

Cartographie en Ligne des Inégalités Territoriales dans le Canton de Genève

Mémoire de Recherche du
Certificat Complémentaire en Géomatique
- Université de Genève -

Guillaume Rohat

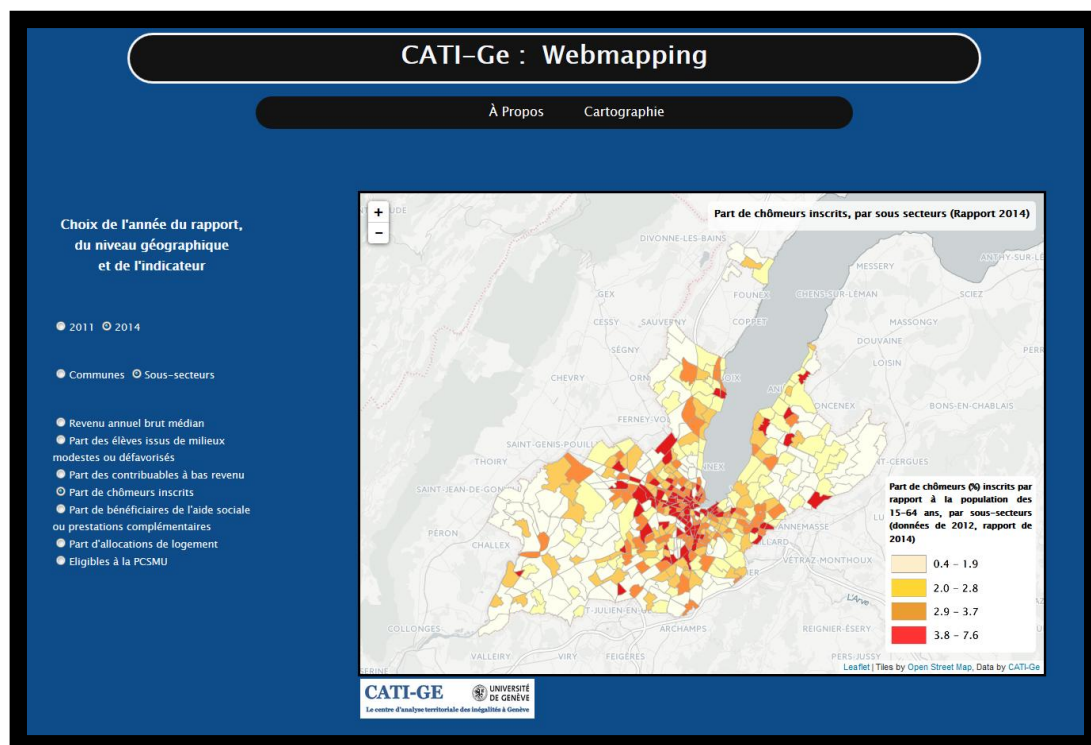
Directeur : Prof. Dr. Hy Dao

Jury : Dr. Pierre Lacroix & Dr. Giovanni Ferro-Luzzi

Janvier 2016

Résumé

Ce travail de mémoire du certificat de Géomatique de l'Université de Genève présente le développement d'une application de cartographie en ligne des inégalités territoriales dans le canton de Genève. L'accroissement de ces inégalités – imputées à de nombreux facteurs socio-économiques – a engendré une forte réaction du conseil d'état du canton de Genève, qui est à l'origine de la création du centre d'analyse territoriale des inégalités à Genève, le CATI-Ge. Basé sur les rapports d'activités du CATI-Ge et sur la méthodologie qui y est décrite, nous avons cartographié les inégalités territoriales sur le canton de Genève pour six indicateurs (allant du revenu annuel brut médian à la part de chômeurs inscrits) et pour un indice synthétique, permettant ainsi de visualiser les communes et les sous-secteurs statistiques qui présentent le plus d'inégalités territoriales, et ce pour deux années distinctes (2011 et 2014, correspondant aux deux rapports d'activités du CATI-Ge). Nous avons ensuite mis en ligne ces cartographies, regroupées au sein d'une application de web-mapping permettant de naviguer de façon interactive entre ces différents résultats d'analyses, représentés par 28 cartes. Cette application étant amenée à évoluer au fur et à mesure des nouveaux rapports d'activités du CATI-Ge, nous présentons aussi différentes options de développement permettant de répondre, plus ou moins facilement et adéquatement, aux différentes exigences des membres du CATI-Ge, ainsi qu'à celles des utilisateurs principaux que sont les décideurs et les habitants du canton de Genève.



Application de web-mapping des inégalités territoriales dans le canton de Genève

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier vivement Prof. Hy Dao pour m'avoir proposé ce sujet de mémoire ainsi que pour m'avoir conseillé, guidé et encadré tout au long de la réalisation de ce travail.

Je remercie aussi Dr. Pierre Lacroix pour m'avoir mis à disposition un espace de travail et de stockage sur le serveur de l'Université de Genève, pour avoir accepté d'être membre du Jury lors de la soutenance ainsi que pour ses commentaires et diverses suggestions.

De plus, j'adresse mes remerciements à Dr. Giovanni Ferro Luzzi, directeur du CATI-Ge, pour avoir assisté à la soutenance orale de ce travail ainsi que pour avoir partagé ses commentaires et remarques.

Enfin, je remercie fortement Aurèle Cellerier, étudiant en Géographie, pour m'avoir transmis certaines données nécessaires à la réalisation de ce mémoire de recherche.

Liste des Acronymes

CATI-Ge	Centre d'Analyse Territoriale des Inégalités à Genève
CSS	Cascading Style Sheets
GeoJSON	Geographic JavaScript Object Notation
HTML	Hypertext Markup Language
IB	Indicateur de Base
IC	Indicateur Complémentaire
LCSMU	Loi relative à la Politique de Cohésion Sociale en Milieu Urbain
LEA	Laboratoire d'Economie Appliquée
OCSTAT	Office Cantonale de la Statistique
PCSMU	Politique de Cohésion Sociale en Milieu Urbain
QGIS	Quantum Geographic Information System

Liste des Figures et Tableaux

Figure 1 : Perspectives d'analyses et de production du CATI-Ge.

Figure 2 : Thématiques liées aux inégalités territoriales, dont certaines sont décrites dans les analyses du CATI-Ge par des indicateurs de base (rouge) ainsi que par des indicateurs complémentaires (vert).

Figure 3 : Représentation des 45 communes (A) et des 475 sous-secteurs statistiques (B) du canton de Genève.

Figure 4 : Exemple d'éparpillement et de données non-classées au sein d'un des dossiers de la base de travail du CATI-Ge.

Figure 5 : Script (partiel) d'une donnée GeoJSON multipolygone.

Figure 6 : Capture d'écran du site internet du CATI-Ge, section « Analyses et Cartes », permettant de constater une navigation en répertoires et sous-répertoires

Figure 7 : Boutons radios permettant de naviguer entre les 28 résultats d'analyses.

Figure 8 : Exemple d'un tutoriel en ligne de l'API Leaflet.

Figure 9 : Capture d'écran de la page d'accueil « A Propos » de l'application de web mapping.

Figure 10 : Script (partiel) de la page *IB1_C_2011.html*, présentant les formulaires HTML.

Figure 11 : Exemple d'inconsistance dans les différents choix de sémiologie utilisés pour les rapports et productions de résultats du CATI-Ge : communes éligibles à la PCSMU comme présenté sur le site internet du CATI-Ge (A) et dans le rapport de 2014 (B) ; sous-secteurs statistiques éligibles à la PCSMU comme présenté dans le rapport de 2014 (C) et dans le rapport de 2011 (D).

Figure 12 : Choix des dégradés de couleurs pour les IBs (A) et pour le critère d'éligibilité à la PCSMU (B).

Figure 13 : Comparaison entre trois différents IBs – IB1 (A), IB3 (B) et IB5 (C) – pour les rapports d'activités de 2011 (a) et de 2014 (b), pour le niveau géographique des communes.

Figure 14 : Comparaison entre les communes éligibles à la PCSMU lors des analyses de 2011(A) et de 2014 (B).

Figure 15 : Comparaison pour l'indicateur IB2 (part des élèves issus de milieux modestes ou défavorisés) lors des analyses de 2011(A) et de 2014 (B).

Figure 16 : Comparaison entre trois différents IBs – IB1 (A), IB3 (B) et IB6 (C) – pour les rapports d'activités de 2011 (a) et de 2014 (b), pour le niveau géographique des sous-secteurs statistiques.

Figure 17 : Comparaison entre les sous-secteurs éligibles à la PCSMU – à deux niveaux de zooms différents (a) et (b) – présentés dans les rapports d'activité de 2011 (A) et de 2014 (B). Les sous-secteurs en blancs sont exclus des analyses car non-significatifs statistiquement.

Tableau 1 : Années des données utilisées pour calculer les indicateurs de base, en fonction de l'année du rapport d'activité du CATI-Ge.

Table des matières

Résumé	<i>p2</i>
Remerciements	<i>p3</i>
Liste des Acronymes	<i>p3</i>
Liste des Figures et Tableaux	<i>p3</i>
1. Introduction et Problématique	<i>p6</i>
2. Inégalités Territoriales	<i>p8</i>
2.1. Approches Théoriques	<i>p8</i>
2.2. Indicateurs d’Inégalités	<i>p9</i>
2.3. Niveaux Géographiques	<i>p11</i>
2.4. Eligibilité à la PCSMU	<i>p12</i>
3. Données	<i>p13</i>
3.1. Acquisition et Tri	<i>p13</i>
3.2. Traitement	<i>p14</i>
3.3. Format GeoJSON	<i>p15</i>
4. Application de Cartographie en Ligne	<i>p16</i>
4.1. Situation Actuelle	<i>p16</i>
4.2. Caractéristiques Principales	<i>p18</i>
4.3. Choix de l’Outil de Développement	<i>p19</i>
4.4. Structure du Site	<i>p20</i>
4.5. Vue d’Ensemble	<i>p25</i>
5. Mise à jour	<i>p29</i>
6. Limites et Recommandations	<i>p30</i>
7. Conclusion	<i>p32</i>
Bibliographie	<i>p34</i>
Annexes	<i>p35</i>

1. Introduction et Problématique

Le territoire du canton de Genève, comme de nombreux autres territoires suisses, est marqué par un certain nombre de contrastes et d'inégalités, appelées inégalités territoriales (Schulte-Haller et al., 2011). De nombreuses initiatives, menées par les villes, par le canton ou par des groupes de citoyens, sont actuellement développées dans le but de transformer les communes du canton de Genève en des villes solidaires, citoyennes, équilibrées et équitables, dont les différents sous-secteurs sont homogénéisés et où l'intégration sociale et urbaine des quartiers est totale (Müller et al., 2012; Maury et al., 2013) . En dépit de ces initiatives de plus en plus présentes, de nombreuses inégalités territoriales subsistent dans le canton de Genève.

Ainsi, en 2009, le conseil d'état a fixé comme objectif, entre autres, « d'enrayer la montée des inégalités territoriales et la dégradation des conditions de vie, ainsi que de restaurer le sentiment d'appartenance à un quartier, le bien-être et la qualité de vie » (Conseil d'Etat, 2009). Dans ce cadre, le conseil d'état, en collaboration avec l'Université de Genève, a créé en 2009 le Centre d'Analyse Territoriales des Inégalités (CATI-Ge).

Le CATI-Ge, rattaché au Laboratoire d'Economie Appliquée (LEA) de la Faculté d'Economie et de Management, a pour mission principale de « rassembler, produire, rendre transparente et diffuser de manière systémique la connaissance concernant les inégalités dans le canton de Genève. Dans cette perspective, les travaux du CATI-Ge ont pour but de mieux coordonner les politiques destinées à réduire les inégalités et faciliter le choix de stratégies d'action adaptées au contexte socio-économique particulier du canton de Genève »¹.

Afin de remplir au mieux cette mission, le CATI-Ge se doit de développer et fournir des outils d'aide à la décision pour la politique de cohésion sociale en milieu urbain (PCSMU), qui est l'organe décisionnel officiel visant à réduire les inégalités territoriales au niveau du canton (Etat de Genève, 2012).

Afin d'être efficaces et d'avoir une portée importante, ces outils ainsi que les résultats de leur utilisation doivent être accessibles facilement et rapidement aux différents acteurs. De plus, dans un but de transparence et afin de mieux informer, ces résultats d'analyses des inégalités territoriales doivent aussi être accessibles pour les acteurs non-étatiques, comme les acteurs de la société civile aussi bien que les citoyens lambda.

Pour ce faire, le CATI-Ge a pour ambition de développer une cartographie des différentes inégalités territoriales et de la rendre accessible à tous sur internet, via une application cartographique en ligne. Cette volonté, clairement statuée dans les perspectives d'analyses et de production du CATI-Ge (Figure 1), n'a pas encore été réalisée.

¹ Mission principale du CATI-Ge <http://www.cati-ge.ch/index.php/apropos/pourquoi-un-centre-d-analyse-des-inegalites-geneve/>

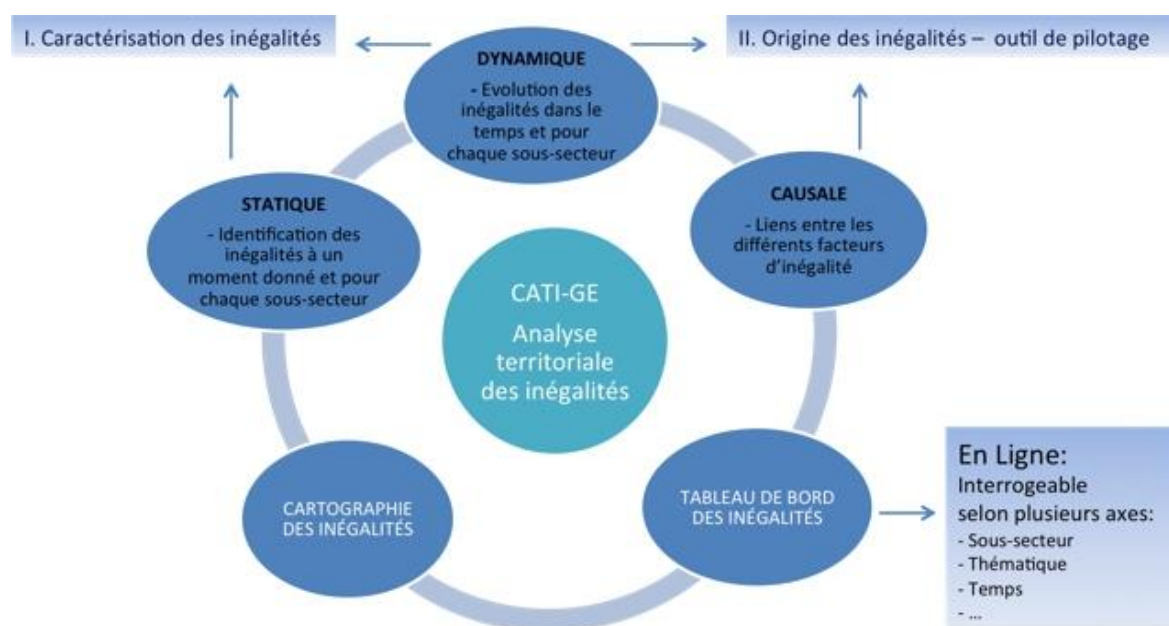


Figure 1 : Perspectives d'analyses et de production du CATI-Ge

Il est maintenant communément accepté que les outils cartographiques en ligne, aussi appelé application de web-mapping, sont d'excellents outils d'aide à la décision (Mathiyalagan et al., 2005; Rinner et al., 2008 ; Wu et al., 2011) et outils de dissémination de l'information, dans de nombreux domaines, comme les problèmes environnementaux par exemple (Ruan et al., 2009; Giuliani and Peduzzi, 2011). Outre ces deux atouts indéniables, les applications de web-mapping possèdent aussi d'autres avantages (plus liés aux aspects techniques), comme le fait de pouvoir présenter automatiquement les informations les plus récentes (si elles sont directement connectées à des bases de données mises à jour régulièrement), le fait de pouvoir être développées à partir d'outils simple d'utilisation, disponibles en ligne et gratuitement, ou encore le fait de supporter de très nombreux formats de données (Neumann, 2012).

En s'appuyant sur ces différents constats, nous pensons donc qu'il est important d'entamer rapidement une réflexion sur la création d'une application de web-mapping qui sera basée sur les résultats d'analyses produites par le CATI-Ge et qui les disséminera de façon interactive, à la fois pour les décideurs et pour les citoyens.

Le travail présenté dans ce mémoire vise donc à entamer cette réflexion ainsi qu'à proposer une première version d'application de web-mapping, qui pourra être utilisée comme base pour la création d'une application plus performante et plus complète.

L'application développée dans ce mémoire est disponible sur le lien suivant :

<http://129.194.172.21/~rohat/CATI-GE/>

Le mémoire de ce travail se compose de plusieurs parties. Dans un premier temps, nous nous intéresserons plus en profondeur aux inégalités territoriales et décrirons les différentes approches théoriques ainsi que les différents indicateurs et niveaux géographiques permettant d'étudier et d'analyser les inégalités territoriales dans le canton de Genève.

Dans un second temps, nous nous intéresserons aux données nécessaires pour mener à bien ces études et ces analyses d'inégalités. Nous nous focaliserons plus particulièrement sur l'acquisition des données prétraitées au sein du CATI-Ge, ainsi que sur le traitement final et sur le géo-référencement de ces données.

