



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

INSTITUT DES SCIENCES
DE L'ENVIRONNEMENT

QGIS comme outil central pour le développement d'un tutoriel de cours SIG open source

Rapport de stage réalisé au sein du groupe EnviroSPACE
dans le cadre du certificat complémentaire en géomatique

Université de Genève

Présenté par

Valérie Parietti

Enseignant chargé du suivi académique : Dr. Pierre Lacroix

Membre du comité scientifique : Prof. Hy Dao

Janvier 2016

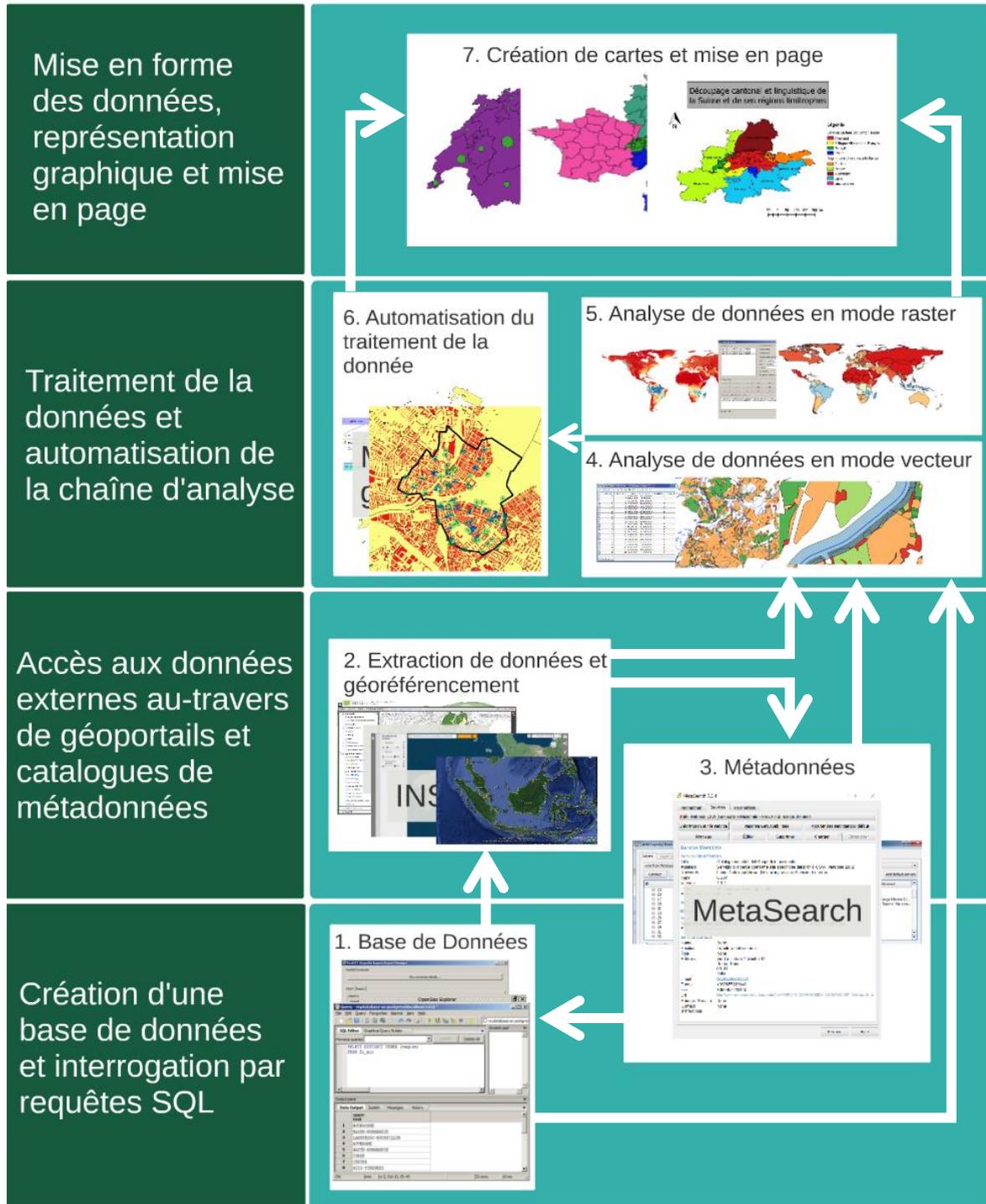
RESUME

L'objectif de ce travail a été de mener une réflexion sur la mise en place d'un cours SIG open source, et le développement des tutoriels de ce cours. Pour cela, le logiciel libre QGIS a été choisi comme point central, permettant d'appréhender une grande partie de la chaîne de fonctionnalités impliquées dans la discipline, de la donnée à l'analyse, puis à la représentation.

La première partie du travail a été de définir le cadre général de ce cours, dont l'objectif principal poursuivi par le cours, le profil des utilisateurs auquel il s'adresse, la forme désirée et le contenu des tutoriels. A partir de là, certains tutoriels ont été repris d'un travail préalables du Dr. Pierre Lacroix et adaptés pour les intégrer dans ce travail, alors que d'autres ont été entièrement réalisés dans le cadre du stage. La fin du stage a été consacrée à la réalisation d'une vidéo de présentation du cours permettant de donner une vision globale du contenu des tutoriels.

Certificat complémentaire en géomatique – Rapport de stage

Schéma général du cours, avec le contenu des tutoriels (blocs blancs) et les liens qui les unissent :



LISTE DES ACRONYMES ET ABBREVIATION

| | |
|-------------|---|
| ACG | Association des Communes Genevoises |
| BRGM | Bureau de Recherche Géologique et Minière |
| CC-BY-NC-SA | Creative Commons-Attribution-NonCommercial-ShareAlike |
| DEM/MNT | Digital Elevation Model/Modèle Numérique de Terrain |
| ERDESS | Equipe de Recherche en Didactiques et en Epistémologie des Sciences Sociales |
| ESRI | Environmental Systems Research Institute |
| GADM | Global Administrative Areas |
| GDAL | Geospatial Data Abstraction Library |
| GEF TWAP | Global Environment Facility International Waters - Transboundary Water Assessment Programme |
| GPCC | Global Precipitation Climatology Centre |
| GRASS | Geographic Resources Analysis Support System |
| GRID | Global Resource Information Database |
| IGN | Institut national de l'information géographique et forestière |
| INSEE | Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques |
| ISE | Institut des Sciences de l'Environnement |
| OFS | Office Fédéral de la Statistique |
| OGC | Open Geospatial Consortium |
| OsGeo | Open Source Geospatial Foundation |
| QGIS | Quantum GIS |
| SIG | Systèmes d'Information de l'Environnement |
| SITG | Services d'Information géographique du Territoire Genevois |
| SCR | Système de Coordonnées de Référence |
| SQL | Structured Query Language |
| TIGERS | Technologie de l'Information Géographique et Environnementale: Recherche et Services |
| TPG | Transports Publics Genevois |
| UNIGE | Université de Genève |
| USGS | United States Geological Survey |

