



Ville du Grand Saconnex

Plan Directeur des Energies de la commune  
du Grand Saconnex




## Rapport d'étude du concept énergétique com- munal

**Ville du Grand Saconnex**

**Plan Directeur des Energies de la commune du Grand Saconnex**

**Rapport d'étude du concept énergétique communal**

|                      |  |   |   |
|----------------------|--|---|---|
| <b>Version</b>       | -  | a | b |
| <b>Document</b>      | SF7651.01-RN001_CET Grand Saconnex   |   |   |
| <b>Date</b>          | 12 septembre 2013  |   |   |
| <b>Elaboration</b>   | Luc Girardin   |   |   |
| <b>Visa</b>          | <br>Loïc Lepage   |   |   |
| <b>Collaboration</b> |  |   |   |
| <b>Distribution</b>  | M. Comte (Conseiller Administratif)<br>M. Favre (Conseiller Administratif)<br>Mme Massot (Grand Saconnex)<br>M. Cusin (Grand Saconnex)<br>Mme Barral (Grand Saconnex)<br>Mme Aliénor Giroud-Bonnefond<br>(Grand Projet)<br>M. Clerc (OCEN)<br>M. Monnard (SIG) |   |   |

© BG

| <b>Table des matières</b>  | <b>Page</b> |
|--|-------------|
| <b>1. Résumé exécutif</b>  | <b>1</b>    |
| <b>2. Introduction</b>   | <b>4</b>    |
| 2.1 Enjeux globaux   | 4           |
| 2.2 Contexte de la mission   | 5           |
| 2.3 Objectifs  | 5           |
| 2.4 Méthodologie   | 5           |
| 2.5 Livrables  | 6           |
| <b>3. Contexte énergétique</b>   | <b>7</b>    |
| 3.1 Périmètre élargi   | 7           |
| 3.1.1 Cadre et objectifs suisses   | 7           |
| 3.1.2 Cadre et objectifs cantonaux   | 8           |
| 3.2 Périmètre d'étude  | 9           |
| 3.2.1 Le Plan Directeur Communal et les projets d'aménagement                            | 9           |
| 3.2.2 La Politique énergétique communale   | 10          |
| 3.2.3 La planification énergétique territoriale  | 11          |
| 3.2.4 Cité de l'Energie  | 11          |
| <b>4. Richesse énergétique du territoire</b>   | <b>14</b>   |
| 4.1 Etat des lieux environnemental   | 14          |
| 4.2 Disponibilité des ressources énergétiques  | 18          |
| 4.3 Ressources énergétiques valorisables   | 21          |
| 4.4 Richesse énergétique du territoire   | 23          |
| 4.4.1 Ressources énergétiques distribuées  | 23          |
| 4.4.2 Ressources énergétiques renouvelables (EnR) locales                                | 26          |
| 4.4.3 Vue d'ensemble de la richesse des ressources énergétiques locales à l'horizon 2030 | 34          |
| <b>5. Besoins énergétiques du territoire</b>   | <b>36</b>   |
| 5.1 Hypothèses   | 36          |
| 5.1.1 Planification et estimation des besoins énergétiques                               | 37          |
| 5.1.2 Estimation des surfaces de référence énergétique (SRE)                             | 38          |
| 5.1.3 Estimation des demandes spécifiques d'énergie utile                                | 44          |
| 5.2 Bilan énergétique de la Commune  | 45          |
| 5.2.1 Bilan des consommations d'énergie finale   | 45          |
| 5.2.2 Bilan des demandes d'énergie utile   | 45          |
| 5.3 Localisation des demandes énergétiques de la Commune                                 | 50          |
| 5.3.1 Carte des demandes de chauffage (Figure 31)  | 50          |
| 5.3.2 Carte des demandes d'eau chaude sanitaire (Figure 32)                              | 50          |
| 5.3.3 Carte des demandes de rafraîchissement (Figure 33)                                 | 50          |
| 5.3.4 Carte des demandes d'électricité (Figure 34)                                       | 50          |
| 5.3.5 Carte des niveaux de température (Figure 35)                                       | 51          |
| <b>6. Concepts énergétiques proposés</b>   | <b>57</b>   |
| 6.1 Description des concepts   | 57          |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 6.1.1      | Concept "maîtrise de l'énergie"                                    | 57        |
| 6.1.2      | Concept "extension CAD"  | 57        |
| 6.1.3      | Concept "autonomie énergétique"                                    | 57        |
| 6.1.4      | Concept "zone villas"  | 58        |
| 6.2        | Plan d'actions de mise en œuvre des concepts et de leurs variantes | 58        |
| <b>7.</b>  | <b>Politique énergétique et écobilan</b>                           | <b>67</b> |
| 7.1        | Traduction des objectifs de politique énergétique                  | 67        |
| 7.2        | Bilan énergétique prévisionnel de la commune                       | 67        |
| 7.2.1      | Hypothèses   | 67        |
| 7.2.2      | Bilan énergétique actuel 2012                                      | 69        |
| 7.2.3      | Bilan énergétique prévisionnel 2030                                | 69        |
| 7.2.4      | Vérification de l'atteinte des objectifs                           | 69        |
| 7.3        | Définition des scénarios tests d'actions                           | 72        |
| 7.3.1      | Le scénario "Rénovation société 2000W"                             | 73        |
| 7.3.2      | Le scénario "Extension CAD Lac"                                    | 74        |
| 7.3.3      | Le scénario "PAC-Géothermie"                                       | 74        |
| 7.3.4      | Le scénario "Transition renouvelable"                              | 74        |
| 7.4        | Effet des scénarios tests  | 74        |
| 7.5        | Synthèse sur les objectifs à atteindre                             | 76        |
| 7.5.1      | Part d'énergie renouvelable  | 76        |
| 7.5.2      | Part d'énergie non renouvelable (Société 2000W en 2050)            | 76        |
| 7.5.3      | Emissions de CO2   | 76        |
| 7.5.4      | Energie primaire globale   | 76        |
| <b>8.</b>  | <b>Conclusions</b>   | <b>78</b> |
| <b>9.</b>  | <b>Plan d'action</b>   | <b>79</b> |
| <b>10.</b> | <b>Acteurs et rôles</b>  | <b>80</b> |
| <b>11.</b> | <b>Glossaire</b>   | <b>82</b> |
| <b>12.</b> | <b>Références</b>  | <b>84</b> |

## **Annexes:**

- Annexe 1: Cartes des ressources énergétiques
- Annexe 2: Carte des secteurs en développement
- Annexe 3: Cartes des besoins énergétiques
- Annexe 4: Carte du concept énergétique territorial

## 1. Résumé exécutif

### Contexte

Le périmètre de la commune hérite du contexte énergétique établi aux échelons territoriaux supérieurs. Cependant, c'est dans son document d'objectifs de politique énergétique que la Ville s'est fixé des objectifs chiffrés. Ces objectifs ont notamment une portée territoriale avec :

- L'augmentation de 5% de la part d'énergie renouvelable en 2016 pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire par rapport à 2011
- Un objectif climat chiffré en t.CO<sub>2</sub> et en W/pers/an en 2016
- Une augmentation de 50% de la part d'énergie renouvelable dans la consommation globale en 2020
- Une réduction de 20% des émissions CO<sub>2</sub> par rapport en 2020
- Un indicateur "société 2000W" de 4400 Watts par personnes par an en 2035 et de 3500 W/pers/an en 2050

Notre étude permettra de tester l'atteinte de ces objectifs par rapport à un bilan 2012 et, le cas échéant, de proposer des objectifs plus réalistes et actualisés en fonction de l'évolution du contexte énergétique et des infrastructures. Elle permettra également de proposer des concepts énergétiques sectorisés adaptés au contexte pratique local, mais aussi aux enjeux énergétiques et climatiques globaux.

### Richesse énergétique de la Commune

L'analyse environnementale du périmètre d'étude a permis de mettre en évidence et de localiser (Figure 10, p.22) les ressources énergétiques disponibles et la richesse énergétique locale renouvelable de la Commune (Figure 21, p. 34). La valorisation intensive des ressources renouvelables locales permettrait de couvrir largement les besoins de froid, de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire ainsi que 16% à 28% des demandes d'électricité.

Les principales pistes vers l'utilisation intensive, à court terme, des énergies renouvelables locales sont les champs de sondes géothermiques, la nappe de Montfleury pour l'aéroport, le solaire et les pompes à chaleurs (PACs) sur l'air extractible des parkings et/ou sur les collecteurs principaux d'eaux usées.

A moyen terme, les ressources énergétiques à valoriser sont celles distribuées par les infrastructures existantes et en devenir comme :

- le réseau de chauffage à distance existant du Lignon (CAD Lignon);
- le réseau de distribution d'eau du Lac prévu "Genève-Lac-Aéroport" (GLA) et son bouclage avec le réseau existant "Genève-Lac-Nations" (GLN);
- le projet de tunnel des Nations.

A plus long terme, des concepts plus innovants allant vers l'autonomie énergétique complète pourront être mis en œuvre sur des secteurs qui semblent pour le moment favorables et en phase avec la planification et la performance des projets de construction à venir.

Cette analyse permet donc de mettre en relief la richesse énergétique quantitative et qualitative de la Commune, soit de montrer son fort potentiel de transition énergétique.

### Besoins énergétiques

L'analyse des besoins énergétiques de la commune est basée sur :

- les valeurs moyennes (2009-2011) de l'indice de dépense énergétique (IDE) et sur les agents énergétiques des bâtiments répertoriés dans la base de données de l'Office Cantonal de l'énergie (OCEN). Pour les bâtiments où ces données ne sont pas disponibles, des demandes énergétiques

standards sont appliquées en fonction de l'affectation et de la période de construction des bâtiments;

- les données de consommation d'énergie fossile et d'électricité, à l'échelle des sous-secteurs statistiques de la commune, agrégées par l'Office Cantonal de l'énergie (OCEN).
- la liste des puissances de chauffage installées dans les bâtiments connectés au réseau CAD-Lignon, fournie par les Services Industriels de Genève (SIG).
- la provenance des différentes sources d'énergies électriques (mix) et la consommation d'électricité fournie par les Services Industrielles de Genève (SIG);
- l'analyse des données géo-référencées des infrastructures énergétiques de la Commune, issues du système d'information du territoire à Genève (SITG).

Le calcul du bilan énergétique, sur chaque zone de développement du territoire, permet de reporter sur une carte prédictive la localisation des niveaux de températures et l'intensité des demandes thermiques à l'horizon 2030 (Figure 35, p.56).

#### Concepts énergétiques proposés

Le développement de concepts énergétiques est issu de l'identification des opportunités et contraintes résultant de la superposition des cartes de demandes (Figure 31 à Figure 34, pp.52-55), de ressources (Figure 10, p.22) et du phasage (Figure 22, p.37). Il résulte de cette analyse un ensemble d'orientations énergétiques localisées, données sous la forme d'une carte d'orientation synthétique (Figure 36) et d'un plan d'actions (Tableau 22 à Tableau 25 pp.59-65). Les concepts proposés sont nommés ainsi :

- Concept "maîtrise de l'énergie"
- Concept "extension CAD"
- Concept "autonomie énergétique"
- Concept "zone villas"

Le concept de "maîtrise de l'énergie" est basé en priorité sur la rénovation thermique des bâtiments. Le concept "d'extension CAD" prévoit l'extension du réseau de chauffage à distance "CAD-Tourelle". Le concept "autonomie énergétique" identifie, d'une part, les secteurs où l'exploitation optimale des ressources énergétiques locales telles que la géothermie et l'énergie solaire est possible et envisage, d'autre part, le développement de réseaux de distribution d'eau du Lac. La difficulté réside dans les zones Villas existantes ou la transition massive vers les énergies renouvelables semble plus difficile à mettre en œuvre.

#### Politique énergétique

Les différents objectifs de la politique énergétique actuelle ont été testés selon différents scénarios d'actions (rénovation 2000W, PAC-géothermie, CAD Lac, Transition renouvelable) et ont montré l'importance des efforts à mener pour atteindre les objectifs fixés qui, bien qu'ambitieux, peuvent être atteints si l'ensemble de la richesse et des opportunités territoriales et extraterritoriales sont exploitées.

#### Conclusions

Ce document a donc pour objectif de donner les orientations énergétiques les plus pertinentes à l'heure actuelle, compte-tenu du contexte environnemental de la commune, de l'analyse des contraintes et opportunités du périmètre d'étude et de son périmètre élargi (communes proches, Canton), des objectifs de politique énergétique de la commune et des projets de développement d'ici 2030 (Urbanisme).

Les orientations énergétiques proposées dans ce document (Figure 36) pourront être diffusées aux porteurs de projets plus locaux (PDQ/PLQ/PQ) afin qu'ils s'en inspirent directement dans leurs propres concepts énergétiques, ou bien qu'ils en proposent de plus adaptés, selon les particularités du site ou la préemption des informations actuelles.

Cette étude a permis de définir la typologie énergétique actuelle du territoire du Grand-Saconnex et ses niveaux de relation avec les périmètres proches. Nous avons en effet pu constater que la commune était dotée d'un secteur à fort potentiel d'autonomie énergétique, basé sur la géothermie et notamment le stockage saisonnier, mais aussi d'infrastructures existantes et projetées favorables à la transition énergétique (CAD Lignon et réseau d'eau du Lac).

Nous avons également démontré que les objectifs ambitieux de politique énergétique actuels, ne peuvent être atteints que dans le cadre d'un scénario de transition vers les énergies renouvelables.

Enfin, sur la base de cette étude, nous avons élaboré une liste d'actions concrètes et d'acteurs concernés afin que la commune puisse suivre une feuille de route Energie.

## 2. Introduction

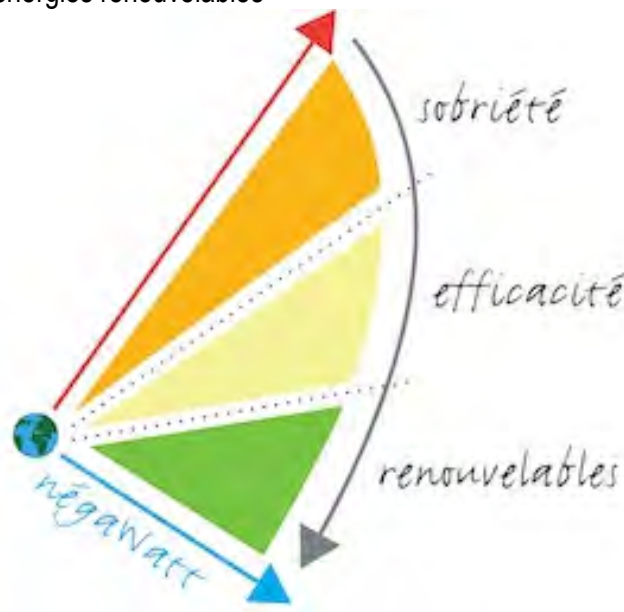
### 2.1 Enjeux globaux

Le réchauffement climatique, l'épuisement des ressources et l'affaiblissement de la biodiversité sont les conséquences, entre autres et en majorité, d'une surconsommation énergétique de ressources fossiles dans les pays développés ou émergents.

Cette situation n'est pas compatible avec les objectifs de développement durable fixés par les objectifs de Kyoto, et la dépendance aux ressources fossiles pèse de plus en plus lourd sur les bilans économiques et environnementaux de toutes les nations.

Il est donc indispensable d'imaginer des **scénarios de transition énergétique** pour assurer la pérennité de la société humaine. Le scénario Negawatt est un exemple de la représentation de la transition énergétique qui doit s'opérer, à travers la démarche ordonnée suivante :

- La sobriété énergétique (diminution des besoins, réduction de la demande),
- L'efficacité énergétique (amélioration des rendements, des performances des technologies de transformation),
- L'utilisation des énergies renouvelables



Cette démarche est complexe et trouve tout son sens au niveau du territoire et des activités qu'il génère. La notion de territoire est elle-même variable : de la région au quartier, en passant par les communes et agglomérations. Les communes, territoires soumis à des développements importants d'ici 2030, représentent une échelle territoriale et politique stratégique pour les questions de consommation et d'approvisionnement énergétiques.



## 2.2 Contexte de la mission

Ce rapport de Planification Energétique Territoriale pour la commune du Grand-Saconnex a pour objectif de répondre à l'obligation de produire un concept énergétique décrivant les grandes lignes de la planification énergétique du territoire pour toute nouvelle planification directrice, ceci afin de considérer l'ensemble du territoire et des ressources de la Commune.

Cette obligation est inscrite dans le contexte de la nouvelle loi sur l'énergie (LEn 2 30) soumise et votée en mars 2010 par le peuple genevois, dont le règlement d'application a été adopté par le Conseil d'Etat le 28 Juillet 2010, pour une entrée en vigueur à partir du 5 août 2010.

L'étude du concept énergétique territorial permettra à la Ville de définir ou de redéfinir sa politique énergétique et ses objectifs, en tenant compte des actions déjà mises en œuvre dans le cadre des démarches Agenda 21 et Cité de l'Energie.

Ce concept énergétique communal, qui donne des orientations énergétiques, pourra être décliné au niveau de la planification impérative et au projet (orientations PDQ et PLQ).

## 2.3 Objectifs

La présente étude a donc pour objectifs de :

- Etablir un concept énergétique communal permettant un développement urbain durable, en conformité avec les politiques locales et cantonales (LEn 2 30)
- Faciliter les démarches administratives en proposant une planification énergétique du territoire cadre, et déclinable dans les concepts énergétiques de quartier PQ, PLQ
- Permettre la valorisation du foncier en exploitant au mieux les ressources locales à la parcelle ou au quartier
- Participer à l'effort global en matière d'environnement en rationalisant l'utilisation de l'énergie

## 2.4 Méthodologie

La planification et les concepts énergétiques sont les fondements d'une bonne politique énergétique. Ils permettent de prendre en compte **les ressources énergétiques renouvelables locales** et de les mettre en **adéquation avec les besoins** présents et futurs selon divers scénarios qui sont définis en accord avec les volontés du maître d'ouvrage. Ils permettent en outre de proposer des synergies entre les différents sous-projets ou acteurs existants et de minimiser les conflits d'usage.

Afin de scruter et d'analyser le champ de possibilités en matière de concepts énergétiques, nous utilisons une structure de cahier des charges pour la planification énergétique territoriale qui a fait ses preuves dans le Canton de Genève. Cette approche sera menée en tenant compte des actions déjà réalisées sur la commune et son périmètre élargi :

- Etat des lieux du territoire et de son environnement proche avec l'analyse des opportunités et contraintes qu'offrent les ressources et les infrastructures existantes (périmètres du projet et élargi);
- Estimation des besoins actuels, localisation, qualification et valorisation possible des ressources locales;

- Estimation des besoins futurs en fonction des objectifs de performances à atteindre et de scénarios d'évolution (programmation attendu, taux de rénovation);
- Proposition de concepts énergétiques sectorisés corrélant l'offre et la demande;
- Recommandations sur les concepts énergétiques à privilégier;
- Suites à donner (études complémentaires, etc.)

La présente étude traitera les bilans d'exploitation du territoire pour la couverture des besoins énergétiques liés au bâtiment et aux procédés des activités. Elle ne traite pas de la partie mobilité et de l'énergie grise du parc immobilier.

## **2.5 Livrables**

Conformément au cahier des charges, le bureau BG livre :

- Le rapport de planification énergétique territoriale de la Commune du Grand-Saconnex et ses annexes,
- Les différentes cartes de ressources, besoins et d'orientations énergétiques réalisées.

### 3. Contexte énergétique

#### 3.1 Périmètre élargi

Il est indispensable de placer le territoire de la commune du Grand-Saconnex dans un périmètre élargi, soit en termes de politique énergétique, mais aussi en termes de ressources et d'infrastructures énergétiques. Le cadre et les grands objectifs énergétiques suisses et du Canton de Genève sont donc rappelés ici, et nous intégrerons dans la réflexion :

- Les études énergétiques du PACA GE3 et du Grand Projet (Référence 1 et Référence 2)
- Les infrastructures existantes et évolutives comme CAD Lignon et son interconnexion avec CADIOM
- L'aéroport international de Genève qui, en tant que grand consommateur, constitue un attracteur d'infrastructures énergétiques, spécialement pour le réseau d'eau du Lac en projet (Référence 3).
- Les ressources d'envergure comme la géothermie profonde (rapport PGG – Référence 4)

##### 3.1.1 Cadre et objectifs suisses

La politique énergétique fédérale se fonde sur les articles 89 à 91 de la Constitution, sur les engagements internationaux pris par la Suisse dans le cadre du Protocole de Kyoto, ainsi que sur les lois sur l'énergie, sur l'approvisionnement en électricité et sur le CO<sub>2</sub> (actuellement en révision). Elle s'inscrit en outre dans la vision à long terme que représente la "**Société 2000 watts**", qui correspond à une division par 3 à 4 de nos consommations actuelles.

Afin de concrétiser cette politique, le Conseil Fédéral a adopté en 2007 une nouvelle stratégie énergétique reposant sur quatre piliers : efficacité énergétique, énergies renouvelables, centrales électriques et politique énergétique étrangère. De cette stratégie ont découlés en 2008 deux plans d'actions pour l'efficacité énergétique et la promotion des énergies renouvelables. Ceux-ci visent à atteindre, d'ici 2020 et par rapport à 1990, une réduction des consommations d'énergies fossiles de 20% ainsi qu'une augmentation de la part des énergies renouvelables de 50%. Ils visent en outre à limiter à 5% l'augmentation de la consommation d'électricité entre 2010 et 2020, puis stabiliser celle-ci après 2020.

Le programme SuisseEnergie est l'un des éléments clés de la mise en œuvre de cette politique. Faisant suite aux programmes "Energie 2000" et à la première phase de Suisse Energie (2000-2010), le concept **SuisseEnergie 2011-2020** déplace quelque peu ses priorités antérieures. Ainsi "l'activité doit être élargie dans les trois champs prioritaires de la mobilité, des appareils et moteurs électriques et de l'industrie et des services". Le thème de l'électricité occupera ainsi une place centrale dans le programme, avec la recherche d'une utilisation plus rationnelle de celle-ci, dans le cadre de systèmes énergétiques complets. En contrepartie, SuisseEnergie réduit son engagement dans les domaines du bâtiment et des énergies renouvelables, deux domaines dont la mise en œuvre relève en grande partie des cantons, et qui bénéficient de l'affectation partielle des produits de la taxe sur le CO<sub>2</sub> ainsi que, pour l'électricité renouvelable, du système de rétribution à prix coûtant du courant injecté.

### 3.1.2 Cadre et objectifs cantonaux

Axée sur l'objectif de la "**Société 2000 Watts sans nucléaire**", la politique énergétique du canton de Genève est basée sur l'article 160E de la Constitution cantonale ainsi que sur la loi sur l'énergie et son règlement. Dans le cadre de la récente révision de cette dernière, diverses dispositions ont été adoptées qui doivent être prises en compte pour la présente étude. On relèvera notamment :

- l'obligation de réaliser des concepts énergétiques territoriaux pour tout projet d'aménagement ainsi que sur tout périmètre désigné comme pertinent par l'autorité compétente (Art. 11 L 2 30)
- l'accroissement des exigences concernant les performances énergétiques des bâtiments et installations des collectivités publiques (Art.16).
- l'accroissement des exigences relatives à toute nouvelle construction ou rénovation (Art.15)

Si la loi fixe le cadre dans lequel la politique énergétique cantonale doit s'inscrire, c'est à travers la Conception Générale de l'Energie (CGE) – dont la dernière a été adoptée à l'unanimité du Grand Conseil début 2008 – qu'est définie une stratégie de politique publique. Cette dernière trouve ensuite sa concrétisation dans le Plan Directeur Cantonal de l'Energie (Référence 5), véritable programme d'actions opérationnelles, qui fixe les étapes et les moyens nécessaires, ainsi que les partenaires concernés par la mise en œuvre de la Conception Générale.

Dans ce Plan Directeur qui, à l'instar de la CGE, est révisé lors de chaque législature, priorité est donnée aux actions permettant de maîtriser et de réduire la consommation d'énergie pour tous les usages. Il s'agit également de repenser les filières d'approvisionnement de notre système énergétique afin de les rendre plus efficaces, et d'intégrer des énergies renouvelables au fur et à mesure de leur développement. Notons que **le Plan Directeur des énergies de réseau** (Annexe au Plan Directeur Cantonal de l'Energie) nous donne également des indications sur les grandes infrastructures futures prévues sur le Canton.

Trois programmes phares sont au cœur du dernier Plan directeur cantonal :

- Le programme de maîtrise de la demande d'électricité, dont l'objectif est de retrouver d'ici 2011 la consommation par habitant de 1990 ;
- La planification énergétique territoriale, qui prend systématiquement en compte l'énergie dans les projets d'aménagement du territoire et qui planifie le déploiement des infrastructures énergétiques et des réseaux à l'échelle des communes et des quartiers ;
- La révision, désormais acquise, de la loi sur l'énergie.

Conception Générale et Plan Directeur de l'Energie feront, durant la législature actuelle (2010-2014), l'objet d'une évaluation et d'adaptations visant à poursuivre les avancées vers la Société 2000 Watts sans nucléaire.

## 3.2 Périmètre d'étude



**Figure 1 : Périmètre d'étude de la Commune du Grand-Saconnex**

Le périmètre d'étude doit lui aussi être vu sous les angles politique et technique de l'énergie, qu'il soit périmètre géographique ou administratif, c'est pourquoi nous détaillons ici le contexte spécifique de cette étude de planification énergétique territoriale et les attentes de la commune.

### 3.2.1 Le Plan Directeur Communal et les projets d'aménagement

A partir du Plan Directeur Communal réalisé en 2006 par Urbaplan (Référence 6), notre étude traitera des implications du PDCOM sur les besoins en approvisionnement énergétique de la commune. Nous prendrons en compte l'existant, les orientations d'aménagement, et en déduirons les enjeux énergétiques stratégiques, ainsi que les objectifs réalistes que la Ville pourra se fixer.

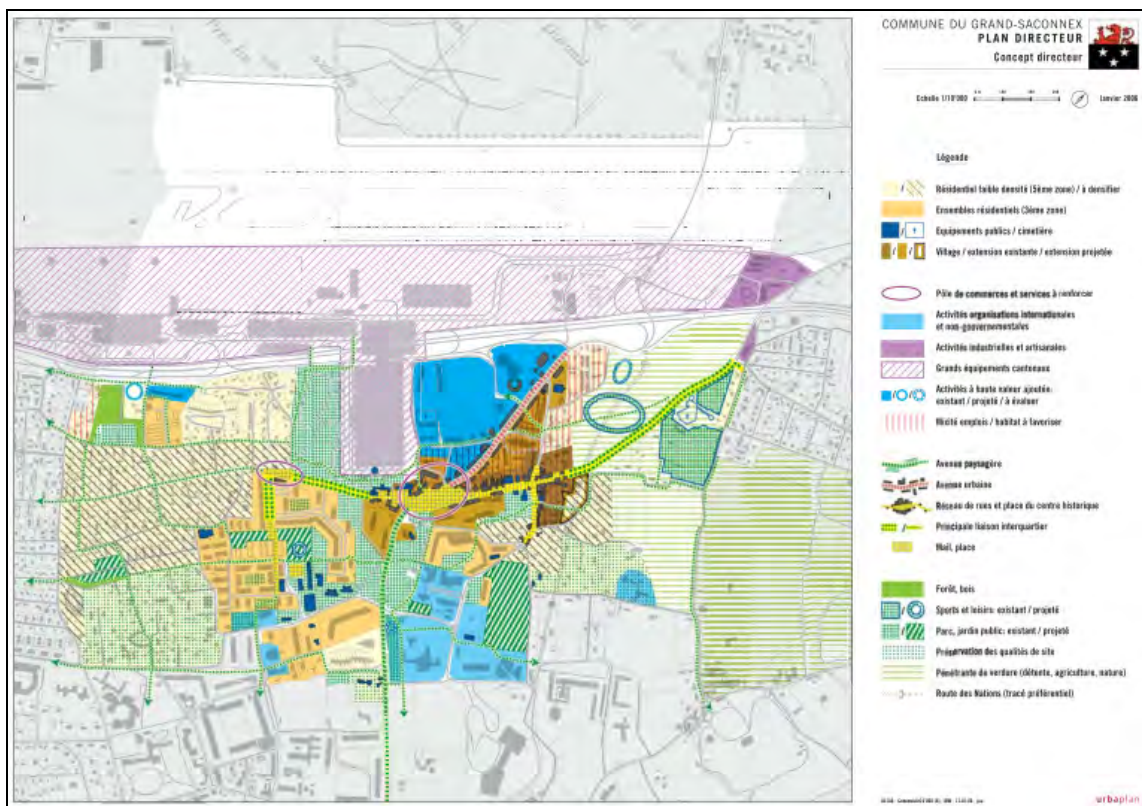


Figure 2 : Extrait du PDCOM de la Ville du Grand-Saconnex

L'étude sur l'évolution des besoins énergétiques futurs de la commune est également basée sur les données du PDCOM proposées par Urbaplan, mais aussi sur les perspectives du Grand Projet et de l'étude PACA GE3.

### 3.2.2 La Politique énergétique communale

La Ville du Grand-Saconnex est engagée dans la démarche Cité de l'énergie depuis 2008, elle s'est donc fixée des objectifs chiffrés à atteindre et a réalisé des actions concernant le patrimoine communal telles que :

- L'assainissement de 100% de l'éclairage public
- La réalisation de deux centrales photovoltaïques (1993 et 2005)
- La réalisation d'une chaufferie bois de 400 kW
- 18% d'EnR dans la couverture des besoins thermiques en 2012 (24% en 2013)
- Fourniture électrique 100% Vitale Vert
- Campagne DISPLAY

En dehors des objectifs portant sur le patrimoine ou les compétences directes de la commune, la Ville s'est également engagée sur des objectifs à l'échelle territoriale :

- Augmenter de 5% la part d'énergie renouvelable en 2016 pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire par rapport à 2011
- Fixer un objectif climat en t.CO<sub>2</sub> et en W/pers/an en 2016
- Augmenter de 50% la part d'énergie renouvelable dans la consommation globale en 2020
- Réduire de 20% les émissions CO<sub>2</sub> par rapport en 2020
- Passer à un indicateur société 2000W de 4400 W.pers.an en 2035 et de 3500 W.pers.an en 2050.

L'approche actuelle montre la volonté de la Ville d'être exemplaire en matière de performance énergétique. Cependant, la politique énergétique communale doit aujourd'hui se tourner vers une vision plus territoriale que patrimoniale, selon les orientations de la Loi sur l'énergie et de l'évolution attendue du label Cité de l'Énergie pour les années à venir.

**Le Concept Énergétique Territorial répond à cette question et l'étude réalisée permet de donner les orientations énergétiques stratégiques à suivre par la Ville du Grand-Saconnex, mais aussi de valider les objectifs fixés ou de les réévaluer selon les bilans 2012 et 2030 réalisés, ceci à l'échelle du périmètre de la commune.**

### 3.2.3 La planification énergétique territoriale

Il existe 2 concepts énergétiques territoriaux sur le périmètre d'étude :

- Le CET 2011-33 du PLQ Trèfle, réalisé par BG (Référence 7)
- Le CET 2011-07 sur le potentiel géothermique de la nappe de Montfleury (Référence 8), ce dernier est un CET hors procédure sans orientations particulières, mais il nous donne de précieuses informations sur le potentiel énergétique valorisable de la nappe.

