UNIVERSITÉ DE GENÈVE

CERTIFICAT COMPLÉMENTAIRE EN GÉOMATIQUE

Géoréférencement des autorisations d'installations de climatisation de confort du canton de Genève et analyse géographique :

Eléments pour le développement d'un réseau de froid à partir d'eau du lac Léman

Mémoire présenté par

Jennifer Tschopp
Bachelière universitaire en Sciences de l'Environnement

Sous la direction de Pierre Hollmuller et Alain Dubois

2011

DROITS D'AUTEUR

Les citations tirées du présent mémoire ne sont permises que dans la mesure où elles servent de commentaire, référence ou démonstration à son utilisateur. La citation doit impérativement indiquer la source et le nom de l'auteur. La loi fédérale sur le droit d'auteur est applicable.

Email : jennifer.tschopp@gmail.com
Tél : +41 (0) 79 372 71 61

Remerciements

Tout d'abord, je souhaite adresser mes sincères remerciements aux personnes qui m'ont apporté leur aide et leur temps au cours de ce mémoire :

- Pierre Hollmuller, Groupe Energie-Forel, ISE, Université de Genève, sans qui ce travail n'aurait pu avoir lieu. Un remerciement particulier pour ses conseils et sa disponibilité ;
- Alain Dubois, Groupe Ecologie Humaine, ISE, Université de Genève, pour sa précieuse aide au niveau du logiciel ArcGIS ;
- Jérôme Faessler, Groupe Energie-Forel, ISE, Université de Genève, pour son appui technique, ses corrections et ses encouragements ;
- Loïc Quiquerez, étudiant, ISE, Université de Genève, pour sa patience, son aide et son soutien moral.

Résumé

Dans un contexte de réchauffement climatique, de surconsommation énergétique et d'accoutumance aux systèmes de climatisation, des systèmes de refroidissement par l'eau du lac Léman, mais aussi de chauffage via des pompes à chaleur hautes performances complémentaires, permettent de réduire la consommation électrique, de même que les émissions de gaz carbonique, et d'utiliser une énergie renouvelable et locale.

Cette étude a pour objet l'évaluation des besoins en froid du canton de Genève à partir d'une base de données compilant les informations sur les puissances thermiques des installations de climatisation de confort recensées auprès du ScanE. Ces besoins ont été plus spécifiquement analysés dans les zones du centre-ville et de l'aéroport, potentiellement intéressantes pour le développement de tels réseaux, à l'exemple du système Genève-Lac-Nations.

Ces besoins ont pu être déterminés grâce aux Systèmes d'Information Géographique qui ont, en premier lieu, permis de géolocaliser les installations de climatisation de confort, puis d'effectuer des représentations cartographiques du nombre d'installations et des puissances thermiques par secteur sur le territoire du canton de Genève. Une distinction de ces puissances thermiques sectorielles par typologie des installations a été effectuée. Il a ainsi été possible de mettre en évidence la problématique liée à la forte consommation électrique des Datacenters, qui rejettent d'importants rejets de chaleur, et impliquent la mise en place d'installations de climatisation ayant de fortes puissances thermiques.

Il s'est avéré que la zone du centre-ville, que l'on peut choisir d'étendre jusqu'à la zone industrielle de Plan-les-Ouates en suivant un axe NE-SO, et la zone de l'aéroport, dans un axe horizontal Est-Ouest, sont particulièrement intéressantes pour le développement de ces systèmes de refroidissement pour des raisons qui sont pourtant bien différentes. Alors que la ville de Genève possède un grand nombre d'installations de climatisation de confort, les puissances thermiques individuelles leur étant associées sont relativement faibles. En revanche, la zone de l'aéroport dispose d'un nombre relativement faible d'installations, ces dernières ayant par contre la particularité de fonctionner à hautes puissances thermiques. La typologie des installations permet de mettre en parallèle les informations sous-jacentes, par exemple le nombre d'heures de fonctionnement des installations potentiellement concernées, et d'aider par conséquent à la prise de décision concernant la trajectoire des systèmes à implémenter, tout en tenant compte du nombre d'installations et des puissances thermiques en place dans ces deux zones.

Mots clés : Climatisation, SIG, puissance thermique, GLN, Léman.

Table des matières

Remerciements 3

Préambule 6

Introduction 7

Chapitre 1 : Partie théorique 8

Réchauffement climatique anthropique : Un impératif de changement de notre consommation énergétique 8

Economies d'électricité par un rafraîchissement de bâtiments grâce au lac Léman : vers une généralisation du modèle « Genève-Lac-Nations » ? 11

Les installations de climatisation du canton de Genève 14
Les requêtes d'autorisations du Service cantonal de l'énergie 14
La base de données de l'Université de Genève 15

Chapitre 2 : Méthodologie 22

Partie 1: Préparation et insertion des données 24
Partie 2: Cartographie thématique par plages de valeurs de variables statistiques (nombre d'installations, puissance thermique) 29
Partie 3 : Cartographie thématique par plages de valeurs d'une variable non statistique (typologie) 37
Partie 4 : Cartographie thématique par symbole d'une variable non statistique (typologie) 40
Partie 5 : Contrôle de qualité de la base de donnée 45

Chapitre 3 : Résultats et discussion 46

Partie 1: Préparation et insertion des données 46
Partie 2 : Cartographie thématique par plages de valeurs de variables statistiques (nombre d'installations, puissance thermique) 47
Partie 3 : Cartographie thématique par plages de valeurs d'une variable non statistique (typologie) 55
Partie 4 : Cartographie thématique par symbole d'une variable non statistique (typologie) 59

Conclusion 64

Acronymes 65

Bibliographie 66

Liste des annexes 68

Préambule

Ce travail s'insère dans le cadre du partenariat établi entre les Services Industriels de Genève (SIG) au Groupe Energie de l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE) de l'Université de Genève.

Ce mandat consiste à réaliser une étude sur les installations de climatisation du canton de Genève et de présenter des alternatives possibles à ces prestations de « froid » génératrices de consommation électrique. Il fait partie du projet « AlterClim » que le Groupe Energie a développé pour répondre à la demande des SIG. Ainsi, à l'exemple du système de refroidissement Genève-Lac-Nations (« GLN ») des bâtiments des organisations internationales situées dans les quartiers de Sécheron et Nations, deux autres systèmes identiques pourraient être mis en place dans les zones de l'aéroport international de Genève (Genève-Lac-Aéroport, projet « GLA ») et du centre-ville (Genève-Lac-Urbain, projet « GLU »).

Introduction

La problématique du réchauffement climatique mondial, principalement lié à la hausse anthropique des émissions de gaz à effet de serre, et de la raréfaction des énergies fossiles, engendrée par une dépendance sociétale à des ressources dites « finies », impliquent une nécessité de réduire considérablement notre consommation énergétique. Dans le canton de Genève, la moitié de cette consommation est utilisée pour des besoins thermiques de chauffage, le reste étant représenté par les carburants et l'électricité (Lachal, 2010a).

De nos jours, le « confort thermique » est perçu comme étant primordial, mais diffère largement en période hivernale ou estivale (Lachal, 2011). Dans ce premier cas, le confort hivernal peut être atteint en fournissant une énergie thermique alors qu'il s'agit de dissiper cette énergie en été. La prestation de confort estival peut être obtenue au travers de trois processus d'adaptation thermique par l'être humain, soit par l' « ajustement des comportements (habillement, horaires et rythme de travail, etc.) », par l' « acclimatation physiologique » (régulation automatique de la température corporelle) ou encore par l' « acceptation psychologique » (accepter que l'environnement soit plus chaud réduit la sensation de chaleur) (Lachal, 2011). En effet, « la présence d'un système de climatisation dans un bâtiment renforce les attentes climatiques des occupants et modifie leur notion même de confort » (Hollmuler et al, non publié). Les individus sont de ce fait devenus « conditionnés au froid durant la saison estivale : voitures et trains, restaurants et cafétérias, centres commerciaux et petits magasins, etc » (*Ibid*). Cependant, dans le cas où une intervention physique est prouvée par la norme SIA V382/1 (art. 2.2.3 et 4.4.4) comme étant nécessaire pour atteindre ce confort estival (*Ibid*), des solutions à des échelons différents sont à considérer: tout d'abord, le bâtiment doit être conçu de manière efficace, c'est-à-dire qu'il doit fournir une ventilation naturelle, posséder une faible charge interne électrique et de bonnes protections solaires ainsi qu'une « inertie thermique » (Lachal, 2011); en seconde option, des systèmes de rafraîchissement passif sont utilisés (ventilation nocturne, systèmes à tubes enterrés, refroidissement adiabatique) (Lachal et Weber, 2000); enfin, des appareils de froid peuvent être employés en dernier recours (climatisation active), en raison de leur forte consommation électrique (et souvent en eau potable pour l'évacuation de la chaleur) puis de leurs coûts dans le cas de systèmes centralisés (Lachal, 2011 ; Canton de Genève, 2002).

Dans un tel cadre, la volonté croissante d'obtenir une « température de confort » en période estivale dans les bâtiments grâce aux installations de climatisation va à l'encontre des objectifs de la politique nationale et cantonale genevoise en matière d'énergie et de réduction de notre dépendance aux énergies fossiles et nucléaires. Ainsi, le projet « Genève-Lac-Nations » a pris naissance en tant que solution alternative, consistant à transporter puis distribuer l'eau du lac Léman aux locaux administratifs dans le quartier des Nations de certaines organisations internationales et de quelques éco-bâtiments via un réseau hydrothermique. Il est ainsi possible d'utiliser le potentiel thermique « froid » de l'eau du lac pour rafraîchir ces bâtiments mais aussi de les chauffer à l'aide de pompes à chaleur ou encore d'utiliser cette eau pour l'arrosage. Il permet non seulement d'effectuer des économies d'électricité et d'eau potable mais aussi de valoriser une énergie renouvelable et locale.

Deux projets similaires au « GLN » sont actuellement étudiés pour rafraîchir les bâtiments des zones de l'aéroport (projet « Genève-Lac-Aéroport ») ou du centre-ville (projet « Genève-Lac-Urbain »). Ce travail consistera à évaluer les besoins en « froid » de ces deux zones grâce aux outils SIG et pourra ainsi servir d'aide à la décision pour l'étendue et la trajectoire des deux systèmes à mettre en place.

Chapitre 1 : Partie théorique

Réchauffement climatique anthropique : Un impératif de changement de notre consommation énergétique

Le climat a toujours subi des fluctuations par le passé, marquant les ères glaciaires et non glacières, en fonction des cycles naturels de Milankovitch (excentricité de l'orbite terrestre, obliquité de l'axe terrestre par rapport au plan de l'écliptique, précession climatique). Cependant, aujourd'hui, et ce depuis la révolution industrielle vers 1850, le changement climatique se déroule non seulement à une échelle de temps beaucoup plus courte mais résulte, selon l'avis des experts scientifiques, principalement de l'amplification des activités humaines et en partie de processus naturels. Ces variations climatiques sont associées à l'augmentation des gaz à effet de serre libérés dans l'atmosphère et qui découlent des activités anthropogènes, telles que la forte consommation d'énergies fossiles, l'agriculture, l'industrie, la déforestation (Dunglas, 1993). En effet, « plus de 50% des émissions anthropiques des gaz à effet de serre proviennent du système énergétique global », dont la consommation mondiale en énergie se base à 75% sur les énergies fossiles (Beniston, 2009). La croissance des gaz à effet de serre ces 200 dernières années fût tellement rapide (Fig. 1) que le système Terre n'a pu empêcher ce changement de concentration au travers d'une absorption de ces gaz par la végétation, les océans ou l'atmosphère. Parmi ces gaz à effet de serre, sont recensés le gaz carbonique (CO2), représenté avec une part de 55%, le méthane (CH4) à 15%, les chlorofluorocarbures (CFC) 11 et 12 à 17%, l'oxyde nitreux (N2O) à 6% et d'autres CFC à 7% (Beniston, 2009).

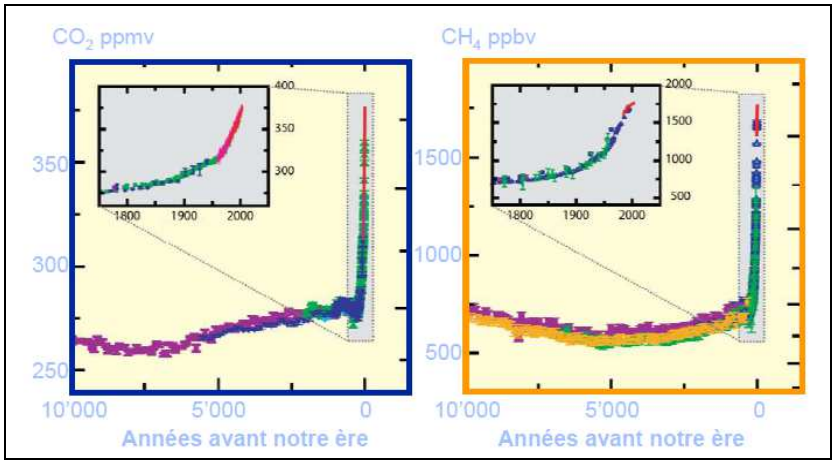


Figure 1: Evolution des concentrations de gaz carbonique (CO2) et de méthane (CH4) (Beniston, 2009)

La prise de conscience graduelle de l'état de l'environnement a permis de remettre en question le mode de vie qui préconisait jusque dans les années 70, avant la venue de deux crises pétrolières. Cependant, le contexte énergétique en général pose un certain nombre de défis face à la « complexité du système énergétique », au « rôle fondamental des infrastructures (de l'énergie et utilisant de l'énergie », à l' « inertie du système » et enfin à la « complémentarité des approches (techniques, gouvernance, comportement) » (Lachal, 2010b). Les problématiques du « comment mieux consommer ou mieux produire » ont poussé les individus à réfléchir en termes d'efficacité énergétique (réduire les pertes liées aux transformations successives de l'énergie) et de sobriété énergétique (réduire sa propre consommation énergétique) ou encore d'utilisation rationnelle de l'énergie, mais aussi en termes d'échelle temporelle (les énergies renouvelables étant ainsi préconisées). Ainsi,

« depuis toujours, le problème de l'homme, ce n'est pas de créer de l'énergie, c'est de la transformer de façon rationnelle pour son usage » (Lachal, 2010a). A présent, certaines notions sur l'énergie et ses différentes transformations doivent être posées. En premier lieu, vient l'énergie primaire, « liée à une source disponible dans la nature (soleil, eau, vent, biomasse, géothermie, pétrole, gaz, charbon, uranium, …) » (Lachal, 2010a). Ces sources sont aussi définies comme des agents énergétiques, soit « des matières ou éléments naturels qui, du fait de leur teneur énergétique élevée, se prêtent à la couverture de nos besoins en énergie » (OFEN, 2011). L'énergie primaire correspond ainsi à l'énergie chimique tirée du pétrole, du charbon et de la biomasse, à l'énergie potentielle d'un barrage, à l'énergie électromagnétique du rayonnement solaire, à l'énergie de fission ou de fusion nucléaire issue de la décomposition radioactive de l'uranium (Beniston, 2009). Ensuite, cette énergie primaire est transformée en énergie secondaire soit en électricité, en produits pétroliers ou en hydrogène (Lachal, 2010a). Puis, elle est livrée au consommateur sous forme d'énergie finale soit en carburants, en bois de chauffage, en chaleur distribuée dans un réseau de chauffage à distance, en électricité à une prise électrique. Enfin, l'énergie utile se définit comme une prestation énergétique, à savoir par exemple l'électricité pour le fonctionnement de machines, la lumière pour l'éclairage ou la chaleur pour le chauffage (Lachal, 2010a).

A présent les termes définis, nous pouvons déclarer qu'une croissance de l'ordre de 2% par année de la consommation mondiale en énergie *primaire* est en effet constatée depuis près de 200 ans (Beniston, 2009). Plusieurs facteurs sont liés à cette augmentation, tels que « la croissance économique, les transports, le progrès technique, l'évolution de la population et des conditions de logement, le prix de l'énergie et, occasionnellement les conditions météorologiques » (OFS, 2011). D'un autre côté, des changements au niveau des sources d'énergie et des types de technologies ont notamment permis de réduire la consommation énergétique. En effet, le passage de l'utilisation d'énergies comme le bois ou le charbon vers le pétrole ou le gaz a permis une certaine amélioration des rendements énergétiques et donc de la production d'énergie finale dans les pays industrialisés (Beniston, 2009). De plus, le progrès technique a également été le moteur d'une amélioration de l'efficacité énergétique. En Suisse, la consommation *finale* a malgré tout cru de plus de 50% depuis 1970 et plus spécifiquement de plus de 8% depuis 1990 (OFS, 2011) (Fig. 2). La consommation globale énergétique suisse atteignait 911'550 TJ en 2010 (OFEN, 2011). Seulement un cinquième de cette consommation est assurée par une production suisse.

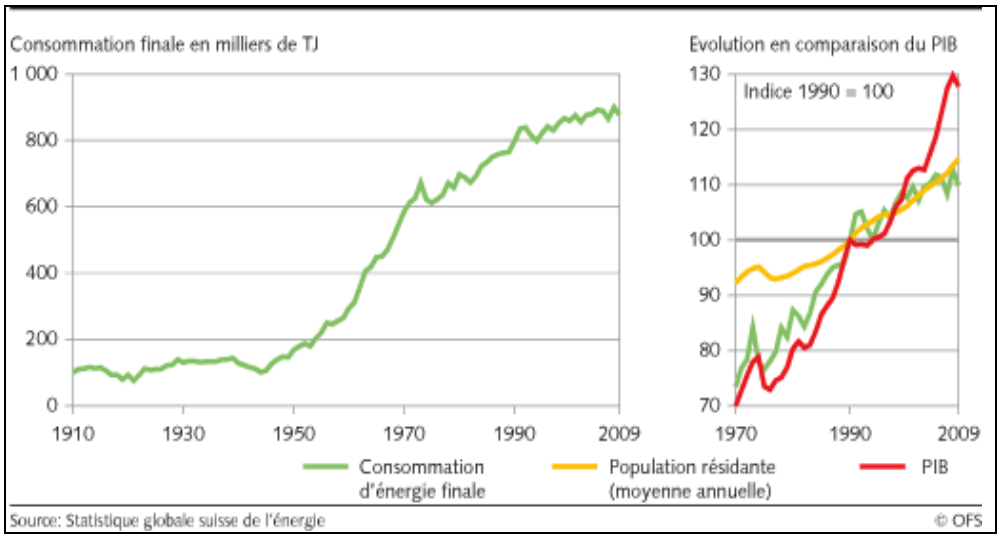


Figure 2: Evolution de la consommation finale d'énergie en Suisse (OFS, 2011)

La consommation suisse en énergie peut être répartie selon les agents énergétiques. Ainsi, une part de 23,6% de celle-ci est attribuable à l'électricité (Fig. 3). Cette dernière est produite en partie en Suisse à hauteur de 56% par des centrales hydroélectriques et de 39% par des centrales nucléaires, le reste provenant principalement de nouvelles énergies renouvelables (géothermie, solaire, éolien) (OFS, 2011) (Fig. 4). Cette électricité indigène est exportée en période estivale, en raison d'un surplus de production suisse, et de l'électricité en provenance de pays étrangers est importée en hiver pour pouvoir répondre aux besoins énergétiques.

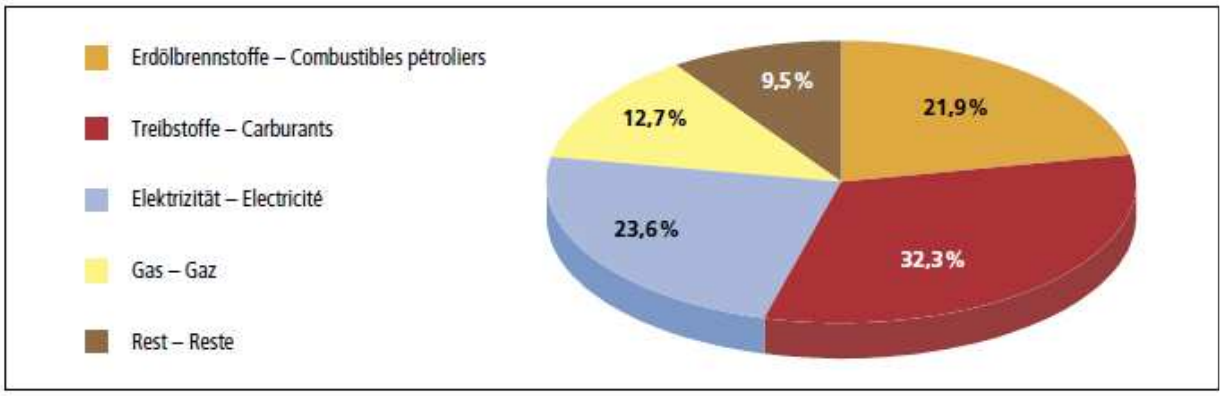


Figure 3: Répartition de la consommation finale en 2010 selon les agents énergétiques en Suisse (OFEN, 2011)

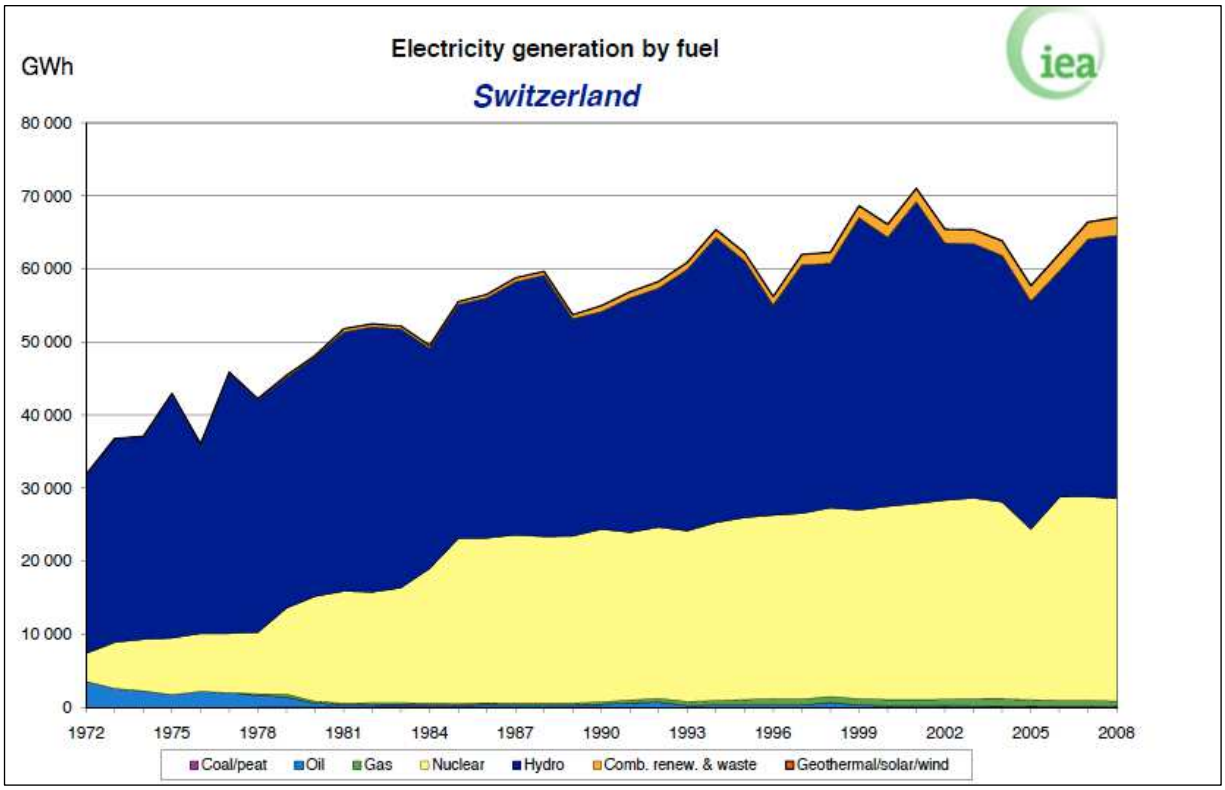
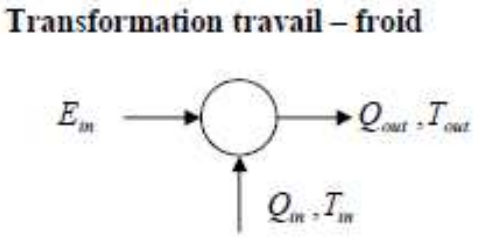


Figure 4: Répartition de la production électrique par combustible (IEA, 2010)

Face au changement climatique, en particulier dans le milieu urbain, en forte croissance, où des îlots de chaleur se créent, mais aussi de la croissance de l'activité tertiaire,

du changement au niveau de la conception des bâtiments et de l'accoutumance à la climatisation dans les voitures ou les bureaux, la consommation électrique (énergie finale) a particulièrement augmenté ces dernières années et ce, en partie, en raison d'une augmentation conséquente du nombre d'installations de climatisation (Lachal, 2010b). La consommation électrique a en effet augmenté de 32% en vingt ans (OCSTAT, cité par Tribune de Genève, 07.06.11). En effet, une machine à froid répond aux principes de la thermodynamique, soit la conservation (l'énergie se transforme) et la dégradation de l'énergie (rendement d'une transformation) (Lachal, 2010). La transformation qui s'opère dans cette machine est la suivante :



La machine à froid joue le rôle d'absorption de la chaleur de locaux (Q_{in}) via un échangeur de chaleur. Cette chaleur absorbée, d'une température d'entrée T_{in}, est transférée dans un environnement extérieur, avec une température de sortie (T_{out}) supérieure à la température d'entrée. Ceci se fait grâce à un compresseur, ce qui nécessite un apport d'électricité (E). On mesure l'efficacité du système au travers du coefficient de performance, qui correspond au rapport entre production de froid et électricité consommée ($COP = Q_{in}/E$).

Ainsi, des alternatives à cette consommation électrique sont en développement, telles que des méthodes de ventilation naturelle ou de « geocooling »[1] au travers de puits canadiens ou de sondes géothermiques, et des projets utilisant des énergies renouvelables tout comme le cas du projet « Genève-Lac-Nations ».

Economies d'électricité par un rafraîchissement de bâtiments grâce au lac Léman : vers une généralisation du modèle « Genève-Lac-Nations » ?

De la volonté du Service cantonal de l'énergie (ScanE) est née l'idée de créer un système de rafraîchissement direct de bâtiments, puisque seul un échangeur thermique relie le réseau primaire (domaine des Services Industriels de Genève) hydraulique de transport et de distribution de l'eau du lac Léman aux réseaux secondaires (domaine des propriétaires) hydrauliques propre à chaque bâtiment (SIG, 2011 ; Viquerat, 2009). De plus, ce même réseau serait utilisé pour chauffer les bâtiments connectés via des pompes à chaleur haute performance mais aussi pour effectuer l'arrosage du Jardin Botanique et autres terrains concernés. Le projet GLN s'inscrit dans le cadre du programme européen « Concerto » encourageant les énergies renouvelables et est en partie subventionné par l'Union Européenne à hauteur de 2 millions d'euros (ONU, mars 2007).

[1] Le geocooling « consiste à utiliser la fraîcheur du sous-sol, grâce à des sondes géothermiques verticales ou grâce à des systèmes horizontaux, proches du sol (puits canadiens et apparentés) » (Lachal, 2011).

Un partenariat public-privé a ainsi été développé entre (Ouzilou et al., 2007):

- l'entreprise Merck-Serono, ayant proposé le projet de construction et étant en charge des installations de pompage ;
- le ScanE, initiateur du concept énergétique et ayant couvert les « risques initiaux », promu le projet et accordé la concession d'utilisation de l'eau du lac ;
- les SIG, partenaires industriels pour le financement du projet, qui a nécessité 35 millions de francs d'investissements, et responsables du développement, de la réalisation et de l'exploitation des réseaux de transport et de distribution de froid/chaleur/eau mais aussi de la commercialisation du projet.

Le réseau initialement prévu en 2002 par le ScanE fut élargi par la suite par les SIG (Ouzilou et al., 2007). Ces derniers ont en effet réussit à convaincre les organisations internationales du quartier de Sécheron-Nations de participer à un projet innovant qui leur permettrait, non seulement, d'assurer leur indépendance énergétique, mais aussi de valoriser leur propre image, ainsi dites concernées par la problématique du développement durable. Ce projet s'inscrit de ce fait dans le programme Eco21 (2007-2012) que les SIG ont mis en place afin d' « inciter les entreprises, collectivités publiques et particuliers » du canton de Genève à réduire leur consommation énergétique (électricité, eau, chaleur) « sans nuire à leur confort » (ONU, mars 2007). Cette extension a ainsi été planifiée afin d'utiliser l'ensemble du potentiel de rafraîchissement qui s'élève alors près de « 17 MW d'énergie-froid renouvelable (2700 m3/h à 5,5 °C de différentiel aller-retour) (Hollmuller et al, non publié).

Le réseau hydraulique du lac Léman, d'une longueur de 6 km, est localisé du côté de la rive droite du lac, alimentant en « froid » depuis juin 2009 les bâtiments existants de certaines organisations internationales telles que l'Organisation internationale des Nations Unis (ONU), l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC), l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ou le Comité International de la Croix-Rouge (CICR) (Fig. 5) et ravitaillera à terme les bâtiments neufs d'un éco-quartier.

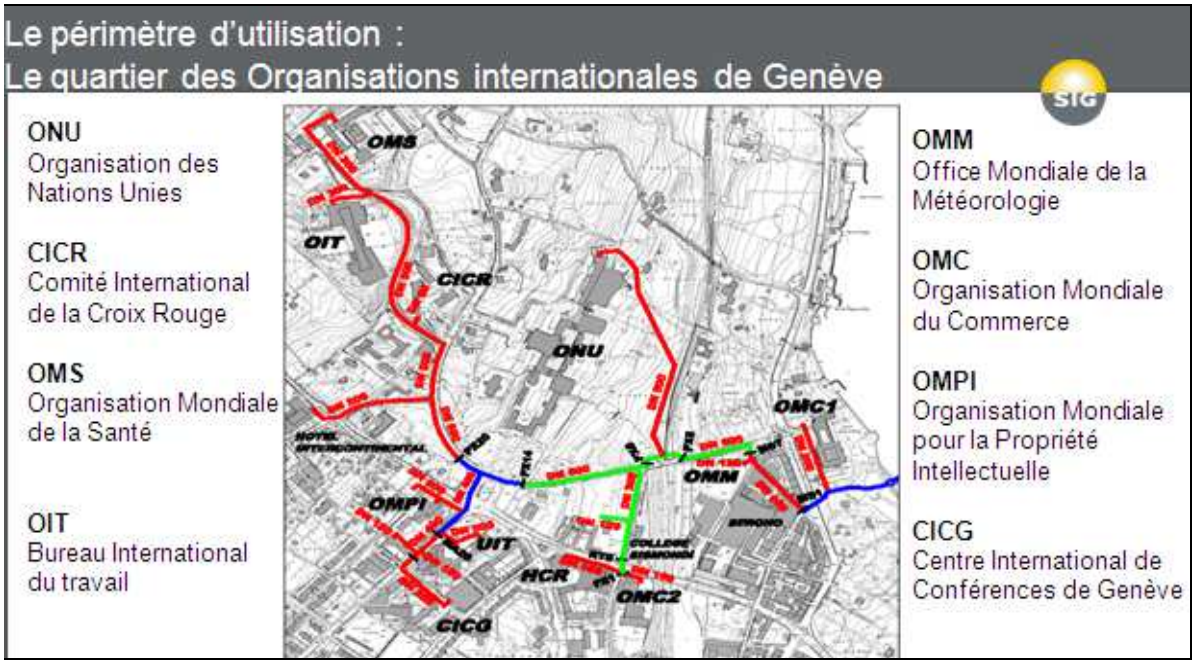


Figure 5: Organisations internationales concernées par le réseau GLN, tiré d'après Verburgh, Philippe (2007, 25 janv.), SIG.

Le réseau GLN est l'un des seuls « réseaux de distribution de froid utilisant des énergies renouvelables à partir d'un lac ou d'une mer » à fonctionner en boucle ouverte (prise d'eau du lac puis rejet) sans aucune machine de froid (Hollmuller et al, non publié). La prise d'eau s'effectue à 37 m de profondeur (Fig. 6, N° 1), où l'eau a une température relativement stable entre 6 à 9 °C, située à 2,6 km d'une station de pompage au bord de la rive (Fig. 6, N°2) (Viquerat, 2009). Une sous-station est présente dans chaque bâtiment connecté, composé d'un échangeur de « chaleur » (Fig. 6, N° 3) entre les circuits primaire et secondaires. L'eau reçoit la chaleur des locaux qui sont alors refroidis. L'énergie peut aussi être extraite de l'eau via des pompes à chaleur (PAC) à haut rendement (Fig. 6, N° 4) lors d'un besoin de chauffage des bâtiments, remplaçant ainsi les chaudières, brûleurs, cheminées et citernes à mazout utilisés préalablement (ONU, mars 2007). L'eau est ensuite redirigée vers le lac où elle est utilisée pour l'arrosage des parcs et jardins (Fig. 6, N° 5), puis turbinée pour aider au pompage de l'eau (Fig. 6, N° 6) et enfin restituée au lac par diffusion à environ 150 m des berges à une profondeur de 4,5 m (Viquerat, 2009).

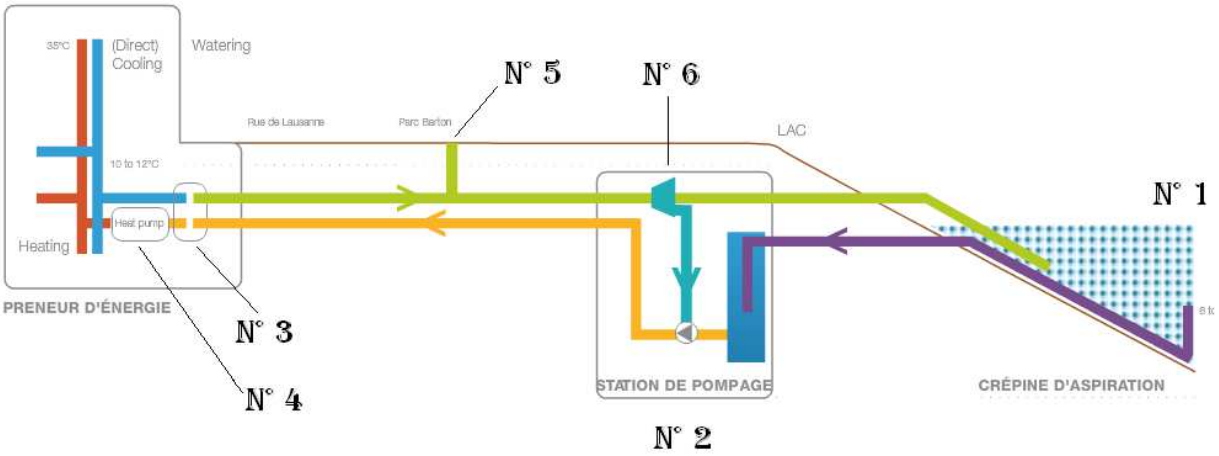


Figure 6: Réseau GLN, modifié d'après SIG (2011).

Le modèle de rafraîchissement par l'eau du lac Léman paraît donc être une solution pour l'utilisation d'une énergie locale, renouvelable et non polluante (SIG, 2011). En effet, le système GLN permettrait de réduire de 20% les émissions de gaz carbonique, soit 12'900 ToCO2equ/an, de 30% la consommation énergétique finale, qui s'élèverait en 2015 à 26'500 MWh, et d'environ 75'000 m^3 par an la consommation en eau potable destinée à l'arrosage (Viquerat, 2009). Une diminution des frais d'exploitation, un allongement de la durée de vie des installations techniques par rapport aux « unités de production de froid classique », une réduction des transports en camion-citerne et de la pollution des fumées liée aux anciens systèmes de chauffage seraient notamment induit par ce changement de système (Ouzilou et al, 2007 ; ONU, mars 2007). A terme, en 2015, une surface de 900'000 m2 de bâtiments raccordés est prévue, correspondant à 10 bâtiments existants et 11 bâtiments neufs de basse consommation énergétique (Viquerat, 2009). C'est sur la base de ce projet novateur que des systèmes similaires sont actuellement en étude dans les zones de l'aéroport et du centre-ville, deux régions qui sont ressorties d'une étude préliminaire comme celles possédant les consommations électriques liée aux installations de climatisation les plus importantes.

Les installations de climatisation du canton de Genève

Les requêtes d'autorisations du Service cantonal de l'énergie

Les installations de climatisation dans le canton de Genève sont définies dans l'article 6 de la loi cantonale sur l'énergie :

> Art. 6 Définitions
> **Installation de climatisation**
> [13] On entend par installation de climatisation une installation utilisée pour évacuer des charges thermiques comprenant des machines frigorifiques à compression de vapeur ou à sorption.
> **Installation de climatisation de confort**
> [14] On entend par installation de climatisation de confort une installation qui sert à améliorer le confort thermique.

Ces installations doivent faire l'objet de requêtes auprès du Service cantonal de l'énergie (ScanE), tel qu'il est stipulé dans l'article 22B al 1. de cette même loi. Le ScanE se place dans la « perspective d'un développement durable » et a « pour mission :

- de modérer/optimiser la consommation énergétique dans le canton de Genève ;
- d'encourager la production et l'utilisation d'énergie renouvelable se substituant à l'énergie nucléaire et aux énergies fossiles » (ScanE, 2011).

De ce fait, les installations de climatisation ne seront autorisées que si « des mesures constructives » ou des « mesures d'exploitation » ne suffisent pas et doivent être les plus économes en énergie (Canton de Genève, 2002) (art 22 B, al 2-5).

> Art. 22B[(10)] Climatisation
> **Autorisation**
> [1] Le montage, la modification ou le renouvellement d'installations de climatisation de confort sont soumis à autorisation de l'autorité compétente.
> [2] L'autorisation peut être accordée si les conditions suivantes sont réunies :
> a) le besoin de climatisation est démontré conformément à l'alinéa 3 ci-dessous;
> b) une partie des rejets de chaleur est valorisée conformément à l'article 22C de la présente loi;
> c) l'eau de refroidissement est valorisée à sa sortie si l'installation est alimentée par le réseau d'eau potable;
> d) l'installation respecte les prescriptions énergétiques définies par le règlement dans les domaines régis par l'article 14, alinéa 1, de la présente loi.
> [3] Le besoin de climatiser est établi si, malgré le respect des prescriptions énergétiques définies par le règlement dans les domaines régis par l'article 14, alinéa 1, de la présente loi, des conditions de confort thermique ne sont pas garanties.
> [4] L'autorisation peut également être accordée dans des cas fixés par le règlement pour les bâtiments conformes à un standard de haute performance énergétique, ainsi que pour les installations dont les rejets de chaleur sont valorisés pour l'essentiel.
> **Déclaration de conformité**
> [5] Le propriétaire d'une installation de climatisation non soumise à autorisation remet à l'autorité compétente avant le début des travaux une déclaration attestant la conformité de l'installation aux prescriptions fixées par l'article 22C ainsi que par le règlement dans les domaines régis par l'article 14, alinéa 1, de la présente loi.

Les requêtes d'autorisation sont traitées par la Commission de climatisation du ScanE (Hollmuller et al, non publié). Depuis le milieu des années 2000, ce sont les entreprises souhaitant mettre en place une installation de climatisation qui remplissent le « formulaire E5 » intitulé « preuve du besoin pour réfrigération/ humidification » (Annexe 1). Ce recensement concerne uniquement les installations de « froid positif », celles permettant d'atteindre un confort thermique, et non de « froid négatif » définies pour les chambres commerciales et industrielles *(Ibid).*

Une procédure d'autorisation existe également au niveau fédéral est requise par l'OFEV depuis juillet 2003 pour « les installations de refroidissement, de climatisation et de pompes à chaleur contenant plus de 3 kg de fluides frigorigènes stables dans l'air » (Hollmuller et al, non publié ; Etat de Genève, 2011). Cette procédure est appliquée à Genève par l'Inspecteur des produits chimiques et reportée dans la base de données du Service du pharmacien cantonal (SPC) qui comprend 67% d'installations de climatisation, 30% d'installations de froid commercial et 3% de froid industriel (Hollmuller et al, non publié). Le nombre de requêtes pour les installations de climatisation effectuées auprès du SPC et du ScanE correspondent à 5% près (*Ibid*).

Il est estimé d'après le ScanE qu'entre 50 et 60% des installations de climatisation n'ont pas été déclarées (principalement les installations individuelles) et donc pas recensés dans la base de données, qui comprend 940 requêtes (*Ibid*) (Annexe 2). La procédure de demande d'autorisation étant jugée trop complexe, ceci expliquerait le déficit de déclaration des installations de climatisation. Cependant, cette même institution pense qu'il s'agirait majoritairement de petites installations de climatisation (10 à 15 % de la demande en puissance thermique), représentant une consommation énergétique relativement faible par rapport aux installations ayant fait l'objet de requêtes (Réunion groupe Energie, 23.03.11).

Par ailleurs, les fiches techniques recueillies par le ScanE ont l'inconvénient de présenter la puissance *annoncée* (a priori) d'une installation de climatisation et non sa puissance *déclarée* (a posteriori). Il est donc probable que la puissance déclarée s'avère être inférieure ou supérieure à la puissance annoncée suite à des modifications entre le moment où la requête a été effectuée et l'installation (Hollmuller et al, non publié). Il se peut également que certaines installation de climatisation fût mises hors service depuis un certain temps, surtout pour les plus anciennes, ou encore que les fiches de synthèse n'aient pas pris en compte l'ensemble des dossiers de requêtes d'installations (*Ibid*).

La base de données de l'Université de Genève

Une base de données fut créée par le groupe Energie de l'Institut des Sciences de l'Environnement (cf. Vincent Sastre) afin de recenser dans un fichier Excel les installations de climatisation des entreprises mises en place entre 1980 et 2009. Ce recensement s'est effectué à partir de fiches de synthèse des requêtes d'autorisation et des formulaires E5 décrits précédemment, à l'exception de la typologie des installations, estimée d'après l'emplacement et l'usage des installations au sein des entreprises.

Le fichier Excel compile différentes données physiques concernant les installations de climatisation, soit :

- *Les données de base*

  - l'*année* de mise en place ;
  - le *numéro* de recensement auprès du *ScanE* ;
  - le *nom* de l'entreprise / l'immeuble ;
  - l'*adresse* ;
  - la *commune* ;
  - l'*IDPADR* (l'identifiant de l'adresse, tiré d'après la base de données du SITG) ;

- la *puissance thermique* (P_{th} en kW_{th}) ;
- la *puissance électrique* (P_{el} en kW_{el}) ;
- l'*énergie électrique* (E_{el} en MWh) ;
- la *surface climatisée* (S_{clim} en m^2)

❖ *Les données déduites d'après les données de base*

- le *coefficient de performance* (COP, sans unité). Il est donné par le rapport entre la puissance thermique et la puissance électrique (P_{th} / P_{el}).
- le *nombre d'heures de fonctionnement nominal (à pleine puissance)* (Nh, sans unité) ou le rapport entre l'énergie électrique et la puissance électrique (E_{el} / P_{el}) ;
- la *puissance par mètre carré* (P_{surf} en Wth/m^2) soit le rapport entre la puissance thermique et la surface climatisée (P_{th} / S_{clim}) ;

❖ *Les données estimées d'après le type d'entreprise*

- la *typologie* déclarée ou présumée (cf. méthodologie) c'est-à-dire l'usage de l'installation de climatisation :

  - Typologie 1 → Administratif
  - Typologie 2 → Banque
  - Typologie 3 → Commerce
  - Typologie 4 → Industrie /Artisanat
  - Typologie 5 → Mixte
  - Typologie 6 → Datacenter/ Télécommunications
  - Typologie 7 → Exposition / Congrès
  - Typologie 8 → Hôtel / Restaurant
  - Typologie 9 → Médical
  - Typologie 10 → Recherche / Enseignement
  - Typologie 11 → Loisir
  - Typologie 12 → Résidentiel
  - Typologie 13 → Divers

Il est à noter qu'il existe une ambigüité quant à l'attribution d'une certaine typologie pour une installation de climatisation. En effet, « les requêtes concernant des bâtiments administratifs, avec une partie bureaux et une partie datacenter, ont été classés sous « administratif » ; les requêtes concernant spécifiquement un local informatique ont été classées sous « datacenter », même s'ils appartenaient à un bâtiment administratif » (Hollmuller et al, non publié).

