rencontrées pendant mes recherches était que le rectangle englobant, utilisé pour afficher les motifs, utilisait des coordonnées relatives à la position dans la fenêtre de GeOxygene alors que les bâtiments utilisaient les coordonnées absolues d'OpenStreetMap. GeOxygene proposait alors deux méthodes permettant de convertir les coordonnées relatives en absolues et inversement. Ces méthodes étaient efficaces mais malheureusement il y a une légère marge d'erreur quant à la précision des calculs. Heureusement l'erreur est infime et j'ai donc choisi de garder ces méthodes qui m'ont permis de gagner du temps sur la conversion des coordonnées.

Afin de me familiariser à la position des motifs pour la texture j'ai réparti mes recherches en plusieurs axes. Tout d'abord j'ai choisi de refaire la méthode de mosaïque en gérant la manière dont sont affichées les motifs. Grâce à cela j'ai déjà pu me familiariser avec le placement des motifs. Ensuite j'ai cherché à n'afficher qu'un seul motif au centre pour me permettre d'avoir quelques repères. Après cela, j'ai réussi à afficher un motif à chaque sommet du bâtiment. C'est tests m'ont permis de maîtriser ce qu'il me fallait pour remplir le bâtiment comme je le désirais.

```

<PolygonSymbolizer>
  <Fill>
    <CssParameter name="fill-opacity">1</CssParameter>
    <CssParameter name="fill">#262626</CssParameter>
    <GraphicFill>
      <Graphic>
        <Mark>
          <WellKnownName>circleMini</WellKnownName>
          <FillWithBorder>true</FillWithBorder>
          <Fill>
            <CssParameter name="fill">#1a1a1a</CssParameter>
            <CssParameter name="fill-opacity">1</CssParameter>
          </Fill>
        </Mark>
        <Size>30</Size>
      </Graphic>
    </GraphicFill>
  </Fill>
  <Stroke>
    <CssParameter name="stroke">#1a1a1a</CssParameter>
    <CssParameter name="stroke-width">0.5</CssParameter>
  </Stroke>
</PolygonSymbolizer>

```

Figure 6 : Exemple d'ajout de texture en SLD

Pour remplir l'objectif de gérer le fait que les motifs ne soient pas coupés par les bordures j'ai choisi d'utiliser les SLD. Je me suis servi d'une fonctionnalité des SLD permettant de définir un motif dans une balise afin de gérer les bordures. En effet j'ai créé une balise FillWithBorder à laquelle il suffit de définir la valeur à true afin que le motif

respecte les bordures du bâtiment. Il n'est pas nécessaire de mettre cette balise avec false car je l'ai défini comme valeur par défaut. Ensuite dans le code Java permettant de lire les fichiers SLD, j'ai créé la fonctionnalité permettant de lire cette nouvelle balise et ainsi définir si oui ou non le logiciel doit respecter les bordures. Un motif est représenté par un carré dans lequel une forme est dessinée, et donc pour savoir si un motif est à l'intérieur d'un bâtiment je calcule si les 4 sommets du motif sont à l'intérieur du bâtiment. J'ai créé cette fonctionnalité de cette manière afin que cette fonctionnalité soit complètement transparente pour les utilisateurs n'ayant pas usage de notre plugin.