TABLE DES MATIERES

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | <u>INTRODUCTION</u> | 7 |
| 1.1 | CONTEXTE ET OBJECTIFS DU STAGE | 7 |
| 1.2 | SITUATION ACTUELLE ET BESOINS | 7 |
| 2 | <u>QUESTIONS ET DÉCISIONS PRÉALABLES</u> | 8 |
| 3 | <u>TUTORIEL</u> | 9 |
| 3.1 | OBJECTIFS | 9 |
| 3.2 | CIBLE | 9 |
| 3.3 | FORME | 9 |
| 3.4 | CONTENU | 10 |
| 4 | <u>CONTENU DES EXERCICES</u> | 10 |
| 4.1 | BASE DE DONNÉES | 10 |
| 4.2 | EXTRACTION DE DONNÉES ET GÉORÉFÉRENCEMENT | 11 |
| 4.3 | MÉTADONNÉES | 11 |
| 4.4 | ANALYSE DE DONNÉES EN MODE VECTEUR | 12 |
| 4.5 | ANALYSE DE DONNÉES EN MODE RASTER | 12 |
| 4.6 | AUTOMATISATION DU TRAITEMENT DE LA DONNÉE | 13 |
| 4.7 | CRÉATION DE CARTES ET MISE EN PAGE | 14 |
| 5 | <u>DONNÉES : TÉLÉCHARGEMENT ET TRAITEMENT, PRÉPARATION</u> | 15 |
| 6 | <u>CAPSULE VIDÉO</u> | 16 |
| 6.1 | MÉTHODOLOGIE | 16 |
| 6.2 | MÉTHODOLOGIE | 16 |
| 6.3 | CONTENU | 17 |
| 7 | <u>CONCLUSION</u> | 17 |
| 8 | <u>CONCLUSION PERSONNELLE</u> | 17 |

TABLE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| FIGURE 1 LOGO DE LA LICENCE CREATIVE COMMONS DE TYPE CC-BY-NC-SA. _____ | 9 |
| FIGURE 2 RÉSULTAT DE LA CONVERSION DES FICHIERS SHP LORS DE L'IMPORT DES DONNÉES DANS LA BASE DE DONNÉ _____ | 10 |
| FIGURE 3 EXEMPLE DE REQUÊTE SQL _____ | 11 |
| FIGURE 4 OUTIL DE GÉORÉFÉRENCEMENT D'IMAGE PROPOSÉ DANS QGIS _____ | 11 |
| FIGURE 5 AJOUT DU CATALOGUE DE MÉTADONNÉES DU <i>TRANSBOUNDARY WATER ASSESSMENT PROGRAMME</i> À L'AIDE DE SON URL. _____ | 12 |
| FIGURE 6 EXTRAIT DE TABLE D'ATTRIBUT DE LA COUCHE VECTEUR CONTENANT LES LIMITES DES CANTONS SUISSES. _____ | 12 |
| FIGURE 7 OUTIL QGIS R.TO.VECT, PERMETTANT DE TRANSFORMER UNE COUCHE RASTER EN COUCHE VECTEUR _____ | 13 |
| FIGURE 8 MODÈLE INTÉGRANT UNE CHAÎNE D'ANALYSE DANS QGIS, RÉALISÉ AVEC LE MODELEUR GRAPHIQUE. LES CADRES VIOLETS SE RÉFÈRENT À UNE COUCHE, LES BLANCS À UN OUTIL QGIS, ET LE BLEUS À UN RÉSULTAT EN SORTIE. _____ | 14 |
| FIGURE 9 REPRÉSENTATION DE LA POPULATION DE CHAQUE CANTON SUISSE À L'AIDE DE SYMBOLES PROPORTIONNELS _____ | 15 |
| FIGURE 10 EXTRAIT DE LA PREMIÈRE PARTIE DE LA VIDÉO DE PRÉSENTATION DU COURS, REPRÉSENTANT LA FORME DU COURS ET DES DIFFÉRENTS TUTORIELS. _____ | 16 |
| FIGURE 11 EXTRAIT DE LA DEUXIÈME PARTIE DE VIDÉO DE PRÉSENTATION DU COURS, REPRÉSENTANT LE CONTENU DU COURS ET L'ENCHAÎNEMENT DES DIFFÉRENTS MODULES THÉMATIQUE. _____ | 17 |

1 Introduction

1.1 Contexte et Objectifs du stage

Ce rapport est le résultat d'un stage réalisé dans le cadre du Certificat Complémentaire en Géomatique organisé conjointement par la Faculté des Sciences et la Faculté des Sciences de la Société de l'Université de Genève (UNIGE). Celui-ci s'est déroulé au sein du groupe EnviroSPACE, appartenant à l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE) de l'Université de Genève, sous la supervision de MM. Pierre Lacroix et Hy Dao, entre octobre 2015 et janvier 2016, avec un taux d'activité de 70%.

Au sein de l'UNIGE, les activités du groupe EnviroSPACE et des groupes InfoGéo et ISE/GRID sont regroupées sous l'acronyme TIGERS, signifiant Technologies de l'Information pour la Géographie et l'Environnement : Recherche et Services. Ce regroupement joue un rôle important dans la promotion de la géomatique, et son utilisation par un public de plus en plus large, et pour la coordination des activités dans ce domaine au sein de l'UNIGE. Il est également impliqué dans de nombreux projets de recherche internationaux, appliquant les SIG et la télédétection à différentes problématiques environnementales. De plus, les enseignements dispensés au sein de l'Université et au-travers de différents programmes de formation continue en font un acteur important pour la démocratisation de cette discipline.

Dans cette optique, ce stage avait pour objectif de compléter le matériel d'apprentissage déjà existant au sein de l'Université, tout en menant une réflexion approfondie au sujet de l'élaboration d'un support de cours.

Actuellement, les cours donnés au sein du certificat de géomatique et d'autres cursus utilisent dans la grande majorité le logiciel ArcGIS. Ce programme fonctionnant sous licence, est disponible dans le cadre de l'Université de Genève, mais cela n'est pas le cas de nombreuses entreprises et particuliers, pour qui le prix peut être prohibitif. C'est pourquoi il a été décidé pour ce stage de s'orienter sur un cours uniquement open source et open data, qui constituent deux problématiques en pleine expansion.

Le choix du logiciel QGIS s'est finalement fait naturellement, car il réunissait tous ces critères. Il s'agit d'un logiciel disponible en téléchargement libre, et permettant d'intégrer de nombreux outils. De plus, la simplicité de son interface le rend facilement accessible pour des débutants dans le domaine des SIG.