Par ailleurs, une part non négligeable des données physiques des 940 installations déclarées ne furent pas complétées dans les fiches d'auteurs. Ainsi, 911 installations ont été retenues dans la base de données sur les 940 recensées initialement par le ScanE, par manque d'information sur la puissance thermique, caractéristique principale d'une installation de climatisation. Sur ces 911 requêtes, les autres données ont pu être complétées dans la base de données de la manière suivante (Hollmuller, 9 juin 2011):

- Données :

  Année de la requête : 100% des cas

  Puissance thermique : 100 % des cas

  Puissance électrique : 75% des cas

  Surface climatisée : 73% des cas

  Energie électrique annuelle : 31% des cas (années 1988 – 2002)

  Typologie d'usage : 89% des cas

  Adresse identifiable : 74 % des cas

Il s'avère donc que la puissance électrique, l'énergie électrique annuelle et la surface climatisée ne peuvent directement servir à notre analyse sur les installations de climatisation. Il serait possible d'effectuer une extrapolation à partir de données connues concernant la puissance thermique et de la surface climatisée couverte par une installation donnée et d'en déduire ainsi la surface climatisée par une autre installation d'une puissance thermique donnée. Il serait également envisageable de déduire la puissance électrique à partir du COP et de la puissance thermique d'une installation, mais encore faut-il que le COP soit fourni dans les fiches d'auteur. Le même principe peut s'appliquer au calcul de l'énergie électrique à partir de la puissance électrique et du nombre d'heures de fonctionnement, mais ces données ne sont pas toujours disponibles. Par conséquent, près d'un quart des données sur la puissance électrique et la surface climatisée et un tiers des données sur l'énergie électrique n'ont pas pu être complétées. Une reconstitution statistique pour ces données a été effectuée dans le cadre du projet « AlterClim » mais elle ne sera pas présentée dans ce travail, présentant trop d'incertitudes pour une cartographie adéquate (Hollmuller et al, non publié). Les adresses et la typologie ont cependant pu être en grande partie complétées, tel que nous l'expliquerons postérieurement.

Analyse de la base de données de l'Université de Genève

Grâce à notre base de données, nous pouvons confirmer la tendance actuelle d'augmentation de la demande en froid (Fig. 7). Plus spécifiquement depuis la fin des années 90, la croissance du nombre de requêtes concernant les installations de climatisation est de plus en plus rapide. Elle augmente particulièrement en 2004, probablement en raison de la canicule survenue l'année précédente et de la «simplification de la procédure d'autorisation » (Hollmuller et al, non publié). Le nombre de requête atteint son maximum en 2006 puis baisse depuis 2008. En revanche, la puissance thermique ne suit pas une tendance particulière. Celle-ci est la plus élevée en 2000 en raison de deux installations de climatisation liées aux datacenters et centres de télécommunications (16,8 et 18,4 MW).

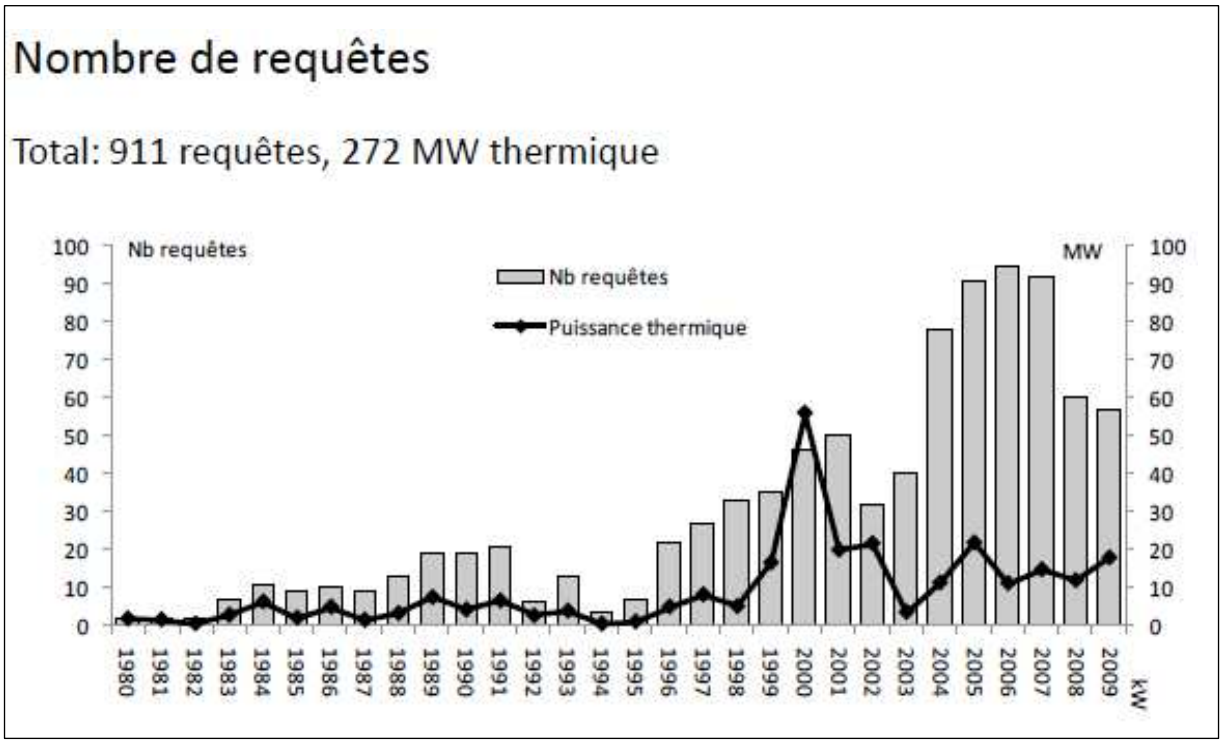


Figure 7: Evolution du nombre de requêtes des installations de climatisation (Hollmuller et al, non publié)

Nous remarquons, à l'aide d'un graphique de répartition des puissances thermiques parmi les installations de climatisation recensées, que la majorité des installations (environ 650) possèdent une puissance thermique de moins de 1000 kW (Fig. 8, graphique du haut) (Hollmuller et al, non publié). Parmi celles-ci, les installations à plus de 50 kW représentent une part de 56 % par rapport à la fréquence totale pour 45 % de la puissance thermique totale, alors que celles à moins de 50 kW constituent 38 % des requêtes mais que 3 % de la puissance thermique totale (Fig. 8, graphique du bas). En revanche, les installations de plus de 1 MW ne représentent que 5% du nombre de requêtes mais 53% de la puissance thermique totale.

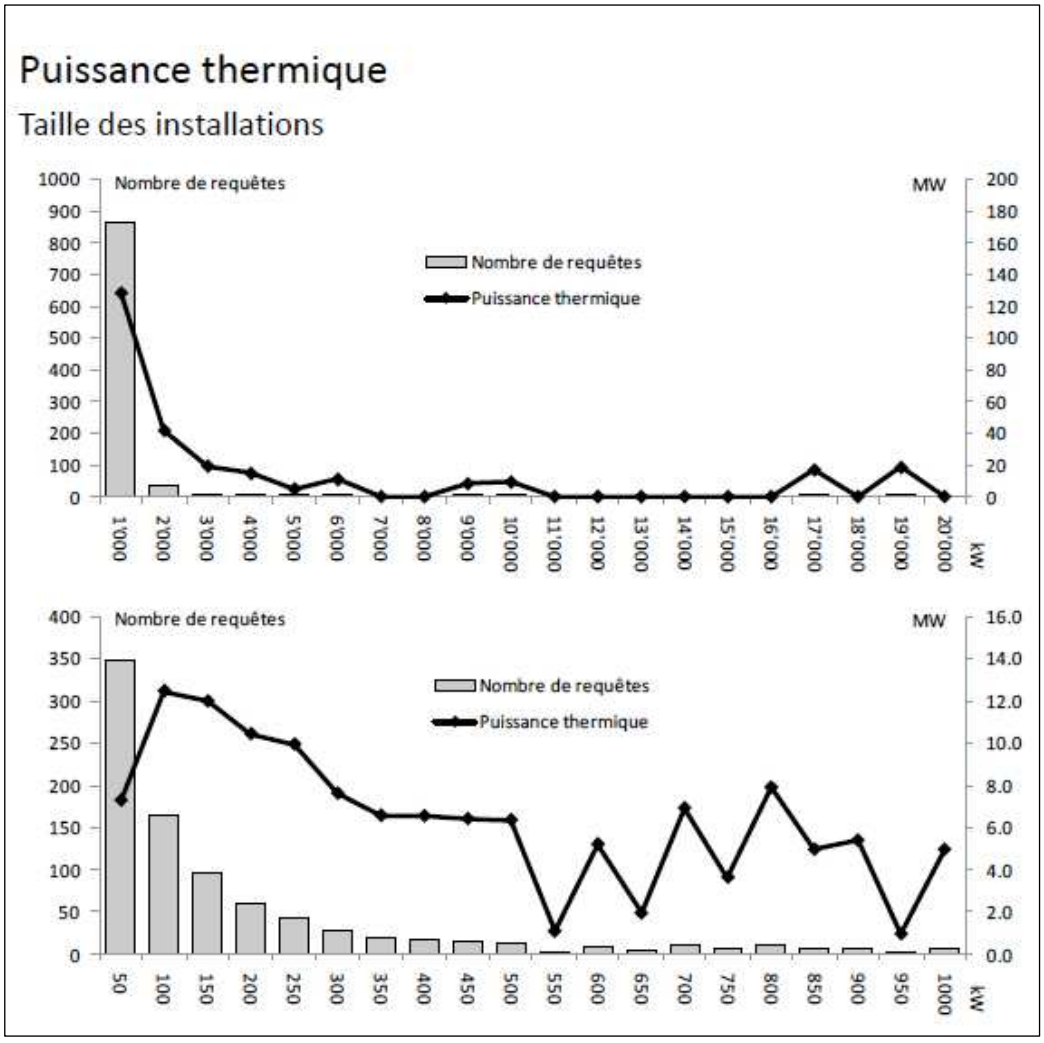


Figure 8: Répartition des puissances thermiques de climatisation sur tout le parc (g. bas) et sur la première tranche (0-1000 kW) (Hollmuller et al, non publié)

Notons également que cette évolution du nombre de requêtes s'est faite principalement en faveur des installations de climatisation destinées à un usage administratif (Fig. 9, graphique du haut). En effet, de plus en plus de bureaux font appel à ce type d'installation pour le confort des personnes travaillant dans ces entreprises. Le nombre de requêtes pour des installations liées aux typologies de commerces, de banques, d'hébergement hôtelier et de restauration, de datacenters et centres de télécommunications est notamment important (Fig. 9, graphique du bas). Le nombre de requêtes pour des usages liés à l'industrie et à l'artisanat ou à la médecine est moyen. En revanche, le nombre de requêtes liées aux typologies mixte, résidentiel, de loisirs, et diverses est faible et même très faible pour les typologies de recherche et d'enseignement ou encore d'exposition et congrès.

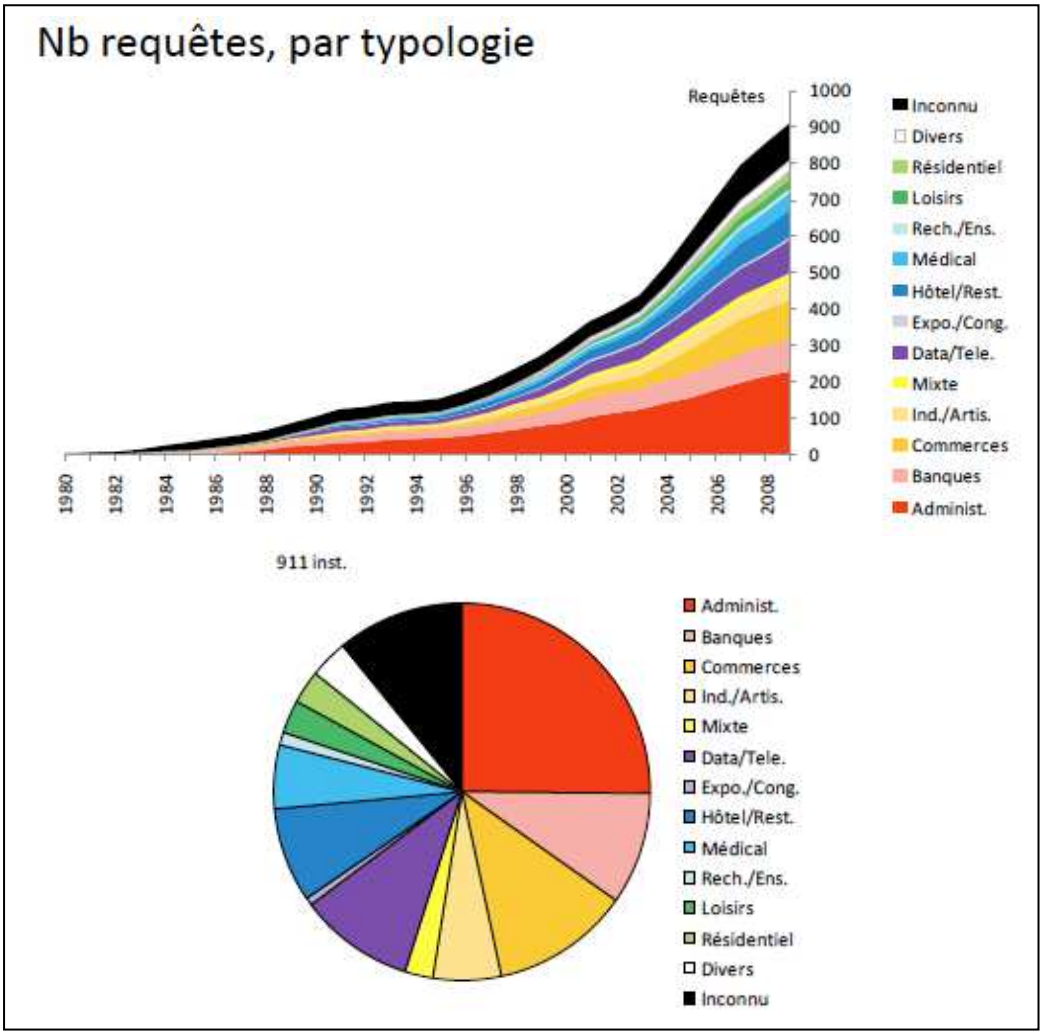


Figure 9: Evolution du nombre de requêtes par typologie des installations de climatisation (haut) et répartition en nombre de requêtes par typologie (bas) (Hollmuller et al, non publié)

En se concentrant à présent la puissance thermique totale répartie par typologie, nous pouvons noter l'importance de celle-ci pour les datacenters et centres de télécommunications et également pour l'administratif (Fig. 10), ce qui s'explique de deux manières différentes puisque pour les datacenters cette forte puissance thermique totale est liée à un faible nombre de requêtes mais chacune faisant l'objet d'importante demande en électricité, alors que c'est le contraire pour l'administratif où il y a un grand nombre de requêtes à faible puissance thermique individuel. Les datacenters représentent un quart de la puissance thermique demandée sur le canton de Genève et la moitié de l'énergie électrique.

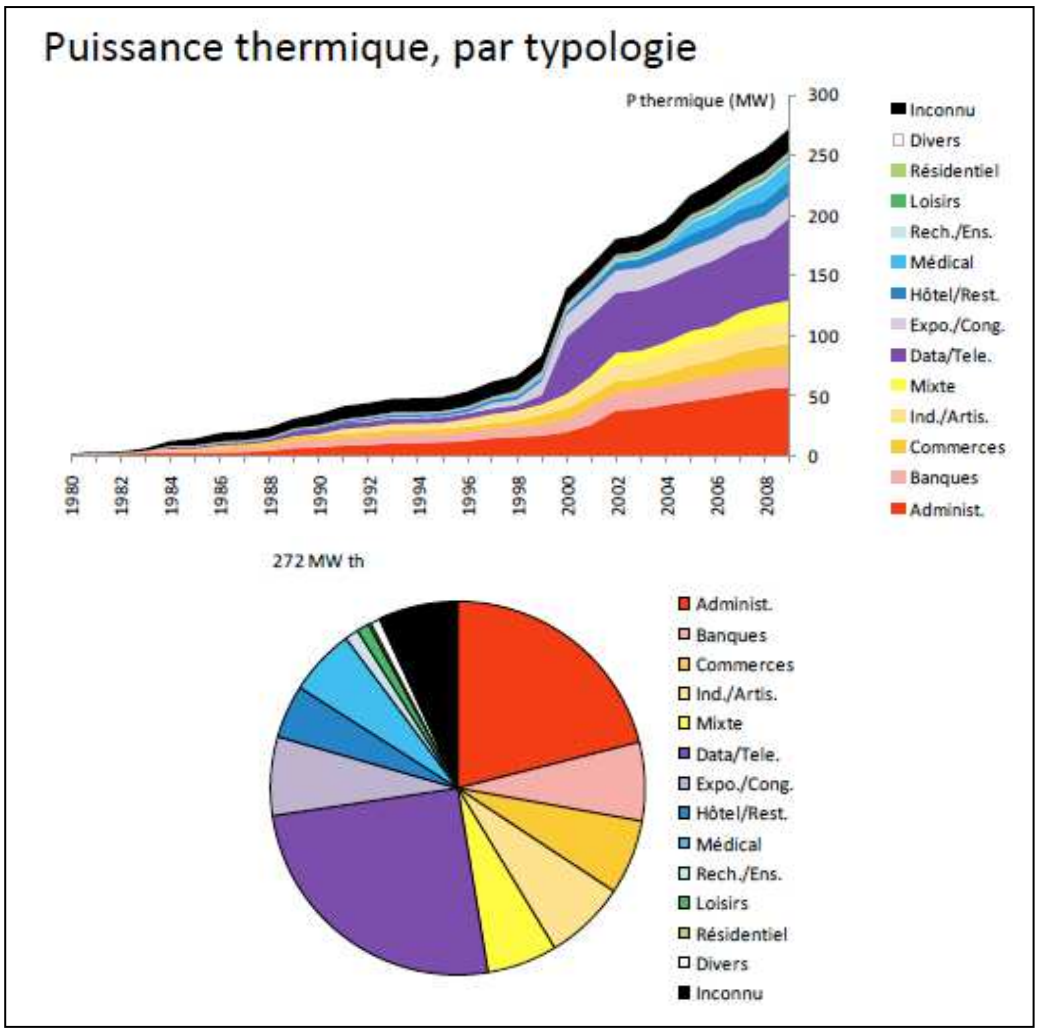


Figure 10: Evolution des puissances thermiques des installations de climatisation par typologie (haut) et répartition en puissance thermique par typologie (bas) (Hollmuller et al, non publié)

Dans cette partie théorique, nous avons expliqué la situation actuelle de réchauffement climatique qui à l'heure actuelle nécessite un profond changement des mœurs et consommation énergétique. Pour ce faire, nous avons présenté le cas du projet GLN qui pourrait servir de modèle au développement de deux autres systèmes identiques dans les environs du centre-ville et de l'aéroport. Nous avons fini par décrire la base de données que nous avons compléter et analyser. A présent, la méthodologie concernant les procédures à effectuer pour la création de différentes cartes est expliquée.

Chapitre 2 : Méthodologie

Nous allons à présent expliciter de manière approfondie les diverses étapes effectuées au travers du logiciel ArcGIS qui ont permis d'aboutir à la création de cartes, présentées dans le chapitre suivant de ce travail. Ce chapitre consacré à la méthodologie se découpe en cinq parties. La première partie concerne la préparation et l'insertion des données dans ArcGIS, qui comprend une description des hypothèses utilisées pour la mise à niveau de la base de données mise en place par l'ISE, une mise en revue des couches importées dans la base de données géographique nouvellement créée, ainsi qu'une description de la méthode d'importation de la base de données modifiée dans ArcGIS. La seconde et troisième parties s'articulent autour des procédés et outils utilisés pour la cartographie thématique par plages de valeurs de variables statistiques (nombre d'installations et puissance thermique) puis d'une variable non statistique (typologie des installations). La quatrième partie propose une cartographie thématique par symbole pour la variable non statistique qu'est la typologie. Enfin, la dernière partie de ce travail est destinée au contrôle de la qualité de la base de données.

L'ensemble des procédés utilisés dans le cas de ce travail en géomatique peuvent être résumés dans un seul et même schéma (Fig. 11).

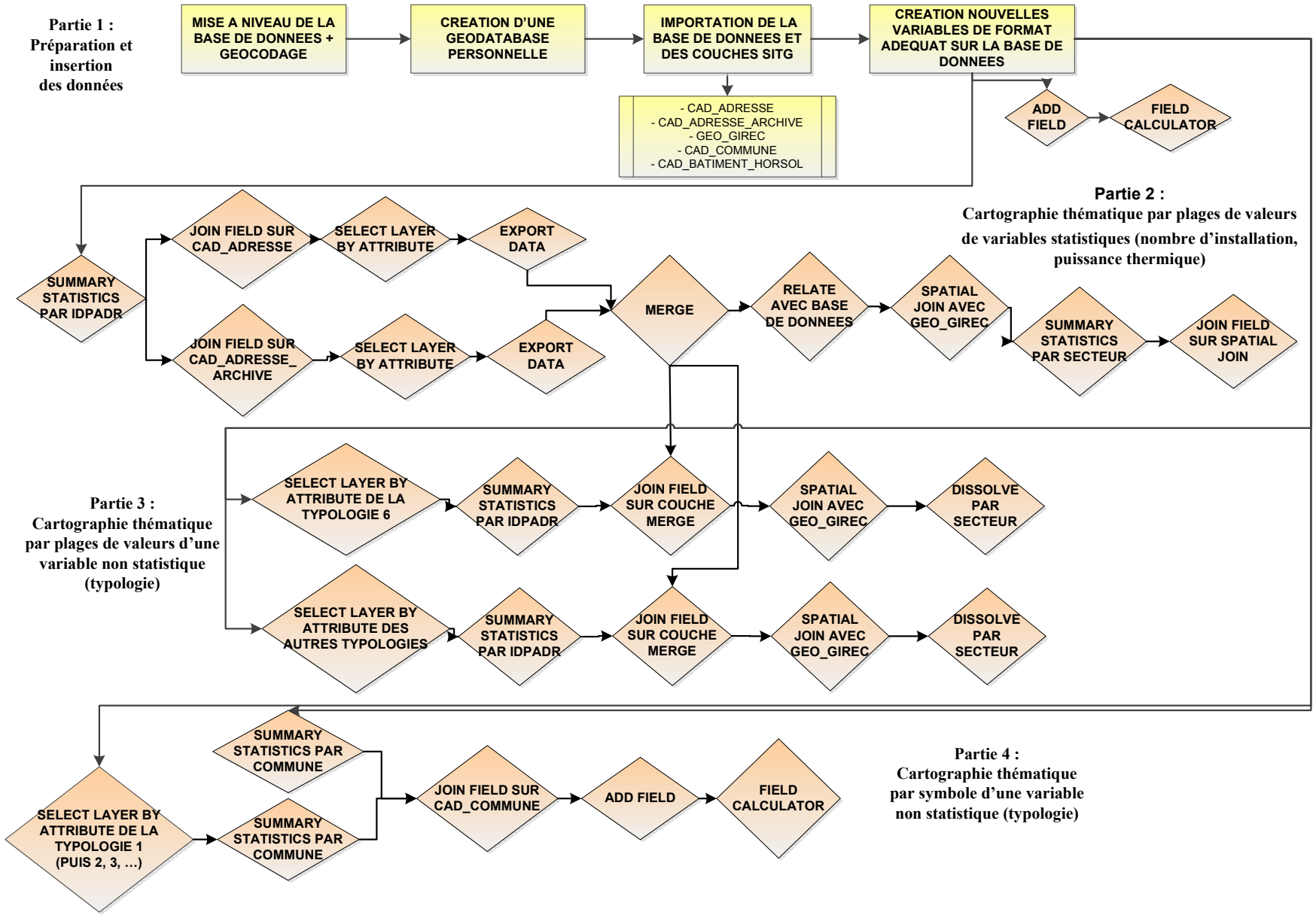


Figure 11: Résumé des procédés et outils ArcGIS utilisés

Partie 1: Préparation et insertion des données

➢ ***Mise à niveau de la base de données et géocodage***

La première partie de ce travail consiste en l'amélioration de la base de données. Un géocodage[2] est effectué pour les adresses manquantes ou erronées, ceci afin d' «associer une table d'attribut à des objets géographiques à l'aide d'un champ commun », en l'occurrence d'associer par la suite une couche de points adresses de référence avec un identifiant adresse unique (IDPADR) à notre base de données (Dubois, 2011). Certaines hypothèses ont été formulées pour compléter les adresses et la typologie:

- Tout d'abord, dans le cas où une entreprise se situerait à plusieurs numéros d'un même chemin/rue/etc., elle se verrait attribuer le premier numéro de cette adresse, et ce afin de simplifier la géolocalisation dans le logiciel ArcGIS ;

- Dans l'optique d'uniformiser le format des adresses (route/rue/quai/avenue + nom + numéro) et de corriger les adresses incorrectes dans la base de données (ex. Carouge au lieu de Genève-Plainpalais ; Grand- et Petit-Saconnex confondus) ou encore les adresses pas assez précises (Genève au lieu de Genève-Cité, Genève-Eaux-Vives, Genève-Plainpalais, Genève-Petit-Saconnex), nous nous sommes basés sur les adresses fournies dans la base de données du Système d'Information du Territoire Genevois (SITG) pour toutes les vérifier/modifier. Par conséquent, les numéros identifiant de l'adresse (IDPADR) relatifs aux adresses modifiées furent également transformés ;

- Les entreprises situées à l'intérieur même d'une autre plus grande entreprise, à l'exemple des magasins d'un centre commercial ou de l'aéroport international de Genève (AIG), se sont vues attribuer l'adresse de la grande entreprise (par ex. pour toutes les entreprises situées à l'AIG → route de l'Aéroport 21 ; pour celles situées au Hall de fret → Voie-des-Traz 20 ; pour celles placées dans le centre commercial de Balexert → Avenue Louis-Casaï 27).

- Certaines adresses (rue/numéro) étant actuellement valides et d'autres ayant été supprimées depuis la mise en place de l'installation de climatisation, deux colonnes différentes furent crées pour le numéro IDPADR suivant si celui-ci renvoyait à une adresse encore active (IDPADR_NEW) ou à une adresse supprimée ou modifiée (IDPADR_OLD).

- Les données sur l'adresse et la typologie des installations de climatisation ont pu être améliorées par une recherche minutieuse au travers du registre du commerce de Genève, des registres Easymonitoring ou Moneyhouse[3] (domaines de compétences des entreprises pour compléter la typologie) ou encore dans les formulaires E5, remplis

[2] « Geocoding is the process of assigning a location, usually in the form of coordinate values (points), to an address by comparing the descriptive location elements in the address to those present in the reference material » (ArcGIS Desktop 9.3help, 2009).

[3] Registre du commerce disponible sur http://ge.ch/ecohrcmatic/.
Easymonitoring AG : http://www.easymonitoring.ch/f/ge/ar.aspx
Moneyhouse – Données du registre du commerce et renseignements sur les sociétés : http://www.moneyhouse.ch/fr/

pour les installations récentes, faisant part des types de locaux à climatiser. Nous sommes ainsi passés de 89 et 74% de données complétées pour la typologie et l'adresse à respectivement 99.7% (3/911) et 99.5 % (5/911), soit une nette amélioration de la qualité de la base de données.

Adresses manquantes :

Année	NoScane	Nom	Adresse	Commune	Pth (kW)
1990	No 204	[redacted]		Plan-les-Ouates	193
1990	No 210	[redacted]		Avully	22.5
1990	No 218	[redacted]		Bellevue	25
1991	No 227	[redacted]		Geneve-Cite	390
1996	No 285	[redacted]		Geneve-Cite	36

➢ ***Création d'une base de données géographique (geodatabase) et ajout de couches du serveur métier SITG***

Chaque couche créée dans ArcGIS comporte plusieurs sous-fichiers de différents formats (.shp, .shx, .dbf, .prj, .shp.xml, .sbn/.sbx). Il est ainsi possible de ne pas s'y retrouver dans l'ensemble de ces fichiers. Il est préférable de créer une géodatabase (de format .mdb) dans ArcCatalog pouvant contenir l'ensemble des couches créées dans ArcMap.

Les couches SITG (classes d'entités) utiles à notre problématique sont importées dans la géodatabase :

- **Adresses géoréférencées à l'entrée du bâtiment** (Département de l'intérieur et de la mobilité) :
  - Nom de la couche : A.CAD_ADRESSE
  - Type de données : Vecteur – Point
  - Précision : 1-2 mètres
  - Quelques attributs :
    - IDPADR (type String), l'identifiant permanent de l'adresse ;
    - ADRESSE (type String), dont [NO_ADRESSE], [TYVOIE], [NOMVOI] ;
    - COMMUNE (type String), le nom de la commune ;
    - EGID (type Integer), l'identificateur fédéral des bâtiments ;
    - NBR_HABITANTS (type SmallInteger), le nombre d'habitants à l'adresse ;
    - NBR_EMPLOIS (type SmallInteger), le nombre d'emplois à l'adresse ;
    - NBR_LOGEMENTS (type SmallInteger), le nombre de logements à l'adresse ;
    - NO_POSTAL (type Integer), le numéro postal d'acheminement (NPA) ;
    - NO_COMMUNE, le numéro cantonal de la commune.

- **Archivage des adresses** (Département de l'intérieur et de la mobilité) :
  - Nom de la couche : A.CAD_ADRESSE_ARCHIVE
  - Type de données : Vecteur – Point
  - Précision : 1-2 mètres
  - Quelques attributs :
    - IDPADR (type String), l'identifiant permanent de l'adresse ;
    - ADRESSE_OLD (type String) ;
    - ADRESSE_NEW (type String) ;
    - QUOI (type String), type d'intervention : modifiée, radiée, renumérotée ;
    - DATEMO (type String), date de l'intervention ;
    - NOM_NPA_OLD, l'ancien nom du numéro postal d'acheminement (NPA).

- **Découpage en sous-secteurs statistiques** (Département de l'intérieur et de la mobilité) :
  Définition : « Entité territoriale à une échelle intermédiaire entre la parcelle et la commune. Ils permettent de distinguer, dans les zones urbaines, les différents quartiers, ou dans les zones rurales, des villages et hameaux des zones agricoles ou forestières » (SITG, 2011).
  Etendue : Le canton de Genève est découpé en 475 sous-secteurs (état en 2004).
  - Nom de la couche : A.GEO_GIREC
  - Type de données : Vecteur – Polygone
  - Précision : 1 mètre
  - Quelques attributs :
    - NOM (type String), le nom du sous-secteur ;
    - SECT_VILLE (type String), le secteur de la ville de Genève ;
    - NUMERO, le numéro du sous-secteur ;
    - NO_COMM, le numéro de la commune ;
    - NO_COM_FEDERAL (type Integer), le numéro federal de la commune.

- **Communes genevoises** (Département de l'intérieur et de la mobilité) :
  Etendue : Le canton de Genève recense 48 communes genevoises, soit 44 communes et 4 sections de la commune de Genève (Cité, Eaux-Vives, Petit-Saconnex, Plainpalais) (SITG, 2011).
  - Nom de la couche : A.CAD_COMMUNE
  - Type de données : Vecteur – Polygone
  - Précision : 10-70 centimètres
  - Quelques attributs :
    - COMMUNE (type String), le nom de la commune ;
    - NO_COMM (type Integer), le numéro de la commune ;
    - NO_COM_FEDERAL (type Integer), le numéro fédéral de la commune.

- **Bâtiments hors-sol** (Département de l'intérieur et de la mobilité) :
  Définition : « Les bâtiments hors-sol sont des constructions durables, bien ancrées dans le sol et servent à l'habitat, à l'artisanat ou à l'industrie au sens large » (SITG, 2011).
  - Nom de la couche : A.CAD_BATIMENT_HORSOL
  - Type de données : Vecteur – Polygone
  - Précision : 10-70 centimètres
  - Quelques attributs :
    - COMMUNE (type String), le nom de la commune ;
    - EGID (type Integer), l'identificateur fédéral des bâtiments ;
    - EPOQUE (type String), l'époque de construction d'après l'OCSTAT ;
    - ANNEE_CONSTRUCTION (type String), l'année de construction ;
    - ANNEE_TRANSFORMATION (type String), l'année de transformation ;
    - SURFACE (type Integer), la surface au sol
    - NO_COMM (type Integer), le numéro de la commune ;

Couche non rajoutée à la « géodatabase » pour des questions de taille et de vitesse du logiciel mais utilisée à partir de la connexion à la base de données spatiales « etu_sitg_geodb.sde » :

- **Plan de canton 1:30'000** (Département de l'intérieur et de la mobilité) :
  - Nom de la couche : A.GEO_RASTER_PLAN_CANTON
  - Type de données : Raster
  - Précision : Résolution 2.45 m

➢ ***Importation de la base de données dans ArcGIS***

La base de données, une fois complétée dans Excel, est enregistrée sous format « dbf » (nom : InstallationClimatisation) et exportée dans la geodatabase (Export → to geodatabase (single)). Elle sera utilisée postérieurement en tant qu'« attributs des données géométriques » (Dubois, 2011). Des changements au niveau de l'attribution de certaines variables (IDPADR, Pth, Pel, etc.) à un certain type de données (Fig. 12) doivent être effectués dans la perspective de pouvoir effectuer les opérations de jointures suivantes.

Common Data Types Supported by ArcGIS

Data Type	Range	Description
Short Integer	± 32,768	Short integers are whole numbers, positive or negative, that are typically used for coding. They are used for lists of short values such as land-use codes, vegetation types, and booleans (i.e., true/false).
Long Integer	± 2.14 billion	Long integers are whole numbers, either positive or negative, that are typically used to store quantity values such as population figures.
Float	$\pm 3.4 \times 10^{1,038}$	Floats are single-precision numbers that can support numbers with an accuracy to 6 places past the decimal. Floats are used to store simple decimal numbers such as percentages.
Double	$\pm 1.8 \times 10^{10,308}$	Doubles are double-precision numbers that can support numbers with an accuracy to 15 places past the decimal. Doubles are used to store decimal numbers with a high level of detail such as latitude and longitude.
Date	Jan 1, 100 - Dec 31, 9999	Dates are stored in Coordinated Universal Time (UTC) format and are translated into the current day and time in the local time zone
Text	1 byte/character	The text data type stores any character string (names, abbreviations, alpha-numeric codes, and numeric codes that begin with 0 such as zip codes).

Figure 12: Type de données dans ArcGIS (Digital Data Services, Inc.)

Ainsi, de nouvelles variables sont créées (outil « Add Field », Data Management toolbox → Fields toolset) en reprenant les valeurs identiques (outil « Calculate Field ») aux anciennes variables mais en modifiant les types de données correspondants de la manière suivante (Tab. 1):

Tableau 1: Type de données des variables

VARIABLES (sous ArcGIS)	*Ancien type de données*	*Nouveau type de données*
OBJECTID (OID)	Long integer	-----
ID	Long integer	-----
ANNEE	Short integer	-----
NOSCANE	String (text)	-----
NOM	String (text)	-----
ADRESSE	String (text)	-----
IDPADR_NEW	Double	String (text)
IDPADR_OLD	Double	String (text)
PTH	Long integer	-----
PEL	String (text)	Long integer
EEL	String (text)	Long integer
COP	String (text)	Float
NH	String (text)	Long integer
SCLIM	String (text)	Long integer
PSURF	String (text)	Long integer
TYP	Short integer	Long integer
TYPOLOGIE	String (text)	-----

Informations :
- OBJECTID, le numéro identifiant de la ligne de la table d'attribut de la couche d'information InstallationClimatisation (attribué automatiquement par ArcGIS);
- ID, le numéro identifiant attribué aux contrats suivant leur occurrence dans le temps (numéro de 1 à 911 fourni dans le fichier Excel).

Partie 2: Cartographie thématique par plages de valeurs de variables statistiques (nombre d'installations, puissance thermique)

- ***Statistiques sur la table représentant la base de données initiale par identifiant d'adresses***

Plusieurs installations de climatisation peuvent être localisées à la même adresse, soit parce que différentes entreprises se situent aux différents étages d'une même adresse soit parce que ces installations furent installées à des époques différentes par une même entreprise en raison probable d'un besoin en froid plus important. Afin de pouvoir cartographier par la suite une seule valeur synthétique par adresse (cf. Jointure attributaire suivante), une table statistique par IDPADR doit être créée afin de regrouper certaines valeurs numériques de la table contenant les données de climatisation (Dubois, 2011). Ainsi, une adresse géoréférencée (ancienne ou nouvelle) est liée à une seule adresse d'une ou plusieurs installations de climatisation. Des statistiques (somme et moyenne) sur les variables numériques de base (nombre d'installation, puissance thermique) de ces installations sont effectuées avec l'outil « Summary Statistics » (Analysis toolbox → Statistics toolset) par adresses actives (identifiant IDPADR_NEW, cf. Fig.8 IDPADR_N2) ou adresses archivées (supprimées ou modifiées) (identifiant IDPADR_OLD) (Fig. 13 et 14). Le calcul statistique des autres variables par IDPADR (identifiant de l'adresse) s'avéra être inutile[4] en raison du manque de données à disposition pour certaines installations (pour la *somme* et la *moyenne* des puissances électriques ; pour la *moyenne* des coefficients de performance) ou de la perte de sens engendrée par ce calcul (impossibilité d'additionner ou de moyenner le nombre d'heures de fonctionnement de plusieurs installations et donc par suite leur énergie électrique ; même principe pour la surface climatisée et donc la puissance par mètre carré ; pas de sens d'effectuer une somme des typologies (typ. 1-13) de différentes installations par adresse).

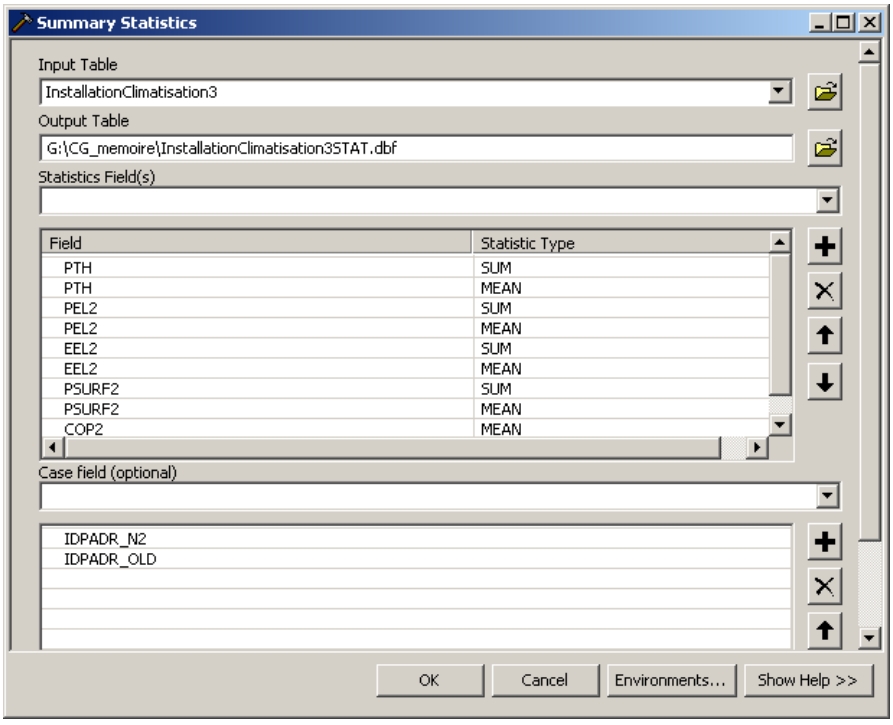


Figure 13: Opération de résumé statistique par identifiant d'adresse

[4] i.e. ne pas tenir compte des calculs ayant malgré tout été effectués par prudence.

Attributes of InstallationClimatisation3STAT

OID	IDPADR_NEW	IDPADR_OLD	FREQUENCY	SUM_PTH	MEAN_PTH	SUM_PEL	MEAN_PEL	SUM_EEL	MEAN_EEL	SUM_PSURF	MEAN_PSURF	MEAN_COP
718	980302141630		1	349	349	0	0	0	0	0	0	0
719	980313142422		1	25	25	8	8	5	5	91	91	3.13
720	980330171744		1	20	20	7	7	7	7	222	222	2.86
721	980526095417		1	194	194	67	67	146	146	0	0	2.9
722	980731153327		1	36	36	15	15	0	0	0	0	2.4
723	980923164636		1	5	5	2	2	3	3	42	42	2.5
724	990104160000		1	9.9	9.9	3.5	3.5	0	0	171	171	2.87
725	990115152300		1	12	12	5	5	0	0	66	66	2.4
726	990120165252		1	81	81	0	0	0	0	25	25	0
727	990311100748		3	327.4	109.133333	1.3	0.433333	0	0	113	37.666667	0.886667
728	990615103122		2	808	404	570	285	1265	632.5	393	196.5	0.69
729	990628095640		1	36	36	13	13	32	32	92	92	2.77
730	990908092357		1	27	27	8	8	0	0	380	380	3.38
731	991019161244		1	152	152	73	73	74	74	21	21	2.08
732	0	930225042338	2	189	94.5	60	30	133	66.5	44	22	1.425

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 733 Selected) Options

Figure 14: Résultat du résumé statistique par identifiant d'adresse

- ***Jointure attributaire entre la table de statistiques et les tables attributaires des couches d'adresses SITG***

Il est question d'effectuer une jointure attributaire entre deux tables, celle des statistiques par IDPADR (InstallationClimatisationSTAT3 ci-dessus ou 3S ci-dessous) avec dans un premier temps, la table des adresses actives géoréférencées (CAD_ADRESSE), puis dans un second temps, la table des adresses archivées géoréférencées (CAD_ADRESSE_ARCHIVE). Un champ commun, en l'occurrence l'identifiant de l'adresse (IDPADR), est nécessaire pour effectuer cette relation 1 : 1. Cette opération permet d'attribuer les calculs statistiques (somme et moyenne des puissances thermiques) aux adresses actives géoréférencées à l'entrée des bâtiments (CAD_ADRESSE2), en choisissant comme champ commun « IDPADR_N2 » de la table de statistique et « IDPADR » de la couche d'adresses actives (Fig. 15). Le même processus est effectué entre la table de statistiques et la table attributaire d'adresses archivées (CAD_ADRESSE_ARCHIVE2) d'après le champ commun respectif « IDPADR_OLD » et « IDPADR ». L'outil « Join Field » a été présentement utilisé (Data Management toolbox → Joins toolset)

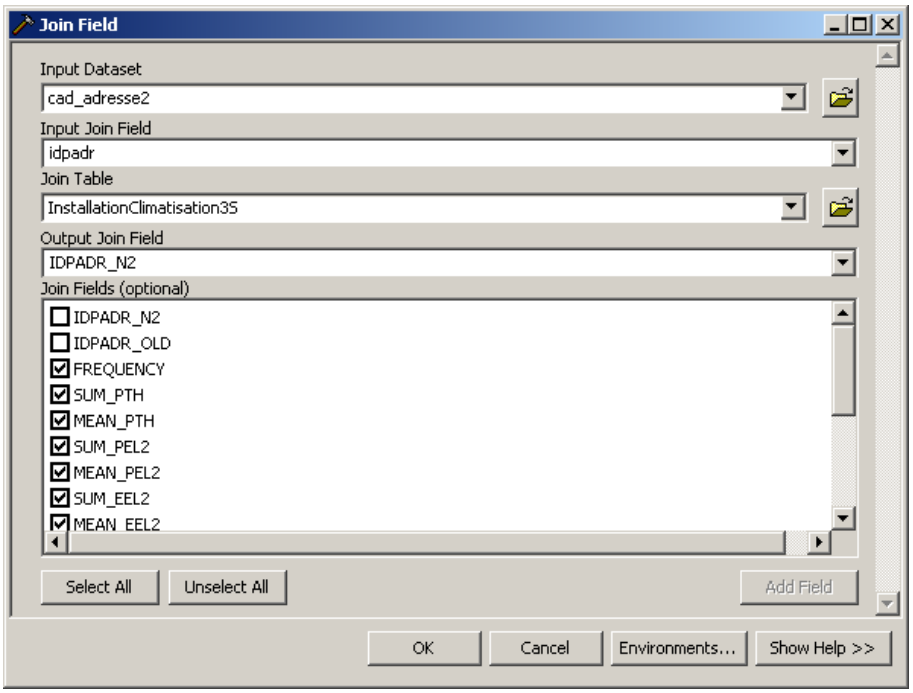


Figure 15: Jointure attributaire entre la table d'attribut des adresses actives et la table de statistiques

Puis, les adresses s'étant vues attribuer des calculs statistiques en raison de la présence d'installation de climatisation (couches CAD_ADRESSE2 et CAD_ADRESSE_ARCHIVE2) sont ensuite sélectionnées (Fig. 16) avec l'outil « Select layer by attributes » (Data Management toolbox → Layers and table views toolset) puis exportées à l'aide de l'outil « Export data » (Data Management toolbox → Distributed geodatabase toolset) en tant que nouvelles couches (Clim_IDNew et Clim_IDOld) (Fig. 14).