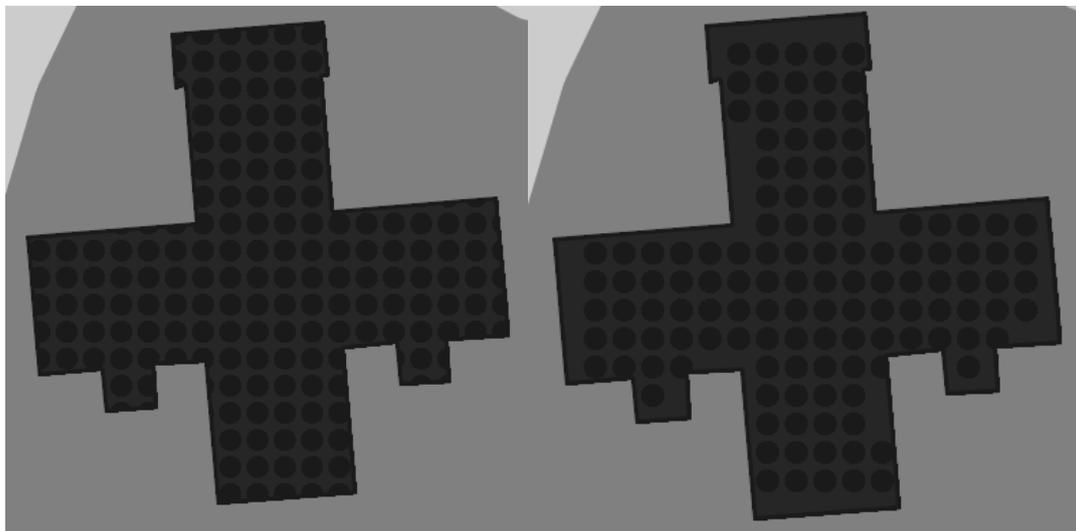


Figure 7 : Exemple de texture avec et sans gestion des bordures

L'image ci-dessus permet de voir la différence sur un bâtiment non rectangulaire, qui m'a été très utile lors de mes tests, l'affichage en mosaïque avec et sans gestion des bordures. Un problème que je n'ai malheureusement pas eu le temps de traiter est l'orientation des motifs.

Après les réunions avec DV-Auvergne ainsi que Braille et Culture, j'ai eu quelques informations et quelques exemples sur les textures majoritairement utilisées pour ces cartes. J'ai ainsi eu comme tâche d'en créer dans l'application afin de correspondre le plus possible à l'existant. Comme on peut le voir ci-dessous j'ai créé deux nouveaux motifs qui sont la vague et le plus, ils permettent d'avoir une sensation de toucher différente des autres textures et ainsi répondre du mieux possible à cet objectif. La difficulté pour la création des formes est apparue lorsque j'ai eu à faire la vague car avec les outils à disposition dans Java et GeOxygene j'ai réalisé la vague à l'aide d'un polygone en utilisant une multitude de point afin de rendre transparent le fait que c'est un polygone et ainsi avoir une impression d'arrondie.