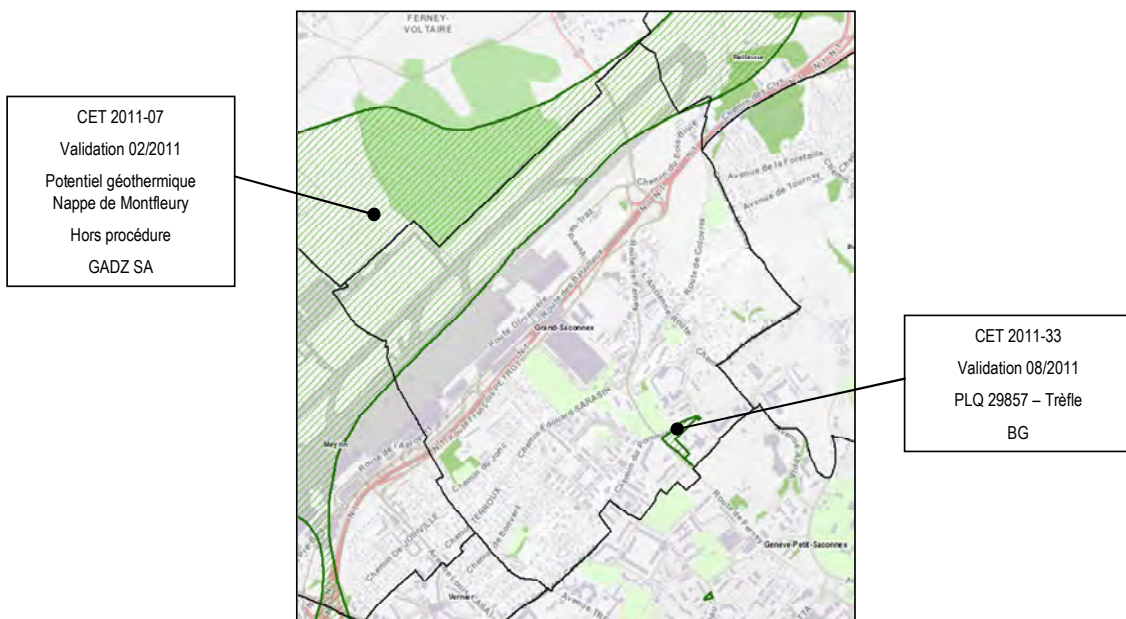


Figure 3 : Extraction des CET du périmètre d'étude (source SITG)

L'étude tient ainsi compte des applications des orientations énergétiques proposées sur l'élaboration des PDQs et PLQs programmés.

### 3.2.4 Cité de l'Énergie

La couche GreenMap du SITG nous permet de relever les actions réalisées liées à la démarche Cité de l'Énergie. Elles sont identifiées et localisées sur la figure suivante.

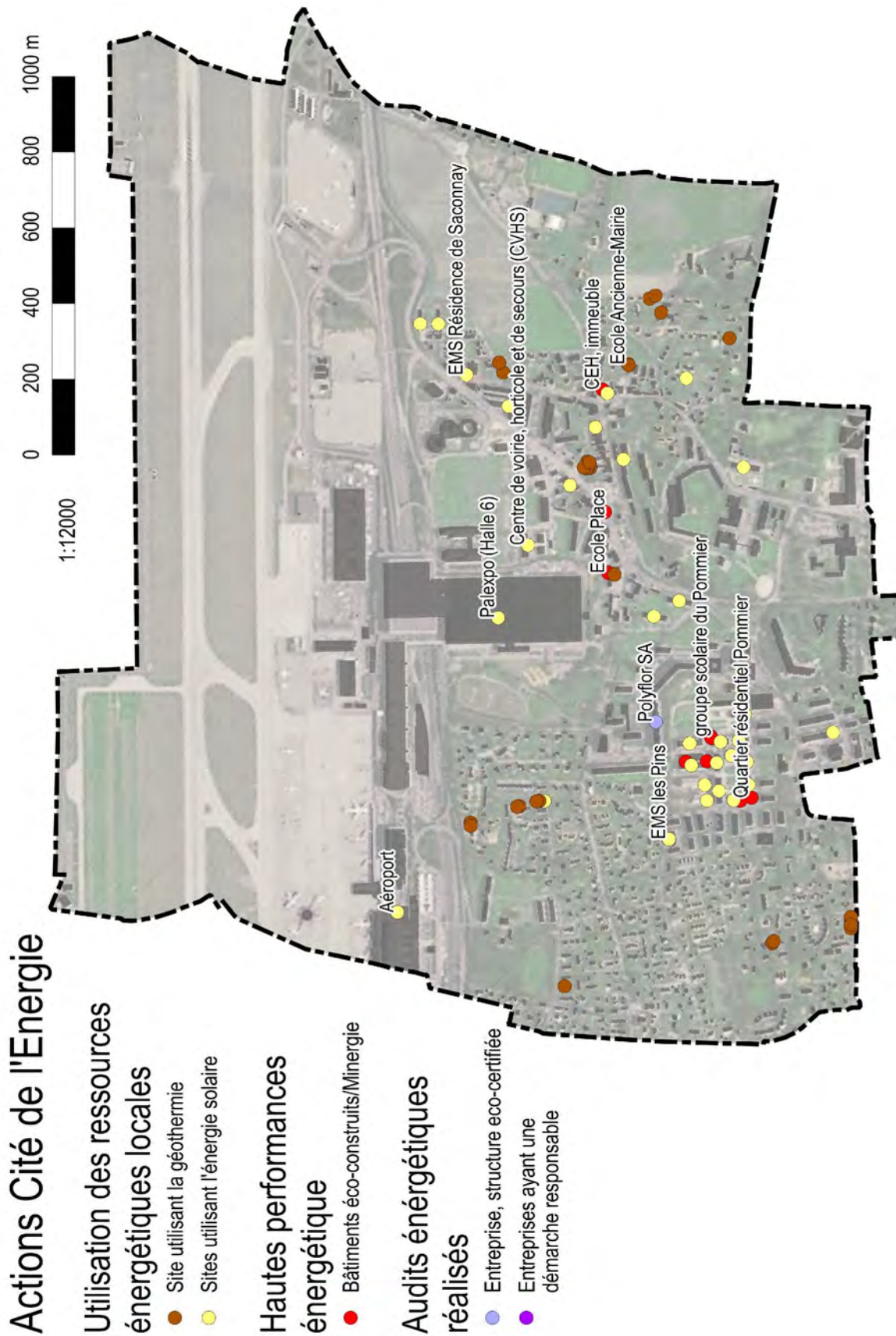


Figure 4 : Carte des actions Cité de l'Energie - source SITG, GreenMap ([www.greenmap.org](http://www.greenmap.org)).



**Le contexte énergétique décrit ici sera pris en compte dans l'analyse énergétique du territoire et les orientations énergétiques que nous pourrons préconiser.**

---

**Le périmètre de la commune hérite du contexte énergétique établi aux échelons territoriaux supérieurs. Cependant c'est dans son document d'objectifs de politique énergétique que la Ville s'est fixé des objectifs chiffrés. Ces objectifs ont notamment une portée territoriale avec l'augmentation de 5% la part d'énergie renouvelable en 2016 pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire par rapport à 2011, un objectif climat chiffré en t.CO<sub>2</sub> et en W/pers/an en 2016, une augmentation de 50% la part d'énergie renouvelable dans la consommation globale en 2020, une réduction de 20% des émissions CO<sub>2</sub> par rapport en 2020, un indicateur société 2000W de 4400 W.pers.an en 2035 et de 3500 W.pers.an en 2050**

**Notre étude permettra de tester l'atteinte de ces objectifs par rapport à un bilan 2012 et, le cas échéant, de proposer des objectifs plus réalistes et actualisés en fonction de l'évolution du contexte énergétique et des infrastructures. Elle permettra également de proposer des concepts énergétiques sectorisés adaptés au contexte pratique local, mais aussi aux enjeux énergétiques et climatiques globaux.**

---

## 4. Richesse énergétique du territoire

Cette partie comprend 3 phases :

- **L'état des lieux environnemental** qui permet de mettre à jour les contraintes et opportunités de valorisation énergétique (qualité de l'air, de l'eau, des sols, nuisances, faune et flore, infrastructures sous-sol, végétation...). Cette analyse est basée sur l'interprétation des couches du Système d'Information du Territoire Genevois (SITG);
- **L'état des lieux des ressources énergétiques**, qui permet, à partir des retours d'expérience de BG, de localiser les ressources énergétiques et les infrastructures énergétiques actuelles et futures disponibles sur le périmètre d'étude;
- **L'analyse d'adéquation** entre l'état des lieux environnemental et des ressources énergétiques disponibles qui permet d'établir une carte synthétique des disponibilités de ressources valorisables.

### 4.1 Etat des lieux environnemental

Le tableau Tableau 1 présente la synthèse des observations environnementales du périmètre d'étude.

Tableau 1 : Synthèse de l'état des lieux environnemental

| Thème observé         | Observation réalisée   | Résultante possible  |
|-----------------------|--|--|
| <b>Air</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Concentrations NO<sub>2</sub> : le secteur de l'aéroport est au dessus de la limite max d'immission annuelle fixée par l'OPair (30 µg/m<sup>3</sup>). Le reste de la commune est en limite d'immission max (Figure 5)</li> <li>Particules fines excessives dans toute la zone urbaine et péri-urbaine de Genève<sup>1</sup> par rapport à la Valeur Limite OPair de 20 µg/m<sup>3</sup>.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Interdit l'implantation de chaufferies biomasse (surcharge en particules fines)</li> </ul>  |
| <b>Eau</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ouest du périmètre: présence de la nappe de Montfleury (secteur Aéroport) (Figure 6)</li> <li>Réseau principal d'eau usée le long de l'aéroport.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Exploitation de la nappe de Montfleury (doublet géothermique, charge des sondes géothermiques verticales)</li> </ul>  |
| <b>Sol</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Peu de sites pollués sur la commune (Figure 7)</li> <li>Forages géothermiques autorisés sur l'ensemble de la Commune</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ne limite pas la valorisation du sous-sol par sondes géothermiques, stockage, ou forages.</li> <li>Géostructures énergétiques (fondations géothermiques) peu probables</li> </ul> |
| <b>Bruit</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zone critique de bruit provoqué par les aéronefs.</li> <li>Sensibilité au bruit importante entre DS II et IV pour la une grande partie de la commune (Figure 8).</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Approvisionnement du site par camions (bois, fioul...) très sensible à l'heure actuelle compte-tenu de la densité du milieu urbain</li> </ul>                                     |
| <b>Végétation</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Petite zone de forêt vers Chemin du Jonc (17 518 m<sup>2</sup>) et Marais</li> <li>Zones de verdure: Le Jonc, Sarasin, Chapeau du Curé, Parc de la Tour, Village, Les Blanchets, le Marais</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zones de bois créent des masques solaires (ombrages)</li> <li>Sous-sol des espaces verts peuvent être valorisés (par des champs de sondes géothermiques)</li> </ul>               |
| <b>Faune et flore</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan directeur forestier Chemin du Jonc</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Protection des forêts</li> </ul>  |

<sup>1</sup> Rapport «Qualité de l'air 2011», disponible sur le site [www.ge.ch/air](http://www.ge.ch/air),

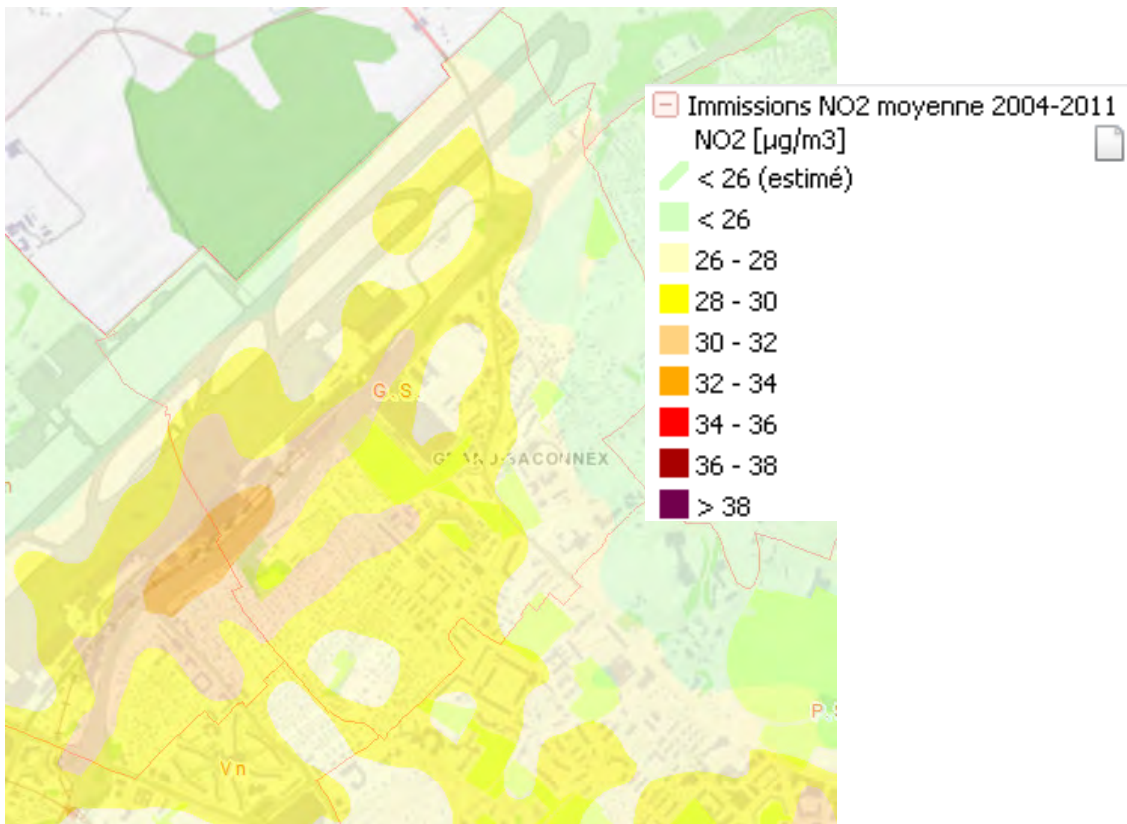


Figure 5 : Carte des immissions moyennes de NO2 entre 2004 et 2011 (source SITG)



Figure 6 : Carte des nappes principales (bleu) et superficielles (beige) – Source SITG

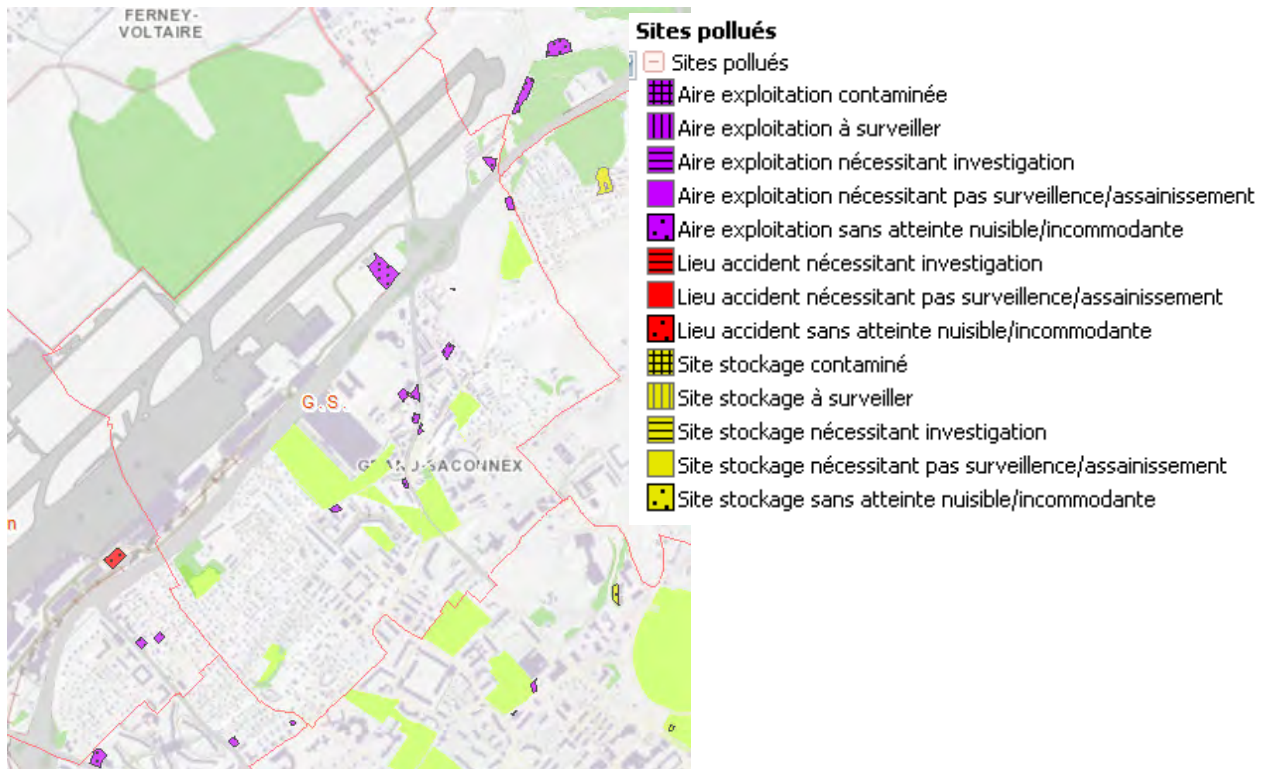


Figure 7 : Carte des sols pollués – source SITG

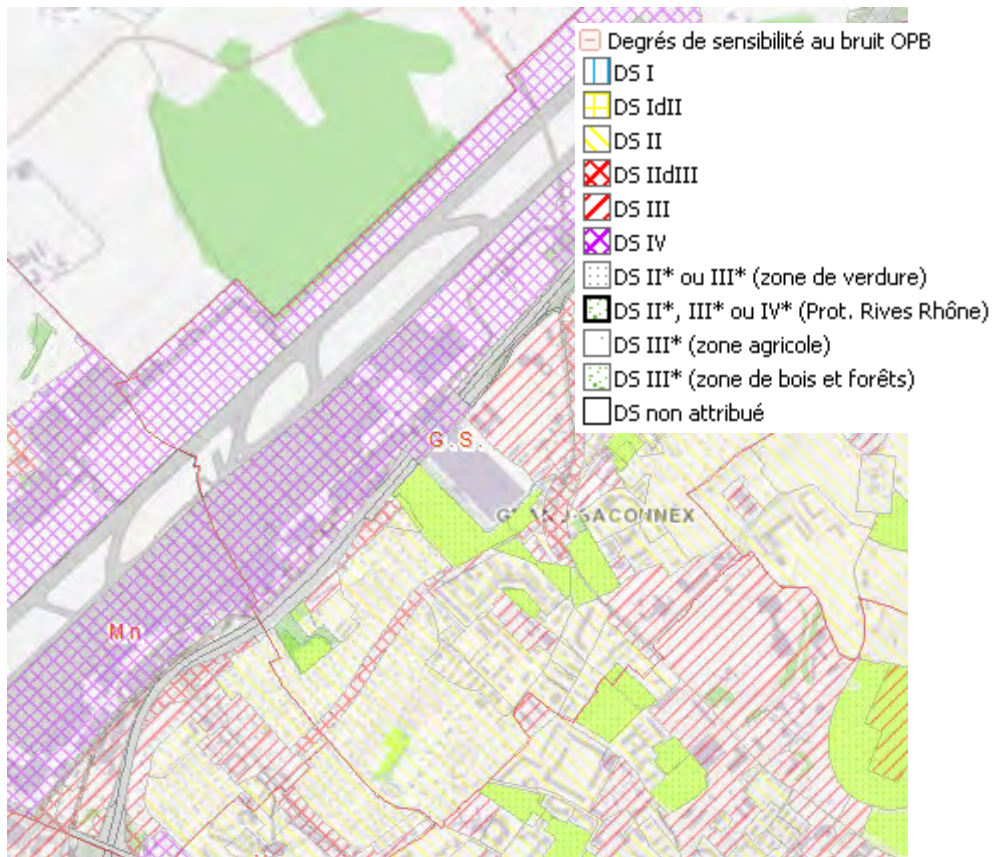


Figure 8 : Carte des nuisances sonores selon OPB – source SITG

## 4.2 Disponibilité des ressources énergétiques

L'analyse de la disponibilité des ressources énergétiques valorisables dans le périmètre de la commune est reportée dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Synthèse de la disponibilité de ressources énergétiques locales et renouvelables

| Ressource observée                         | Observation  | Perspectives de valorisation  |
|--|--|---|
| <b>Bois</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ressource non exploitable sur le canton (forêts protégées)</li> <li>Filière bois pour l'instant inexistante à proximité directe.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>La quantité disponible sur le Canton est de 10'000 tonnes de bois provenant du département de l'Ain (Référence 9 et Référence 10).</li> </ul>  |
| <b>Biomasse agricole/déchets</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>A l'horizon 2030, ressource cantonale à considérer comme part du réseau CAD existant, avec l'interconnexion des réseaux CADIOM, CAD Lignon et Pôle bio selon l'offre proposée par les SIG</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Valorisation future possible via le réseau CAD Lignon et ses extensions</li> </ul>   |
| <b>Solaire thermique et photovoltaïque</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de contrainte particulière à part les ombrages locaux. Un seul bâtiment classé sur la Commune et 53 blocs inscrits à l'inventaire (Figure 9) dont un qui représente un potentiel de toiture plane intéressant (20-60 Chemin Auguste-Vilbert).</li> <li>Implantation pour les habitations individuelles à privilégier pour la production d'eau chaude sanitaire.</li> <li>Installation photovoltaïque à privilégier par rapport au solaire thermique dans la zone d'influence du réseau CAD Lignon (ruban thermique d'été provenant de CADIOM).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Valorisation intensive à prévoir, nécessite un travail approfondi d'intégration aux bâtiments (structure, ombrages...)</li> <li>Installation de photovoltaïque sur les bâtiments favorables et identifiés sur la carte des potentiels de la Figure 10, p22.</li> </ul> |
| <b>Géothermie basse enthalpie</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Forages géothermiques autorisés</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation en chauffage et rafraîchissement basse température.</li> <li>Equilibre du terrain à long terme à gérer hors nappe.</li> <li>À réserver aux bâtiments neufs ou bien rénovés pouvant être alimentés en basse température.</li> </ul>                         |

|                                   |   |  |
|-----------------------------------|---|--|
|                                   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Secteurs spécifiques à identifier selon SGV, champs de sondes ou stockage saisonnier</li> </ul>   |
| <b>Géothermie haute enthalpie</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ressource considérée stratégique évaluée au niveau cantonal.</li> <li>Commune non située sur un réseau de failles propices.</li> <li>Etudes en cours pour le canton, zones d'intérêt et forages exploratoires devraient être identifiés à l'horizon 2020.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>A long terme et couplé à l'interconnexion des réseaux existants et à venir</li> </ul>   |
| <b>Eaux de surface</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de cours d'eau d'envergure sur la commune</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de valorisation</li> </ul>  |
| <b>Eaux usées</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Conduite d'importance présente (voir carte de la Figure 10, p22)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Valorisation ponctuelle et sectorisée envisageable</li> <li>Vérifier contraintes sur la température de rejet et impact sur traitement STEP (accord exploitant)</li> </ul>   |
| <b>Nappe souterraine</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nappe de Montfleury à l'Ouest (Aéroport)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Valorisation possible mais Emprise communale limitée</li> <li>contrainte liée à l'utilisation possible de la nappe de Montfleury en captage d'eau potable côté France, en aval de la commune par rapport au sens d'écoulement de la nappe, ce qui bloquerait tout projet de forage en amont.</li> </ul> |
| <b>Eolien</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Potentiel faible dans la région, protection du paysage</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de valorisation</li> </ul>  |
| <b>Rejets thermiques</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de rejets thermiques industriels identifiés sur la zone et son périmètre élargi.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de valorisation</li> </ul>  |
| <b>Réseaux et infrastructures</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Réseau CAD Lignon étendu le long de l'aéroport</li> <li>Extension du réseau CAD Lignon avec le projet "Tourelles"</li> <li>Interconnexion existante avec CAD IOM</li> <li>Galerie technique existante</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Valorisation des réseaux thermiques indispensable à court et à long terme</li> </ul>  |
| <b>Aérothermie</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Restrictions pour cause de nuisances</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>A étudier au cas par cas</li> </ul>   |

|                      |  |  |
|----------------------|--|--|
|                      | sonores, par exemple dans les zones DS II de la Figure 8   | cas selon opportunités liées aux sous-sols (parkings)  |
|                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus favorable sur espaces tampons ou air extrait</li> <li>•</li> </ul> |  |
| <b>Géostructures</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projet du tunnel des Nations</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorisation possible si mise en œuvre d'échangeurs dans le tube</li> </ul> |

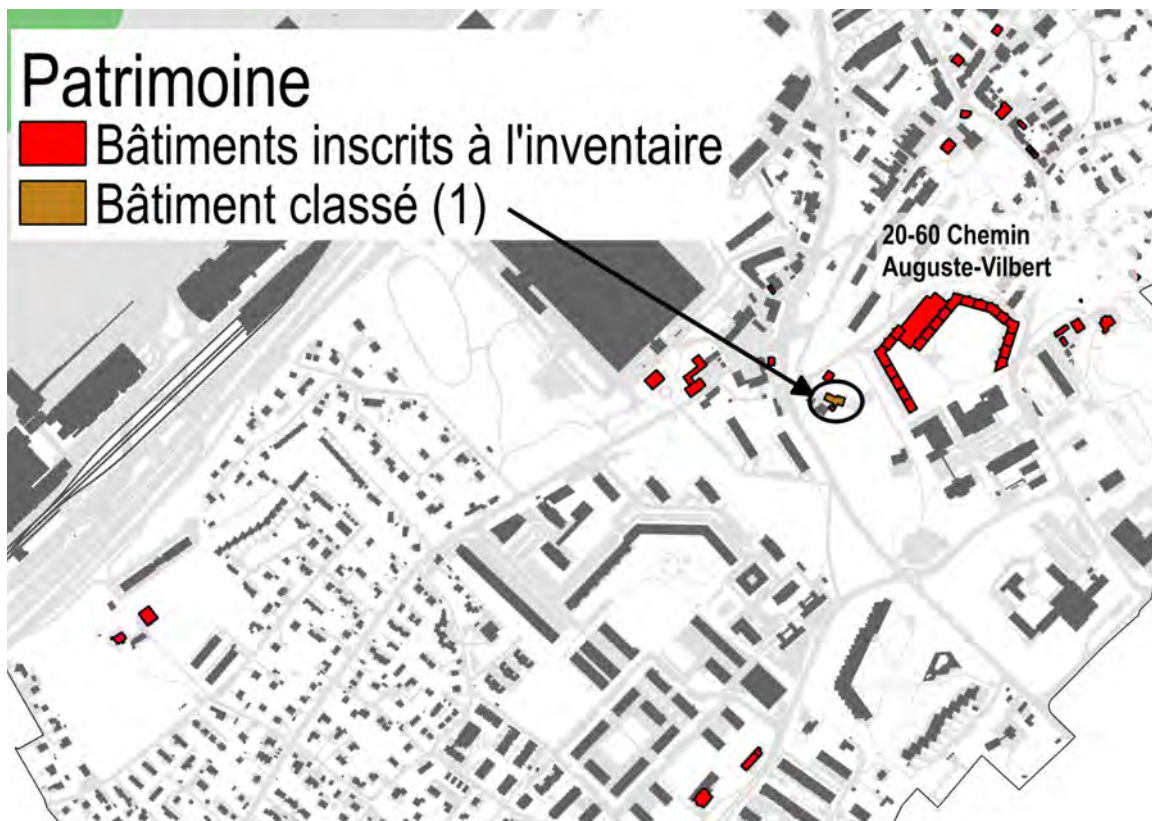


Figure 9: Patrimoine protégé sur la Commune



### 4.3 Ressources énergétiques valorisables

La carte des ressources valorisables, issue de l'adéquation entre état des lieux énergétique et environnemental, est présentée dans la Figure 10.

On y distingue :

- Le réseau de chauffage à distance CAD Lignon, alimentant principalement les gros consommateurs (Aéroport et Palexpo) et son extension avec le CAD Tourelle planifié pour 2013-2014.
- Le tracé envisagé (2 variantes) pour un futur réseau d'eau du Lac bouclé avec GLN à l'horizon 2020-2030 (référence).
- Le réseau de gaz étendu sur tout le territoire Communal;
- La nappe de Montfleury (principale) située sous l'aéroport qui comprend un fort potentiel de valorisation selon le CET 2011-07, et les nappes superficielles qui peuvent avoir une influence sur la valorisation géothermique (sondes).
- Le collecteur d'eaux usées principal ou "primaire" le long de la zone de l'aéroport, qui possède un potentiel de valorisation thermique localisé à l'aide de PACs.
- La profondeur de la molasse qui, combinée aux nappes superficielles, définira les zones potentiellement favorables au développement de sondes, de champs de sondes géothermiques, ou encore de stockage saisonnier.
- Les bâtiments dont les toits constituent un potentiel de captage d'énergie solaire.
- Le tunnel des nations en projet s'il est équipé d'échangeurs pour une valorisation par pompe à chaleur.
- La galerie technique existante qui pourrait être utilisée pour faire passer de nouvelles conduites CAD, notamment pour le projet d'eau du Lac.

**Rappelons que l'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas. Ainsi le potentiel énergétique considéré prioritaire sur le territoire réside dans l'amélioration thermique des bâtiments existants les plus consommateurs. Ce potentiel est estimé au chapitre 5.1.2.2.**

# Ressources énergétiques de la Commune du Grand-Saconnex

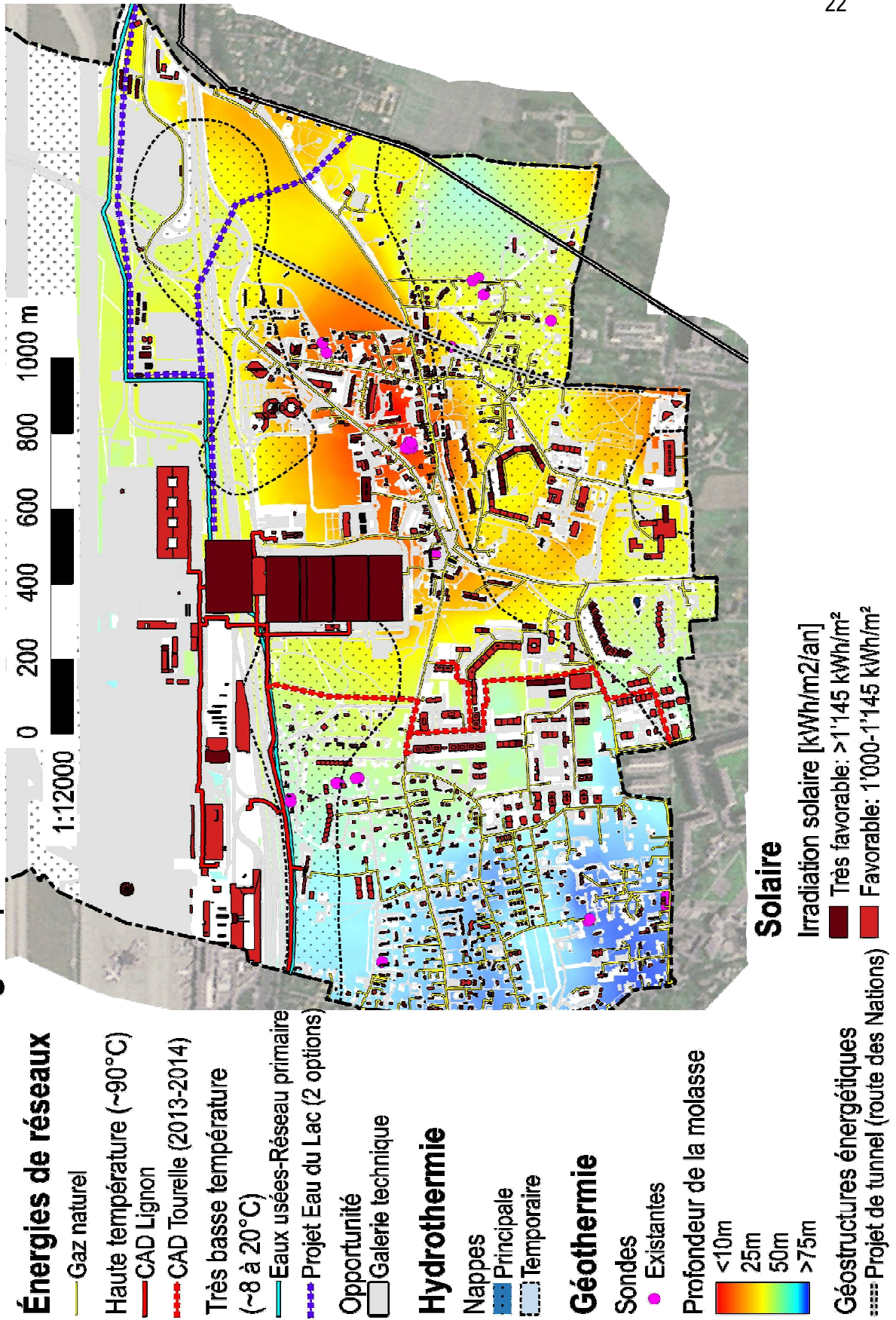


Figure 10: Carte récapitulative des ressources énergétiques de la Commune du Grand-Saconnex

#### 4.4 Richesse énergétique du territoire

L'évaluation du potentiel énergétique des ressources rend compte de la richesse énergétique de la Commune, synonyme d'alternatives dans la détermination des choix d'approvisionnement énergétique.