1.2 Situation actuelle et besoins

Actuellement, l'Université dispense 3 types de cours en géomatique :

- Le cours « Géomatique » est un cours d'introduction à la géomatique, obligatoire pour les étudiants en Bachelor en Sciences de la Terre et de l'Environnement, et à choix pour les autres. Ce cours pose les bases théoriques de la discipline, et est complété par une série d'exercices pratiques. Il s'agit d'un cours pour débutants, qui permet de survoler l'ensemble du domaine afin de susciter la curiosité et l'envie d'aller plus loin dans d'autres cours plus complets.

- Différents cours sont dispensés dans le cadre du certificat de géomatique, adressés à des utilisateurs plus avancés. Ils portent sur de nombreuses thématiques mais utilisent dans une très grande majorité le logiciel ArcGIS et une partie de ses nombreuses fonctionnalités.
- Le cours OpenSource GIS, donné en 2013, constitue le seul support d'apprentissage de l'éventail des cours de l'Université axé sur les logiciels libres. Il s'adressait principalement aux professionnels débutants dans le domaine et multipliait les différents outils sous licence libre existants dans le domaine (PostgreSQL, PostGIS, QGIS, GRASS, GDAL, etc.) afin d'offrir une vue d'ensemble. A l'issue de ce cours, les participants avaient néanmoins émis la réserve que cette diversité d'outils rendait les théories sous-jacentes difficiles à assimiler dans un cours d'introduction.

Au vu de cet inventaire, le besoin d'un cours d'introduction opensource s'est alors fait sentir. Pour être en accord avec ce premier choix, il a été rapidement décidé de ne travailler qu'avec des données ouvertes (opendata), c'est-à-dire en téléchargement gratuit sur internet.

2 Questions et décisions préalables

Dès le début du stage, puis tout au long du processus de création du cours, de nombreuses questions ont été soulevées au sujet des différents aspects du cours. Chacune d'elle a entraîné une réflexion et une décision quant à la forme et au fond voulus pour ces tutoriels. Ce processus a été soutenu par l'Equipe de Recherche en Didactiques et en Epistémologie des Sciences Sociales (ERDESS), par le biais de M. Philippe Haeberli. Voilà un aperçu non exhaustif des questionnements menés en amont de la rédaction des tutoriels :

- Pourquoi créer ce cours ? Quel objectif principal poursuit-il ? Quel doit être son apport à la situation actuelle ?
- A qui s'adresse le cours ? Quel est le profil des utilisateurs (domaine, niveau, intérêt, besoin)?
- Des prérequis sont-ils nécessaires pour suivre le cours, et si oui, lesquels ?
- S'agit-il d'un cours pour francophones uniquement, ou doit-il être rédigé en anglais ?
- Quelle forme doit prendre ce cours ? Doit-il pouvoir être suivi seul, ou avec un encadrant ?
- Faut-il inclure de la théorie en plus des exercices pratiques, et si oui, en quelles proportions ?
- Quelle structure pour chaque document ?
- Comment stocker le cours pour le mettre à disposition des utilisateurs ? Sous forme de dossier à télécharger, de contenu en ligne, de lien vers un serveur externe, ou autre ?
- Comment sera diffusé le tutoriel ?
- Quel doit être le niveau de suivi ? Expliquer chaque étape très clairement ou donner l'objectif final et laisser l'utilisateur se débrouiller ?
- Les tutoriels doivent-ils être dépendants ou indépendants les uns des autres ?
- Quels sont les apprentissages essentiels que le cours doit permettre d'acquérir ?
- Sur quelle thématique doivent porter les données ? Faut-il traiter d'une ou de plusieurs thématiques tout au long des tutoriels ?
- Est-ce que les utilisateurs doivent pouvoir travailler sur une thématique qu'ils connaissent bien pour acquérir les connaissances ?

3 Tutoriel

3.1 Objectifs

L'objectif principal de ce tutoriel est de compléter l'éventail des cours SIG dispensés par l'Université de Genève en proposant une introduction à la géomatique au-travers d'un seul outil simple, gratuit et très complet.

3.2 Cible

La toute première étape a été de définir le profil des utilisateurs visés, ce qui a ensuite permis de répondre à de nombreuses autres questions. Tout d'abord adressé aux débutants au sens large, il a été décidé de cibler plus clairement les étudiants qui débutent dans la géomatique. Il s'adresse ainsi dans un premier temps aux étudiants de l'Université, novices, qui auraient besoin de cet outil dans le cadre d'un travail personnel tels que le mémoire de master ou un travail de doctorat, et qui n'auraient pas encore suivi de cours de ce type, ou qui auraient besoin d'un rafraîchissement dans ce domaine. Dans un deuxième temps, ce cours pourrait être utilisé par les professeurs dans le cadre de différents cours, séminaire, ou formation continues, à l'Université ou en dehors. Finalement, il pourrait également être mis à disposition de tout un chacun sur internet en libre diffusion.

3.3 Forme

La forme générale choisie a été le format papier, sous forme de dossier à télécharger. Tout a été rédigé en français ; d'une part parce qu'il s'agit de la langue principalement utilisée à l'UNIGE, d'autre part car cela permet de compléter l'offre de tutoriels QGIS disponible actuellement sur internet, en grande partie en anglais.

Ce cours est articulé en différents chapitres constitués majoritairement de parties expérimentales, avec quelques encarts théoriques pour introduire rapidement certaines notions essentielles. Les exercices sont structurés sous forme de points à suivre les uns après les autres agrémentés de captures d'écran, au long desquels l'utilisateur est aidé afin qu'il ne se perde pas. Des explications claires encouragent néanmoins l'utilisateur à comprendre le fonctionnement du programme, pour éviter qu'il ne suive simplement les étapes sans réfléchir.

Chaque chapitre est articulé de la même manière avec, dans l'ordre, les objectifs de l'exercice, un résumé, les différentes étapes à suivre, puis un récapitulatif des apprentissages acquis, quelques questions d'auto-évaluation, les références et les réponses aux questions. Les encarts explicatifs sont insérés là où ils sont utiles, et se présentent sous la forme d'un rectangle gris en partie tronqué, afin de bien les différencier de la partie expérimentale.

Ces tutoriels sont distribués sous licence Creative Commons Attribution – Pas d'Utilisation Commerciale – Partage à l'identique 4.0 International (CC-BY-NC-SA) (Figure 1). Cela signifie qu'ils sont libres d'utilisation à condition de citer l'auteur (BY), restreints aux utilisations non commerciales (NC), et soumis aux mêmes conditions que l'œuvre originale en cas de diffusion après modification (SA).