Ensuite, nous décrirons les différentes caractéristiques de l'application de web-mapping développée dans ce travail et détaillerons sa structure ainsi que les fonctions développées.

Enfin, nous présenterons un tutoriel interactif de mise à jour des données, destiné à être utilisés par les membres du CATI-Ge lors d'un éventuel nouveau rapport d'activités.

Pour finir, nous détaillerons les limites de ce travail et formulerons des recommandations pour mener à bien la suite de ce projet, puis nous conclurons ce travail.

2. Inégalités Territoriales

2.1. Approches Théoriques

Afin d'étudier les inégalités territoriales au sein du canton de Genève, le CATI-Ge a identifié trois types principaux d'approche² :

- L'approche statique, qui a pour but d'étudier les inégalités territoriales à un instant donné, représenté par différents indicateurs, sur différents niveaux géographiques.
- L'approche dynamique, qui a pour but d'étudier les variations et l'évolution des inégalités territoriales dans le temps, pour les mêmes indicateurs et niveaux géographiques.
- L'approche causale, qui a pour but d'expliquer la répartition spatiale des différentes inégalités territoriales.

Le travail présenté ici portant uniquement sur la description des inégalités et de leur évolution – et non de leurs différents relations de causalité avec des facteurs divers –, nous allons essentiellement nous intéresser aux deux premières approches, soient les approches statique et dynamique.

² Types d'approches identifiés par le CATI-Ge <http://cati-ge.ch/index.php/analyses-cartes/>

Afin de décrire les inégalités de manière statique, nous utilisons différents indicateurs d'inégalités (décrits ci-dessous), puis nous décrivons ensuite l'évolution de ces indicateurs en se basant sur deux rapports d'activités du CATI-Ge (utilisant deux jeux de données eux aussi différents), l'un de 2011³ et l'autre de 2014⁴, permettant ainsi de poser la première pierre d'une approche dynamique.

2.2. Indicateurs d'Inégalités

Le domaine de l'étude des inégalités territoriales est par essence multidisciplinaire, puisqu'il regroupe en son sein les conditions sociales, économiques, sanitaires et environnementales d'un territoire et d'une population donnée (DIACT, 2008). La Figure 2 représente les thématiques majeures jouant un rôle dans la construction des inégalités territoriales ainsi que celles prises en compte par le CATI-Ge lors de ses différentes études et analyses.

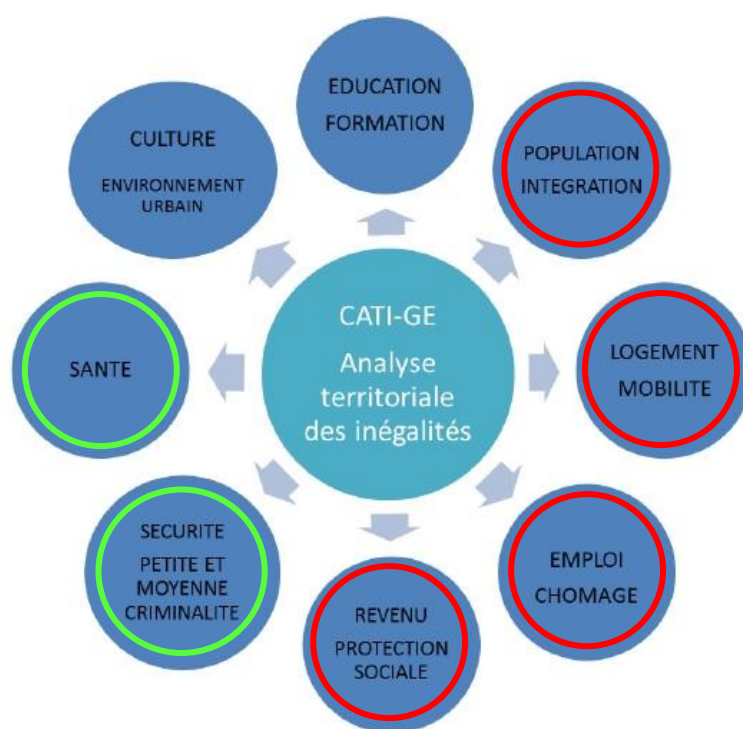


Figure 2 : Thématiques liées aux inégalités territoriales, dont certaines sont décrites dans les analyses du CATI-Ge par des indicateurs de base (rouge) ainsi que par des indicateurs complémentaires (vert).

³ Rapport d'activité du CATI-Ge de 2011 <http://cati-ge.ch/index.php/analyses-cartes/2011/>

⁴ Rapport d'activité du CATI-Ge de 2014 <http://cati-ge.ch/index.php/analyses-cartes/201/rapport-cati-ge-2014/>

A partir de ces différentes thématiques, le CATI-Ge a défini six indicateurs de base⁵ (IBs) qui permettent de caractériser au mieux les inégalités territoriales du canton de Genève dans son ensemble. Il est important de mentionner que certaines thématiques ne sont pas couvertes par ces IBs, comme l'environnement, la culture ou encore la santé et la sécurité, mais elles peuvent être éventuellement décrites par le biais d'indicateurs complémentaires (ICs) qui sont par exemple :

- Densité de la population résidente à l'hectare
- Rapport de dépendance des jeunes
- Rapport de dépendance des personnes âgées
- Nombre de logements HBM
- Quotient de localisation des logements HBM
- Nombre total de réquisitions de police à l'hectare
- Surcharge pondérale ou obésité
- Prévalence de la carie par écoles primaires
- ...

Ces ICs jouant un rôle considéré comme secondaire dans la construction des inégalités territoriales, ceux-ci n'ont pas été retenus lors du deuxième rapport d'activité du CATI-Ge (2014) et ne seront vraisemblablement pas retenus non plus lors des prochains rapports. Ainsi, ces indicateurs complémentaires ne sont disponibles que pour un rapport d'activité (celui de 2011), ce qui signifie qu'une approche dynamique de ces indicateurs n'est pas envisageable. En conséquence, ils ne seront pas pris en compte dans ce mémoire.

Les six indicateurs de base retenus dans les analyses du CATI-Ge sont les suivants :

- IB1 : Revenu annuel brut médian des contribuables imposés au barème ordinaire, en CHF.
- IB2 : Part d'élèves issus de milieu modeste ou défavorisé par rapport au total d'élèves résidents dans la commune ou le sous-secteur, en %.
- IB3 : Part de contribuables à bas revenu, en %.
- IB4 : Part de chômeurs inscrits par rapport à la population des 15-64 ans, en %.
- IB5 : Part de bénéficiaires de l'aide sociale ou de prestations complémentaires par rapport au total de la population résidente, en %.
- IB6 : Part d'allocations de logement par rapport au nombre total de logements sur la zone géographique donnée, en %.

⁵ Indicateurs de base définis par le CATI-Ge : <http://cati-ge.ch/index.php/analyses-cartes/201/choix-des-indicateurs/>

2.3. Niveaux Géographiques

Afin de représenter au mieux les inégalités territoriales au sein du canton de Genève, le CATI-Ge a déterminé et étudié les six indicateurs de base sur deux niveaux géographiques bien distincts – les communes et les sous-secteurs statistiques –, permettant ainsi des analyses globales (à l'échelle des communes) et des analyses plus locales (à l'échelle des sous-secteurs statistiques). Dans le canton de Genève, il existe actuellement 45 communes et 475 sous-secteurs statistiques, représentés sur la Figure 3.

La superficie et la taille de population de ces communes et sous-secteurs varient grandement. En moyenne, les communes ont une population résidente d'environ 6'000 personnes, mais cela varie de plus de 100'000 personnes (pour la ville de Genève par exemple) à moins de 400 personnes (pour les villes de Russin et Gy par exemple). Quant à la superficie des communes, elle est de 5.5 km² en moyenne, mais varie de 1.3 km² (Chêne-Bourg) à 19 km² (Satigny).

Concernant les sous-secteurs statistiques, ceux-ci sont aussi très hétérogènes, car les populations résidentes varient de plus de 7'000 personnes (sous-secteur de Cité-Nouvelle) à moins de 30 personnes, et la superficie de ces sous-secteurs varie de 4.9 km² (sous-secteur de Jussy-Grand-Bois) à moins de 100 m².

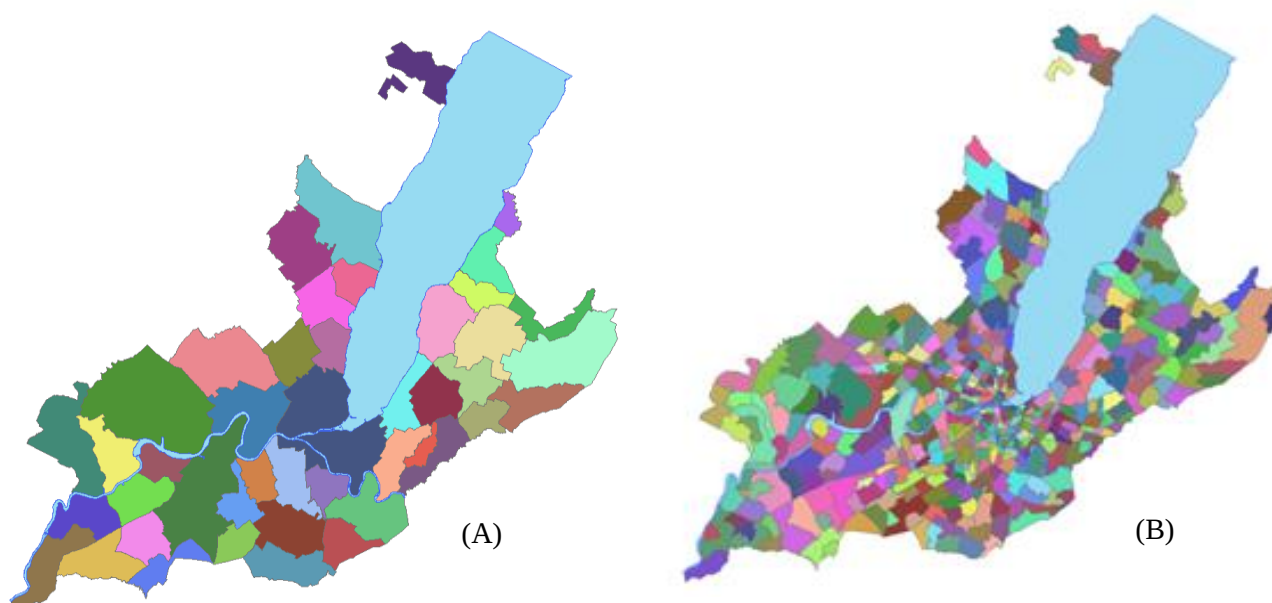


Figure 3 : Représentation des 45 communes (A) et des 475 sous-secteurs statistiques (B) du canton de Genève.

2.4. Eligibilité à la PCSMU

L'objectif majeur des analyses du CATI-Ge réside dans l'identification des zones géographiques (communes ou sous-secteurs) qui sont éligibles à la Politique de Cohésion Sociale en Milieu Urbain (PCSMU), c'est-à-dire qui présentent de fortes inégalités territoriales (Céllérier, 2015). La PCSMU, issue de la loi relative à la politique de cohésion sociale en milieu urbain (LCSMU), décrite en avril 2012 et entrée en vigueur en mars 2013, « a pour but de promouvoir la cohésion sociale en garantissant à la population un cadre de vie social, économique et environnementale de qualité sur l'ensemble du territoire cantonal » (LCSMU, art. 1)⁶.

D'après la méthodologie développée par les membres du CATI-Ge, la combinaison des différents indicateurs de base doit permettre l'identification des communes éligibles à la PCSMU, et doit aussi permettre l'identification, au sein des communes éligibles, des sous-secteurs concernés par la PCSMU.

Après plusieurs tentatives, le CATI-Ge a formulé la règle théorique d'identification suivante. Afin d'être considéré comme éligible à la PCSMU, toute commune ou sous-secteur doit cumuler, pour un certain nombre d'indicateurs de base, des inégalités par rapport aux autres communes ou sous-secteurs. En pratique, l'identification des communes et des sous-secteurs éligibles à la PCSMU s'effectue selon la méthodologie de calcul suivante⁷ :

- 1° étape : nous procédons à une classification des données en quartile, pour les deux niveaux géographiques et pour chacun des IBs. Cela permet de mettre en lumière les quartiles « extrêmes », c'est-à-dire les premiers et les derniers quartiles.
- 2° étape : nous identifions les communes et les sous-secteurs situés dans les quartiles « extrêmes » pour chacun des IBs. Il est important de mentionner que deux cas différents sont à distinguer :
 - Pour IB1 (revenu annuel brut médian), nous nous intéressons uniquement aux communes et aux sous-secteurs du premier quartile, c'est-à-dire ceux dont les revenus annuels brut médians sont les plus faibles. Ainsi, nous considérons qu'une zone géographique (commune ou sous-secteur) « répond à IB1 » si, et seulement si, elle est située dans le premier quartile, donc si sa valeur est inférieure à Q1.
 - Pour les cinq autres IBs, nous nous intéressons uniquement aux communes et aux sous-secteurs du dernier quartile, c'est-à-dire ceux dont la valeur est supérieure à Q3. Ainsi, nous considérons qu'une zone géographique (commune ou sous-secteur) « répond à IB » si, et seulement si, elle est située dans le dernier quartile pour l'indicateur donné.

⁶ LCSMU : https://www.ge.ch/conseil_etat/2009-2013/ppresse/doc/communiqu%C3%A9-20130320-annexe8.pdf

⁷ Méthodologie de calcul : <http://www.cati-ge.ch/index.php/analyses-cartes/201/regle-de-selection/>

- 3^e étape : pour finir, nous identifions les communes et les sous-secteurs éligibles à la PCSMU. Afin d’être éligible, une zone géographique donnée doit répondre à au moins quatre des six indicateurs de base. D’un point de vue statistique, cette approche revient donc à identifier le quart des communes (et des sous-secteurs) qui cumulent le plus d’inégalités sur leur territoire en moyenne, pour les six indicateurs de base. La notion de moyenne est importante, car même si une commune présente de très fortes inégalités territoriales pour trois indicateurs de base, elle ne sera pas considérée comme éligible à la PCSMU. Au contraire, si une commune présente des inégalités territoriales modérées, mais pour quatre (ou plus) IBs, alors elle sera considérée comme éligible à la PCSMU.

Bien entendu, cette méthodologie est soumise à certaines limites, dont la plus importante est la non-significativité statistique de certaines zones géographiques, due à un très faible échantillon. Cette non-significativité s’applique particulièrement aux sous-secteurs dont la population résidente est très faible. De ce fait, les membres du CATI-Ge ont décidé d’exclure des analyses et des résultats 90 des 475 sous-secteurs dont la population résidente était trop faible (inférieure à 100 pour la majeure partie).

3. Données

3.1. Acquisition et Tri

Le CATI-Ge, dirigé par le LEA de l’Université de Genève, est composé de plusieurs instances de collaboration⁸, avec un groupe de pilotage (composé de personnes travaillant au sein de plusieurs institutions, comme le Département de l’Instruction Publique, l’OCSTAT et l’Office du logement), un groupe opérationnel (chargé de répondre aux demandes émanant du groupe de pilotage, et composé de chercheurs de l’Université de Genève et d’employés de diverses institutions, comme la Haute Ecole de Gestion, la Police Genevoise, le service de la recherche en éducation du Canton, *etc*) et un groupe d’accompagnement, chargé de discuter des rapports préparés par le groupe opérationnel. En plus de ces trois groupes de travail, plusieurs chercheurs (3 à 4, impliqués plus ou moins partiellement) et stagiaires (2 à 3) prennent part dans l’aspect opérationnel (récolte et tri des données, calcul des indicateurs, représentations cartographiques, création du site internet, *etc*) de ce centre de recherche sur les inégalités territoriales.

Cette richesse et cette diversité des ressources humaines au sein du CATI-Ge entraînent, comme dans bien des cas, une diversification mais aussi un éparpillement et une redondance des données.

⁸ Instances de collaboration du CATI-Ge : <http://www.cati-ge.ch/index.php/apropos/organisation/>

Afin d'avoir accès aux données nécessaires au calcul des indicateurs de base, nous avons dû prendre contact avec certains membres du CATI-Ge. Il nous est rapidement apparu qu'il n'existait effectivement pas de base de données centralisée et que les différents membres du centre utilisent bien souvent des données différentes en termes de format et parfois de sources, tout ceci de manière visiblement non-coordonnée.

Basé sur les deux rapports d'activité du CATI-Ge (produits en 2011 et en 2014), qui font office de référence dans les productions du CATI-Ge, nous avons donc entamé une phase d'acquisition des données auprès de certains membres du centre et sur un disque dur contenant les travaux des différents stagiaires et membres de la partie « opérationnelle » du CATI-Ge. Ces données étaient, pour la majorité, relativement éparpillées et non-classées (Figure 4). Nous avons donc par la suite effectué un tri afin d'obtenir les données équivalentes à celles utilisées pour les deux rapports d'activité de 2011 et de 2014.