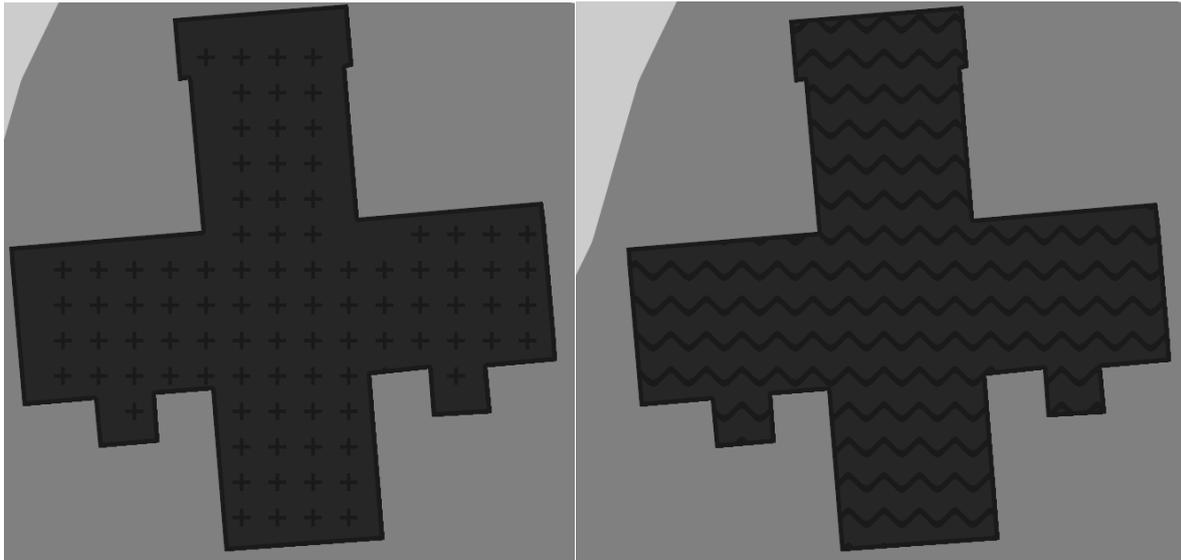


Figure 8 : Nouveaux motifs de textures

E) Création du plugin Blind

Après avoir travaillé sur nos projets respectifs avec M. Jérôme Rolland, nous avons décidé de créer un plugin interne à GeOxygene reprenant nos fonctionnalités avec la possibilité d'en rajouter. Cela permettrait d'être une fonctionnalité à part de GeOxygene mais qui permet aussi d'avoir tous nos ajouts compris au même endroit.

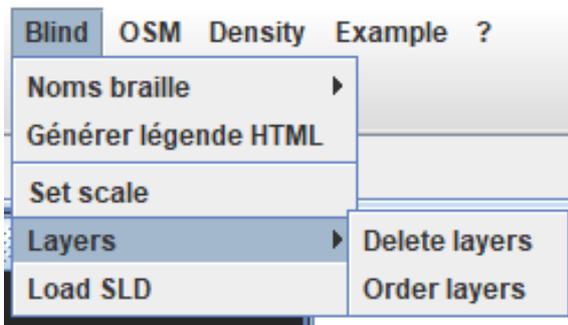


Figure 9 : Menu du plugin Blind

ils sont tout de même accessibles si les utilisateurs veulent modifier les textures ou leur taille. Ensuite l'option Set scale permet de mettre à l'échelle 1/1200 la carte à l'écran. Cette échelle a été décidée pendant une réunion entre nous tous afin de correspondre à l'écran à la taille une fois imprimée. On pourra se rendre compte si les modifications apportées à la carte sont à la taille désirée.

Nous avons donc créé le plugin Blind qui contient toutes nos fonctionnalités. Pour ma part j'ai travaillé sur les trois lignes du bas par rapport à l'image ci-contre. Je vais commencer par l'option Load SLD qui est la plus représentative de mon projet sur la texturation. Cette ligne permet de charger tous les SLD créés spécialement pour ce projet. Les SLD sont dans un dossier de ressources du plugin et sont donc totalement transparent pour l'utilisateur. Mais

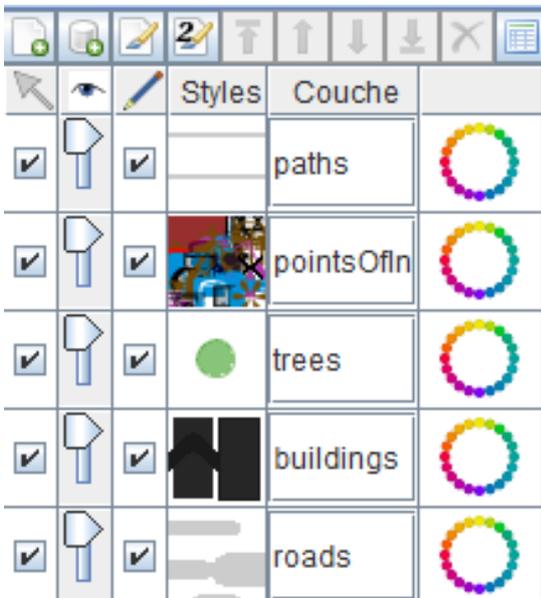


Figure 10 : Liste des couches d'une carte

Enfin le menu Layers est constitué de deux sous menu qui permettent de gérer les différentes couches qui composent la carte. L'image ci-contre permet d'avoir un aperçu des différentes couches de la carte observée précédemment dans la partie A. Certaines de ces couches n'étaient pas utiles pour notre carte et l'option Delete layers permet de supprimer ces couches superflues et ainsi améliorer la lisibilité de la légende. Sur GeOxygene la position des couches influe sur le rendu de la carte. Pour avoir le rendu souhaité il a fallu également ordonner les couches et cette fois c'est l'option Order layers qui permet de mettre toutes les couches utiles dans le bon ordre.