Le potentiel des réseaux (réseaux gaz, réseaux thermiques et électriques) est d'abord commenté, puis le potentiel des ressources énergétiques renouvelables locales est estimé (lac, géothermie basse enthalpie sur sondes et nappes, géothermie grande profondeur, eaux usées, solaire thermique et photovoltaïque, air).

##### 4.4.1 Ressources énergétiques distribuées

###### 4.4.1.1 Réseaux existants

###### Réseaux de gaz et d'électricité

Bien que l'accès aux ressources classiques partagées comme les réseaux de gaz et d'électricité permettent théoriquement de couvrir largement les besoins de la Commune, la compétition avec d'autres secteurs en développement du Canton constitue un facteur limitant sur l'approvisionnement qui n'est pas abordé à ce stade de l'étude.

Le réseau de gaz s'étend sur toute la Commune. On suppose que le réseau a le potentiel de disponibilité suffisant pour satisfaire toute la demande supplémentaire à l'horizon 2030.

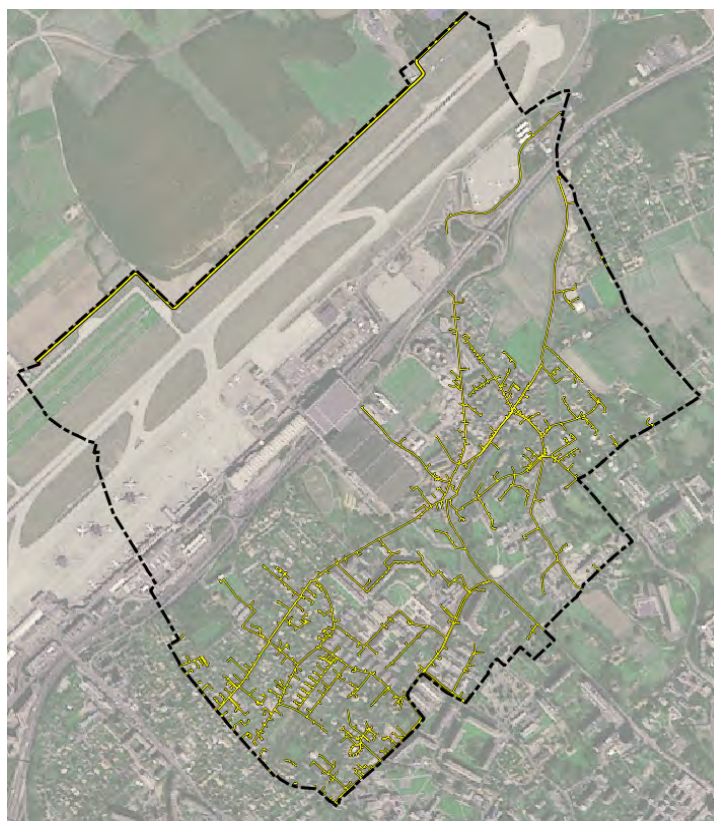


Figure 11 : Carte du réseau de distribution Gaz sur la commune

Le mix électrique de la Commune est présenté ci-dessous.

**Tableau 3 : Mix électrique de la commune du Grand-Saconnex (SIG)**

| Mix électrique (SIG) de la Commune du Grand-Saconnex | Initial (gaz) | Vitale Bleu | Découverte | Horizon | Vitale Vert | Soleil |
|--|---------------|-------------|------------|---------|-------------|--------|
|  | 19.90%        | 69.69%      | 8.69%      | 1.28%   | 0.38%       | 0.05%  |

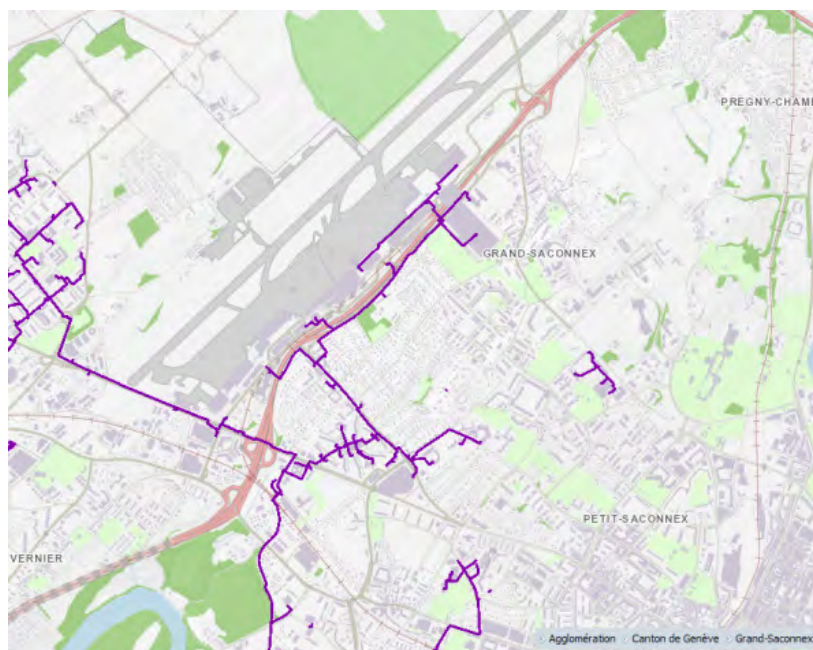
### Réseau de chauffage à distance "CAD Lignon"

Le réseau de chauffage CAD Lignon s'étend à l'Ouest de la commune en bordure de l'aéroport (secteurs Cité-Nouvelle, Gros-Chêne et Cressy-Marais). La puissance du CAD Lignon sur la commune du Grand-Saconnex est d'environ 22 MW pour une consommation annuelle de 17.5 GWh (selon entretien entre Luc Girardin et Sophie Durandeu – SIG).

Le réseau était alimenté à l'origine par une centrale thermique Gaz. Avec l'interconnexion CADIOM, le CAD Lignon est composé d'un mix composé de 20% issu de l'incinération des déchets ménagers, et de 80% Gaz. La part du mix incinération est considérée à 50% renouvelable. L'interconnexion avec CADIOM permet d'envisager l'utilisation du ruban excédentaire l'été provenant de l'incinération continue des déchets pour couvrir des besoins d'eau chaude sanitaire des bâtiments raccordés au CAD Lignon.

Cette interconnexion permet aussi d'envisager un mix thermique du CAD évolutif et favorable à la réduction de la consommation d'énergie primaire globale, à l'augmentation de sa part renouvelable, à la limitation des émissions de CO<sub>2</sub>, de particules fines et de NO<sub>x</sub>. **Ces dernières caractéristiques confèrent au CAD et à son déploiement un rôle important en termes d'amélioration de la qualité de l'air.**

Afin de conserver les puissances du CAD et de limiter les investissements sur la production, le déploiement du réseau peut être envisagé en parallèle d'une stratégie de rénovation thermique des bâtiments raccordés.



**Figure 12 : Carte du réseau CAD Lignon, centré sur Grand-Saconnex (source SITG)**

#### 4.4.1.2 Réseaux projetés

##### Extension "CAD Tourelle"

A partir de la conduite primaire du CAD Lignon, une extension "CAD Tourelle" est prévue et traversera la commune depuis l'aéroport. La haute température de ce réseau le rend peu adéquat pour les nouvelles constructions à haut standard énergétique qui peuvent se contenter de chauffage à basse température, mais il reste tout à fait intéressant pour substituer de l'énergie fossile. Il est aussi intéressant en termes de qualité de l'air car il permet d'éviter des émissions diverses liées à la combustion en milieu urbain et de contrôler au mieux les rendements énergétiques des installations de production centralisée, notamment dans les zones qu'il traversera (Figure 5).

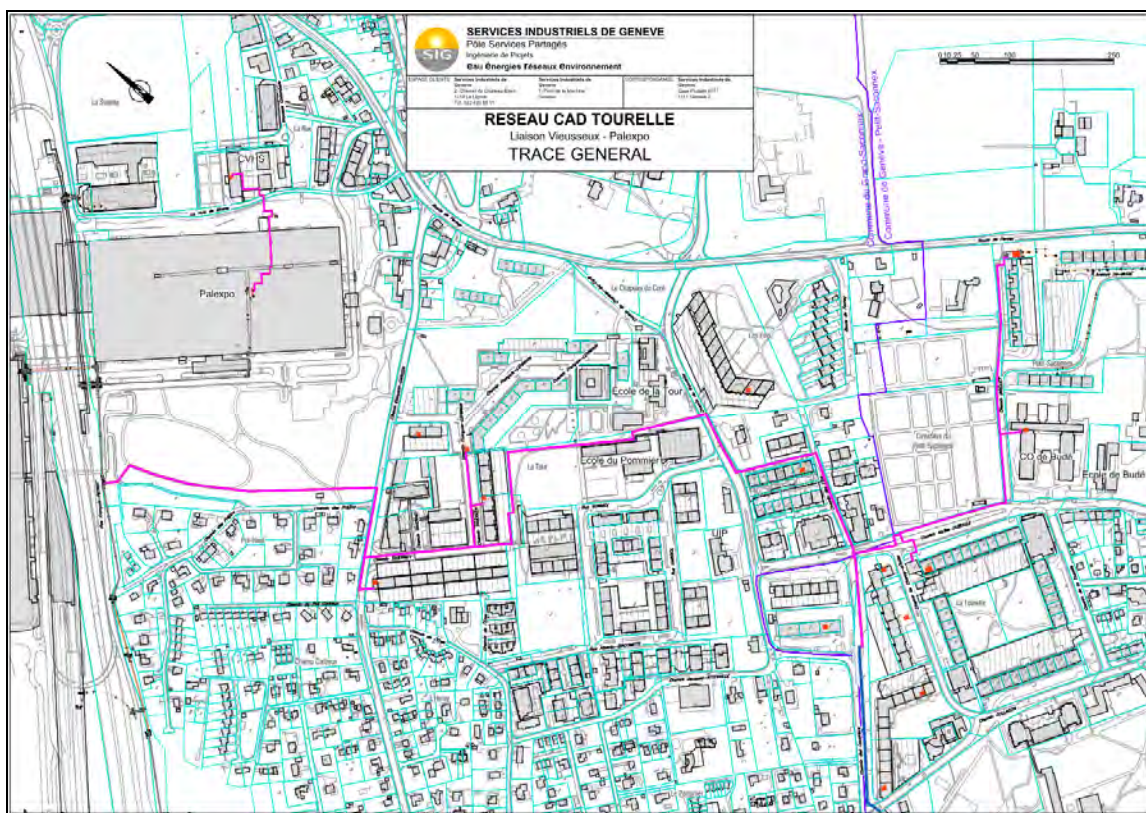


Figure 13 : Extrait du réseau CAD Tourelle (Source SIG)

A l'heure actuelle, les puissances envisagées au raccordement sont d'environ 10.5 MW pour une consommation annuelle d'environ 23 GWh (selon entretien – SIG). Le CAD Tourelle joue le même rôle que le CAD Lignon en termes d'efficacité énergétique, de transition vers des ressources renouvelables et de substitution fossile, et d'amélioration de la qualité de l'air.

##### Réseau d'eau du Lac

Le réseau d'eau du Lac alimentant le quartier des Nations (GLN) devrait évoluer avec de nouvelles extensions et réseaux complets, avec GLA (Aéroport) et GLU (Urbain, centre de Genève). Le projet de GLA et son bouclage avec GLN nous intéressent particulièrement, ce qui avait déjà été identifié lors de la réalisation du CET 2011-33 (PLQ Trèfle). L'intérêt de cette infrastructure réside majoritairement dans la couverture des besoins de froid de la zone aéroport par une ressource renouvelable, ce qui permet de réduire drastiquement les émissions de CO2 liées à la production de froid par un usage direct, en supprimant les tours aéroréfrigérantes.

Ce réseau permettrait donc des économies d'électricité très importantes sur la couverture de froid, tout en permettant également une valorisation thermique en chaleur via des PAC mais dans une moindre mesure.



Figure 14 : Extrait du réseau de CAD au Lac planifié (source SIG)

Notons également l'existence d'une galerie technique qui pourrait faciliter la mise en œuvre de conduites (Figure 10, p22), dans le cas d'un bouclage avec GLN ou de tout autre projet CAD.

#### 4.4.2 Ressources énergétiques renouvelables (EnR) locales

##### 4.4.2.1 PAC sur eaux usées

La part que l'on peut considérer valorisable au Grand-Saconnex peut être indexée au débit lié à la consommation des habitants. Ici nous avons estimé le potentiel valorisable selon une consommation journalière de 150 l/personne pour les 11 863 résidents au Grand-Saconnex et les 1349 supplémentaires prévus en 2030 (selon les hypothèses du Tableau 6, p.43), un  $\Delta T$  récupérable sur l'eau usée de 1.5 °C, un taux d'utilisation de la chaleur de 14 h/jour et un COP moyen annuel de 3.4.

**Tableau 4: Hypothèse sur les eaux usées.**

| Production d'eau usée par personne | $\Delta T$ sur l'eau usée | Cp eau usée | COP annuel moyen |
|------------------------------------|---------------------------|-------------|------------------|
| 150 l/p/j                          | 1.5 °C                    | 4 kJ/l/K    | 3.4              |

Ainsi, on obtient un potentiel de chauffage de 745 MWh/an et un potentiel de rafraîchissement de 236 MWh/an (Tableau 5)

**Tableau 5: Potentiel énergétique des eaux usées**

| Scénarios/potentiel                      | Quantité moyenne d'eau usée | Puissance thermique | Puissance de chauffage (PAC avec COP = 3.4) | Energie de chauffage (2200 h/an) | Energie de rafraîchissement (1000 h/an) |
|--|-----------------------------|---------------------|---|----------------------------------|---|
| Grand-Saconnex actuel (11 863 habitants) | 21 l/s                      | 212 kW              | 300 kW                                      | 660 MWh/an                       | 212 MWh/an                              |
| Grand-Saconnex 2030 (+1 349 habitants)   | 2 l/s                       | 24 kW               | 34 kW                                       | 75 MWh/an                        | 24 MWh/an                               |
| <b>Total</b>                             | <b>23 l/s</b>               | <b>236 kW</b>       | <b>334 kW</b>                               | <b>735 MWh/an</b>                | <b>236 MWh/an</b>                       |

#### 4.4.2.2 Géostructures

Il est actuellement à l'étude la réfection complète de la jonction autoroutière de Ferney, qui se traduit par la réalisation de la route des nations, nouvelle chaussée partiellement en tunnel sous le Grand-Saconnex, pour relier la jonction de Ferney et le quartier des Nations. L'auteur du projet est le groupement de mandataires T ingénierie SA (pilote), CSD ingénieurs conseils SA, Babel ingénieurs civils SA, Citec SA, ney & hurni SA, Acau. Le maître de l'ouvrage est l'Etat de Genève (DCTI) et la Confédération (OFROU).



**Figure 15 : Image directrice de la nouvelle jonction entre la sortie Ferney et le quartier des Nations**

Une telle infrastructure, si souterraine, peut être favorable à la mise en œuvre d'échangeurs de chaleur pour une valorisation thermique à proximité, comme pour le CEVA, avec des techniques variées selon la configuration de l'infrastructure.

Deux points favorables permettent d'envisager cette infrastructure souterraine et la possibilité de valorisation thermique : D'une part, la molasse est très proche (Figure 10, p22) ce qui permet d'envisager la mise en œuvre d'un tunnel avec de moindres contraintes géotechniques, d'autre part, les projets envisagés dans le cadre du développement de la commune et du Grand Projet (Figure 22) permettent d'envisager une valorisation à proximité.

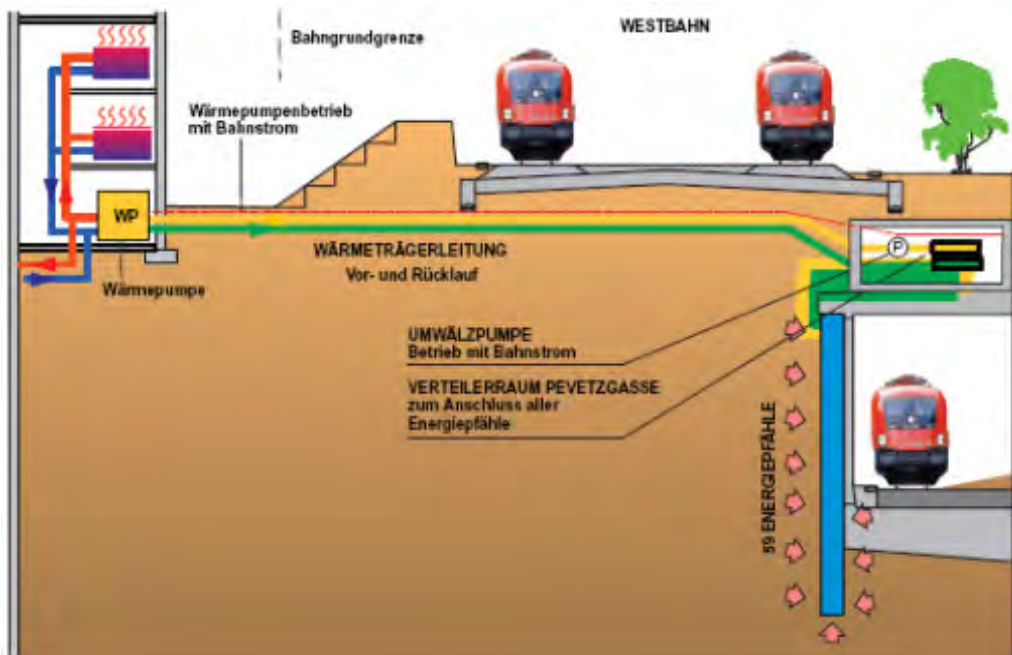


Figure 16 : Lainzertunnel à Vienne, en Autriche. Rideau de pieux énergétiques raccordés à un bâtiment voisin (source rapport PGG)

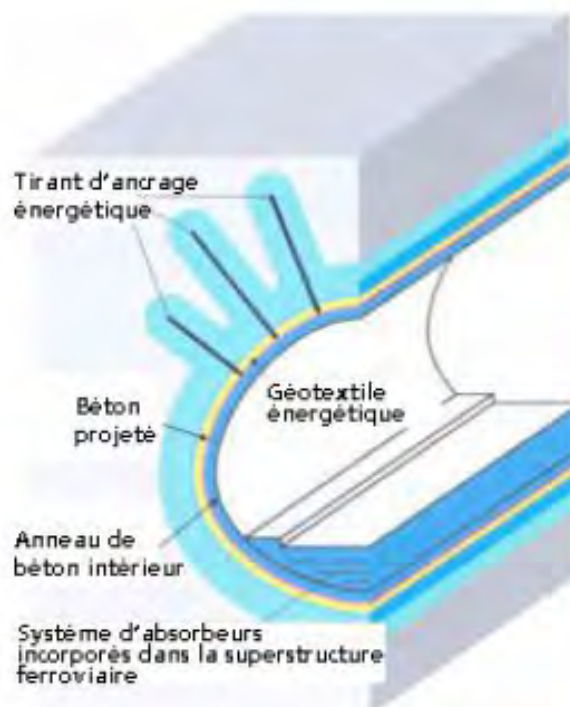


Figure 17 : Eléments d'un tunnel susceptibles d'être équipés en échangeur de chaleur (source rapport PGG)

A l'heure actuelle il est difficile d'estimer le potentiel thermique d'un tel équipement, mais il s'agit clairement d'une opportunité intéressante pour le futur quartier à proximité.



#### 4.4.2.3 Géothermie – Sondes Géothermiques Verticales (SGV)

La puissance extractible considérée pour les sondes géothermiques est de 40 W/ml en chauffage (avec Pompe à Chaleur) et de 22 W/ml en refroidissement direct. La longueur potentielle supposée par forage est de 150m. En pratique, la distance entre les sondes doit être supérieure à 5m (SIA 384/6), mais un espacement minimal de 7 à 8m est recommandé. Pour cette étude, une surface d'influence au sol de 80m<sup>2</sup> par sonde est appliquée, ce qui correspond à un espacement de près de 9m entre les sondes..

L'emprise des champs de sonde est calculée par exclusion des zones d'interdiction, des surfaces construites (bâtiments existants, sous-sol, routes, conduites diverses, piscines), des nappes souterraines, des forêts et des zones agricoles. Les zones favorables à l'implantation de sondes géothermiques totalisent une superficie de 1 366 593m<sup>2</sup>, ce qui représente près de 31% de la superficie de la Commune.

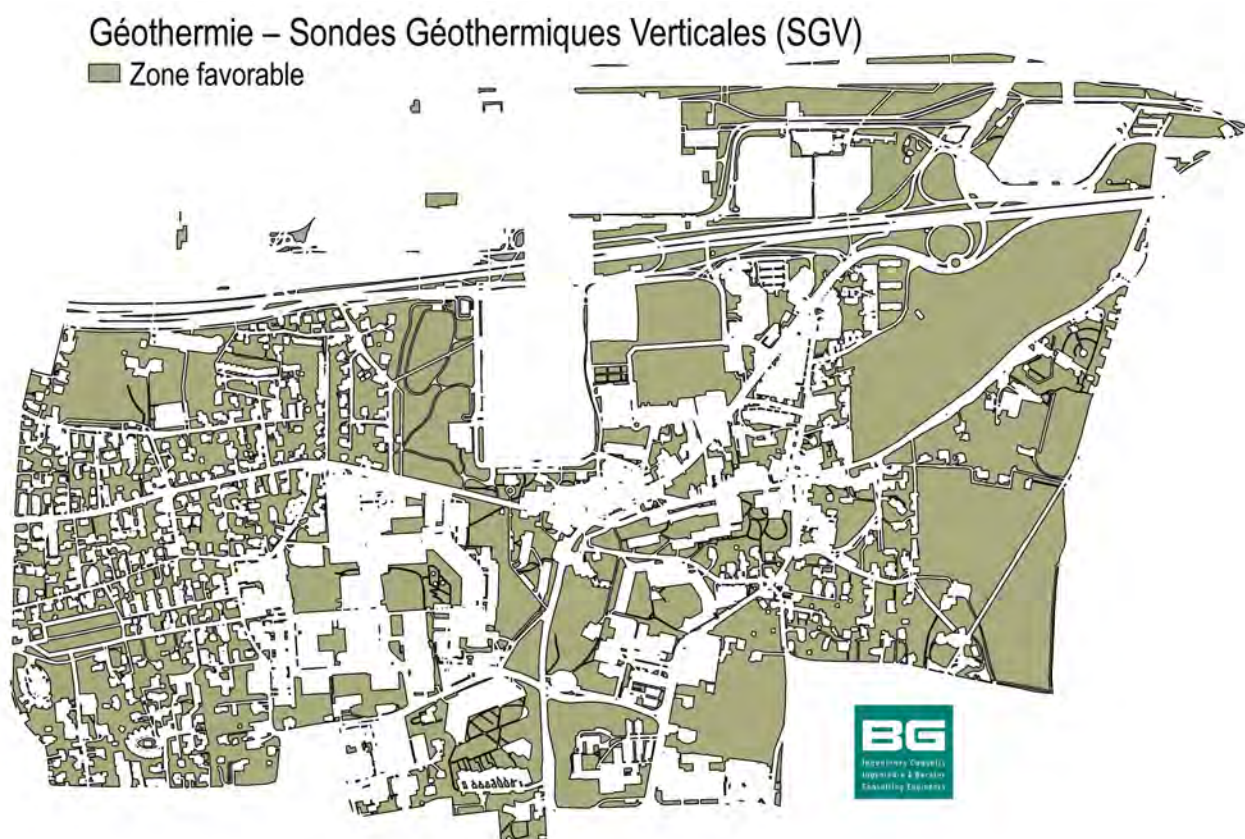


Figure 18: Zones favorables à l'implantation de sondes géothermiques (Source SITG, BG)

Tableau 6: Hypothèses sur les sondes géothermiques

| Surface de parcelle favorable | Puissance linéaire en chauffage (avec PAC) | Puissance linéaire en refroidissement | Longueur utile par forage | Surface d'influence au sol par forage | COP annuel moyen |
|-------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------|
| 1 366 593 m <sup>2</sup>      | 40 W/m                                     | 22 W/m                                | 150 m                     | 80 m <sup>2</sup>                     | 3.9              |

**Tableau 7: Potentiel énergétique des sondes géothermiques.**

| Nombre potentiel de forages | Puissance de chauffage (PAC) | Puissance de rafraîchissement | Energie de chauffage (2200 h/an) | Energie de rafraîchissement (1000 h/an) | Electricité requise (PAC avec COP = 3.9) |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|--|
| 6638                        | 40 MW                        | 22 MW                         | 87 622 MWh/an                    | 21 905 MWh/an                           | 28 084 MWh/an                            |

### **Géothermie-Nappe**

La nappe de Montfleury présente des caractéristiques favorables pour une utilisation thermique, de par ses dimensions (929 113m<sup>2</sup>), sa perméabilité, son épaisseur (jusqu'à 30m) et sa profondeur (40 à 50m). Ce potentiel est exploitable pour le chauffage en hiver/mi-saison et pour le rafraîchissement en été.

Comme le bâti à l'endroit de la nappe est occupé par l'aéroport, il est envisageable d'imaginer un doublet géothermique dans la nappe pour alimenter l'aéroport, en priorité pour couvrir les besoins de froid. **L'eau de la nappe pourrait être utilisée au-delà de son emprise, par le biais d'un réseau à basse température, voire d'un bouclage avec GLA et GLN.**

**Cependant, si une valorisation s'avère favorable pour le territoire du Grand-Saconnex, elle devra être mise en rapport avec d'autres projets de valorisation envisagés, comme l'utilisation des anciens puits de Peney pour le CERN et le quartier des Vergers (Meyrin) à la limite des nappes de Montfleury et du Rhône, ceci dans un souci de gestion du gisement et d'impact thermique.**

Le débit d'eau extractible n'est pas précisément connu, car il n'existe pas d'essai de pompage dans le périmètre de la Commune. Cependant, on peut se fier à la valeur du potentiel unitaire de la nappe du Rhône (1.87 W/m<sup>2</sup>) issu du rapport d'étude du Potentiel Géothermique Genevois.

**Tableau 8: Estimation du potentiel thermique de la nappe de la Commune.**

| Etendue de la Nappe de Montfleury sur la Commune | Potentiel unitaire de la nappe(a) | Puissance thermique totale tirée de la nappe | Energie thermique (2200 h/an et PAC avec COP = 3.4) | Energie de rafraîchissement par géocooling (1000 h/an) |
|--|-----------------------------------|--|---|--|
| 929 113 m <sup>2</sup>                           | 1.87 W/m                          | 1.7 MW                                       | 5 415 MWh/an  | 1 737 MWh/an   |

(a) Source: rapport PGG, novembre 2011

#### **4.4.2.4 Géothermie grande profondeur**

Bien que la connaissance des structures tectoniques des formations géologiques les plus profondes du bassin genevois est actuellement encore très lacunaire, il est établi que la faille du Coin est la plus proche mais ne traverse pas la Commune du Grand-Saconnex. Ceci permet cependant de supposer l'existence d'un potentiel d'exploitation de la géothermie profonde, par circulation d'eau au travers des roches fracturées du socle cristallin dans un périmètre élargi. Des investigations par méthode géophysique pour l'établissement d'un modèle 3D du sous-sol profond et la réalisation de forages tests sont bien en discussion au niveau du Canton de Genève pour identifier le meilleur emplacement pour une exploration à l'horizon 2020.

Le respect de cet agenda permettrait d'envisager une exploitation de la géothermie profonde vers l'horizon 2030 à Genève, sachant que :

- les cantons et communes intéressés par l'exploitation géothermique des aquifères profonds ne sont pas à même de supporter seuls le financement de forages profonds, relativement coûteux;
- la couverture du risque géologique (échec de l'exploitation) doit être assumée par la collectivité;
- il existe des risques sismiques lors de la mise en œuvre, ce qui désavantage les zones urbanisées.

Ainsi, il est plus rationnel de considérer un scénario dans lequel l'exploitation du potentiel géothermique profond Genevois est mutualisé au niveau Cantonal et rendu accessible à la commune par le biais du réseau de chauffage à distance. Le Tableau 9 justifie le potentiel local d'un doublet géothermique de moins de 3 kms de profondeur, qui est estimé entre 3 300 et 11 000 MWh/an.

**Tableau 9: Potentiel thermique par doublet géothermique sur les aquifères profonds du bassin genevois.**  
source: Référence [4], rapport PGG p.288-291].

| Formation aquifère(a) | Profondeur   | Température | Puissance | Energie chaleur (2200 h/an) |
|-----------------------|--------------|-------------|-----------|-----------------------------|
| Crétacé               | 0 – 1.8 km   | 10 – 63 °C  | 1.5 MW    | 3 300 MWh/an                |
| Malm                  | 0.3 – 2.9 km | 20 – 102 °C | 5.0 MW    | 11 000 MWh/an               |

(a) source: rapport PGG, p.288-291.

#### 4.4.2.5 Air

L'utilisation de l'air extérieur comme source chaude pour des pompes à chaleur air-eau est générateur de bruit et l'emplacement en milieu urbain doit respecter les exigences légales en la matière. Mis à part cette contrainte, l'utilisation de cette ressource est illimitée mais entre en concurrence avec des offres plus performantes (coefficients de performance annuels) telles que la géothermie sur sondes ou nappes.

Plutôt que d'utiliser l'air extérieur, il est plus judicieux d'exploiter la chaleur provenant des parkings ou de garages souterrains. En effet la chaleur dégagée par les véhicules dans les parkings réchauffe la température de l'air des parkings déjà plus élevée que celle de l'air extérieur puisqu'en sous-sol. Cet air chaud peut être acheminé vers un échangeur de chaleur et une pompe à chaleur qui fera remonter la température d'un caloporteur à un niveau exploitable pour du chauffage basse température. L'eau sanitaire peut également être chauffée de cette manière via des pompes à chaleur haute température. On peut aussi améliorer l'efficacité du système en envisageant un préchauffage de l'air des parkings par des puits canadiens lors de projets neufs. Ce type de projet nécessite des simulations thermiques dynamiques.