_connexions_ArcCatalog	A_ORIENTATIONS FUTURES DU CAT...	ARCGIS	ARCGIS - Contribution Laurie Lacour	ARCGIS_Mode_Emploi_Data_Bd	Articles scientifiques
Autres etudes et Démarches realisee...	Base de données active	Bases Excel	CATI - organisation_organigramme_...	Conference de presse du 1dec2011	COPIIL_GO
correspondance_communes_secteur...	couche carte suisse spmap	Demandes particulières	données ALLOCATIONS DE LOGEME...	données BAS ET HAUTS REVENUS - ...	Données brutes
données CARIE DENTAIRE-Ciucchi-...	données COUVERTURE VACCINALE ...	donnees CULLATI	données ECOLES_PRIMAIRES_couch...	Données EDUCATION EVOLUTION - ...	données ETABLISSEMENTS EMS_co...
données GECO - sred	données immatriculation	donnees LAC_couche_sitg	données LOGEMENTS HBM - JJuan ...	données MANDATS CIVILS et PENAL...	donnees MDQTE - baranzini sherer - ...
données mixité résidentielle	données nBDS - Pillet et Zen Ruffine...	donnees POLICE - Froidevaux Faggi...	données POPULATION RESIDENTE - ...	données POSTES DE POLICE GENEVE...	donnees PROTECTION DES MINEUR...
données STATISTIQUES OCSTAT - JJ...	données SURCHARGE PONDERALE...	donnees VIOLENCES SCOLAIRES BD ...	Donnes BRUTS_ROUTIERS_FACADE...	ENQUETE mobilité aux frontières du ...	fichiers pour pochoir site
Geo 3D_mode emploi sitg_geodb	Loi et législations diverses	ménages_nombre_voitures_OCSTAT	OPENSource	Plan directeur cantonal	Politique de la ville - Note de service
polygones	POWER-POINT	Projet de Loi _ Politique de la ville	Projet Géomatique	Projets déposés par les communes	Rapports
Rapports activité_2011	Recensement fédéral de la populatio...	Réunion_OdJ_PV	SHAPEFILES_Pour_Stata	Site internet	Square Tambourine
Swiss_maps	Synthurba	Test	traitements_demandes	Votations populaires du 27112011	

Figure 4 : Exemple d'éparpillement et de données non-classées au sein d'un des dossiers de la base de travail du CATI-Ge.

3.2. Traitement

Après avoir acquis et sélectionné les données nécessaires au calcul des indicateurs de base, nous avons ensuite procédé à la phase de traitement. Les calculs des IBs étant relativement simples, cette phase du travail, effectuée sous Excel, a été très peu chronophage. Les résultats de ce processus prennent la forme de quatre fichiers Excel distincts ('données communes 2011', 'données sous-secteurs 2011', 'données communes 2014' et 'données sous-secteurs 2014') contenant chacun les valeurs pour les sept indicateurs (6 IBs + indicateur d'éligibilité à la PCSMU) ainsi que leur classement par quartiles.

Il est essentiel de mentionner que les données statistiques utilisées dans les rapports d'activités (provenant pour la majorité de l'OCTSTAT) ne sont pas de la même année que les rapports. Cela signifie qu'il faut faire une distinction entre l'année des rapports d'activité et l'année des données, comme détaillé dans le Tableau 1. Entre les niveaux géographiques (communes ou sous-secteurs), l'année des données ne diffère cependant pas.

Tableau 1 : Années des données utilisées pour calculer les indicateurs de base, en fonction de l'année du rapport d'activité du CATI-Ge.

	Rapport 2011	Rapport 2014
IB1	2006	2009
IB2	2007	2012
IB3	2006	2009
IB4	2008	2012
IB5	2007	2011
IB6	2008	2012

Dans un second temps, afin de référencer géographiquement ces résultats, il a été nécessaire de les lier avec les cartes des communes et des sous-secteurs du canton de Genève. Pour ce faire, nous avons importé ces couches géographiques dans un logiciel SIG, via le guichet cartographique des SITG (http://ge.ch/sitg/sitg_catalog/sitg_donnees). Etant donné que les sorties de ce travail sont destinées, entre autres, aux membres du CATI-Ge, nous avons décidé de travailler sur un logiciel de SIG libre (les membres du CATI-Ge n'ont pas nécessairement accès à des logiciels fonctionnant sur licence payante, comme ArcGIS). Nous avons donc décidé de travailler avec le logiciel QGIS⁹.

Chacune des communes et sous-secteurs étant affecté d'un numéro d'identification, nous avons reporté cet identifiant dans nos table de résultats Excel, puis avons importé ces tables dans QGIS afin de pouvoir les lier avec les couches de communes et de sous-secteurs issus du SITG, via une simple jointure de tables. Ainsi, pour chaque indicateur (6 IBs ainsi que l'indicateur synthétique d'éligibilité à la PCSMU), pour chaque niveau géographique (communes et sous-secteurs) et pour chaque rapport d'activités (2011 et 2014), nous pouvons produire une cartographie représentant le résultat des analyses. Au total, nous avons donc produit :

$$7 \text{ (indicateurs)} * 2 \text{ (niveaux géographiques)} * 2 \text{ (rapports)} = \\ 28 \text{ cartes d'inégalités territoriales au sein du Canton de Genève.}$$

3.3. Format GeoJSON

Dans le but de développer une application de web-mapping utilisant les données prétraitées et géo-référencées, nous avons utilisé le format GeoJSON¹⁰. Ce format ouvert, signifiant « Geographic JavaScript Object Notation », permet d'écrire des entités géographiques de différents types (points, lignes, polygones, multipolygones, etc) et de leur attribuer des informations non-spatiales (qui sont généralement des attributs et des valeurs associées).

⁹ QGIS : <http://www.qgis.org/fr/site/>

¹⁰ GeoJSON : <http://geojson.org/>

Ce format est très couramment utilisé et est supporté par de nombreux logiciels de SIG et outils de développement d'applications cartographiques en ligne, comme OpenLayers¹¹, Leaflet¹², MapServer¹³, HighMaps¹⁴, et bien d'autres encore.

Dans le cas de l'analyse et de la représentation cartographique des inégalités territoriales dans le canton de Genève, les entités géographiques sont des communes et des sous-secteurs. Ces entités sont donc considérées comme des multi-polygones dans le format GeoJSON, comme indiqué dans le script ci-dessous (Figure 5).

```
{
  "type": "FeatureCollection",
  "crs": { "type": "name", "properties": { "name": "urn:ogc:def:crs:OGC:1.3:CRS84" } },
  "features": [
    { "type": "Feature", "properties": { "OBJECTID": 1, "commune": "Cologny", "no_comm": 17, "no_com_fed": 6617, "st_area_sh": 7433874.333220, "st_length": 14231.688652, "Shape_Leng": 12403.332077, "Shape_Area": 3659383.778530, "Valeur": 101686, "Quartile": 4 }, "geometry": { "type": "MultiPolygon", "coordinates": [ [ [ 6.201701063499364, 46.232881538050307 ], [ 6.201744530131435, 46.23284576651659 ], [ 6.200941684064794, 46.232143840023276 ], [ 6.200749598611466, [ ..... ]
6.20112677645956, 46.233266745386423 ], [ 6.201363365587953, 46.233124869334702 ], [ 6.201633605516169, 46.232934149446713 ], [ 6.201657458126571, 46.232917137109631 ], [ 6.201701063499364, 46.232881538050307 ] ] ] } },
    { "type": "Feature", "properties": { "OBJECTID": 2, "commune": "Soral", "no_comm": 42, "no_com_fed": 6639, "st_area_sh": 2942013.190770, "st_length": 12472.100414, "Shape_Leng": 12397.471762, "Shape_Area": 2935613.296120, "Valeur": 75485, "Quartile": 2 }, "geometry": { "type": "MultiPolygon", "coordinates": [ [ [ 6.074666320879522, 46.149389732144392 ], [ 6.074341380639155, 46.149087478982281 ], [ 6.074340818097924, 46.149087715090417 ], [ 6.07233916470175,
```

Figure 5 : Script (partiel) d'une donnée GeoJSON multipolygone.

Dans le logiciel QGIS, la conversion d'une couche en format shapefile (format de fichier populaire dans les logiciels SIG) en une donnée de type GeoJSON est très simple et immédiat (il suffit en effet d'effectuer un « enregistrement sous → format GeoJSON »), alors que cette opération est impossible avec ArcGIS. D'autres solutions gratuites de conversions existent cependant, (OGRE – ogr2ogr web client¹⁵ par exemple), mais nous avons privilégié l'utilisation de QGIS pour effectuer cette opération afin de ne pas multiplier les outils et de garder la méthodologie la plus simple possible.

4. Application de Cartographie en Ligne

4.1. Situation Actuelle

Actuellement, comme indiqué précédemment, le CATI-Ge ne dispose pas d'application de web-mapping pour diffuser les résultats de ses analyses, mais les diffuse via son site internet¹⁶. Sur ce site, les résultats sous forme cartographique sont disponibles uniquement pour le deuxième rapport d'activité (celui de 2014), pour tous les indicateurs et pour les deux niveaux géographiques.

¹¹ OpenLayers : <http://openlayers.org/>

¹² Leaflet : <http://leafletjs.com/>

¹³ MapServer : <http://mapserver.org/>

¹⁴ HighMaps : <http://www.highcharts.com/products/highmaps>

¹⁵ OGRE : <http://ogre.adc4gis.com/>

¹⁶ Site internet du CATI-Ge : <http://cati-ge.ch/>

Cependant, ces cartographies sont classées en différents dossiers et sous-répertoires, (Figure 6), ce qui ne permet aucune comparaison directe entre indicateurs ou entre niveaux géographiques. Bien qu'une approche statique des inégalités territoriales soit possible via une telle présentation des résultats, celle-ci n'est ni optimisée ni interactive. De plus, étant donné que les résultats des analyses sont consultables uniquement pour le rapport de 2014, l'approche dynamique permettant d'évaluer l'évolution des inégalités territoriales (entre le rapport d'activités de 2011 et celui de 2014) est impossible.

Une application de cartographie en ligne présentant les résultats de manière interactive, permettant la comparaison directe entre plusieurs indicateurs, niveaux géographiques et années de rapport d'activités, semblerait effectivement constituer une réelle plus-value par rapport au site internet actuel du CATI-Ge. Cette application de web-mapping pourrait d'ailleurs être intégrée et encapsulée dans le site internet actuel du CATI-Ge.



Figure 6 : Capture d'écran du site internet du CATI-Ge, section « Analyses et Cartes », permettant de constater une navigation en répertoires et sous-répertoires

4.2. Caractéristiques Principales

L'application de web-mapping développée dans le cadre de ce travail a la particularité de devoir répondre à deux types d'utilisateurs :

- Le public et les décideurs, qui souhaitent visualiser et localiser les inégalités territoriales sur le canton de Genève ainsi que l'évolution de ces inégalités.
- Les membres du CATI-Ge, qui souhaitent pouvoir éventuellement ajouter des données supplémentaires lorsqu'une nouvelle analyse est produite (pour le moment, il existe seulement les analyses de 2011 et 2014, mais celles-ci pourraient potentiellement être reconduites dans les années à venir).

Cette dualité d'utilisateurs ainsi que les différentes difficultés techniques constituent les principaux facteurs qui ont guidé le développement de cette application cartographique en ligne. Dans le but de répondre adéquatement aux différents besoins de ces deux groupes d'utilisateurs, nous avons pris en compte les caractéristiques suivantes dans le développement de l'application.

Dans un premier temps, afin de répondre aux besoins du premier groupe d'utilisateur – le public et les décideurs – l'application devrait permettre de visualiser rapidement et intuitivement les inégalités territoriales au sein du canton de Genève, pour les deux niveaux géographiques ainsi que pour tous les indicateurs. De plus, les utilisateurs devraient pouvoir visualiser directement l'évolution des inégalités territoriales (pour un indicateur et un niveau géographique donnés) entre les résultats du rapport d'activités de 2011 et ceux de 2014.

Afin de satisfaire ces différentes exigences, nous avons décidé d'opter pour la structure suivante, représenté sur la Figure 7. Par le biais des boutons de type radios, les utilisateurs peuvent naviguer entre les différents indicateurs, les différents niveaux géographiques ainsi que les différentes années de rapport d'activités, sans aucune restriction de combinaisons. Grâce à cette structure, les 28 résultats d'analyses (7 indices, 2 années et 2 niveaux géographiques) sont inclus et disponibles de façon interactive.

**Choix de l'année du rapport,
du niveau géographique
et de l'indicateur**

☐ 2011 ☒ 2014

☒ Communes ☐ Sous-secteurs

☐ Revenu annuel brut médian
☐ Part des élèves issus de milieux modestes ou défavorisés
☐ Part des contribuables à bas revenu
☐ Part de chômeurs inscrits
☐ Part de bénéficiaires de l'aide sociale ou prestations complémentaires
☐ Part d'allocations de logement
☒ Eligibles à la PCSMU

Figure 7 : Boutons radios permettant de naviguer entre les 28 résultats d'analyses.

Dans un second temps, il a été nécessaire d'engager une réflexion sur les besoins du deuxième type d'utilisateurs, que sont les membres du CATI-Ge. L'attente principale de ces membres par rapport à l'application cartographique est de pouvoir ajouter de nouveaux résultats d'analyses basées sur des données plus récentes, permettant ainsi une visualisation de l'évolution – sur plusieurs années – des inégalités territoriales dans le canton de Genève. Du fait des différentes méthodologies de calcul, du nettoyage des données brutes et de l'exclusion de certaines zones géographiques non-significatives (comme certains sous-secteurs dans le cadre du rapport de 2014, qui n'ont pas été exclus dans le rapport 2011), il apparaît préférable que les membres du CATI-Ge aient accès aux différentes étapes menant à la production des résultats en ligne sous forme cartographique. Ce processus ne devrait donc pas être entièrement automatisé mais manuel, ou du moins semi-manuel, tout en restant relativement simple et abordable afin de pouvoir être manipulé par des personnes n'ayant que peu de connaissances en utilisation des logiciels SIG et des outils de développement d'application de web-mapping. Les différents choix techniques liés à ces contraintes de développement seront discutés dans les sections suivantes.

4.3. Choix de l'Outil de Développement

Il existe de nombreuses bibliothèques en ligne permettant de développer des applications de cartographie en ligne. Parmi elles, les plus connues sont Highmaps, d3.js¹⁷, OpenLayers ou encore Leaflet. Toutes ces bibliothèques en ligne supportent le format de nos données géoréférencées (GeoJSON) et toutes possèdent des possibilités de développement amplement suffisantes dans le cas de ce travail.

Après un bref comparatif de ces bibliothèques en ligne, nous avons décidé d'utiliser Leaflet car il nous est apparu que cette bibliothèque en ligne était la plus documentée, avec beaucoup d'exemples et des tutoriels en ligne très complets (Figure 8).

De plus, Leaflet est utilisé par de nombreux sites très visités et connus, comme OpenStreetMap¹⁸, Facebook¹⁹, Pinterest²⁰, Flickr²¹, et bien d'autres, démontrant ainsi sa légitimité.

API Reference

Map	UI Layers	Other Layers	Events	Interfaces
Usage example	Marker	LayerGroup	Event methods	IHandler
Creation	Popup	FeatureGroup	Event objects	ILayer
Options		GeoJSON		IControl
Events	Raster Layers		Utility	IProjection
		Basic Types		ICRS
Map Methods	TileLayer		Class	
Modifying map state	TileLayer.WMS	LatLng	Browser	Misc
Getting map state	TileLayer.Canvas	LatLngBounds	Util	
Layers and controls	ImageOverlay	Point	Transformation	global switches
Conversion methods		Bounds	LineUtil	noConflict
Other methods	Vector Layers	Icon	PolyUtil	version
		DivIcon		
Map Misc	Path		DOM Utility	
	Polyline	Controls		
Properties	MultiPolyline		DomEvent	
Panels	Polygon	Control	DomUtil	
	MultiPolygon	Zoom	PosAnimation	
	Rectangle	Attribution	Draggable	
	Circle	Layers		
	CircleMarker	Scale		

Figure 8 : Exemple d'un tutoriel en ligne de l'API Leaflet.

¹⁷ d3.js : <http://d3js.org/>

¹⁸ OpenStreetMap : <http://www.openstreetmap.org/>

¹⁹ Facebook : <http://www.facebook.com/>

²⁰ Pinterest : <http://www.pinterest.com/>

²¹ Flickr : <http://www.flickr.com/>

4.4. Structure du Site

Le développement de la structure de l'application de web-mapping a été le point central de ce travail, car cette structure conditionne entièrement l'interactivité et les possibilités de navigation et de représentation des résultats au sein de l'application cartographique en ligne.

Dans un premier temps, nous avons rapidement fait le choix de garder l'application simple et épurée au niveau du contenu, hors résultats cartographiques. Il a donc été décidé de ne pas détailler les différents indicateurs d'inégalités, les différentes sources de données ainsi que les méthodologies associées au calcul des indicateurs. Ces informations étant consultables sur le site internet du CATI-Ge, nous avons décidé de simplement effectuer un lien entre notre application de web-mapping et le site du CATI-Ge (via un lien-image avec le logo du CATI-Ge). Ainsi, la page d'accueil de l'application cartographique (Figure 9) contient uniquement des informations générales sur le CATI-Ge ainsi que sur les éléments représentés sur cette application, puis permet, via l'onglet 'Cartographie', de se rendre sur l'application de web-mapping en tant que telle. Le script HTML de cette page est disponible dans l'annexe 3.