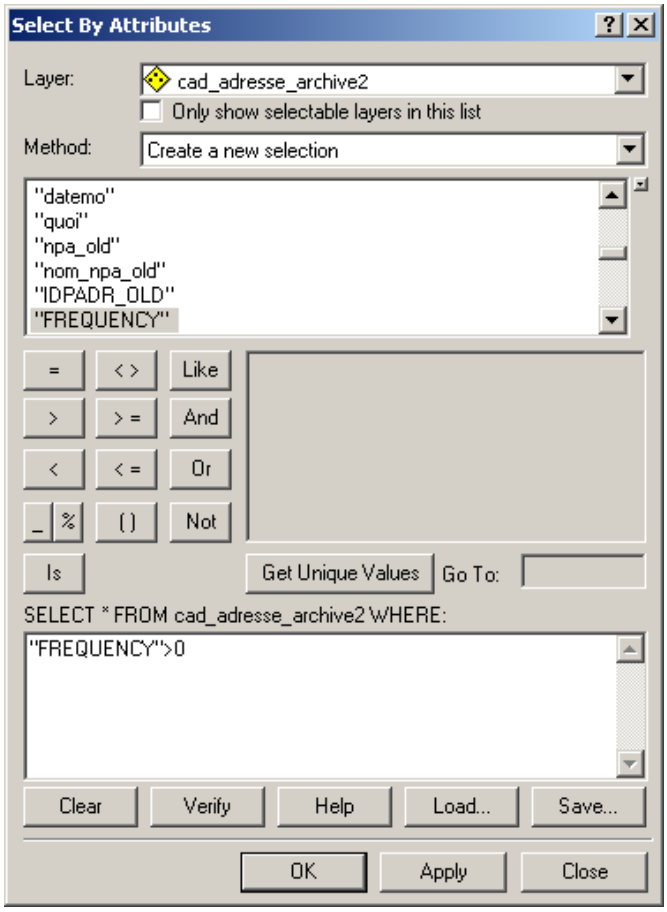


Figure 16: Sélection des adresses contenant des installations de climatisation

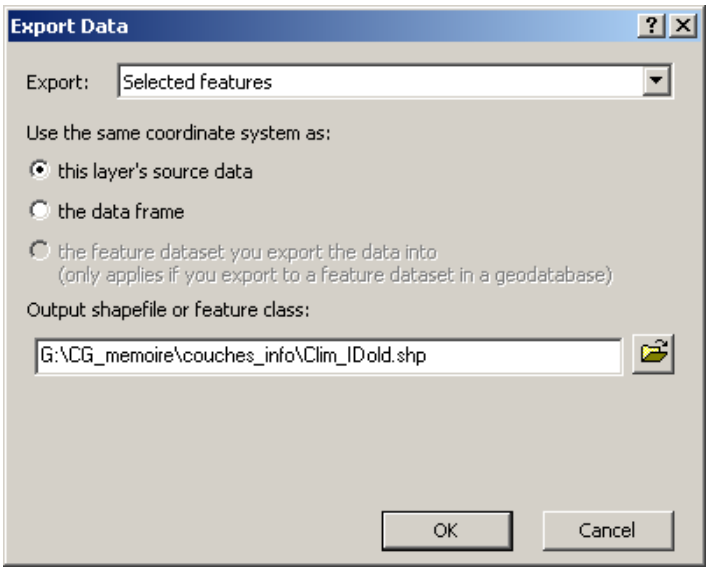


Figure 17: Création d'une nouvelle couche à partir de la sélection des adresses à locaux climatisés

- ***Assemblage des deux couches de points représentant les installations de climatisation situées à des adresses actives et archivées***

Dans le but de ne créer qu'une seule couche représentant l'ensemble des installations de climatisation, l'outil « Merge » (Data Management Toolbox → General Toolset) est utilisé afin d'assembler les tables attributaires des couches d'adresses actives et d'adresses archivées où se situent des installations de climatisation (Fig. 18). L'assemblage doit se faire sur le fichier contenant le plus de données (dans notre cas, Clim_IDnew).

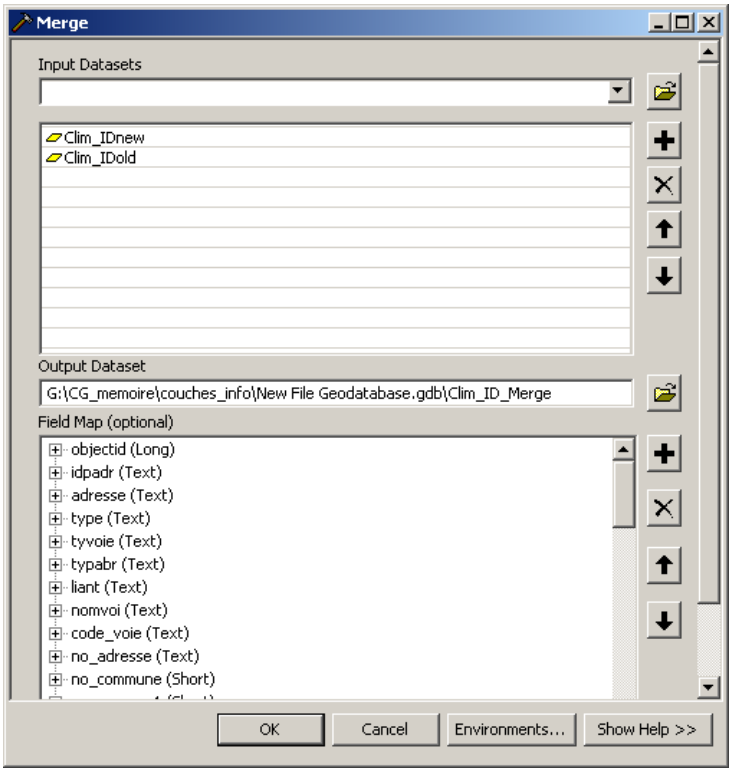


Figure 18: Assemblage des adresses actives et archivées où se localisent des installations de climatisation

Lors de cette opération, nous nous sommes rendu compte à l'aide des statistiques sur la table attributaire (fig. 19) que certaines adresses présentaient des doublons, en raison de leur appartenance à la fois aux couches *cad_adresse* et *cad_adresse_archive*, pour la raison que certaines adresses ont été mises à jour dans cette première couche et que les diverses modifications qu'elles ont subit étaient également disponible dans cette deuxième couche. Une vérification manuelle des adresses fusionnées a permis de déceler environ 70 adresses présentant des doublons. En définitif, près de 25 adresses seulement de la couche *cad_adresse_archive* n'étaient pas présentes dans la couche *cad_adresse,* ce sont les adresses qui ont effectivement été archivées et non pas simplement modifiées.

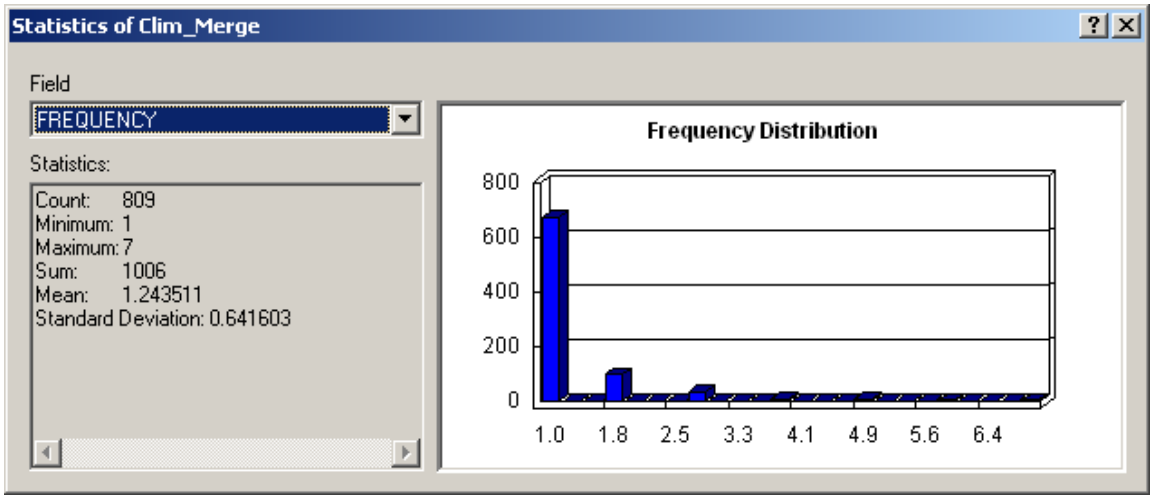


Figure 19: Statistiques des fréquences totales sur la couche clim_merge

Les doublons ayant été sélectionnées, l'opération « Switch selection » sur la table attributaire de la couche Clim_merge nous permet ensuite d'exporter cette sélection dans une nouvelle couche (Clim_adr_merge). Les statistiques sur les fréquences et les puissances thermiques totales du canton de Genève nous permettent de vérifier la cohérence à peu de choses près avec la base de données initiale, soit 911 installations de climatisation géoréférencées, représentant une puissance thermique de 271 kW.

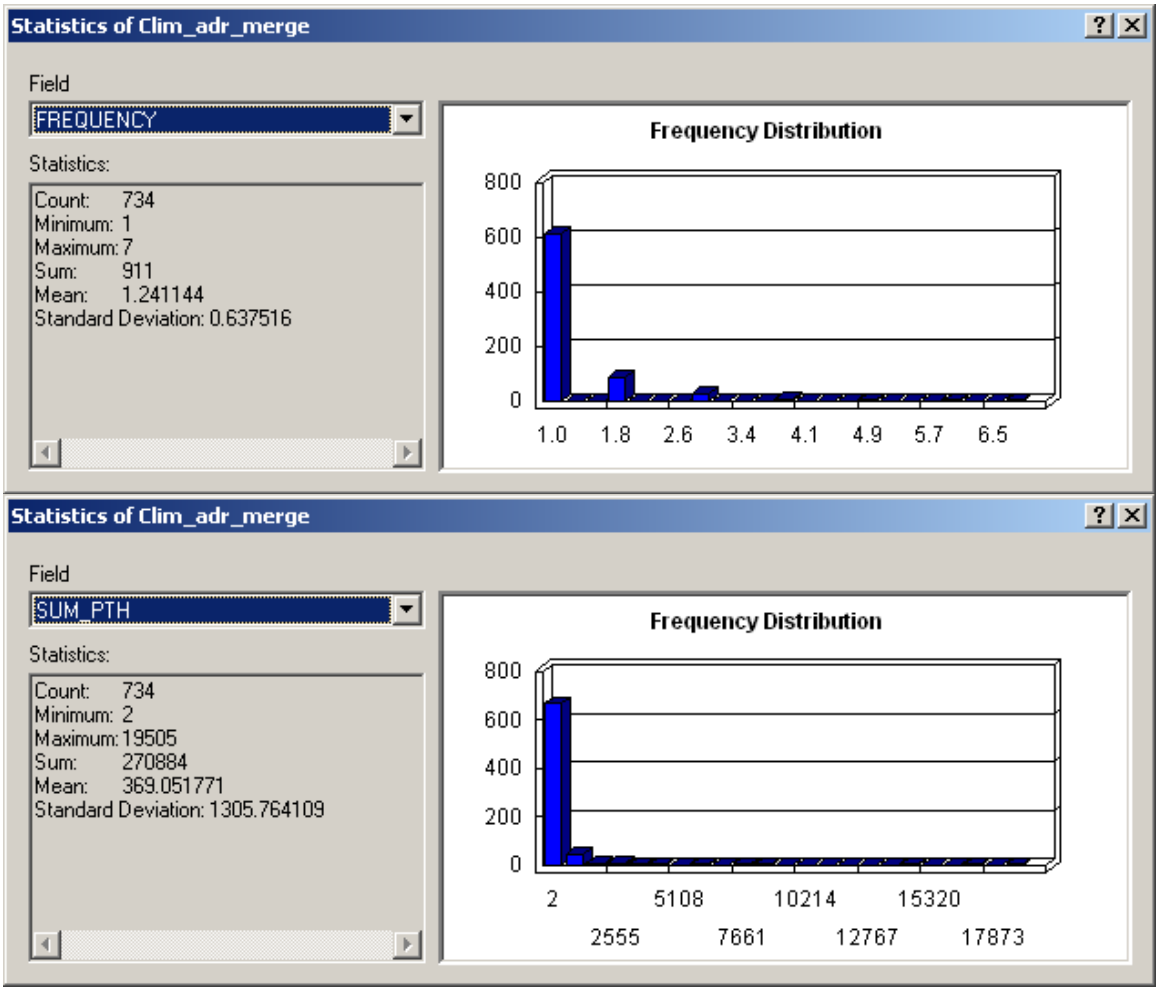


Figure 20: Statistiques des fréquences et puissances thermiques totales sur la couche clim_adr_merge

- ***Création d'une relation entre la table représentant la base de données et la couche d'adresses climatisées***

Une relation est une jointure attributaire de type 1 à plusieurs. Elle est effectuée dans notre cas d'après l'IDPADR entre la couche de points représentant les installations de climatisation sur le territoire genevois (une seule information) et la table initiale compilant les 911 installations (plusieurs informations) (Fig. 21). Ceci permet, à l'aide de l'outil « Identify », d'obtenir la liste des installations de climatisation situées à une même adresse (Fig. 22).

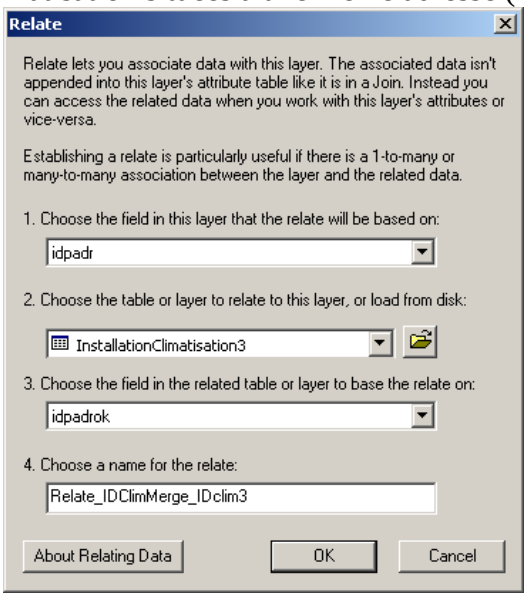


Figure 21: Création d'une relation entre la couche de points des adresses à climatisation et de la table représentant la base de données initiale

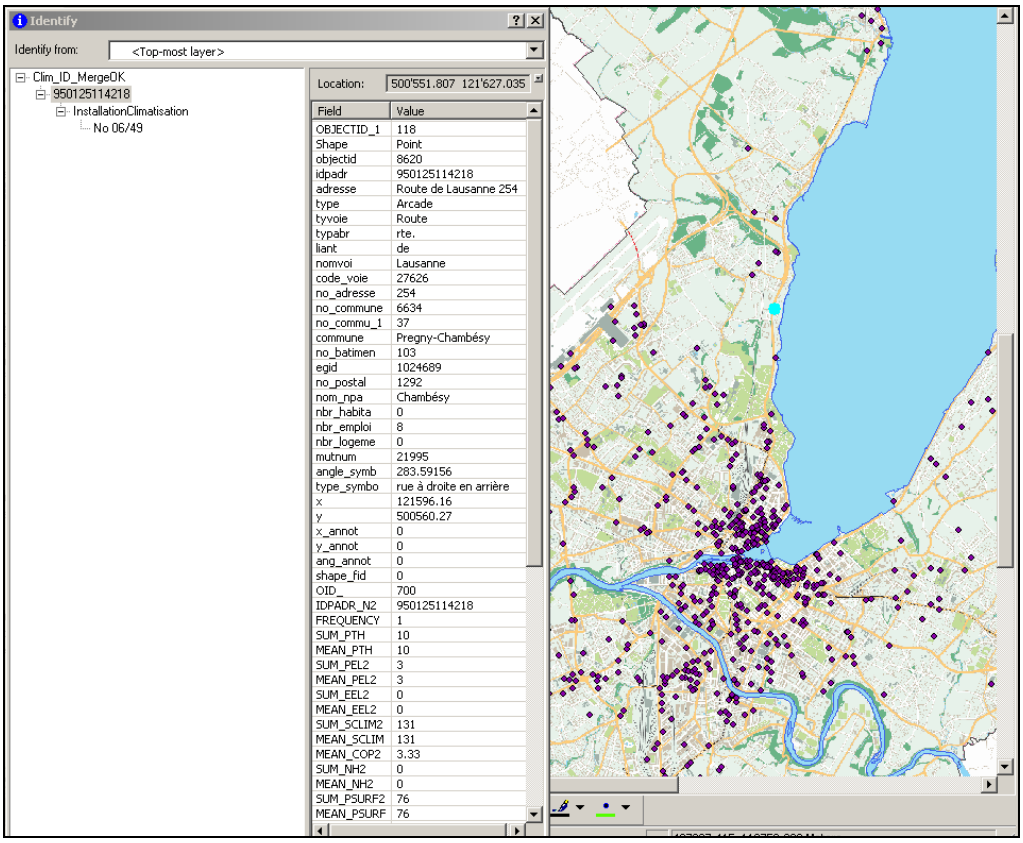


Figure 22: Interrogation de la base de données

- ***Jointure spatiale entre la couche des installations de climatisation et la couche des sous-secteurs statistiques SITG***

Une jointure spatiale est une « fonction permettant d'agréger des valeurs attributaires en se basant sur les relations spatiales entre deux couches ». Cette fonction donne la possibilité de trouver l'objet le plus proche d'un autre objet (cf. Fig. 23 « match option » : « Is within »), l'objet qui intersecte un autre objet (cf. « match option » : « Intersects ») ou encore l'objet à l'intérieur d'un autre objet (cf. « match option » : « Contains »), cette dernière option étant celle désignée pour ce travail car nous cherchons dans quels secteurs du canton de Genève se situent les installations. Elle permet également de définir le type d'opération de jointure entre la couche à joindre (« join feature » → polygones formant la couche des secteurs : geo_girec) et la couche sur laquelle se fait la jointure (« target features » → points formant la couche des installations de climatisation : Clim_ID_Merge). Ainsi, l'opération peut être une jointure de un à un (« join operation » : « Join_one_to_one »), lorsque le nombre de lignes des tables attributaires de ces deux couches est identique, ou de un à plusieurs (« join operation » : « Join_one_to_many »), ce qui est présentement le cas puisque la couche représentant l'ensemble des installations de climatisation possèdent un plus grand nombre de lignes que celle constituant les secteurs du canton.

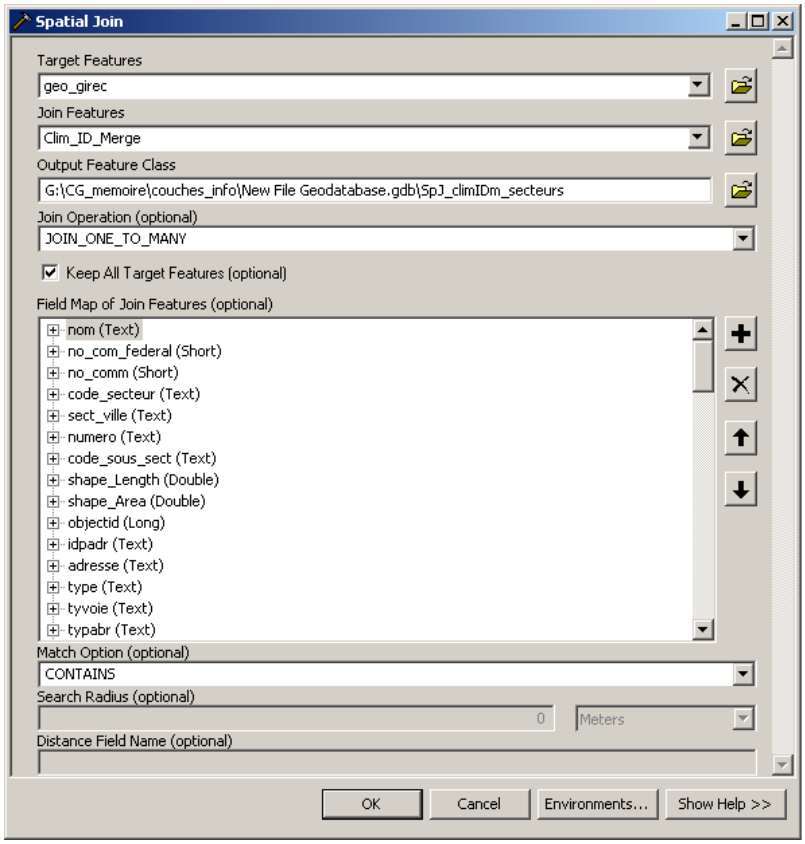


Figure 23: Jointure spatiale entre la couche des secteurs du canton de Genève et celle des installations de climatisation

- ***Statistiques par secteur du canton de Genève sur la jointure spatiale***

Afin de pouvoir cartographier une valeur synthétique par secteur du canton de Genève, il s'agit à présent d'effectuer un calcul statistique par secteur (somme et moyenne des

installations, somme et moyenne de la puissance thermique) à partir de la jointure spatiale précédente qui attribue les installations de climatisation aux différents secteurs du canton. Cette jointure comprend les calculs statistiques effectués par IDPADR (cf. p.25) qu'il s'agit donc de reprendre pour effectuer les calculs statistiques par secteur. Comme relaté auparavant, les calculs statistiques des autres variables se sont avérés inutiles mais ont néanmoins été effectués auparavant comme l'on peut constater sur les différentes figures de ce travail. Le résumé statistique est trié d'après le nom des secteurs du canton de Genève (« case field ») (Fig. 24).

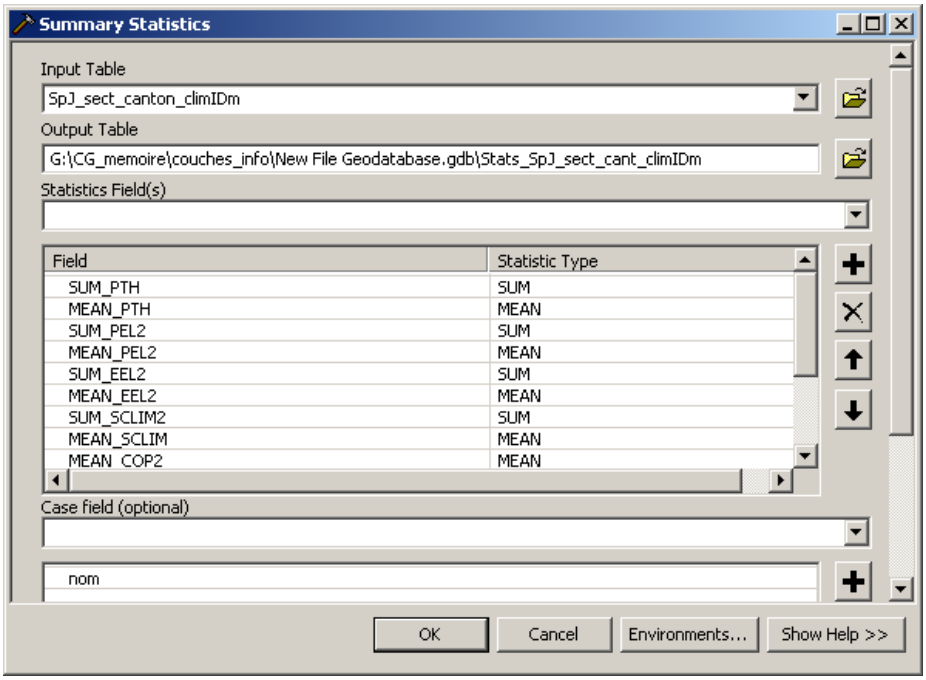


Figure 24: Opération de résumé statistique par nom des secteurs du canton de Genève

- ***Jointure attributaire entre la table de statistiques et la table attributaire de la jointure spatiale entre les secteurs et les installations de climatisation***

Une jointure attributaire est ensuite effectuée entre les résultats de cette opération statistique par secteur et la couche représentant la jointure spatiale entre la couche des installations de climatisation et la couche des secteurs du canton de Genève, en prenant comme champ commun le « nom » des secteurs.

Partie 3 : Cartographie thématique par plages de valeurs d'une variable non statistique (typologie)

Dans cette partie, nous allons effectuer des cartes en fonction de la typologie des installations de climatisation. Nous nous intéressons plus particulièrement aux datacenters, des centres de traitement de données, dont la caractéristique principale est leur constante mise en service, fonctionnant ainsi 8760 heures par an. Leur énergie électrique requise est ainsi particulièrement élevée, étant le produit de la puissance électrique par le nombre d'heures de fonctionnement. Le courant électrique est soumis à une résistance lors de sa circulation à travers divers matériaux, responsable d'un certain dégagement de chaleur, particulièrement grand pour les datacenters.

Par conséquent, ce rejet de chaleur des datacenters et centres de télécommunication implique la mise en place d'installations de climatisation à forte puissance thermique, qui ont donc une importante capacité de transfert thermique par unité de temps. Les puissances thermiques des installations de climatisation leur étant associées sont de loin les plus grandes parmi les installations liées aux autres typologies. Les installations de climatisation nécessitant de ce fait de grands besoins électriques pour leur fonctionnement, de forts potentiels d'économies d'électricité existent au travers de la création de systèmes de refroidissement de type GLN.

Pour ces raisons, une cartographie unique pour les datacenters est créée afin de mettre en avant les besoins en froid les plus grands sur le territoire genevois.

- ***Sélection attributaire de la typologie désignant les datacenters et centres de télécommunication sur la table initiale***

A l'aide de l'outil « Select layer by attributes », la sélection sur la table initiale (la seule table de ce travail qui possède des informations sur la typologie des installations) est réalisée sur la typologie concernée n°6 (Fig. 25).

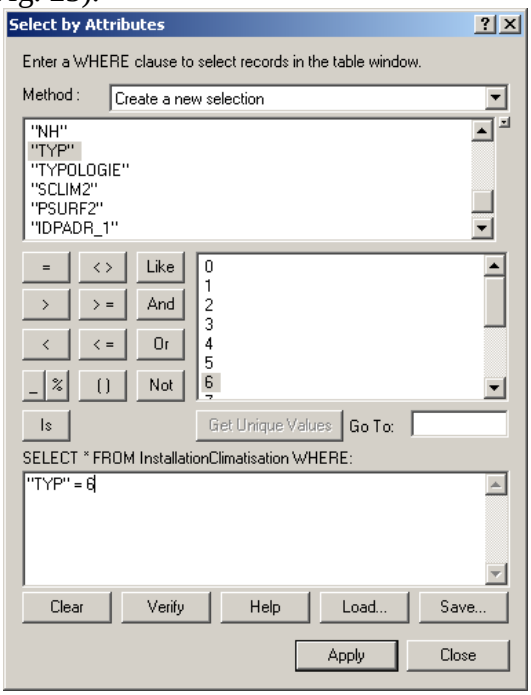


Figure 25: Sélection de la typologie n° 6 (Datacenters)

- ***Statistiques sur la sélection attributaire des datacenters et centres de télécommunications***

Les opérations de statistiques (somme et moyenne) sont effectuées à partir de la sélection sur les variables de puissance thermique et du nombre d'installation, et ce d'après l'identifiant de l'adresse (InstallationClimatisation_StatsTyp6id). On obtient ainsi par exemple la somme de la puissance thermique par adresse, uniquement pour les datacenters.

- ***Jointure attributaire entre la table attributaire de l'ensemble des installations de climatisation et la table de statistiques***

Une jointure attributaire est effectuée entre les résultats de l'opération statistique par IDPADR de la typologie n°6 et la couche de l'ensemble des installations de climatisation, en prenant comme champ commun l'« IDPADR » (output : Clim_ID_Merge_typ6).
Les installations de climatisation s'étant vues attribuer un résultat statistique sont celles correspondant à la typologie des datacenters. Elles sont donc sélectionnées puis exportées en tant que nouvelle couche « Clim_typ6 ».

- ***Jointure spatiale entre la couche des installations de climatisation liées aux datacenters et la couche des sous-secteurs statistiques SITG***

La couche de polygone représentant les secteurs du canton de Genève (geo_girec) est jointe spatialement aux installations de climatisation de typologie n°6 (Clim_typ6) en utilisant une opération de jointure de un à plusieurs et comme option de trouver l'objet (les installations liées aux datacenters) à l'intérieur d'un autre objet (les secteurs).

- ***Opération de dissolution par secteur des installations de climatisation de typologie n°6***

A la place d'effectuer un résumé statistique par secteur des variables statistiques des installations liées uniquement aux datacenters, puis une jointure attributaire des résultats obtenus, il est également possible grâce à l'outil « Dissolve » (Data Management toolbox → Generalization toolset) (Fig. 26). Cette opération n'était pas nécessaire dans le cas où l'on cherchait précédemment les variables statistiques d'un secteur toutes typologies confondues. On obtient ainsi par exemple la somme par secteur de la somme des puissances thermiques par adresse (IDPADR) de typologie n°6 (Fig. 27, SUM_PTH_T6).

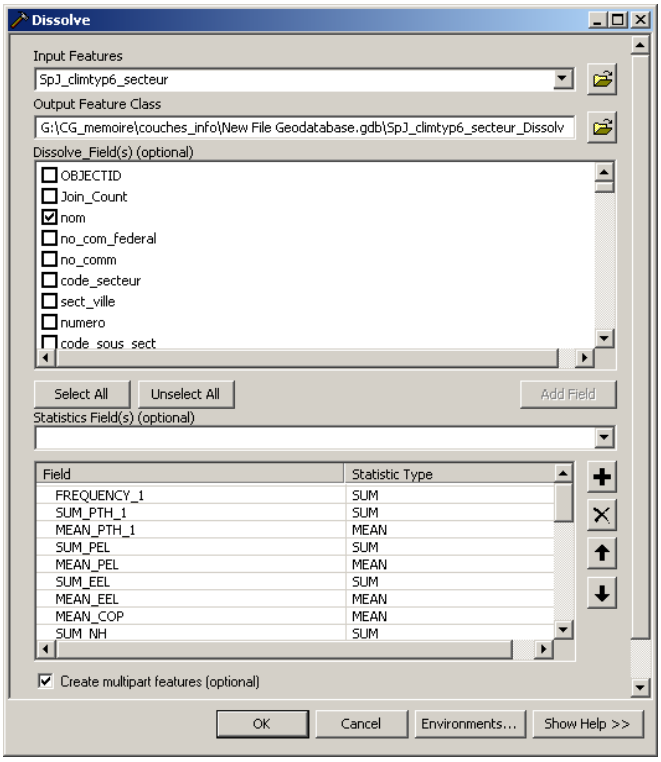
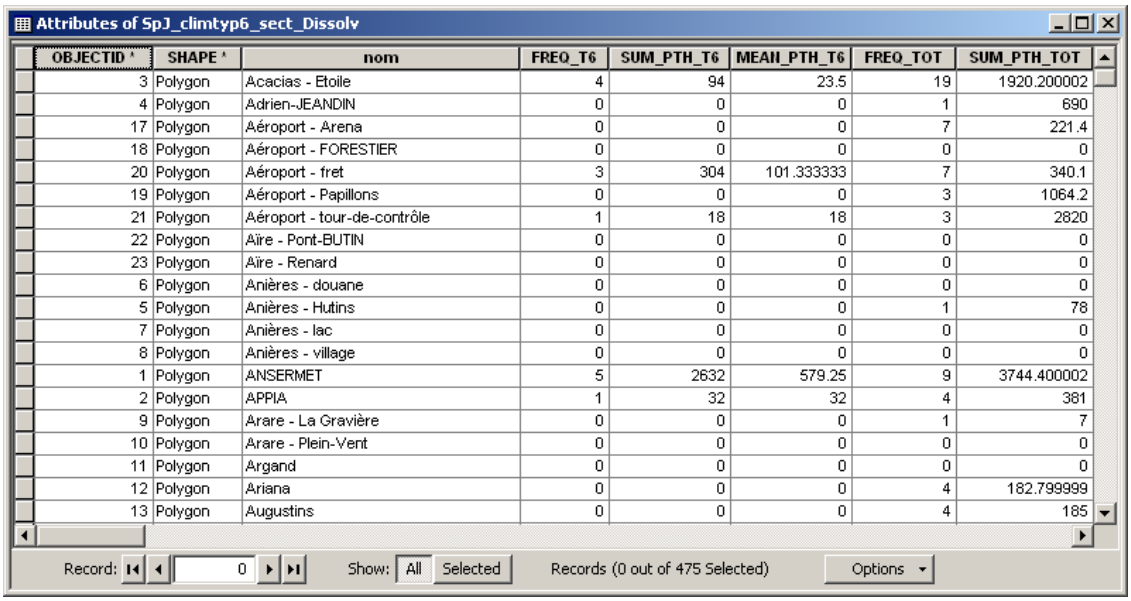


Figure 26: Opération "dissolve" par secteur sur les installations de climatisation de typologie 6



OBJECTID *	SHAPE *	nom	FREQ_T6	SUM_PTH_T6	MEAN_PTH_T6	FREQ_TOT	SUM_PTH_TOT
3	Polygon	Acacias - Etoile	4	94	23.5	19	1920.200002
4	Polygon	Adrien-JEANDIN	0	0	0	1	690
17	Polygon	Aéroport - Arena	0	0	0	7	221.4
18	Polygon	Aéroport - FORESTIER	0	0	0	0	0
20	Polygon	Aéroport - fret	3	304	101.333333	7	340.1
19	Polygon	Aéroport - Papillons	0	0	0	3	1064.2
21	Polygon	Aéroport - tour-de-contrôle	1	18	18	3	2820
22	Polygon	Aire - Pont-BUTIN	0	0	0	0	0
23	Polygon	Aire - Renard	0	0	0	0	0
6	Polygon	Anières - douane	0	0	0	0	0
5	Polygon	Anières - Hutins	0	0	0	1	78
7	Polygon	Anières - lac	0	0	0	0	0
8	Polygon	Anières - village	0	0	0	0	0
1	Polygon	ANSERMET	5	2632	579.25	9	3744.400002
2	Polygon	APPIA	1	32	32	4	381
9	Polygon	Arare - La Gravière	0	0	0	1	7
10	Polygon	Arare - Plein-Vent	0	0	0	0	0
11	Polygon	Argand	0	0	0	0	0
12	Polygon	Ariana	0	0	0	4	182.799999
13	Polygon	Augustins	0	0	0	4	185

Figure 27: Résultat de l'opération "dissolve" par secteur pour les climatisations liées aux datacenters

- ***Mêmes procédures que pour les datacenters mais sur l'ensemble des autres typologies (sélection attributaire, statistiques, jointure attributaire, jointure spatiale, « dissolve »)***

Partie 4 : Cartographie thématique par symbole d'une variable non statistique (typologie)

Il est question d'effectuer une carte thématique en symbole, plus précisément en camembert, des différentes typologies présentes dans les communes genevoises. Etant donné que plusieurs installations de climatisation se situant à une même adresse peuvent être utilisées à des fins diverses (rappel des autres typologies possibles : administratif, banque, commerce, industrie/artisanat, mixte, exposition/congrès, hôtel/restaurant, médical, recherche/enseignement, loisir, résidentiel, divers), il est impossible d'effectuer un résumé statistique par adresse (IDPADR) tel que démontré avec la partie 2 de la méthodologie sur les datacenters. Nous allons donc devoir effectuer une sélection de chaque typologie séparément pour ensuite effectuer les résumés statistiques.

- ***Statistiques sur la table représentant la base de données initiale par commune du canton de Genève***

Nous souhaitons effectuer une cartographie en « pie chart » par commune du canton de Genève. Par conséquent, il faut donc en premier lieu effectuer un résumé statistique (somme et moyenne) de nos variables (nombre d'installation, puissance thermique) en fonction de nom des communes (« case field »).

- ***Sélection sur la table représentant la base de données initiale des installations de climatisation de chaque typologie prise individuellement puis statistiques sur cette sélection par commune***

Pour les raisons citées précédemment, les installations de climatisation sont sélectionnées typologie par typologie, à l'aide de l'outil « Select by attributs » sur la table initiale « InstallationClimatisation » avec comme formule « Typ =1 », « Typ=2 », etc. Ainsi, on obtient treize sélections différentes sur lesquelles est effectué un résumé statistique pour chacune d'entre elles d'après les communes genevoises (Fig. 28).

Attributes of InstallationClimatisation_StatsTyp1Com

OBJECTID *	COMMUNE2	FREQUENCY	SUM_PTH	MEAN_PTH
1	Aire-la-Ville	1	14	14
2	Bardonnex	2	124	62
3	Bellevue	2	950	475
4	Carouge	18	3008	167.111111
5	Chene-Bougeries	4	709	177.25
6	Chene-Bourg	1	55	55
7	Collonge-Bellerive	3	271	90.333333
8	Cologny	4	489	122.25
9	Corsier	1	800	800
10	Geneve-Cite	77	13186	171.246753
11	Geneve-Eaux-Vives	22	2903	131.954545
12	Geneve-Petit-Saconnex	35	10543	301.228571
13	Geneve-Plainpalais	33	6055	183.484848
14	Grand-Saconnex	11	1656	150.545455
15	Lancy	13	2669	205.307692
16	Meyrin	17	5733	337.235294
17	Onex	5	1023	204.6
18	Plan-les-Ouates	6	8977	1496.166667
19	Pregny-Chambesy	1	570	570
20	Puplinge	1	5	5
21	Satigny	4	1197	299.25
22	Thonex	2	324	162
23	Vernier	18	6002	333.444444
24	Versoix	4	1150	287.5
25	Veyrier	1	37	37

Record: 0 Show: All Selected Records (0

Attributes of InstallationClimatisation_StatsTyp2Com

OBJECTID *	COMMUNE2	FREQUENCY	SUM_PTH	MEAN_PTH
1	Carouge	4	900	225
2	Chene-Bourg	1	57	57
3	Collonge-Bellerive	1	14	14
4	Geneve-Cite	50	7438	148.76
5	Geneve-Eaux-Vives	8	1085	135.625
6	Geneve-Petit-Saconnex	7	1291	184.428571
7	Geneve-Plainpalais	13	4400	338.461538
8	Lancy	5	3817	763.4
9	Versoix	1	155	155

Record: 0 Show: All Selected Records (0

Figure 28: Résumés statistiques des typologies 1 et 2 par commune du canton de Genève

- ***Jointure attributaire des statistiques par commune et des statistiques par typologie par commune à la couche des communes SITG grâce à un modèle Builder***

Les résultats statistiques des variables (nombre d'installations, puissance thermique) sur les communes genevoises et les résultats statistiques de chaque typologie par commune peuvent être joints plus rapidement à l'aide d'un modèle qui automatise les opérations de géotraitement. Il est important de vérifier au préalable la correspondance exacte entre les noms des communes remplies dans la base de données initiale et les noms des communes de la couche SITG, sans quoi la jointure ne sera pas complète.

Le « ModelBuilder » est créé à partir d'une nouvelle « boîte à outils ». Chaque outil de géotraitement (en jaune), dans ce cas l'outil « Join Field », est relié à une table de données intrantes (en bleu), soit les résultats statistiques calculés précédemment, et à une table de données extrantes (en vert), c'est-à-dire les résultats intermédiaires et final obtenus après chaque opération de jointure (Fig. 29). On obtient ainsi une table avec les résultats statistique par commune et par typologie parmi les communes concernées (Fig. 30). Les valeurs « null » sont transformées en « 0 » pour définir qu'il n'y a pas d'installations de climatisation pour telle typologie ou telle commune et faciliter la création de cartes.

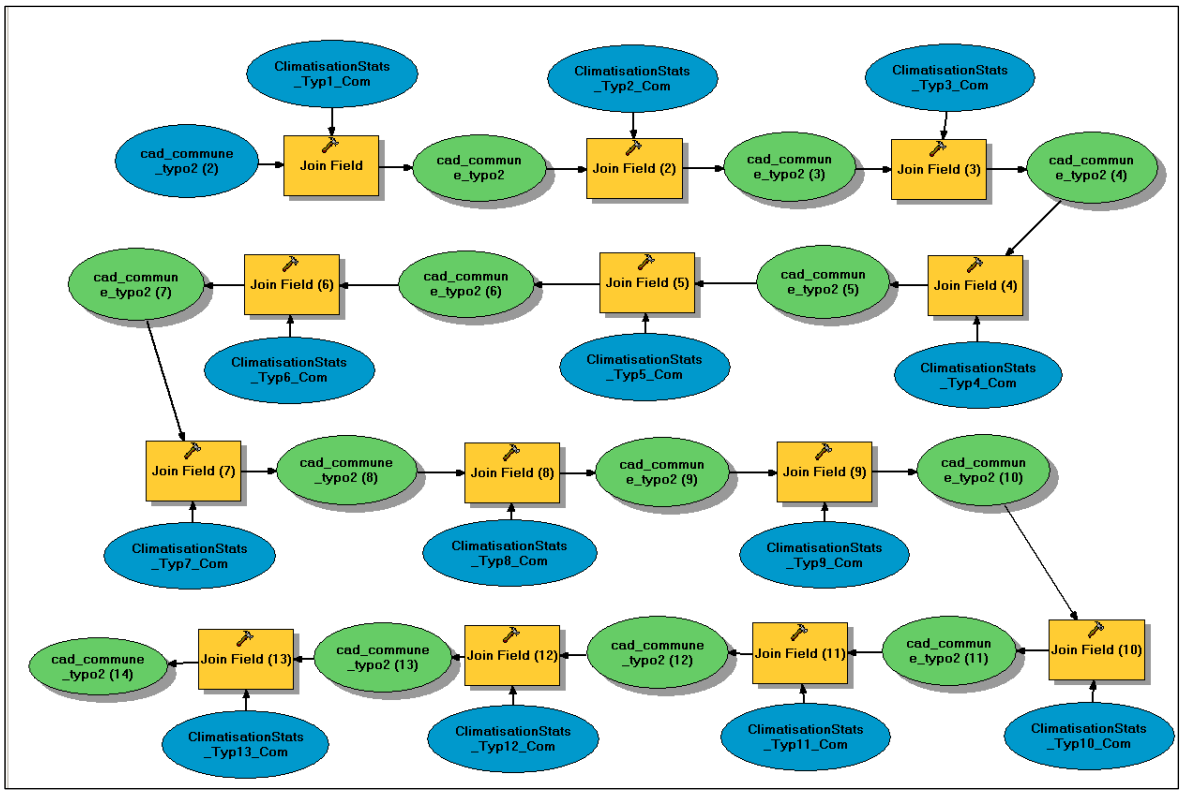


Figure 29: ModelBuilder des opérations de jointure attributaire

Attributes of cad_commune_typo

commune	no_co	abrevia	no_com_f	SHAPE	shape_Length	shape_Area	FREQ_TOT	SUM_PTH_TOT	MEAN_PTH_TOT	FREQ_T1	SUM_PTH_T1	MEAN_PTH_T1
Geneve-Cite	21	V.G.	6621	Polygon	8595.106136	3040016.873328	254	62054	244.31	77	13186	171.25
Geneve-Plainpalais	24	Pl.	6621	Polygon	14402.50471	4622576.744672	118	48281	409.16	33	6055	183.48
Geneve-Petit-Saconnex	23	P.S	6621	Polygon	16210.60394	7534894.622864	82	16305	198.84	35	10543	301.23
Meyrin	33	Mn	6630	Polygon	15943.051913	9937333.360991	60	23116	385.27	17	5733	337.24
Vernier	46	Vn	6643	Polygon	16932.653302	7687186.660168	52	15084	290.08	18	6002	333.44
Carouge	8	Ca	6608	Polygon	8992.825572	2696712.411858	50	5370	107.4	18	3008	167.11
Geneve-Eaux-Vives	22	E.V.	6621	Polygon	8703.679747	3098718.363561	47	5466	116.3	22	2903	131.95
Lancy	31	Ly	6628	Polygon	14741.267057	4773585.429295	42	14196	338	13	2669	205.31
Grand-Saconnex	26	G.S.	6623	Polygon	10034.020226	4381588.601497	36	19294	535.94	11	1656	150.55
Plan-les-Ouates	36	PLO	6633	Polygon	13027.019452	5853472.600612	31	23296	751.48	6	8977	1496.17
Collonge-Bellerive	16	C.Be	6616	Polygon	14131.270706	10692577.130405	17	10306	606.24	3	271	90.33
Cologny	17	Co	6617	Polygon	14231.900203	7432442.883098	15	702	46.8	4	489	122.25
Versoix	47	Vs	6644	Polygon	22048.905914	15149979.927862	13	1711	131.62	4	1150	287.5
Satigny	41	Sy	6638	Polygon	20674.510234	18921122.391258	13	9363	720.23	4	1197	299.25
Chene-Bougeries	12	C.Bs	6612	Polygon	11933.177602	4140559.37043	13	4836	372	4	709	177.25
Onex	34	Ox	6631	Polygon	8693.153755	2814324.380825	10	1821	182.1	5	1023	204.6
Chene-Bourg	13	C.Bg	6613	Polygon	7290.274714	1280798.889361	10	3483	348.3	1	55	55
Thonex	43	Th	6640	Polygon	13906.146591	3820289.175177	8	1266	158.25	2	324	162
Pregny-Chambesy	37	Py	6634	Polygon	11450.958101	6269100.158783	6	705	117.5	1	570	570
Bellevue	6	Bl	6606	Polygon	14100.425722	6346506.773505	5	1569	313.8	2	950	475
Meinier	32	Mr	6629	Polygon	15469.208241	6953209.272643	3	19	6.33	<Null>	<Null>	<Null>
Bernex	7	Bx	6607	Polygon	23207.365406	12953695.583739	2	60	30	<Null>	<Null>	<Null>
Perly-Certoux	35	P.C.	6632	Polygon	7387.214272	2536552.190983	2	1362	681	<Null>	<Null>	<Null>
Aire-la-Ville	1	A.V.	6601	Polygon	8187.50403	2926510.699089	2	156	78	1	14	14
Anieres	2	An	6602	Polygon	14344.623183	8771248.086506	2	83	41.5	<Null>	<Null>	<Null>
Confignon	18	Cn	6618	Polygon	10899.958409	2771905.814183	2	438	219	<Null>	<Null>	<Null>
Bardonnex	5	Ba	6605	Polygon	12285.25269	4996723.117182	2	124	62	2	124	62
Puplinge	39	Pu	6636	Polygon	8547.688855	2672085.508641	2	14	7	1	5	5
Corsier	19	Cr	6619	Polygon	12599.835317	4292611.713269	2	808	404	1	800	800
Dardagny	20	Da	6620	Polygon	17996.734054	8597209.284023	2	96	48	<Null>	<Null>	<Null>
Laconnex	30	Lx	6627	Polygon	9048.809437	3831056.64106	1	7	7	<Null>	<Null>	<Null>
Hermance	28	He	6625	Polygon	10888.443713	4905328.518608	1	7	7	<Null>	<Null>	<Null>
Avully	3	Al	6603	Polygon	11264.515699	4618251.440076	1	23	23	<Null>	<Null>	<Null>
Soral	42	Sl	6639	Polygon	12467.394149	2941902.467583	1	5	5	<Null>	<Null>	<Null>
Cartigny	9	Ct	6609	Polygon	9592.373958	4383420.103403	1	3	3	<Null>	<Null>	<Null>
Russin	40	Ru	6637	Polygon	12489.398747	4909682.912566	1	3	3	<Null>	<Null>	<Null>
Veyrier	48	Vy	6645	Polygon	13652.638989	6496793.984131	1	37	37	1	37	37
Celigny	10	Ce	6610	Polygon	20026.950397	8586469.759776	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Choulex	14	Ch	6614	Polygon	12800.600189	3908817.41508	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Avusy	4	As	6604	Polygon	12500.994216	5171930.34575	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Collex-Bossy	15	Cx	6615	Polygon	14215.722634	6887181.442649	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Gy	27	Gy	6624	Polygon	15240.139221	3286194.601928	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Vandoeuvres	45	Va	6642	Polygon	9288.61097	4419793.019215	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Presinge	38	Pr	6635	Polygon	13336.144945	4707315.379147	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Genthod	25	Gd	6622	Polygon	9667.542116	5300174.89224	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Jussy	29	Ju	6626	Polygon	18096.255696	11349652.92841	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Chancy	11	Cy	6611	Polygon	13750.002331	5381026.222836	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Troinex	44	Tr	6641	Polygon	9160.535858	3429872.896446	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 48 Selected) Options

Figure 30: Résultat des statistiques par commune (FREQ_TOT, SUM_PTH_TOT) et par typologie par commune (FREQ_T1, SUM_PTH_T1) du canton de Genève

➢ *Calcul de variables utiles à la représentation graphique*

En ce qui concerne les résultats statistiques de chaque typologie (Fig. 33), deux nouvelles variables (format Double) sont calculées à partir des statistiques sur les variables de base (nombre d'installation, dite fréquence, et puissance thermique) à l'aide des outils « Add Field » et « Field Calculator »:

- le rapport entre la fréquence d'une typologie par commune par rapport à la fréquence totale des installations dans chaque commune (Fig. 31 g., RatioFT1_FTOT), de même en termes de puissance thermique (Fig. 31 d., RatioPthT1_TOT). Les quotients calculés seront utiles pour mette en évidence le pourcentage (résultats à transformer, Fig. 32) des installations de climatisation d'une typologie dans les communes concernées ;

- la différence entre les variables statistiques totales de chaque commune et les variables statistiques par typologie dans les communes concernées (FTOT_moins_FT1, PthTOT_moins_PthT1). Les différences calculées seront nécessaires pour la représentation en camembert.