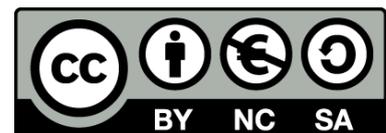


Figure 1 Logo de la licence Creative Commons de type CC-BY-NC-SA.

3.4 Contenu

Ce cours est constitué de sept chapitres thématiques, plus un chapitre préalable contenant les différentes procédures d'installation. Ces chapitres s'enchaînent de manière à suivre une logique permettant à l'utilisateur d'acquérir les bases de la géomatique à l'issue de l'ensemble du cours. Cependant, chaque chapitre peut également être suivi indépendamment des autres.

Pour chaque exercice, les données touchent de nombreux sujets différents, et proviennent toutes de téléchargement libre venant de différentes sources. Ainsi, l'utilisateur est également sensibilisé à la problématique des données, de leur source et de leur utilisation.

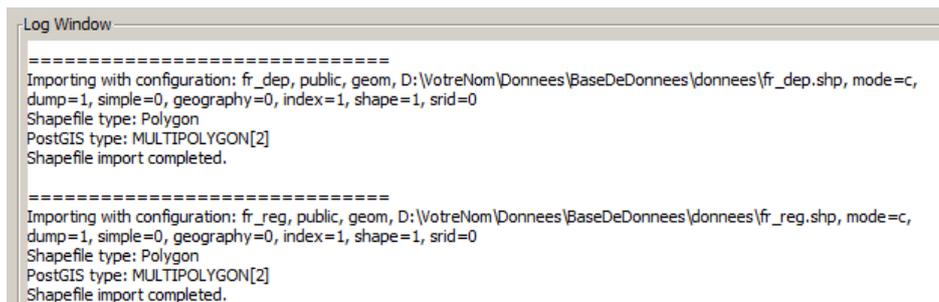
Chaque chapitre se termine par une série de questions, afin que l'utilisateur puisse évaluer sa compréhension du sujet.

4 Contenu des exercices

Sur l'ensemble des sept exercices, cinq d'entre eux avaient été déjà en partie développés avant ce stage par M. Pierre Lacroix, en vue d'une possible mise sur pied d'un cours SIG OpenSource à l'Université. Il s'agit des chapitres 1, 2, 4, 5 et 7. Ces exercices ont été repris et parfois en grande partie modifiés, remis à jour et restructurés pour harmoniser l'ensemble.

4.1 Base de données

Cet exercice est le seul qui ne concerne pratiquement pas QGIS. C'est le logiciel libre PostgreSQL, avec sa capsule spatiale PostGIS, qui est utilisé pour créer puis gérer une base de données spatiale (Figure 2). L'utilisateur apprend ensuite à effectuer des requêtes SQL pour atteindre les informations de la base de données, les afficher, les manipuler, en ajouter et en supprimer, ou effectuer des modifications (Figure 3).



```
Log Window
=====
Importing with configuration: fr_dep, public, geom, D:\VotreNom\Donnees\BaseDeDonnees\donnees\fr_dep.shp, mode=c,
dump=1, simple=0, geography=0, index=1, shape=1, srid=0
Shapefile type: Polygon
PostGIS type: MULTIPOLYGON[2]
Shapefile import completed.
=====
Importing with configuration: fr_reg, public, geom, D:\VotreNom\Donnees\BaseDeDonnees\donnees\fr_reg.shp, mode=c,
dump=1, simple=0, geography=0, index=1, shape=1, srid=0
Shapefile type: Polygon
PostGIS type: MULTIPOLYGON[2]
Shapefile import completed.
```

Figure 2 Résultat de la conversion des fichiers SHP lors de l'import des données dans la base de données

Les requêtes peuvent être faites dans PGAdmin, ou dans QGIS à l'aide de l'extension OpenGeo Explorer. Les deux méthodes sont expliquées, afin de fournir à l'utilisateur plus d'information, même si une seule d'entre elles est ensuite utilisée dans l'exercice. Plusieurs encarts explicatifs sont insérés, à propos des formats de données, du programme PostgreSQL et sa capsule PostGIS, et du langage SQL.

```
SELECT fr_reg.region, fr_reg.pop_region, fr_arr.arr, fr_arr.pop_arr
FROM fr_reg
INNER JOIN fr_arr
ON fr_reg.region = fr_arr.region
WHERE fr_arr.region = 'Alsace'
AND fr_reg.region='Alsace'|
```

Figure 3 Exemple de requête SQL

4.2 Extraction de données et géoréférencement

Les données, de quelque type qu'elles soient, constituent le point d'entrée essentiel à toute utilisation de la géomatique. Trouver puis obtenir celles dont on a besoin pour une analyse est une étape qui peut prendre énormément de temps, et c'est un point de difficulté important, y compris pour les utilisateurs expérimentés. Pour débiter, il est donc important de se familiariser avec différents moyens de les acquérir, afin de dépasser le plus vite possible cet obstacle qui peut paraître insurmontable pour un novice.

Trois géoportails ont été utilisés dans cet exercice, et constituent un premier pas dans cette direction. Ils permettent d'obtenir une première vue des moyens d'acquisition de données pour le territoire suisse et français. Les utilisateurs sont amenés à naviguer au travers des différents sites web, pour atteindre les couches recherchées. Le portail du SITG est également utilisé pour extraire ces couches en les téléchargeant sous forme de shapefile, afin de pouvoir ensuite les importer dans un projet QGIS. Dans les deux géoportails français, les données sont extraites à l'aide de la fonction impression. Ces notions d'acquisition des données sont complétées dans chacun des exercices par l'utilisation de données ouvertes provenant de nombreuses sources différentes, toujours bien précisées.

Finalement, l'extraction de fond de carte à partir de Google Earth, et surtout le géoréférencement de cette image est un point très important de cet exercice (Figure 4). En effet, les fonds de carte sont souvent difficiles à obtenir gratuitement. Même sur le portail du SITG, qui est pourtant un excellent exemple de diffusion libre de données, les fonds de cartes ne sont pas téléchargeables. Apprendre à géoréférencer une image peut donc être très utile pour de nombreuses utilisations.

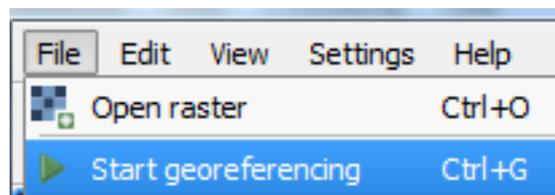


Figure 4 Outil de géoréférencement d'image proposé dans QGIS

4.3 Métadonnées

La géomatique, et plus généralement l'ère du numérique, produit et brasse d'énormes quantités de données, de type et de contenu variable. Connaître les informations correspondantes à chacune d'elles permet d'optimiser leur utilisation. Ces « données de données », définissant l'origine et la nature de ces données (la manière de les produire, leur sources, leur date, leur systèmes de projection, etc.) sont regroupées sous le terme de métadonnées.