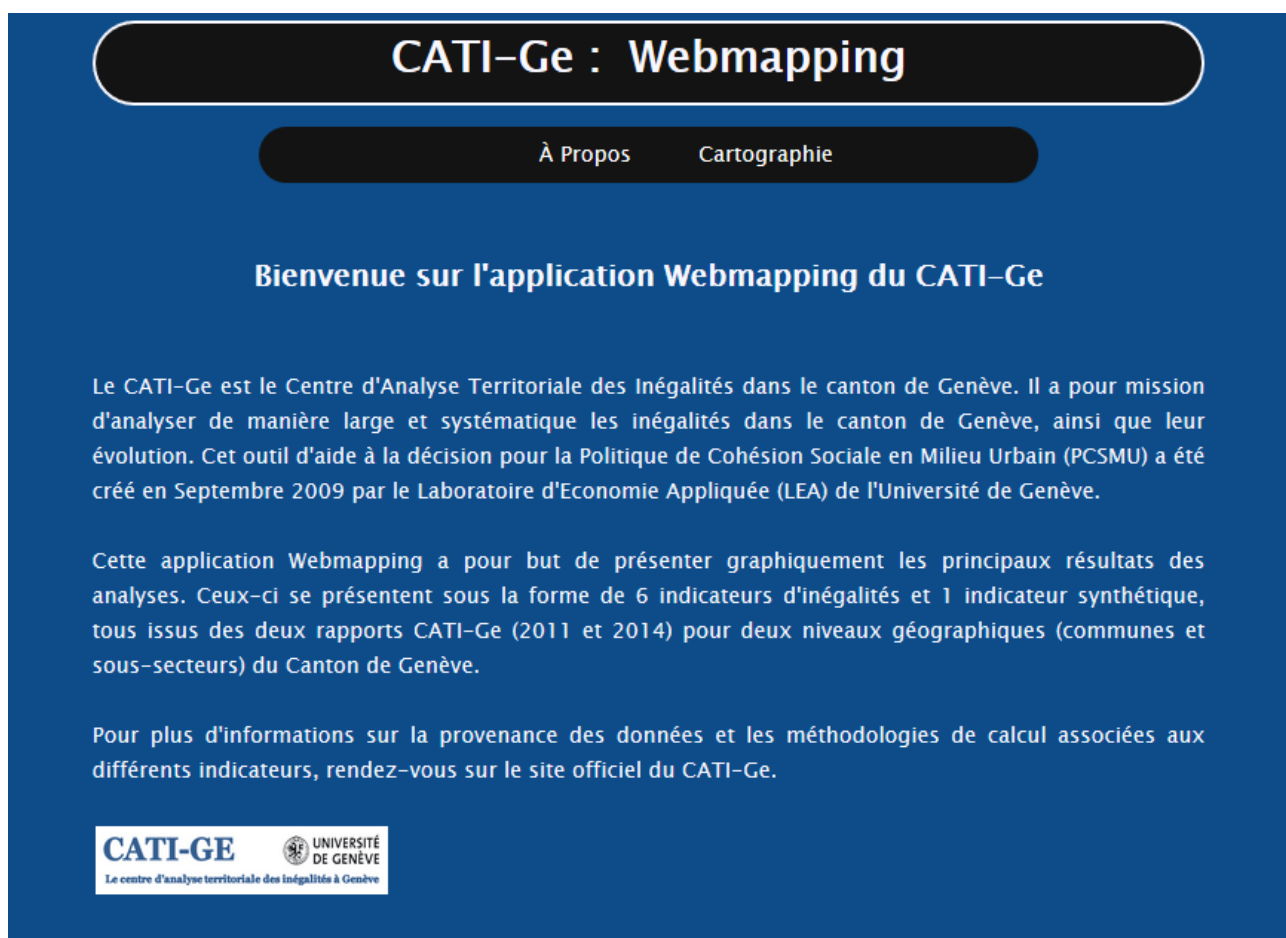


Figure 9 : Capture d'écran de la page d'accueil 'À Propos' de l'application de web-mapping (<http://129.194.172.21/~rohat/CATI-GE/>).

Dans un second temps, il a été nécessaire de réfléchir à la structure même de l'application cartographique. Plusieurs solutions ont été envisagées, et nous avons décidé de retenir le choix suivant : chacune des 28 cartes de résultats constitue une page HTML, liée à une donnée GeoJSON. Ces 28 pages sont reliées entre elles au sein de formulaires HTML, permettant à l'utilisateur de naviguer entre toutes ces pages de façon directe et interactive. Afin de développer l'application en tant que telle, nous avons ensuite procédé aux étapes suivantes :

- a) Dans un premier temps, nous avons choisi une carte de fond (appelée « basemap ») sur laquelle nos résultats seront présentés. Dans un souci de clarté, nous avons opté pour une carte de fond n'affichant que très peu d'informations (uniquement les routes principales, le lac et les noms des principales communes du canton), sur un fond gris pâle. Nous avons directement importé cette carte de fond depuis OpenStreetMap, dont le crédit est affiché dans le coin en bas à droite de la carte.
- b) Ensuite, nous avons structuré nos pages HTML sous forme de formulaires HTML, séparés en trois catégories :
 - Catégorie 1 : l'indicateur : sept choix possibles : six indicateurs de base (IB1 à IB6) et un indicateur d'éligibilité à la PCSMU (IM).
 - Catégorie 2 : le niveau géographique : deux choix possibles : communes (C) et sous-secteurs statistiques (SS).
 - Catégorie 3 : l'année du rapport d'activités : deux choix possibles (2011 et 2014).

Le nom des pages HTML est ensuite formulé selon ces trois catégories, et prend la forme suivante : *Catégorie1_Catégorie2_Catégorie3.html*.

Par exemple, *IB1_C_2014.html* correspond à la carte représentant les inégalités pour l'indicateur IB1 (revenu annuel brut médian) au niveau géographique des communes, pour le rapport d'activités de 2014, alors que *IB3_SS_2011.html* correspond à la carte représentant les inégalités pour l'indicateur IB3 (part de contribuables à bas revenus) au niveau géographique des sous-secteurs, pour le rapport d'activités de 2011.

En utilisant des boutons de type radio dans les formulaires HTML, les utilisateurs peuvent ainsi naviguer entre les différentes représentations cartographiques, utilisant toujours une combinaison des trois catégories. Par exemple, si l'utilisateur est situé sur la page représentant les inégalités pour l'indicateur IB1, au niveau géographique des communes et pour le rapport d'activités de 2011 (donc l'utilisateur consulte la page *IB1_C_2011.html*), trois choix se présentent à lui :

- Il peut passer directement de IB1 à un autre indicateur, tout en restant sur le même niveau géographique et la même année de rapport.
- Il peut passer au niveau géographique des sous-secteurs, tout en restant sur IB1 et sur la même année de rapport.
- Il peut passer sur le rapport de 2011, tout en restant sur IB1 et sur le même niveau géographique, ce qui permet une visualisation directe de l'évolution temporelle de cet indicateur.

Au niveau de la structure du code HTML, la Figure 10 présente la façon dont ces formulaires ont été codés, pour la page *IB1_C_2011.html* comme exemple.

```
<!--Choix de l'année du rapport-->
<form id="form1">
  <input type="radio" name="choix" checked>2011
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./
  IB1_C_2014.html'">2014
</form><br>

<!--Choix du niveau géographique-->
<form id="form2">
  <input type="radio" name="choix" checked>Communes
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./
  IB1_SS_2011.html'">Sous-secteurs
</form><br>

<!--Choix de l'indicateur-->
<form id="form3">
  <input type="radio" name="choix" checked>Revenu annuel brut
  médian <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./
  IB2_C_2011.html'">Part des élèves issus de milieux modestes ou
  défavorisés <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./
  IB3_C_2011.html'">Part des contribuables à bas revenu <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./
  IB4_C_2011.html'">Part de chômeurs inscrits <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./
  IB5_C_2011.html'">Part de bénéficiaires de l'aide sociale ou
  prestations complémentaires <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./
  IB6_C_2011.html'">Part d'allocations de logement <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./
  IM_C_2011.html'">Eligibles à la PCSMU <br>
</form>
```

Figure 10 : Script (partiel) de la page *IB1_C_2011.html*, présentant les formulaires HTML.

c) Enfin, il a été nécessaire d'établir une charte graphique afin de présenter le plus clairement les résultats. Dans les rapports d'activités (2011 et 2014) ainsi que sur le site internet du CATI-Ge, les résultats sous forme cartographique ne respectent aucune charte graphique particulière et utilisent des couleurs et dégradés différents, comme le montre la Figure 11.

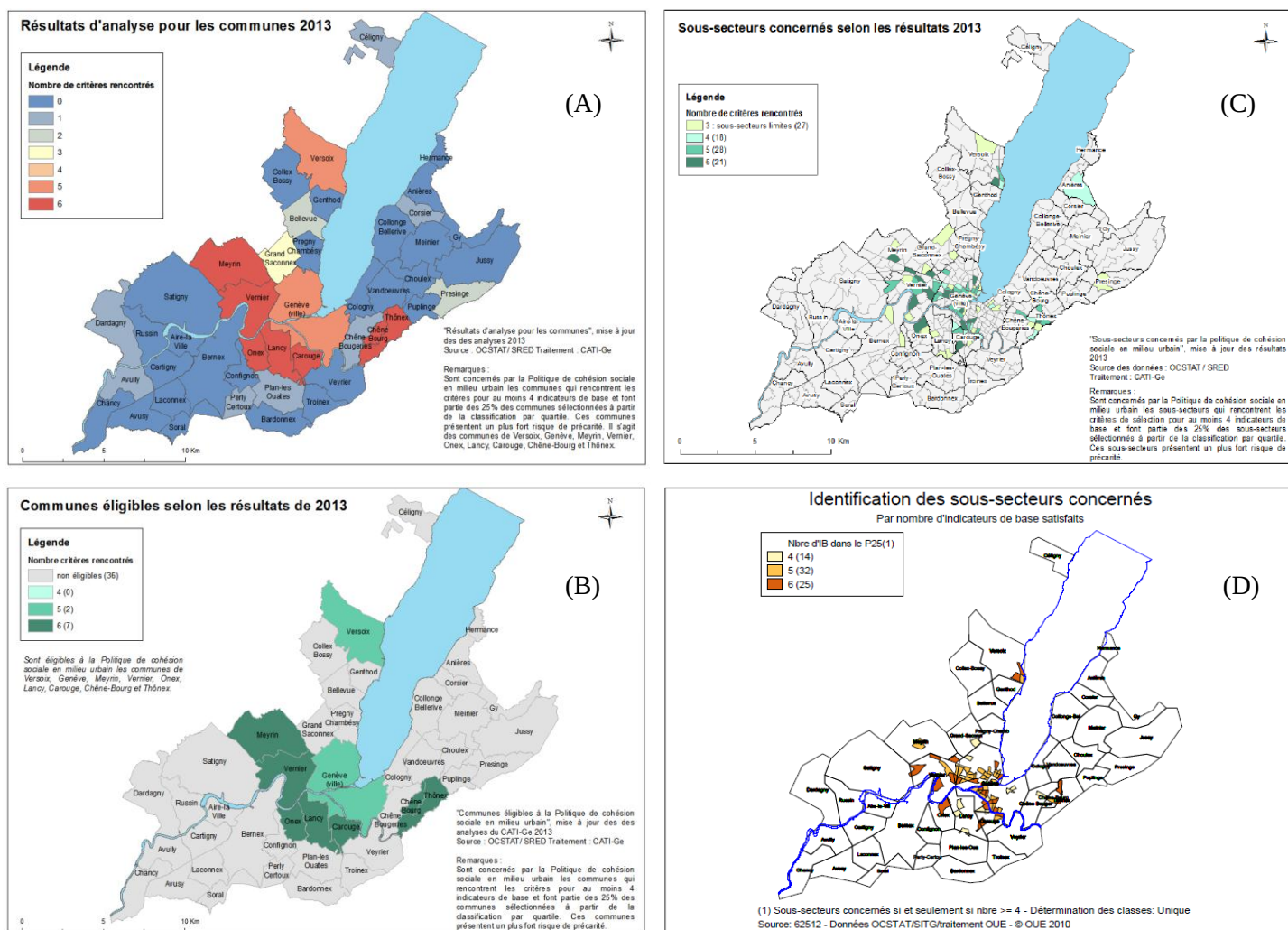


Figure 11 : Exemple d'inconsistance dans les différents choix de sémiologie utilisés pour les rapports et productions de résultats du CATI-Ge : communes éligibles à la PCSMU comme présenté sur le site internet du CATI-Ge (A) et dans le rapport de 2014 (B) ; sous-secteurs statistiques éligibles à la PCSMU comme présenté dans le rapport de 2014 (C) et dans le rapport de 2011 (D).

Afin d'établir une charte graphique propre aux représentations cartographiques des résultats issus des analyses du CATI-Ge, deux principaux cas sont à distinguer :

- Les indicateurs de base IB1 à IB6 sont à représenter en fonction de leurs quartiles, donc en 4 catégories différentes, avec une importance visuelle à apporter sur le dernier quartile (pour IB2 à IB6) ou sur le premier quartile (pour IB1), puisque ce sont eux qui présentent des fortes inégalités pour l'indicateur donné.

Nous avons ainsi choisi de définir un dégradé de beige à rouge foncé (Figure 12), avec le rouge foncé représentant les valeurs à forte importance (premier quartile pour IB1 et dernier quartile pour les autres IBs).

- L'indicateur d'éligibilité à la PCSMU, qui se décline sous 7 valeurs (de 0 à 6), représente le nombre d'indicateurs de base rencontrés, pour une zone géographique donnée. La difficulté de l'établissement de la charte graphique pour cet indicateur réside dans le fait que le dégradé doit permettre de bien distinguer les valeurs 4, 5 et 6, car ces valeurs représentent les zones géographiques étant éligibles à la PCSMU. Pour répondre à cette contrainte sémiologique particulière, nous avons opté pour un dégradé de beige à rouge foncé (Figure 12) passant par le marron pour la valeur de seuil (3), permettant ainsi de faire la transition entre les zones géographiques non-éligibles à la PCSMU (valeurs 0, 1, 2 et 3, de beige à marron inclus) et celles éligibles (valeurs 4, 5 et 6, représentées en rouge orangé, rouge vif, et rouge foncé). Nous aurions aussi pu utiliser un dégradé divergeant, où une couleur neutre aurait fait la séparation entre les zones géographiques éligibles et celles non-éligibles à la PCSMU, mais après divers essais, nous avons retenu notre premier choix car celui-ci s'inscrit dans la continuité du dégradé des IBs et permet de visualiser intuitivement – sans s'intéresser à la légende – les zones géographiques éligibles, en orange, rouge et rouge foncé. Afin d'obtenir des dégradés esthétiques, nous avons utilisé l'application 'colorbrewer2'²².



Figure 12 : Choix des dégradés de couleurs pour les IBs (A) et pour le critère d'éligibilité à la PCSMU (B).

²² Colorbrewer2 : <http://colorbrewer2.org/>

4.5. Vue d'Ensemble

Cette section vise à présenter de manière globale les différents résultats cartographiques disponibles sur cette application de web-mapping et montre quelques exemples des comparaisons qu'il est possible de faire en un clic via les formulaires et les boutons de type radios. Des exemples de scripts HTML et CSS de cette application de web-mapping sont disponibles, respectivement dans les annexes 1 et 2.

- a) Au niveau des communes, nous pouvons immédiatement constater que la majorité des communes limitrophes à la ville de Genève sont celles présentant le plus d'inégalités territoriales, tant pour le revenu annuel brut médian, la part des contribuables à bas revenu, ou pour la part de bénéficiaires de l'aide sociale, ceci en 2011 comme en 2014 (Figure 13). Logiquement, ce sont majoritairement ces communes qui sont éligibles à la PCSMU. Il est intéressant de constater qu'entre les analyses de 2011 et de 2014, les communes éligibles sont similaires, à l'exception du Grand-Saconnex (Figure 14), qui ne devient plus éligible à la PCSMU dans l'analyse de 2014.
- b) Il est ensuite intéressant de descendre à l'échelle des sous-secteurs statistiques. Logiquement, les sous-secteurs statistiques présentant le plus d'inégalités territoriales sont ceux localisés dans les communes éligibles à la PCSMU. Cependant, l'analyse des inégalités à cette échelle spatiale plus réduite permet de mettre en lumière des contrastes très importants au sein des communes éligibles à la PCSMU, qui comportent des sous-secteurs avec de fortes inégalités, mais aussi des sous-secteurs avec peu ou pas d'inégalités. Il est aussi intéressant de noter les grandes variations de différences entre l'analyse de 2011 et celle de 2014. Pour certains indicateurs, comme IB2 (part des élèves issus de milieux modeste ou défavorisés) par exemple, l'état décrit dans le rapport de 2014 est radicalement différent de celui décrit dans le rapport de 2011 (Figure 15), alors que pour d'autres indicateurs comme IB1 (revenu annuel brut médian), IB2 (part de contribuables à bas revenu) ou encore IB6 (part d'allocations de logement), les situations dans l'analyse de 2011 et dans celle de 2014 sont relativement similaires (Figure 16). Concernant les sous-secteurs éligibles à la PCSMU, nous pouvons constater une forte hausse de ces sous-secteurs entre l'analyse de 2011 et 2014 (Figure 17), mais ceux-ci représentent toujours une faible proportion (~15%) de la totalité des sous-secteurs. Il est cependant important de mentionner que pour l'indicateur 'éligibilité à la PCSMU', de nombreux sous-secteurs ont été exclus du fait de leur non-significativité statistique (222 sous-secteurs exclus pour l'analyse de 2011 et 166 pour celle de 2014), ce qui entraîne un biais dans l'analyse et la visualisation des résultats.