Les variables calculées sont illustrées dans la figure n°33 du résumé statistique.

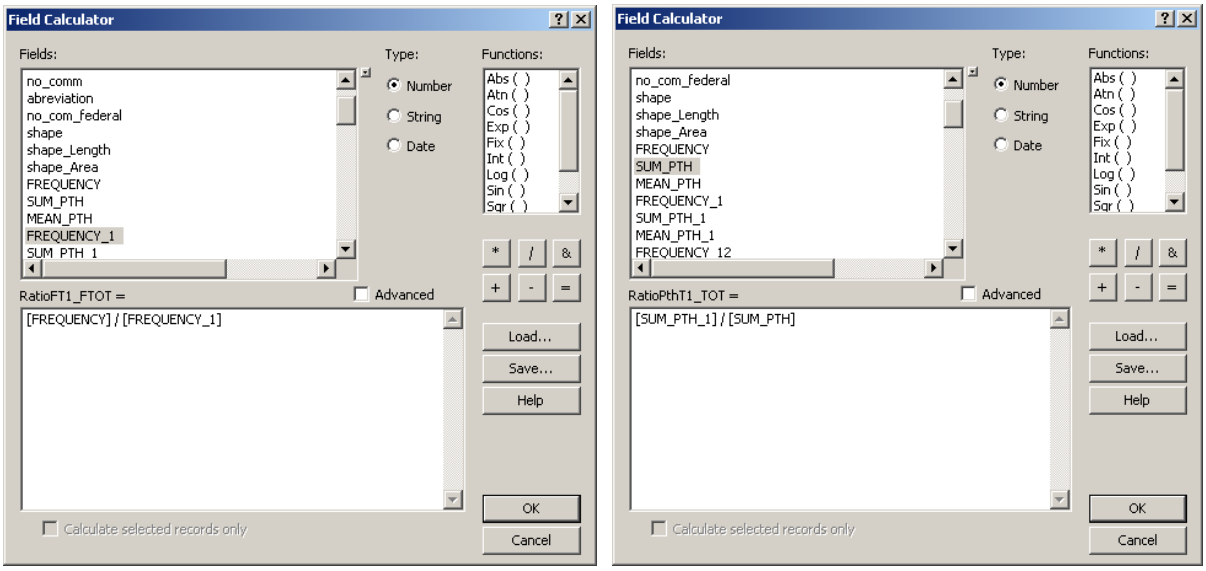


Figure 31: Calcul des rapports entre fréquence des installations de climatisation par typologie et fréquence totale par commune (g.) et entre puissance thermique des installations par typologie et puissance thermique totale par commune (d.)

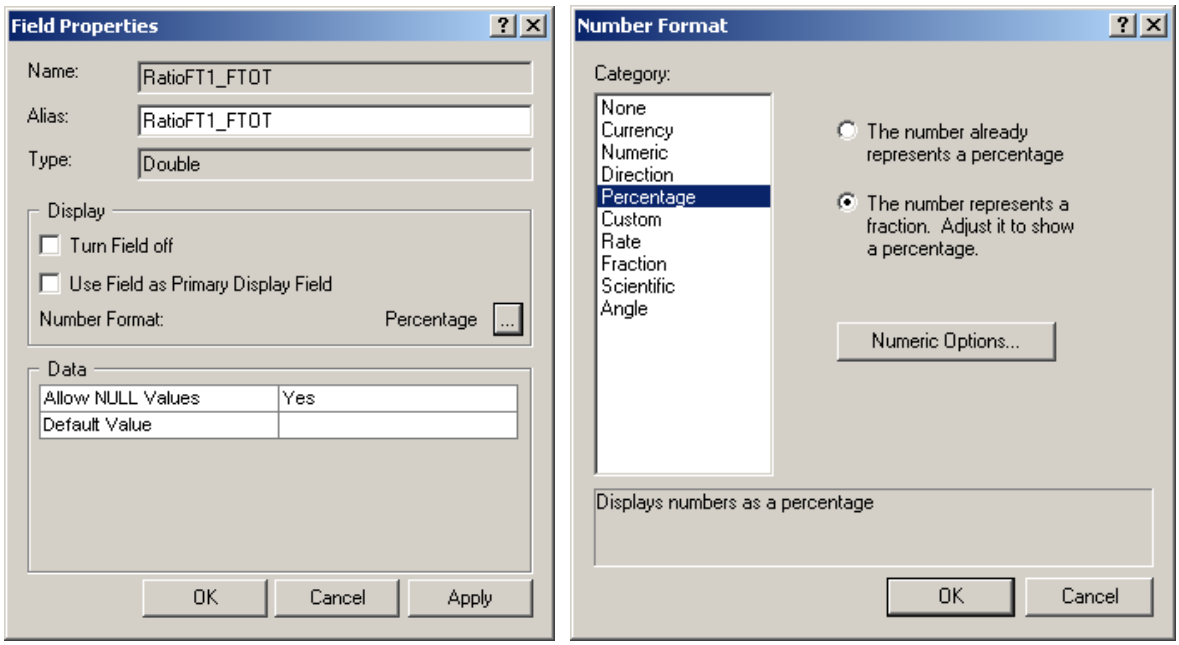
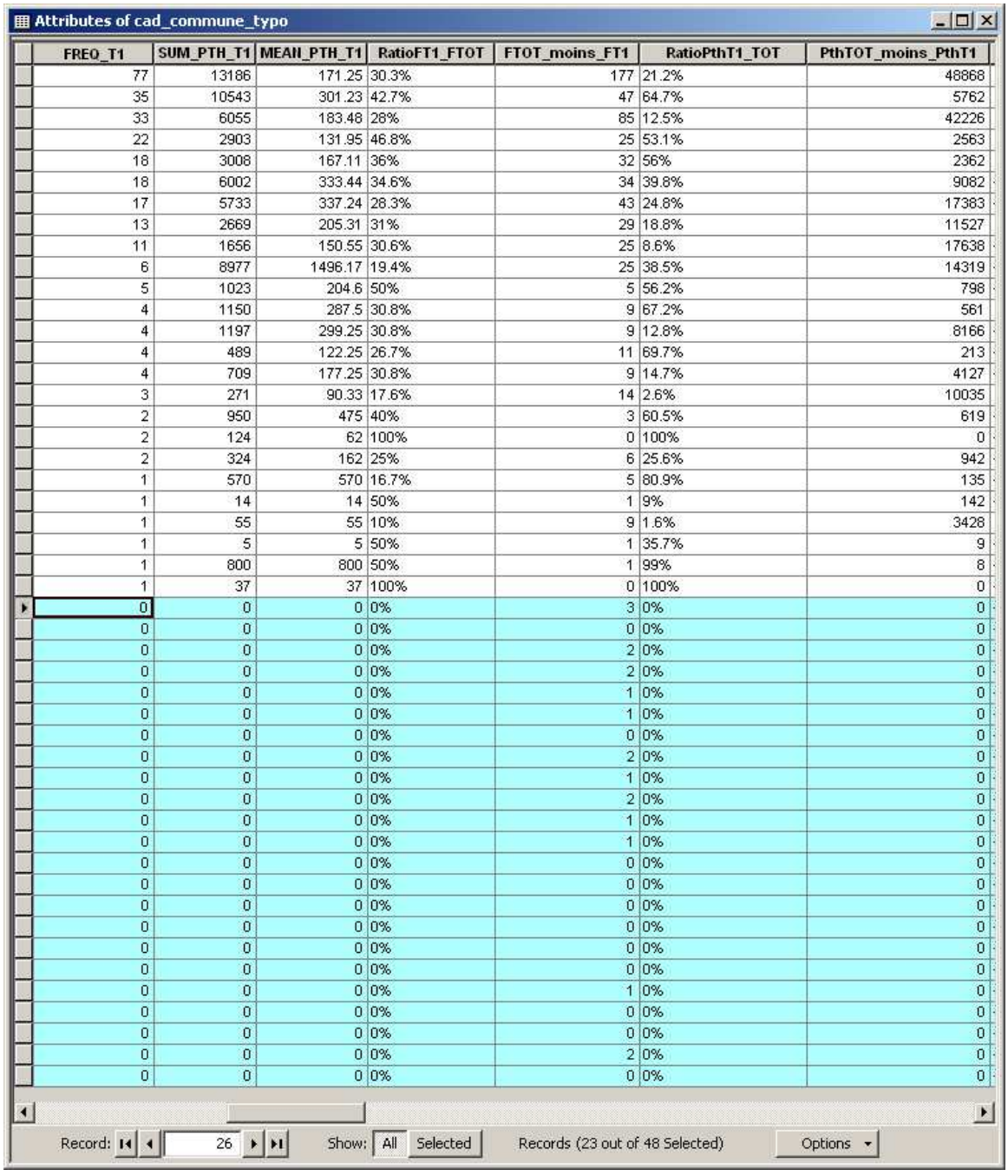


Figure 32: Transformation en pourcentage des rapports de fréquence par typologie et de fréquence totale par commune



Attributes of cad_commune_typo

FREQ_T1	SUM_PTH_T1	MEAN_PTH_T1	RatioFT1_FTOT	FTOT_moins_FT1	RatioPthT1_TOT	PthTOT_moins_PthT1
77	13186	171.25	30.3%	177	21.2%	48868
35	10543	301.23	42.7%	47	64.7%	5762
33	6055	183.48	28%	85	12.5%	42226
22	2903	131.95	46.8%	25	53.1%	2563
18	3008	167.11	36%	32	56%	2362
18	6002	333.44	34.6%	34	39.8%	9082
17	5733	337.24	28.3%	43	24.8%	17383
13	2669	205.31	31%	29	18.8%	11527
11	1656	150.55	30.6%	25	8.6%	17638
6	8977	1496.17	19.4%	25	38.5%	14319
5	1023	204.6	50%	5	56.2%	798
4	1150	287.5	30.8%	9	67.2%	561
4	1197	299.25	30.8%	9	12.8%	8166
4	489	122.25	26.7%	11	69.7%	213
4	709	177.25	30.8%	9	14.7%	4127
3	271	90.33	17.6%	14	2.6%	10035
2	950	475	40%	3	60.5%	619
2	124	62	100%	0	100%	0
2	324	162	25%	6	25.6%	942
1	570	570	16.7%	5	80.9%	135
1	14	14	50%	1	9%	142
1	55	55	10%	9	1.6%	3428
1	5	5	50%	1	35.7%	9
1	800	800	50%	1	99%	8
1	37	37	100%	0	100%	0
0	0	0	0%	3	0%	0
0	0	0	0%	0	0%	0
0	0	0	0%	2	0%	0
0	0	0	0%	2	0%	0
0	0	0	0%	1	0%	0
0	0	0	0%	1	0%	0
0	0	0	0%	0	0%	0
0	0	0	0%	2	0%	0
0	0	0	0%	1	0%	0
0	0	0	0%	2	0%	0
0	0	0	0%	1	0%	0
0	0	0	0%	1	0%	0
0	0	0	0%	0	0%	0
0	0	0	0%	0	0%	0
0	0	0	0%	0	0%	0
0	0	0	0%	0	0%	0
0	0	0	0%	0	0%	0
0	0	0	0%	0	0%	0
0	0	0	0%	1	0%	0
0	0	0	0%	0	0%	0
0	0	0	0%	0	0%	0
0	0	0	0%	2	0%	0
0	0	0	0%	0	0%	0

Record: 26 Show: All Selected Records (23 out of 48 Selected) Options

Figure 33: Résultats des rapports et des soustractions effectuées sur les fréquences et puissances thermiques par typologie et par commune

Partie 5 : Contrôle de qualité de la base de donnée

En effectuant la carte des puissances thermiques par secteur avec les installations ayant les plus grandes puissances nominales, nous nous sommes aperçus que deux installations majeures étaient mal placées (ID 171 et 310 pour la même entreprise + ID 177). Suite à cela, une vérification a été effectuée sur les adresses et données physiques des installations de plus de 1'000 kW (environ 50 installations) et d'une partie des installations de moins de 1'000 kW (50 également) via un tirage aléatoire à l'aide de la fonction randbetween (1-911). Ce tirage a ensuite été soumis à deux tests pour, dans un premier temps, éliminer du tirage les installations de plus de 1'000 kW puis, dans un deuxième temps, éliminer les installations déjà tirées préalablement. Les modifications effectuées sur les deux catégories d'installations nous permettent d'avoir une estimation du taux d'erreur des données. Une mauvaise attribution d'adresse avait été effectué pour trois installations sur 50 des moins de 1'000 kW_{th} et pour deux installations sur 50 des plus de 1000 kW_{th}. Par conséquent 5 installations sur les 100 ayant été soumises à vérification étaient mal placées, ce qui correspond donc à un taux d'erreur de l'ordre de 5%.

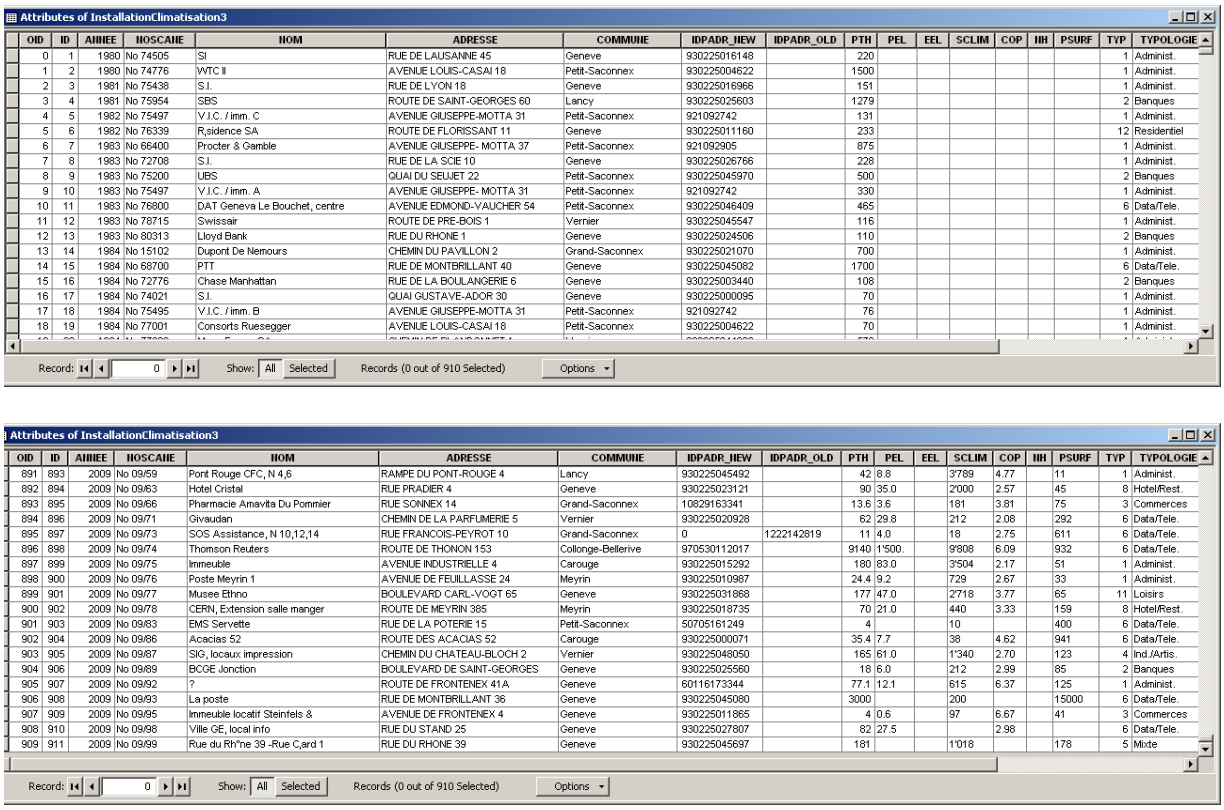
Par conséquent, l'ensemble des procédés expliqués dans la partie méthodologie de ce travail ont du être refaits, à partir de la modification de la base de données, en passant par le calcul statistique des variables par adresse, secteur et commune et les nombreuses jointures attributaires et spatiales, pour finir par la création des cartes ajustées. Une alternative aurait été de sélectionner les adresses valides dans les couches clim_adr_active et clim_adr_archive pour créer deux nouvelles couches qui ne possèdent pas les adresses à supprimer, puis de créer deux autres couches représentant la jointure entre les nouvelles adresses de la table de la base de données initiale et les couches *cad_adresse* et *cad_adresse_archive*. Cependant, dans un souci de justesse des résultats à obtenir, les procédures initiales d'insertion de la base de données et de jointure avec les couches *cad_adresse* et *cad_adresse_archive* puis d'exportation des données ont été renouvelées.

Au travers de ce contrôle de la base de données, nous avons pu mettre en évidence certains problèmes. Tout d'abord, la question de la fiabilité des données concernant l'adresse des installations. Faut-il se fier au registre du commerce ou autres registres disponibles ou préconiser avant tout les informations fournies dans les fiches de synthèse des requêtes d'autorisation et les formulaires de « preuve du besoin pour réfrigération/ humidification » ? De plus, des incertitudes dans l'attribution des adresses résident également en raison du fait que la base de données ait été manipulée par plusieurs personnes et que certaines incohérences sont ainsi mises en exergue.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Partie 1: Préparation et insertion des données

La préparation des données explicitée dans le chapitre 2 de ce travail permet ensuite d'insérer les données complétées dans le logiciel ArcGIS en tant que table non géoréfencée.



Attributes of InstallationClimatisation3

OID	ID	ANNEE	NOSCANE	NOM	ADRESSE	COMMUNE	IDPADR_NEW	IDPADR_OLD	PTH	PEL	EEL	SCLIM	COP	NH	PSURF	TYP	TYPOLOGIE
0	1	1980	No 74505	SI	RUE DE LAUSANNE 45	Geneve	930225016148		220							1	Administ.
1	2	1980	No 74776	WTC II	AVENUE LOUIS-CASAI 18	Petit-Saconnex	930225004622		1500							1	Administ.
2	3	1981	No 75438	S.I.	RUE DE LYON 18	Geneve	930225016966		151							1	Administ.
3	4	1981	No 75954	SBS	ROUTE DE SAINT-GEORGES 60	Lancy	930225025603		1279							2	Banques
4	5	1982	No 75497	V.I.C. / imm. C	AVENUE GIUSEPPE-MOTTA 31	Petit-Saconnex	921092742		131							1	Administ.
5	6	1982	No 76339	R,sidence SA	ROUTE DE FLORISSANT 11	Geneve	930225011160		233							12	Residentiel
6	7	1983	No 66400	Procter & Gamble	AVENUE GIUSEPPE- MOTTA 37	Petit-Saconnex	921092905		875							1	Administ.
7	8	1983	No 72708	S.I.	RUE DE LA SCIE 10	Geneve	930225026766		228							1	Administ.
8	9	1983	No 75200	UBS	QUAI DU SEUJET 22	Petit-Saconnex	930225045970		500							2	Banques
9	10	1983	No 75497	V.I.C. / imm. A	AVENUE GIUSEPPE- MOTTA 31	Petit-Saconnex	921092742		330							1	Administ.
10	11	1983	No 76800	DAT Geneva Le Bouchet, centre	AVENUE EDMOND-VAUCHER 54	Petit-Saconnex	930225046409		465							6	Data/Tele.
11	12	1983	No 78715	Swissair	ROUTE DE PRE-BOIS 1	Vernier	930225045547		116							1	Administ.
12	13	1983	No 80313	Lloyd Bank	RUE DU RHONE 1	Geneve	930225024506		110							2	Banques
13	14	1984	No 15102	Dupont De Nemours	CHEMIN DU PAVILLON 2	Grand-Saconnex	930225021070		700							1	Administ.
14	15	1984	No 68700	PTT	RUE DE MONTBRILLANT 40	Geneve	930225045082		1700							6	Data/Tele.
15	16	1984	No 72776	Chase Manhattan	RUE DE LA BOULANGERIE 6	Geneve	930225003440		108							2	Banques
16	17	1984	No 74021	S.I.	QUAI GUSTAVE-ADOR 30	Geneve	930225000095		70							1	Administ.
17	18	1984	No 75495	V.I.C. / imm. B	AVENUE GIUSEPPE-MOTTA 31	Petit-Saconnex	921092742		76							1	Administ.
18	19	1984	No 77001	Consorts Ruesegger	AVENUE LOUIS-CASAI 18	Petit-Saconnex	930225004622		70							1	Administ.

Record: 0 | Show: All | Selected | Records (0 out of 910 Selected) | Options

Attributes of InstallationClimatisation3

OID	ID	ANNEE	NOSCANE	NOM	ADRESSE	COMMUNE	IDPADR_NEW	IDPADR_OLD	PTH	PEL	EEL	SCLIM	COP	NH	PSURF	TYP	TYPOLOGIE
891	893	2009	No 09/59	Pont Rouge CFC, N 4,6	RAMPE DU PONT-ROUGE 4	Lancy	930225045492		42	8.8		3'789	4.77		11	1	Administ.
892	894	2009	No 09/63	Hotel Cristal	RUE PRADIER 4	Geneve	930225023121		90	35.0		2'000	2.57		45	8	Hotel/Rest.
893	895	2009	No 09/66	Pharmacie Amavita Du Pommier	RUE SONNEX 14	Grand-Saconnex	10829163341		13.6	3.6		181	3.81		75	3	Commerces
894	896	2009	No 09/71	Givaudan	CHEMIN DE LA PARFUMERIE 5	Vernier	930225020928		62	29.8		212	2.08		292	6	Data/Tele.
895	897	2009	No 09/73	SOS Assistance, N 10,12,14	RUE FRANCOIS-PEYROT 10	Grand-Saconnex	0	1222142819	11	4.0		18	2.75		611	6	Data/Tele.
896	898	2009	No 09/74	Thomson Reuters	ROUTE DE THONON 153	Collonge-Bellerive	970530112017		9140	1'500.		9'808	6.09		932	6	Data/Tele.
897	899	2009	No 09/75	Immeuble	AVENUE INDUSTRIELLE 4	Carouge	930225015292		180	83.0		3'504	2.17		51	1	Administ.
898	900	2009	No 09/76	Poste Meyrin 1	AVENUE DE FEUILLASSE 24	Meyrin	930225010987		24.4	9.2		729	2.67		33	1	Administ.
899	901	2009	No 09/77	Musee Ethno	BOULEVARD CARL-VOGT 65	Geneve	930225031868		177	47.0		2'718	3.77		65	11	Loisirs
900	902	2009	No 09/78	CERN, Extension salle manger	ROUTE DE MEYRIN 385	Meyrin	930225018735		70	21.0		440	3.33		159	8	Hotel/Rest.
901	903	2009	No 09/83	EMS Servette	RUE DE LA POTERIE 15	Petit-Saconnex	50705161249		4			10			400	6	Data/Tele.
902	904	2009	No 09/86	Acacias 52	ROUTE DES ACACIAS 52	Carouge	930225000071		35.4	7.7		38	4.62		941	6	Data/Tele.
903	905	2009	No 09/87	SIG, locaux impression	CHEMIN DU CHATEAU-BLOCH 2	Vernier	930225048050		165	61.0		1'340	2.70		123	4	Ind./Artis.
904	906	2009	No 09/89	BCGE Jonction	BOULEVARD DE SAINT-GEORGES	Geneve	930225025560		18	6.0		212	2.99		85	2	Banques
905	907	2009	No 09/92	?	ROUTE DE FRONTENEX 41A	Geneve	60116173344		77.1	12.1		615	6.37		125	1	Administ.
906	908	2009	No 09/93	La poste	RUE DE MONTBRILLANT 36	Geneve	930225045080		3000			200			15000	6	Data/Tele.
907	909	2009	No 09/95	Immeuble locatif Steinfels &	AVENUE DE FRONTENEX 4	Geneve	930225011865		4	0.6		97	6.67		41	3	Commerces
908	910	2009	No 09/98	Ville GE, local info	RUE DU STAND 25	Geneve	930225027807		82	27.5			2.98			6	Data/Tele.
909	911	2009	No 09/99	Rue du Rh^ne 39 -Rue C,ard 1	RUE DU RHONE 39	Geneve	930225045697		181			1'018			178	5	Mixte

Record: 0 | Show: All | Selected | Records (0 out of 910 Selected) | Options

Figure 34: Extraits de la table non géoréférencée des installations de climatisation

Partie 2 : Cartographie thématique par plages de valeurs de variables statistiques (nombre d'installations, puissance thermique)

Carte des installations de climatisation sur le canton de Genève (Fig. 35)

La jointure attributaire de notre base de données sous ArcGIS ainsi que l'opération d'assemblage des couches d'adresses actives et archivées nous permet de géolocaliser les installations de climatisation sur le territoire genevois.

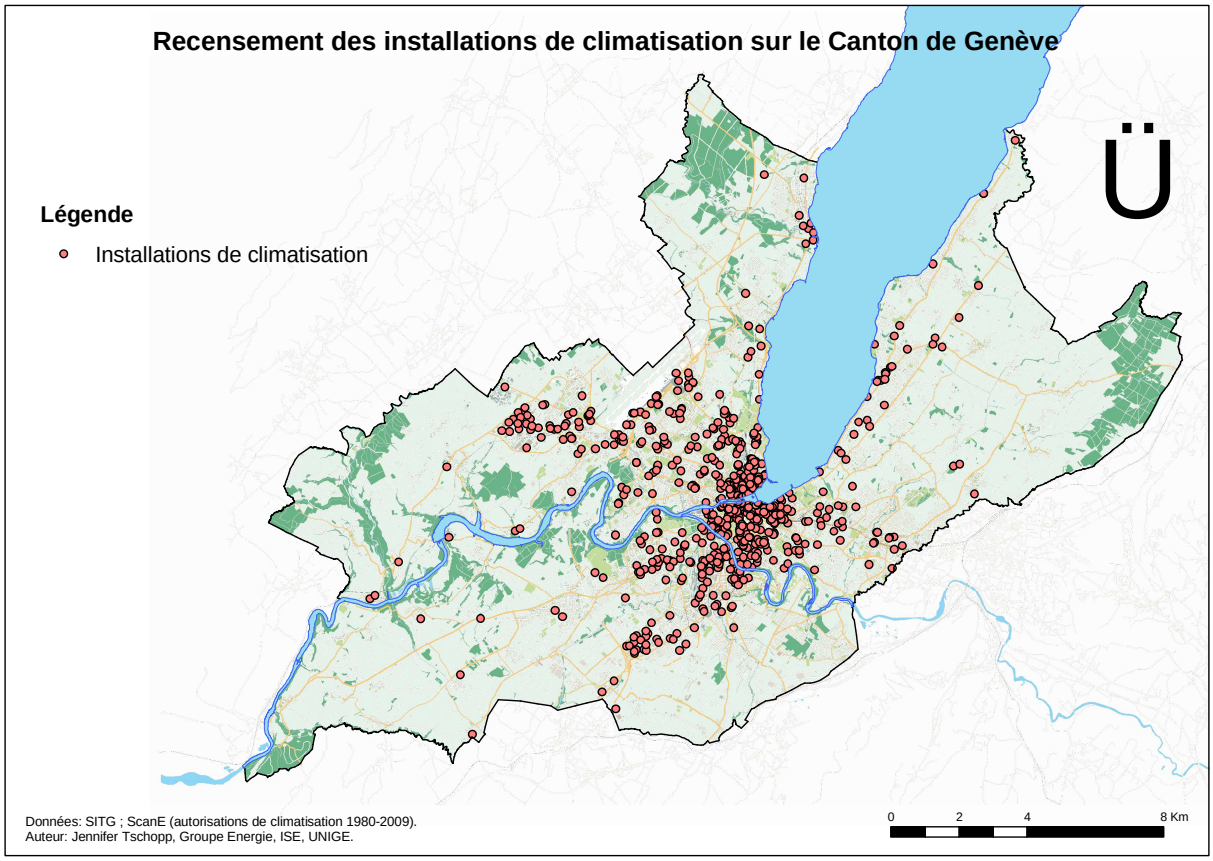


Figure 35: Les installations de climatisation sur le territoire genevois

Carte du nombre d'installations de climatisation par secteur (Fig. 36)

Quelques observations peuvent être faites à partir de cette carte dédiée au nombre d'installations de climatisation sur le territoire genevois. Notons que 231 secteurs sur les 475 secteurs du canton de Genève sont desservis par des installations de climatisations déclarées, soit près de la moitié d'entre eux (cf. table attributaire de cette couche), ce qui concerne 314'659 habitants des secteurs possédant des installations déclarées sur les 464'412 habitants de l'ensemble des secteurs (149'753 habitants pour les secteurs non concernés) (cf. couche *sitg.ocs_pop_secteur*). Tout d'abord, la ville de Genève est particulièrement sujette à de nombreuses installations, jusqu'à 30 suivant les zones, d'où la volonté de créer le projet GLU. Une forte concentration d'installations est également observable au sud-est dans le secteur « ZIPLO », zone industrielle de la commune de Plan-les-Ouates et, dans une moindre mesure, au sud de l'Arve dans le secteur Acacias-Etoile de la commune de Carouge. Un certains nombre d'installations est présent sur le secteur de Palexpo de la commune du Grand-Saconnex. Un

nombre non négligeable d'installations se situe, entre autres, sur les communes de Vernier, Meyrin, Satigny et Collonge-Bellerive.

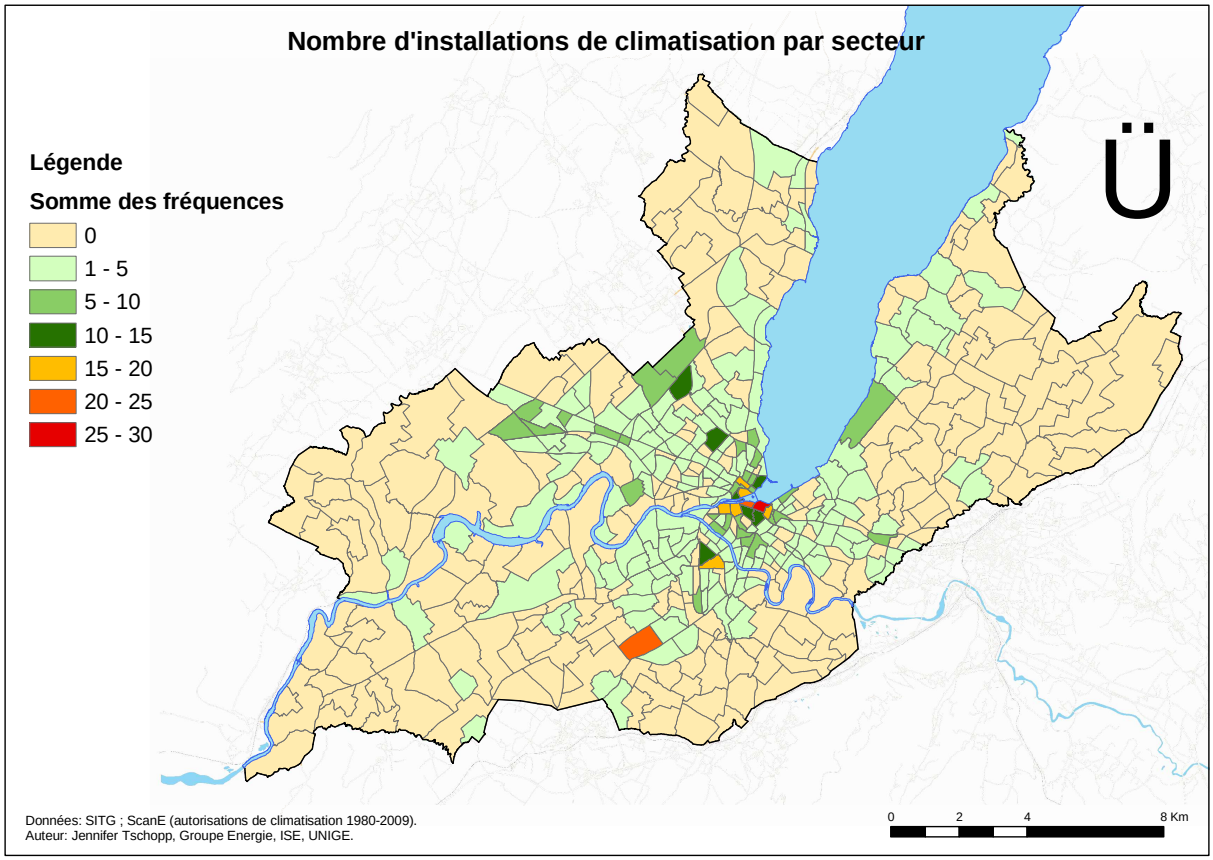


Figure 36: Nombre d'installations de climatisation par secteur du canton de Genève

Carte des puissances thermiques par secteur liées aux installations de climatisation (Fig. 37)

En regardant à présent la carte des puissances thermiques par secteur du canton de Genève, nous pouvons comprendre avec la carte précédente des fréquences par secteur, que la ville même de Genève possède, certes, de nombreuses installations de climatisation mais que celles-ci ont plutôt des faibles à moyennes puissances thermiques, à l'exception surtout du secteur Boissonnas mais aussi des secteurs des Rues-Basses, de l'Hôpital de Champel et de Montbrillant. En revanche, la partie au Nord dans la zone de l'aéroport possède relativement peu d'installations mais de fortes puissances thermiques, un élément certainement déclencheur de la volonté de création du projet GLA, point sur lequel nous reviendrons plus tard. Ces fortes puissances se retrouvent plus particulièrement dans les secteurs de Palexpo et Zimeysa-Montfleury avec 15 à 20 MW de puissances thermiques, puis les secteurs Zimeysa-Pré-Bouvier et Zimeysa-Bergère avec 5 à 10 MW et ensuite Meyrin-village et Blandonnet avec tous deux des puissances thermiques situées entre 4 et 5 MW.

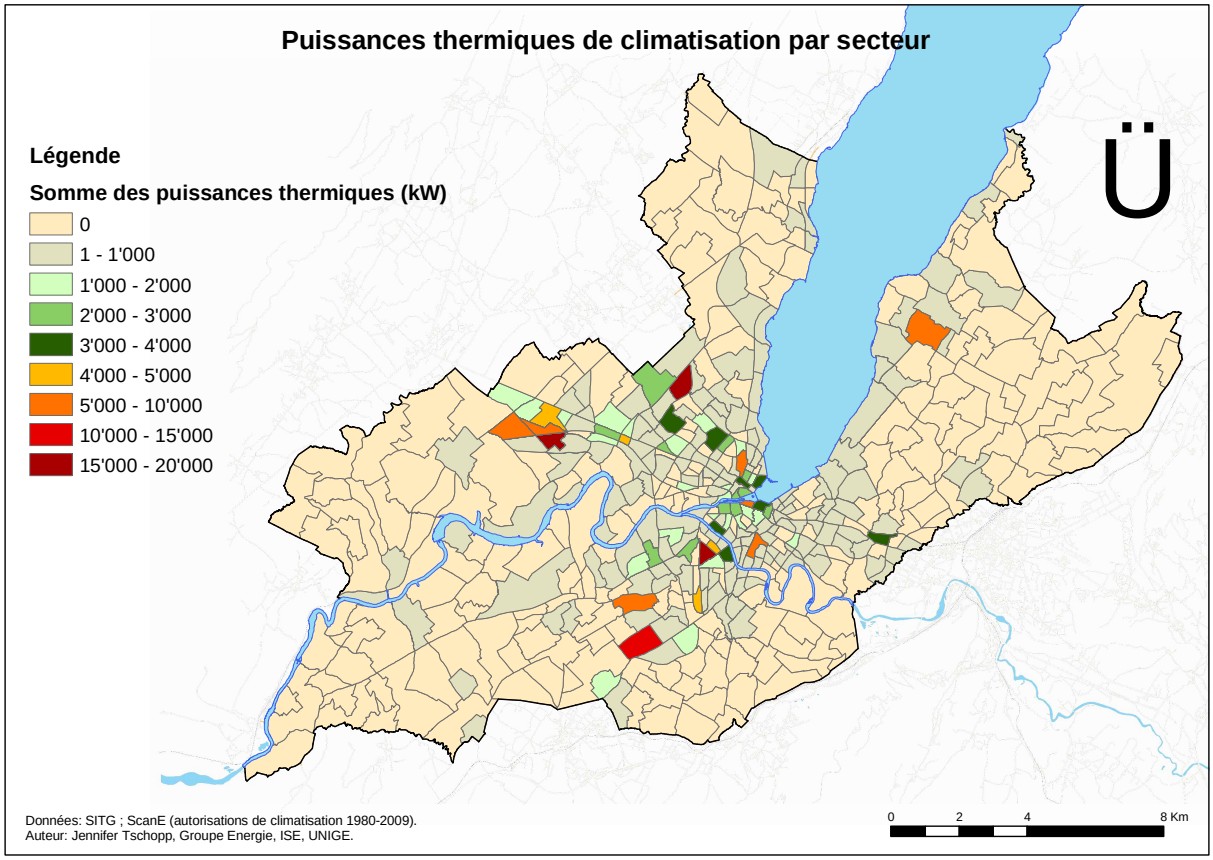


Figure 37: Puissances thermiques de climatisation par secteur du canton de Genève

Cartes des puissances thermiques par secteur avec les installations de climatisation individuelles de plus de 2 MW et carte montrant uniquement les installations dès 1 MW (Fig. 38 et 39)

Cette carte démontre l'emplacement des installations de climatisation individuelles possédant les plus importantes puissances thermiques. Nous constatons qu'il existe deux axes majeurs de fortes puissances thermiques, à savoir un axe oblique NE-SO entre la ville de Genève et la commune de Plan-les-Ouates et un autre horizontal entre les communes de Satigny à l'Ouest et du Grand-Saconnex à l'Est. Ces axes pourront donc servir de base en tant que proposition d'étendue géographique des réseaux d'alimentation en froid à partir d'eau du lac Léman à mettre en place pour les projets GLU et GLA. Une seule installation se situe en dehors de ces axes, sur la commune de Collonge-Bellerive.