Il est également possible de récupérer de l'énergie sur l'air extrait par la ventilation, par la ventilation double-flux avec récupération d'énergie, ou l'installation de pompes à chaleur sur air extrait.

A l'heure actuelle, il n'est pas possible de chiffrer ces potentiels, mais il est possible de localiser les parkings souterrains et de travailler sur cette ressource de manière opportuniste au cas par cas et si d'autres solutions plus efficaces ne sont pas applicables (cf. Figure 19).



Figure 19 : Extrait de la localisation des parkings souterrains sur Grand-Saconnex (source SITG couche Bâtiments sous-sol du GeoCadastre)

#### 4.4.2.6 Solaire

Le potentiel solaire thermique et photovoltaïque de la Commune est estimé à partir de la couche OCEN-SITG de l'irradiation solaire annuelle sur les toitures des bâtiments en ne considérant que les toits favorables (irradiation entre 1 000 et 1 145 kWh/m<sup>2</sup>) et très favorables (irradiation >1 145 kWh/m<sup>2</sup>) supérieurs à 20m<sup>2</sup>. 50% de la surface de toitures est considérée pour l'installation de panneaux solaires, en raison des contraintes de mise en œuvre ou d'installations techniques existantes.

La surface de toitures considérée est de 606 382 m<sup>2</sup>, dont 146 204 m<sup>2</sup> sont propices à l'installation de panneaux solaires. L'équipement de ces toitures se traduit par une production électrique par le biais de capteurs photovoltaïques (Tableau 11) ou de production de chaleur par le biais de capteurs thermiques.

Tableau 10 : Surface de toitures équipables

|   |                              |
|---|------------------------------|
| Surface de toitures                       | <b>606 382 m<sup>2</sup></b> |
| Surface de toitures solaires potentielles | <b>146 204 m<sup>2</sup></b> |
| Nombre de toits équipables                | <b>1246</b>                  |

Tableau 11: Potentiel d'irradiation solaire annuel et production PV sur les toitures de la Commune

| Irradiation solaire annuelle  | Toitures    |                              |               |                              |
|---|-------------|------------------------------|---------------|------------------------------|
|   | Nombre      | Surface [m2]                 | Surface [%]   | Production PV <sup>(*)</sup> |
| Très défavorable - inférieure à 700 kWh/m <sup>2</sup>                | 1575        | 99 850 m <sup>2</sup>        | 16.5%         | 0 MWh/an                     |
| Peu favorable - entre 700 et 900 kWh/m <sup>2</sup>                   | 1434        | 114 116 m <sup>2</sup>       | 18.8%         | 0 MWh/an                     |
| Incertain - (à approfondir) - entre 900 et 1'000 kWh/m <sup>2</sup> . | 749         | 95 394 m <sup>2</sup>        | 15.7%         | 0 MWh/an                     |
| Favorable 1'000 et 1'145 kWh/m <sup>2</sup> .                         | 1176        | 175 147 m <sup>2</sup>       | 28.9%         | 12 937 MWh/an                |
| Très favorable. > 1'145 kWh/m <sup>2</sup> .                          | 440         | 121 875 m <sup>2</sup>       | 20.1%         | 9 940 MWh/an                 |
| <b>Total</b>  | <b>5374</b> | <b>606 382 m<sup>2</sup></b> | <b>100.0%</b> | <b>22 877 MWh/an</b>         |

Tableau 12 : Potentiel de production de chaleur avec des capteurs solaires thermiques

**Potentiel**

Surface de toiture installée

Production énergétique potentielle

**606 382 m<sup>2</sup>**  
**38 435 MWh/an**

En supposant une efficacité de conversion photovoltaïque de 14% et une efficacité de production thermique annuelle de 20%, on obtient une production potentielle électrique de 22 877 MWh<sub>el</sub> et thermique de 36 435 MWh<sub>th</sub>.

La carte de la Figure 20 montre pour exemple la représentation cartographique du potentiel d'irradiation solaire annuelle sur un secteur de la Commune.



Figure 20: Carte de l'irradiation solaire sur les toitures de la Commune (Source: SITG)

**Notons qu'une étude spécifique est en cours pour estimer le potentiel solaire photovoltaïque de la commune. Cette étude est menée par le bureau Maneco.**

#### 4.4.3 Vue d'ensemble de la richesse des ressources énergétiques locales à l'horizon 2030

La Figure 21 résume, pour chaque service énergétique, le potentiel exploitable à l'horizon 2030 des ressources renouvelables locales par rapport aux demandes (en blanc dans le graphique) de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire (116 438 MWh/an), de rafraîchissement (4 341 MWh/an) et d'électricité (81 410 MWh/an) des bâtiments (détails des calculs au chapitre 5).

**Il faut noter, d'une part, que l'utilisation de pompes à chaleur pour le relever la température des ressources, engendre des besoins supplémentaires d'électricité qui, dans le bilan, correspondent à l'électricité requise pour exploiter l'intégralité du potentiel identifié.. D'autre part, comme l'exploitation du potentiel solaire photovoltaïque (en jaune à pois) et le thermique (en jaune) sont en concurrence, les deux potentiels ne pourront être conservés en totalité.**

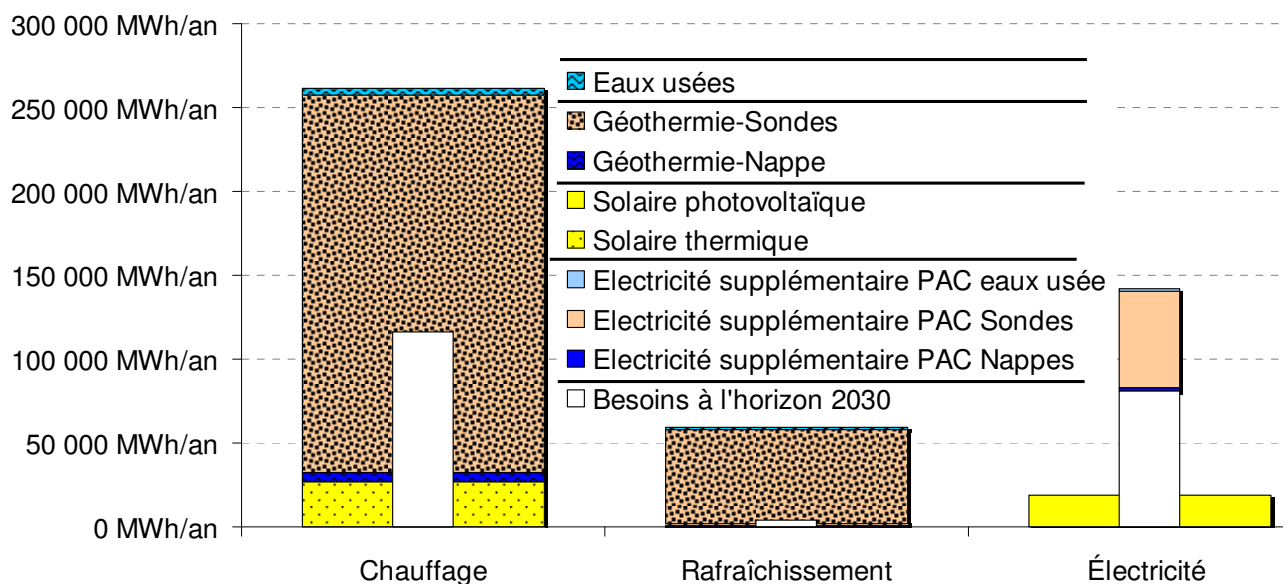


Figure 21: Richesse énergétique de la Commune comparée aux besoins à l'horizon 2030.

On observe que la valorisation maximale de toutes les ressources disponibles permettrait de couvrir plus de 100% des demandes de chaleur mais seulement 16%<sup>2</sup> à 28%<sup>3</sup> des demandes électriques. On observe aussi que la disponibilité des ressources de froid est très supérieure aux besoins marginaux de rafraîchissement.

**Notons également que n'apparaissent pas dans ce graphique les potentiels locaux non chiffrables actuellement comme les PAC sur air extrait ou les géostructures énergétiques du tunnel des Nations, ni les apports du périmètre élargi des réseaux comme le CAD Lignon, le CAD au Lac ou encore la géothermie profonde.**

<sup>2</sup> en considérant l'électricité supplémentaire requise pour le chauffage par des pompes à chaleur (PAC) sur sondes, nappes et eau usées.

<sup>3</sup> en considérant uniquement les besoins en électricité générale

L'analyse environnementale du périmètre d'étude a permis de mettre en évidence et de localiser (Figure 10, p22). les ressources énergétiques disponibles et la richesse énergétique locale renouvelable de la Commune (Figure 21, p. 34). La valorisation intensive des ressources renouvelables locales permettrait de couvrir largement les besoins de froid, des besoins de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire et entre 16% à 28% des demandes en électricité.

Les principales pistes vers l'utilisation intensive et immédiate (court terme) des énergies renouvelables locales sont les champs de sondes géothermiques, la nappe de Montfleury pour l'aéroport, le solaire et les PACs sur air extrait des parkings ou sur eaux usées des collecteurs principaux.

A moyen terme, les ressources à valoriser sont celles des infrastructures existantes et en devenir comme le CAD Lignon, le CAD au Lac et son bouclage avec GLN, ou le tunnel des Nations.

A plus long terme, des concepts plus innovants allant vers l'autonomie énergétique complète pourront être mis en œuvre sur des secteurs qui semblent pour le moment favorables et en phase avec la planification et la performance des projets de construction à venir.

Cette analyse permet donc de mettre en relief la richesse énergétique quantitative et qualitative de la Commune, soit de montrer son fort potentiel de transition énergétique.

## 5. Besoins énergétiques du territoire

Ce chapitre permet de rendre compte de la dimension spatiale et temporelle de l'intensité des demandes énergétiques. Moyennant quelques hypothèses (§5.1), il devient dès lors possible :

- de distinguer la part des services énergétiques à délivrer sur le territoire (§5.2);
- de prévoir l'évolution des demandes dans le temps afin d'élaborer une stratégie de développements par phase, basée sur l'importance chronologique des services énergétiques à délivrer (§5.2);
- de localiser la densité et l'intensité des demandes énergétiques (§5.3) afin de proposer des configurations opportunes de développements d'infrastructures de distribution et de conversions d'énergie capables de répondre aux objectifs de planification (Chapitre 5.1.2.3);
- de mesurer l'impact du développement prévu selon le PDcom dans le bilan énergétique Communal afin de dégager les degrés de liberté et d'irréversibilité engendrés par le choix des objectifs de planification.

### 5.1 Hypothèses

Le calcul des besoins énergétiques, qui dépendent de la surface et des typologies de bâtiments (catégories et années de construction), s'appuie sur :

- le phasage prévu pour le développement des zones de la Commune (§5.1.1);
- l'évaluation préliminaire des surfaces de plancher du parc construit (§5.1.2);
- les valeurs de besoins énergétiques pour chaque type de surface (§5.1.3).

Le résumé statistique de l'exploitation des données du Système d'Information du Territoire Genevois (SITG) pour les bâtiments de la Commune (hauteur des bâtiments, nombre de niveaux, surfaces et besoins thermiques) est récapitulé dans le Tableau 13. On constate que les mesures des surfaces de référence énergétique (SRE), des agents énergétiques et des consommations de chaleur ne sont disponibles que pour 280 blocs mais qui représentent cependant 55.8% de la SRE du parc immobilier.

Il faudra donc établir une méthode de reconstitution des besoins et consommations pour 2012, méthode décrite au chapitre 5.2.1.

**Tableau 13: Etat des connaissances sur les bâtiments de la Commune**

| Etat des connaissances                                 | Nombre de blocs de bâtiments | SurfaceSRE [%] |
|--|------------------------------|----------------|
| Blocs de bâtiments hors-sol répertoriés sur la Commune | 1363                         | 100.0%         |
| Estimation de la hauteur                               | 91                           | 8.0%           |
| Estimation du nombre d'étages                          | 1363                         | 100.0%         |
| SRE(a), agents énergétiques et IDC mesurés             | 280                          | 55.8%          |

(a) Surface de référence énergétique ("surface chauffée")



### 5.1.1 Planification et estimation des besoins énergétiques

Dans le cadre de cette étude, le développement temporel du périmètre est décomposé en 2 phases: 2012 et 2030. La localisation et l'affectation des secteurs, prévus pour chaque phase, sont reportées dans la carte de la Figure 22.

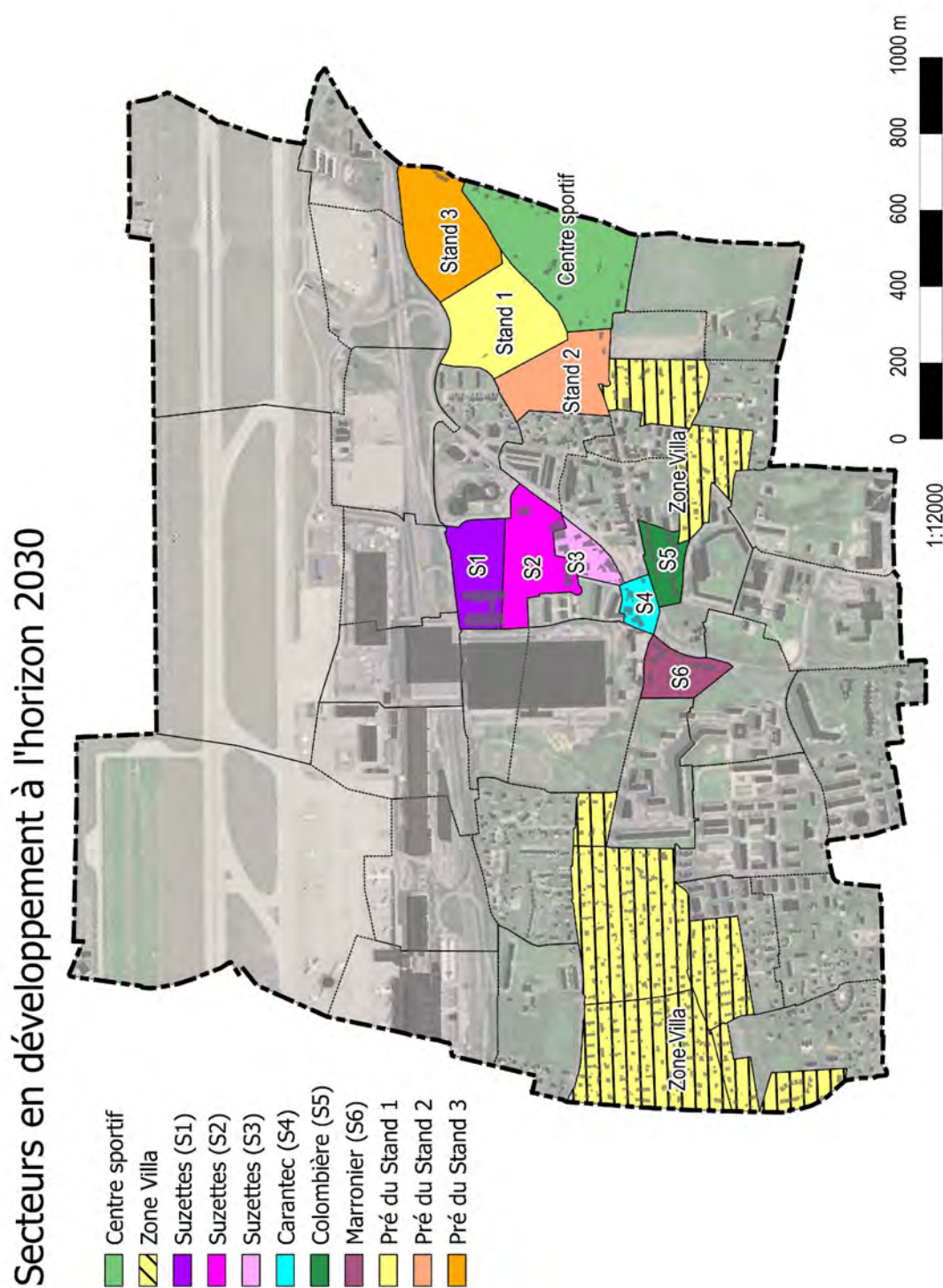


Figure 22: Carte du développement et des classements des secteurs de la Commune à l'horizon 2030.

## 5.1.2 Estimation des surfaces de référence énergétique (SRE)

Les surfaces de référence énergétique (SRE) sont calculées d'une part pour les bâtiments existants et d'autre part pour les nouveaux bâtiments, suivant les hypothèses de phasage et d'occupations parcellaires admises dans le PdCom et dans le Grand Projet. Pour ce dernier un entretien avec Mme Aliénor GIROUD-BONNEFOND a permis de valider les chiffres à prendre en compte.

### 5.1.2.1 Bâtiments existants

Les surfaces de référence énergétique (SRE) des bâtiments existants sont issues en priorité de la couche des indices de dépense de chaleur moyens sur 2 ans des bâtiments (OCEN – *scane\_indice\_moyennes*, 1.11.2012). Pour les bâtiments qui n'y sont pas référencés, les surfaces brutes de plancher (SBP) sont calculées sur la base de l'emprise au sol, du nombre de niveaux ou des hauteurs (3.5 m de hauteur par étage) donnés dans le SITG. La SRE est ensuite estimée par application d'un facteur de réduction de 0.8 ( $SRE = 0.8 * SBP$ ). Ce facteur d'expérience, qui tient compte des surfaces de plancher non chauffées<sup>4</sup>, permet aussi de faire correspondre la somme des consommations estimées des bâtiments et les valeurs mesurées sur les sous-secteurs statistiques de la Commune..

Le Tableau 16 présente le résultat du calcul des surfaces chauffées existantes, classées selon les catégories SIA 380/1 (Référence 11), qui représentent au total 981 779 m<sup>2</sup> SRE dans le périmètre de la Commune.

La proportion de chaque catégorie des bâtiments existants est visible dans la Figure 23, p.39.

---

<sup>4</sup> espaces de travail, couloirs, halls d'entrée, escalier, rampes et cages d'ascenseur, gaines, débarras, buanderies, greniers et balcons

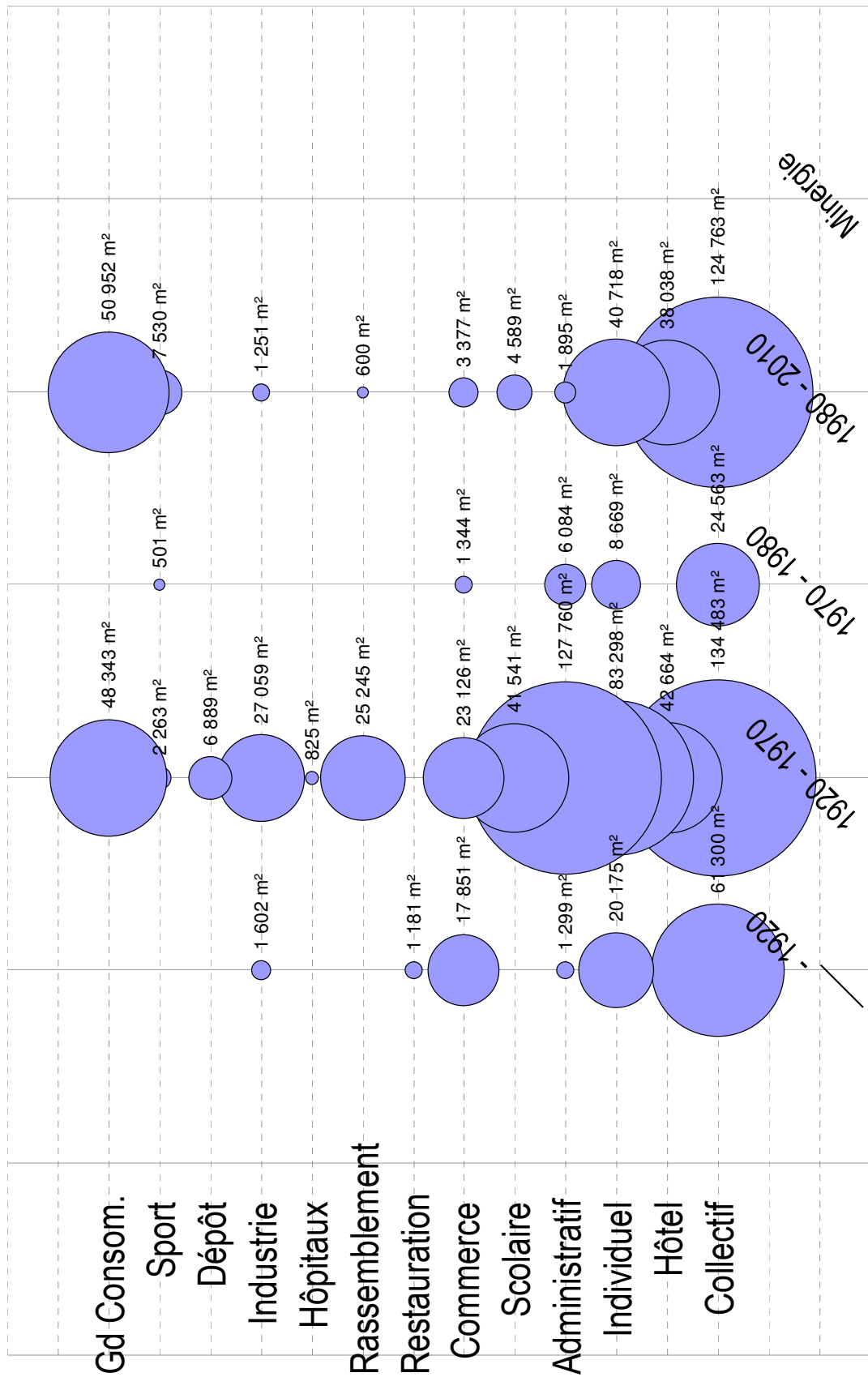


Figure 23: SRE du parc immobilier (2012) de la Commune selon la catégorie SIA des bâtiments.

### 5.1.2.2 Rénovation des bâtiments à l'horizon 2030.

Nous avons réalisé une étude prédictive des bâtiments de la Commune candidats à la rénovation énergétique selon les critères de la Loi sur l'énergie (REn L 2 30.01, article 12K, cf. Figure 24).

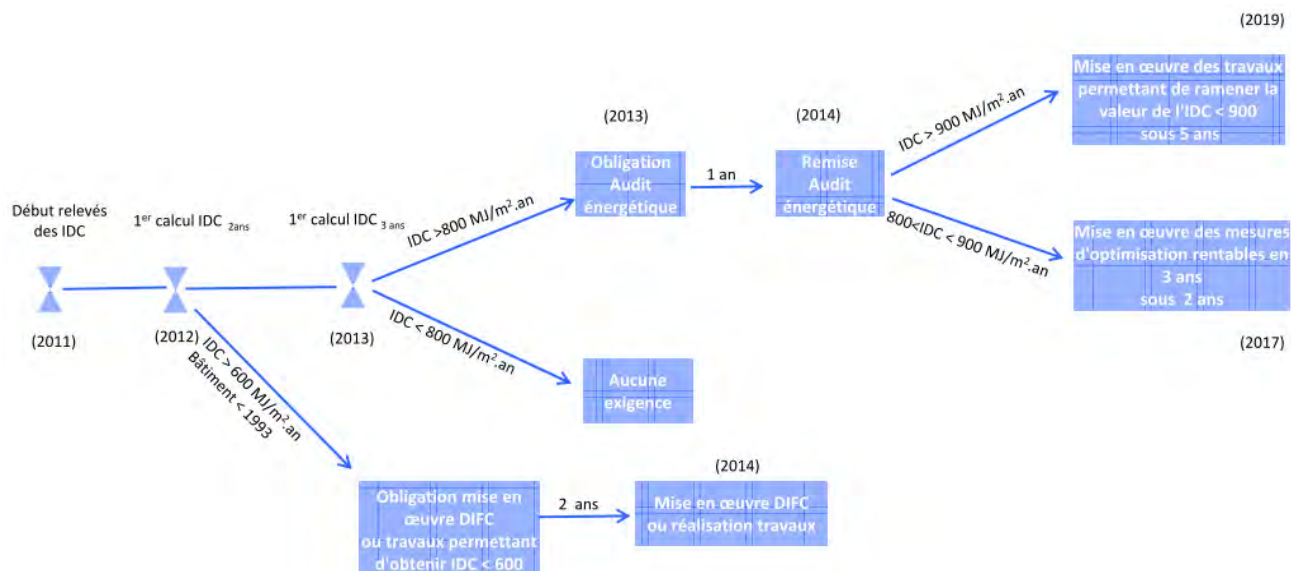


Figure 24: Logigramme des dispositions d'application de la Loi sur l'énergie pour les bâtiments de plus de 5 preneurs (REn L 2 30.01, article 12K). Source: OCEN.

Cette étude et les résultats affichés dans le Tableau 14 montrent que 52 blocs de bâtiments représentant 41 906 m<sup>2</sup> SRE sont potentiellement concernés. Ceci représente un taux de rénovation thermique de 0.44% annuel soit 40 logements par année d'ici à 2022 selon les termes de la Loi sur l'Énergie.

Tableau 14 : SRE et blocs de bâtiments concernés par la rénovation thermique

| Actions de rénovations                                       | Surface SRE                  | Nombre de blocs de bâtiments |
|--|------------------------------|------------------------------|
| DIFC ou travaux tels que IDC < 600 MJ d'ici à 2019 et à 2022 | 22 720 m <sup>2</sup>        | 20                           |
| Probabilité de travaux tels que IDC < 900 MJ                 | 13 730 m <sup>2</sup>        | 22                           |
| Probabilité d'optimisations rentables d'ici à 2017 et à 2020 | 5 456 m <sup>2</sup>         | 10                           |
| Aucune exigence légale                                       | 490 005 m <sup>2</sup>       | 220                          |
| Indice non communiqué  | 449 868 m <sup>2</sup>       | 1 720                        |
| <b>Total</b>   | <b>981 779 m<sup>2</sup></b> | <b>1 992</b>                 |
| <b>Total à rénover sur 10 ans (2022)</b>                     | <b>41 906 m<sup>2</sup></b>  | <b>52</b>                    |

Taux de rénovation annuel moyen estimé  
Fraction des surfaces SRE à rénover

0.44%  
4.3%

Une étude plus poussée permettrait de cartographier ces bâtiments et de prioriser les actions de rénovation à mener selon les économies d'énergie réalisables, la commune pouvant ensuite inciter les propriétaires à la rénovation thermique, avec le soutien de l'OCEN.

### **5.1.2.3 Nouveaux bâtiments à l'horizon 2030.**

La valeur des surfaces brutes de plancher (SBP) à bâtir se base sur les données globales du Grand Projet ci-dessous, ainsi que sur les surfaces de logement et commerciales prévues sur chaque parcelle à bâtir.

Les hypothèses globales sont les suivantes :

- La surface par logement est de 110 m<sup>2</sup>;
- La surface par emploi est de 25 m<sup>2</sup>/empl;
- La surface par habitant est de 45 m<sup>2</sup>/hab;
- Lorsque la répartition entre surface de logement et d'emploi n'est pas connue (mixte), une fraction de 50% logements est appliquée par défaut;
- Les surfaces d'emplois sont réparties entre une moitié d'administratif, un quart de commerce et un quart de restauration.
- La SBP des zones villas est densifiée de 10%.

Les SBP à construire, suivant les hypothèses de répartition de logements et d'emplois issus du Grand Projet sont reportées dans Tableau 15. Le pourcentage de densification de la zone Villa est proposé par BG.

Tableau 15: Hypothèses des SBP à bâtir des secteurs à l'horizon 2030, source étude Grand Pro-jet A+W.











| Secteurs de développement du Grand-Saonnex - Hypothèses à l'horizon 2030  | Horizon     | Logements                   | activités                    | commerces                  | équipements publics         | installations sportives     | piscine                    | SBP suppl.                   | fraction de logements | Logements                    | Emplois           |
|---|-------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
|  Suzettes S1                   | 2020        |                             | 55 000 m <sup>2</sup>        |                            |                             |                             |                            | 55 000 m <sup>2</sup>        | 0%                    | 0                            | 2 200             |
|  Suzettes S2                   | 2020        | 31 300 m <sup>2</sup>       |                              |                            | 2 300 m <sup>2</sup>        |                             |                            | 33 600 m <sup>2</sup>        | 93%                   | 284                          | 0                 |
|  Suzettes S3                   | 2025        | 18 250 m <sup>2</sup>       | 1 100 m <sup>2</sup>         |                            |                             |                             |                            | 19 350 m <sup>2</sup>        | 94%                   | 165                          | 44                |
|  Carantec S4                   | 2020        | 5 560 m <sup>2</sup>        |                              | 1 000 m <sup>2</sup>       |                             |                             |                            | 6 560 m <sup>2</sup>         | 85%                   | 50                           | 40                |
|  Colombière S5                 | 2020        | 2 400 m <sup>2</sup>        |                              |                            |                             |                             |                            | 2 400 m <sup>2</sup>         | 100%                  | 21                           | 0                 |
|  Marronnier S6                 | 2025        | 3 200 m <sup>2</sup>        |                              |                            |                             |                             |                            | 3 200 m <sup>2</sup>         | 100%                  | 29                           | 0                 |
|  Pré du Stand 1                | 2030        |                             |                              |                            | 15 000 m <sup>2</sup>       |                             | 5 000 m <sup>2</sup>       | 20 000 m <sup>2</sup>        | 0%                    | 0                            | 0                 |
|  Pré du Stand 2                | 2030        |                             | 75 000 m <sup>2</sup>        |                            |                             | 15 000 m <sup>2</sup>       |                            | 75 000 m <sup>2</sup>        | 0%                    | 0                            | 3 000             |
|  Pré du Stand 3                | 2030        |                             |                              |                            |                             |                             |                            | 15 000 m <sup>2</sup>        | 0%                    | 0                            | 0                 |
|  Zone villa, Densification 10% | 2030        | 18 919 m <sup>2</sup>       |                              |                            |                             |                             |                            | 18 919 m <sup>2</sup>        | 100%                  | 171                          | 0                 |
| <b>Total supplémentaire à l'horizon 2030</b>  | <b>2030</b> | <b>79 629 m<sup>2</sup></b> | <b>131 100 m<sup>2</sup></b> | <b>1 000 m<sup>2</sup></b> | <b>17 300 m<sup>2</sup></b> | <b>15 000 m<sup>2</sup></b> | <b>5 000 m<sup>2</sup></b> | <b>249 029 m<sup>2</sup></b> | <b>32%</b>            | <b>720 log<br/>1 770 hab</b> | <b>3 084 empl</b> |

Tableau 16: Surfaces de référence énergétique (SRE) des bâtiments de la Commune, issues de l'OCEN (scane\_indice\_moyen, 1.11.2012) et de calculs basés sur l'emprise au sol, la hauteur et le nombre d'étages des bâtiments répertoriés dans le SITG (c-à-d. bâtiment\_hors sol, 1.11.2012).

| Affectations/<br>Périodes | SRE [m <sup>2</sup> ] |               |                |                |               |               |              |               |            |               |              | Total         |               |                |
|---------------------------|-----------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|---------------|--------------|---------------|------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
|                           | Collectif             | Hôtel         | Individuel     | Administratif  | Scolaire      | Commerce      | Restauration | Rassemblement | Hôpitaux   | Industrie     | Dépôt        |               | Sport         | Gd Consom.     |
| - 1920                    | 61 300                | 0             | 20 175         | 1 299          | 0             | 17 851        | 1 181        | 0             | 0          | 1 602         | 0            | 0             | 0             | 103 408        |
| 1920 - 1970               | 134 483               | 42 664        | 83 298         | 127 760        | 41 541        | 23 126        | 0            | 25 245        | 825        | 27 059        | 6 889        | 2 263         | 48 343        | 563 496        |
| 1970 - 1980               | 24 563                | 0             | 8 669          | 6 084          | 0             | 1 344         | 0            | 0             | 0          | 0             | 0            | 501           | 0             | 41 161         |
| 1980 - 2010               | 124 763               | 38 038        | 40 718         | 1 895          | 4 589         | 3 377         | 0            | 600           | 0          | 1 251         | 0            | 7 530         | 50 952        | 273 714        |
| Minergie                  | 0                     | 0             | 0              | 0              | 0             | 0             | 0            | 0             | 0          | 0             | 0            | 0             | 0             | 0              |
| <b>Total</b>              | <b>345 110</b>        | <b>80 702</b> | <b>152 860</b> | <b>137 038</b> | <b>46 130</b> | <b>45 698</b> | <b>1 181</b> | <b>25 845</b> | <b>825</b> | <b>29 912</b> | <b>6 889</b> | <b>10 294</b> | <b>99 295</b> | <b>981 779</b> |

Le Tableau 17 récapitule l'ensemble des surfaces existantes et celles à construire selon la catégorie SIA.