Basé sur la consultation et la comparaison de ces différents résultats d'analyse, les utilisateurs peuvent rapidement et facilement prendre compte de l'ampleur des inégalités territoriales sur le canton de Genève et visualiser les zones géographiques les plus touchées, tant au niveau communal qu'à un niveau géographique inférieur comme les sous-secteurs statistiques.

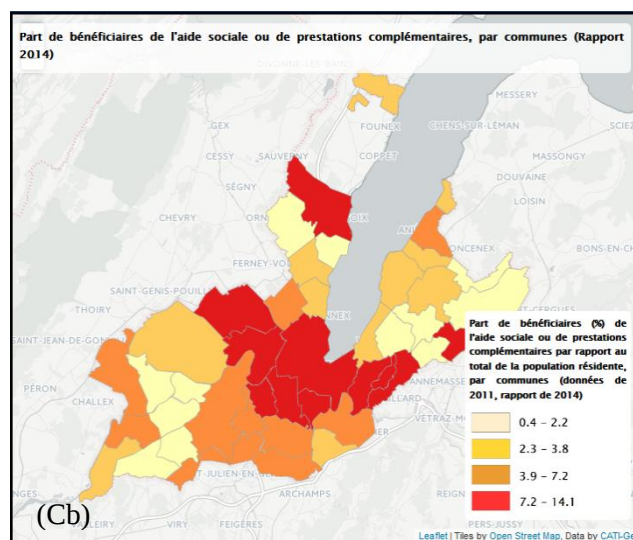
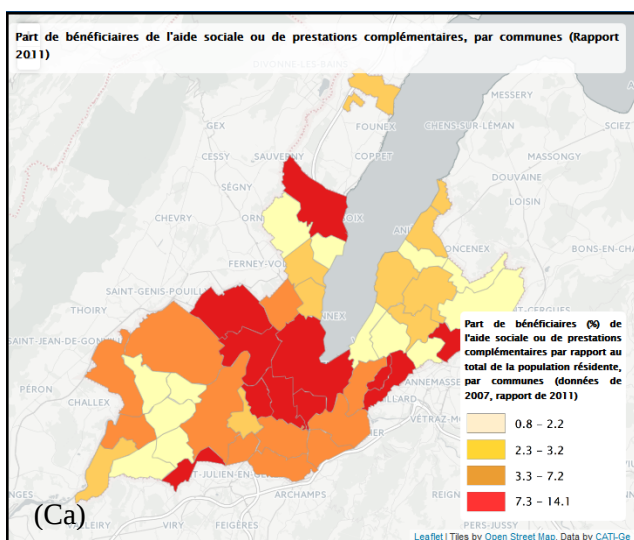
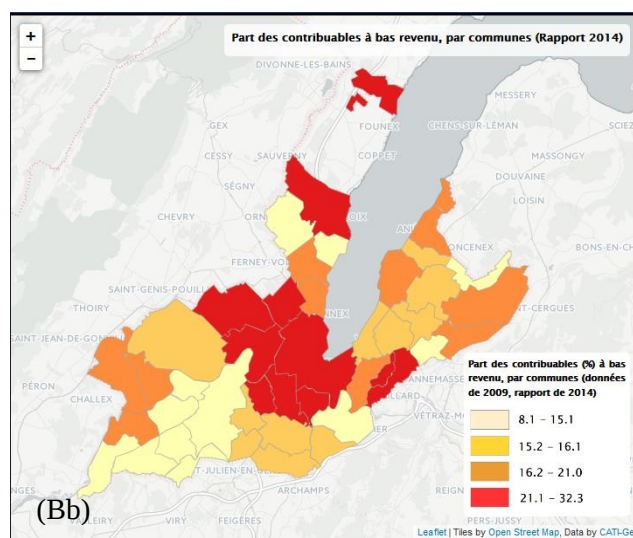
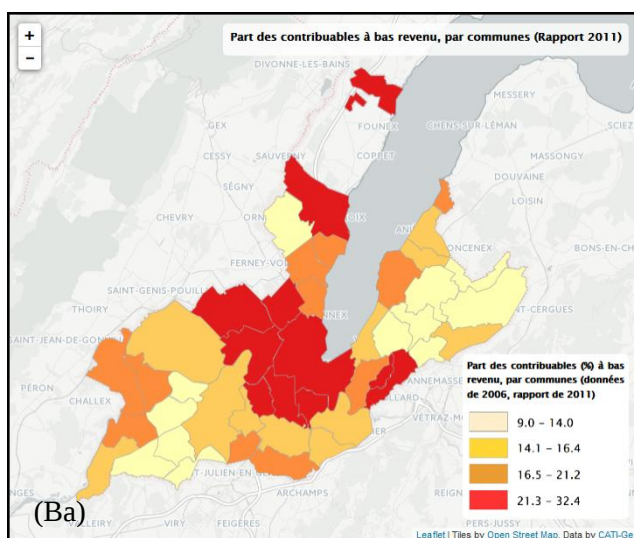
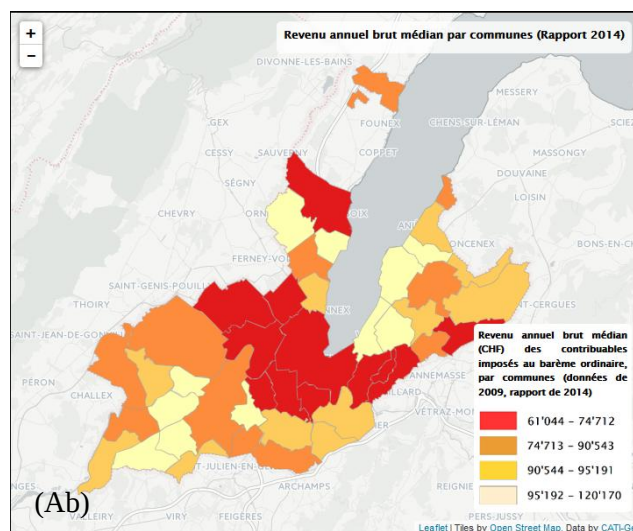
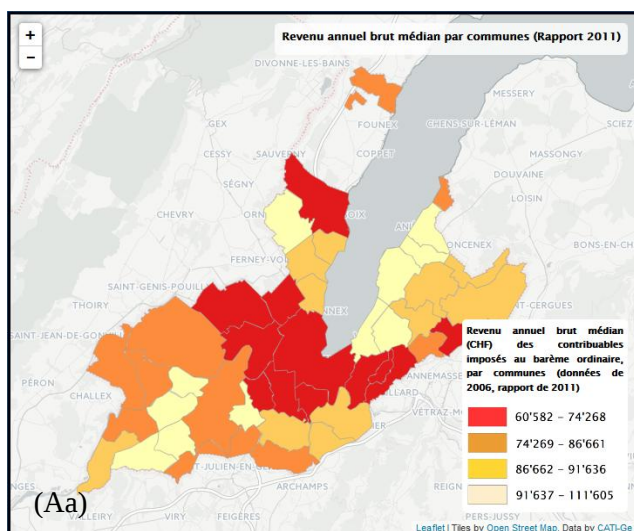


Figure 13 : Comparaison entre trois différents IBs – IB1 (A), IB3 (B) et IB5 (C) – pour les rapports d'activités de 2011 (a) et de 2014 (b), pour le niveau géographique des communes.

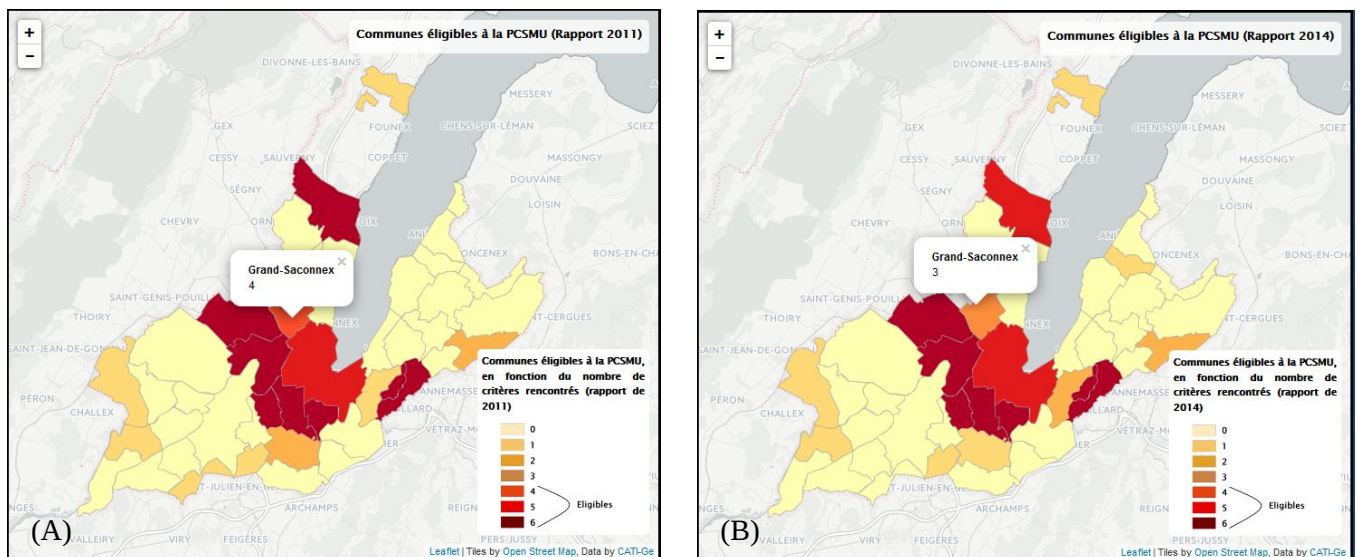


Figure 14 : Comparaison entre les communes éligibles à la PCSMU lors des analyses de 2011(A) et de 2014 (B).

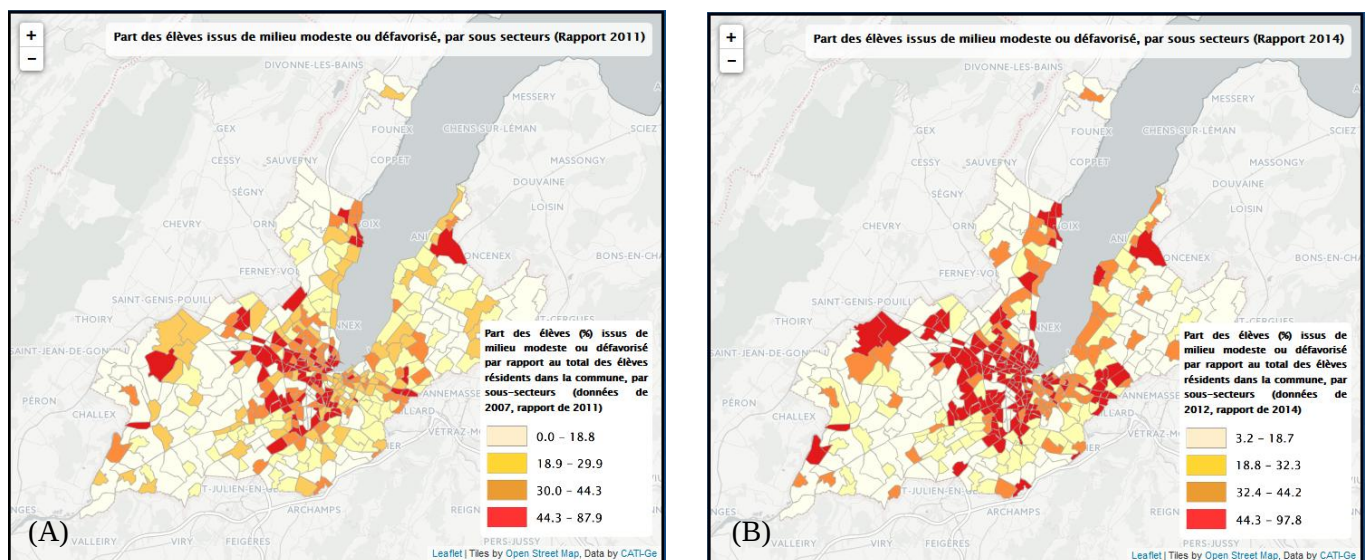


Figure 15 : Comparaison pour l'indicateur IB2 (part des élèves issus de milieux modestes ou défavorisés) lors des analyses de 2011(A) et de 2014 (B).

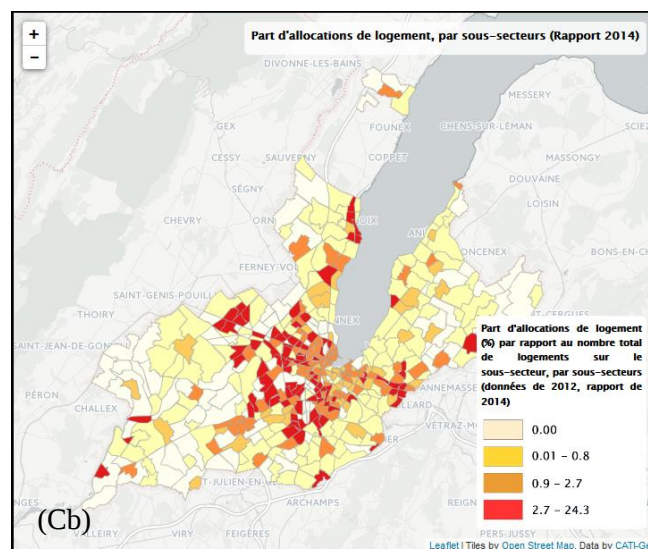
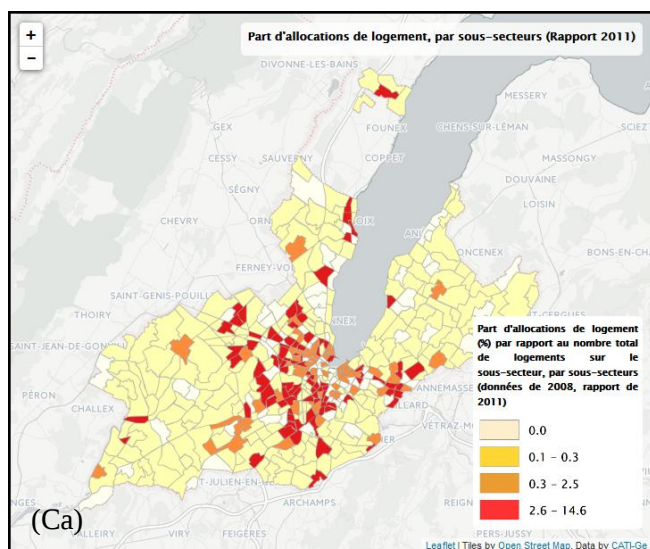
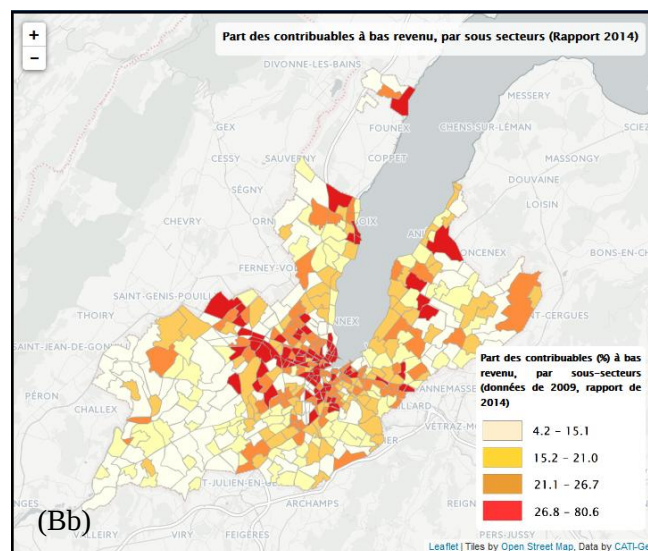
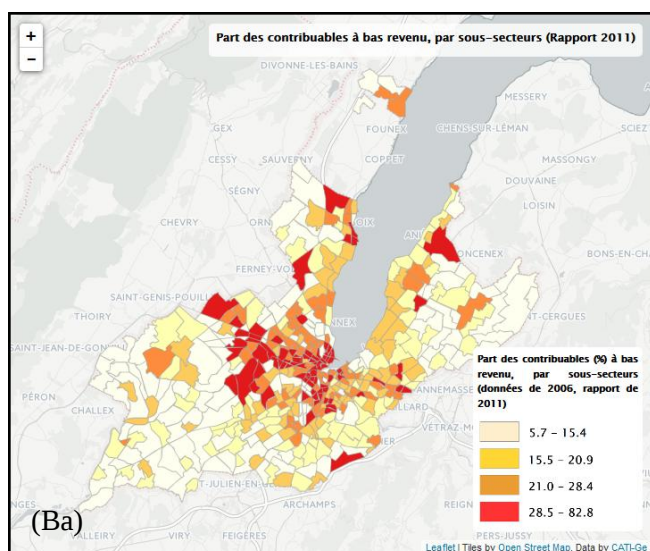
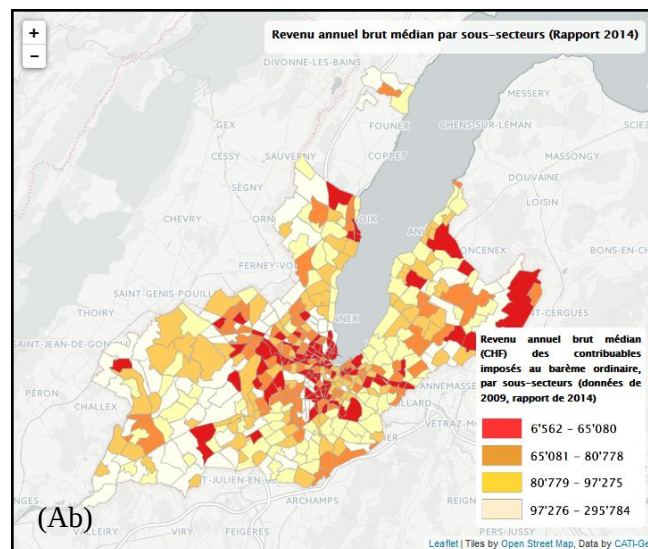
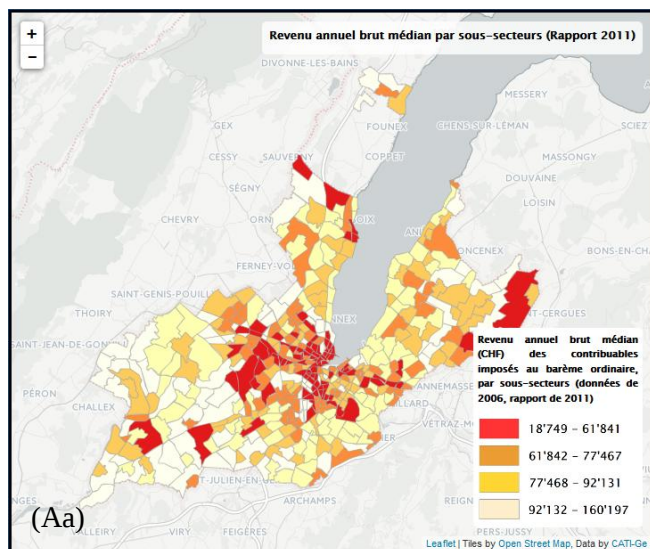


Figure 16 : Comparaison entre trois différents IBs – IB1 (A), IB3 (B) et IB6 (C) – pour les rapports d'activités de 2011 (a) et de 2014 (b), pour le niveau géographique des sous-secteurs statistiques.