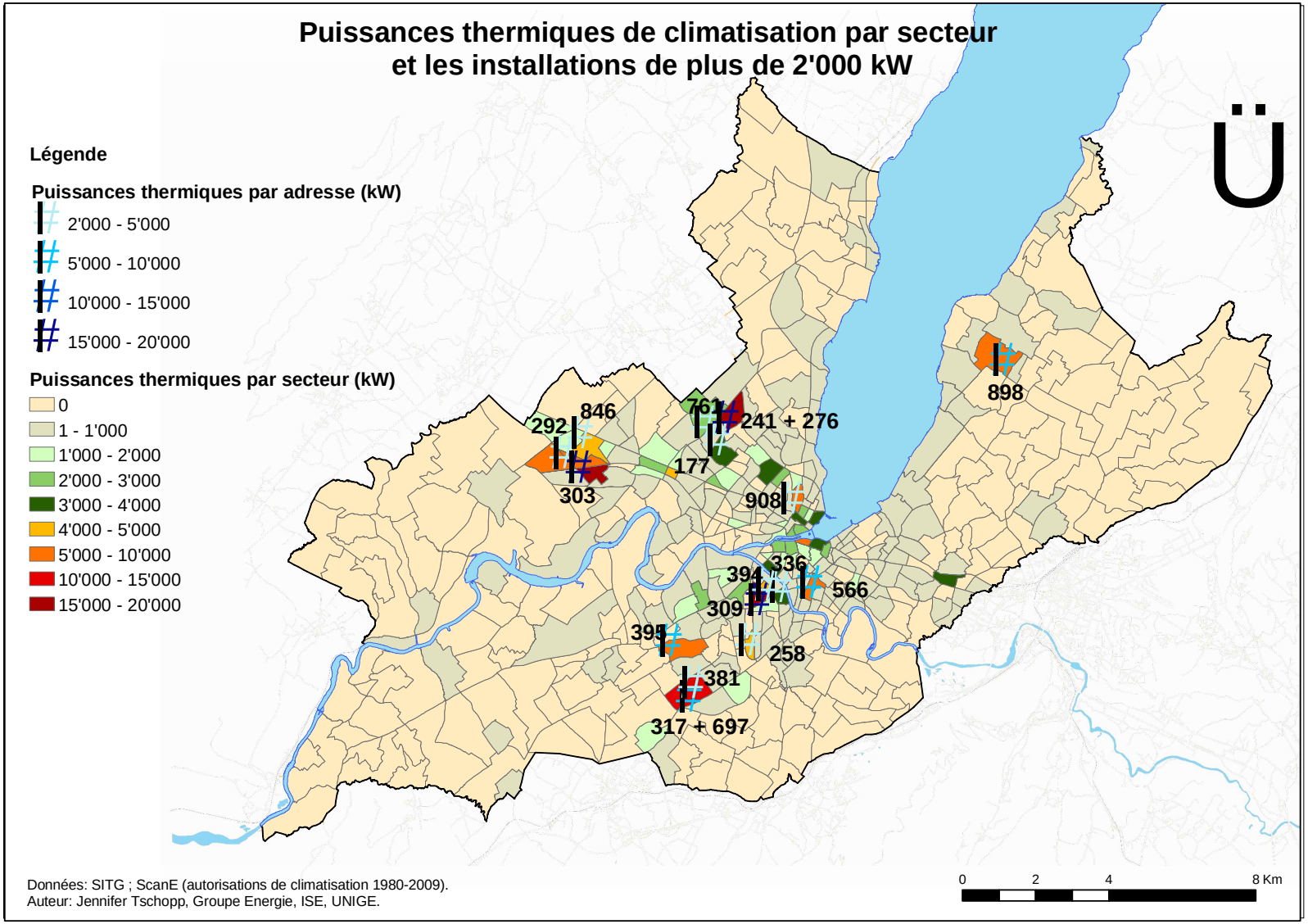


Figure 38: Puissances thermiques des installations de climatisation par secteur du canton de Genève et les installations de climatisation à plus de 2 MW thermique

(les numéros correspondent à l'identifiant de l'installation de climatisation dans le fichier Excel)

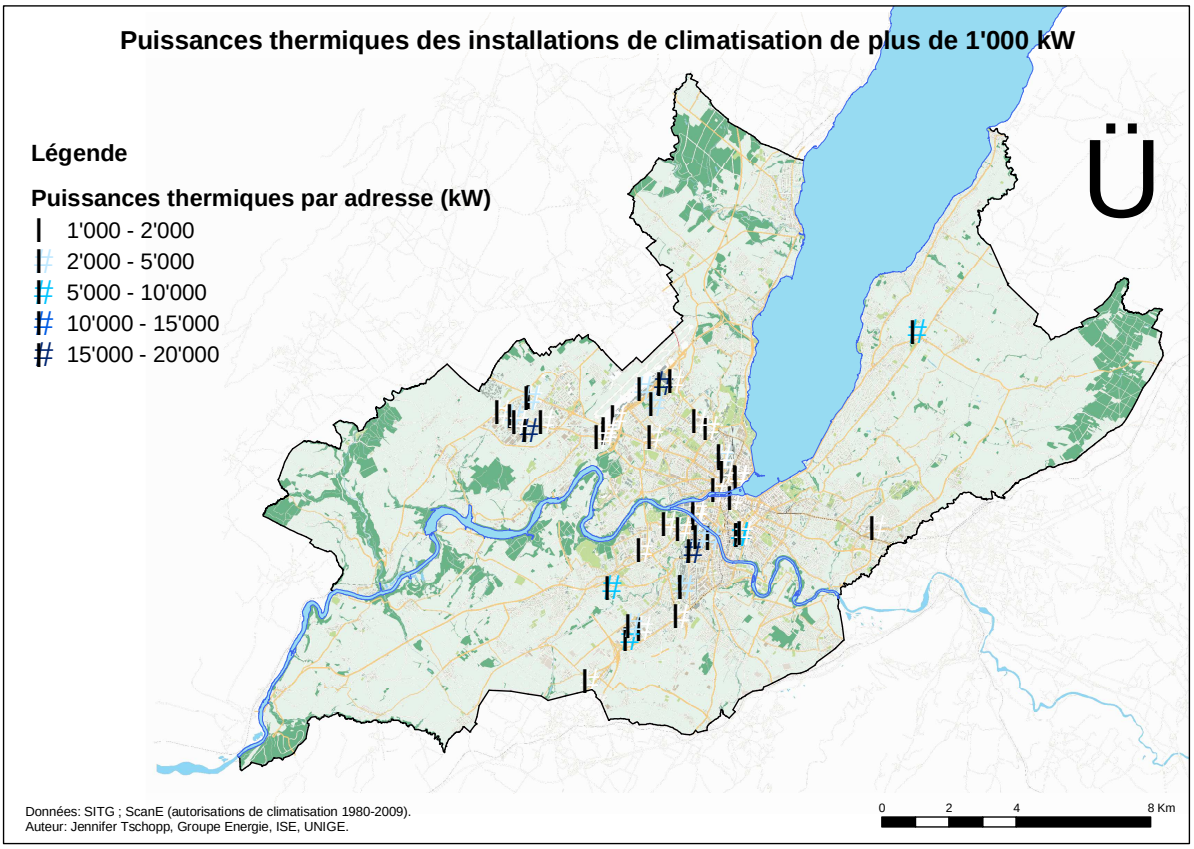


Figure 39: Installations de climatisation de plus de 1 MW thermique

<u>Carte des puissances thermiques par secteur avec les installations de climatisation individuelles majeures dans la zone du projet GLU (Fig. 40)</u>

Tel que nous l'avons déclaré auparavant, nous pouvons remarquer la multitude d'installations de climatisation possédant une puissance thermique supérieure à 1'000 kW en ville de Genève et alentours. Une installation de grande puissance thermique se démarque, il s'agit d'un centre de télécommunication situé au sud de l'Arve (16'800 kW). Par ailleurs, de fortes puissances thermiques sont également localisées dans la commune de Plan-les-Ouates (ID 381 à 2'600 kW_{th} ; ID 826 à 1'200 kW_{th} ; ID 317 à 2100 kW_{th} et ID 696 à 3'000 kW_{th} pour la même entreprise), et dans le secteur de Montbrillant. Des banques, services financiers, de transport, d'éduction ou de sécurité, laboratoires, commerces, hôtels et organisations internationales constituent les entreprises aux installations les plus importantes en termes de puissances thermiques. La diffusion de ces cartes implique que les noms des entreprises n'y figurent pas mais le numéro identifiant d'autorisation des installations permet de les retrouver en cas de besoin.

Puissances thermiques de climatisation par secteur et les installations de plus de 1'000 kW dans la zone Sud du Canton

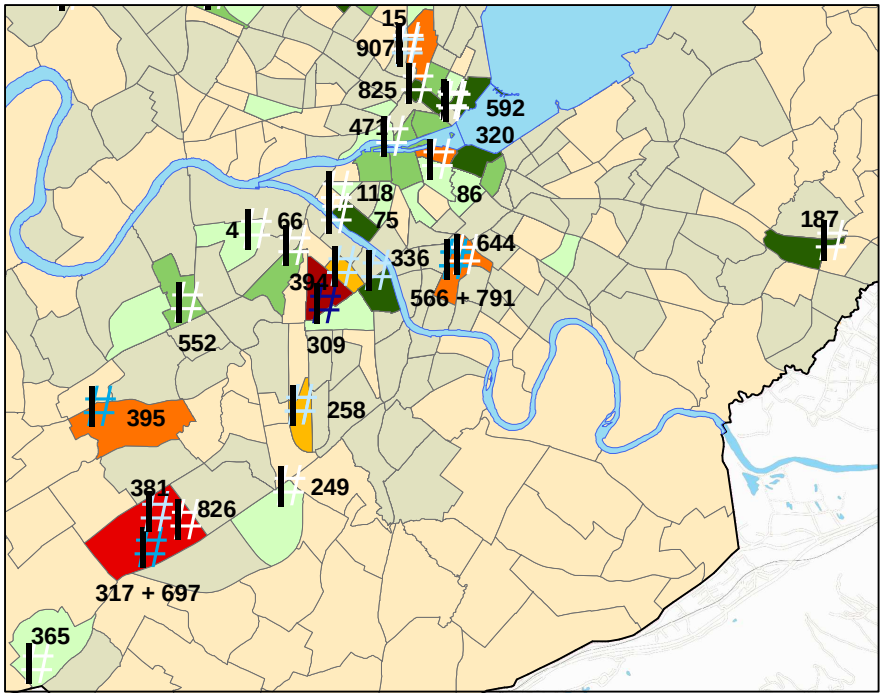
Légende

Puissances thermiques par adresse (kW)

- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000
- 10'000 - 15'000
- 15'000 - 20'000

Puissances thermiques par secteur (kW)

- 0
- 1 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 3'000
- 3'000 - 4'000
- 4'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000
- 10'000 - 15'000
- 15'000 - 20'000



Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.

0 0.5 1 2 Km

Figure 40: Puissances thermiques de climatisation par secteur du canton de Genève et les installations de plus de 1 MW thermique dans la zone du projet GLU ***(numéros identifiants de l'installation)***

Carte des puissances thermiques par secteur avec les installations de climatisation individuelles majeures dans la zone du projet GLA (Fig. 41)

Les installations de climatisation possédant les plus grandes puissances thermiques sont celles situées dans le secteur de Palexpo (15'100 kW_{th}) et sur la commune de Meyrin (centre de télécommunication de 18'375 kW_{th}). Ensuite, le reste des installations se situe entre 2 et 5 MW (ID 846 à 3'390 kW_{th} ; ID 292 à 3'700 kW_{th} ; ID 761 à 2'760 kW_{th} ; ID 177 à 3'500 kW_{th}) ou entre 1 et 2 MW (ID 580 à 1'300 kW_{th}, ID 366 à 1'500 kW_{th}, etc.). Rappelons que les chiffres énoncés ne reflètent pas nécessairement les données réelles mais bien les données fournies au moment de la demande d'autorisation des installations de climatisation. Des commerces, hôtels, centres administratifs et organisations internationales, laboratoires et usines industrielles représentent les entreprises possédant des installations de climatisation ayant les plus grandes puissances thermiques.

Puissances thermiques de climatisation par secteur et les installations de plus de 1'000 kW dans la zone Nord du Canton

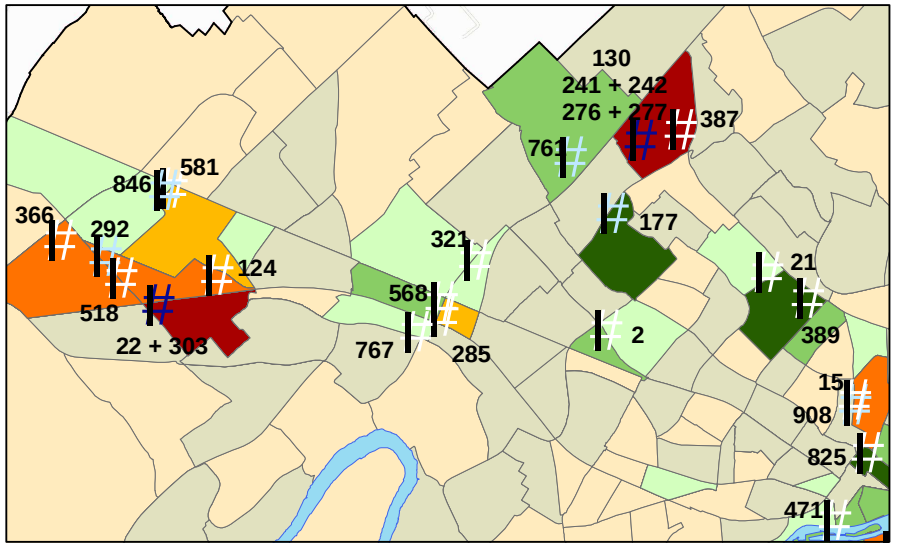
Légende

Puissances thermiques par adresse (kW)

- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000
- 10'000 - 15'000
- 15'000 - 20'000

Puissances thermiques par secteur (kW)

- 0
- 1 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 3'000
- 3'000 - 4'000
- 4'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000
- 10'000 - 15'000
- 15'000 - 20'000



Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.

0 0.5 1 2Km

Figure 41: Puissances thermiques de climatisation par secteur du canton de Genève et les installations de plus de 1 MW thermique dans la zone du projet GLA ***(numéros identifiants de l'installation)***

Partie 3 : Cartographie thématique par plages de valeurs d'une variable non statistique (typologie)

Carte de fréquences des installations de climatisation par secteur en lien avec les datacenters et centres de télécommunication (Fig. 42)

Cette carte nous permet d'appréhender les secteurs du canton de Genève où les installations de climatisation liées à la présence de datacenters et centres de télécommunication sont localisées. Nous remarquons que les climatisations pour ce type d'usage est particulièrement présent sur de nombreuses communes du canton de Genève, telles que Carouge, Grand-Saconnex, Vernier, Plan-les-Ouates, et dans une moindre mesure, sur les communes de Collonge-Bellerive, Versoix, Meyrin, Carouge, Thônex et Chêne-Bourg. Cepenant, le nombre d'installations de ce type par secteur reste faible.

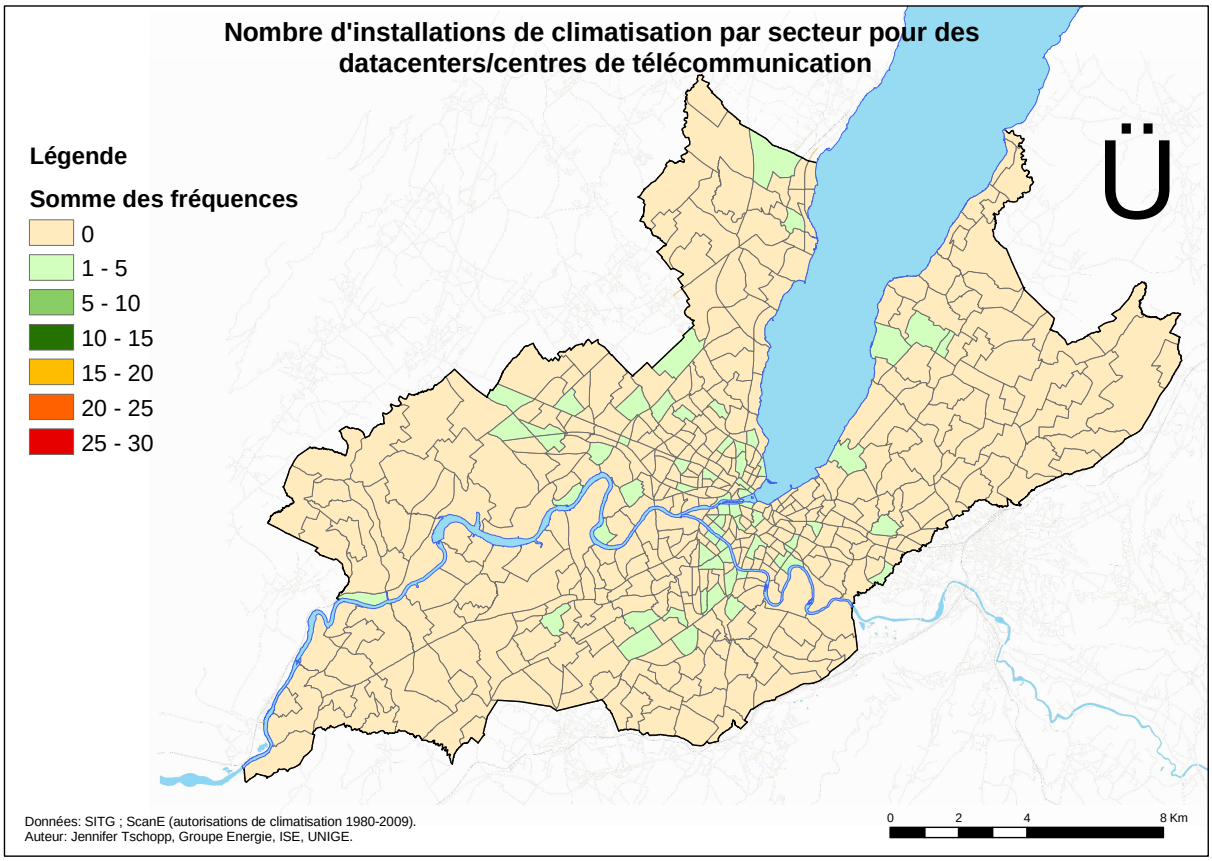


Figure 42 : Nombre d'installations de climatisation par secteur du canton de Genève en lien avec les datacenters et centres de télécommunication

Carte des puissances thermiques par secteur requises pour les installations de climatisation liées aux datacenters et centres de télécommunication (Fig. 43)

Concernant les installations de climatisation liées aux datacenters et centres de télécommunication, nous remarquons qu'il existe une discordance entre le nombre d'installation, relativement faible, sur le territoire genevois et les puissances thermiques des installations, qui peuvent être particulièrement élevées en ce qui concerne l'usage des climatisations pour refroidir des locaux possédant des datacenters ou centres de

télécommunication. Les puissances thermiques les plus grandes se situent à l'extrême Sud-Ouest de la Ville de Genève et dans le secteur Zimeysa-Montfleury de la commune de Meyrin (entre 15 et 20 MW) puis dans les secteurs de la Pallanterie et de ZIPLO (5 à 10 MW) des communes respectives de Collonge-Bellerive et de Plan-les-Ouates. Une installation de puissance thermique moyenne est également présente en ville et les puissances thermiques faibles se situent dans les mêmes communes que celles ayant une à deux installations comme citées précédemment.

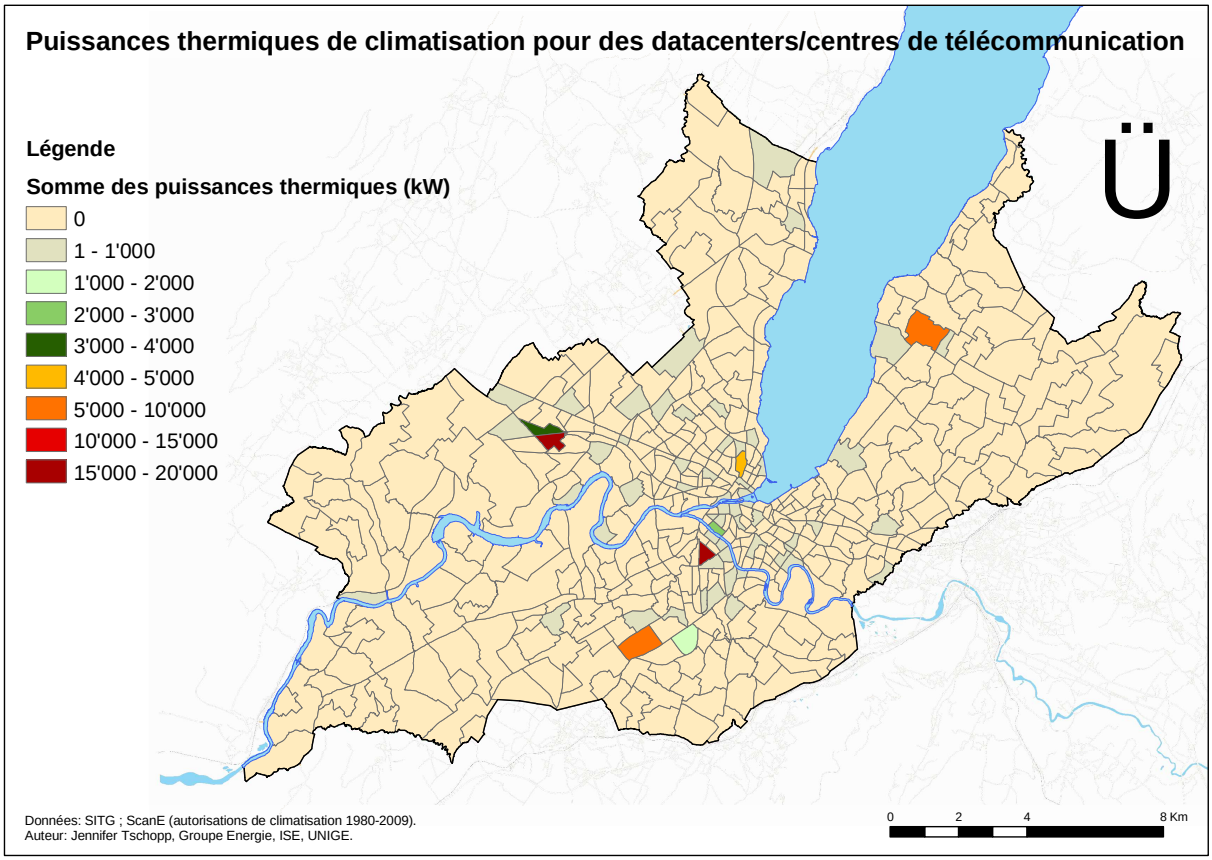


Figure 43 : Puissances thermiques des installations de climatisation par secteur du canton de Genève en lien avec les datacenters

Carte du nombre d'installations de climatisation par secteur de typologie autres que les datacenters et centres de télécommunication (Fig. 44)

Les installations de climatisation en lien avec l'ensemble des typologies, à l'exception des datacenters, sont particulièrement concentrées dans la ville de Genève, dans les secteurs ZIPLO, Palexpo et Acacias-Etoile des communes respectives de Plan-les-Ouates, du Grand-Saconnex et de Carouge.

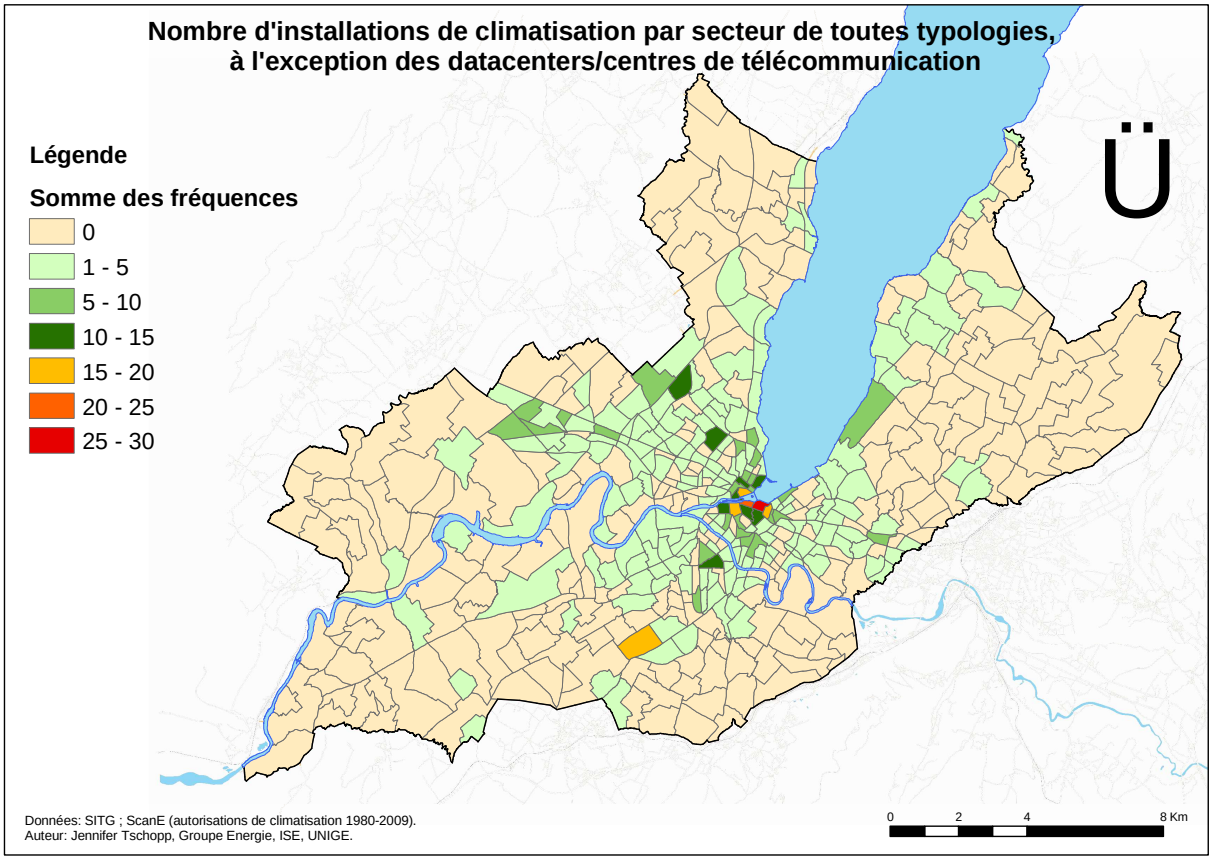


Figure 44: Nombre d'installations de climatisation par secteur du canton de Genève en lien avec les typologies autres que les datacenters

Carte des puissances thermiques des installations de climatisation par secteur de typologie autres que les datacenters et centres de télécommunication (Fig. 45)

Nous constatons que le secteur ayant la plus forte puissance thermique est Palexpo. Ensuite viennent les secteurs entre 5 et 10 MW situés en ville de Genève (Champel – Roseraie, sous-secteur Hôpital ; Cité-Centre, sous-secteur Rues-Basses – Fusterie), dans les secteurs ZIPLO, Belle-cour et Zimeysa-Pré-Bouvier des communes respectives de Plan-les-Ouates, Onex et Satigny. Les puissances thermiques moyennes (4'000 à 5'000 kW) sont localisées également en ville de Genève (Bâtie – Acacias, sous-secteur WYSS) et dans les secteurs la Praille-stade (Lancy), Zimeysa-Bergère et Meyrin-village (Meyrin). Le reste des puissances thermiques se répartissent entre les communes de Confignon, Onex, Lancy, Thônex, Chêne-Bougeries, Vernier puis Cologny, Prégny-Chambésy, Meyrin, et enfin Puplinge, Satigny, Russin, Cartigny, Dardagny, Corsier et Bellevue.

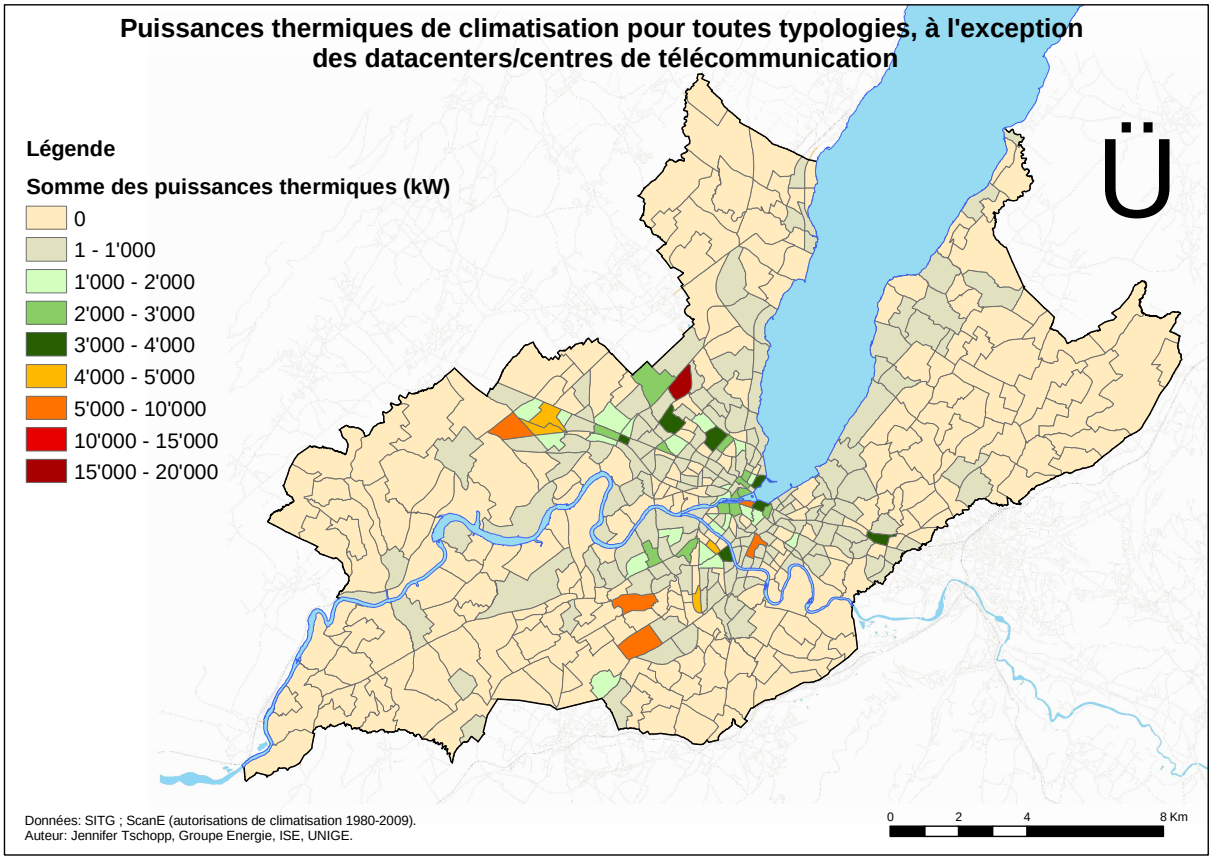


Figure 45: Puissances thermiques des installations de climatisation par secteur du canton de Genève en lien avec les typologies autres que les datacenters

Partie 4 : Cartographie thématique par symbole d'une variable non statistique (typologie)

Cartes de la répartition du nombre d'installations de climatisation par typologie dans les communes du canton de Genève (Fig. 46)

Cette carte permet de démontrer la répartition des installations de climatisation en fonction de l'usage qui en est fait, permettant de mieux cibler les caractéristiques sous-jacentes (nombre d'heures de fonctionnement, surfaces climatisées, etc), mais nous ne rentrerons pas dans ce sujet. Les labels de chaque camembert correspondent au nombre total d'installations de climatisation dans les communes du canton de Genève concernées. Notons que ce chiffre est important puisque la répartition par typologie des installations ne suffit pas à elle seule le pourcentage d'installations liées à une typologie particulière. En effet, les communes de Russin, Aire-la-ville, Cartigny, Avully, Laconnex et Soral possèdent 100% d'installations d'une certaine typologie mais il faut considérer que ce pourcentage a été calculé que sur la seule installation présente dans ces communes, ce qui aurait pu biaiser l'observateur sans cette information. Un nombre impressionnant d'installations de climatisation est situé en ville de Genève (Genève-Cité à 252, Genève-Plainpalais à 117, Genève-Petit-Saconnex à 83 et Genève-Eaux-Vives à 48). Deux zones ayant de nombreuses installations sont celles des communes de Meyrin, Vernier, Carouge et Lancy et dans une moindre mesure les communes du Grand-Saconnex et de Plan-les-Ouates.

Cartes de la répartition des puissances thermiques des installations de climatisation par typologie dans les communes du canton de Genève (Fig. 47)

Les sections Genève-Plainpalais et Genève-Cité ont les plus grandes puissances thermiques totales, respectivement en raison de climatisation surtout liées aux datacenters et à l'administratif, puis des banques dans une moindre mesure pour les deux sections. L'ensemble de la ville constitue une puissance totale de 113 MW_{th}. Ensuite, vient la commune de Meyrin (45 MW), dont la puissance thermique est particulièrement dirigée pour des datacenters. Puis, les communes de Plan-les-Ouates et Grand-Saconnex se placent vers 23 MW, les installations étant respectivement destinées, d'un côté, à un usage datacenters et administratif, et de l'autre, à un usage exposition/congrès. Les communes de Vernier, Lancy puis Collonge-Bellerive suivent avec des puissances thermiques respectives de 15, 14 et 10 MW pour un usage surtout administratif et commerces pour la première commune, commerces et banques pour la seconde et datacenters pour la troisième. Notons par exemple que pour les communes de Corsier, Bardonnex et de Veyrier, l'ensemble de la puissance thermique de ces territoires est dédié à la typologie administrative. Toutefois, la comparaison avec la carte du nombre d'installations par typologie nous permet de comprendre que la faible diversité d'usage des installations de climatisation dans ces communes est due à leur faible nombre d'installations (2 pour Bardonnex, 1 pour Veyrier, 2 pour Corsier). La même réflexion peut être menée pour les communes de Russin, Cartigny, Laconnex, Soral, Avully et Hermance.

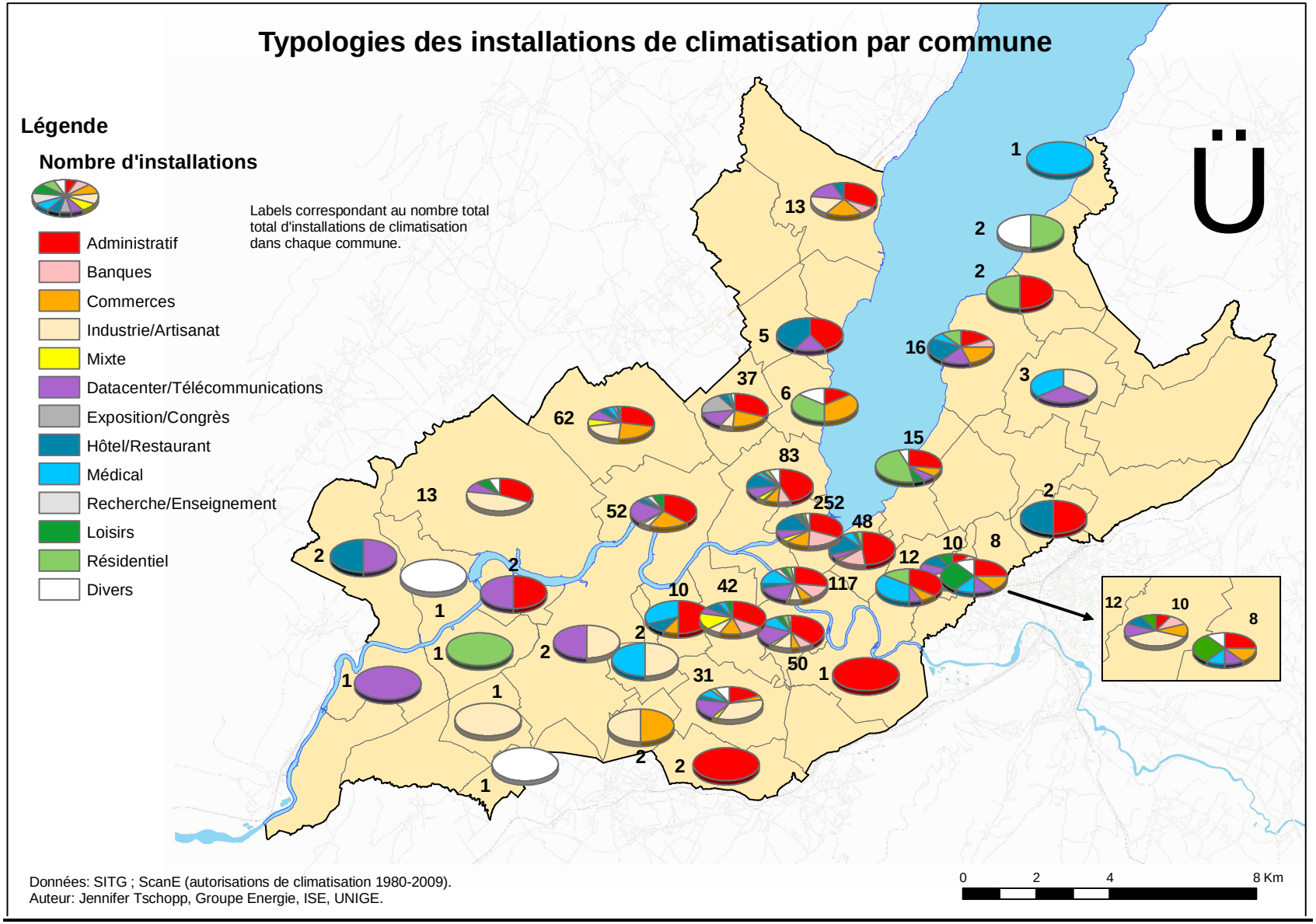


Figure 46 : Répartition du nombre d'installations de climatisation par secteur dans les communes du canton de Genève

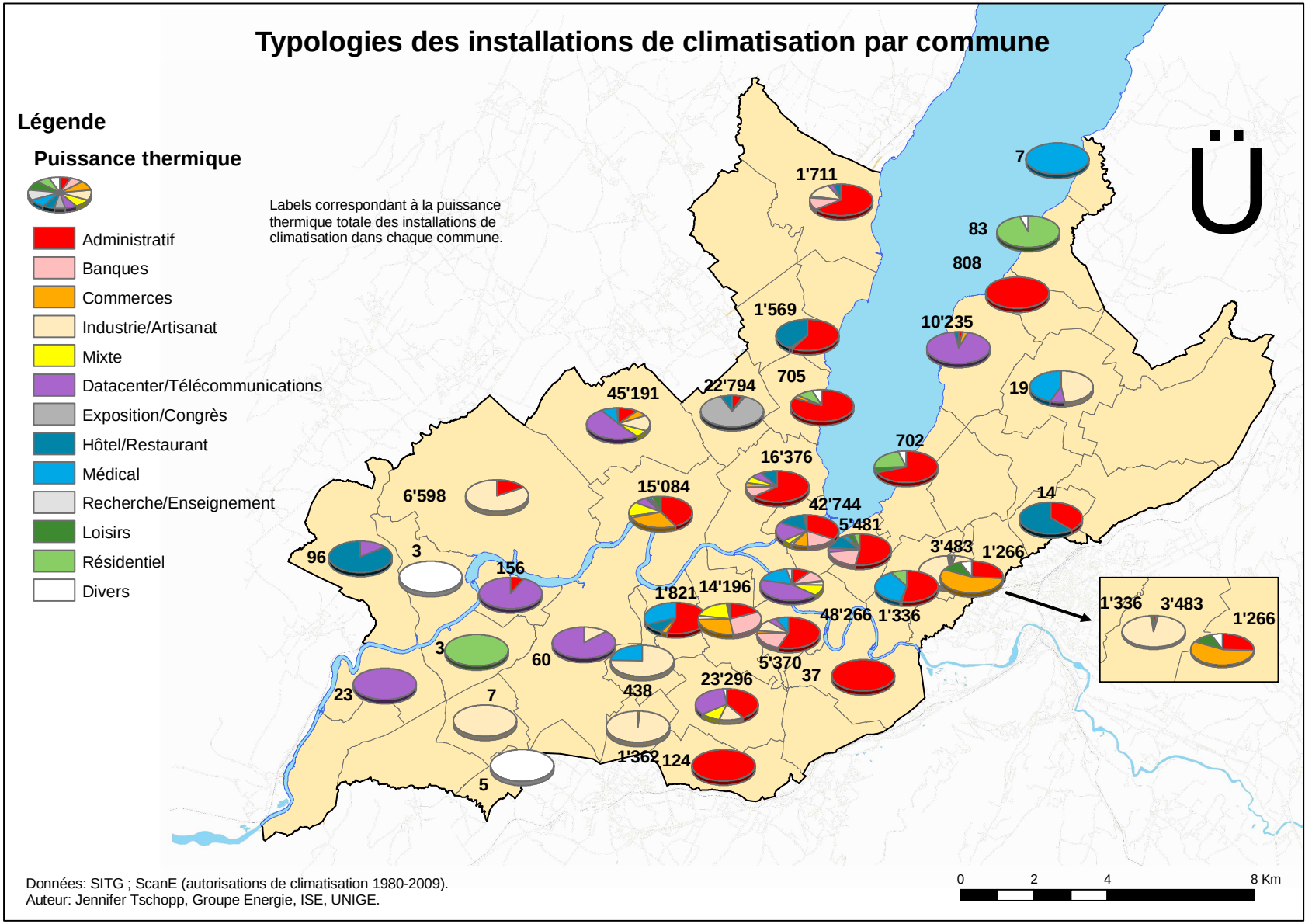


Figure 47: Répartition des puissances thermiques des installations de climatisation par secteur dans les communes du canton de Genève

Cartes de la répartition du nombre d'installations de climatisation de typologie datacenters et centres de télécommunication dans les communes du canton de Genève (Fig. 48 et 49)

Nous utilisons à présent les variables calculées pour la représentation de la part d'occurrence de n'importe quel type de typologie au sein des communes du canton de Genève (cf. p 41) : le rapport en pourcentage entre la fréquence/puissance thermique d'une typologie par commune par rapport à la fréquence/puissance thermique totale des installations dans chaque commune ; que la différence entre les fréquences/puissances thermiques totales de chaque commune et les fréquences/puissances thermiques par typologie dans les communes concernées. Nous n'exposerons ici que deux cartes sur les 26 cartes effectuées par typologie en termes de fréquences (13 cartes pour 13 typologies) et de puissances thermiques (idem).
Remarquons simplement que les installations de climatisation destinées au refroidissement de locaux surchauffés par la présence de datacenters sont particulièrement présentes dans les communes d'Avully, Dardagny, Bernex et Aire-la-ville puis de Meinier et que les puissances thermiques sont particulièrement importantes pour les datacenters (Fig. 49).

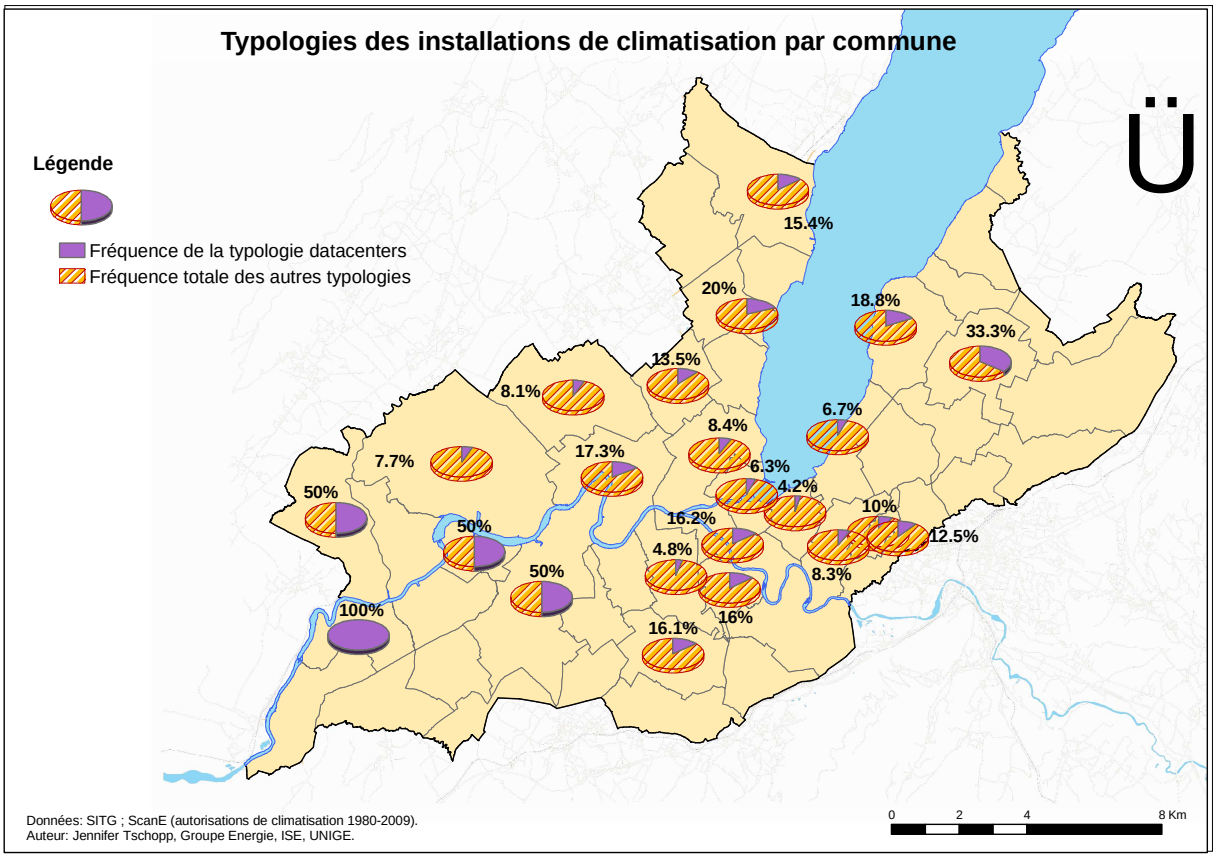


Figure 48: Part de représentation des climatisations liées aux datacenters en termes de nombre d'installations par commune

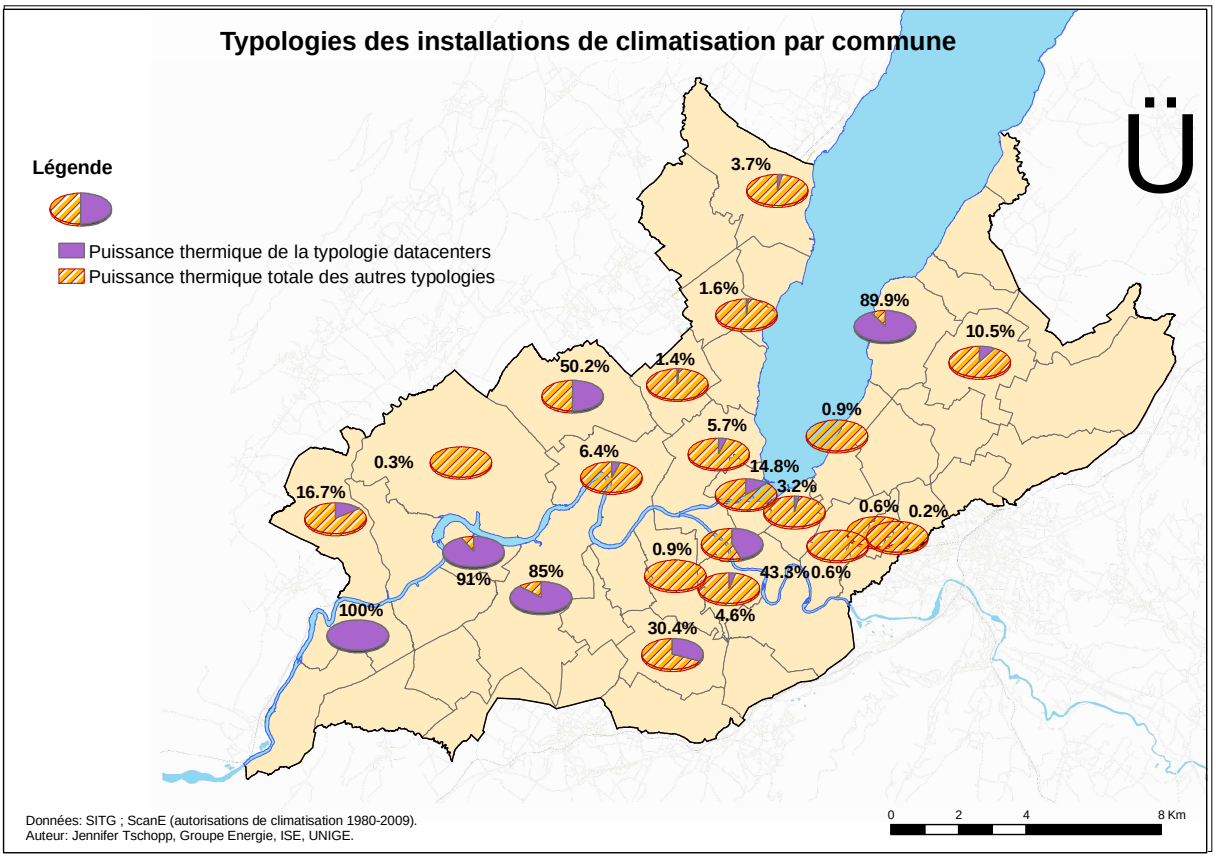


Figure 49: Part de représentation des climatisations liées aux datacenters en termes de puissances thermiques par commune

Conclusion

Ce travail nous a permis de comprendre les enjeux de la climatisation sur le territoire genevois. Nous avons pu mettre en évidence les besoins en froid du canton de Genève, tout en sachant que la moitié des installations de climatisation n'est supposément pas recensée et que, par conséquent, ces besoins sont certainement plus élevés et ce malgré les probables faibles puissances thermiques non dénombrés. Malgré tout, cette démonstration des besoins en froid du territoire genevois pourra servir de base à l'élaboration de l'étendue des systèmes de refroidissement par l'eau du lac Léman que définiront les Services industriels de Genève en tant que projets alternatifs des systèmes de climatisation traditionnels autour du centre-ville (GLU) et dans la zone de l'aéroport (GLA).