Figure 11 : Carte en niveau de gris avec texture

Cette carte représente le résultat final de toutes les fonctionnalités que j'ai ajouté durant ce stage, on peut ainsi voir la carte en niveau de gris et la chapelle illustrée plusieurs fois précédemment avec la texture décidée durant les réunions. Cette carte ne contient également que les couches utiles, ordonnées.

4) Perspectives

A) Textures

Plusieurs améliorations sont encore possibles concernant la texturation des bâtiments. La première, je pense est de remplacer la texturation en SLD actuelle par une texturation vectorielle à partir de l'application. Cela permettrait de pouvoir supprimer certaines erreurs de calculs mais également permettrait de gérer l'orientation de la texture, ce qui ne peut pas être géré actuellement.

Une deuxième amélioration possible serait de pouvoir définir les textures à ajouter directement à partir du logiciel pour ainsi gérer un peu plus manuellement la texture. Il serait donc intéressant de pouvoir ainsi gérer les bâtiments que l'on voudrait texturer en cas de texturation exceptionnelle par exemple.

B) Pose de cartes tactiles en ville

Une amélioration majeure pour ce projet serait que les cartes imprimées puissent être posées en ville dans des positions stratégiques comme par exemple à Clermont aux arrêts de tramway et de bus. Aussi, pour des cartes destinées à rester en extérieur il faudrait pouvoir les imprimer dans des matériaux plus résistants.

C) Imprimer des cartes à domicile

Une autre amélioration utile serait de pouvoir imprimer des cartes chez soi pour ainsi pouvoir s'en servir directement. Pour cela il faudrait donc un logiciel simple d'utilisation et programmable pour avoir le résultat escompté.

Conclusion

Ce fut un stage très enrichissant, car pour ma part c'était une première expérience dans le cadre de la recherche et cela m'a permis de découvrir un nouvel environnement de travail.

Durant ce stage j'ai utilisé un langage informatique que je connaissais déjà mais j'ai beaucoup appris quant aux méthodes de travail que ce soit avec Git ou avec les réunions d'avancement du projet que l'on faisait toutes les semaines avec M. Favreau. J'ai beaucoup apprécié travailler en open space avec les autres étudiants en stage car cela m'a permis de pouvoir échanger et ainsi avoir de nouveaux points de vue sur mon travail pour m'aider à avancer.

J'ai également beaucoup appris grâce aux différents intervenants que l'on a pu rencontrer au niveau des outils d'aide aux déficients visuel avec DV-Auvergne et Braille et Culture. Mais aussi au niveau des différents outils que nous avons utilisés avec OSM-Fr et SigMake.

En résumé, je dirais que je suis très satisfait de mon stage, les objectifs ayant été atteints. J'ai apprécié cet environnement de travail et même si certaines tâches étaient plus complexes que d'autres, j'ai trouvé ça très instructif la manière dont nous avons échangé avec tous les acteurs du projet afin de résoudre les différents problèmes rencontrés.