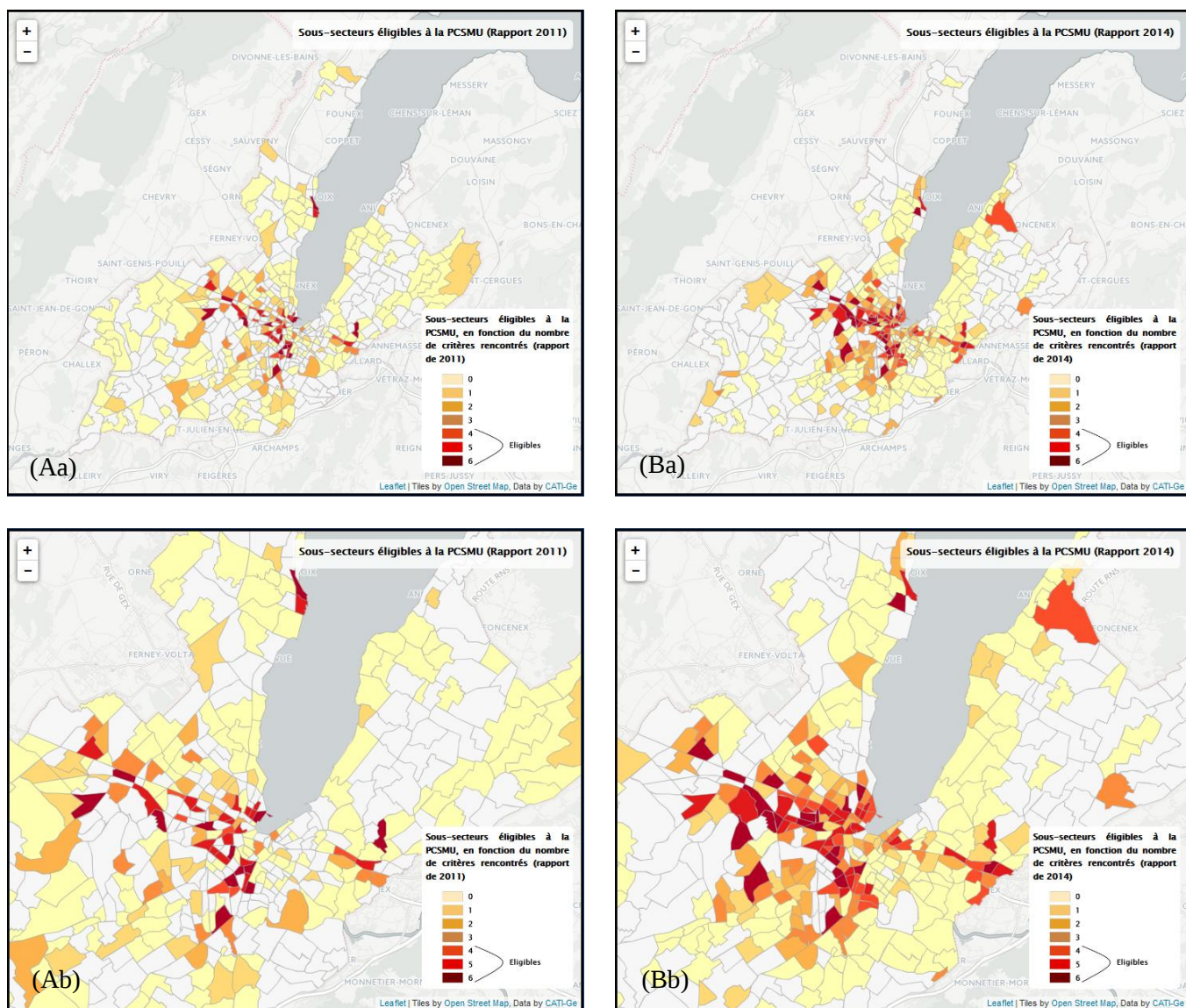


Figure 17 : Comparaison entre les sous-secteurs éligibles à la PCSMU – à deux niveaux de zooms différents (a) et (b) – présentés dans les rapports d’activité de 2011 (A) et de 2014 (B). Les sous-secteurs en blancs sont exclus des analyses car non-significatifs statistiquement.

5. Mise à jour

Comme indiqué précédemment, les utilisateurs de cette application de web-mapping ne sont pas seulement le public et les décideurs, mais sont aussi les membres du CATI-Ge effectuant les rapports d’analyse des inégalités territoriales dans le canton de Genève. Ces analyses pouvant potentiellement être reconduites dans les années à venir, il est intéressant de réfléchir à la façon dont ces nouveaux résultats peuvent être inclus dans cette application de web-mapping.

D'après notre consultation de certains documents et notes internes, il apparaît fort probable que le prochain rapport d'activités du CATI-Ge présentera une approche des inégalités territoriales similaires à celles des précédents rapports, c'est-à-dire que les différents indicateurs de base seront repris et 'simplement' recalculés avec des données plus récentes (comme cela a été le cas pour le rapport d'activité de 2014, en comparaison de celui de 2011).

Dans ce cas, un 'simple' ajout d'une année de rapport d'activité dans l'application de web-mapping devra être effectué. Afin que les membres du CATI-Ge puissent effectuer eux-mêmes ces ajouts, nous avons développé un tutoriel interactif, partant des données brutes que les membres du CATI-Ge auront récoltées auprès de leurs différents partenaires (triées et mises au format Excel) jusqu'à l'étape finale de publication des résultats en ligne dans l'application de web-mapping. Ce tutoriel est à retrouver dans l'annexe 4. Un dossier compressé (.zip) a aussi été créé, contenant le tutoriel ainsi que les différents fichiers (shapefile des communes et des sous-secteurs statistiques, canevas Excel pour les bases de données, canevas des fichiers HTML, *etc*) et les logiciels nécessaires pour certaines étapes (QGIS, WinSCP et SublimeText par exemple).

Toute personne du CATI-Ge disposant des nouvelles données d'indicateurs de base et de ce dossier pourra donc – relativement aisément – ajouter les résultats d'un nouveau rapport d'activités dans l'application de cartographie en ligne. L'avantage d'effectuer manuellement les différentes étapes (tri des données, visualisation dans QGIS, intégration dans le code HTML, *etc*) réside dans le fait que cela permet un contrôle des données et une prévisualisation des résultats, nécessaires à leur validation avant leur mise à disposition en ligne.

Il est cependant important de mentionner qu'une telle approche de mise à jour manuelle – via l'utilisation d'un tutoriel – présente certaines limites, qui seront discutées dans la section suivante.

6. Limites et Recommandations

Les principales limites de ce travail résident dans l'application de web-mapping et peuvent être liées à (a) des défauts de compétences techniques ou être (b) simplement inhérentes à certains choix de développement.

- (a) La création d'une application de web-mapping, et particulièrement l'utilisation des outils de développement comme Leaflet, nécessite de très bonnes connaissances en programmation, principalement en HTML, JavaScript et CSS. En raison d'un manque relatif de compétences techniques, l'application de web-mapping présentée dans ce rapport présente certaines limites contraignantes. La première est que comme les légendes doivent être créées manuellement (via un logiciel de type Adobe Illustrator). Bien que celles-ci soient de toute façon créées manuellement pour les rapports d'activités du CATI-Ge, il aurait été plus judicieux d'intégrer à l'application de web-mapping une fonction de création automatique des légendes (et de calcul des

quantiles, permettant ainsi de définir les 4 intervalles dans la légende, propres à chaque IB et chaque année de rapport). L'intégration d'une telle fonction permettrait un gain de temps considérable et participerait à un meilleur rendu visuel de l'application cartographique en ligne.

La seconde limite liée à un défaut de compétences techniques est le fait que lorsque l'utilisateur passe d'une carte à une autre sur l'application de web-mapping, le niveau de zoom revient automatiquement à son état initial. Ceci est relativement limitant, particulièrement dans le cas d'un utilisateur souhaitant par exemple étudier l'évolution d'un IB entre 2011 et 2014 pour un sous-secteur particulier. Si celui-ci zoome sur le sous-secteur d'intérêt sur la carte représentant l'IB pour le rapport de 2011 et qu'il passe ensuite sur la carte représentant le même IB pour le rapport de 2014, alors le niveau de zoom sera perdu et il ne pourra pas comparer adéquatement les deux situations. L'intégration d'une option permettant de garder le niveau de zoom lorsque l'utilisateur passe d'une carte à une autre serait donc d'une forte utilité.

- (b) Outre les limites dues à des contraintes techniques, cette application de web-mapping présente aussi des limites inhérentes aux choix de développement qui ont été faits, particulièrement à celui d'utiliser une page HTML différente pour chaque carte, liées entre elles par le biais de formulaires HTML. Ce choix de développement entraîne des limitations importantes. Par exemple, bien qu'il soit fort probable que le prochain rapport d'activités du CATI-Ge soit basé sur les mêmes indicateurs de base que ceux utilisés dans les rapports de 2011 et 2014, il se peut aussi que de nouveaux indicateurs soient pris en compte et rajoutés aux critères d'éligibilité à la PCSMU. Dans ce cas, il faudrait alors ajouter ces nouveaux indicateurs dans l'application de web-mapping. Ceci entraînerait alors une modification de la structure de l'application et rendrait caduque l'utilisation de formulaires HTML, ceux-ci ne pouvant plus être utilisés puisque les nouveaux indicateurs ne seront pas disponibles pour les années de rapports précédents. Il faudrait donc envisager une structure entièrement nouvelle. Nous pourrions par exemple nous inspirer de l'atlas statistique du canton de Vaud²³, qui permet de visualiser, pour plusieurs niveaux géographiques et pour plusieurs années, de nombreux indicateurs socio-économiques, en fonction de la disponibilité des données.

De plus, bien que l'ajout des résultats d'un nouveau rapport (basé sur les mêmes indicateurs de base que ceux des rapports de 2011 et de 2014) soit facilité par l'utilisation du tutoriel décrit dans la section 5 de ce mémoire, nous aurions pu faire d'autres choix de développement qui auraient alors permis d'automatiser la mise en ligne des résultats d'un nouveau rapport. Par exemple, nous aurions pu faire le choix d'adopter un système où les zones géographiques (communes et sous-secteurs statistiques) sont préalablement fixées et renseignées dans des fichiers GeoJSON, auxquels des données externes (en .csv ou .tsv par exemple) viennent se lier, via une jointure renseignées dans le code HTML. Cela permettrait ainsi, via l'importation de nouvelles données externes, de créer automatiquement les nouvelles représentations

²³ Atlas statistique du canton de Vaud : http://www.cartostat.vd.ch/index.php?gc_user=1

cartographiques. Il suffirait alors d'inclure ces cartes dans des pages HTML et de les rajouter au formulaire HTML. Une telle approche simplifierait ainsi sensiblement l'intégration d'une nouvelle année de rapport dans l'application de web-mapping.

Il est aussi important de mentionner que certaines limites et recommandations peuvent être formulées concernant la récolte, le tri et la production des données nécessaires au calcul des indices d'inégalités territoriales.

Par exemple, la création d'une base de données avec des métadonnées détaillées permettrait d'éviter la phase – relativement chronophage – d'acquisition et de tri des données. De plus, étant donné que les différentes collaborations entre le CATI-Ge et les institutions genevoises partenaires (OCSTAT, SITG, *etc*) permettent un accès direct à de nombreuses données sur les inégalités territoriales, il pourrait être envisageable de créer une base de données évolutive permettant d'effectuer de façon simple et automatique une mise à jour des données, une intégration d'éventuelles nouvelles données ainsi qu'un nettoyage et tri des données brutes. Ceci pourrait faire l'objet d'un travail de stage au sein du CATI-Ge.

7. Conclusion

Le travail présenté dans ce mémoire constitue un premier pas vers la création d'une application de cartographie en ligne des inégalités territoriales dans le canton de Genève et pose d'importantes questions de réflexion gravitant autour du développement d'une telle application.

A travers ce travail, nous avons tout d'abord montré que les inégalités territoriales sont actuellement un sujet de société très important, dont les acteurs publics et les décideurs s'emparent depuis quelques années, en particulier depuis la création de la loi relative à la politique de cohésion sociale en milieu urbain, en 2012. Afin de mieux comprendre et de mieux visualiser ces inégalités territoriales, l'utilisation d'outils cartographiques paraît essentielle, c'est d'ailleurs pour cela que les rapports d'activités du CATI-Ge (de 2011 et de 2014) possèdent de nombreuses représentations cartographiques des analyses.

Le thème des inégalités territoriales étant aussi un sujet d'importance majeure pour les habitants du canton de Genève, il semble essentiel que ceux-ci puissent être correctement informés sur cette thématique. Pour ce faire, le développement d'une application de web-mapping apparaît être d'une importance cruciale, puisque celle-ci permettrait à tous les habitants du canton de visualiser les inégalités territoriales sur le canton, pour plusieurs indicateurs, plusieurs niveaux géographiques et plusieurs années. Logiquement, les membres du CATI-Ge sont aussi arrivés à de telles conclusions, puisque le développement d'un outil cartographique en ligne et d'un tableau de bord des inégalités territoriales en ligne et interrogeable font parti des perspectives d'analyses et de production du CATI-Ge (Figure 1).

Le principal apport de ce mémoire réside dans le développement de l'application de web-mapping, disponible sur le lien suivant :

<http://129.194.172.21/~rohat/CATI-GE/>

Bien que présentant certaines limites, détaillées dans la section 6 de ce rapport, cette application de cartographie en ligne permet aux utilisateurs de visualiser les inégalités territoriales au sein du canton de Genève pour six indicateurs de base et un indicateur synthétique, à deux niveaux géographiques différents (communes et sous-secteurs) ainsi que pour deux années de rapports d'activités du CATI-Ge, tout ceci de façon interactive.

De plus, grâce à l'utilisation du tutoriel dédié (annexe 4), nous pensons qu'il est relativement aisé et peu chronophage pour les membres du CATI-Ge de rajouter les résultats d'analyse d'au moins un rapport d'activités supplémentaire, du moment que les indicateurs de bases et les niveaux géographiques utilisés sont similaires à ceux des rapports précédents.

Bien entendu, une telle application est amenée à être améliorée, en partie basé sur les recommandations émises dans ce mémoire, puis aussi en fonction d'éventuels entretiens avec les différents membres du CATI-Ge afin de mieux appréhender leurs besoins et exigences vis-à-vis d'une telle application. Il ne faut toutefois pas oublier que les principaux utilisateurs d'une telle application de web-mapping des inégalités territoriales sont les décideurs et les habitants du canton de Genève. Ainsi, cette application se doit de disséminer l'information de manière transparente, interactive et facilement compréhensible, tout en étant structurée de telle manière qu'un ajout de nouvelles données et de nouveaux types d'indicateurs d'inégalités soit aisément réalisable par les membres du CATI-Ge. C'est précisément cette dualité de besoins qui devra être le point central des futurs développements de cette application de web-mapping.