Nous pouvons noter que la préparation de la base de données peut être de loin la partie nécessitant le plus de temps, comme ce fut le cas dans ce travail. De plus, une attention particulière fut nécessaire à l'attribution des adresses des installations de climatisation à des adresses actives ou archivées. Cette jointure attributaire posa quelques problèmes de compatibilité, nécessitant des ajustements à de nombreuses reprises.

Par ailleurs, en tant que perspective pour ce travail, il serait intéressant de vérifier la justesse quant à la notion de « confort » des installations de climatisation recensée en mettant en relation les puissances thermiques que nous avons calculées par secteur avec le nombre d'individus travaillant au sein même des entreprises concernées par ce type d'installation.

Face à la progressive accoutumance de notre société aux systèmes de climatisation en vue d'atteindre un meilleur confort thermique et à la probable augmentation des températures estivales dans un contexte de changement climatique, les besoins en froid pourraient ainsi largement se renforcer. Par conséquent, l'alternative de refroidissement d'immeubles grâce à la capacité thermique des lacs est particulièrement intéressante puisqu'elle représente une source d'énergie non polluante, locale et renouvelable.

Cette alternative paraît d'autant plus intéressante si l'on considère également l'effet des fluides frigorigènes contenus dans les installations de climatisation et autres systèmes réfrigérants sur, d'une part, l'appauvrissement de la couche d'ozone et sur, d'autre part, le réchauffement climatique, ces fluides étant composés de diverses substances chimiques formant de puissants gaz à effet de serre (HFC, HCFC). Une complémentarité des systèmes type GLN avec des systèmes de geocooling permettrait d'assurer les besoins en froid du canton de Genève mais également de bien d'autres lieux dans le monde.

Acronymes

GLN : Genève-Lac-Nations

GLU : Genève-Lac-Urbain

GLA : Genève-Lac-Aéroport

ISE : Institut des sciences de l'environnement

ScanE : Service cantonal de l'énergie

SIA : Société suisse des ingénieurs et des architectes

SIG : Services industriels de Genève

SITG : Système d'information du territoire genevois

Bibliographie

Livres/Rapports:

Dunglas, Jean (1993), *Effet de serre et activités humaines*. Paris.

Hollmuller P., Hunziker S., Lachal B. *Enjeux de la climatisation au niveau genevois et tour d'horizon de possibles alternatives.* Groupe Energie, Université de Genève. Publication prochaine.

Lachal, Bernard (2003). *Confort d'été et énergie : une étude de cas à Genève.* In : Habitat, confort et énergie. - Genève : Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie, p. 43-54.

Lachal, Bernard, et Weber, Willi (2000). *Les besoins d'énergie thermique des bâtiments*, In : Quels systèmes énergétiques pour le XXIe siècle ? Consommation et synthèse. Genève : Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie, p. 3-21.

Institutions :

DDS (2006). *ArcGIS Quick Reference Card*, Colorado : Digital Data Services.

DIAE et SCANE (2003). *Energy- and eco-efficiency of Data Centres*, Genève: Département de l'intérieur, de l'agriculture et de l'environnement et Service cantonal de l'énergie.

ETAT DE GENEVE (2002, 31 juillet). *Feuille d'avis officielle du canton de Genève (FAO*). Genève.

OFEN (2011). *Statistique globale Suisse de l'énergie 2010*. Office fédéral de l'énergie, Berne.

OFS (2011). *Energie : Panorama*. Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.

ONU (2007, mars). Revue « UN Special » N° 660. Genève : Organisation des Nations Unis. Disponible en ligne : http://www.unspecial.org/UNS660/t57.html.

Cours et présentations :

Beniston, Martin (2009). *Changements globaux*. Genève : Université, Institut des Sciences de l'Environnement.

Dubois, Alain (2011, 12 janv.). *Introduction au géotraitement avec ArcGIS*. Genève : Université, Faculté des Sciences économiques et sociales, Département de géographie.

Hollmuller, Pierre (2011, 9 juin). *Enjeux de la climatisation au niveau du canton de Genève.* Genève : Université, Institut des Sciences de l'Environnement.

Lachal, Bernard (2010a). *Physique et technique de l'énergie*. Genève : Université, Institut des Sciences de l'Environnement.

Lachal, Bernard (2010b). *Utilisation rationnelle de l'énergie*. Genève : Université, Institut des Sciences de l'Environnement.

Lachal, Bernard (2011, 17 juin). *Geocooling - Réponse thermique des bâtiments et intégration des techniques de rafraîchissement passif*, In: Géocooling, sondes géothermiques et puits canadiens pour rafraîchir les bâtiments. Genève : Université, Institut des Sciences de l'Environnement, Service formation continue.

Ouzilou, Olivier (ScanE) (2007, 25 janv.). *Planification énergétique territoriale, cas du projet : « Genève-Lac-Nations »*. Fondation Européenne pour le Développement Durable des Régions (FEDRE).

Verburgh, Philippe (2007, 25 janv.). *Changements climatiques, le temps de l'action – Genève-Lac-Nations.* In Planification énergétique territoriale, cas du projet : « Genève-Lac-Nations ». Fondation Européenne pour le Développement Durable des Régions (FEDRE).

Viquerat, Pierre-Alain (2009). *« Genève-Lac-Nation » - Retour d'expérience interdisciplinaire sur l'implémentation d'un réseau de froid par pompage d'eau lacustre profonde*. Cycle de formation Energie-Environnement 2009-2010. Genève : Université, Insitut des Sciences de l'Environnement.

Sites internet :

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. Le confort d'été : http://ademe.fr/particuliers/fiches/confort_ete/rub4.htm, consulté le 22.09.11.

Easymonitoring AG: http://www.easymonitoring.ch/f/ge/ar.aspx, consulté le 05.06.11.

International Energy Agency (IEA). http://www.iea.org/, consulté le 12.08.11.

Moneyhouse – Données du registre du commerce et renseignements sur les sociétés. http://www.moneyhouse.ch/fr/, consulté le 05.06.11.

Office cantonal de la statistique (OCSTAT). http://www.ge.ch/statistique/, consulté le 03.08.11.

Office fédéral de la statistique (OFS). http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index.html, consulté le 03.08.11.

Registre du commerce du Canton de Genève. http://ge.ch/ecohrcmatic/, consulté le 05.06.11.

Service cantonal de l'énergie (ScanE). http://etat.geneve.ch/dt/energie/accueil.html, consulté le 03.08.11.

Service du pharmacien cantonal, produits chimiques. http://ge.ch/dares/pharmacien-cantonal/produits_chimiques-594.html, consulté le 13.09.11

Services Industriels de Genève (SIG). Projet Genève-Lac-Nations : http://www.sig-ge.ch/gln/index.lbl, consulté le 02.08.11.

Système d'Information du Territoire Genevois (SITG), consulté le 15.07.11. http://etat.geneve.ch/sitg/accueil.html

Liste des annexes

Annexe 1 : Exemplaire d'une « Preuve du besoin pour réfrigération/ humidification » (ScanE)

****

Annexe 2 : Extraits de la base de données (début et fin)

****

Annexe 3 : Cartes des secteurs du Canton de Genève

****

Annexe 4 : Cartes du nombre d'installations et des puissances thermiques par secteur en fonction de la typologie

Annexe 1 : Exemplaire d'une « Preuve du besoin pour réfrigération/ humidification » (ScanE).

Services de l'énergie des cantons romands	Preuve du besoin pour réfrigération / humidification	E5
		15.11.2003

1. Projet — Objet : _____

NPA / Commune: _____	No permis de construire (si déjà octroyé) :	No du dossier: (ne pas remplir)
Rue,n° / Lieu dit: _____		

2. Conditions de dispense de la preuve du besoin

2.1 Réfrigération			
La puissance frigorifique totale nécessaire est-elle inférieure à 20 kW ?	☐ oui[1]	☐ non	
L'énergie frigorifique provient-elle d'énergies renouvelables ?	☐ oui[1]	☐ non	
La puissance électrique spécifique totale pour la production de froid et le transport d'air ou des fluides caloporteurs est-elle ≤ 5 W/m² de surface utile refroidie ?	☐ oui[1]	☐ non	
Le bâtiment répond-il au standard MINERGIE ? (→ à annexer)	☐ oui[1]	☐ non	
2.2 Humidification			
La puissance de chauffage totale à cet effet est-elle inférieure à 20 kW ?	☐ oui[1]	☐ non	
Le bâtiment répond-il au standard MINERGIE ? (→ à annexer)	☐ oui[1]	☐ non	

Si l'une des conditions de dispense pour réfrigération, respectivement humidification, est remplie, la preuve du besoin est inutile; compléter alors les paragraphes 3 à 7.

3. Puissances prévues pour réfrigération / humidification (ensemble du bâtiment)

	Froid et deshumidification (Puissances thermiques)	Humidification (Puissances thermiques)	ne pas remplir
Puissances selon projet :	_____ kW	_____ kW	
Autres puissances déjà installées (lors de transformation/extension) :	_____ kW	_____ kW	
Total des puissances :	_____ kW	_____ kW	

4. Locaux ou zones concerné(e)s[2]

☐ _____	☐ _____	
☐ _____	☐ _____	
☐ _____	☐ _____	
☐ _____	Nombre total de locaux ou de zones[1] : _____	

5. Annexes et remarques

☐ Verso formulaire E5, nombre : _____ ☐ Calculs ou justificatifs, paragraphe 2	
☐ Calculs ou justificatifs pour paragraphe 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐	
☐ Demande dûment motivée de dérogation aux exigences légales des paragraphes : _____	
☐ Remarques : _____ voir annexe : _____	

6. Lieu, date, signature et suivi

Requérant (MO ou représentant légal) :	**Auteur du justificatif :**	**Suivi** (ne pas remplir)	
Nom : _____	_____	Préavis :	Réalisation :
Bureau, entreprise : _____	_____	❑ favorable	❑ conforme
Rue, n° : _____	_____	❑ avec remarques	❑ à corriger
NPA/Localité : _____	_____	❑ défavorable	❑ délai :
N° de téléphone : _____	_____	Date :	
e-mail : _____	_____		
Date : _____	_____	Visa :	
Signature :			

1) Joindre calcul ou justificatif
2) Pour chaque cas, fournir une copie du verso de ce formulaire, dûment complétée

www.cnde.ch Rubrique "Formulaires"

suite au verso →

Une feuille par local ou zone svp

7. Locaux à réfrigérer / humidifier

	ne pas remplir
Local ou zone :	
Surface climatisée : ____ m²	
Utilisation :	
Rafraîchissement par : ☐ système split ☐ réseau de gaines ☐	
Conditions ambiantes minimum en hiver : température: ____ °C humidité relat. : ____ %	
maximum en été : température: ____ °C humidité relat. : ____ %	
Machine frigorifique : puissance électrique : ____ kW fonctionnement annuel : ____ h/a	
Humidification : technique : ____ puissance thermique : ____ kW	

8. Exigences constructives requises lors de réfrigération [1]

Protection solaire, g ≤ 0.15:	☐ oui	☐ non, motif :	
Sécurité au vent :	☐ selon. SIA 180 (chiffre 5.1)	☐ non, motif :	
Inertie thermique :	☐ selon. SIA 180 (chiffre 5.1)	☐ non, motif :	
Mesures particulières pour locaux sous toitures		☐ selon. SIA 180 (chiffre 5.1)	
		☐ autre :	

9. Preuve du besoin pour réfrigération et deshumidification [2]

☐ **a) Cas particuliers avec exigences spéciales concernant le climat ambiant** [3]

Température du local : ____ °C ± ____ °C humidité : ____ % ± ____ %

Justificatif d'exigences spéciales :

☐ **b) Charges internes élevées** [4]

Charge thermique : ____ Wh/m²12h ou ____ Wh/m²24h (joindre le calcul)

Raisons pour lesquelles l'ouverture des fenêtres est impossible :

☐ **c) Température ambiante maximale en été**

Calcul effectué selon recommandation SIA V382/3, chiffre 5 2 5 (joindre le calcul)

10. Preuve du besoin pour humidification

☐ Humidité particulière à respecter : ____ % ± ____ %

Raisons pour lesquelles l'humidité de l'air doit être contrôlée à l'aide d'une installation d'humidification :

11. Remarques

12. Projet (ne remplir que si cette feuille ne constitue pas le verso du formulaire de base)

Objet : ____

NPA / Commune: ____	No permis de construire (si déjà octroyé) :	No du dossier: (ne pas remplir)
Rue,n° / Lieu dit: ____		

1) Base: norme SIA 180, chiffre 5.1. Pour bâtiments existants, examiner de cas en cas dans quelle mesure ces exigences peuvent raisonnablement être respectées.
2) La preuve doit être apportée par les rubriques a) ou b) ou c) du paragraphe 9 ci-dessus. Pour l'établissement de la preuve du besoin, voir également la Fiche technique de l'OFEN "Preuve du besoin de réfrigération et d'humidification – Aide-mémoire" (No cde 805.163.f)
3) Base : recommandation SIA V382/3 chiffre 5 2 3. Joindre justificatif.
4) Base : recommandation SIA V382/3, chiffre 5 2 4.
La réfrigération est justifiée si la charge totale interne dépasse les valeurs suivantes :
- locaux pouvant être aérés par ouverture des fenêtres :350 Wh/m²12h ou 450 Wh/m²24h
- locaux pour lesquels l'ouverture des fenêtres est impossible :250 Wh/m²12h ou 350 Wh/m²24h

www.crde.ch Rubrique "Formulaires"

Annexe 2 : Extraits de la base de données

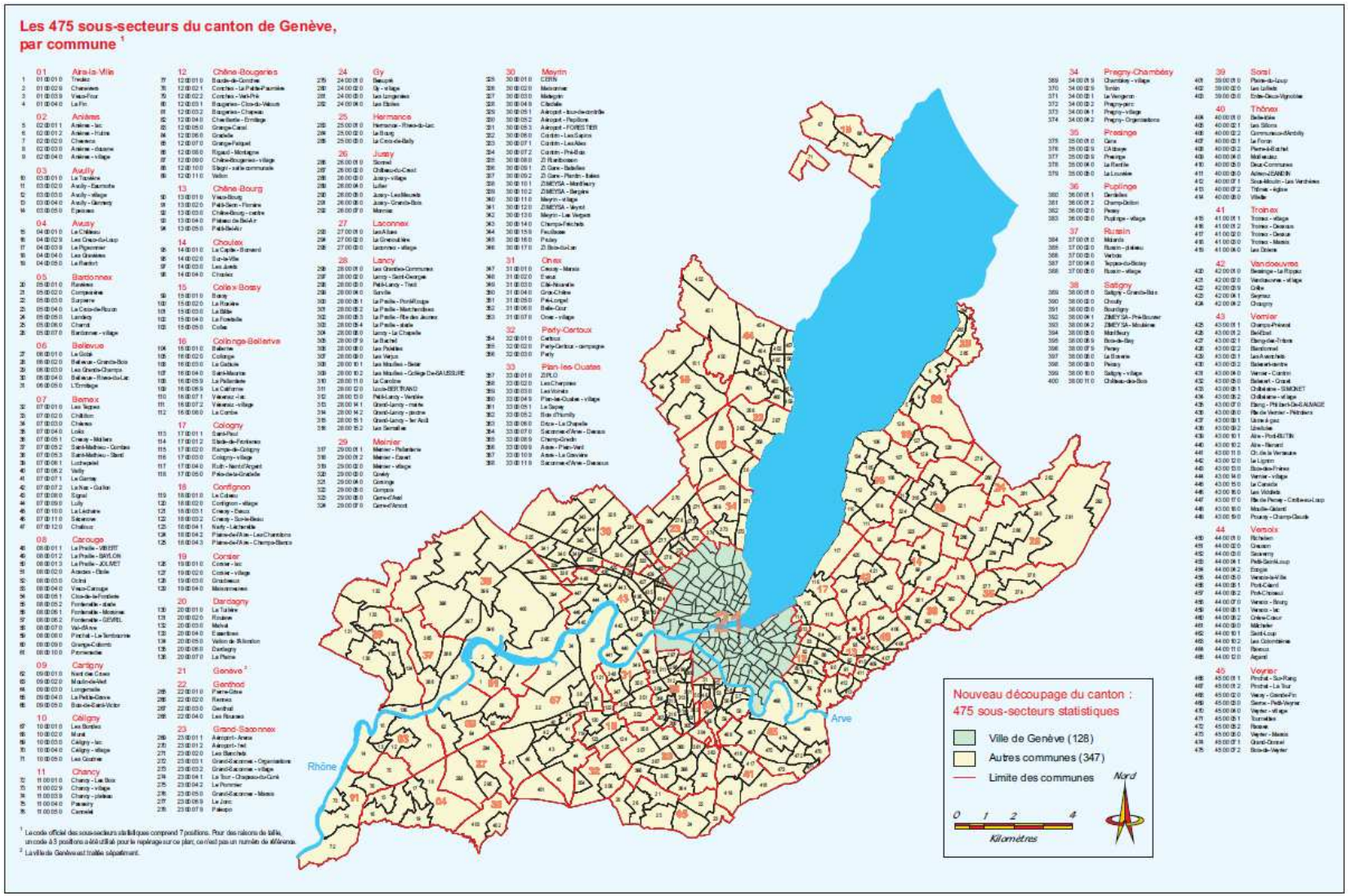
ID	Annee	NoScane	Nom	Adresse	Commune	IDPADR	Pth	Pel	Eel	Sclim	COP	Nh	Psurf	Typ	Typologie
1	1980	No 74505	[redacted]	[redacted]	Geneve-Cite	[redacted]	220							1	Administ.
2	1980	No 74776	[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	1500							1	Administ.
3	1981	No 75438	[redacted]	[redacted]	Geneve-Cite	[redacted]	151							1	Administ.
4	1981	No 75954	[redacted]	[redacted]	Lancy	[redacted]	1279							2	Banques
5	1982	No 75497	[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	131							1	Administ.
6	1982	No 76339	[redacted]	[redacted]	Geneve-Eaux-Vives	[redacted]	233							12	Residentiel
7	1983	No 66400	[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	875							1	Administ.
8	1983	No 72708	[redacted]	[redacted]	Geneve-Cite	[redacted]	228							1	Administ.
9	1983	No 75200	[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	500							2	Banques
10	1983	No 75497	[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	330							1	Administ.
11	1983	No 76800	[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	465							6	Data/Tele.
12	1983	No 78715	[redacted]	[redacted]	Vernier	[redacted]	116							1	Administ.
13	1983	No 80313	[redacted]	[redacted]	Geneve-Cite	[redacted]	110							2	Banques
14	1984	No 15102	[redacted]	[redacted]	Grand-Saconnex	[redacted]	700							1	Administ.
15	1984	No 68700	[redacted]	[redacted]	Geneve-Cite	[redacted]	1700							6	Data/Tele.
16	1984	No 72776	[redacted]	[redacted]	Geneve-Cite	[redacted]	108							2	Banques
17	1984	No 74021	[redacted]	[redacted]	Geneve-Eaux-Vives	[redacted]	70							1	Administ.
18	1984	No 75495	[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	76							1	Administ.
19	1984	No 77001	[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	70							1	Administ.
20	1984	No 77886	[redacted]	[redacted]	Vernier	[redacted]	578							1	Administ.
21	1984	No 78362	[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	1163							8	Hotel/Rest.
22	1984	No 79001	[redacted]	[redacted]	Meyrin	[redacted]	1130							3	Commerces
23	1984	No 80050	[redacted]	[redacted]	Satigny	[redacted]	340							4	Ind./Artis.
24	1984		[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	209							1	Administ.
25	1985	No 76281	[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	70								

……. (fin du fichier)

ID	Annee	NoScane	Nom	Adresse	Commune	IDPADR	Pth	Pel	Eel	Sclim	COP	Nh	Psurf	Typ	Typologie
890	2009	No 09/55	[redacted]	[redacted]	Satigny	[redacted]	330	128		5400	2.58		61	1	Administ.
891	2009	No 09/56	[redacted]	[redacted]	Geneve-Plainpalais	[redacted]	180	52		327	3.46		550	6	Data/Tele.
892	2009	No 09/57	[redacted]	[redacted]	Geneve-Eaux-	[redacted]	27	5		561	5.40		48	1	Administ.

					Vives										
893	2009	No 09/59	[redacted]	[redacted]	Lancy	[redacted]	42	8.8		3789	4.77		11	1	Administ.
894	2009	No 09/63	[redacted]	[redacted]	Geneve-Cite	[redacted]	90	35		2000	2.57		45	8	Hotel/Rest.
895	2009	No 09/66	[redacted]	[redacted]	Grand-Saconnex	[redacted]	13.6	3.57		181	3.81		75	3	Commerces
896	2009	No 09/71	[redacted]	[redacted]	Vernier	[redacted]	62	29.8		212	2.08		292	6	Data/Tele.
897	2009	No 09/73	[redacted]	[redacted]	Grand-Saconnex	[redacted]	11	4		18	2.75		611	6	Data/Tele.
898	2009	No 09/74	[redacted]	[redacted]	Collonge-Bellerive	[redacted]	9140	1500.2		9808	6.09		932	6	Data/Tele.
899	2009	No 09/75	[redacted]	[redacted]	Carouge	[redacted]	180	83		3504	2.17		51	1	Administ.
900	2009	No 09/76	[redacted]	[redacted]	Meyrin	[redacted]	24.4	9.15		729	2.67		33	1	Administ.
901	2009	No 09/77	[redacted]	[redacted]	Geneve-Plainpalais	[redacted]	177	47		2718	3.77		65	11	Loisirs
902	2009	No 09/78	[redacted]	[redacted]	Meyrin	[redacted]	70	21		440	3.33		159	8	Hotel/Rest.
903	2009	No 09/83	[redacted]	[redacted]	Geneve-Petit-Saconnex	[redacted]	4			10			400	6	Data/Tele.
904	2009	No 09/86	[redacted]	[redacted]	Carouge	[redacted]	35.4	7.67		37.6	4.62		941	6	Data/Tele.
905	2009	No 09/87	[redacted]	[redacted]	Vernier	[redacted]	165	61		1340	2.70		123	4	Ind./Artis.
906	2009	No 09/89	[redacted]	[redacted]	Geneve-Plainpalais	[redacted]	18	6.03		212	2.99		85	2	Banques
907	2009	No 09/92	[redacted]	[redacted]	Geneve-Eaux-Vives	[redacted]	77.1	12.1		615.4	6.37		125	1	Administ.
908	2009	No 09/93	[redacted]	[redacted]	Geneve-Cite	[redacted]	3000			200			15000	6	Data/Tele.
909	2009	No 09/95	[redacted]	[redacted]	Geneve-Eaux-Vives	[redacted]	4	0.6		97	6.67		41	3	Commerces
910	2009	No 09/98	[redacted]	[redacted]	Geneve-Plainpalais	[redacted]	82	27.5			2.98			6	Data/Tele.
911	2009	No 09/99	[redacted]	[redacted]	Geneve-Cite	[redacted]	181			1018			178	5	Mixte

Annexe 3 : Cartes des secteurs du Canton de Genève



http://www.geneve.ch/statistique/cartes/affichage.asp?filtreCarto=00_01

Communes (en rouge) et secteurs (en noir)

01 Aire-la-Ville
1 01 00 01 0 Treulaz
2 01 00 02 9 Cheneviers
3 01 00 03 9 Vieux-Four
4 01 00 04 0 La Fin

02 Anières
5 02 00 01 1 Anières - lac
6 02 00 01 2 Anières - Hutins
7 02 00 02 0 Chevrens
8 02 00 03 0 Anières - douane
9 02 00 04 0 Anières – village

03 Avully
10 03 00 01 0 La Touvière
11 03 00 02 0 Avully - Eaumorte
12 03 00 03 0 Avully - village
13 03 00 04 0 Avully - Gennecy
14 03 00 05 0 Epeisses

04 Avusy
15 04 00 01 0 Le Château
16 04 00 02 9 Les Creux-du-Loup
17 04 00 03 9 Le Pigeonnier
18 04 00 04 0 Les Gravières
19 04 00 05 0 Le Renfort

05 Bardonnex
20 05 00 01 0 Ravières
21 05 00 02 0 Compesières
22 05 00 03 0 Surpierre
23 05 00 04 0 La Croix-de-Rozon
24 05 00 05 0 Landecy
25 05 00 06 0 Charrot
26 05 00 07 0 Bardonnex – village

06 Bellevue
27 06 00 01 0 Le Gobé
28 06 00 02 0 Bellevue - Grands-Bois
29 06 00 03 0 Les Grands-Champs
30 06 00 04 0 Bellevue - Rives-du-Lac
31 06 00 05 0 L'Ermitage

07 Bernex
32 07 00 01 0 Les Teppes
33 07 00 02 0 Châtillon
34 07 00 03 0 Chèvres
35 07 00 04 0 Loëx
36 07 00 05 1 Cressy - Molliers
37 07 00 05 2 Saint-Mathieu - Combes
38 07 00 05 3 Saint-Mathieu - Stand
39 07 00 06 1 Luchepelet
40 07 00 06 2 Vailly
41 07 00 07 1 Le Gamay
42 07 00 07 2 La Naz - Guillon
43 07 00 08 0 Signal
44 07 00 09 0 Lully
45 07 00 10 0 La Léchaire
46 07 00 11 0 Sézenove
47 07 00 12 0 Challoux

08 Carouge
48 08 00 01 1 La Praille - VIBERT
49 08 00 01 2 La Praille - BAYLON
50 08 00 01 3 La Praille - JOLIVET
51 08 00 02 0 Acacias - Etoile
52 08 00 03 0 Octroi
53 08 00 04 0 Vieux-Carouge
54 08 00 05 1 Clos-de-la-Fonderie
55 08 00 05 2 Fontenette - stade
56 08 00 06 1 Fontenette - Moraines
57 08 00 06 2 Fontenette - GEVRIL
58 08 00 07 0 Val-d'Arve
59 08 00 08 0 Pinchat - La-Tambourine
60 08 00 09 0 Grange-Collomb
61 08 00 10 0 Promenades

09 Cartigny
62 09 00 01 0 Nant des Crues
63 09 00 02 0 Moulin-de-Vert
64 09 00 03 0 Longemalle
65 09 00 04 0 La Petite-Grave
66 09 00 05 0 Bois-de-Saint-Victor

10 Céligny
67 10 00 01 0 Les Bondex
68 10 00 02 0 Murat
69 10 00 03 0 Céligny - lac
70 10 00 04 0 Céligny - village
71 10 00 05 0 Les Coudres

11 Chancy
72 11 00 01 0 Chancy - Les Bois
73 11 00 02 9 Chancy - village
74 11 00 03 9 Chancy - plateau
75 11 00 04 0 Passeiry
76 11 00 05 0 Cannelet

12 Chêne-Bougeries
77 12 00 01 0 Boucle-de-Conches
78 12 00 02 1 Conches - La Petite-Paumière
79 12 00 02 2 Conches - Vert-Pré
80 12 00 03 1 Bougeries - Clos-du-Velours
81 12 00 03 2 Bougeries - Chapeau
82 12 00 04 0 Chevillarde - Ermitage
83 12 00 05 0 Grange-Canal
84 12 00 06 0 Gradelle
85 12 00 07 0 Grange-Falquet
86 12 00 08 0 Rigaud - Montagne
87 12 00 09 0 Chêne-Bougeries - village
88 12 00 10 0 Stagni - salle communale
89 12 00 11 0 Vallon

13 Chêne-Bourg
90 13 00 01 0 Vieux-Bourg
91 13 00 02 0 Petit-Senn - Floraire
92 13 00 03 0 Chêne-Bourg - centre
93 13 00 04 0 Plateau de Bel-Air
94 13 00 05 0 Petit-Bel-Air

14 Choulex
95 14 00 01 0 La Capite - Bonvard
96 14 00 02 0 Sur-la-Ville
97 14 00 03 0 Les Jurets
98 14 00 04 0 Choulex

15 Collex-Bossy
99 15 00 01 0 Bossy
100 15 00 02 0 La Rosière
101 15 00 03 0 La Bâtie
102 15 00 04 0 La Foretaille
103 15 00 05 0 Collex

16 Collonge-Bellerive
104 16 00 01 0 Bellerive
105 16 00 02 0 Collonge
106 16 00 03 0 La Gabiule
107 16 00 04 0 Saint-Maurice
108 16 00 05 9 La Pallanterie
109 16 00 06 9 La Californie
110 16 00 07 1 Vésenaz - lac
111 16 00 07 2 Vésenaz - village
112 16 00 08 0 La Combe

17 Cologny
113 17 00 01 1 Saint-Paul
114 17 00 01 2 Stade-de-Frontenex
115 17 00 02 0 Rampe-de-Cologny
116 17 00 03 0 Cologny - village
117 17 00 04 0 Ruth - Nant d'Argent
118 17 00 05 0 Prés-de-la-Gradelle

18 Confignon
119 18 00 01 0 Le Coteau
120 18 00 02 0 Confignon - village
121 18 00 03 1 Cressy - Evaux
122 18 00 03 2 Cressy - Sur-le-Beau
123 18 00 04 1 Narly - Lécherette
124 18 00 04 2 Plaine-de-l'Aire - Les Charrotons

125 18 00 04 3 Plaine-de-l'Aire - Champs-Blancs

19 Corsier
126 19 00 01 0 Corsier - lac
127 19 00 02 0 Corsier - village
128 19 00 03 0 Groubeaux
129 19 00 04 0 Maisonneuves

20 Dardagny
130 20 00 01 0 La Tuilière
131 20 00 02 0 Roulave
132 20 00 03 0 Malval
133 20 00 04 0 Essertines
134 20 00 05 0 Vallon de l'Allondon
135 20 00 06 0 Dardagny
136 20 00 07 0 La Plaine

21 Genève 2

22 Genthod
265 22 00 01 0 Pierre-Grise
266 22 00 02 0 Rennex
267 22 00 03 0 Genthod
268 22 00 04 0 Les Rousses

23 Grand-Saconnex
269 23 00 01 1 Aéroport - Arena
270 23 00 01 2 Aéroport - fret
271 23 00 02 0 Les Blanchets
272 23 00 03 1 Grand-Saconnex - Organisations
273 23 00 03 2 Grand-Saconnex - village
274 23 00 04 1 La Tour - Chapeau-du-Curé
275 23 00 04 2 Le Pommier
276 23 00 05 0 Grand-Saconnex - Marais
277 23 00 06 9 Le Jonc
278 23 00 07 9 Palexpo

24 Gy
279 24 00 01 0 Beaupré
280 24 00 02 0 Gy - village
281 24 00 03 0 Les Longeraies
282 24 00 04 0 Les Etoiles

25 Hermance
283 25 00 01 0 Hermance - Rives-du-Lac
284 25 00 02 0 Le Bourg
285 25 00 03 0 La Croix-de-Bally

26 Jussy
286 26 00 01 0 Sionnet
287 26 00 02 0 Château-du-Crest
288 26 00 03 0 Jussy - village
289 26 00 04 0 Lullier
290 26 00 05 0 Jussy - Les Meurets
291 26 00 06 0 Jussy - Grands-Bois
292 26 00 07 0 Monniaz

27 Laconnex
293 27 00 01 0 Les Allues
294 27 00 02 0 La Grenouillère
295 27 00 03 0 Laconnex – village

28 Lancy
296 28 00 01 0 Les Grandes-Communes
297 28 00 02 0 Lancy - Saint-Georges
298 28 00 03 0 Petit-Lancy - Tivoli
299 28 00 04 0 Surville
300 28 00 05 1 La Praille - Pont-Rouge
301 28 00 05 2 La Praille - Marchandises
302 28 00 05 3 La Praille - Rte des Jeunes
303 28 00 05 4 La Praille - stade
304 28 00 06 0 Lancy - La Chapelle
305 28 00 07 9 Le Bachet
306 28 00 08 0 Les Palettes
307 28 00 09 0 Les Verjus
308 28 00 10 1 Les Mouilles - Belair
309 28 00 10 2 Les Mouilles - Collège De-SAUSSURE
310 28 00 11 0 La Caroline
311 28 00 12 0 Louis-BERTRAND
312 28 00 13 0 Petit-Lancy - Vendée
313 28 00 14 1 Grand-Lancy - mairie
314 28 00 14 2 Grand-Lancy - piscine
315 28 00 15 1 Grand-Lancy - 1er Août
316 28 00 15 2 Les Semailles

29 Meinier
317 29 00 01 1 Meinier - Pallanterie
318 29 00 01 2 Meinier - Essert
319 29 00 02 0 Meinier - village
320 29 00 03 0 Covéry
321 29 00 04 0 Corsinge
322 29 00 05 0 Compois
323 29 00 06 0 Carre-d'Aval
324 29 00 07 0 Carre-d'Amont

30 Meyrin
325 30 00 01 0 CERN
326 30 00 02 0 Maisonnex
327 30 00 03 0 Mategnin
328 30 00 04 9 Citadelle
329 30 00 05 1 Aéroport - tour-de-contrôle
330 30 00 05 2 Aéroport - Papillons
331 30 00 05 3 Aéroport - FORESTIER
332 30 00 06 0 Cointrin - Les Sapins
333 30 00 07 1 Cointrin - Les Ailes
334 30 00 07 2 Cointrin - Pré-Bois
335 30 00 08 0 ZI Riantbosson
336 30 00 09 1 ZI Gare - Batailles
337 30 00 09 2 ZI Gare - Plantin - Italies
338 30 00 10 1 ZIMEYSA - Montfleury
339 30 00 10 2 ZIMEYSA - Bergère
340 30 00 11 0 Meyrin - village
341 30 00 12 0 ZIMEYSA - Veyrot
342 30 00 13 0 Meyrin - Les Vergers
343 30 00 14 0 Champs-Fréchets
344 30 00 15 9 Feuillasse
345 30 00 16 0 Prulay
346 30 00 17 0 ZI Bois-du-Lan

31 Onex
347 31 00 01 0 Cressy - Marais
348 31 00 02 0 Evaux
349 31 00 03 0 Cité-Nouvelle
350 31 00 04 0 Gros-Chêne
351 31 00 05 0 Pré-Longet
352 31 00 06 0 Belle-Cour
353 31 00 07 0 Onex – village

32 Perly-Certoux
354 32 00 01 0 Certoux
355 32 00 02 0 Perly-Certoux - campagne
356 32 00 03 0 Perly

33 Plan-les-Ouates
357 33 00 01 0 ZIPLO
358 33 00 02 0 Les Cherpines
359 33 00 03 0 Les Voirets
360 33 00 04 9 Plan-les-Ouates - village
361 33 00 05 1 Le Sapey
362 33 00 05 2 Bois d'Humilly
363 33 00 06 0 Drize - La Chapelle
364 33 00 07 0 Saconnex-d'Arve - Dessus
365 33 00 08 9 Champ-Gredin
366 33 00 09 9 Arare - Plein-Vent
367 33 00 10 9 Arare - La Gravière
368 33 00 11 9 Saconnex-d'Arve – Dessous

34 Pregny-Chambésy
369 34 00 01 9 Chambésy - village
370 34 00 02 9 Tonkin
371 34 00 03 1 Le Vengeron
372 34 00 03 2 Pregny-parc
373 34 00 04 1 Pregny - village
374 34 00 04 2 Pregny – Organisations

35 Presinge
375 35 00 01 0 Cara
376 35 00 02 9 L'Abbaye
377 35 00 03 9 Presinge
378 35 00 04 0 La Renfile
379 35 00 05 0 La Louvière

36 Puplinge
380 36 00 01 1 Dardelles
381 36 00 01 2 Champ-Dollon
382 36 00 02 0 Pesay
383 36 00 03 0 Puplinge – village

37 Russin
384 37 00 01 0 Molards
385 37 00 02 0 Russin - plateau
386 37 00 03 0 Verbois
387 37 00 04 0 Teppes-du-Biolay
388 37 00 05 0 Russin – village

38 Satigny
389 38 00 01 0 Satigny - Grands-Bois
390 38 00 02 0 Choully
391 38 00 03 0 Bourdigny
392 38 00 04 1 ZIMEYSA - Pré-Bouvier
393 38 00 04 2 ZIMEYSA - Moulières
394 38 00 05 0 Montfleury
395 38 00 06 9 Bois-de-Bay
396 38 00 07 9 Peney
397 38 00 08 0 La Boverie
398 38 00 09 0 Peissy
399 38 00 10 0 Satigny - village
400 38 00 11 0 Château-des-Bois

39 Soral
401 39 00 01 0 Plaine-du-Loup
402 39 00 02 0 Les Lolliets
403 39 00 03 0 Entre-Deux-Vignobles

40 Thônex
404 40 00 01 0 Belle-Idée
405 40 00 02 1 Les Sillons
406 40 00 02 2 Communaux-d'Ambilly
407 40 00 03 1 Le Foron
408 40 00 03 2 Pierre-à-Bochet
409 40 00 04 0 Moillesulaz
410 40 00 05 0 Deux-Communes
411 40 00 06 0 Adrien-JEANDIN
412 40 00 07 1 Sous-Moulin - Les Verchères
413 40 00 07 2 Thônex - église
414 40 00 08 0 Villette

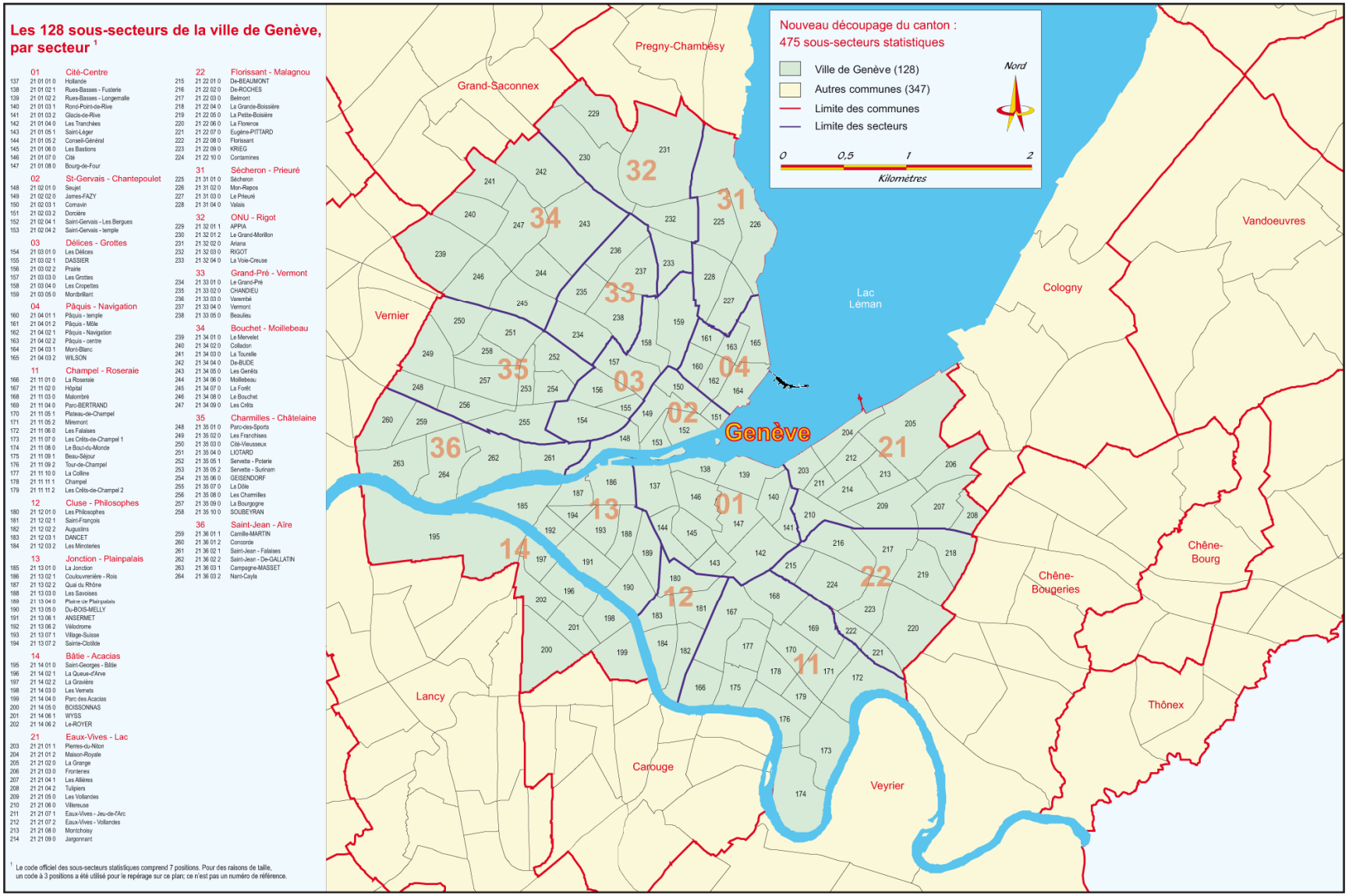
41 Troinex
415 41 00 01 1 Troinex - village
416 41 00 01 2 Troinex - Dessous
417 41 00 02 0 Troinex - Dessus
418 41 00 03 0 Troinex - Marais
419 41 00 04 0 Les Dolens

42 Vandoeuvres
420 42 00 01 0 Bessinge - La Rippaz
421 42 00 02 0 Vandoeuvres - village
422 42 00 03 9 Crête
423 42 00 04 1 Seymaz
424 42 00 04 2 Chougny

43 Vernier
425 43 00 01 1 Champs-Prévost
426 43 00 01 2 Bel-Ebat
427 43 00 02 1 Etang-des-Tritons
428 43 00 02 2 Blandonnet
429 43 00 03 1 Les Avanchets
430 43 00 03 2 Balexert-centre
431 43 00 04 0 Vernier - Cointrin
432 43 00 05 0 Balexert - Crozet
433 43 00 06 1 Châtelaine - SIMONET
434 43 00 06 2 Châtelaine - village
435 43 00 07 0 Etang - Philibert-De-SAUVAGE
436 43 00 08 0 Rte de Vernier - Pétroliers
437 43 00 09 1 Usine à gaz
438 43 00 09 2 Libellules
439 43 00 10 1 Aïre - Pont-BUTIN
440 43 00 10 2 Aïre - Renard
441 43 00 11 0 Ch. de la Verseuse
442 43 00 12 0 Le Lignon
443 43 00 13 0 Bois-des-Frères
444 43 00 14 0 Vernier - village
445 43 00 15 0 Le Canada
446 43 00 16 0 Les Vidollets
447 43 00 17 0 Rte de Peney - Crotte-au-Loup
448 43 00 18 0 Mouille-Galand
449 43 00 19 0 Poussy - Champ-Claude

44 Versoix
450 44 00 01 0 Richelien
451 44 00 02 0 Creuson
452 44 00 03 0 Sauverny
453 44 00 04 1 Petit-Saint-Loup
454 44 00 04 2 Ecogia
455 44 00 05 0 Versoix-la-Ville
456 44 00 06 1 Pont-Céard
457 44 00 06 2 Port-Choiseul
458 44 00 07 0 Versoix - Bourg
459 44 00 08 1 Versoix - lac
460 44 00 08 2 Crève-Coeur
461 44 00 09 0 Mâchefer
462 44 00 10 1 Saint-Loup
463 44 00 10 2 Les Colombières
464 44 00 11 0 Ravoux
465 44 00 12 0 Argand

45 Veyrier
466 45 00 01 1 Pinchat - Sur-Rang
467 45 00 01 2 Pinchat - La Tour
468 45 00 02 0 Vessy - Grande-Fin
469 45 00 03 0 Sierne - Petit-Veyrier
470 45 00 04 0 Veyrier - village
471 45 00 05 1 Tournettes
472 45 00 05 2 Rasses
473 45 00 06 0 Veyrier - Marais
474 45 00 07 1 Grand-Donzel
475 45 00 07 2 Bois-de-Veyrier



http://www.geneve.ch/statistique/cartes/affichage.asp?filtreCarto=00_01

Communes (en rouge) et secteurs (en noir)