Webographie

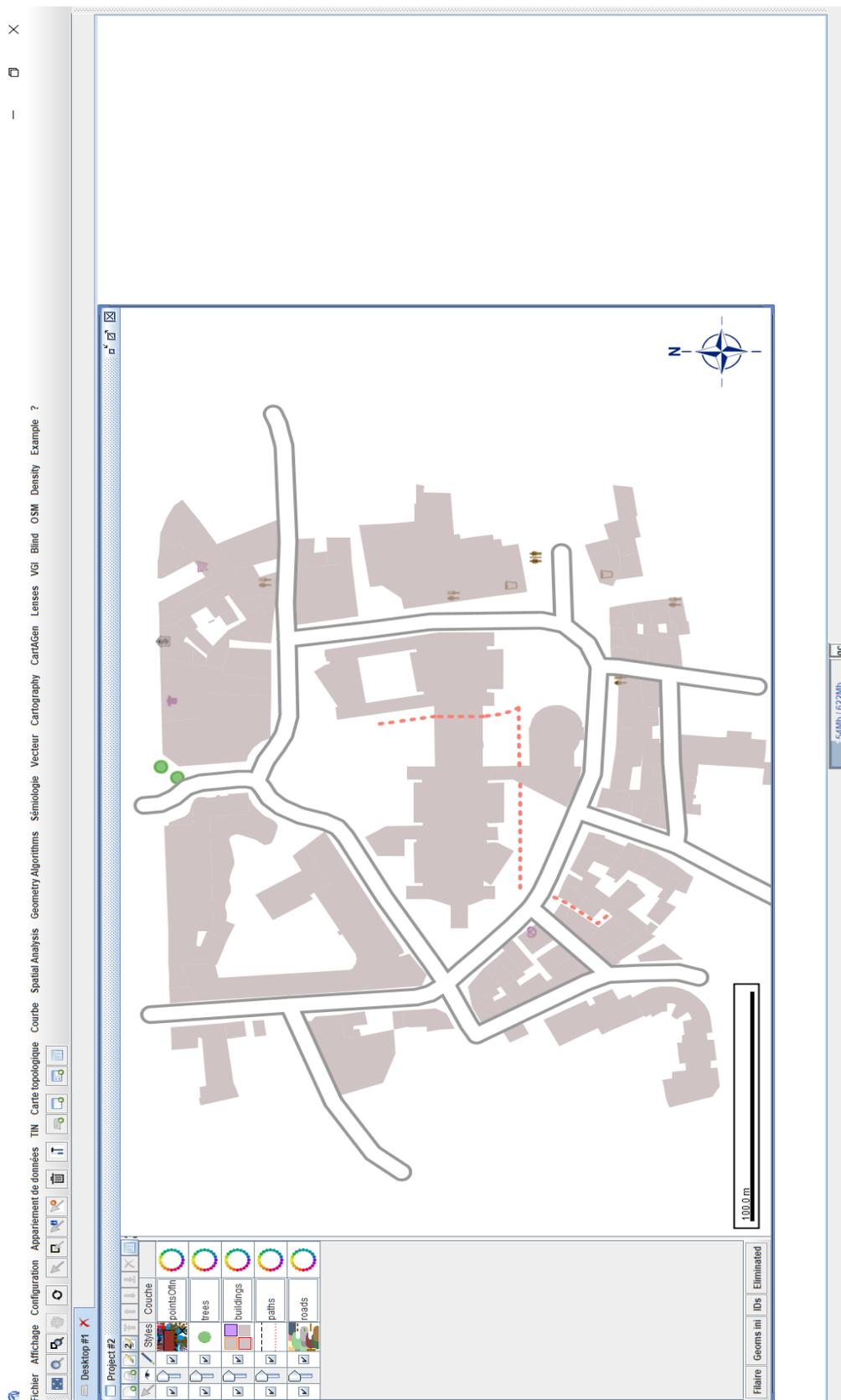
Sites principalement utilisés durant ce stage :

- <https://github.com/>
- <https://ignf.github.io/geoxygene/documentation/index.html>
- https://wrf.ecse.rpi.edu//Research/Short_Notes/pnpoly.html
- <http://docs.geoserver.org/>