Bibliographie

- Besse, G. et al., 2014. Inégalités territoriales, environnementales et sociales de santé : regards croisés en régions, de l'observation à l'action. Secrétariat général des ministères chargés des affaires sociales, Paris, 72 pp.
- Cellérier, A., 2015. La politique de cohésion sociale en milieu urbain : Chronologie, réalisations et perspectives, rapport d'activité du CATI-Ge, Genève, 18 pp.
- Conseil d'Etat, 2009. Discours de Saint-Pierre, Serment du Conseil d'Etat prononcé le 7 Décembre 2009.
- DIACT, 2008. Dynamique et développement durable des territoires. Rapport de l'observatoire des territoires. La documentation française, 202 pp.
- Etat de Genève, 2012. Loi relative à la politique de cohésion sociale en milieu urbain. Législation Genevoise, entrée en vigueur le 27 Mars 2013. http://wap.ge.ch/legislation/rsg/f/s/rsg_A2_70.html
- Giuliani, G. and Peduzzi, P. 2011. The PREVIEW Global Risk Data Platform: a geoportal to serve and share global data on risk to natural hazards. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(1), pp. 53-66.
- Mathiyalagan, V. et al., 2005. A WebGIS and geodatabase for Florida's wetlands. *Computers and Electronics in Agriculture*, 47(1), pp. 69-75.
- Maury, J. et al., 2013. Les quartiers en action : une approche plurielle pour un développement partagé. Office fédéral du développement territorial (ARE), Berne, 60 pp.
- Müller, F. et al., 2012. Evaluation du programme projets urbains : intégration sociale dans des zones d'habitations. Rapport final de la 1ère phase (2008 à 2011). Interface/evaluanda, 51 pp.
- Neumann, A., 2012. Web Mapping and Web Cartography, In: Handbook of Geographic Information, Kresse, W. and Danko, D. (Eds), Springer, pp. 567-586.
- Rinner, C. et al., 2008. The use of web 2.0 concepts to support deliberation in spatial decision-making. *Computers, Environment and Urban System*, 32(5), pp. 386-395.
- Ruan, Z. et al., 2009. Information analysis and dissemination using webGIS-based mesoscale weather monitoring and warning. *Information Science and Engineering*, ICISE-IEEE, pp. 2083-2086.
- Schulte-Haller, M. et al., 2011. Mixité sociale et développement de quartier : entre désir et réalité. Office fédéral du développement territorial (ARE), Berne, 40 pp.
- Wu, H. et al., 2011. Monitoring and evaluating the quality of Web Map Service resources for optimizing map composition over the internet to support decision making. *Computers and Geosciences*, 37(4), pp. 485-494.

Annexe 1 : Exemple de script d'une des 28 pages de l'application (IB1_C_2011.html)

```
IB1_C_2011.html
<html lang="fr">
<head>
  <!--Insertion caractères spéciaux-->
  <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8" />
  <meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, user-scalable=no" />

  <!--Nom de l'onglet-->
  <title>CATI-Ge Webmapping</title>

  <!--Connexion au fichier style (écrit en .css)-->
  <link rel="stylesheet" href="./style.css" />

  <!--Scripts Leaflet-->
  <link rel="stylesheet" href="http://cdn.leafletjs.com/leaflet/v0.7.7/leaflet.css" />
  <script src="http://cdn.leafletjs.com/leaflet/v0.7.7/leaflet.js"></script>
  <script src="jquery-2.1.1.min.js"></script>
</head>

<body>

  <!--En-tête et bannière-->
  <header>
    <div id="banniere">
      <h1 id="h1"><center>CATI-Ge :&nbsp;   Webmapping</center></h1></div>

    <!--Création des onglets de navigation-->
    <nav id="nav">
      <ul>
        <center><li><a href="./index.html">À Propos</a></li> &nbsp;   &nbsp;   &nbsp;  
        <li><a href="./IM_C_2014.html">Cartographie</a></li></center>
      </ul>
    </nav>
  </header>

  <!--Création de l'élément texte de côté-->
  <aside id="cote">

    <caption> Choix de l'année du rapport, <br> du niveau géographique <br> et de
    l'indicateur
    <br><br><br>
    </caption>

    <!--Création des formulaires de choix-->
    <!--Permet les liens entre les différentes pages cartographiques-->

    <!--Choix de l'année du rapport-->
    <form id="form1">
      <input type="radio" name="choix" checked>2011
      <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB1_C_2014.html'">2014
    </form><br>

    <!--Choix du niveau géographique-->
    <form id="form2">
      <input type="radio" name="choix" checked>Communes
      <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB1_SS_2011.html'">Sous-secteurs
    </form><br>

    <!--Choix de l'indicateur-->
    <form id="form3">
      <input type="radio" name="choix" checked>Revenu annuel brut médian <br>
      <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB2_C_2011.html'">Part des
      élèves issus de milieux modestes ou défavorisés <br>
      <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB3_C_2011.html'">Part des
      contribuables à bas revenu <br>
      <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB4_C_2011.html'">Part de
      chômeurs inscrits <br>
      <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB5_C_2011.html'">Part de
      bénéficiaires de l'aide sociale ou prestations complémentaires <br>
      <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB6_C_2011.html'">Part
      d'allocations de logement <br>
      <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IM_C_2011.html'">Eligibles à la
      PCSMU <br>
    </form>
  </aside><br><br><br>
```

```

<!--Partie cartographique-->
<article>

<!--Création de l'élément carte-->
<div style="width:80%; height:100%; id="map"></div>

<!--Scripts de la carte-->
<script>

    // Initialisation de la carte

    var map = L.map('map').setView([46.25, 6.15], 11);

    // Chargement des les tuiles de fond
    L.tileLayer('http://{s}.basemaps.cartocdn.com/light_all/{z}/{x}/{y}.png',
    {attribution: 'Tiles by <a href="http://www.openstreetmap.org/copyright">Open Street Map</a>, Data by <a href="http://cati-ge.ch/"> CATI-Ge</a>',maxZoom: 17,minZoom: 9}).addTo(
    map);

    // Chargement d'un fichier geoJSON extérieur

    $.getJSON("IB1_Communes_2011.geojson", function(data){

    // Mise en style de la couche geoJSON chargée

    L.geoJson(data, {
        style: function(feature){
            var fillColor,
            Q=feature.properties.Quartile;
            if (Q > 3.2) fillColor = "#ffffb2";
            else if (Q > 2.2) fillColor = "#fecc5c";
            else if (Q > 1.2) fillColor = "#fd8d3c";
            else if (Q < 1.1) fillColor = "#e31a1c";
            return {color: "#999", weight: 1, fillColor: fillColor, fillOpacity: 15}
        },
        onEachFeature: function ( feature, layer ){layer.bindPopup ("<strong>" + feature.
        properties.commune + "</strong><br/>" + feature.properties.Valeur)},

    // Ajout de la couche geoJSON chargée et stylisée

    }).addTo(map);

    // Création d'un titre de carte

    var titre = L.control();
    titre.onAdd = function (map) {
    var divTitre = L.DomUtil.create('div','titre');
    divTitre.innerHTML = "<h4>Revenu annuel brut médian par communes (Rapport 2011)</h4>";
    return divTitre;
    };

    // Ajout du titre de la carte

    titre.addTo(map);

    // Création et ajout d'une légende

    var legend = L.control({position: 'bottomright'});
    legend.onAdd = function (map) {
    var divLeg = L.DomUtil.create('div', 'info legend');
    divLeg.innerHTML += '<h5>Revenu annuel brut médian (CHF) des contribuables imposés au barème
    ordinaire, par communes (données de 2006, rapport de 2011)</h5><center></center>';
    return divLeg;
    };

    legend.addTo(map);

    });

</script>
</article>

</body>

<!--Pied de page-->
<footer>

<!--Lien-image cati-GE-->
<div id="image_cati_ge"> <a href="http://cati-ge.ch/"></a></div>

</footer>

</html>

```

Annexe 2 : Script de la feuille de style (écrite en CSS) de l'application

```
/*Définition des propriétés du corps*/
body {background : #0d4c89; font-family: "Lucida Sans Unicode", "Lucida Grande", sans-serif;
color: #F8F8FF; margin-left: 10%; margin-right: 10%; text-align: justify;}

/*Définition des propriétés de la bannière et de l'en-tête*/
header #banniere {background-color: #131313; height: 58px;
border-style: solid ; border-width: medium; border-color: #F8F8FF; border-top-right-radius: 50px;
border-top-left-radius: 50px; border-bottom-right-radius: 50px; border-bottom-left-radius: 50px;}

/*Définition des propriétés de la barre de navigation*/
header #nav {padding: 0 0 10 0px; margin: 0px; background-color: #131313; height: 31px;
border-style: none; border-width: thin; border-color: #F8F8FF; margin-left: 15%; margin-right: 15%;
border-top-right-radius: 50px; border-top-left-radius: 50px; border-bottom-right-radius: 50px;
border-bottom-left-radius: 50px;}

/*Définition des propriétés des différents titres et éléments de texte*/
h1#h1 {margin: 0; text-align: center;color: #F8F8FF;
font-family: "Lucida Sans Unicode", "Lucida Grande", sans-serif; font-size: 200%; font-weight: bold;}

h2#h2 {margin: 0; text-align: center;color: #F8F8FF;
font-family: "Lucida Sans Unicode", "Lucida Grande", sans-serif; font-size: 140%;}

h3#h3 {margin: 0; text-align: center; color: #F8F8FF;
font-family: "Lucida Sans Unicode", "Lucida Grande", sans-serif; font-size: 100%;}

p {margin: 0; text-align: justify; color: #F8F8FF;
font-family: "Lucida Sans Unicode", "Lucida Grande", sans-serif; font-size: 100%;}

/*Définition des onglets de navigation et des liens*/
li {display: inline-block; width: 100px; height: 40px;
margin: 0px; padding: 0px; border-right: 1px #F8F8FF; text-align: center;
line-height: 40px;}

li a {display: block; text-decoration: none; color: #FFFFFF;}

a:link {color: #F8F8FF;}
a:hover {color: #1E90FF;}
a:active {color: #87CEFA;}

/*Définition des propriétés de la carte (taille, encadrement, position)*/
#map {width: 350%; height: 65%; border:3px solid black; color: #000000;
margin-right: 7%; margin-left: 27%;}

/*Définition des propriétés des différents éléments de la carte*/
.titre {
padding: 6px 8px;
font-family: "Lucida Sans Unicode", "Lucida Grande", sans-serif;
font-size: 110%; font-weight: bold;
background: white;
background: rgba(255,255,255,0.8);
border-radius: 5px;}

.titre h4 {
margin: 0 0 5px;
color: #000000;}
```

[.....]

[.....]

```
.legend {
    margin: 0 0 0 90%;
    padding: 5px 5px;
    font-family: "Lucida Sans Unicode", "Lucida Grande", sans-serif;
    font-size: 110%; font-weight: bold;
    background: white;
    border-radius: 5px;}

.legend h5 {
    margin: 0 0 9px;
    color: #000000;}

/*Définition des propriétés de l'image-lien*/
#image_cati_ge {width: 100px; height: 10px; border:solid; color:#0d4c89;
    margin-right: 100%; margin-left: 27%;}

/*Définition des propriétés de la section bord de page*/
body aside {
    position: absolute;
    top: 25%;
    left: 3%;
    width: 250px;
    height: 400px;}

/*Définition des propriétés du tableau/menu en bord de page*/
#cote {text-align: center;
font-family: "Lucida Sans Unicode", "Lucida Grande", sans-serif;
font-size: 100%; font-weight: bold;}

#form3 {text-align: left;
font-family: "Lucida Sans Unicode", "Lucida Grande", sans-serif;
font-size: 80%; font-weight: normal;}

#form2 {text-align: left;
font-family: "Lucida Sans Unicode", "Lucida Grande", sans-serif;
font-size: 80%; font-weight: normal;}

#form1 {text-align: left;
font-family: "Lucida Sans Unicode", "Lucida Grande", sans-serif;
font-size: 80%; font-weight: normal;}
```

Annexe 3 : Script HTML de la page ‘A Propos’ de l’application de web-mapping

```
<html lang="fr">
<head>
  <!--Insertion caractères spéciaux-->
  <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8" />
  <meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, user-scalable=no" />

  <!--Nom de l'onglet-->
  <title>CATI-Ge Webmapping</title>

  <!--Connexion au fichier style (écrit en .css)-->
  <link rel="stylesheet" href="./style2.css" />

  <!--Scripts Leaflet-->
  <link rel="stylesheet" href="http://cdn.leafletjs.com/leaflet/v0.7.7/leaflet.css" />
  <script src="http://cdn.leafletjs.com/leaflet/v0.7.7/leaflet.js"></script>
  <script src="jquery-2.1.1.min.js"></script>
</head>

<body>

  <!--En-tête et bannière-->
  <header>
    <div id="banniere">
      <h1 id="h1"><center>CATI-Ge :&nbsp;   Webmapping</center></h1></div>

    <!--Création des onglets de navigation-->
    <nav id="nav" >
      <ul>
        <center><li><a href="./index.html">À Propos</a></li> &nbsp;   &nbsp;   &nbsp;  
        <li><a href="./IM_C_2014.html">Cartographie</a></li></center>
      </ul>
    </nav>
  </header>

  <!--Insertion du titre-->
  <div id="title"><br><br>
    <h2 id="h2"><center>Bienvenue sur l'application Webmapping du CATI-Ge </center></h2><br><br>

  <!--Création du texte-->
  <p>Le CATI-Ge est le Centre d'Analyse Territoriale des Inégalités dans le canton de Genève. Il a pour mission d'analyser de manière large et systématique les inégalités dans le canton de Genève, ainsi que leur évolution. Cet outil d'aide à la décision pour la Politique de Cohésion Sociale en Milieu Urbain (PCSMU) a été créé en Septembre 2009 par le Laboratoire d'Economie Appliquée (LEA) de l'Université de Genève.</p>
  <br>
  <p>
    Cette application Webmapping a pour but de présenter graphiquement les principaux résultats des analyses. Ceux-ci se présentent sous la forme de 6 indicateurs d'inégalités et 1 indicateur synthétique, tous issus des deux rapports CATI-Ge (2011 et 2014) pour deux niveaux géographiques (communes et sous-secteurs) du Canton de Genève.</p>
  <br>
  <p>
    Pour plus d'informations sur la provenance des données et les méthodologies de calcul associées aux différents indicateurs, rendez-vous sur le site officiel du CATI-Ge.
  <br><br>
  </div>
</body>

  <!--Insertion du pied de page-->
  <footer>

  <!--Insertion du lien-image cati-ge-->
  <div id="image_cati_ge"> <a href="http://cati-ge.ch/"></div>

  </footer>
</html>
```

Annexe 4 : Tutoriel mis à disposition des membres du CATI-Ge pour intégrer les résultats cartographiques d'une nouvelle étude basée sur des données plus récentes

- a) Dans un premier temps, il convient de réunir les valeurs des différents indicateurs, pour les différentes communes et sous-secteurs, au sein des fichiers Excel pré-formatés. Ces deux fichiers sont organisés de la manière suivante :
- 6 feuilles d'indicateurs (une par indicateur), contenant une table à 4 attributs (Tableau 1) et un calcul des quartiles.
 - 1 feuille récapitulative (« Récap »), identifiant pour chaque IB les communes et sous-secteurs qui répondent à l'indicateur de base donné.
 - 1 feuille de calcul de l'indicateur d'éligibilité à la PCSMU (« IM »), identifiant automatiquement les sous-secteurs et communes éligibles.
 - Uniquement pour le canevas des sous-secteurs : une feuille identifiant automatiquement les sous-secteurs non-significatifs (« Exclus »), donc ceux qui seront exclus des représentations cartographiques.

Numéro	Nom	Valeur	Quartile
6601	Aire-la-Ville	120107	4
...	...	...	...
6645	Veyrier	93703	3

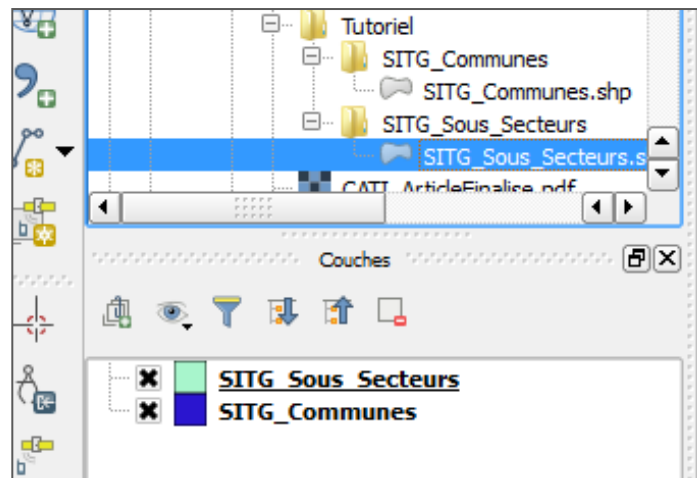
Tableau 1 : Structure d'une feuille type d'indicateur de base des canevas Excel.

Afin d'utiliser ces deux canevas Excel, nommés *données_communes.xlsx* et *données_sous_secteurs.xlsx*, il faut remplir les colonnes « Valeur » de chacune des 6 pages d'indicateurs de base (les communes et les sous-secteurs sont triées par ordre alphabétique) , ce qui permettra ainsi un tri automatique des données en fonction des quartiles de chaque indicateur de base ainsi qu'un calcul et une identification automatique des communes et sous-secteurs éligibles à la PCSMU, dans les feuilles « IM ».