01 Cité-Centre
137 21 01 01 0 Hollande
138 21 01 02 1 Rues-Basses - Fusterie
139 21 01 02 2 Rues-Basses - Longemalle
140 21 01 03 1 Rond-Point-de-Rive
141 21 01 03 2 Glacis-de-Rive
142 21 01 04 0 Les Tranchées
143 21 01 05 1 Saint-Léger
144 21 01 05 2 Conseil-Général
145 21 01 06 0 Les Bastions
146 21 01 07 0 Cité
147 21 01 08 0 Bourg-de-Four

02 St-Gervais - Chantepoulet
148 21 02 01 0 Seujet
149 21 02 02 0 James-FAZY
150 21 02 03 1 Cornavin
151 21 02 03 2 Dorcière
152 21 02 04 1 Saint-Gervais - Les Bergues
153 21 02 04 2 Saint-Gervais – temple

03 Délices - Grottes
154 21 03 01 0 Les Délices
155 21 03 02 1 DASSIER
156 21 03 02 2 Prairie
157 21 03 03 0 Les Grottes
158 21 03 04 0 Les Cropettes
159 21 03 05 0 Montbrillant

04 Pâquis - Navigation
160 21 04 01 1 Pâquis - temple
161 21 04 01 2 Pâquis - Môle
162 21 04 02 1 Pâquis - Navigation
163 21 04 02 2 Pâquis - centre
164 21 04 03 1 Mont-Blanc
165 21 04 03 2 WILSON

11 Champel - Roseraie
166 21 11 01 0 La Roseraie
167 21 11 02 0 Hôpital
168 21 11 03 0 Malombré
169 21 11 04 0 Parc-BERTRAND
170 21 11 05 1 Plateau-de-Champel
171 21 11 05 2 Miremont
172 21 11 06 0 Les Falaises
173 21 11 07 0 Les Crêts-de-Champel 1
174 21 11 08 0 Le Bout-du-Monde
175 21 11 09 1 Beau-Séjour
176 21 11 09 2 Tour-de-Champel
177 21 11 10 0 La Colline
178 21 11 11 1 Champel
179 21 11 11 2 Les Crêts-de-Champel 2

12 Cluse - Philosophes
180 21 12 01 0 Les Philosophes
181 21 12 02 1 Saint-François
182 21 12 02 2 Augustins
183 21 12 03 1 DANCET
184 21 12 03 2 Les Minoteries

13 Jonction - Plainpalais
185 21 13 01 0 La Jonction
186 21 13 02 1 Coulouvrenière - Rois
187 21 13 02 2 Quai du Rhône
188 21 13 03 0 Les Savoises
189 21 13 04 0 Plaine de Plainpalais
190 21 13 05 0 Du-BOIS-MELLY
191 21 13 06 1 ANSERMET
192 21 13 06 2 Vélodrome
193 21 13 07 1 Village-Suisse
194 21 13 07 2 Sainte-Clotilde

14 Bâtie - Acacias
195 21 14 01 0 Saint-Georges - Bâtie
196 21 14 02 1 La Queue-d'Arve
197 21 14 02 2 La Gravière
198 21 14 03 0 Les Vernets
199 21 14 04 0 Parc des Acacias
200 21 14 05 0 BOISSONNAS
201 21 14 06 1 WYSS
202 21 14 06 2 Le-ROYER

21 Eaux-Vives - Lac
203 21 21 01 1 Pierres-du-Niton
204 21 21 01 2 Maison-Royale
205 21 21 02 0 La Grange
206 21 21 03 0 Frontenex
207 21 21 04 1 Les Allières
208 21 21 04 2 Tulipiers
209 21 21 05 0 Les Vollandes
210 21 21 06 0 Villereuse
211 21 21 07 1 Eaux-Vives - Jeu-de-l'Arc
212 21 21 07 2 Eaux-Vives - Vollandes
213 21 21 08 0 Montchoisy
214 21 21 09 0 Jargonnant

22 Florissant - Malagnou
215 21 22 01 0 De-BEAUMONT
216 21 22 02 0 De-ROCHES
217 21 22 03 0 Belmont
218 21 22 04 0 La Grande-Boissière
219 21 22 05 0 La Petite-Boisière
220 21 22 06 0 La Florence
221 21 22 07 0 Eugène-PITTARD
222 21 22 08 0 Florissant
223 21 22 09 0 KRIEG
224 21 22 10 0 Contamines

31 Sécheron - Prieuré
225 21 31 01 0 Sécheron
226 21 31 02 0 Mon-Repos
227 21 31 03 0 Le Prieuré
228 21 31 04 0 Valais

32 ONU - Rigot
229 21 32 01 1 APPIA
230 21 32 01 2 Le Grand-Morillon
231 21 32 02 0 Ariana
232 21 32 03 0 RIGOT
233 21 32 04 0 La Voie-Creuse

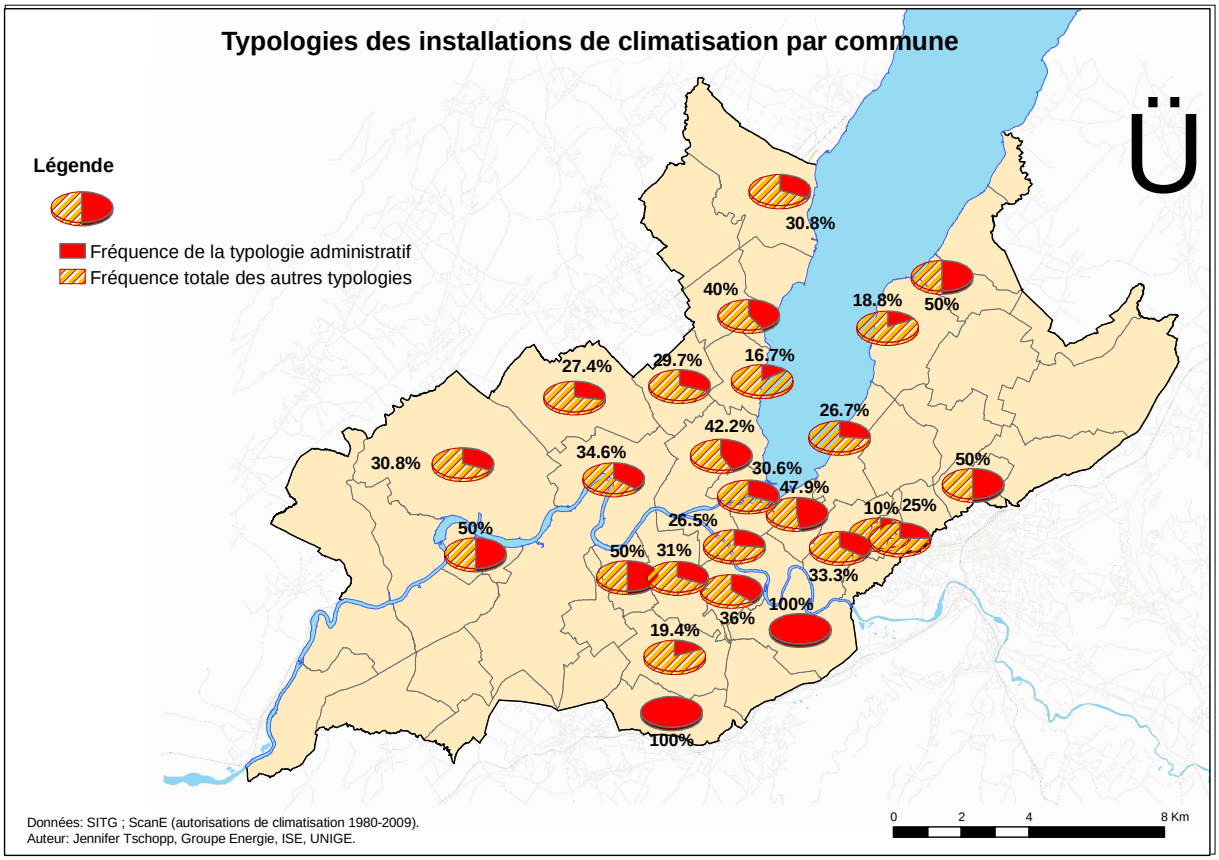
33 Grand-Pré - Vermont
234 21 33 01 0 Le Grand-Pré
235 21 33 02 0 CHANDIEU
236 21 33 03 0 Varembé
237 21 33 04 0 Vermont
238 21 33 05 0 Beaulieu

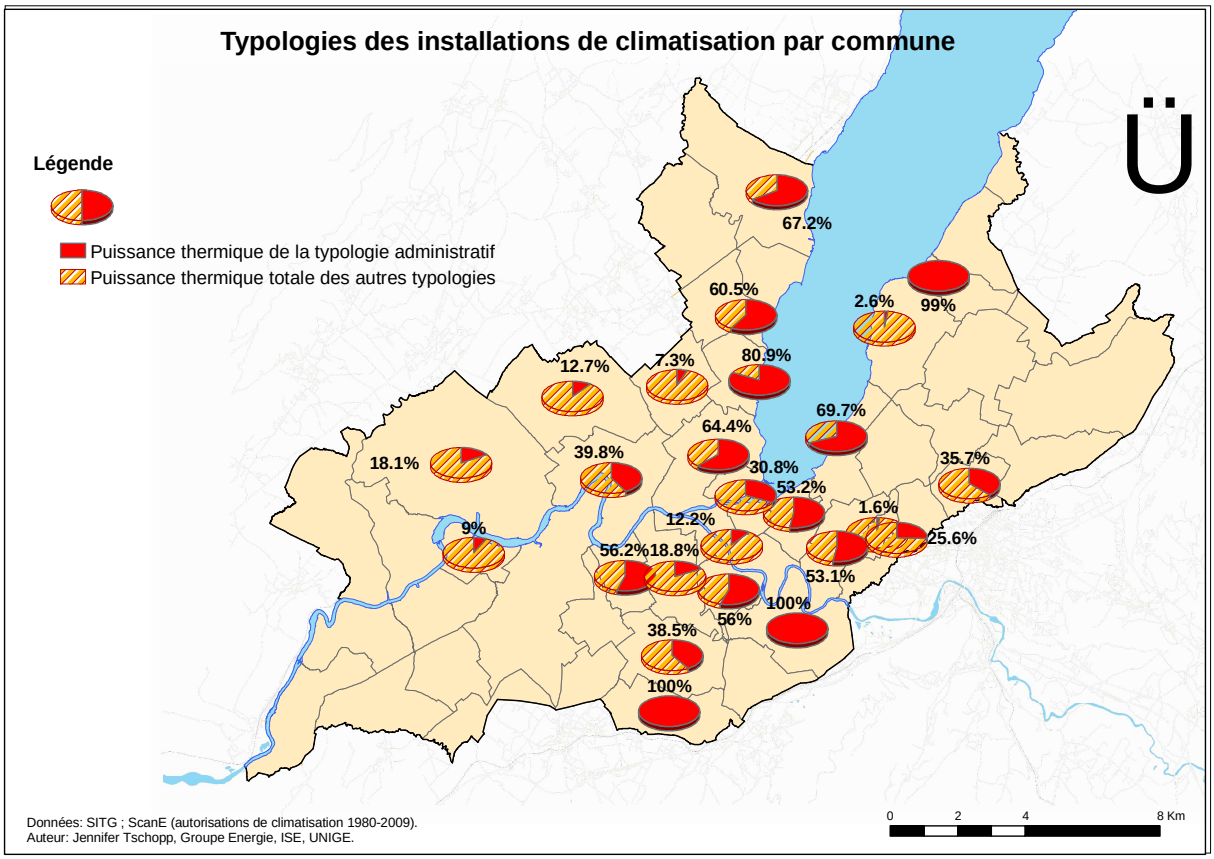
34 Bouchet – Moillebeau
239 21 34 01 0 Le Mervelet
240 21 34 02 0 Colladon
241 21 34 03 0 La Tourelle
242 21 34 04 0 De-BUDE
243 21 34 05 0 Les Genêts
244 21 34 06 0 Moillebeau
245 21 34 07 0 La Forêt
246 21 34 08 0 Le Bouchet
247 21 34 09 0 Les Crêts

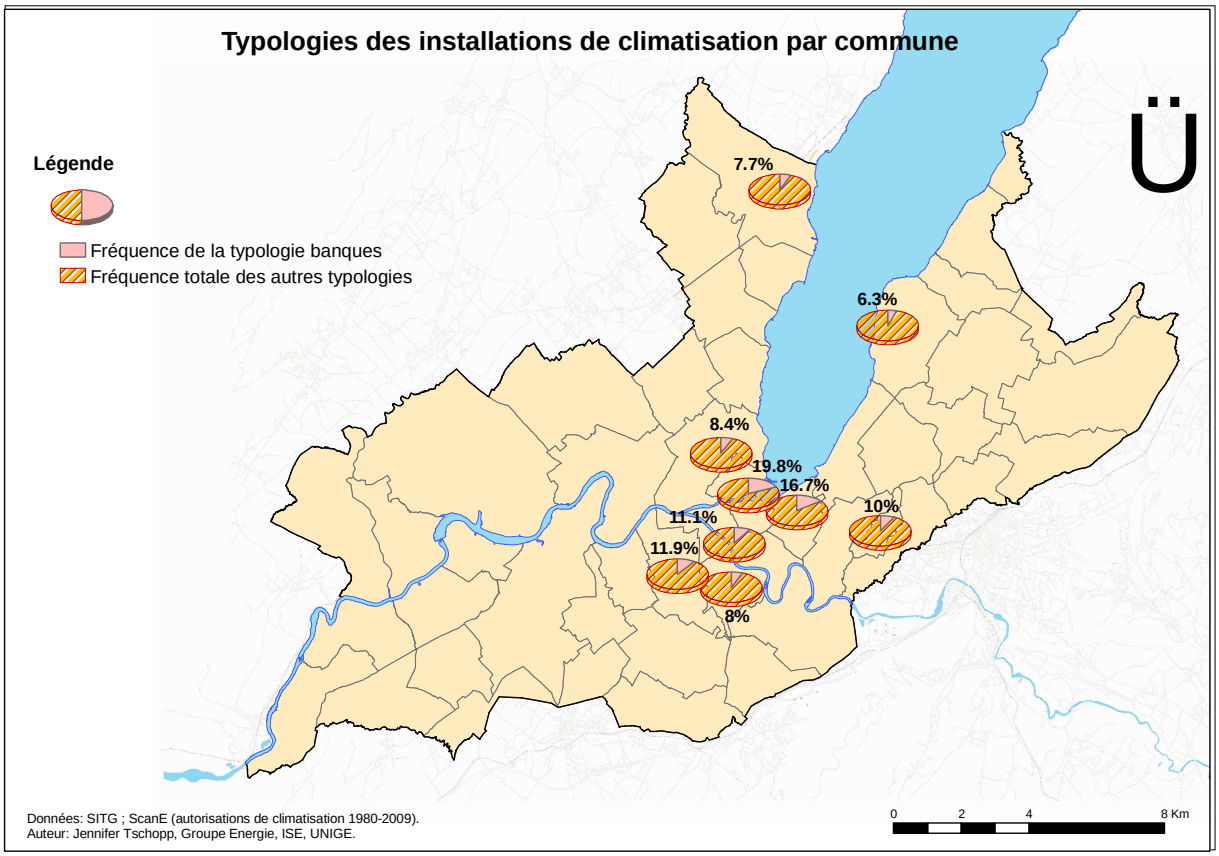
35 Charmilles - Châtelaine
248 21 35 01 0 Parc-des-Sports
249 21 35 02 0 Les Franchises
250 21 35 03 0 Cité-Vieusseux
251 21 35 04 0 LIOTARD
252 21 35 05 1 Servette - Poterie
253 21 35 05 2 Servette - Surinam
254 21 35 06 0 GEISENDORF
255 21 35 07 0 La Dôle
256 21 35 08 0 Les Charmilles
257 21 35 09 0 La Bourgogne
258 21 35 10 0 SOUBEYRAN

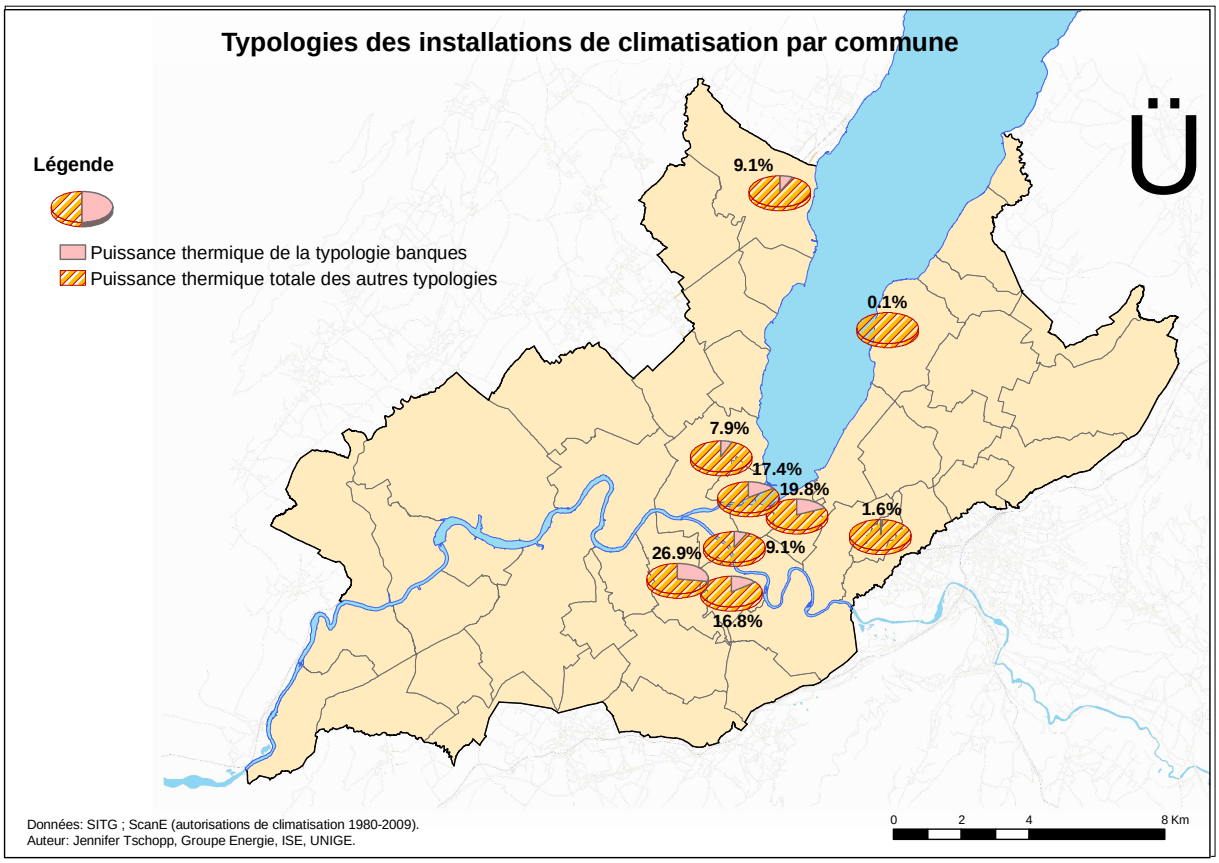
36 Saint-Jean - Aïre
259 21 36 01 1 Camille-MARTIN
260 21 36 01 2 Concorde
261 21 36 02 1 Saint-Jean - Falaises
262 21 36 02 2 Saint-Jean - De-GALLATIN
263 21 36 03 1 Campagne-MASSET
264 21 36 03 2 Nant-Cayla

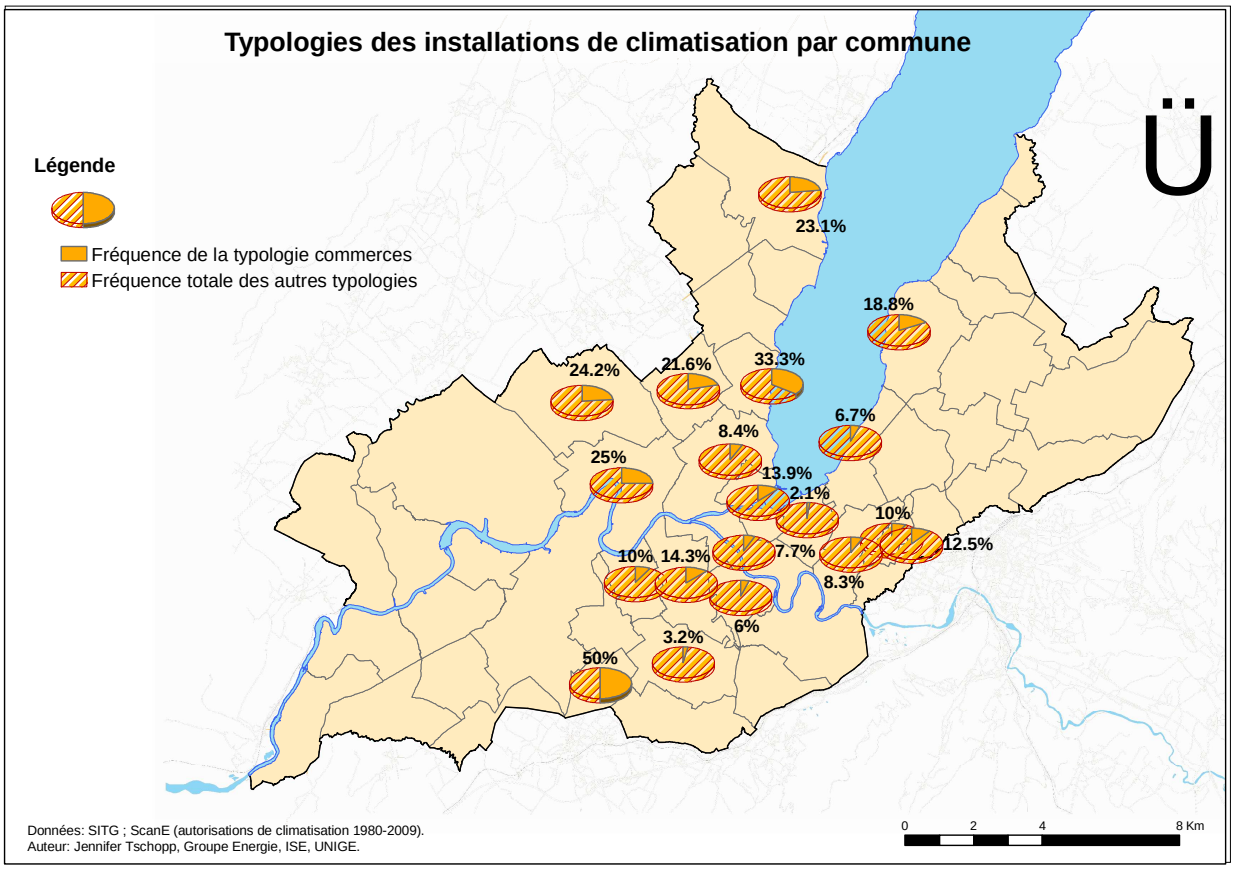
Annexe 4 : Cartes du nombre d'installations et des puissances thermiques par secteur en fonction de la typologie

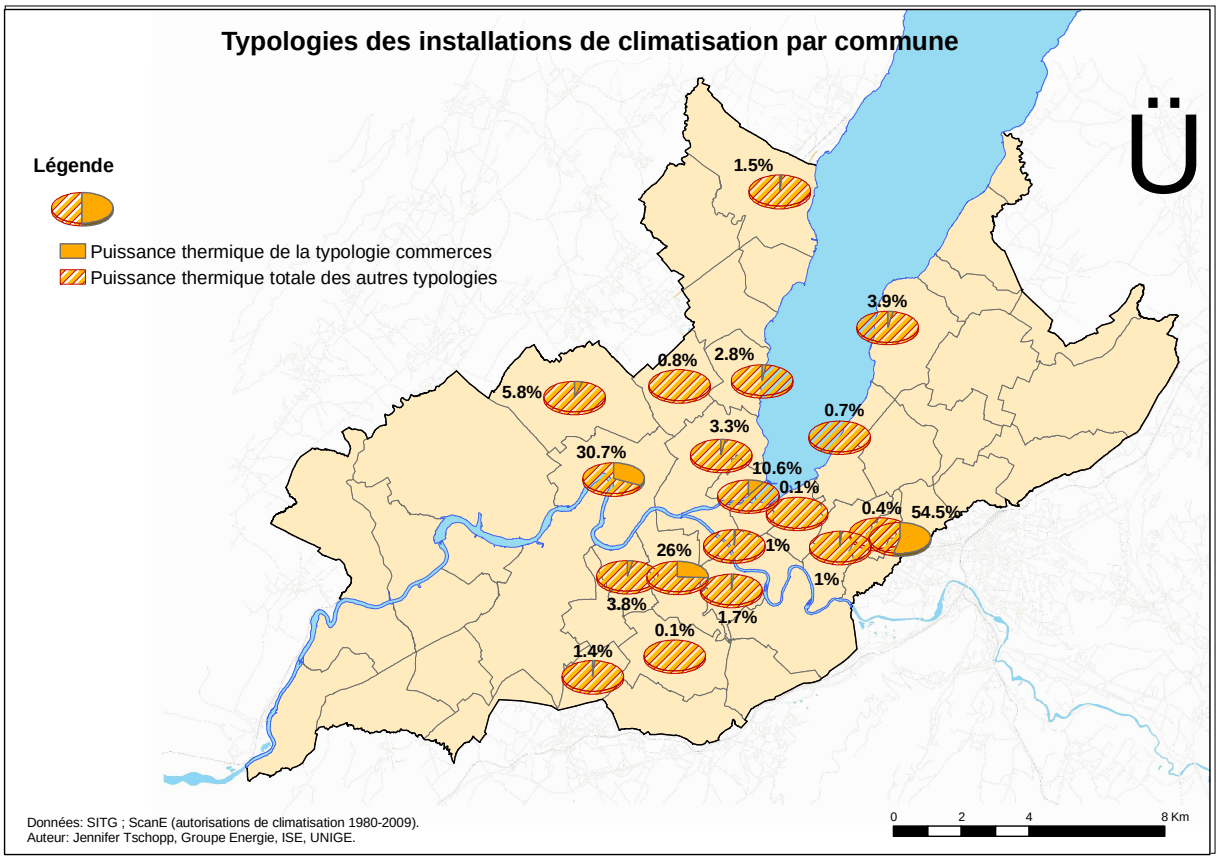


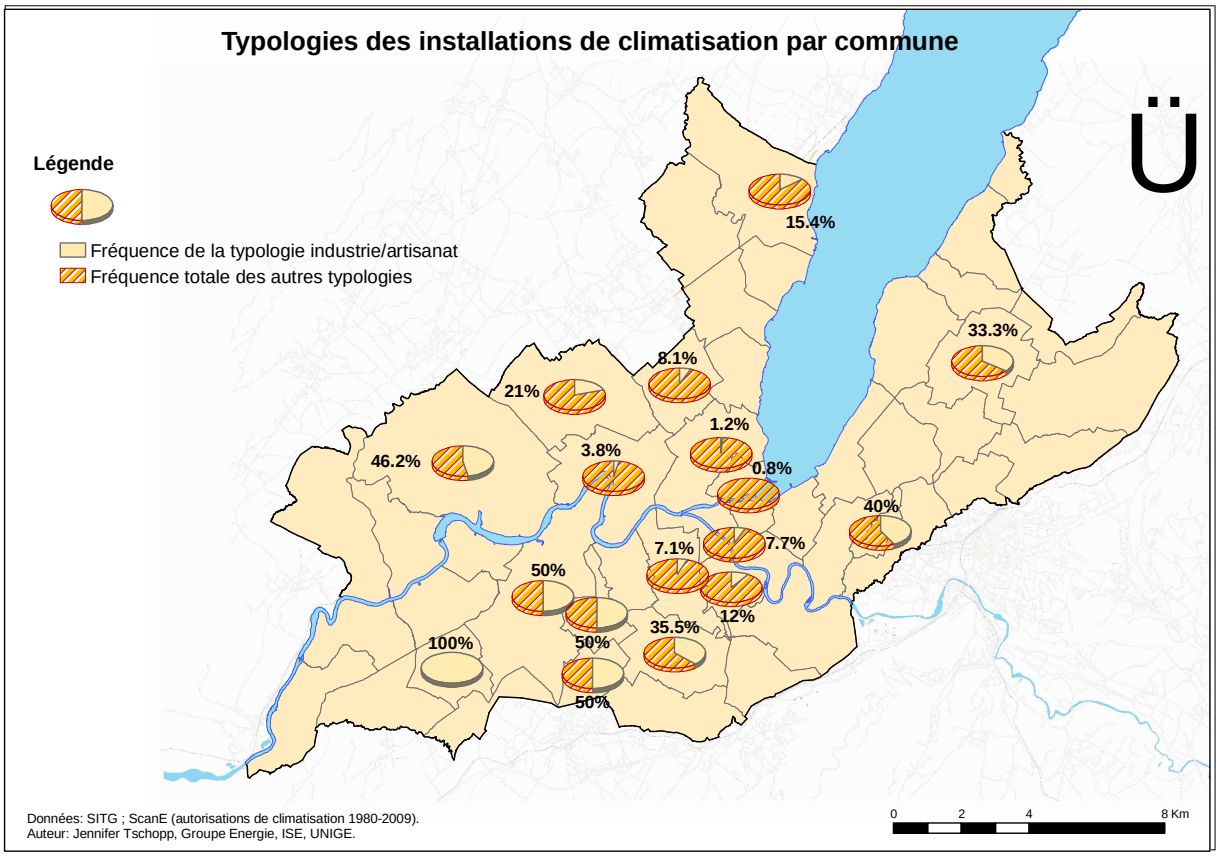


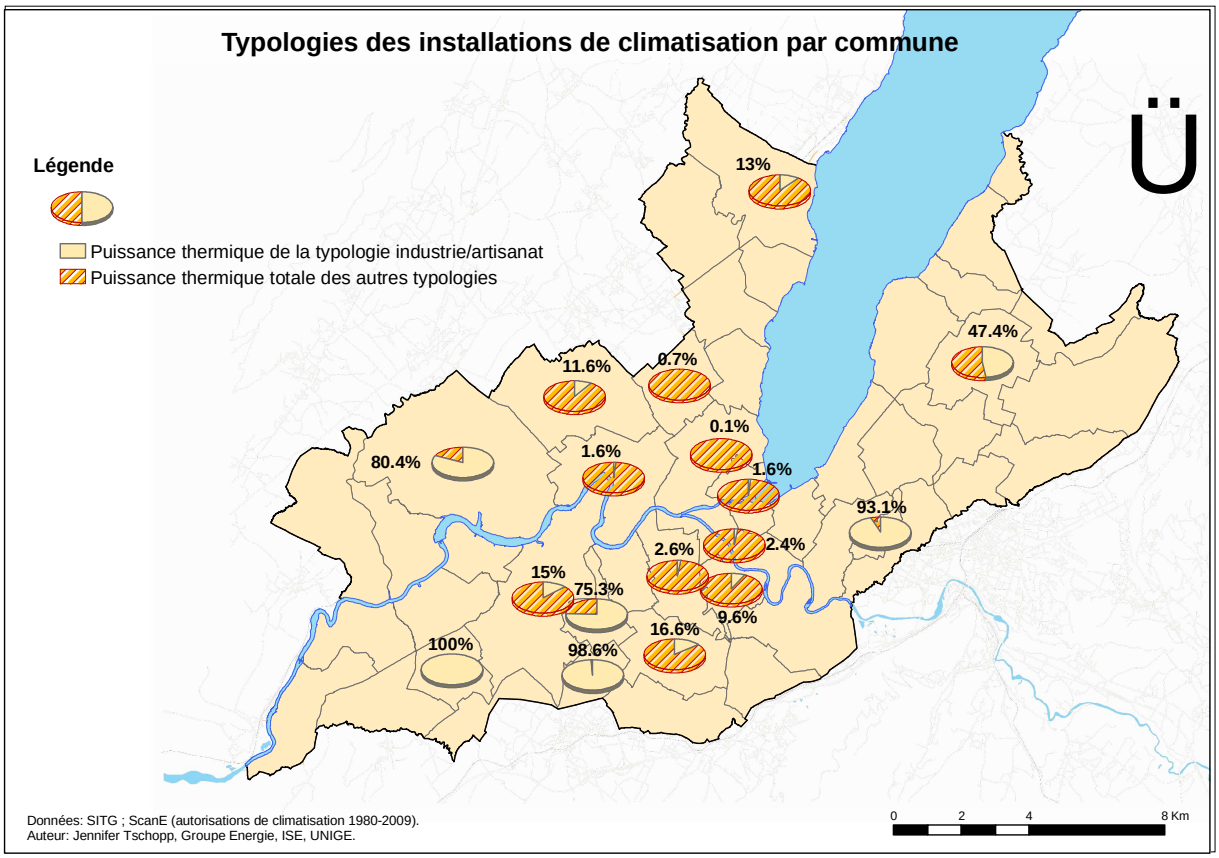

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Fréquence de la typologie banques
Fréquence totale des autres typologies
7.7%
6.3%
8.4%
19.8%
16.7%
10%
11.1%
11.9%
8%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

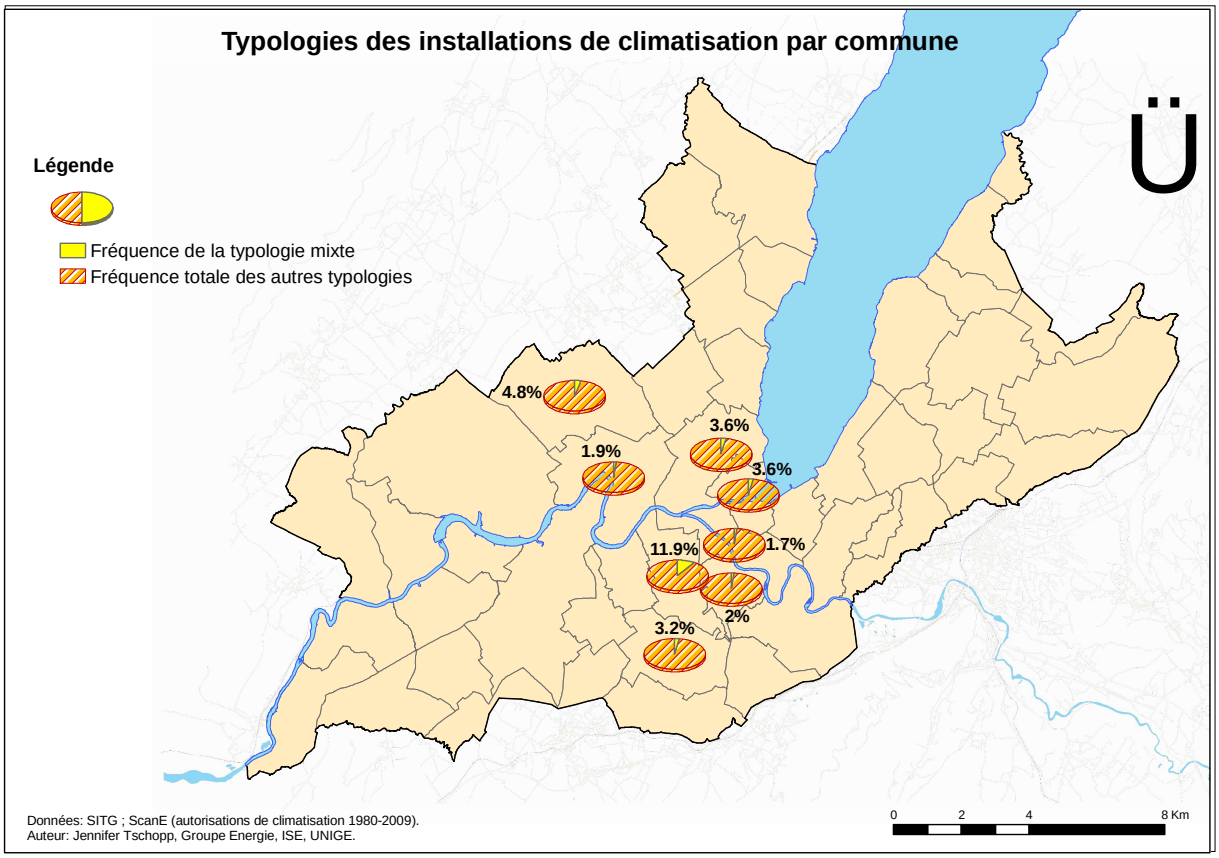

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Puissance thermique de la typologie banques
Puissance thermique totale des autres typologies
9.1%
0.1%
7.9%
17.4%
19.8%
1.6%
26.9%
9.1%
16.8%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

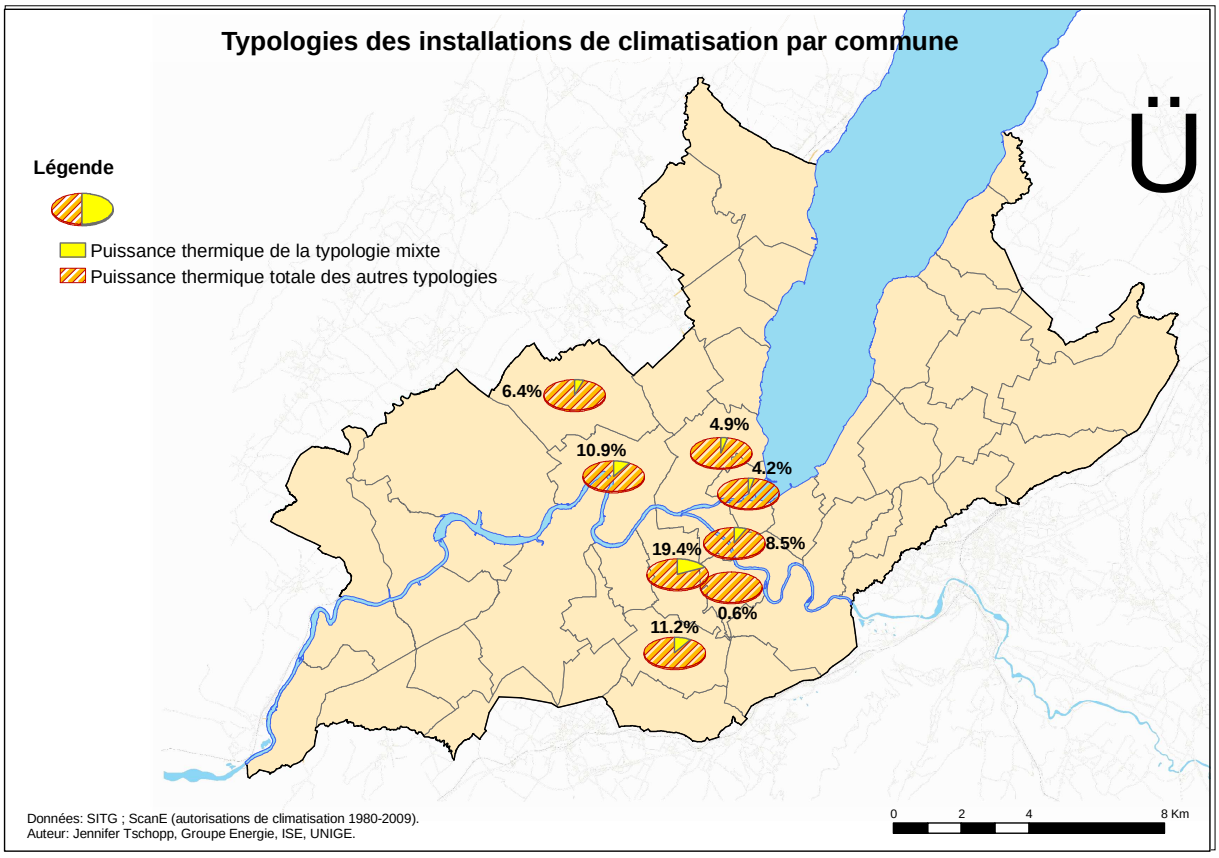

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Fréquence de la typologie commerces
Fréquence totale des autres typologies
Ü
23.1%
18.8%
24.2%
21.6%
33.3%
6.7%
8.4%
25%
13.9%
2.1%
10%
12.5%
10%
14.3%
7.7%
8.3%
6%
3.2%
50%
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

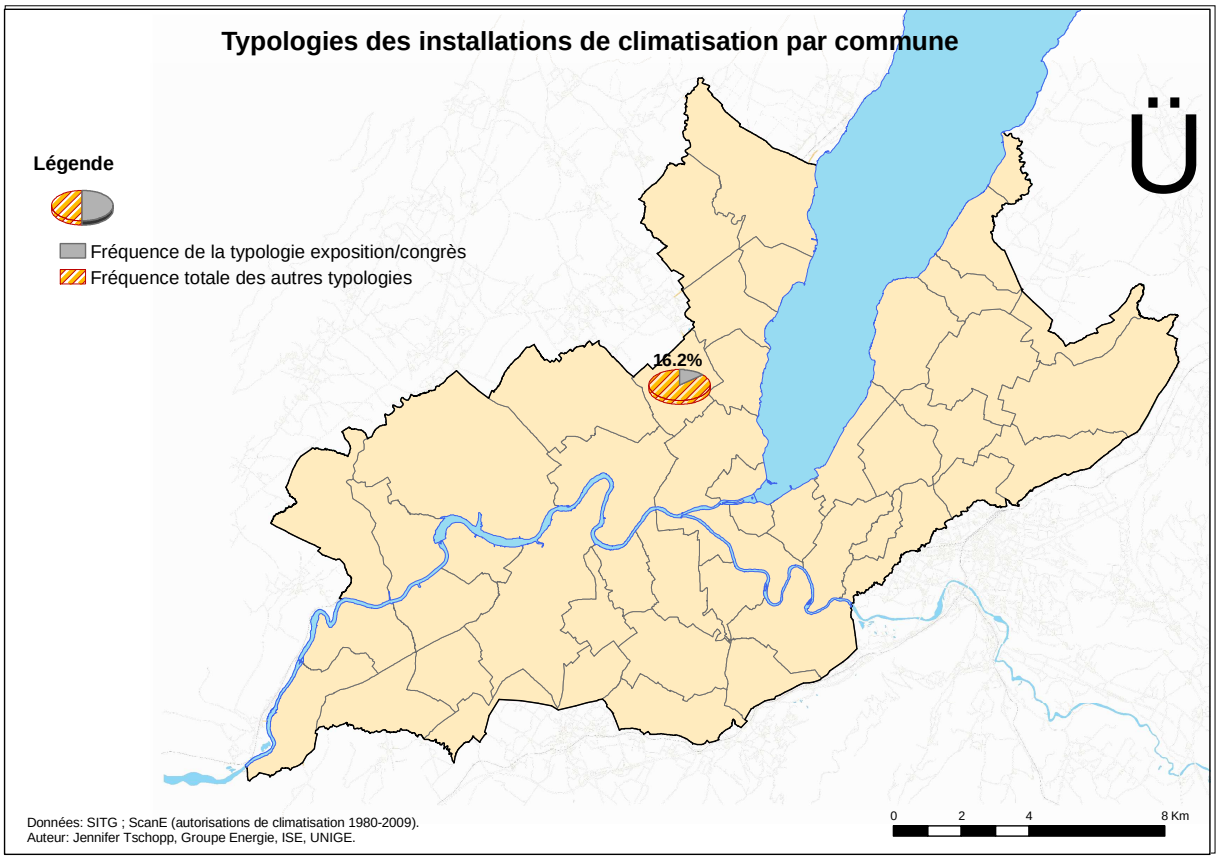

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Puissance thermique de la typologie commerces
Puissance thermique totale des autres typologies
Ü
1.5%
3.9%
0.8%
2.8%
5.8%
0.7%
3.3%
30.7%
10.6%
0.1%
0.4%
54.5%
1%
26%
1%
3.8%
1.7%
0.1%
1.4%
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