**Tableau 17 : Récapitulatif des SRE calculées par phase, classées par catégorie SIA**

| Catégorie SIA / SRE  | [m <sup>2</sup> SRE]            |                |               |                |                  |
|----------------------|---------------------------------|----------------|---------------|----------------|------------------|
|                      | horizon 2012<br>Total- Existant | horizon 2030   |               |                | Total            |
|                      | Existant                        | Rénové         | Neuf          |                |                  |
| Collectif            | 345 110                         | 319 569        | 25 541        | 60 710         | 405 820          |
| Hôtel                | 80 702                          | 80 702         | 0             | 0              | 80 702           |
| Individuel           | 152 860                         | 151 353        | 1 507         | 15 135         | 167 995          |
| Administratif        | 137 038                         | 128 637        | 8 402         | 131 100        | 268 138          |
| Scolaire             | 46 130                          | 43 877         | 2 253         | 17 300         | 63 430           |
| Commerce             | 45 698                          | 43 898         | 1 800         | 1 000          | 46 698           |
| Restauration         | 1 181                           | 1 181          | 0             | 0              | 1 181            |
| Rassemblement        | 25 845                          | 25 845         | 0             | 0              | 25 845           |
| Hôpitaux             | 825                             | 825            | 0             | 0              | 825              |
| Industrie            | 29 912                          | 29 912         | 0             | 0              | 29 912           |
| Dépôt                | 6 889                           | 6 889          | 0             | 0              | 6 889            |
| Sport                | 10 294                          | 10 294         | 0             | 20 000         | 30 294           |
| Grands consommateurs | 99 295                          | 96 892         | 2 403         | 0              | 99 295           |
| <b>Total</b>         | <b>981 779</b>                  | <b>939 873</b> | <b>41 906</b> | <b>245 245</b> | <b>1 227 024</b> |

Ainsi en 2030, le bâti neuf (245 245 m<sup>2</sup> SRE) devrait représenter près de 32% de la surface à l'intérieur du périmètre de la commune (1 227 024 m<sup>2</sup> SRE), avec un nombre d'habitants qui devrait passer de 11 863 à 13 633.

### 5.1.3 Estimation des demandes spécifiques d'énergie utile

Pour les bâtiments dont les consommations sont inconnues, les demandes (énergie utile) annuelles sont calculées par multiplication des demandes énergétiques spécifiques par m<sup>2</sup> SRE avec les SRE du Tableau 17.

Les valeurs adoptées pour les demandes énergétiques spécifiques par mètre carré de SRE du , sont issues :

- du standard Minergie® pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments rénovés;
- des valeurs de la norme SIA 380/1 et des valeurs statistiques BG, corrigées par des facteurs d'ajustement pour chaque catégorie de bâtiments existants, afin d'égaliser les consommations mesurées du Tableau 18, p.45 et les estimations du modèle.

Pour les bâtiments mesurés, les demandes d'énergie utile sont obtenues par application du facteur d'efficacité de chauffage de 85% pour les chaudières à mazout et gaz et de 93% pour le réseau de chauffage à distance CAD. L'efficacité de production d'eau chaude sanitaire est supposée de 40%.



## 5.2 Bilan énergétique de la Commune

### 5.2.1 Bilan des consommations d'énergie finale

Le bilan des consommations d'énergie finale (Tableau 18) par agent énergétique est basé sur les informations de l'OCEN pour les chaudières à gaz et au mazout, des SIG et de l'exploitant du réseau CAD. La consommation de chauffage à distance est estimée sur la base des puissances installées en considérant 1600h<sup>5</sup> de fonctionnement annuel. En moyenne, la Commune du Grand-Saconnex consomme 72.6 GWh/an d'électricité, 54.6 GWh/an de Gaz et 17.9 GWh/an de chaleur via le réseau de chauffage à distance.

Tableau 18: Consommation annuelle moyenne par agent entre 2009 et 2011. Source SIG<sup>6</sup>, OCEN<sup>7</sup>

| Consommation /<br>Agents énergétiques | Energie finale [GWh/an] |      |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|------|-------------------------|
|                                       | Electricité             | Gaz  | Chauffage<br>à distance |
| Mesurée sur la Commune <sup>(a)</sup> | 72.6                    | 54.6 | 17.9                    |

(a) Moyenne 2009-2011 (3 ans)

La méthode de reconstitution des consommations 2012 est la suivante :

1. Base sur les mesures de l'indice de dépense énergétique de l'OCEN
2. Application des besoins standards (norme SIA 380/1)
3. Remplacement des agents énergétiques inconnus par
  - CAD: données SIG
  - Sondes: analyse de proximité
  - Gaz: analyse de proximité au réseau
  - Equilibre gaz-mazout : affectation des agents énergétiques selon mesures des sous-secteurs statistiques (OCEN)
4. Ajustement des standards selon la moyenne 2009-2011 de la consommation Communale des agents énergétiques par sous-secteur (SIG, OCEN)

### 5.2.2 Bilan des demandes d'énergie utile

#### 5.2.2.1 Répartition des demandes par services énergétiques

Les besoins énergétiques sont estimés d'une part à partir des indices de dépense de chaleur et, d'autre part, à l'aide des surfaces de références énergétiques (Tableau 17) pondérées par les indices de demandes énergétiques des bâtiments ( ).

Les besoins énergétiques futurs de la Commune sont résumés dans le Tableau 19 et explicités dans le graphique de la Figure 25.

<sup>5</sup> Source : communication SIG

<sup>6</sup> Suivi des consommations d'électricité, de gaz et d'eau des collectivités (<http://www.sig-ge.ch/clients/collectivites/vos-services-en-ligne/suivi-de-consommations>)

<sup>7</sup> Répartition spatialisée par sous-secteur statistique (GIREC) de la consommation

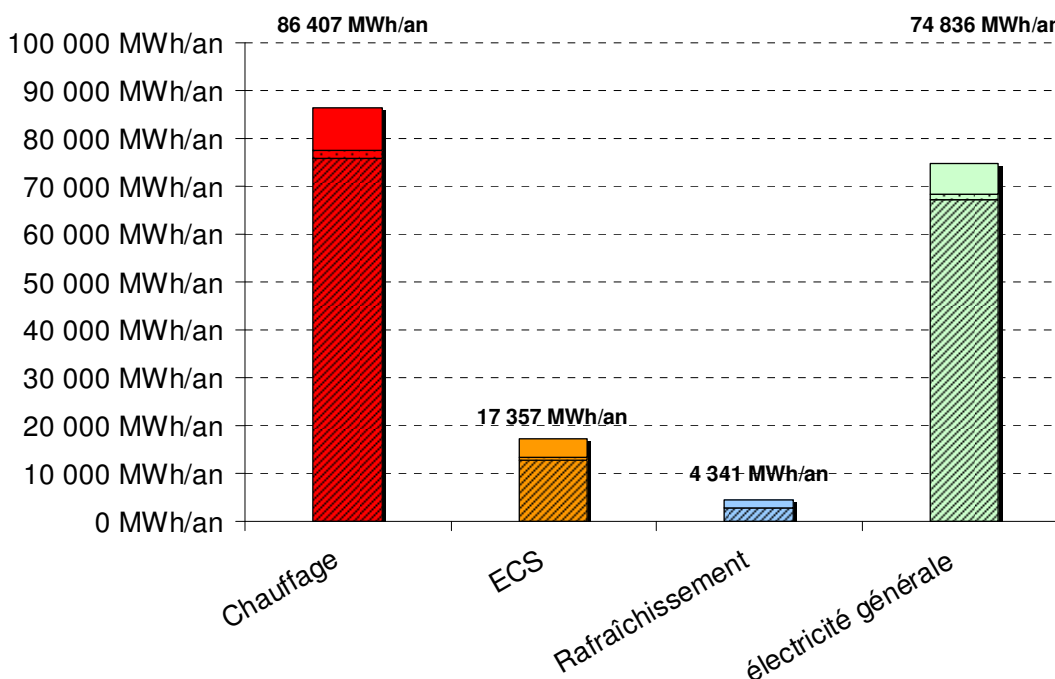
**Tableau 19: Estimation des demandes annuelles d'énergie utile par service pour la Commune à l'horizon 2012 et 2030.**

| Services / Demandes  | Energie utile [MWh/an] |                |              |               |                |
|----------------------|------------------------|----------------|--------------|---------------|----------------|
|                      | Total - Existant       | Persistant     | horizon 2030 |               | Total          |
|                      |                        |                | Rénové       | Neuf          |                |
| Chauffage            | 85 126                 | 75 854         | 1 722        | 8 830         | 86 407         |
| ECS                  | 13 316                 | 12 726         | 591          | 4 041         | 17 357         |
| Rafrâichissement     | 2 862                  | 2 731          | 131          | 1 479         | 4 341          |
| Électricité générale | 69 318                 | 67 130         | 1 328        | 6 378         | 74 836         |
| Total thermique      | 101 304                | 91 311         | 2 444        | 14 351        | 108 106        |
| Total électrique     | 69 318                 | 67 130         | 1 328        | 6 378         | 74 836         |
| <b>Total</b>         | <b>170 622</b>         | <b>158 441</b> | <b>3 772</b> | <b>20 729</b> | <b>182 942</b> |

Le phasage de l'intensité des demandes classées par type de service énergétique est reporté dans la Figure 26. La part du parc persistant, rénové et neuf dans le bilan énergétique communal à l'horizon 2030 fait l'objet de la Figure 27. La Figure 28 décompose le bilan 2030 en demande thermique et électrique.

Nous pouvons ainsi faire les observations suivantes :

- Le parc immobilier persistant représentera la majeure partie (86.6%) de la demande énergétique à l'horizon 2030, dont 49.9% sous forme de demande thermique et 36.7% électrique.
- les besoins totaux de confort thermique du parc représenteront près de 60% de la demande d'énergie de l'ensemble de la Commune.
- Les besoins de froids actuels, minoritaires devraient néanmoins presque doubler d'ici à 2030 (de 2731 à 4341 MWh/an).



**Figure 25: Intensité des demandes de services énergétiques du périmètre CET à l'horizon 2030 des bâtiments existants (en hachuré), rénovés (pointillé) et de ceux à venir (en plein). Les rénovations et constructions sont supposées conformes au standard Minergie®.**

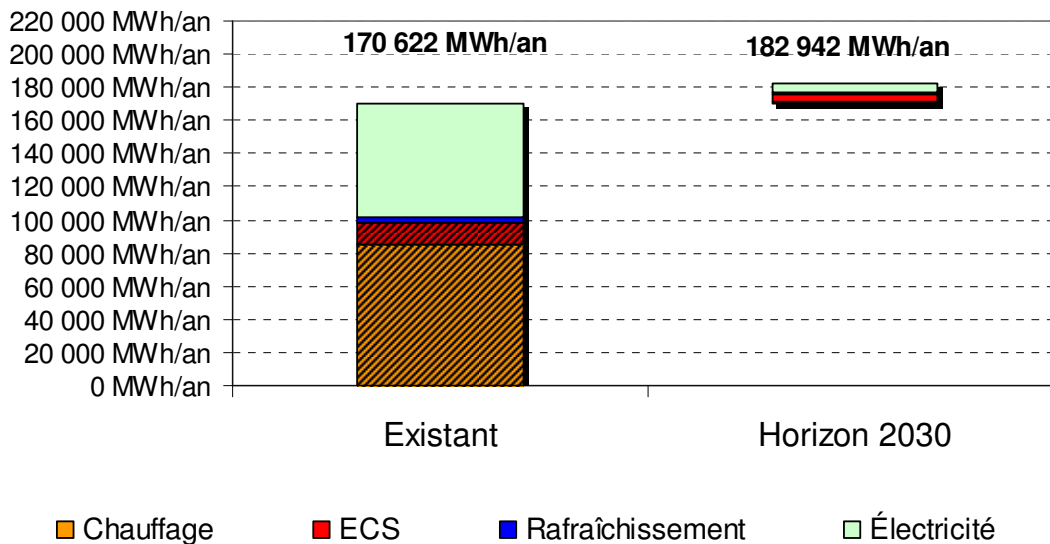


Figure 26: Intensité des demandes de services énergétiques par phases de développement de la Commune.

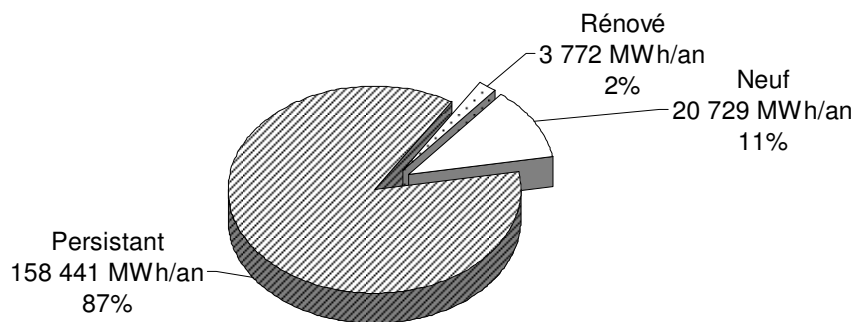


Figure 27: Répartition des besoins énergétiques par type de bâtiments à l'horizon 2030.

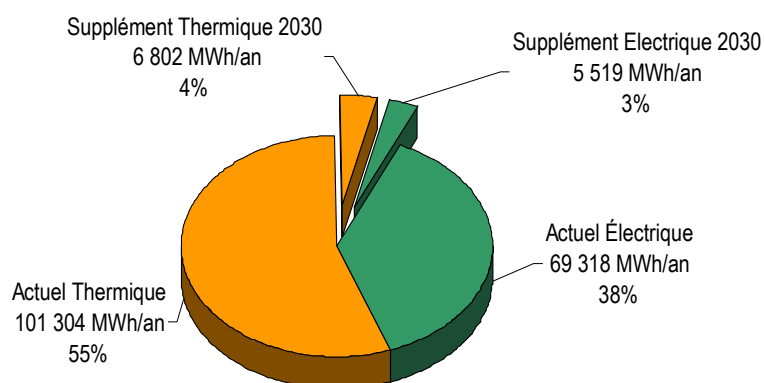


Figure 28: Composition des besoins thermiques et électriques à l'horizon 2030

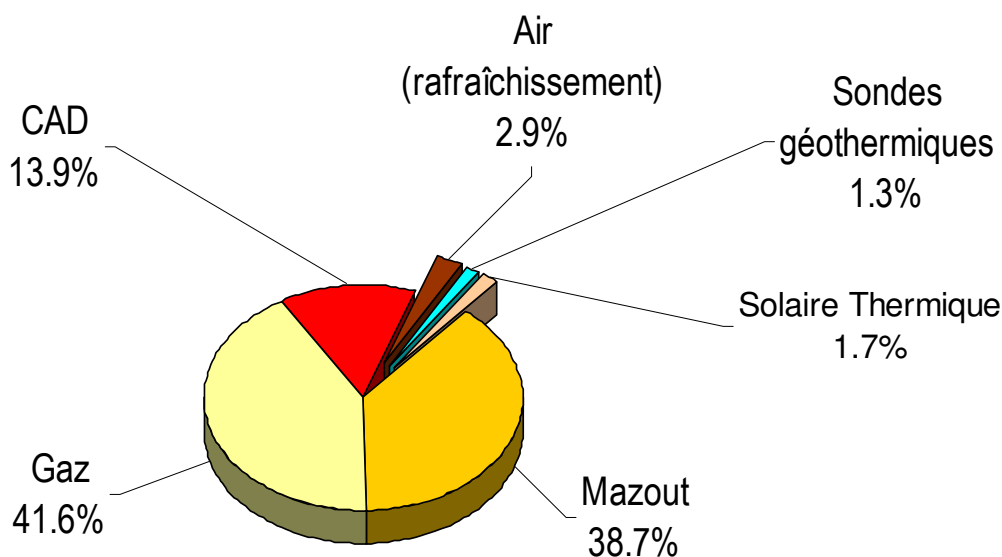
### 5.2.2.2 Répartition des agents énergétiques dans la demande d'énergie utile

Le Tableau 20 reporte la répartition actuelle des agents énergétiques dans le bilan communal des demandes énergétiques.

**Tableau 20: Répartition des agents énergétiques dans la demande d'énergie utile (2012).**

| Services / Agents énergétiques | Energie utile [MWh/an] |               |               |              |              |                    |              |              | Total          |
|--------------------------------|------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|----------------|
|                                | Mazout                 | Gaz           | CAD           | Air          | Sonde        | Électricité réseau | Solaire TH   | Inconnu      |                |
| Chauffage                      | 32 887                 | 34 449        | 11 329        |              | 1 157        | 762                | 1 352        | 3 189        | 85 126         |
| ECS                            | 4 633                  | 5 908         | 2 127         |              | 63           | 63                 | 271          | 251          | 13 316         |
| Rafraîchissement               |                        |               |               | 2 862        |              |                    |              |              | 2 862          |
| Électricité générale           |                        |               |               |              |              | 69 318             |              |              | 69 318         |
| Total thermique                | 37 519                 | 40 357        | 13 457        | 2 862        | 1 220        | 826                | 1 623        | 3 440        | 101 304        |
| Total électrique               |                        |               |               |              |              | 69 318             |              |              | 69 318         |
| <b>Total</b>                   | <b>37 519</b>          | <b>40 357</b> | <b>13 457</b> | <b>2 862</b> | <b>1 220</b> | <b>70 143</b>      | <b>1 623</b> | <b>3 440</b> | <b>170 622</b> |

La composition des agents énergétiques actuelle des demandes thermiques de la Commune est montrée dans la Figure 29. On observe que le réseau CAD couvre près de 14% des besoins thermiques, le reste étant couvert principalement par du gaz (41.6%) et du mazout (38.7%). L'énergie géothermique et le solaire thermique représentent actuellement 3% des agents énergétiques.



**Figure 29: Couverture des besoins thermiques selon données OCEN et SITG.**

A l'heure actuelle, les habitants de la Commune font le choix d'une consommation d'électricité verte qui privilégie l'énergie hydraulique, comme montré dans le Tableau 21. Il faut cependant tenir compte des productions d'électricité photovoltaïque locales comme les installations sur Pa-lexpo.

**Tableau 21: Mix électrique adopté dans la Commune selon l'offre des Services Industriels de Genève (SIG).**

| Mix électrique (SIG) de la Commune du Grand Saconnex | initial (gaz) | Vitale Bleu | Découverte | Horizon | Vitale Vert | Soleil |
|--|---------------|-------------|------------|---------|-------------|--------|
|  |               | 19.90%      | 69.69%     | 8.69%   | 1.28%       | 0.38%  |

En termes de bilan électrique, ceci se traduit par une couverture de la demande par 80% d'énergie hydraulique, 19.9% de gaz et 0.1% de solaire photovoltaïque. Ce bilan ne tient pas compte de

la production photovoltaïque indigène, vendue sur le réseau et partagée ensuite via des offres commerciales comme celles des SIG.

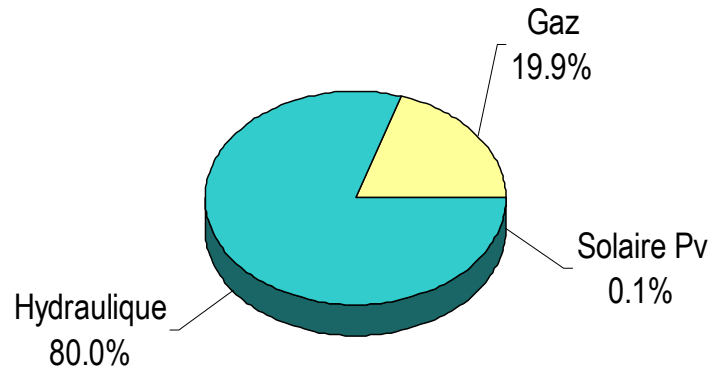


Figure 30: Couverture des besoins électriques (agents énergétiques, selon le mix SIG (Référence 12) de la Commune.

### 5.3 Localisation des demandes énergétiques de la Commune

Les cartes de demandes énergétiques à l'horizon 2030 permettent de localiser l'intensité des demandes énergétiques, exprimée en MWh/an. Ces cartes sont obtenues sur la base des SRE projetées de chaque parcelle, supposée bâtie au standard Minergie. La graduation de couleurs met en évidence les zones à forte densité, alors que les diagrammes en camemberts représentent la part énergétique respective du neuf et de l'existant.

**Cette représentation permet de prévoir les zones prioritaires pour le développement des infrastructures de transport et de conversion d'énergie, ainsi que de prendre la mesure de la taille relative des équipements techniques.** De plus, la mise en corrélation des cartes de demandes avec celles des ressources localisées révèle les orientations énergétiques possibles du territoire discutées au Chapitre 4.3.

#### 5.3.1 Carte des demandes de chauffage (Figure 31)

Les demandes de chauffage les plus prononcées sont concentrées dans la partie sud-est du territoire, et se prolongent jusqu'à l'aéroport, ce qui confirme l'intérêt d'un réseau CAD sur cet axe.

Les demandes de chauffage par secteurs sont inférieures à 10 000 MWh/an. Pour les nouvelles constructions performantes suivant le standard Minergie, les demandes supplémentaires d'énergie utiles de chauffage à l'horizon 2030 peuvent se contenter de chauffage à basse température (variables entre 25 et 50°C), alors que le parc existant demande en l'état des températures plus élevées (variables entre 45 et 75°C).

#### 5.3.2 Carte des demandes d'eau chaude sanitaire (Figure 32)

La carte des besoins d'eau chaude sanitaire (ECS) est liée à celle du nombre d'habitants, donc au nombre de logements. Ainsi, les zones à forte demande d'ECS correspondent aux zones denses en habitations qui demandent de l'eau chaude sanitaire à une température constante d'environ 65°C.

A l'horizon 2030, les demandes supplémentaires d'énergie utile de production d'ECS seront inférieures à 2000 MWh/an par secteur. D'une manière générale, alors qu'actuellement la production d'ECS représente environ 20% des besoins thermiques, cette part s'élèvera à près de 40% dans les secteurs à bâtir.

#### 5.3.3 Carte des demandes de rafraîchissement (Figure 33)

La carte de densité des demandes de rafraîchissement met clairement en perspectives les zones à vocations administratives et commerciales, notamment les zones de développement. Les températures des demandes de rafraîchissement des locaux climatisés varient usuellement entre 14 et 17°C, alors que le froid commercial (frigos), responsable en moyenne de 40 % de la consommation totale d'énergie d'un centre commercial, se situe entre -23 et 7°C.

#### 5.3.4 Carte des demandes d'électricité (Figure 34)

La densité de demandes d'électricité est plus marquée dans les secteurs à usage résidentiel collectif, également dans le même axe que les besoins en chauffage.

### 5.3.5 Carte des niveaux de température (Figure 35)

La carte des niveaux de températures requise permet de caractériser localement la fraction des différents services à délivrer. Les demandes hautes températures (45-75°C) sont constituées des demandes de chauffage des bâtiments existants en 2012. Les besoins d'eau chaude sanitaire sont situés à un niveau de température intermédiaire (60°C). Les demandes à moyennes températures (25-50°C) regroupent les besoins de chauffage des bâtiments rénovés et des nouveaux bâtiments. Les demandes basses températures (0-20°) regroupent les besoins de rafraîchissement.

**L'analyse des besoins énergétiques de la commune permet de proposer, notamment à partir de la carte des niveaux de température attendus en 2030 (Figure 35), les concepts énergétiques qui seront les plus adaptés aux besoins. En effet, cela permet de localiser les secteurs dans lesquels il faudra favoriser les productions locales ou les réseaux basse-température, et les zones dans lesquelles la problématique sera de travailler sur la substitution énergétique renouvelable haute température.**

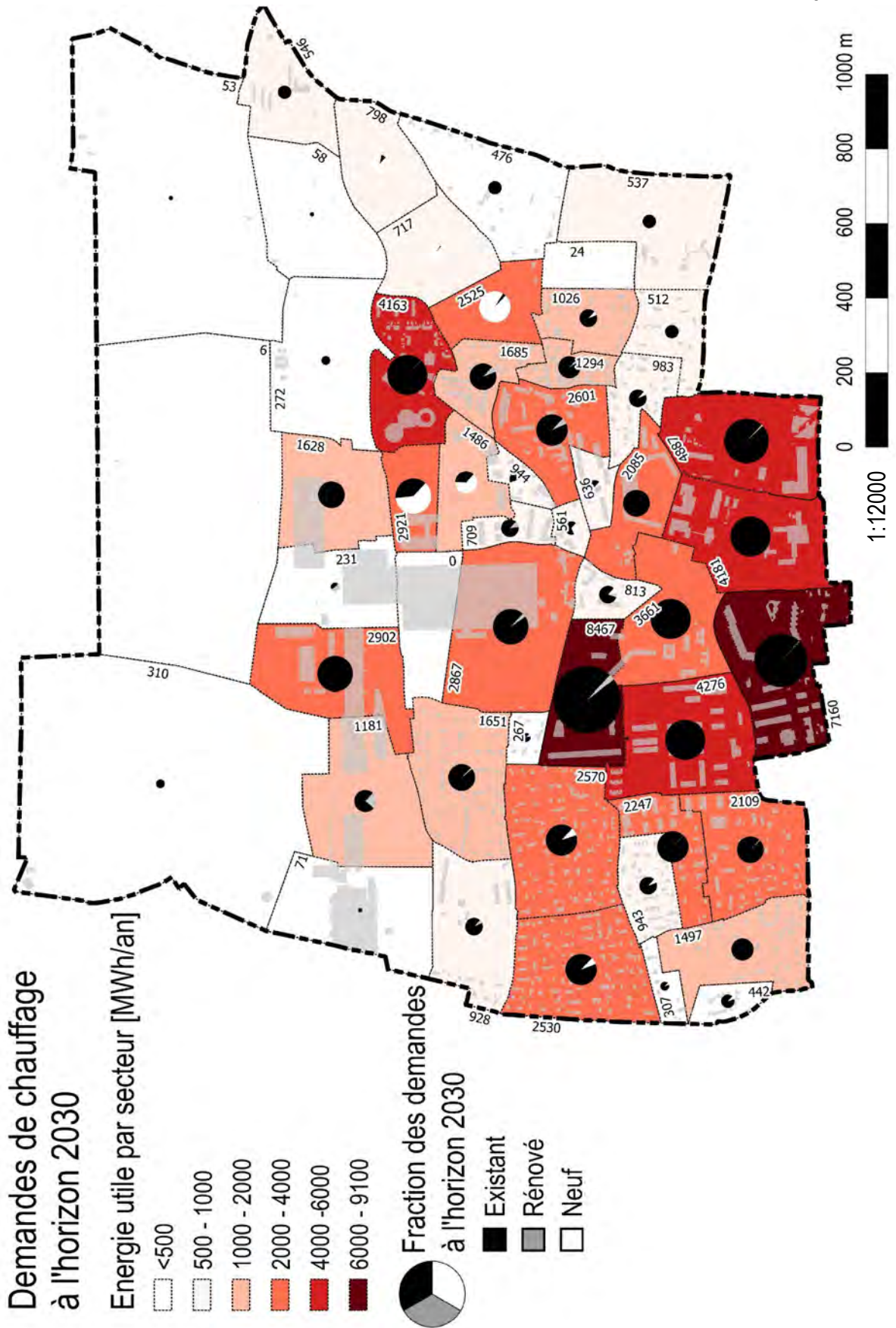


Figure 31: Carte d'intensité des demandes de chauffage de la Commune (horizon 2030).



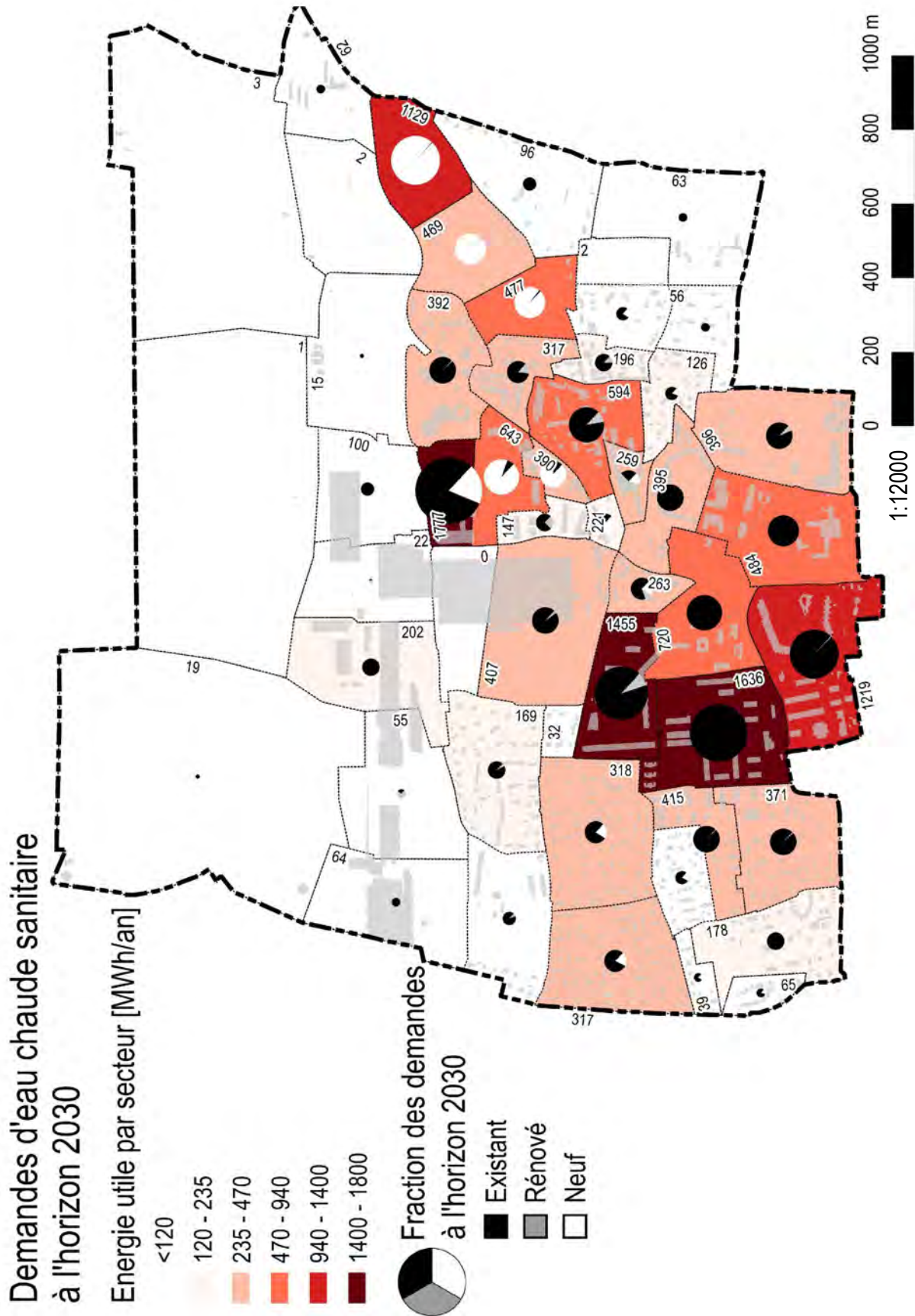


Figure 32: Carte d'intensités des demandes d'eau chaude sanitaire de la Commune (2030).