Certificat complémentaire en géomatique – Rapport de stage

Afin de faciliter la transmission des données, des normes de création des métadonnées sont petit à petit mises en place. Cela permet également de créer des catalogues de métadonnées régis par les mêmes règles, afin d'en améliorer l'échange entre utilisateurs.

Cet exercice permet d'introduire cette notion de métadonnées, d'accéder aux catalogues de métadonnées présents par défaut dans QGIS, puis d'en ajouter un nouveau (Figure 5), et d'effectuer une recherche à partir des métadonnées, pour l'ajouter dans un projet QGIS personnel.

C'est ainsi une nouvelle manière d'accéder à des couches de données, stockées à distance, et de pouvoir les utiliser comme base d'analyse.

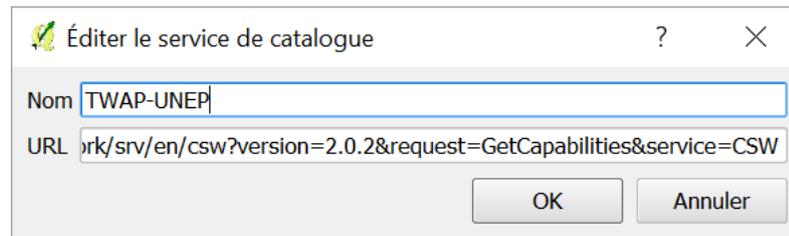
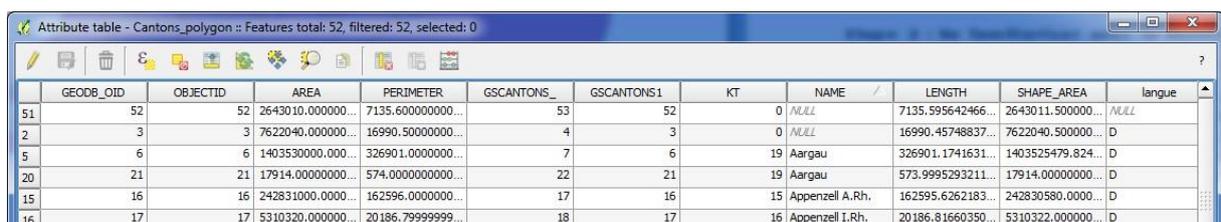


Figure 5 Ajout du catalogue de métadonnées du *Transboundary Water Assessment Programme* à l'aide de son URL.

4.4 Analyse de données en mode vecteur

Avant de se lancer dans une réelle analyse de données vecteurs, cet exercice permet d'introduire les notions de base nécessaires à l'utilisation de la géomatique. La découverte des propriétés d'une couche, de la table attributaire (Figure 6), de la sélection d'entité et de sa visualisation, ainsi que la sauvegarde d'un projet permettent à un utilisateur novice de comprendre le fonctionnement général, mais surtout de savoir où chercher les informations dont il pourrait avoir besoin dans un projet personnel. Il obtient ainsi rapidement une vision d'ensemble des notions essentielles qui permettent de se débrouiller seul. La notion de système de projection, qui peut être difficile de comprendre pour un novice, y est introduite et clarifiée afin d'éviter toute mauvaise surprise à l'utilisateur par la suite.



| GEODB_OID | OBJECTID | AREA | PERIMETER | GSCANTONS_ | GSCANTONS1 | KT | NAME | LENGTH | SHAPE_AREA | langue |
|-----------|----------|--------------------|--------------------|------------|------------|----|-----------------|-------------------|--------------------|--------|
| 51 | 52 | 2643010.000000... | 7135.600000000... | 53 | 52 | 0 | NULL | 7135.595642466... | 2643011.500000... | NULL |
| 2 | 3 | 7622040.000000... | 16990.500000000... | 4 | 3 | 0 | NULL | 16990.45748837... | 7622040.500000... | D |
| 5 | 6 | 1403530000.000... | 326901.0000000... | 7 | 6 | 19 | Aargau | 326901.1741631... | 1403525479.824... | D |
| 20 | 21 | 17914.000000000... | 574.000000000... | 22 | 21 | 19 | Aargau | 573.9995293211... | 17914.000000000... | D |
| 15 | 16 | 242831000.0000... | 162596.0000000... | 17 | 16 | 15 | Appenzell A.Rh. | 162595.6262183... | 242830580.0000... | D |
| 16 | 17 | 5310320.000000... | 20186.799999999... | 18 | 17 | 16 | Appenzell I.Rh. | 20186.81660350... | 5310322.000000... | D |

Figure 6 Extrait de table d'attribut de la couche vecteur contenant les limites des cantons suisses.

Certaines de ces notions de base sont ensuite mises à profit dans la suite de l'exercice, notamment les modifications des propriétés de la couche (symbologie), et d'autres sont introduites (sélection par requête, utilisation d'outils vecteurs, enregistrement de fichiers en sortie). Finalement, l'utilisateur découvre la possibilité de compléter les fonctionnalités de QGIS à l'aide des extensions, avec l'ajout de l'une d'elle et son utilisation.

4.5 Analyse de données en mode raster

Les notions de bases introduites dans l'exercice précédent sont à nouveau utilisées dans celui-ci, mais adaptées à l'utilisation de données raster. Cet exercice permet également d'aller plus loin dans les

notions de symbologie, puisque l'analyse a pour but de créer une symbologie précise. De nombreux outils différents permettent d'aborder des notions fréquemment utilisées en géomatique, tels que la création et l'utilisation d'un masque de découpage, la vectorisation (Figure 7), et les calculs de statistiques.

Dans un deuxième temps, cet exercice donne une idée des différentes utilisations possible à partir d'un raster d'altitude (DEM : Digital Elevation Model). Une grande variété d'information est ainsi extraite d'une même couche, selon l'outil utilisé (pente, ombrage, direction d'écoulement, limites de bassins versants). Finalement, la combinaison de ces couches obtenues permet parfois d'améliorer la représentation des informations extraites.