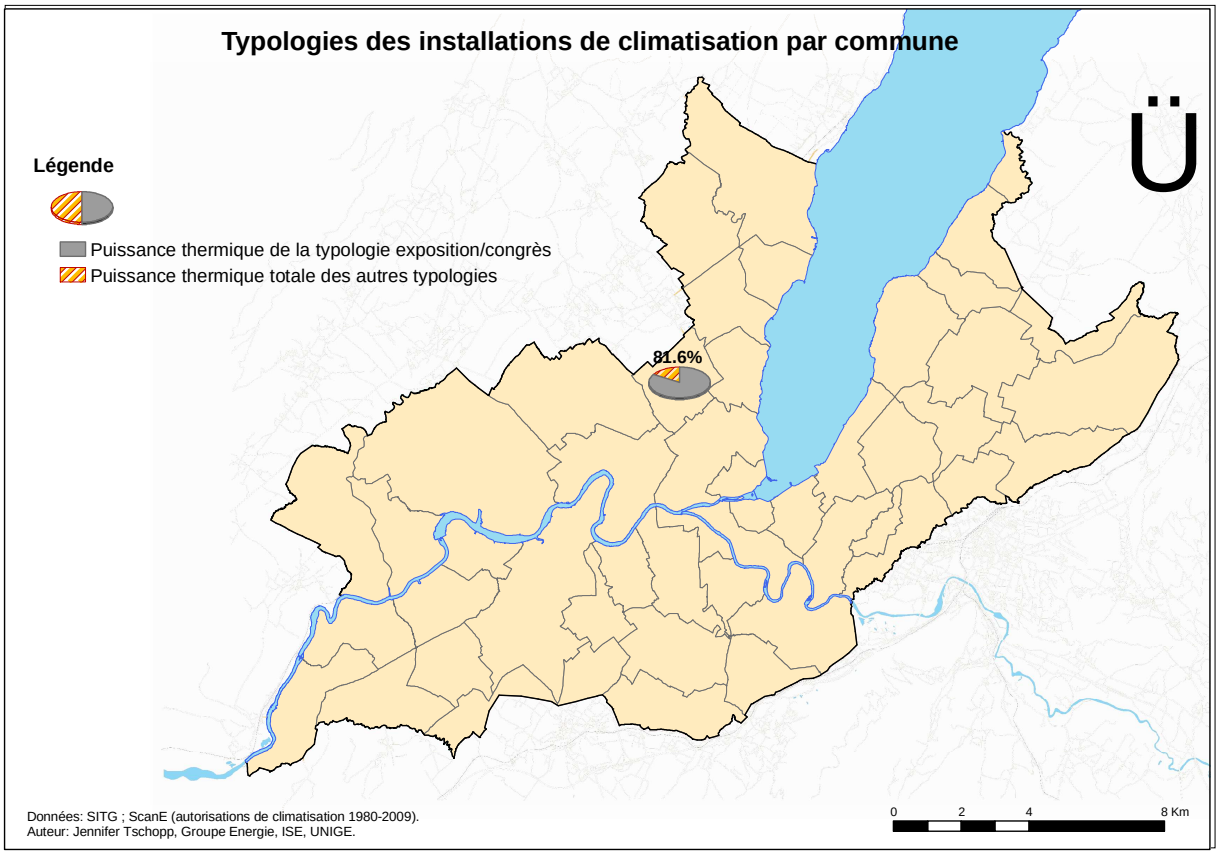

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Fréquence de la typologie industrie/artisanat
Fréquence totale des autres typologies
15.4%
33.3%
8.1%
21%
1.2%
3.8%
46.2%
0.8%
40%
7.1%
7.7%
50%
12%
35.5%
100%
50%
50%
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

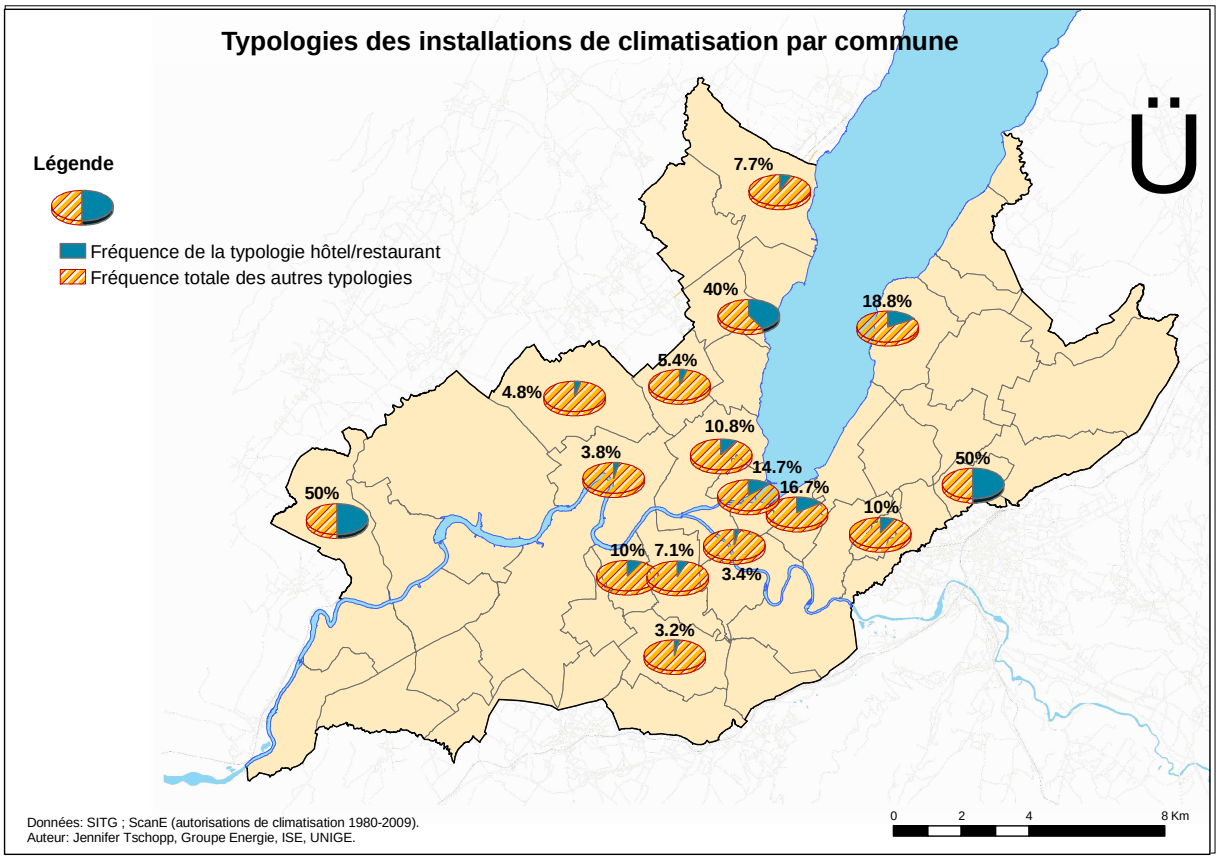

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Puissance thermique de la typologie industrie/artisanat
Puissance thermique totale des autres typologies
13%
47.4%
11.6%
0.7%
0.1%
80.4%
1.6%
1.6%
93.1%
2.6%
2.4%
15%
75.3%
9.6%
16.6%
100%
98.6%
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

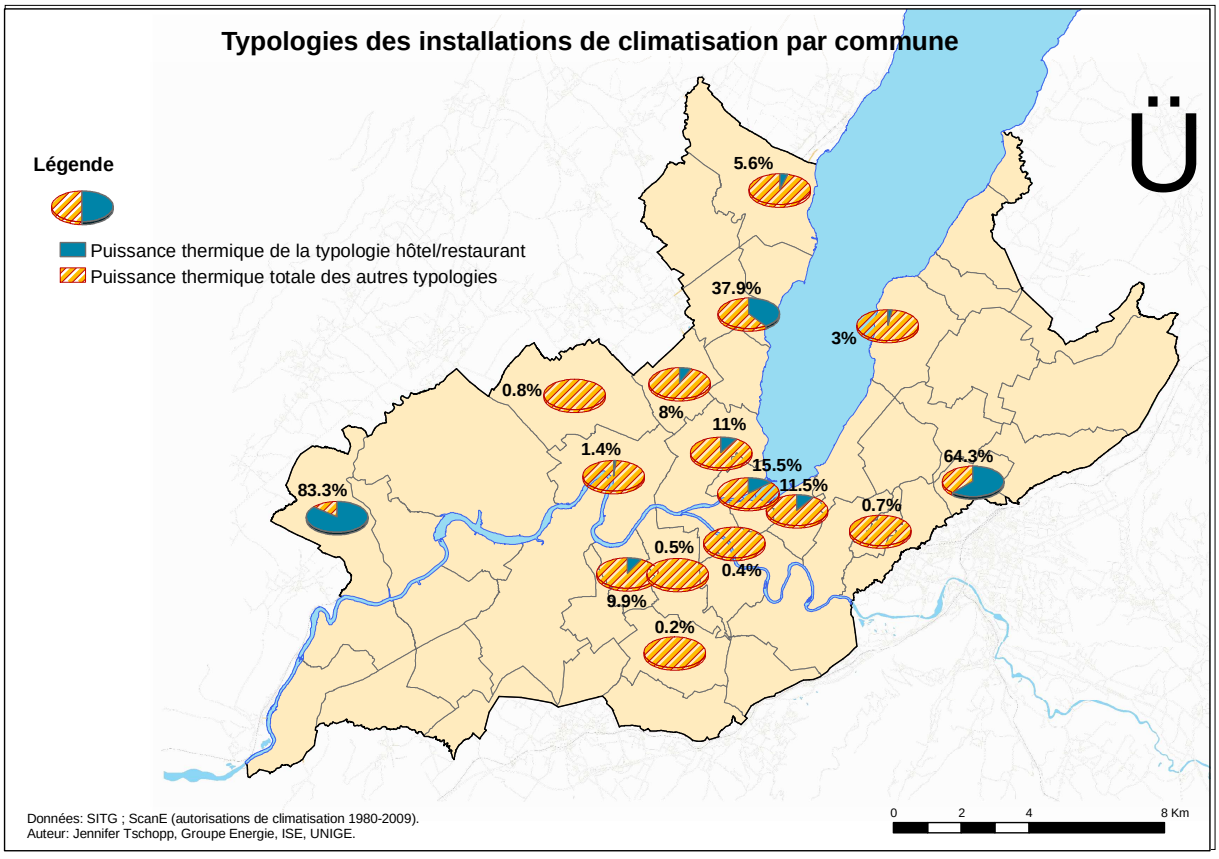

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Fréquence de la typologie mixte
Fréquence totale des autres typologies
4.8%
1.9%
3.6%
3.6%
11.9%
1.7%
2%
3.2%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

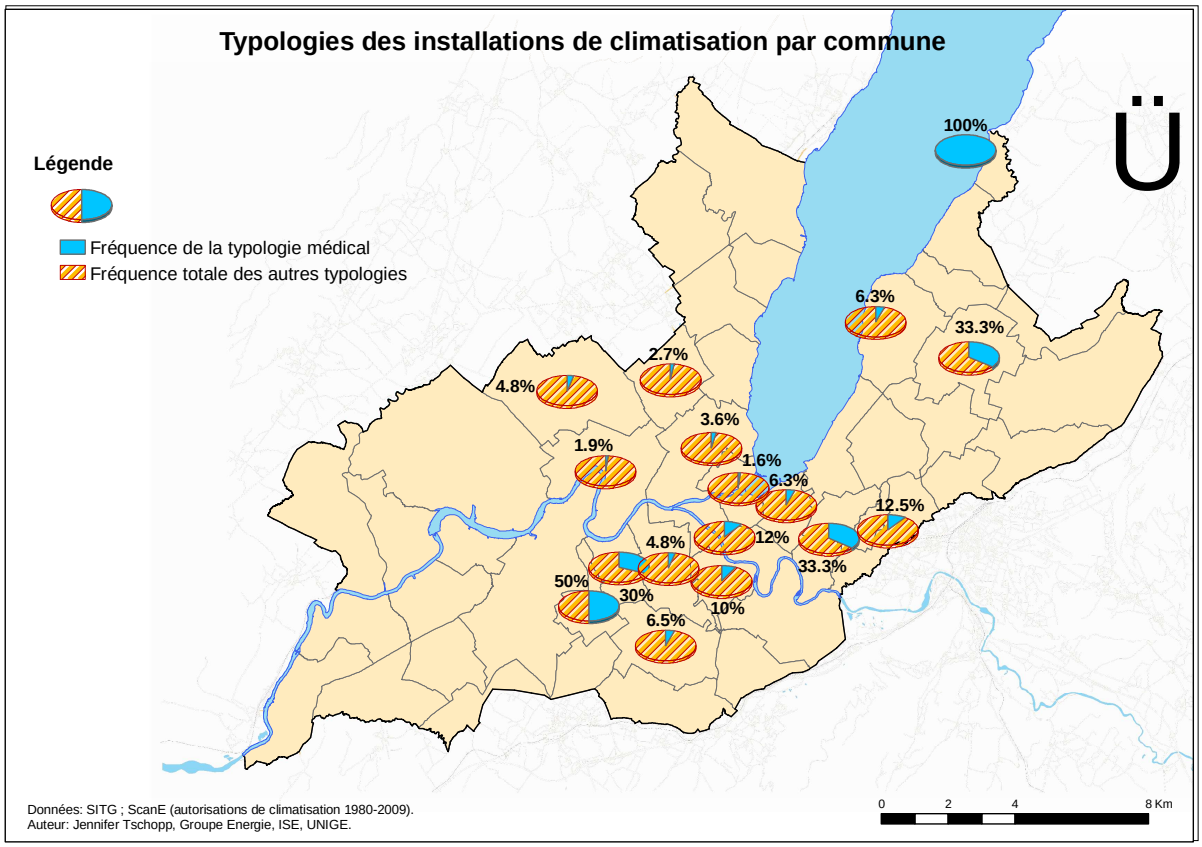

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Puissance thermique de la typologie mixte
Puissance thermique totale des autres typologies
6.4%
10.9%
4.9%
4.2%
19.4%
8.5%
0.6%
11.2%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

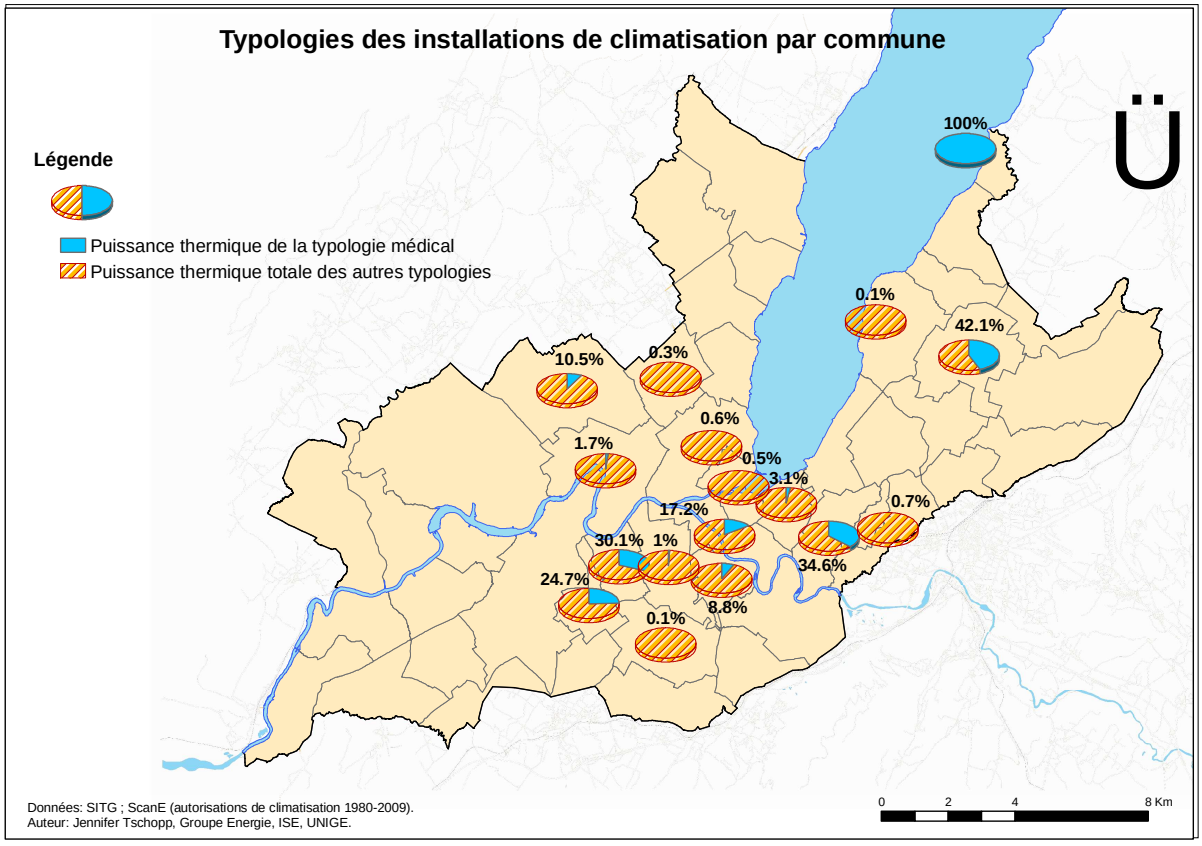

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Fréquence de la typologie exposition/congrès
Fréquence totale des autres typologies
16.2%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

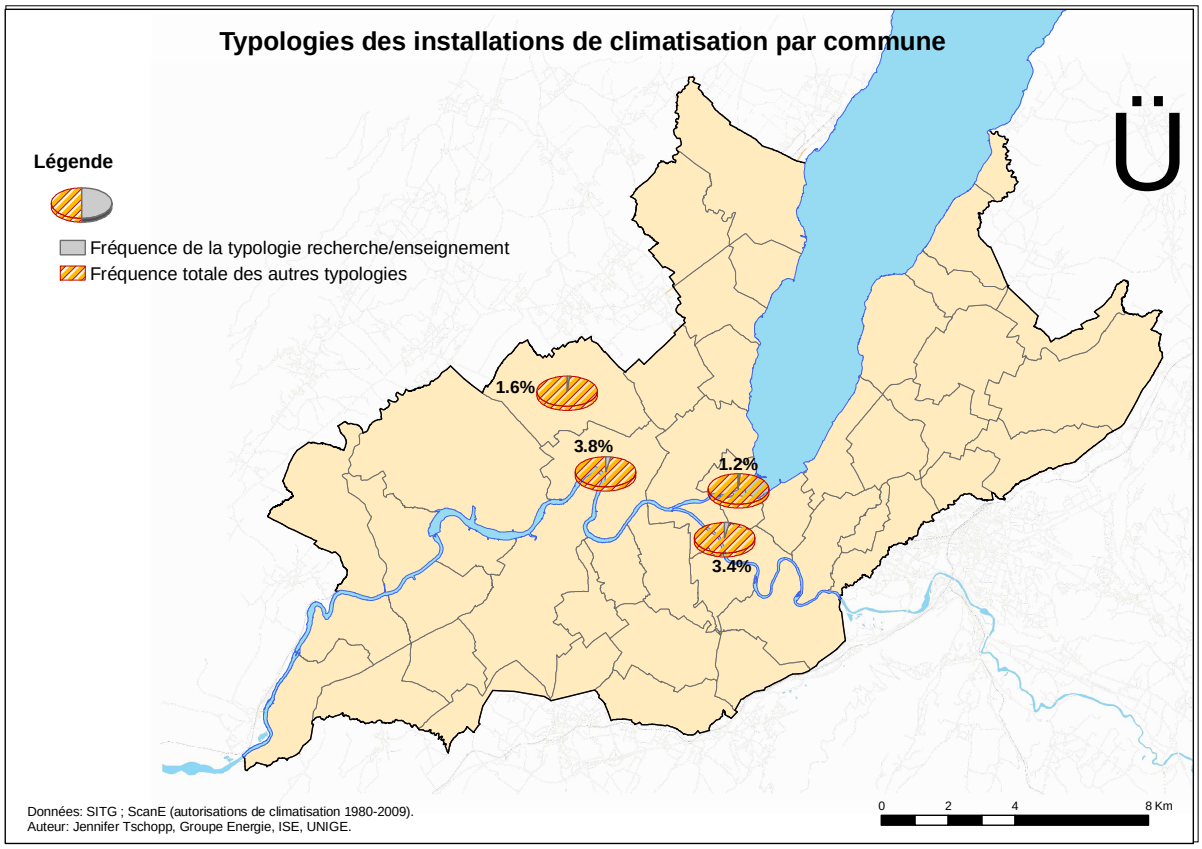

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Puissance thermique de la typologie exposition/congrès
Puissance thermique totale des autres typologies
81.6%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

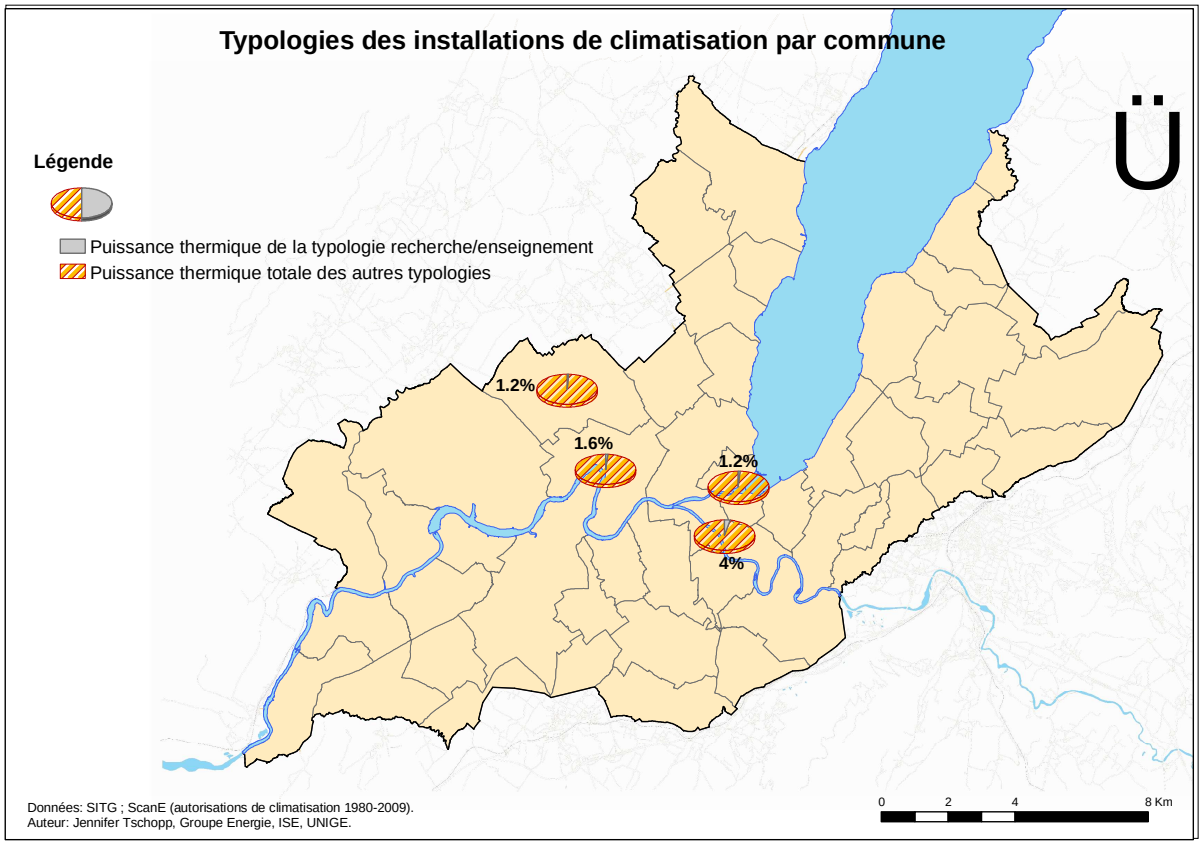

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Fréquence de la typologie hôtel/restaurant
Fréquence totale des autres typologies
7.7%
40%
18.8%
5.4%
4.8%
10.8%
3.8%
14.7%
16.7%
50%
50%
10%
10%
7.1%
3.4%
3.2%
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

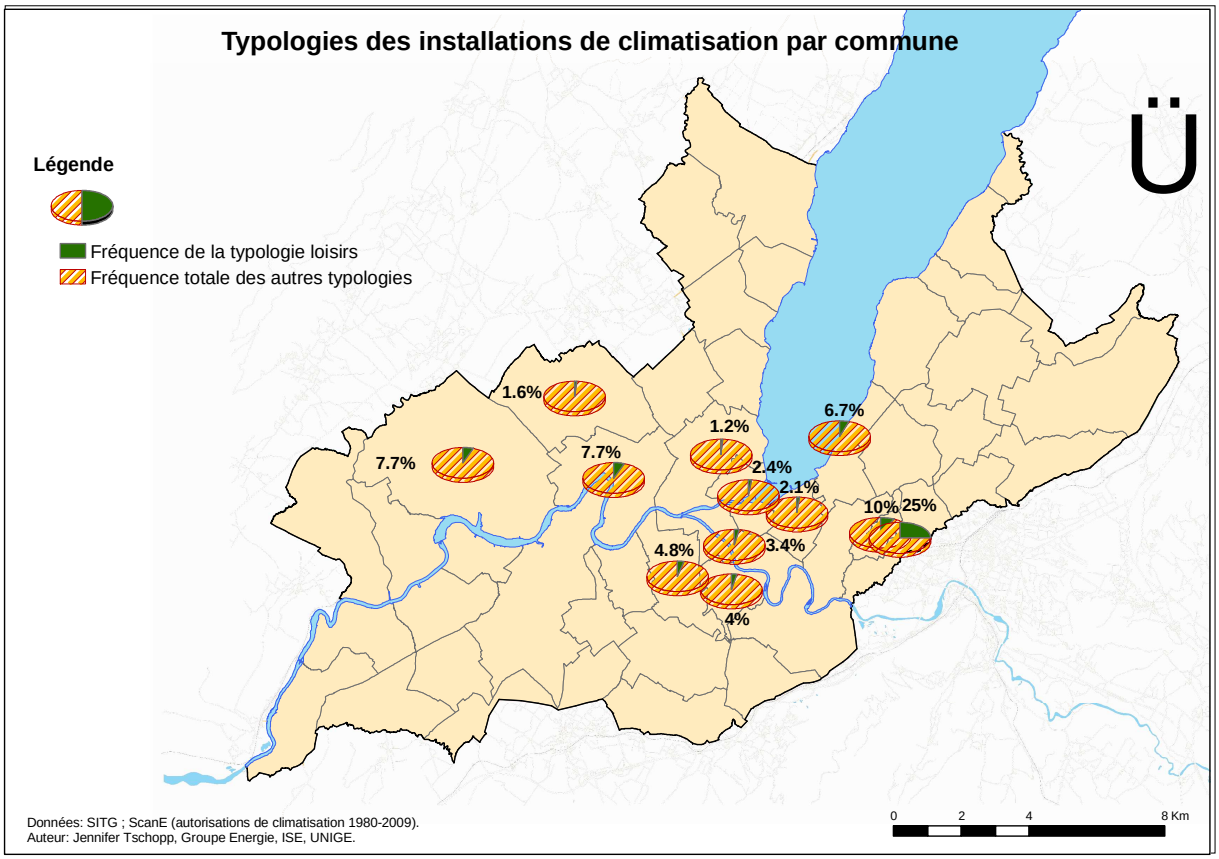

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Puissance thermique de la typologie hôtel/restaurant
Puissance thermique totale des autres typologies
5.6%
37.9%
3%
0.8%
8%
11%
1.4%
15.5%
64.3%
83.3%
11.5%
0.7%
0.5%
0.4%
9.9%
0.2%
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

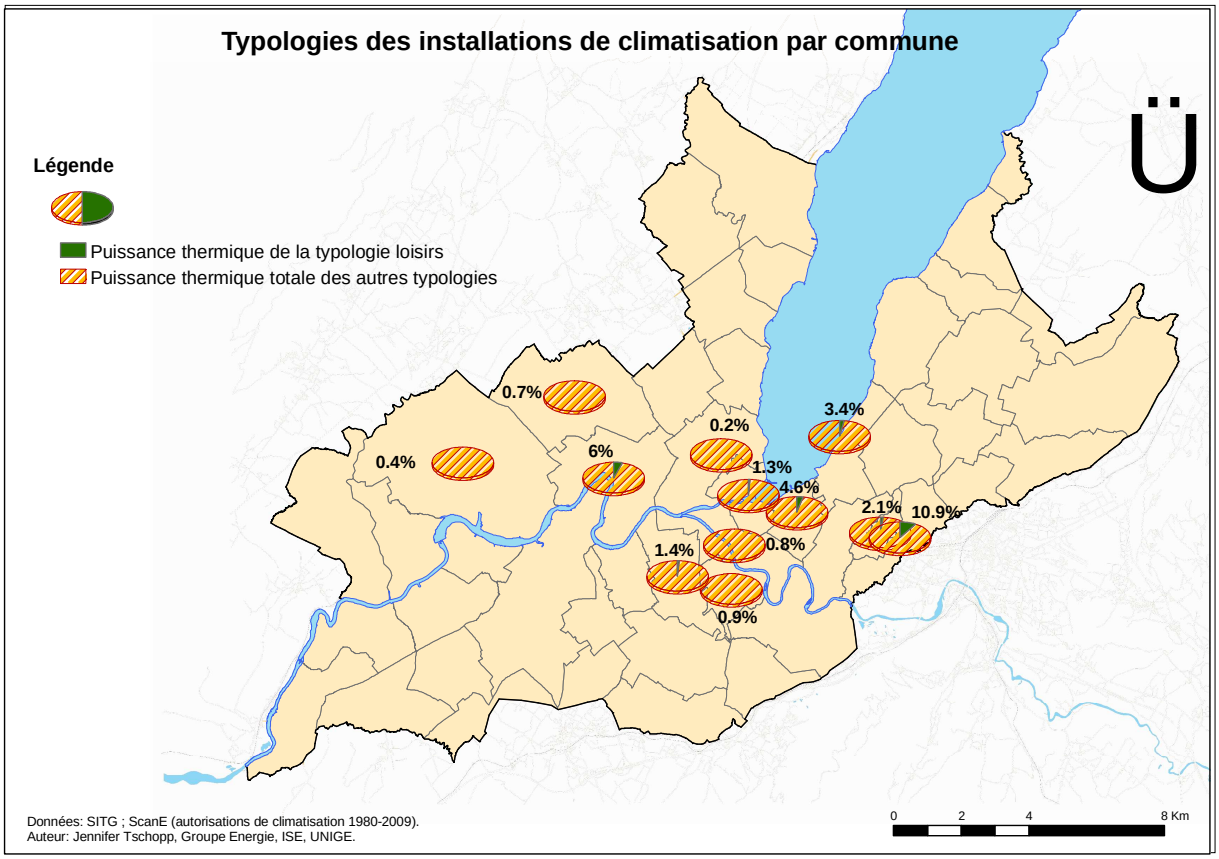

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Fréquence de la typologie médical
Fréquence totale des autres typologies
100%
6.3%
33.3%
2.7%
4.8%
3.6%
1.9%
1.6%
6.3%
12.5%
12%
4.8%
33.3%
50%
30%
10%
6.5%
Ü
0
2
4
8 Km
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.

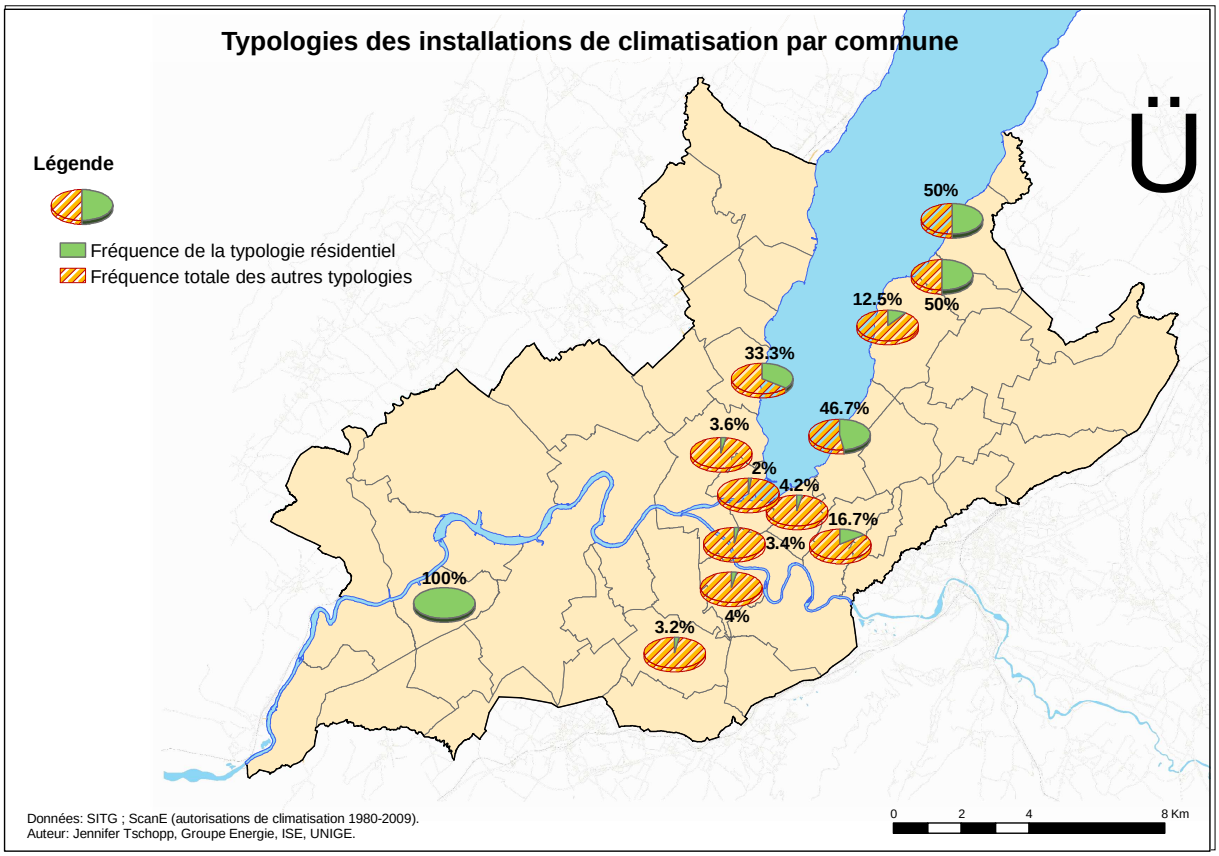

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Puissance thermique de la typologie médical
Puissance thermique totale des autres typologies
100%
0.1%
42.1%
10.5%
0.3%
0.6%
1.7%
0.5%
3.1%
0.7%
17.2%
30.1%
1%
34.6%
24.7%
8.8%
0.1%
Ü
0
2
4
8 Km
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.

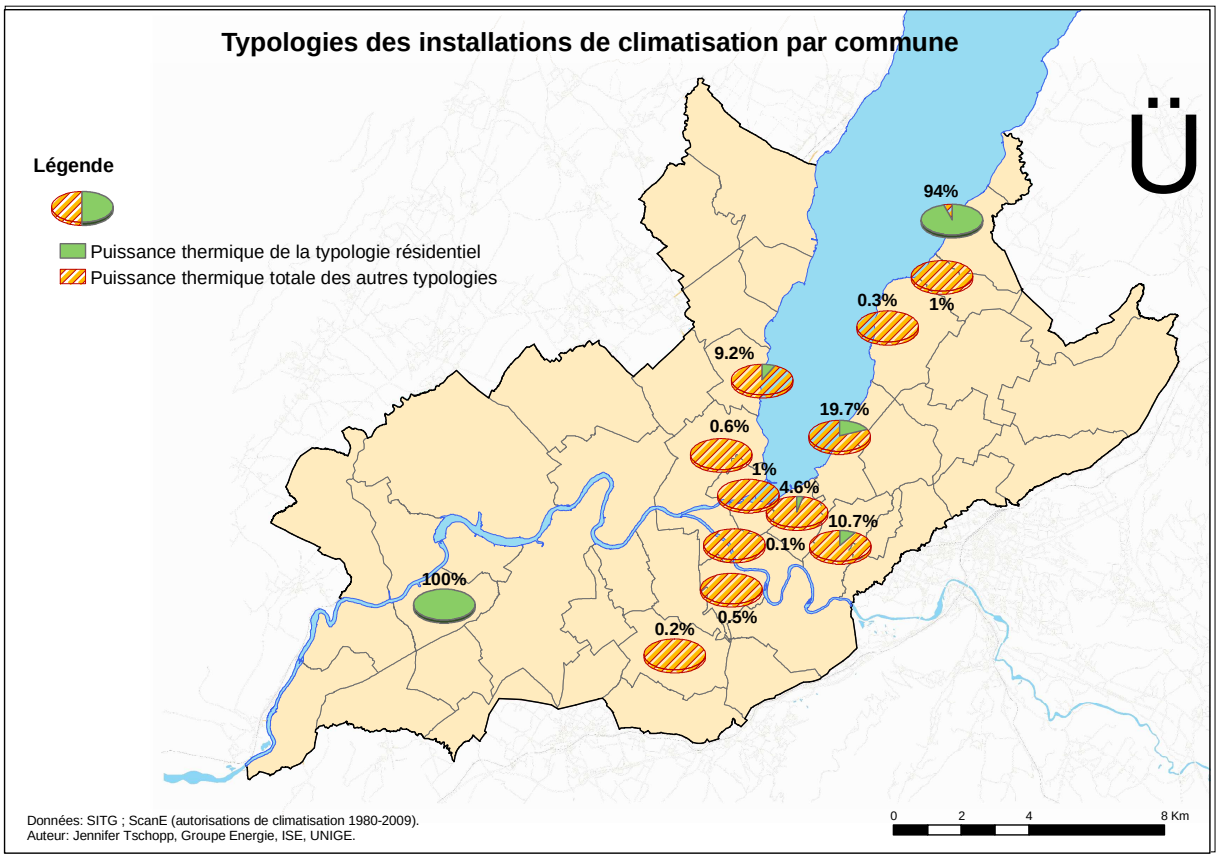

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Fréquence de la typologie recherche/enseignement
Fréquence totale des autres typologies
1.6%
3.8%
1.2%
3.4%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

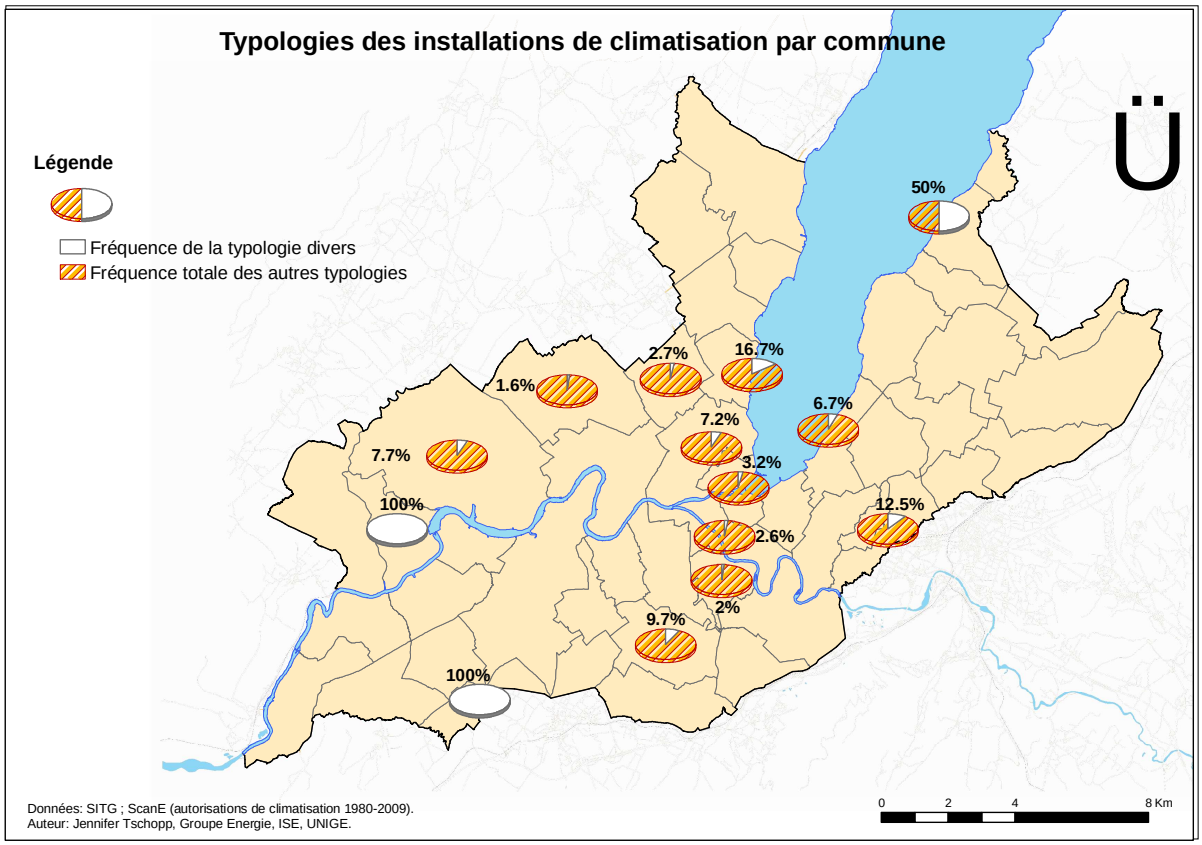

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Puissance thermique de la typologie recherche/enseignement
Puissance thermique totale des autres typologies
1.2%
1.6%
1.2%
4%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km

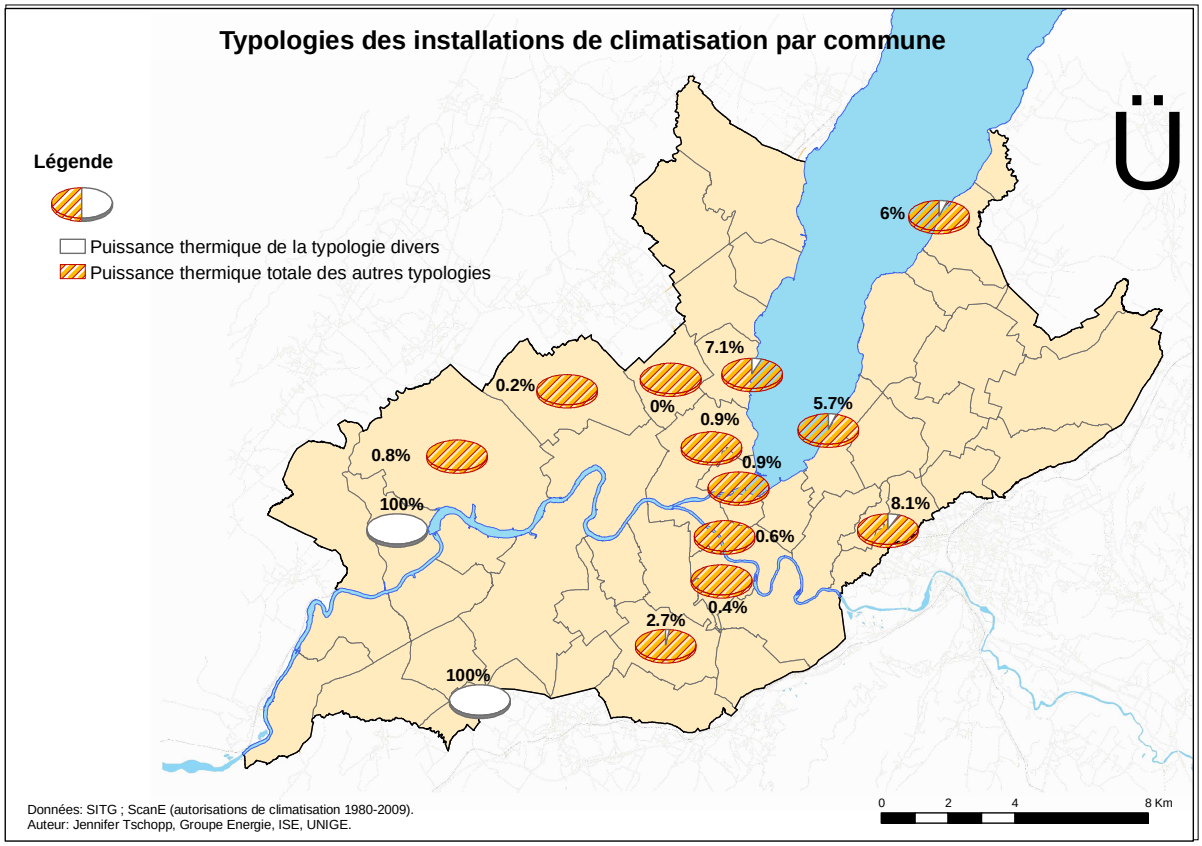

Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Fréquence de la typologie loisirs
Fréquence totale des autres typologies
1.6%
7.7%
7.7%
1.2%
6.7%
2.4%
2.1%
10%
25%
4.8%
3.4%
4%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km


Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Puissance thermique de la typologie loisirs
Puissance thermique totale des autres typologies
0.7%
0.4%
6%
0.2%
3.4%
1.3%
4.6%
2.1%
10.9%
1.4%
0.8%
0.9%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km


Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Fréquence de la typologie résidentiel
Fréquence totale des autres typologies
50%
50%
12.5%
33.3%
46.7%
3.6%
2%
4.2%
16.7%
3.4%
100%
4%
3.2%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km


Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Puissance thermique de la typologie résidentiel
Puissance thermique totale des autres typologies
94%
1%
0.3%
9.2%
19.7%
0.6%
1%
4.6%
10.7%
0.1%
100%
0.5%
0.2%
Ü
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km


Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Fréquence de la typologie divers
Fréquence totale des autres typologies
50%
16.7%
2.7%
1.6%
6.7%
7.2%
7.7%
3.2%
100%
12.5%
2.6%
2%
9.7%
100%
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km


Typologies des installations de climatisation par commune
Légende
Puissance thermique de la typologie divers
Puissance thermique totale des autres typologies
6%
7.1%
0.2%
0%
5.7%
0.9%
0.8%
0.9%
100%
8.1%
0.6%
0.4%
2.7%
100%
Données: SITG ; ScanE (autorisations de climatisation 1980-2009).
Auteur: Jennifer Tschopp, Groupe Energie, ISE, UNIGE.
0 2 4 8 Km