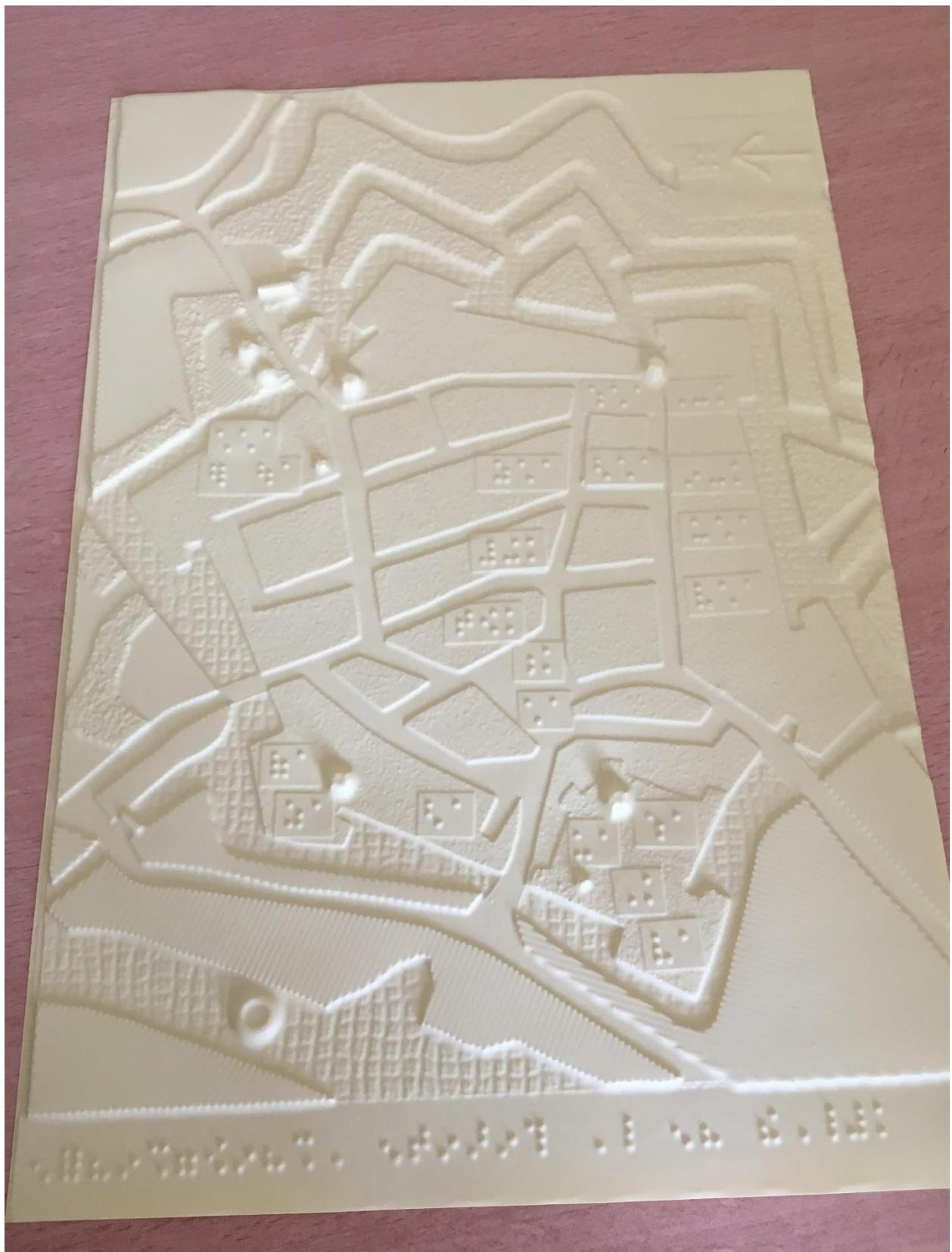
Annexe

Annexe 1 : Capture d'écran de GeOxygene.....	21
Annexe 2 : Exemple de plan imprimé par thermoformage.....	22
Annexe 3 : Exemple d'impression par thermogonflage	23
Annexe 4 : Plan de Clermont-Ferrand par thermoformage	24