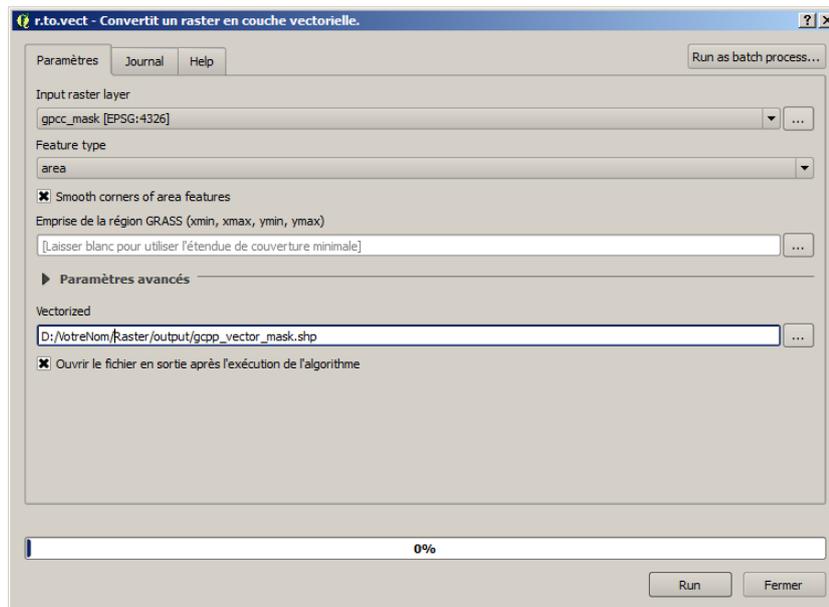


Figure 7 Outil QGIS r.to.vect, permettant de transformer une couche raster en couche vecteur

4.6 Automatisation du traitement de la donnée

Après s'être familiarisé avec les différentes manipulations de vecteur et raster dans les deux exercices précédents, l'utilisateur apprend à utiliser le modeleur graphique QGIS, qui permet d'automatiser une suite d'analyse (Figure 8). Dans un projet, de nombreuses étapes peuvent être nécessaires pour passer de la donnée de base au résultat final. De plus, les résultats intermédiaires issus de chaque étape ne sont pas toujours utilisés comme résultat final, mais uniquement comme base pour le prochain outil. La création d'une chaîne d'analyse permet ainsi de ne pas effectuer chacune des étapes à la main, et d'éviter de produire trop de résultats intermédiaires « inutiles ». Outre le gain de temps, ces modèles ont également l'avantage de pouvoir être utilisés indépendamment sur différents jeux de données. Ainsi, un même type d'analyse sur deux jeux de données différents peut être fait en créant une seule fois le modèle.

Le modeleur graphique de QGIS est un bon outil pour automatiser une analyse. Il permet de créer, éditer et exécuter un modèle de manière simple et relativement intuitive. Cet exercice permet ainsi à l'utilisateur de comprendre le fonctionnement et l'intérêt d'un modèle, afin de pouvoir par la suite en créer un adapté à ses propres besoins.

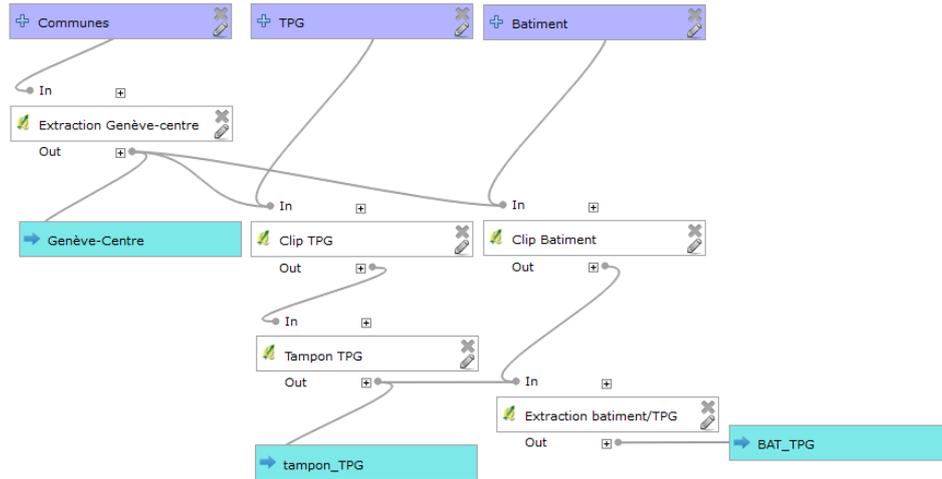


Figure 8 Modèle intégrant une chaîne d'analyse dans QGIS, réalisé avec le Modeleur Graphique. Les cadres violets se réfèrent à une couche, les blancs à un outil QGIS, et le bleus à un résultat en sortie.

4.7 Création de cartes et Mise en page

L'analyse des données à l'aide de différents outils SIG forme la base de l'utilisation de la géomatique, mais la représentation graphique des résultats est essentielle et constitue un point critique de la transmission de l'information. Une information correcte transmise de manière inadéquate sera moins bien comprise et assimilée par le public qu'une information erronée représentée d'une bonne manière. Or, la géomatique peut être un outil extrêmement important et efficace pour améliorer la compréhension de différents phénomènes et la prise de décision informée par les décideurs. C'est pourquoi apprendre à représenter des résultats est tout aussi important que connaître les outils d'analyse. Des conventions existent ainsi dans ce domaine, certains éléments d'une carte étant essentiels pour une compréhension identique de chacun, tels que l'échelle ou la légende par exemple.

Différentes manières de représenter une information peuvent être utilisées, certaines étant plus adaptées à certains types de données. Ainsi, l'utilisation de symboles gradués permet d'associer une information d'ordre quantitatif à une représentation visuelle de manière intuitive (Figure 9) ; un plus gros symbole correspondant à une plus grande quantité, et inversement. Les couleurs, et leur association selon les informations représentées sont également très efficaces visuellement.

Finalement, l'utilisation du composeur d'impression permet de créer une mise en page pour les cartes produites. Tout comme le modèle d'analyse créé dans l'exercice précédent, une composition d'impression présente l'avantage de pouvoir être réutilisée sur d'autres données, afin d'assurer une homogénéité des cartes produites par un même utilisateur ou pour un même sujet.

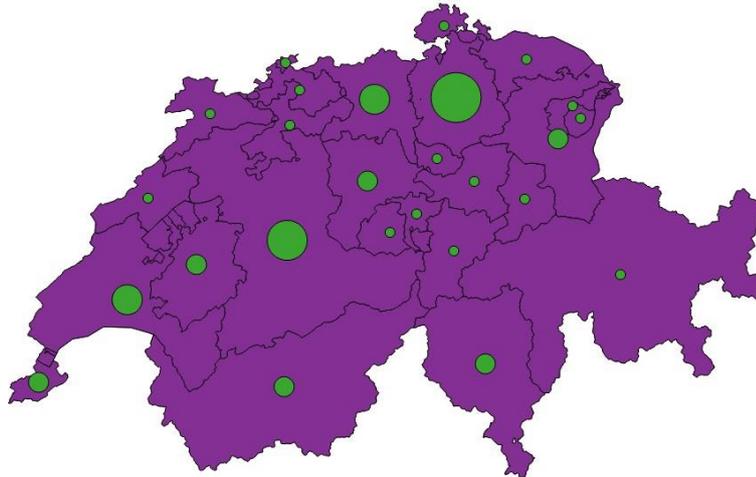


Figure 9 Représentation de la population de chaque canton suisse à l'aide de symboles proportionnels

5 Données : téléchargement et traitement, préparation

Les données utilisées pour chaque exercice ont constitué un point central de ce stage. Pour les exercices pré-existants, certaines ont pu être reprises telles quelles tandis que pour d'autres, elles ont été réactualisées, ou changées complètement lorsque l'exercice a subi trop de modifications.