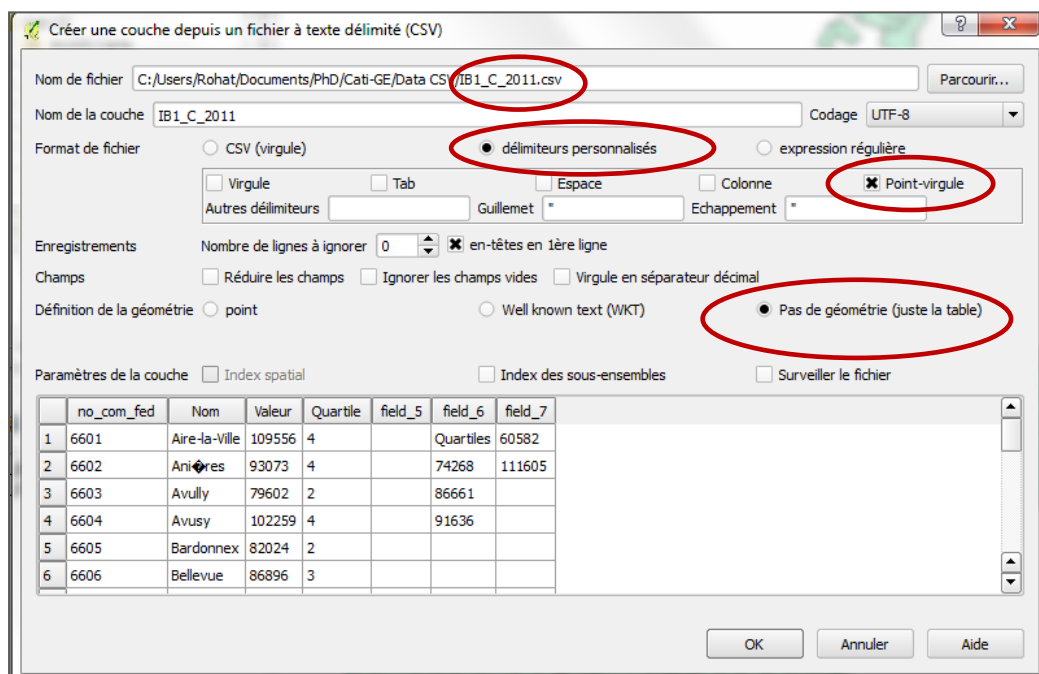
- b) Dans un second temps, il faut lier les feuilles des canevas Excel (préalablement remplies et enregistrées au format CSV) avec les couches géographiques des communes et sous-secteurs du canton de Genève. Pour ce faire, nous utilisons le logiciel QGIS, téléchargeable gratuitement²⁴. Une fois ce logiciel ouvert, il faut ouvrir les deux couches « SITG_Communes » et « SITG_Sous_Secteurs », puis suivre la procédure suivante.

²⁴ Lien de téléchargement de QGIS : <http://www.qgis.org/fr/site/>

- i) Chargement des couches des communes et des sous-secteurs sur QGIS.

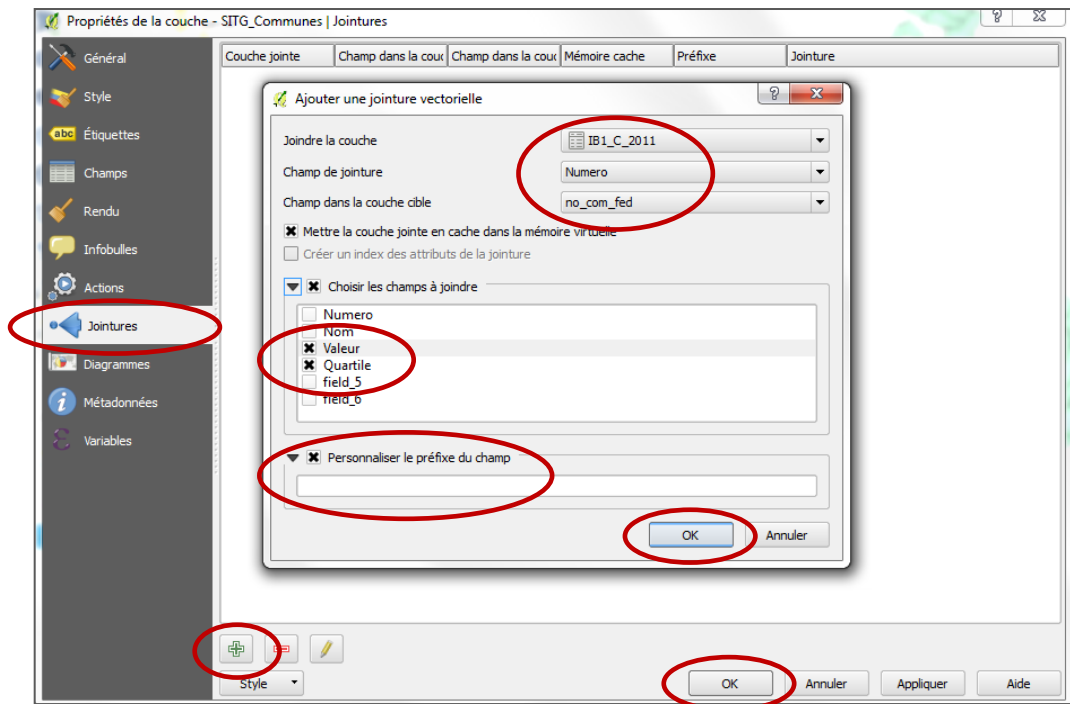


- ii) Ajout des données des canevas Excel (pré-enregistrées au format CSV) :
 « Couche » → « Ajouter une couche » → « Ajouter une couche de texte délimité », puis choisir les paramètres suivants (exemple ci-dessous avec IB1 pour les communes, pour le rapport de 2011) :

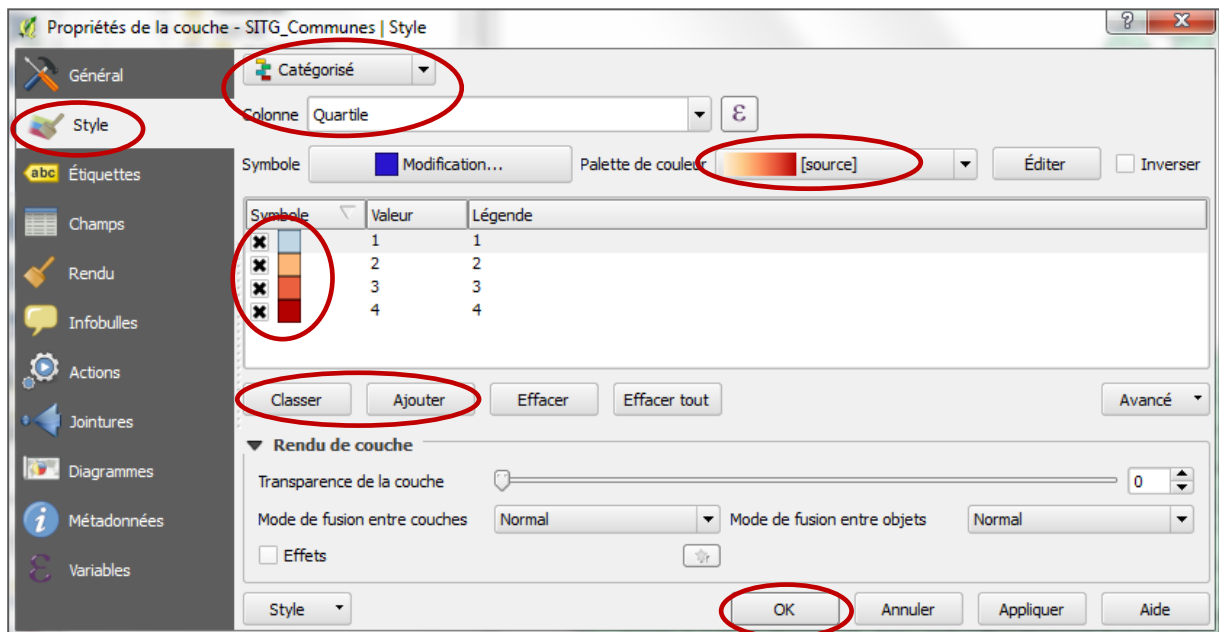


- iii) Jointure spatiale entre la couche CSV de l'indicateur et la couche des communes :

Double-clic sur la couche « SITG_Communes », puis « Jointures » → bouton « ajouter » (croix verte), puis choisir les paramètres suivants :



- iv) Pour vérifier que la jointure a bien été effectuée et les champs « Valeur » et « Quartiles » ont bien été ajoutés à la table d'attributs de la couche « SITG_Communes », il faut faire un clic-droit sur la couche et « Ouvrir la table d'attributs ». Si l'opération a été effectuée correctement, nous pouvons alors afficher graphiquement les résultats pour vérifier leur cohérence. Pour ce faire, il faut double-cliquer sur la couche « SITG_Communes » puis aller dans l'onglet « style » et suivre les paramètres suivants :

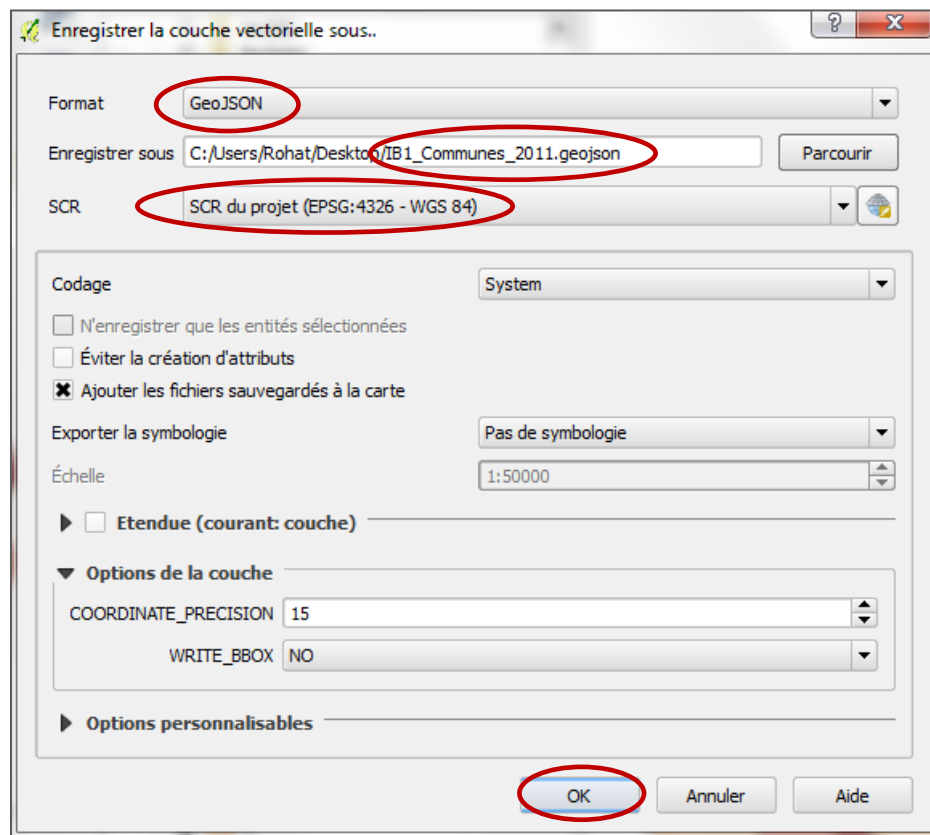


- v) Si les résultats semblent cohérents, la carte nouvellement créée peut alors être exportée en format GeoJSON. Pour se faire, il faut faire un clic droit sur la couche (« SITG_Communes » dans notre exemple), puis « Enregistrer Sous » et choisir « Format GeoJSON », puis « SCR du projet (EPSG :4326 – WGS 84) », et « OK ». Il est important de noter que le nom de la donnée GeoJSON doit respecter les notations décrites dans ce mémoire, soit :

‘Catégorie1_Catégorie2_Catégorie3’, avec :

- Catégorie1 = indicateurs : soit IB1, IB2,... IB6 ou IM
- Catégorie2 = niveau géographique : soit ‘Communes’ ou ‘Sous_Secteurs’
- Catégorie3 = année du rapport (2011 et 2014 dans les cas précédents).

Par exemple, la donnée GeoJSON pour l’indicateur IB1, pour les communes et le rapport d’activités de 2011 sera enregistrée de la manière suivante :



- vi) Il faut ensuite effectuer cette opération pour toutes les feuilles CSV du fichier excel (une feuille par indicateur, pour chaque niveau géographique). Il y a donc 14 cartes à produire (7 indicateurs et 2 niveaux géographiques) et à enregistrer au format GeoJSON.

- c) Dans un troisième temps, il faut intégrer ces données GeoJSON au sein de l'application de web-mapping. Pour ce faire, il faut créer une nouvelle page HTML par couche (soit 14 pages HTML), basé sur les pages HTML existantes, qu'il faudra aussi modifier. Cette étape est relativement longue (environ une heure) et répétitive, mais est aussi très simple²⁵.

Il convient tout d'abord de respecter la nomenclature mise en place pour les pages HTML : chaque nom de page est appelé selon le schéma suivant (presque similaire à celui pour le format GeoJSON) : « indicateur_niveau géographique_année ».

Ainsi, si l'année du prochain rapport d'activité est par exemple 2017, les 14 pages HTML seront donc : IB1_C_2017 ; IB2_C_2017 ; ... ; IB6_C_2017 ; IM_C_2017 ; IB1_SS_2017 ; IB2_SS_2017 ; ... ; IB6_SS_2017 ; IM_SS_2017.

La modification des pages HTML existantes (28 pages) est très simple, puisqu'elle consiste uniquement à rajouter l'année 2017 comme choix de sélection d'année de rapport (section « Choix de l'année du rapport » dans le code HTML). Cela se fait en ajoutant la ligne de code dans chacune des 28 pages HTML comme indiqué ci-dessous (exemple avec la feuille *IB1_C_2011.html*, la ligne de code à rajouter est celle indiquée par la flèche rouge) :

```
<!--Choix de l'année du rapport-->
<form id="form1">
  <input type="radio" name="choix" checked>2011
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB1_C_2014.html'">2014
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB1_C_2017.html'">2017
</form><br>
```

Ensuite, il est donc nécessaire de créer les 14 nouvelles pages HTML. Pour ce faire, il faut partir de la page HTML identique, mais pour une année de rapport précédente. Par exemple, afin de créer *IB1_C_2017.html*, il faut modifier *IB1_C_2014.html*, et pour créer *IM_SS_2017.html*, il faut modifier *IM_SS_2014.html*, et ainsi de suite.

Les modifications à apporter sont détaillées ci-dessous (indiquées par des flèches ou cercles rouges), avec l'exemple de la création de *IB1_C_2017.html* en partant de *IB1_C_2014.html* :

- i) « Choix de l'année du rapport » :

```
<!--Choix de l'année du rapport-->
<form id="form1">
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB1_C_2011.html'">2011
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB1_C_2017.html'">2014
  <input type="radio" name="choix" checked>2017
</form><br>
```

²⁵ A noter que nous utilisons « Sublime Text » comme éditeur de texte : <http://www.sublimetext.com/>

ii) « Choix du niveau géographique » : remplacer le « 2014 » par « 2017 » :

```
<!--Choix du niveau géographique-->
<form id="form2">
  <input type="radio" name="choix" checked="">Communes
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB1_SS_2017.html'">Sous-secteurs
</form><br>
```

iii) « Choix de l'indicateur » : remplacer aussi les « 2014 » par « 2017 » :

```
<!--Choix de l'indicateur-->
<form id="form3">
  <input type="radio" name="choix" checked="">Revenu annuel brut médian <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB2_C_2017.html'">Part des élèves issus de
  milieux modestes ou défavorisés <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB3_C_2017.html'">Part des contribuables à bas
  revenu <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB4_C_2017.html'">Part de chômeurs inscrits <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB5_C_2017.html'">Part de bénéficiaires de
  l'aide sociale ou prestations complémentaires <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IB6_C_2017.html'">Part d'allocations de logement
  <br>
  <input type="radio" name="choix" onClick="location.href='./IM_C_2017.html'">Eligibles à la PCSMU <br>
</form>
```

iv) « Chargement d'un fichier geoJSON » : remplacer « 2014 » par « 2017 »

```
// Chargement d'un fichier geoJSON extérieur
$.getJSON("IB1_Communes_2017.geojson", function(data){
```

v) Modifier le titre de la carte : remplacer « Rapport 2014 » par « Rapport 2017 » :

```
// Création d'un titre de carte
var titre = L.control();
titre.onAdd = function (map) {
  var divTitre = L.DomUtil.create('div', 'titre');
  divTitre.innerHTML = "<h4>Revenu annuel brut médian par communes (Rapport 2017)</h4>";
  return divTitre;
};
```

vi) Modifier le titre de la légende et la légende (qu'il faut extraire au préalable du rapport d'activités CATI-Ge, en format .png et nommé comme la feuille HTML correspondante) :

```
// Création et ajout d'une légende
var legend = L.control({position: 'bottomright'});
legend.onAdd = function (map) {
  var divLeg = L.DomUtil.create('div', 'info legend');
  divLeg.innerHTML = "<h5>Revenu annuel brut médian (CHF) des contribuables imposés au barème ordinaire, par
  commune (données de 2015, rapport de 2017)</h5><center><img src='IB1_C_2017_L.png'></center>";
  return divLeg;
};
```

d) Une fois les 14 pages HTML créées, il suffit simplement de les transférer (avec les 14 légendes en .png et les 14 données GeoJSON) sur l'espace de travail, localisé sur le serveur où se trouve l'application de web-mapping existante. Pour ce faire, nous utilisons généralement WinSCP (téléchargeable gratuitement <http://winscp.net/>).