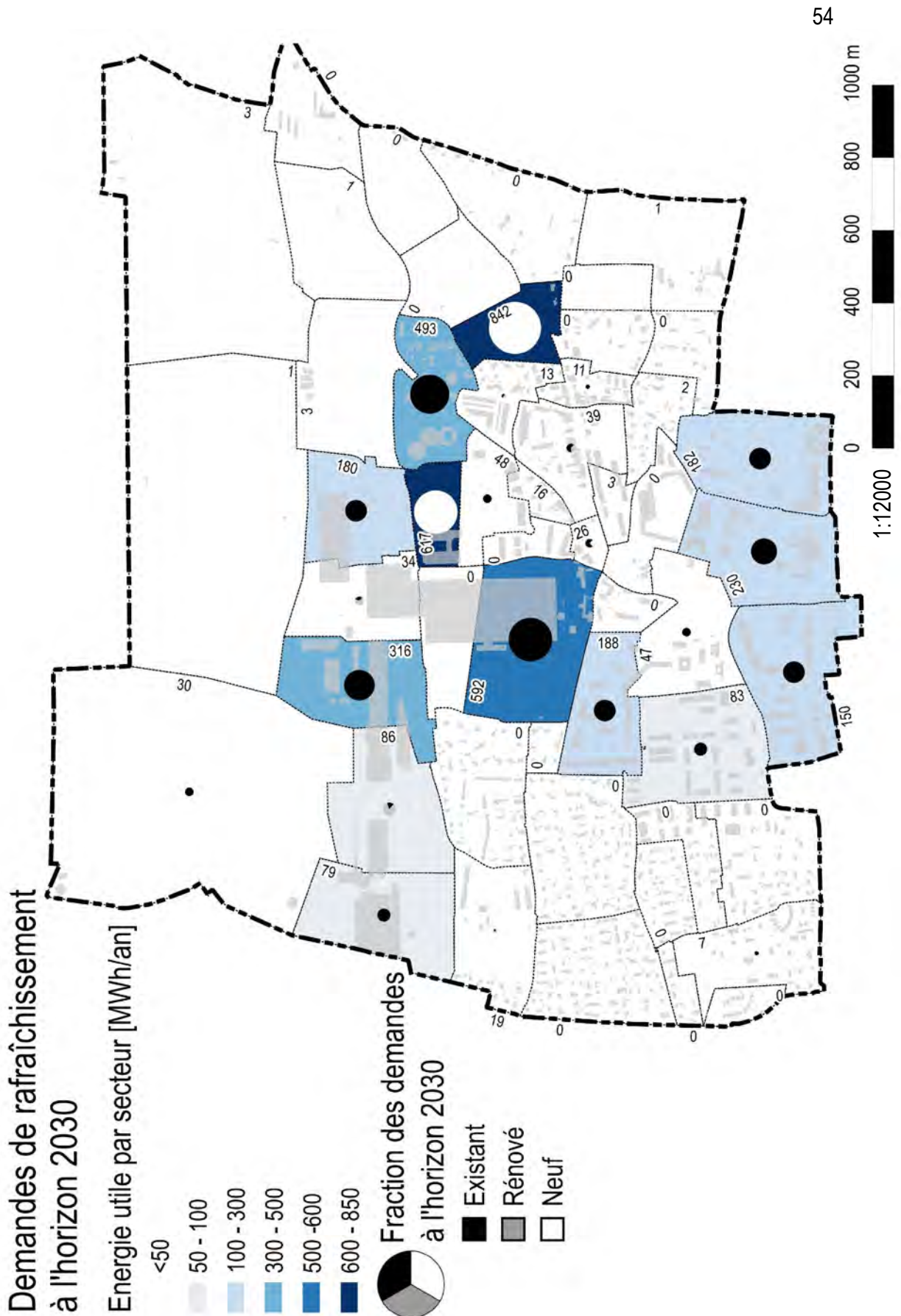


Figure 33: Carte d'intensités des demandes de rafraîchissement de la Commune (2030).

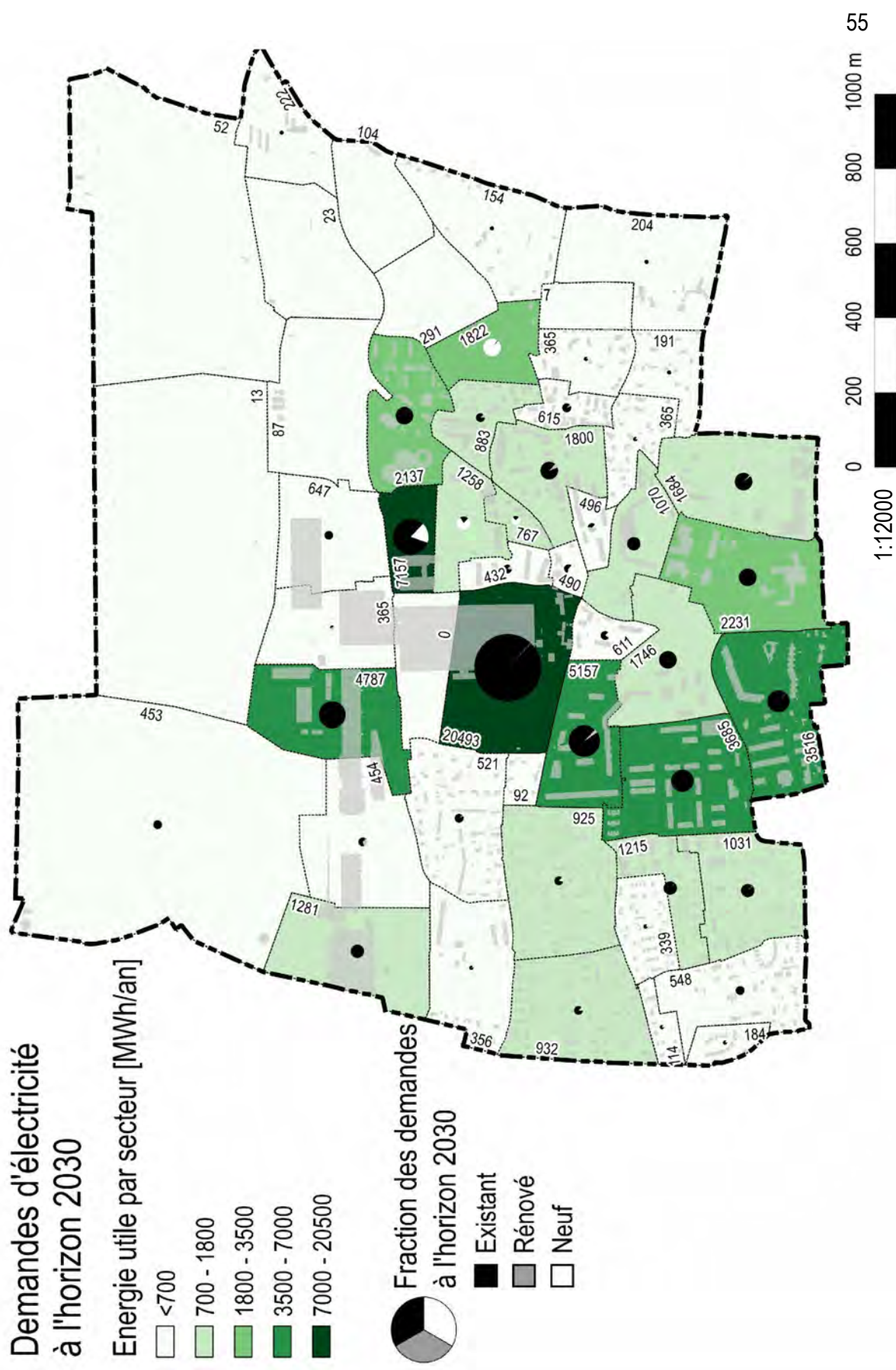


Figure 34: Carte d'intensités et de densités des demandes d'électricités de la Commune (2030).

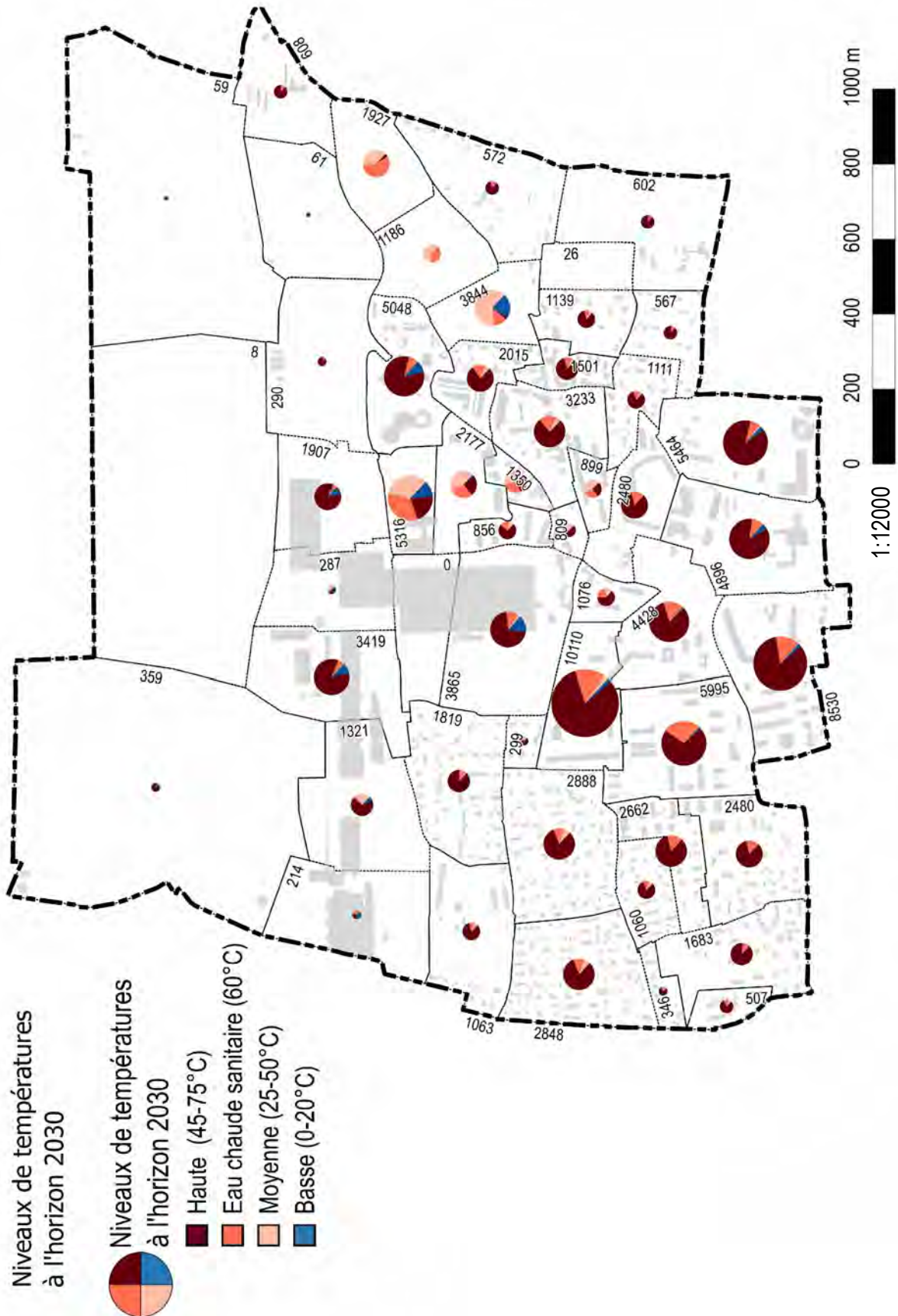


Figure 35: Carte des niveaux de températures des demandes thermiques de la Commune (2030).

## 6. Concepts énergétiques proposés

Le développement de concepts énergétiques est issu de l'identification des opportunités et contraintes résultant de la superposition des cartes de demandes (Figure 31 à Figure 34, pp.52-55), de ressources (Figure 10, p22) et du phasage (Figure 22, p.37). Il découle de cette analyse un ensemble d'orientations énergétiques localisées, données sous la forme d'une carte d'orientation synthétique (Figure 36). Les concepts proposés sont nommés ainsi :

- Concept "maîtrise de l'énergie"
- Concept "extension CAD"
- Concept "autonomie énergétique"
- Concept "zone villas"

### 6.1 Description des concepts

#### 6.1.1 Concept "maîtrise de l'énergie"

Ce concept est basé sur le degré de priorité donnée à la rénovation thermique, 1<sup>er</sup> axe d'une démarche de politique énergétique. Il faut effectivement d'abord agir sur la réduction de la demande énergétique avant de penser aux différents moyens de la couvrir. Comme déjà présenté dans le chapitre 5.1.2.2, ce concept est illustré par la cartographie des bâtiments à rénover selon deux rythmes de rénovation:

1. l'application de la Loi sur l'Energie du diagramme de la Figure 24, p,40;
2. une approche Société 2000W basée sur une limite plus stricte pour la réalisation.

L'ensemble des bâtiments à fort potentiel de rénovation est cartographié dans la Figure 36, p.66. La couleur verte indique les bâtiments dont la rénovation est motivée par la Loi sur l'énergie alors que la couleur orange indique les bâtiments dont la rénovation est motivée par la poursuite de la société à 2000W.

#### 6.1.2 Concept "extension CAD"

Ce concept est basé sur la localisation du projet d'extension CAD Tourelle et une logique d'extension tenant compte des densités énergétiques les plus importantes (Chauffage et ECS), des demandes en niveau de température les plus élevées (Figure 31, Figure 32, Figure 35) et de la localisation des bâtiments jugés prioritaires à la rénovation (6.1.1). Il s'agit d'une proposition de zone d'influence pour l'extension du CAD Tourelle.

#### 6.1.3 Concept "autonomie énergétique"

Ce concept est basé sur une zone particulière cumulant des opportunités qu'il nous a semblé opportun de corrélérer; ces opportunités sont les suivantes :

- Forte concentration des nouvelles constructions (cf. Figure 22); Sous-sol favorable à la géothermie et en particulier au stockage saisonnier, en raison de la proximité de la molasse (Figure 10, p22);
- Besoins de froid importants (Figure 33);
- Projet du tunnel des Nations.

L'ensemble de ces raisons nous permet de proposer un concept tendant vers une zone autonome selon les règles suivantes :

- Rénovation des bâtiments existants et capteurs solaires thermiques pour couvrir une partie des besoins d'eau chaude sanitaire (ECS);
- Projets neufs à haute et très haute performance énergétique;
- Champs de sondes et stockage saisonnier pour tous les nouveaux projets (couverture des besoins de chauffage et ECS si meilleure efficacité démontrée);
- Capteurs solaires photovoltaïques priorités sur les projets neufs pour couvrir les consommations des pompes à chaleur, capteurs solaires thermiques pour couvrir les besoins ECS si plus efficaces que les PACs haute température;
- CAD au Lac pour couvrir les besoins de froid en priorité, dirigé par l'alimentation de l'aéroport (périmètre élargi) et le bouclage avec GLN;
- Géostructures énergétiques sur le tunnel des Nations.

#### **6.1.4 Concept "zone villas"**

Ce concept est sectorisé sur les zones les plus difficiles à toucher car composées de villas disséminées. Même si une densification est prévue sur une partie de ces zones il sera difficile d'envisager des infrastructures réseau rentables. Il est donc proposé un concept basé sur l'incitation forte à la rénovation thermique, au changement de chaudières et aux pompes à chaleur sur sondes géothermiques verticales, les zones y étant favorables (Figure 10, p22). Le solaire thermique est prioritaire pour couvrir les besoins en ECS dans ces zones.

## **6.2 Plan d'actions de mise en œuvre des concepts et de leurs variantes**

La carte des concepts énergétiques (Figure 36, p,66) présente une orientation territoriale optimale.

Etant donné la grandeur du territoire étudié et le niveau de planification défini, la mise en œuvre des concepts se décline sous la forme de combinaisons d'alternatives possibles.

Ces alternatives sont présentées, dans les tableaux Tableau 22, p.59 à Tableau 25, p.65 sous forme de mesures et de plan d'actions progressives qui font ressortir les options stratégiques pour chaque zone.

La Commune pourra s'approprier le plan d'actions proposé et pourra développer chaque action en fonction de ses priorités et de ses moyens.

Tableau 22: Variantes, type de mesures et actions du concept de maîtrise de l'énergie dans la Commune.

| Concept                      | Types de mesures  | Horizon   | Actions   | Responsables/<br>Acteurs             |
|------------------------------|---|-----------|---|--------------------------------------|
| <b>Maîtrise de l'énergie</b> | <b>Rénovation des bâtiments, spécialement ceux situés en zones d'extension des réseaux CAD Tourelle</b> | 2013-2014 | 16 bâtiments pressentis à la rénovation selon application du REn, Art. 12K (47 log/an à 2030)   | BG                                   |
|                              |   |           | 7 bâtiments à gros potentiels d'économie d'énergie (65 log/an à 2030)   |                                      |
|                              |   | 2013-2014 | Réaliser les audits, les concepts de rénovation des bâtiments à rénover et/ou à raccorder   | Bureau d'ingénieur SIG               |
|                              |   | 2014-2015 | Remise des audits énergétiques prévus par le règlement d'application de la loi sur l'énergie (Ren, L 2 30.01)   | Bureau d'ingénieur                   |
|                              |   | 2015-2022 | Mise en œuvre des travaux de rénovation et de raccordement à un réseau thermique si prévu dans le concept   | SIG<br>Prestataires<br>Propriétaires |
|                              | <b>Développement de l'exploitation du potentiel solaire existant en toiture</b>                         | 2013-2030 | Utiliser les surfaces de toitures planes des grands blocs de bâtiments pour y installer des panneaux solaires thermiques (principalement dans la zone à fort potentiel d' "autonomie énergétique") et/ou photovoltaïque (principalement dans la zone d'"extension CAD") | Commune<br>Propriétaires<br>SIG      |
|                              |   | 2013-2014 | Etudes de faisabilité pour le solaire photovoltaïque (structure et rentabilité) sur les bâtiments identifiés  | Bureau d'ingénieur                   |
|                              |   | 2015-2022 | Travaux et mise en route des installations  | Propriétaires<br>Promoteurs<br>SIG   |

|  |   |           |  |          |
|--|---|-----------|--|----------|
|  | <b>Sobriété énergétique<br/>(Encourager une attitude proactive des consommateurs)</b> | 2013-2022 | "Chasse aux énergivores" selon un programme de type éco21  | Communes |
|  |   | 2014-2050 | Campagne d'incitation à la consommation d'un mix électrique hautement renouvelable (hydraulique, éolien, solaire)                | Communes |
|  |   | 2013-2050 | Influencer les choix stratégiques d'approvisionnement électrique et d'investissements au niveau du Canton et de la Confédération | Commune  |



Tableau 23: Variantes, type de mesures et actions du concept d'extensions des réseaux thermiques (CAD).

| Concept                                       | Types de mesures  | Horizon   | Actions  | Responsables/<br>Acteurs                              |
|---|---|-----------|--|---|
| <b>Extension des réseaux thermiques (CAD)</b> | <b>Extension des énergie de réseaux pour (diminution des émissions de CO2 sur la Commune, utilisation d'énergies renouvelables, amélioration de l'efficacité énergétique)</b> | 2015-2050 | Définir un programme de remplacement des chaudières et l'appliquer d'ici à 2050  | Commune<br>SIG<br>OCEN<br>Propriétaires<br>Locataires |
|   |   | 2013-2014 | Exiger/Inciter à l'audit des bâtiments à fort potentiel de rénovation, spécialement dans la zone d'influence de CAD Lignon, CAD Tourelle.  | Propriétaires<br>SIG                                  |
|   |   | 2013-2014 | Identifier les bâtiments à fort potentiel de raccordement à un réseau thermique (CAD Tourelle pour les bâtiments résidentiels existants ou boucle GLN pour les bâtiments d'activité et les nouveaux quartiers) | SIG<br>Bureau d'ingénieur                             |
|   |   | 2014-2015 | Pour le bâtiment non connecté actuellement, élaborer des conditions incitantes à la rénovation (aides diverses, modification de contrats, tarification, reprise des installations de chauffage existantes)     | SIG<br>Commune<br>OCEN                                |
|   | <b>Extension du réseau CAD Tourelle</b>   | 2015-2022 | Signature des contrats de prestations de services et de raccordement (ex. Contrat de Performance Energétique)  | Propriétaires<br>SIG                                  |

|                                     |  |           |  |   |
|-------------------------------------|--|-----------|--|---|
|                                     |  | 2013-2022 | Promouvoir la baisse des températures du réseau CAD Tourelle, par l'obligation, dans un premier temps, de connexion sur la conduite retour du CAD pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments rénovés.  | Commune<br>OCEN                                     |
| <b>Réalisation de la boucle GLA</b> |  | 2013-2015 | Convaincre l'Aéroport International de Genève de se connecter au réseau GLA  | OCEN<br>SIG<br>Commune<br>Bureau d'ingénieur<br>AIG |
|                                     |  |           | Inciter les grands consommateurs de la zone des organisations internationales à se connecter à une boucle d'eau du LAC   | SIG<br>Commune                                      |
|                                     |  |           | Pour les PLQ situés dans la zone de bouclage GLA, promouvoir les concepts de type "Minergie-A" (autonomie thermique) par connexion à la boucle GLA et installation de panneaux solaires photovoltaïques. | Commune   |
|                                     |  |           | Promouvoir l'injection d'énergie renouvelable dans le CAD Tourelle-Lignon par relevage des températures de la boucle GLA (connexion des réseaux CAD-Lignon et GLA au niveau de la Commune)               | SIG<br>OCEN<br>Commune                              |

Tableau 24: Variantes, type de mesures et actions du concept d'autonomie énergétique.

| Concept                      | Types de mesures                                    | Horizon  | Actions  | Responsables/<br>Acteurs                 |
|------------------------------|---|--|--|--|
| <b>Autonomie énergétique</b> | <b>Adoption de standards énergétiques élevés</b>    | 2013-2030  | Exiger des hauts standards de performance énergétique pour la construction (au minimum Minergie)   | Commune<br>OCEN                          |
|                              |   |  | Vérifier la conformité de la mise en œuvre (chantiers) avec les exigences énergétiques   | Propriétaires                            |
|                              | <b>Etudes</b>                                       | 2013-2015  | Etude approfondie des caractéristiques thermiques du sous-sol (forages tests à l'emplacement des nouveaux quartiers) et grâce au retour d'expérience (Bâtiments Tissot), affiner le potentiel géothermique de la commune | Bureau d'ingénieur                       |
|                              | <b>Prioriser les énergies locales du territoire</b> | 2013-2050  | Retenir des concepts avec au moins 75% d'énergie thermique utile d'origine renouvelable (selon concept sectoriel)  | Commune<br>Architectes<br>Propriétaires  |
|                              | <b>Mutualisation des ressources énergétiques</b>    | 2014-2030  | Etudes de tracés et de connectivité de réseaux thermiques basse température (boucle de quartier moyenne ou basse température)  | Commune<br>SIG                           |
|                              | <b>Stockage thermique saisonnier</b>                | 2013-2020  | Elaboration d'objectif en terme de fraction d'autonomie thermique du territoire  | Commune                                  |
|                              |   | 2013-2014  | Calcul des surfaces de stockage saisonnier et journalier à réserver et de la faisabilité économique en fonction du taux d'autonomie  | Commune<br>Bureau d'étude<br>OCEN<br>SIG |
| 2015-2020                    |   | Réservation des surfaces sous les bâtiments (géostruc-tures énergétiques) et hors emprise des bâtiments (stock à moyenne et haute température) | Commune  |  |

|  |  |           |  |   |
|--|--|-----------|--|---|
|  |  | 2014-2020 | Recherche de subventions publiques (projet pilote, concept novateur, etc.) | Commune OCEN                            |
|  |  | 2013-2014 | Etude du potentiel géothermique du tunnel de la route des nations          | Commune Bureau d'étude Maitre d'ouvrage |

Tableau 25: Variantes, type de mesures et actions du concept de zone Villa.

| Concept           | Types de mesures   | Horizon   | Actions  | Responsables/Acteurs                                |
|-------------------|--|-----------|--|---|
| <b>Zone Villa</b> | <b>Installation progressive de panneaux solaires thermiques pour réaliser plus de 30% de production d'eau chaude sanitaire et de chauffage</b> | 2014-2020 | Identifier les installations existantes et le taux d'équipement actuel<br>Evaluer la marge de manœuvre qui reste à faire pour les bâtiments existants  | Commune<br>OCEN                                     |
|                   | <b>Transition vers les énergies renouvelables</b>  | 2014-2030 | Favoriser le remplacement des chaudières par des pompes à chaleur sur sondes géothermiques verticales  | Propriétaires                                       |
|                   | <b>Mutualisation des ressources, développements basé sur les infrastructures existantes ou prévues à proximité (CAD Lignon, GLA)</b>           | 2014-2020 | Elaboration d'un concept détaillé par sous-secteur à corrélérer avec le Plan Directeur Cantonal. Les éléments à retenir sont l'époque de construction des bâtiments, les horizons de renouvellement des équipements énergétiques, la localisation précise des densifications, la faisabilité économique de variantes pour le développement de micro-réseaux dans la zone, etc. | Commune<br>Service de l'urbanisme<br>(Grand Projet) |

Suite à ces propositions nous pouvons dire que la commune présente des opportunités multiples et en particulier le concept "autonomie énergétique" qui peut faire beaucoup pour la transition énergétique de la Commune. La difficulté réside dans les zones Villas plus difficiles à infléchir. Il reste à déterminer quelles sont les marges de manœuvre quantitatives liées à l'application de ces concepts. Le chapitre suivant traite de ces marges de manœuvre à travers le test d'actions liées aux concepts proposés, dans le but de préciser la politique énergétique à suivre.

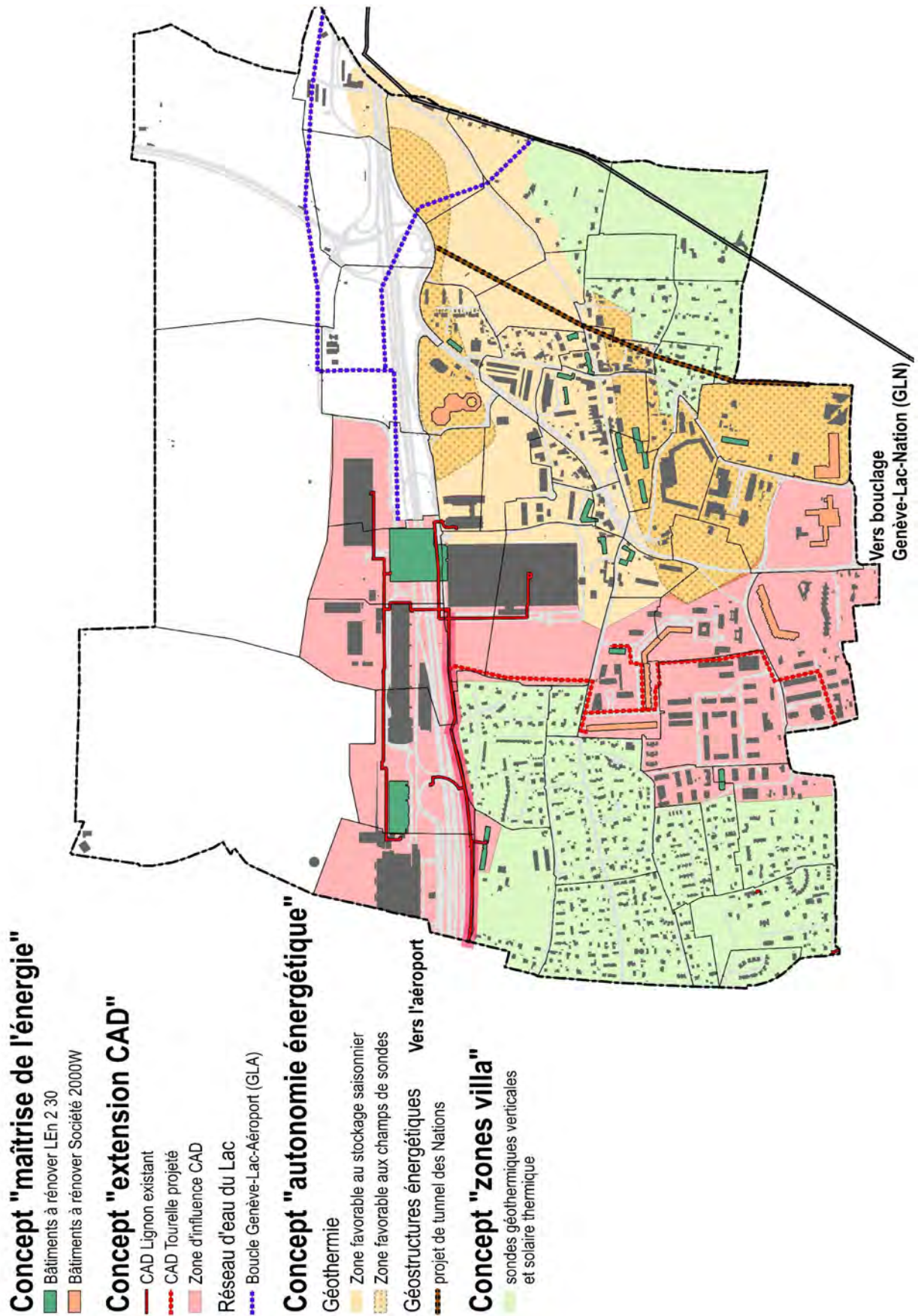


Figure 36 : Carte d'orientations énergétiques communale

## 7. Politique énergétique et écobilan

### 7.1 Traduction des objectifs de politique énergétique

La traduction des objectifs de politique énergétique communale en termes de valeurs cibles à atteindre en 2030 et 2050 sont reportés dans le Tableau 26. Les cases jaunes indiquent les objectifs de politique énergétique et les cases grises la traduction de ces objectifs à l'horizon 2030 étant donné l'état actuel des connaissances (2012).

La poursuite de l'objectif de société à 2000 W indique, à l'horizon 2050, une valeur d'énergie primaire non renouvelable à atteindre pour l'exploitation du parc immobilier de 696 W/hab (traduction des 200 MJ/m<sup>2</sup>) avec des émissions de moins de 2.5 kg/CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an. L'objectif de la commune est traduit hors mobilité pour l'ensemble de l'énergie primaire globale.

### 7.2 Bilan énergétique prévisionnel de la commune

L'objectif de ce chapitre est de dégager, à partir de l'écobilan communal, des scénarios énergétiques conformes aux objectifs de politique énergétique de la Commune.

Rappelons à ce propos que **la Commune du Grand-Saconnex, investie dans une démarche de type "Cité de l'Energie", s'est fixé les objectifs suivants :**

- Augmenter de 5% la part d'énergie renouvelable en 2016 pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire par rapport à 2011
- Fixer un objectif climat en t.CO<sub>2</sub> et en W/pers/an en 2016
- Augmenter de 50% la part d'énergie renouvelable dans la consommation globale en 2020
- Réduire de 20% les émissions CO<sub>2</sub> par rapport en 2020
- Passer à un indicateur société 2000W de 4400 W.pers.an en 2035 et de 3500 W.pers.an en 2050

#### 7.2.1 Hypothèses

Le calcul de l'écobilan et environnemental communal est basé sur les coefficients d'écobilan KBOB (Référence 13) donnés dans le Tableau 27. Ces coefficients expriment la quantité d'énergie primaire globale, non renouvelable, renouvelable et les émissions de CO<sub>2</sub>, soit par unité d'énergie utile demandée, soit par unité d'énergie finale consommée.