C'était par exemple le cas de l'exercice 2 concernant les bases de données. L'exercice pré-existant portait sur le même type de données, à savoir des données de population sur le territoire français. Cependant, elles dataient de quelques années, et n'étaient plus suffisamment actuelles. Des données de population actualisées de l'Institut National de la Statistique (INSEE) ont donc été téléchargées, ainsi que les polygones de découpage du territoire français. Les données de populations représentent la population légale en vigueur au 1er janvier 2015, et sont issues du recensement de la population de 2012. Elles correspondent aux données de découpage du territoire français datant de 2014. Ces deux types de données étaient disponibles pour les niveaux de découpage allant de la région à la commune. Malheureusement, en raison de la différence des sources, il n'a pas été possible d'associer les niveaux communal et cantonal entre la population et le découpage territorial. C'est pourquoi l'exercice ne porte que sur les niveaux arrondissement, départements et région.

Sur l'ensemble des exercices, un effort particulier a été fait pour diversifier la source des données utilisées, permettant de donner à l'utilisateur une première vision diversifiée des possibilités de téléchargement libre de données. Il s'agit de fournisseurs de données suisses (SITG, OFS, swisstopo, GRID), français (INSEE, Géoportail national), ou internationaux (USGS, GPCC, GADM, Google Earth, DIVA-GIS).

Les thèmes abordés dans les exercices sont également différents selon les exercices, en partie afin de contenter chaque utilisateur, mais également pour montrer la diversité des utilisations de la géomatique. Ainsi, au fil des exercices, l'utilisateur travaille sur des données de population, les bâtiments, les rivières, les transports publics, les écosystèmes marins mondiaux, les sites pollués ou les menaces pesant sur les récifs coralliens.

6 Capsule vidéo

6.1 Méthodologie

Le but de la capsule vidéo est de présenter le cours à l'utilisateur, afin de lui donner un aperçu global du contenu des tutoriels, et l'envie de suivre le cours. Dans le même temps, cela a constitué une nouvelle expérience intéressante

6.2 Méthodologie

Plusieurs méthodes ont été envisagées et étudiées pour la réalisation de cette capsule. De nombreux logiciels existent pour la création de tutoriel de cours vidéo. Plusieurs d'entre eux ont été envisagés et étudiés, notamment Camtasia Studio, logiciels payant, mais disponible pour certains collaborateurs de l'UNIGE. Ce logiciel a néanmoins été rapidement abandonné, notamment en raison du coût de la licence, qui n'était pas en adéquation avec l'idée générale du cours, tourné vers les logiciels libres et les données ouvertes. La capsule vidéo a été réalisée dans les tous derniers moments du stage. En raison de la contrainte de temps, et parce qu'il n'y avait pas réellement besoin de capter les manipulations en direct sur l'écran, elle a finalement été réalisée sous forme de présentation animée filmée.

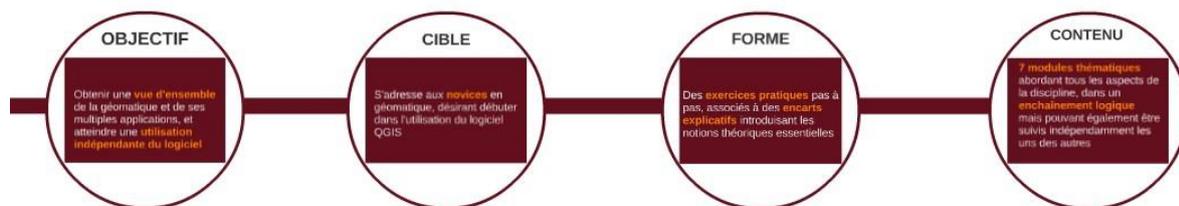


Figure 10 Extrait de la première partie de la vidéo de présentation du cours, représentant la forme du cours et des différents tutoriels.

Pour cela, c'est l'outil Prezi qui a été utilisé. Il s'agit d'un service web, utilisé pour réaliser des présentations animées. Dans le cas présent, la présentation a été réalisée avec un compte public, et donc gratuit. Cela signifie qu'elle reste publique et disponible sur le site de prezi¹, où elle peut être consultée et réutilisée par d'autres utilisateurs, au contraire d'une présentation appartenant à un compte payant. Des modèles de présentations divers sont disponibles pour l'utilisateur, qui peut également partir d'un prezi vide et en créer la structure, ce qui a été le cas ici.

La présentation a ensuite été filmée à l'aide du logiciel QuickTime Player. Développé par Apple, ce logiciel est maintenant disponible pour les autres systèmes d'exploitation, gratuitement. Il fonctionne comme lecteur multimédia, et permet de créer ses propres vidéos, par capture de l'écran.

L'ensemble a été monté avec le programme Windows Movie Maker, fourni dans le système d'exploitation Windows. Ce logiciel simple permet de couper et fractionner les vidéos, et d'y ajouter différents éléments, notamment des effets, transitions, du texte, une piste son, ainsi qu'un générique.

¹ A l'adresse http://prezi.com/d2pklegaodmi/?utm_campaign=share&utm_medium=copy

Le fond sonore de la vidéo est le morceau « Medusa » composée par *Macadam Dive*, groupe suisse ayant donné son accord pour son utilisation dans ce cadre.

6.3 Contenu

La capsule vidéo est articulée en deux parties. La première présente la forme du cours, avec l'objectif et le public cible, ainsi que la forme des tutoriels et leur contenu (Figure 10). Le fond du cours est quant à lui présenté dans la deuxième partie (Figure 11). A gauche, en vert foncé, se trouve la structure globale du cours, articulée en 4 thèmes, dont l'ensemble permet de passer de la donnée à la représentation visuelle complète. Dans la partie droite, chaque cadre blanc représente l'un des modules du cours, et l'ensemble s'enchaîne du bas vers le haut, en fonction des différentes applications de QGIS abordées dans le module.