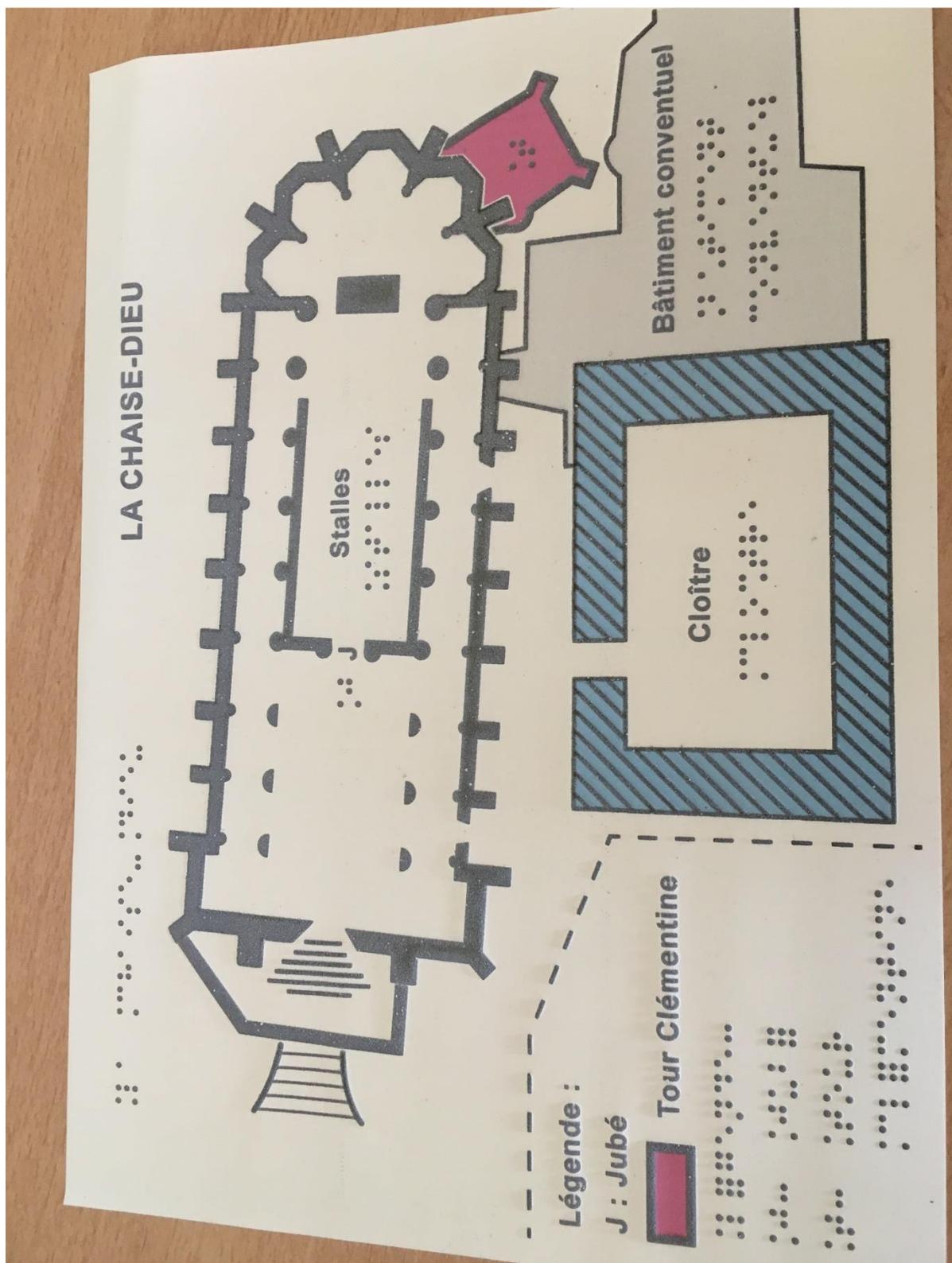
Annexe 1 : Capture d'écran de GeOxygene



Annexe 2 : Exemple de plan imprimé par thermoformage



Annexe 3 : Exemple d'impression par thermogonflage



Annexe 4 : Plan de Clermont-Ferrand par thermoformage