Tableau 26: Traduction des objectifs de politique énergétique 2050 en termes de valeurs cibles à atteindre en 2030. Les cases jaunes indiquent les objectifs de politique énergétique.

| Objectifs / Horizons  | 1990 | 2012                   | 2016                     | 2020                     | 2025                     | 2030                     | 2035                     | 2050                     |
|---|------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Habitants   |      | 11 863 hab             | 12 163 hab               | 12 463 hab               | 12 837 hab               | 13 212 hab               | 13 587 hab               | 14 711 hab               |
| m2SRE   |      | 981 779 m <sup>2</sup> | 1 099 625 m <sup>2</sup> | 1 217 470 m <sup>2</sup> | 1 364 778 m <sup>2</sup> | 1 512 085 m <sup>2</sup> | 1 211 889 m <sup>2</sup> | 2 101 314 m <sup>2</sup> |
| Part ENR thermique (Augmentation de 5% en 2016)   |      | 4%                     | 4%                       |                          |                          |                          |                          |                          |
| Part ENR globale (Augmentation de 50% en 2020)  |      | 28%                    | 35%                      | 42%                      | 51%                      | 60%                      | 68%                      |                          |
| Emissions CO <sub>2</sub> (Réduction de 20% en 2020)  |      | 41 265                 | 37 139                   | 33 012                   | 27 854                   | 22 696                   |                          |                          |
| [t.ég.-CO <sub>2</sub> /an]   |      |                        |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| Energie primaire globale  |      | 2 535 W/hab            | 2 860 W/hab              | 3 184 W/hab              | 3 589 W/hab              | 3 995 W/hab              | 4 400 W/hab              | 3 500 W/hab              |
| Emissions CO <sub>2</sub> (Objectifs Communal en 2035 et Société 2000W(a) en 2050) [kg.ég.-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /an] |      | 42.0                   | 37.9                     | 33.7                     | 28.5                     | 23.3                     | 18.1                     | 2.5                      |
| Energie primaire non-renouvelable (Société 2000W(a) en 2050)  |      | 1 825 W/hab            | 1 728 W/hab              | 1 631 W/hab              | 1 510 W/hab              | 1 390 W/hab              | 1 269 W/hab              | 906 W/hab                |

(a) Valeur indicative du Cahier technique SIA 2040 (éd 2011): 200 MJ/m<sup>2</sup> primaire non renouvelable et 2.5 kgCo<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an en 2050

Tableau 27: Coefficients appliqués pour le calcul de l'écobilan de la Commune.

| Technologies-agents énergétiques / Indicateurs <sup>(a)</sup> | Type d'énergie | Energie primaire Globale | Energie primaire renouvelable [MJ/MJ] | Energie primaire renouvelable | Emissions de CO <sub>2</sub> équivalent [kg.ég.-CO <sub>2</sub> /MJ] |
|---|----------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--|
| Mazout EL   | Finale         | 1.239                    | 1.231                                 | 0.008                         | 0.083  |
| Gaz naturel   | Finale         | 1.118                    | 1.114                                 | 0.004                         | 0.066  |
| CAD   | Finale         | 1.263                    | 1.253                                 | 0.010                         | 0.070  |
| Pompe à chaleur électrique air-eau (COPA 2.8)                 | Chaleur utile  | 1.742                    | 0.950                                 | 0.792                         | 0.023  |
| Pompe à chaleur électrique sondes géothermiques (COPA 3.9)    | Chaleur utile  | 1.547                    | 0.695                                 | 0.851                         | 0.016  |
| Électricité réseau <sup>(b)</sup>                             | Finale         | 1.445                    | 0.492                                 | 0.953                         | 0.030  |
| Collecteurs solaires plan, eau chaude immeuble locatif        | Chaleur utile  | 1.239                    | 0.095                                 | 1.144                         | 0.005  |
| Mix <sup>(c)</sup> Communal thermique (2012)                  | Finale         | 1.216                    | 1.184                                 | 0.032                         | 0.072  |
| Mix <sup>(c)</sup> Communal électrique (2012)                 | Finale         | 1.445                    | 0.492                                 | 0.953                         | 0.030  |

(a) source: Données des écobilans dans la construction, KBOB / eco-bau / IPB 2009/1, Etat de juillet 2012

(b) Valeur corrigée pour tenir compte du mix électrique Communal

(c) Indicateurs moyens considérés pour l'évaluation d'un bilan à l'horizon 2030 inscrit dans la continuité



Les coefficients adoptés pour le CAD, les pompes à chaleur sur sondes géothermiques et pour l'électricité du réseau sont adaptés aux caractéristiques des mix spécifiques de la Commune (Mix électrique au Tableau 28).

**Tableau 28: Coefficients d'écobilan appliqués pour le mix électrique de la Commune.**

| Mix électrique / Indicateurs(a)   | Mix           | Energie primaire Globale | Energie primaire non renouvelable [MJ/MJ] | Energie primaire renouvelable | Emissions de CO2 équivalent [kg CO2/MJ] |
|-----------------------------------|---------------|--------------------------|---|-------------------------------|---|
| Centrale nucléaire                | 0.0%          | 4.073                    | 4.067                                     | 0.006                         | 0.005                                   |
| Energie hydraulique               | 80.0%         | 1.223                    | 0.035                                     | 1.188                         | 0.004                                   |
| Centrale combinée gaz naturel G+V | 19.9%         | 2.336                    | 2.329                                     | 0.007                         | 0.135                                   |
| Photovoltaïque                    | 0.1%          | 1.430                    | 0.314                                     | 1.116                         | 0.023                                   |
| <b>Mix électrique</b>             | <b>100.0%</b> | <b>1.445</b>             | <b>0.492</b>                              | <b>0.953</b>                  | <b>0.030</b>                            |

(a) source: Données des écobilans dans la construction, KBOB / eco-bau / IPB 2009/1, Etat de juillet 2012

### 7.2.2 Bilan énergétique actuel 2012

L'écobilan actuel de la Commune fait l'objet du Tableau 29.

La consommation d'énergie primaire globale s'élève à **2535 W/hab/an**, dont **1825 W/hab/an non-renouvelable**, ce qui correspond à une **part d'énergie renouvelable de 28%**.

L'**efficacité énergétique globale** (énergie utile/énergie finale) s'élève à **81.6%** avec des émissions annuelles équivalentes de **CO<sub>2</sub> de 41 265 t éq. CO<sub>2</sub>/an**.

### 7.2.3 Bilan énergétique prévisionnel 2030

Le bilan énergétique prévisionnel de la Commune à l'horizon 2030 fait l'objet du Tableau 30. Ce bilan est établi sur la base d'un scénario de "**Continuité**", qui suppose:

- l'adoption du même mix énergétique en 2030 que celui en vigueur actuellement;
- un taux de rénovation en conformité avec la législation (cf. chapitre 5.1.2.2);
- l'adoption du standard de haute performance énergétique (Minergie) pour les rénovations et la construction des nouveaux bâtiments;
- le nombre de 13 633 habitants et 1 227 024 m<sup>2</sup>SRE dans la Commune en 2030.

Selon ces hypothèses, la **consommation d'énergie primaire globale** s'élève à **2703 W/hab/an**, dont **1969 W/hab/an non-renouvelable**, ce qui correspond à une **part d'énergie renouvelable de 27%**.

L'**efficacité énergétique globale** (énergie utile/énergie finale) s'élèverait à **80.2%** avec des émissions annuelles équivalentes de **CO<sub>2</sub> de 50 924 t éq. CO<sub>2</sub>/an**.

### 7.2.4 Vérification de l'atteinte des objectifs

Le tableau suivant (Tableau 31) relève l'écart entre les objectifs énergétiques et le scénario extrapolé dit "de continuité".

On en déduit qu'avec un rythme de rénovation supposé conforme aux dispositions légales et sans application d'un concept énergétique territorial :

**La part d'énergie renouvelable** resterait trop faible : **27% contre 65% à atteindre.**  
L'amélioration de **l'efficacité énergétique** serait en dessous de l'objectif à atteindre : **80.2% au lieu de 81.6%.**  
Les émissions de CO2 sont supérieures aux objectifs visés **de plus de 50%**, soit **50 924 au lieu de 22 696 t éq. CO<sub>2</sub>.**

Tableau 29: Bilan actuel de la Commune

| 2012 Services / Indicateurs | Energie utile [MWh/an] | Energie finale [MWh/an] | globale        |                    | Energie primaire renouvelable |            | non-renouvelable |                    | Efficacité [%] | Emissions          |                |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|------------|------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
|                             |                        |                         | [MWh/an]       | [W/hab](a)         | [MWh/an]                      | [%]        | [MWh/an]         | [W/hab](a)         |                | [kg éq. CO2/m²/an] | [t éq. CO2/an] |
| Chauffage                   | 85 126                 | 102 415                 | 116 894        | 1 125 W/hab        | 3 233                         | 3%         | 113 661          | 1 094 W/hab        | 83.1%          | 25.7               | 25 204         |
| ECS                         | 13 316                 | 33 619                  | 38 871         | 374 W/hab          | 584                           | 2%         | 38 288           | 368 W/hab          | 39.6%          | 8.6                | 8 467          |
| Rafraîchissement            | 2 862                  | 1 840                   | 4 986          | 48 W/hab           | 2 267                         | 45%        | 2 720            | 26 W/hab           | 155.6%         | 0.0                | 0              |
| Électricité générale        | 69 318                 | 71 101                  | 102 727        | 989 W/hab          | 67 757                        | 66%        | 34 970           | 337 W/hab          | 97.5%          | 7.7                | 7 594          |
| Total thermique             | 101 304                | 137 874                 | 160 762        | 1 547 W/hab        | 6 083                         | 4%         | 154 669          | 1 488 W/hab        | 73.5%          | 34.3               | 33 671         |
| Total électrique            | 69 318                 | 71 101                  | 102 727        | 989 W/hab          | 67 757                        | 66%        | 34 970           | 337 W/hab          | 97.5%          | 7.7                | 7 594          |
| <b>Total</b>                | <b>170 622</b>         | <b>208 974</b>          | <b>263 478</b> | <b>2 535 W/hab</b> | <b>73 840</b>                 | <b>28%</b> | <b>189 638</b>   | <b>1 825 W/hab</b> | <b>81.6%</b>   | <b>42.03</b>       | <b>41 265</b>  |

Tableau 30: Bilan énergétique prévisionnel de la Commune à l'horizon 2030

| horizon 2030 Services / Indicateurs | Energie utile [MWh/an] | Energie finale [MWh/an] | globale        |                    | Energie primaire renouvelable |            | non-renouvelable |                    | Efficacité [%] | Emissions          |                |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|------------|------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
|                                     |                        |                         | [MWh/an]       | [W/hab](a)         | [MWh/an]                      | [%]        | [MWh/an]         | [W/hab](a)         |                | [kg éq. CO2/m²/an] | [t éq. CO2/an] |
| Chauffage                           | 86 407                 | 104 893                 | 133 555        | 1 118 W/hab        | 3 581                         | 3%         | 129 974          | 1 088 W/hab        | 82.4%          | 23.5               | 28 830         |
| ECS                                 | 17 357                 | 43 822                  | 61 522         | 515 W/hab          | 1 320                         | 2%         | 60 202           | 504 W/hab          | 39.6%          | 10.8               | 13 211         |
| Rafraîchissement                    | 4 341                  | 2 791                   | 7 563          | 63 W/hab           | 3 438                         | 45%        | 4 125            | 35 W/hab           | 155.6%         | 0.0                | 0              |
| Électricité générale                | 74 836                 | 76 528                  | 120 162        | 1 006 W/hab        | 79 257                        | 66%        | 40 905           | 343 W/hab          | 97.8%          | 7.2                | 8 883          |
| Total thermique                     | 108 106                | 151 505                 | 202 640        | 1 697 W/hab        | 8 339                         | 4%         | 194 301          | 1 627 W/hab        | 71.4%          | 34.3               | 42 041         |
| Total électrique                    | 74 836                 | 76 528                  | 120 162        | 1 006 W/hab        | 79 257                        | 66%        | 40 905           | 343 W/hab          | 97.8%          | 7.2                | 8 883          |
| <b>Total</b>                        | <b>182 942</b>         | <b>228 034</b>          | <b>322 803</b> | <b>2 703 W/hab</b> | <b>87 596</b>                 | <b>27%</b> | <b>235 206</b>   | <b>1 969 W/hab</b> | <b>80.2%</b>   | <b>41.50</b>       | <b>50 924</b>  |

Tableau 31: Ecart entre l'objectif énergétique et le scénario dit "de continuité". Les valeurs sont indiquées en vert (objectif atteint) ou en rouge (non atteint).

| Services / Indicateurs | Energie utile [MWh/an] | Energie finale [MWh/an] | globale         |                   | Energie primaire renouvelable |             | non-renouvelable |                   | Efficacité [%] | Emissions          |                |
|------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|-------------|------------------|-------------------|----------------|--------------------|----------------|
|                        |                        |                         | [MWh/an]        | [W/hab](a)        | [MWh/an]                      | [%]         | [MWh/an]         | [W/hab](a)        |                | [kg éq. CO2/m²/an] | [t éq. CO2/an] |
| Total 2012(a)          | 170 622                | 208 974                 | 263 478         | 2 535 W/hab       | 73 840                        | 28%         | 189 638          | 1 825 W/hab       | 81.6%          | 42.0               | 41 265         |
| Objectifs 2030(b)      | 182 942                | 224 065                 | 434 759         | 3 640 W/hab       | 280 666                       | 65%         | 154 093          | 1 290 W/hab       | 81.6%          | 23.3               | 22 696         |
| Prédiction 2030(a,c)   | 182 942                | 228 034                 | 322 803         | 2 703 W/hab       | 87 596                        | 27%         | 235 206          | 1 969 W/hab       | 80.2%          | 41.5               | 50 924         |
| <b>Différence</b>      | <b>+0</b>              | <b>+3 969</b>           | <b>-111 956</b> | <b>-937 W/hab</b> | <b>+193 069</b>               | <b>+37%</b> | <b>+81 113</b>   | <b>+679 W/hab</b> | <b>+1.4%</b>   | <b>+18.2</b>       | <b>+28 228</b> |

(a) En considérant 11 863 hab. en 2012 et 13 633 hab. à l'horizon 2030

(b) Selon les hypothèses de politique énergétiques

(c) Scénario "Continuité" pour la composition du mix énergétique et le taux de rénovation du parc immobilier

**Il est donc indispensable d'agir sur les différents leviers énergétiques pour atteindre les objectifs de la Ville, notamment sur la mise en œuvre des concepts proposés pour estimer la marge de manœuvre et les implications techniques sur la Commune. Cela permettra de préciser la dimension des concepts, les priorités et d'éventuellement redéfinir les objectifs de la politique énergétique communale.**

Il est donc proposé de tester des actions énergétiques selon des scénarios prédéfinis, objet du chapitre suivant.

### 7.3 Définition des scénarios tests d'actions

Afin d'atteindre les objectifs de la politique énergétique fixée, nous proposons, en plus du scénario de "continuité", qui intègre de hauts standards énergétiques de construction mais ne modifie pas la répartition des agents énergétiques, quatre autres scénarios énergétiques tenant compte des concepts énergétiques proposés et des ressources locales ou de réseaux disponibles à court et long terme :

- scénario "Rénovation société 2000W"
- scénario "Extension CAD Lac"
- scénario "PAC-Géothermie"
- scénario "Transition renouvelable "

Ces scénarios sont détaillés ci-après et permettent de tester l'effet d'actions sur les indicateurs composés par les objectifs de la Ville. Ces scénarios sont testés dans une logique de complémentarité et de démarche Négawatt.

Relevons d'emblée qu'indépendamment des ressources énergétiques, des technologies de conversion et du phasage, **une attention particulière doit être donnée au choix des standards énergétiques de construction des nouveaux bâtiments**. En effet, l'objectif de "société à 2000W fossile" ne peut être atteint que par l'adoption du standard Minergie-P, tandis que la réalisation de l'objectif de "société à 2000W", qui nécessite un taux de couverture au  $\frac{3}{4}$  renouvelable, sera d'autant plus facile à atteindre que les bâtiments seront performants. Dans le même ordre d'idée, l'adoption de technologies visant à la sobriété de la consommation d'électricité ainsi qu'une démarche de type "eco-21"<sup>8</sup> sont à promouvoir.

Enfin, on relève que, dans tous les cas, l'installation de panneaux solaires thermiques sur les toits comme appoint à la production d'eau chaude sanitaire constitue aujourd'hui une pratique courante et réglementaire (Référence 14) pour tout nouveau bâtiment à usage résidentiel, sauf si une solution plus efficace et locale s'avère concurrentielle.

---

<sup>8</sup> Programme initié pour Genève par SIG (Services industriels de Genève), qui vise à contribuer à la stabilisation de la consommation genevoise d'électricité, sans sacrifier confort ni compétitivité, <http://www.eco21.ch/eco21.html>.

### 7.3.1 Le scénario "Rénovation société 2000W"

Il s'agit de tester un taux de rénovation plus ambitieux que la tendance qui favorise les objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et ouvre la voie vers la société à 2000W, selon les règles suivantes et la performance Minergie-rénovation :

- Application de la Loi sur l'Energie a minima (cf. § 5.1.2.2);
- "Vers la société à 2000W" : prise en compte de la rénovation des bâtiments en dessous des limites légales pour la rénovation mais jugés proches de ces valeurs.

Les économies d'énergie réalisables sont résumées dans le tableau suivant.

**Tableau 32 : Tableau de synthèse des résultats d'économies d'énergie du scénario Rénovation Société à 2000W"**

| Actions/<br>Motivations  | Bilan des<br>rénovations et extensions<br>[MWh/an] |                          |                                   |
|--|--|--------------------------|-----------------------------------|
|  | Loi sur<br>l'énergie                               | Société<br>2000W         | Total<br>Energie utile(d)         |
| Remplacement Gaz(a)  | 915  | 4 376                    | 5 291                             |
| Remplacement Mazout(a)   | 1 298  | 5 920                    | 7 218                             |
| Economie Gaz   | 1 202*   | 8 861                    |                                   |
| Economie Mazout  | 1 761*   | 4 779                    |                                   |
| Economie d'électricité   | 1 040*   | 3 360                    | 4 401                             |
| Economie CAD(b)  | 3 573*   | 0                        | 3 573 (2.2 MW)                    |
| <b>Extension CAD(a)</b>  | <b>2 213</b>                                       | <b>10 295</b>            | <b>12 508 (7.8 MW)</b>            |
| <b>Demande<br/>supplémentaire CAD après rénovation<br/>et extension(d)</b> | <b>- 1 360<br/>- 8%</b>                            | <b>+10 295<br/>+ 59%</b> | <b>+8 935 (+5.6 MW)<br/>+ 51%</b> |

(a) Extension CAD par remplacement des chaudières dans la foulée des rénovations.

(b) Economie engendrée par rénovation des bâtiments déjà connectés.

(d) Hypothèses CAD : 17 500 MWh/an avec une puissance installée pour 1 600 h/an.

(\*) Économies déjà comptabilisées dans le scénario de "continuité".

**Ces résultats montrent à la fois les économies d'énergie réalisables, mais aussi les gains de puissance réalisables sur les raccordements CAD actuels si les bâtiments raccordés sont rénovés. Cependant le scénario Extension CAD ne sera pas testé ici étant donné l'avancement du projet CAD Tourelle.**

### **7.3.2 Le scénario "Extension CAD Lac"**

- 30% des besoins d'ECS sont couverts par du solaire thermique sur tous les nouveaux bâtiments. Cela implique cependant une réduction de l'efficacité énergétique globale en raison du rendement des capteurs solaires thermiques.
- 20% des besoins thermiques restants en chauffage et ECS sont couverts par des PACs sur réseau d'eau du Lac.
- La surconsommation électrique des PACs est compensée par l'achat de production d'électricité photovoltaïque certifiée du réseau.

### **7.3.3 Le scénario "PAC-Géothermie"**

- 30% des besoins d'ECS sont couverts par du solaire thermique sur tous les nouveaux bâtiments. Cela implique cependant une réduction de l'efficacité énergétique globale en raison du rendement des capteurs solaires thermiques.
- 80% des nouveaux bâtiments sont équipés de PACs sur sondes géothermiques pour couvrir les besoins de chauffage et d'ECS restants.
- La surconsommation électrique des PACs est compensée par l'achat de production d'électricité photovoltaïque certifiée du réseau.

### **7.3.4 Le scénario "Transition renouvelable"**

- 30% des besoins d'ECS sont couverts par du solaire thermique sur tous les nouveaux bâtiments. Cela implique cependant une réduction de l'efficacité énergétique globale en raison du rendement des capteurs solaires thermiques.
- Toutes les chaudières à mazout sont remplacées par des chaudières gaz
- 40% des chaudières gaz basculent vers la géothermie (PACs sur sondes)

## **7.4 Effet des scénarios tests**

Le tableau suivant présente les résultats chiffrés du cumul des scénarios tests présentés dans le chapitre précédent. Le Tableau 34 reporte l'écart entre les performances cumulées des scénarios et les objectifs de politique énergétique de la Commune en 2030.

Tableau 33: Chiffrage des performances cumulées des scénarios d'orientations du concept énergétique territorial.

| Scénarios/ Indicateurs     | Energie utile [MWh/an] | Energie finale [MWh/an] | Energie primaire [MWh/an] |              | Efficacité [%] | Emissions        |                    |                |
|----------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|----------------|
|                            |                        |                         | globale                   | renouvelable |                | non-renouvelable | [kg eq.-CO2/m²/an] | [t eq.-CO2/an] |
| Objectifs 2030(b)          | 182 942                | 224 065                 | 434 759                   | 280 666      | 65%            | 154 093          | 23.3               | 22 696         |
| "Continuité"               | 182 942                | 228 034                 | 322 803                   | 87 596       | 27%            | 235 206          | 41.5               | 50 924         |
| "Rénovation société 2000W" | 165 942                | 204 758                 | 260 817                   | 76 183       | 29%            | 184 634          | 32.9               | 40 391         |
| "Extension CAD"            | 167 245                | 207 261                 | 262 565                   | 79 422       | 30%            | 183 143          | 32.5               | 39 856         |
| "Géothermie-PAC"           | 164 974                | 206 039                 | 256 168                   | 91 515       | 36%            | 164 653          | 28.4               | 34 846         |
| "Transition renouvelable"  | 206 454                | 231 168                 | 243 422                   | 125 140      | 51%            | 118 283          | 17.9               | 21 915         |

Tableau 34: Ecart entre les performances cumulées des scénarios et les objectifs de politique énergétique de la Commune en 2030. Les valeurs sont indiquées en vert (objectif atteint) ou en rouge (non atteint).

| Scénarios/ Indicateurs     | Energie utile [MWh/an] | Energie finale [MWh/an] | Energie primaire [MWh/an] |              | Efficacité [%] | Emissions        |                          |                       |
|----------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|----------------|------------------|--------------------------|-----------------------|
|                            |                        |                         | globale                   | renouvelable |                | non-renouvelable | [kg eq.-CO2/m²/an]       | [t eq.-CO2/an]        |
| Objectifs 2030(b)          | 182 942                | 224 065                 | 434 759                   | 280 666      | 65%            | 154 093          | 23.31                    | 22 696                |
| "Continuité"               | + 0                    | + 3 969                 | - 111 956                 | + 193 069    | - 37%          | + 81 113         | + 18.20 kg eq.-CO2/m²/an | + 28 228 t eq.-CO2/an |
| "Rénovation société 2000W" | - 17 000               | - 19 307                | - 173 942                 | + 204 482    | - 35%          | + 30 541         | + 9.61 kg eq.-CO2/m²/an  | + 17 695 t eq.-CO2/an |
| "Extension CAD"            | - 15 698               | - 16 804                | - 172 194                 | + 201 244    | - 34%          | + 29 050         | + 9.18 kg eq.-CO2/m²/an  | + 17 161 t eq.-CO2/an |
| "Géothermie-PAC"           | - 17 968               | - 18 026                | - 178 591                 | + 189 151    | - 29%          | + 10 560         | + 5.09 kg eq.-CO2/m²/an  | + 12 151 t eq.-CO2/an |
| "Transition renouvelable"  | + 23 511               | + 7 104                 | - 191 336                 | + 155 526    | - 13%          | - 35 810         | - 5.45 kg eq.-CO2/m²/an  | - 781 t eq.-CO2/an    |

## 7.5 Synthèse sur les objectifs à atteindre

### 7.5.1 Part d'énergie renouvelable

- Augmenter de 5% la part d'énergie renouvelable en 2016 pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire par rapport à 2011
- Augmenter de 50% la part d'énergie renouvelable dans la consommation globale en 2020.

L'objectif de 5% est infime car cette part est de 4% actuellement. Cet objectif peut être revu à la hausse. Il est aussi incompatible avec l'objectif de 50% en 2020, si on considère seulement l'exploitation du bâti.

L'objectif 2020 dans ce dernier cas est de 42% de part renouvelable (60% en 2030 si extrapolé). On s'aperçoit que cet objectif n'est jamais atteint, mais **qu'un objectif de 52% en 2030 est possible dans le cas d'un scénario très optimiste de "Transition renouvelable", qui se traduit par une augmentation de 40% de la part renouvelable dans la consommation globale en 2020.**

La réalité du territoire laisse à penser que cet objectif est très difficile à atteindre pour le seul confort thermique mais il doit être maintenu comme tel, avec un effort à faire sur la part renouvelable attribuée au confort thermique. En effet, l'achat seul d'électricité certifiée permettrait d'augmenter largement cette part.

### 7.5.2 Part d'énergie non renouvelable (Société 2000W en 2050)

Selon les propos précédents qui lient la part d'énergie non-renouvelable à la part renouvelable, cet objectif semble trop ambitieux compte-tenu des capacités du territoire. Cependant, il faut garder cet objectif, car il permet de montrer la nécessité de promouvoir autant que faire se peut des projets d'installations renouvelables.

**Pour atteindre l'objectif fixé, il faudrait réaliser le scénario de "Transition Renouvelable" avec le remplacement de 75% des chaudières à gaz par des PAC.**

### 7.5.3 Emissions de CO2

- Fixer un objectif climat en t.CO2 et en W/pers/an en 2016
- Réduire de 20% les émissions CO2 par rapport en 2020.

Si l'objectif de réduction de 20% des émissions de CO2 en 2020 est maintenu, l'objectif Climat que doit se fixer la commune est une émission de **37 000 t éq.-CO2 annuel en 2016 et une consommation d'énergie primaire globale de 2 700 W/hab en 2016.**

L'objectif de réduction de 20% des émissions de CO2 en 2020 ne peut cependant être atteint que dans le cadre d'un scénario de "transition renouvelable".

### 7.5.4 Energie primaire globale

- Passer à un indicateur société 2000W de 4400 W/pers.an en 2035 et de 3500 W/pers.an en 2050.

Cet objectif est toujours atteint s'il n'inclut que l'exploitation du bâti. Dans ce cas il pourrait être plus ambitieux. Dans ces conditions et afin de préciser le périmètre de l'objectif, **nous propo-**



sons un objectif 2030 de 2000 W/hab pour la consommation énergétique liée au logement. Cet objectif est très ambitieux mais est un indicateur phare communicant.

**Les différents objectifs de la politique énergétique actuelle ont été testés selon différents scénarios d'actions (rénovation 2000W, PAC-géothermie, CAD Lac, Transition renouvelable) et ont montré l'importance des efforts à mener pour atteindre les objectifs fixés, des objectifs ambitieux, mais pouvant être atteints si l'ensemble de la richesse et des opportunités territoriales et extraterritoriales sont exploitées.**

## 8. Conclusions

Ce document a pour objectif de donner les orientations énergétiques les plus pertinentes à l'heure actuelle compte-tenu :

- Du contexte environnemental de la Commune
- De l'analyse des contraintes et opportunités du périmètre d'étude et de son périmètre élargi (communes proches, Canton)
- Des objectifs de politique énergétique de la Commune
- Des projets de développement d'ici 2030 (Urbanisme).

L'intégration synthétique du contenu de ce rapport dans le Plan Directeur Communal permettra de tenir compte de la couche Energie dans l'aménagement du territoire communal et montre l'importance donnée à cette problématique par les élus.

**Les orientations énergétiques proposées dans ce document (Figure 36) pourront être diffusées aux porteurs de projets plus locaux (PDQ/PLQ/PQ), afin qu'ils s'en inspirent directement dans leurs propres concepts énergétiques, ou bien qu'ils en proposent de plus adaptés, selon les particularités du site ou la péremption des informations actuelles.**

Cette étude a permis de définir la typologie énergétique actuelle du territoire du Grand-Saconnex et ses niveaux de relation avec les périmètres proches. Nous avons en effet pu constater que la Commune était dotée d'un secteur à fort potentiel d'autonomie énergétique, basé sur la géothermie et notamment le stockage saisonnier, mais aussi sur les infrastructures existantes et projetées favorables à la transition énergétique (CAD Lignon et CAD au Lac).

Nous avons également observé que les objectifs de politique énergétique actuels sont, hormis quelques ajustements et précisions, globalement pertinents. Ils restent cependant très ambitieux et ne sont atteignables que si un scénario de "transition renouvelable" est mené.

A partir de l'ensemble de ce travail nous avons résumé les actions et acteurs concernés dans les chapitres suivants 9 et 10, afin que la Commune puisse suivre une feuille de route Energie.

## 9. Plan d'action

Une liste d'actions pour la mise en œuvre du concept énergétique territorial est développée, dans le Chapitre 6.2, p.58 (Tableau 22, p.59 à Tableau 25, p.65), sous forme de mesures progressives qui font ressortir les options stratégiques pour chaque zone.

De manière synthétique, on peut résumer les points suivants:

- Fournir les cartes de richesse énergétique et du concept énergétique communal à chaque partie prenante de projet à plus grande ou plus petite échelle territoriale (du Grand Projet aux PDQ/PLQ/PQ).
- Prioriser les actions de rénovation thermique et identifier les propriétaires des bâtiments visés. Une étude plus poussée permettrait de cartographier ces bâtiments dans l'ordre d'importance des actions de rénovation à mener selon les économies d'énergie réalisables, la Commune pouvant ensuite inciter les propriétaires à la rénovation thermique, avec le soutien de l'OCEN. En ce qui concerne les bâtiments communaux, il est nécessaire de mettre à jour les SRE et IDC.
- Approfondir les possibilités de tendre vers un concept d'autonomie énergétique pour la zone concernée en étudiant la faisabilité d'un stockage solaire saisonnier à grande échelle, d'un CAD basse température et éventuellement d'un préchauffage du stock par le CAD Lignon. S'appuyer également sur le retour d'expériences des installations existantes.
- Approfondir la qualification des zones favorables aux sondes et champs de sondes avec et sans gestion de la charge et la décharge du sol en réalisant des forages ciblant la présence et les caractéristiques des nappes superficielles pré-identifiées.
- Etudier le potentiel énergétique du projet du Tunnel des Nations et des parkings en sous-sol.
- Saisir le Conseil Administratif sur les possibilités de :
  - Incitation des propriétaires des bâtiments jugés prioritaires selon le CET à réaliser des audits énergétiques et des travaux de rénovation, et en particulier les grands consommateurs raccordés actuellement au CAD Lignon, afin de libérer de la puissance et déployer le réseau;
  - Incitation fiscale et /ou financière sur les travaux de rénovation énergétique à des standards de performance élevés (taxes locales réduites, bonus de COS, subvention...);
  - Formalisation d'un partenariat avec les SIG sur la mise en œuvre d'un programme d'amélioration des performances des chaudières existantes et de transition énergétique, cumule aux aides de l'OCEN.