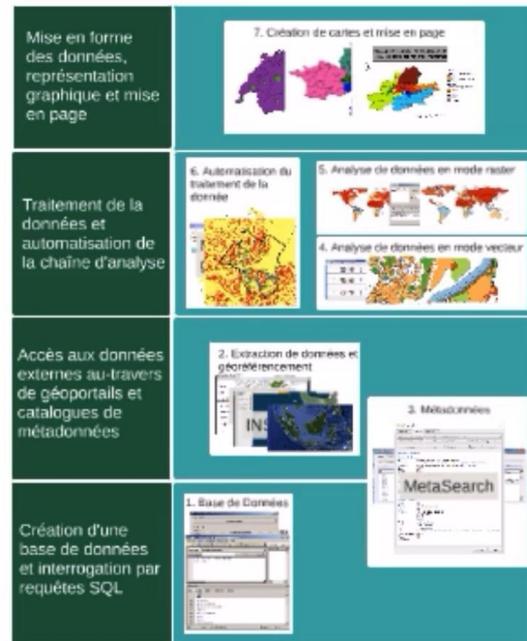


Figure 11 Extrait de la deuxième partie de vidéo de présentation du cours, représentant le contenu du cours et l'enchaînement des différents modules thématique.

7 Conclusion

La géomatique, au travers des systèmes d'information géographiques, est un domaine en constante évolution. D'abord cantonnée à la recherche, elle est peu à peu entrée dans le secteur professionnel, puis s'est démocratisée, notamment grâce à l'avènement des logiciels libres. C'est aujourd'hui un outil utilisé dans de nombreux secteurs d'activités professionnelles, qu'il est intéressant de connaître pour les nouveaux diplômés qui arrivent sur le marché du travail.

En suivant ce cours, l'utilisateur obtient une vision globale des domaines d'applications de la géomatique, et des manipulations de base. Il touche à toutes les étapes principales nécessaires à une analyse cartographique, ce qui doit lui permettre de pouvoir se débrouiller seul par la suite.

Ce cours n'est de loin pas exhaustif de toutes les possibilités offertes par la géomatique, ni par le logiciel QGIS. Le but est de donner les bases nécessaires à la prise en main de la discipline et du logiciel par un novice, et de comprendre le fonctionnement général du programme pour favoriser l'indépendance ultérieure de l'utilisateur. QGIS est plus simple qu'ArcGIS, ce qui est une bonne chose pour les débutants. Néanmoins, il s'agit d'un logiciel très complet, permettant d'effectuer une multitude d'analyses géographiques. Même un utilisateur avancé peut en être satisfait, et découvrir de nouvelles fonctionnalités régulièrement.

8 Conclusion personnelle

Au niveau personnel, ce stage a été pour moi une excellente opportunité de renforcer les connaissances théoriques acquises au cours du certificat, en découvrant QGIS de manière approfondie. Il a été très intéressant de voir les similitudes et les différences entre le logiciel ArcGIS,

Certificat complémentaire en géomatique – Rapport de stage

utilisé dans les cours du certificat, et QGIS. La mise en place d'un cours et les questions que cela soulève, ainsi que la réalisation d'une présentation vidéo ont été une expérience nouvelle et enrichissante.

Le fait d'aborder dans le cadre de ce stage les problématiques de l'open source et de l'open data ont également été une satisfaction personnelle. Les outils et les applications de la géomatique sont tellement vastes et divers que les logiciels open sources constituent une bonne opportunité pour le développement et l'amélioration de la discipline. L'ouverture des données présente quant à elle de nombreux avantages. Elle peut aider à renforcer la participation citoyenne à diverses problématiques, ainsi que la création de valeur économique par la mise en place de nouvelles applications basées sur des données ouvertes. Evidemment, comme toute pratique, le partage de données comporte également un risque de dérive, ce qui retient aujourd'hui encore de nombreux organismes à passer le pas. Néanmoins, l'avantage que peut apporter leur mise en réseau est bien plus grand et justifie l'intérêt toujours plus grand qui y est porté.

En cas d'intérêt, l'ensemble du dossier de stage (tutoriels, données et capsule vidéo) peut être obtenu auprès du directeur de stage, M. Pierre Lacroix, à l'adresse suivante : pierre.lacroix@unige.ch.

9 Références

- Boundless, plugin *OpenGeo Explorer*: <http://qgis.boundlessgeo.com/opengeo/>
- Creative Commons Corporation: <https://creativecommons.org/>
- DIVA-GIS: <http://www.diva-gis.org/>
- ESRI Virtual Campus, Training Course *GIS for Humanitarian Mine Action*:
<http://www.esri.com/training/main/my-training>
- Geographic Resources Analysis Support System (GRASS GIS):
<https://grass.osgeo.org/grass64/manuals/raster.html>
- Global Administrative Areas (GADM): <http://www.gadm.org/>
- Global Environment Facility International Waters - Transboundary Water Assessment Programme (GEF TWAP): <http://www.geftwap.org/>
- Global Precipitation Climatology Centre (GPCC):
<https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/gpcc-global-precipitation-climatology-centre>
- Google Earth: <https://www.google.com/earth/>
- Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) – Géoportail:
<http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>
- Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE): <http://www.insee.fr/fr/>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed). New York: Cambridge University Press.
- Office Fédéral de la Statistique (OFS): <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index.html>
- Office fédéral de topographie swisstopo:
<http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/fr/home.html>
- Open Geospatial Consortium: <http://www.opengeospatial.org/>
- Open Source Geospatial Foundation (OsGeo): <http://osgeo.org>
- PostGIS - Spatial and Geographic objects for PostgreSQL: <http://postgis.net/>
- Postgre SQL: <http://www.postgresql.org/>
- Prezi Inc.: <https://prezi.com/>
- QGIS, *Guide d'utilisateur/Manuel (QGIS 2.6)*: http://docs.qgis.org/2.6/fr/docs/user_manual/index.html
- QGIS, plugin *Group Stats*: <https://plugins.qgis.org/plugins/GroupStats/>
- QGIS, plugin *MetaSearch*: <https://plugins.qgis.org/plugins/MetaSearch/>
- QuantumGIS (QGIS), version 2.12: <http://www.qgis.org/fr/site/index.html>
- QuickTime Player: <http://www.apple.com/chfr/quicktime/>
- Services d'Information géographique du Territoire Genevois (SITG): <http://ge.ch/sitg/>

Certificat complémentaire en géomatique – Rapport de stage

Technologie de l'Information Géographique et Environnementale: Recherche et Services (TIGERS):
<https://www.unige.ch/tigers/fr/iframe/>

U.S Geological Survey: <http://www.usgs.gov/>

Ujaval Gandhi, *QGIS Tutorial and Tips*: <http://www.qgistutorials.com/fr/index.html>

UMR 5185 ADESS, GRANIT, *Tutoriels QGIS*: <http://www.adess.cnrs.fr/tutoqgis/index.php>

United Nation Environment Programme / Global Resource Information Database (UNEP/GRID-Geneva): <http://www.grid.unep.ch/index.php?lang=fr>

Windows Movie Maker: <http://windows.microsoft.com/fr-ch/windows/movie-maker>