## 10. Acteurs et rôles

Trois niveaux d'acteurs sont d'abord identifiés pour l'application des principes de la démarche Négawatt :

- Les autorités nationales et cantonales (Confédération et canton de Genève);
- Les autorités locales (Commune de Grand-Saconnex)
- Les Maîtres d'ouvrage, les gestionnaires de biens immobiliers et les propriétaires.

Leurs implications et préoccupations sont résumées dans le tableau ci-après :

**Tableau 35 : Implications et préoccupations des acteurs principaux**

| <b>Confédération et Canton de Genève</b>   | <b>Commune du Grand-Saconnex</b>   | <b>Maître d'Ouvrages<br/>Gestionnaires de biens immobiliers<br/>Propriétaires</b>              |
|--|--|--|
| Prescriptions légales et réglementaires (SIA)<br>Politique énergétique (Société 2000W)<br>Subventions<br>Incitations fiscales<br>Exemplarité en tant que Maître d'Ouvrage public | Prescriptions au niveau des règlements d'urbanisme<br>Mise en œuvre de conditions cadre<br>Incitations fiscales (impôt foncier)<br>Exemplarité en tant que Maître d'Ouvrage public | Mise en œuvre et suivi des prescriptions<br>Optimisation des dépenses<br>Pérennité des revenus |

Plus précisément, la mise en œuvre des concepts énergétiques proposés nécessite la mobilisation des acteurs suivants selon les mesures envisagées :

**Tableau 36 : Mobilisation des acteurs selon orientations des concepts énergétiques**

| Mesures   | Acteurs concernés  |
|---|--|
| Fournir les cartes de richesse énergétique et du concept énergétique communal à chaque partie prenante de projet à plus grande ou plus petite échelle territoriale (du Grand Projet aux PDQ/PLQ/PQ)   | Commune du Grand-Saconnex<br>Office de l'Urbanisme (OU)<br>Office de l'Energie (OCEN)  |
| Prioriser les actions de rénovation thermique et identifier les propriétaires des bâtiments visés. Une étude plus poussée permettrait de cartographier ces bâtiments dans l'ordre d'importance des actions de rénovation à mener, selon les économies d'énergie réalisables. En ce qui concerne les bâtiments communaux, il est nécessaire de mettre à jour les SRE et IDC. | Commune du Grand-Saconnex<br>Office de l'Energie (OCEN)<br>Mandataire  |
| Approfondir les possibilités de tendre vers un concept d'autonomie énergétique pour la zone concernée en étudiant la faisabilité d'un stockage solaire saisonnier à grande échelle, d'un CAD basse température et éventuellement d'un préchauffage du stock par le CAD Lignon. S'appuyer également sur le retour d'expériences des installations existantes.                | Commune du Grand-Saconnex<br>Office de l'Energie (OCEN)<br>Office de l'Urbanisme (OU)<br>Service de Géologie, des sols et déchets (GESDEC)<br>Mandataire   |
| Approfondir la qualification des zones favorables aux sondes et champs de sondes, avec et sans gestion de la charge et la décharge du sol, en réalisant des forages ciblant la présence et les caractéristiques des nappes superficielles pré-identifiées.  | Commune du Grand-Saconnex<br>Office de l'Urbanisme (OU)<br>Office de l'Energie (OCEN)<br>Service de Géologie, des sols et déchets (GESDEC)<br>Mandataire   |
| Etudier le potentiel énergétique du projet du Tunnel des Nations et des parkings en sous-sols.  | Commune du Grand-Saconnex<br>Office de l'Urbanisme (OU)<br>Office de l'Energie (OCEN)<br>Mandataire  |
| Incitation à la rénovation thermique des bâtiments collectifs et individuels  | Commune du Grand-Saconnex (sensibilisation et information des propriétaires et gestionnaires de biens immobiliers)<br>Confédération et Canton de Genève-OCEN (1 <sup>er</sup> volet Chèque Bâtiment Energie) |
| Orienter systématiquement les projets neufs vers des standards de très haute performance énergétique  | Commune du Grand-Saconnex (dispositions fiscales incitatives sur le foncier)<br>OCEN (2 <sup>ème</sup> volet Chèque Bâtiment Energie)  |
| Orienter les projets de valorisation des ressources vers la mutualisation des moyens et des infrastructures de transport et de distribution d'énergie (CAD Lac, CAD Lignon, Géostrutures...)  | SIG (prospective)<br>OCEN (prospective)<br>OU (prospective)  |

## 11. Glossaire

**BT / HT** : Basse Température, Haute Température

**CAD** : Chauffage à Distance

**CCF** : Cogénération : couplage chaleur force / installation produisant simultanément électricité et chaleur

**CO** : Cycle d'orientation

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone

**COP** : Coefficient de Performance d'une pompe à chaleur

**COS/CUS** : Coefficient d'Occupation/Utilisation du Sol

**COV** : Composés Organiques Volatiles

**CUS** : coefficient d'utilisation du sol : rapport entre la SBP et la surface constructible du terrain

**CVCSER** : Chauffage, Ventilation, Climatisation, Sanitaire, Electricité, Régulation

**DD** : Demande définitive (autorisation construire)

**DGAT** : Direction Générale de l'Aménagement du Territoire

**DGNP** : Direction Générale de la Nature et du Paysage

**DIFC** : Décompte Individuel des Frais de Chauffage

**ECS** : Eau Chaude Sanitaire

**Energie primaire** : Forme d'énergie disponible dans l'environnement naturel avant transformation (pétrole brut, gaz naturel, biomasse, rayonnement solaire, énergie hydraulique...)

**Energie finale** : Energie livrée au consommateur pour satisfaire ses besoins (carburant, électricité, mazout, pellets...)

**Energie utile** : Quantité d'énergie effectivement utilisée sous forme de prestation par le consommateur : chaleur, travail mécanique, éclairage... Les pertes dues à la phase de transformation d'énergie finale en énergie utile sont déduites.

**EMS** : Etablissement Médico-Social

**EnR** : Energies renouvelables

**GE** : Genève

**GES** : Gaz à effet de serre

**GESDEC** : Service de géologie, sols et déchets - Etat de Genève

**GIS** : Geographical Information System (Système d'Information Géographique)

**GLA** : Genève-Lac-Aéroport

**GLN** : Genève-Lac\_Nation

**HES** : Haute école spécialisée

**HPE** : Haute Performance Energétique

**IDC** : Indice de Dépense de Chaleur

**IDE** : Indice de Dépense d'Energie

**IUS** : Indice d'utilisation du sol

**NO<sub>2</sub>** : Dioxyde d'azote

**OCEN** : Office Cantonal de l'Energie

**OFEN** : Office fédéral de l'énergie

**OFEV** : Office fédéral de l'environnement

**OCAN** : Office cantonal des automobiles et de la navigation

**OCEN (ScanE)** : Office Cantonal de l'Energie

**OPair** : Ordonnance de Protection de l'Air

**OPB** : Ordonnance de Protection contre le Bruit

**ORC**: Cycle de Rankine Organique  
**PAC** : Pompe à Chaleur  
**PAFVG** : Projet d'agglomération franco-valdo-genevois  
**PDCom** : Plan Directeur Communal  
**PDQ/PLQ/PQ** : Plan Directeur de Quartier/Plan Localisé de Quartier / Plan de Quartier  
**PGG** : Potentiel Géothermique Genevois  
**PM10** : Particules fines  
**PPE** : Propriété Par Etage  
**PREE**: Plans Régionaux d'Evacuation des Eaux  
**PV** : Photovoltaïque  
**REN** : Energies renouvelables  
**SBP** : surface brute de plancher  
**SIA** : société suisse des ingénieurs et architectes  
**SIG** : Services Industriels de Genève  
**SITG**: Système d'Information du Territoire à Genève  
**SO2** : dioxyde de soufre  
**SRE** : Surface de Référence Energétique  
**STEP** : Station de Traitement des Eaux Polluées  
**THPE** : Très Haute Performance Energétique  
**Th** : Thermique  
**USTSC** : Union suisse des professionnels de la technique sanitaire et chauffage

## 12. Références

- Référence 1 : Etude de planification énergétique territoriale sur la partie suisse du PSD, A+W, novembre 2011
- Référence 2 : Etude énergétique stratégique CCPG et PACA Genève – St Genis - Gex, étapes 1 (décembre 2011) et étape 2 (février 2013), CSD
- Référence 3 : Présentation de M. Jean Brasier (SIG) au Forum FEDRE 2012 sur Genilac
- Référence 4 : Evaluation du potentiel géothermique du Canton de Genève, Groupe de travail PGG, Janvier 2011
- Référence 5 : Service cantonal de l'énergie (OCEN), Plan directeur cantonal de l'énergie 2005-2009, République et canton de Genève, Département du territoire.
- Référence 6 : Plan Directeur Communal de la Ville du Grand-Saconnex, Urbaplan, 2006
- Référence 7 : CET 2011-33 du PLQ Trèfle, BG Ingénieurs Conseils, 2011
- Référence 8 : CET 2011-07 sur le potentiel géothermique de la nappe de Montfleury - Evaluation du potentiel géothermique du canton de Genève, Volume 1 - Rapport final SCANE-SIG, 14 janvier 2011. Elaboré par le groupe de travail PGG: géotechnique appliquée DERIAZ S.A. - CREGE - Jules Wilhelm ingénieur conseil
- Référence 9 : Coordination des acteurs français du bois énergie afin de déterminer un potentiel mobilisable pour le Canton de Genève, Helianthe, Août 2011
- Référence 10 : Synthèse de la coordination des acteurs français du bois énergie afin de déterminer un potentiel mobilisable pour le Canton de Genève, Helianthe - Prioriterre, Octobre 2011.
- Référence 11 : Société suisse des ingénieurs et des architectes, Norme SIA 380/1, L'énergie thermique dans le bâtiment, Édition 2009
- Référence 12 : Services Industriels de Genève (SIG), Collectivités - L'électricité, <http://www.sig-ge.ch/collectivites/electricite/>.
- Référence 13 : KBOB / eco-bau / IPB 2009/1, Données des écobilans dans la construction, Etat de juillet 2012
- Référence 14 : Règlement d'application de la loi sur l'énergie, Prescriptions en matière de contrôle des consommations d'énergie (REn, Art. 12K)





Annexe 1 :

## Cartes des ressources énergétiques

## Énergies de réseaux

— Gaz naturel



|             |              |   |  |
|-------------|--------------|---|--|
| Projet No.  | SF7651.01    | BG Ingénieurs conseils SA<br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève | Sources:<br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle<br>– Cadastre technique du sous-sol<br>– Cadastre du sous-sol (css) |
| Version     | 1            |   |  |
| Date        | Février 2012 | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Ressources énergétiques</b>                     |  |
| Dessinateur | Gidh         |   |  |
| ChP         | Lpg          |   |  |
| Echelle     | 1 : 12'000   |   |  |



## Énergies de réseaux

Haute température (~90°C)

— CAD Lignon

--- CAD Tourelle (2013-2014)

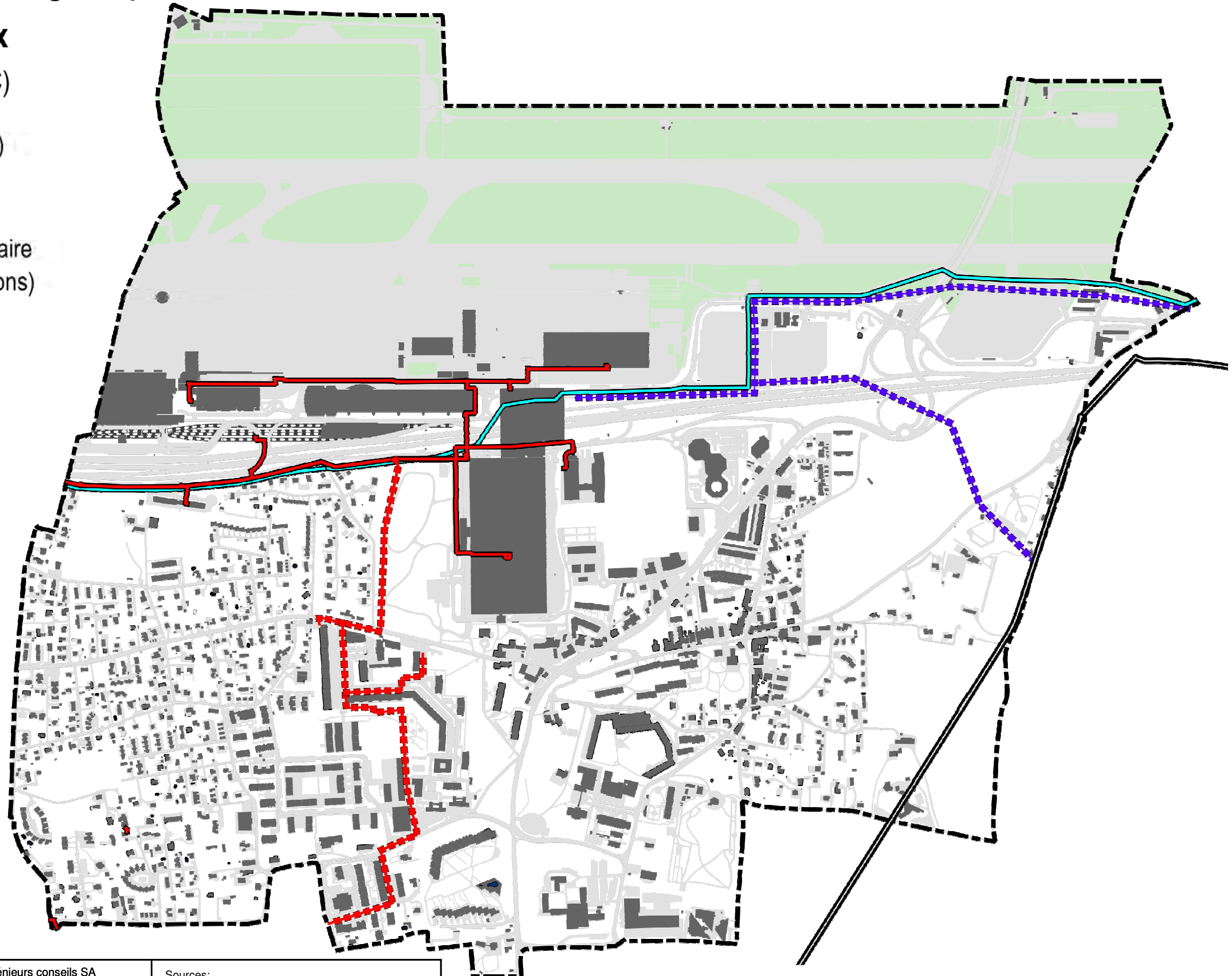
Très basse température (~8 à 20°C)

— Eaux usées-Réseau primaire

--- Projet Eau du Lac (2 options)

Opportunité

□ Galerie technique



|             |              |   |   |
|-------------|--------------|---|---|
| Projet No.  | SF7651.01    | BG Ingénieurs conseils SA<br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève | Sources:<br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle<br>– Cadastre technique du sous-sol<br>– Cadastre du sous-sol (css)<br>– Géoschématique de l'assainissement (RAE)<br>SIG<br>– Proposition de tracé GLA, 2012 |
| Version     | 1            |   |   |
| Date        | Février 2012 | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Ressources énergétiques</b>                     |   |
| Dessinateur | Gidn         |   |   |
| ChP         | Lpg          |   |   |
| Echelle     | 1 : 12'000   |   |   |

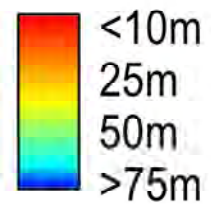


## Géothermie

Sondes

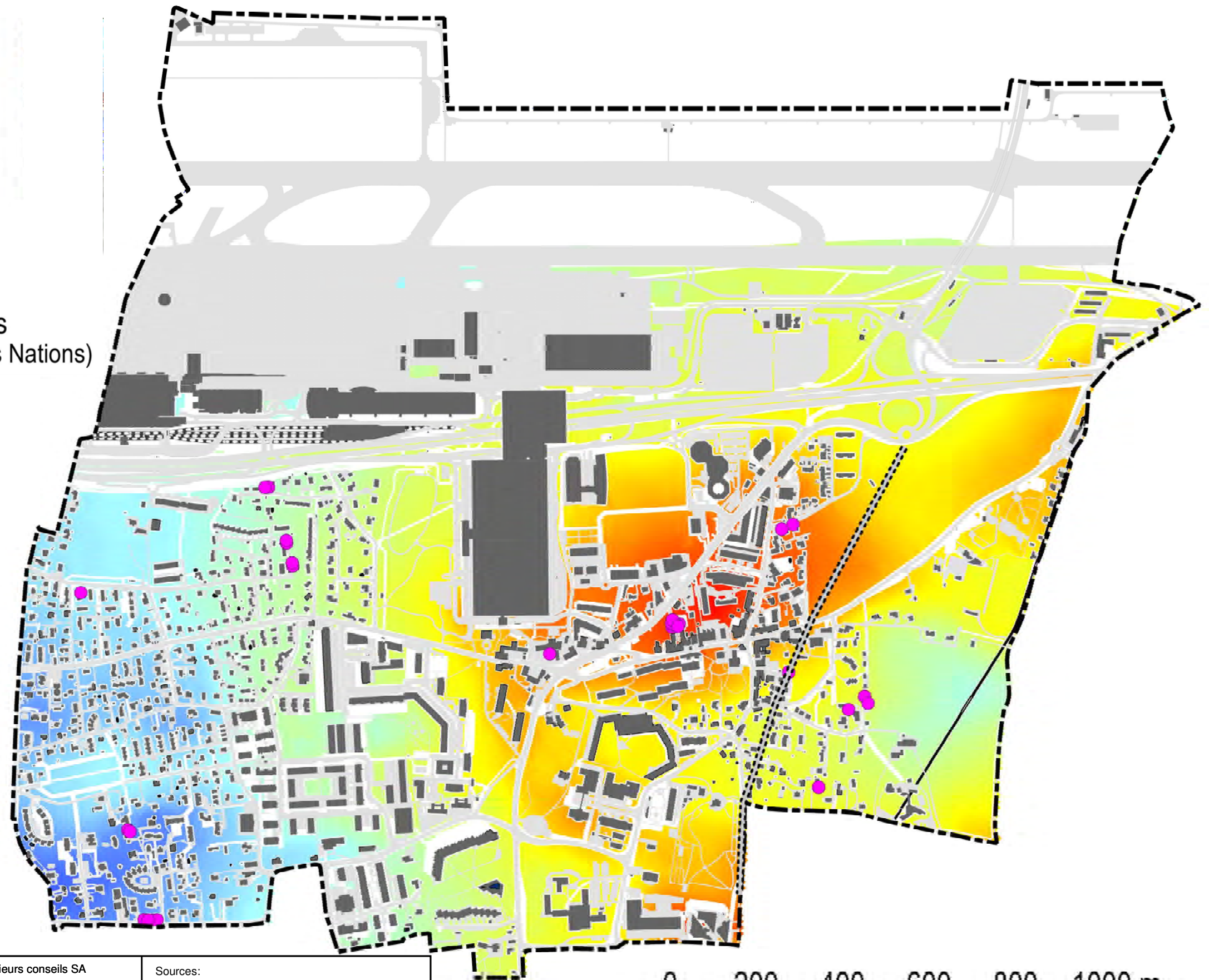
● Existantes

Profondeur de la molasse

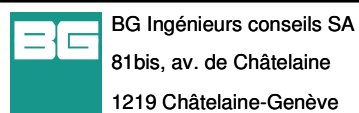


Géostructures énergétiques

----- Projet de tunnel (route des Nations)

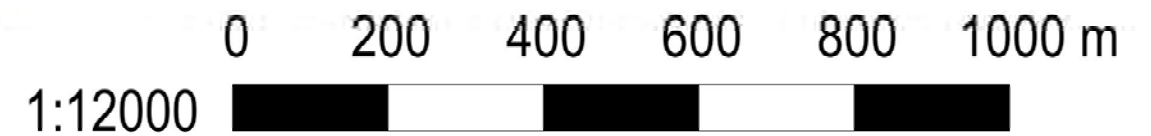


|             |              |
|-------------|--------------|
| Projet No.  | SF7651.01    |
| Version     | 1            |
| Date        | Février 2012 |
| Dessinateur | Gidn         |
| ChP         | Lpg          |
| Echelle     | 1 : 12'000   |



**CET Grand-Saconnex**  
**Ressources énergétiques**

Sources:  
SITG – Cadastre - Mensuration officielle  
– Cadastre technique du sous-sol  
– Cadastre du sous-sol (css)  
– Géoschématique de l'assainissement (RAE)  
– Cadastre technique du sous-sol  
– Géologie - Molasse  
– Éléments altimétriques , 1.11.2012

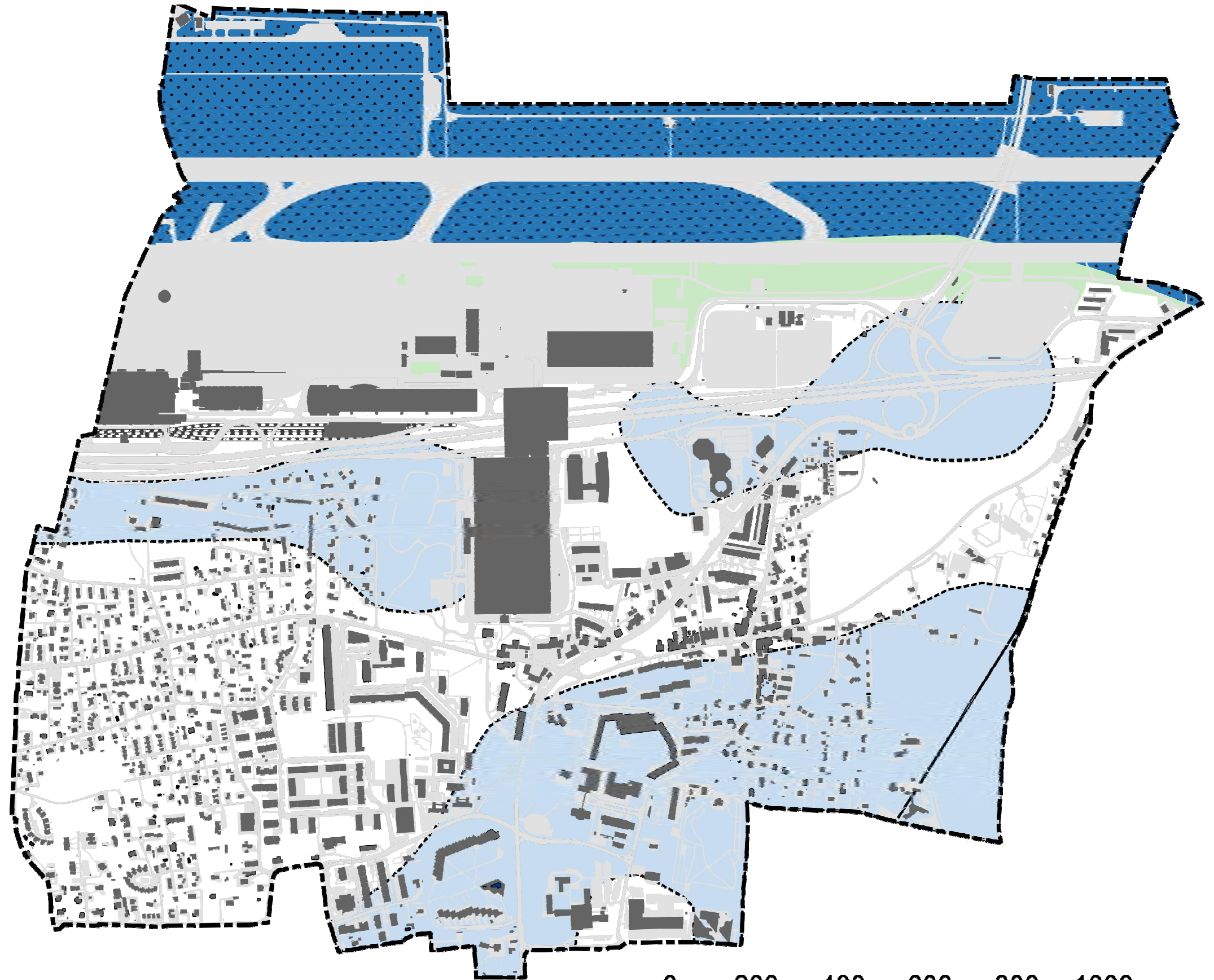


## Hydrothermie

Nappes

Principale

Temporaire



0 200 400 600 800 1000 m

1:12000



|             |              |   |   |
|-------------|--------------|---|---|
| Projet No.  | SF7651.01    | BG Ingénieurs conseils SA<br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève | Sources:<br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle<br>– Cadastre du sous-sol (css)<br>– Carte hydrogéologique du canton |
| Version     | 1            |   |   |
| Date        | Février 2012 |   |   |
| Dessinateur | Gidn         |   |   |
| ChP         | Lpg          |   |   |
| Echelle     | 1 : 12'000   | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Ressources énergétiques</b>                     |   |

## Solaire

Irradiation solaire [kWh/m<sup>2</sup>/an]

- Très favorable: >1'145 kWh/m<sup>2</sup>
- Favorable: 1'000-1'145 kWh/m<sup>2</sup>



0 200 400 600 800 1000 m

1:12000



|             |              |   |  |
|-------------|--------------|---|--|
| Projet No.  | SF7651.01    | BG Ingénieurs conseils SA<br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève | Sources:<br>ScanE – scane_solaire_toiture_annuel,<br>1.11.2012<br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle |
| Version     | 1            |   |  |
| Date        | Février 2012 | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Ressources énergétiques</b>                     |  |
| Dessinateur | Gidn         |   |  |
| ChP         | Lpg          |   |  |
| Echelle     | 1 : 12'000   |   |  |

# Ressources énergétiques de la Commune du Grand-Saconnex

## Énergies de réseaux

- Gaz naturel
- Haute température (~90°C)
  - CAD Lignon
  - CAD Tourelle (2013-2014)
- Très basse température (~8 à 20°C)
  - Eaux usées-Réseau primaire
  - Projet Eau du Lac (2 options)

## Opportunité

- Galerie technique

## Hydrothermie

### Nappes

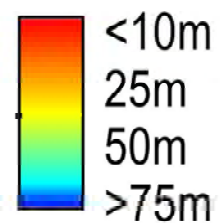
- Principale
- Temporaire

## Géothermie

### Sondes

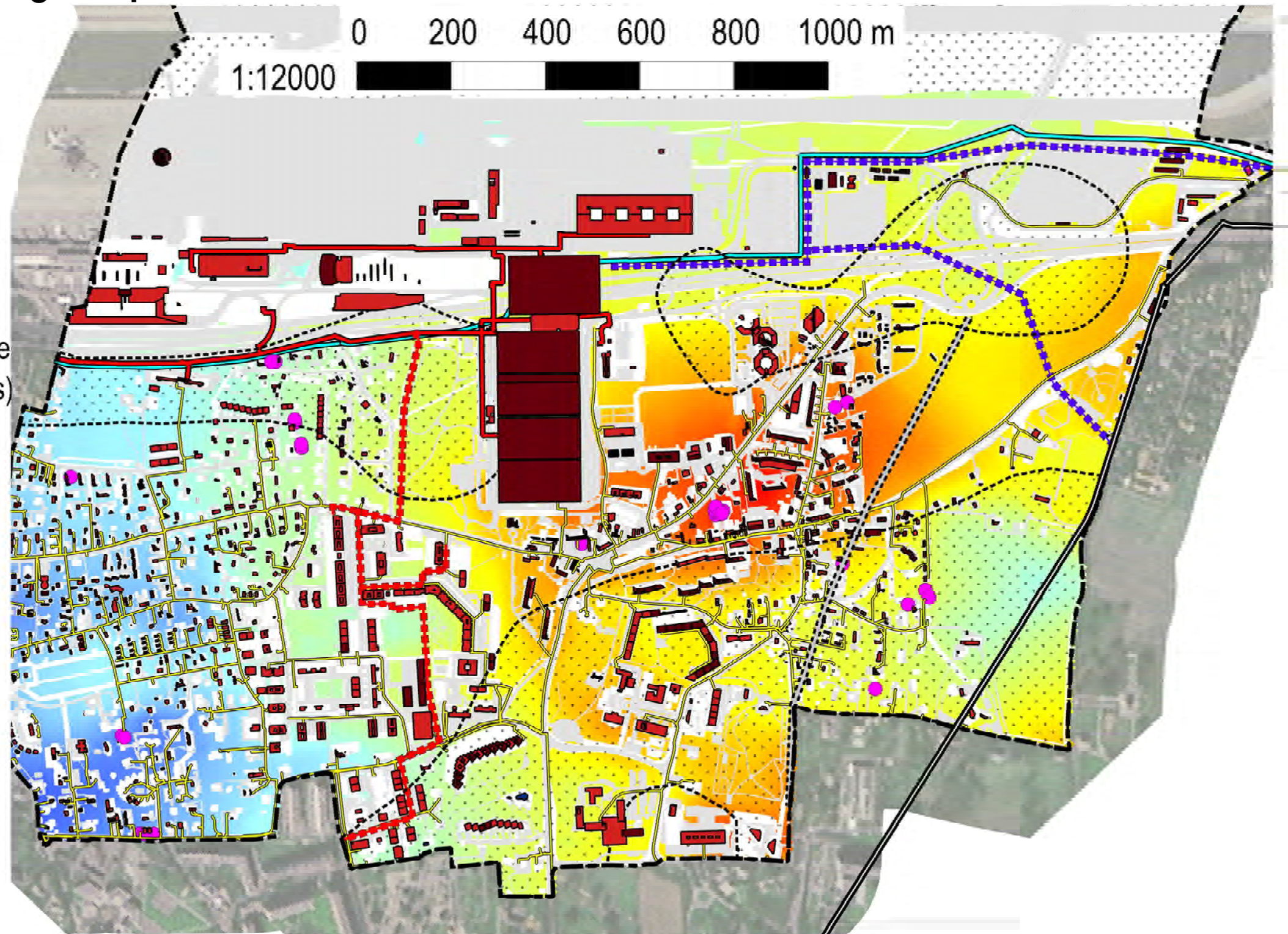
- Existantes

### Profondeur de la molasse



## Géostructures énergétiques

- ==== Projet de tunnel (route des Nations)



## Solaire

### Irradiation solaire [kWh/m<sup>2</sup>/an]

- Très favorable: >1'145 kWh/m<sup>2</sup>
- Favorable: 1'000-1'145 kWh/m<sup>2</sup>

|             |              |   |   |
|-------------|--------------|---|---|
| Projet No.  | SF7651.01    | BG Ingénieurs conseils SA<br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève | Sources:<br>ScanE – scane_solaire_toiture_annuel, 1.11.2012<br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle<br>– Cadastre technique du sous-sol<br>– Cadastre du sous-sol (css)<br>– Géoschématique de l'assainissement (RAE)<br>– Carte hydrogéologique du canton<br>– Géologie - Molasse<br>– Éléments altimétriques, 1.11.2012 |
| Version     | 1            |   |   |
| Date        | Février 2012 | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Ressources énergétiques</b>                     |   |
| Dessinateur | Gidn         |   |   |
| ChP         | Lpg          |   |   |
| Echelle     | 1 : 12'000   |   |   |



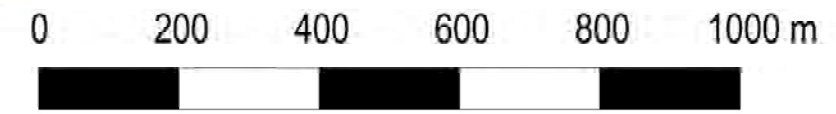
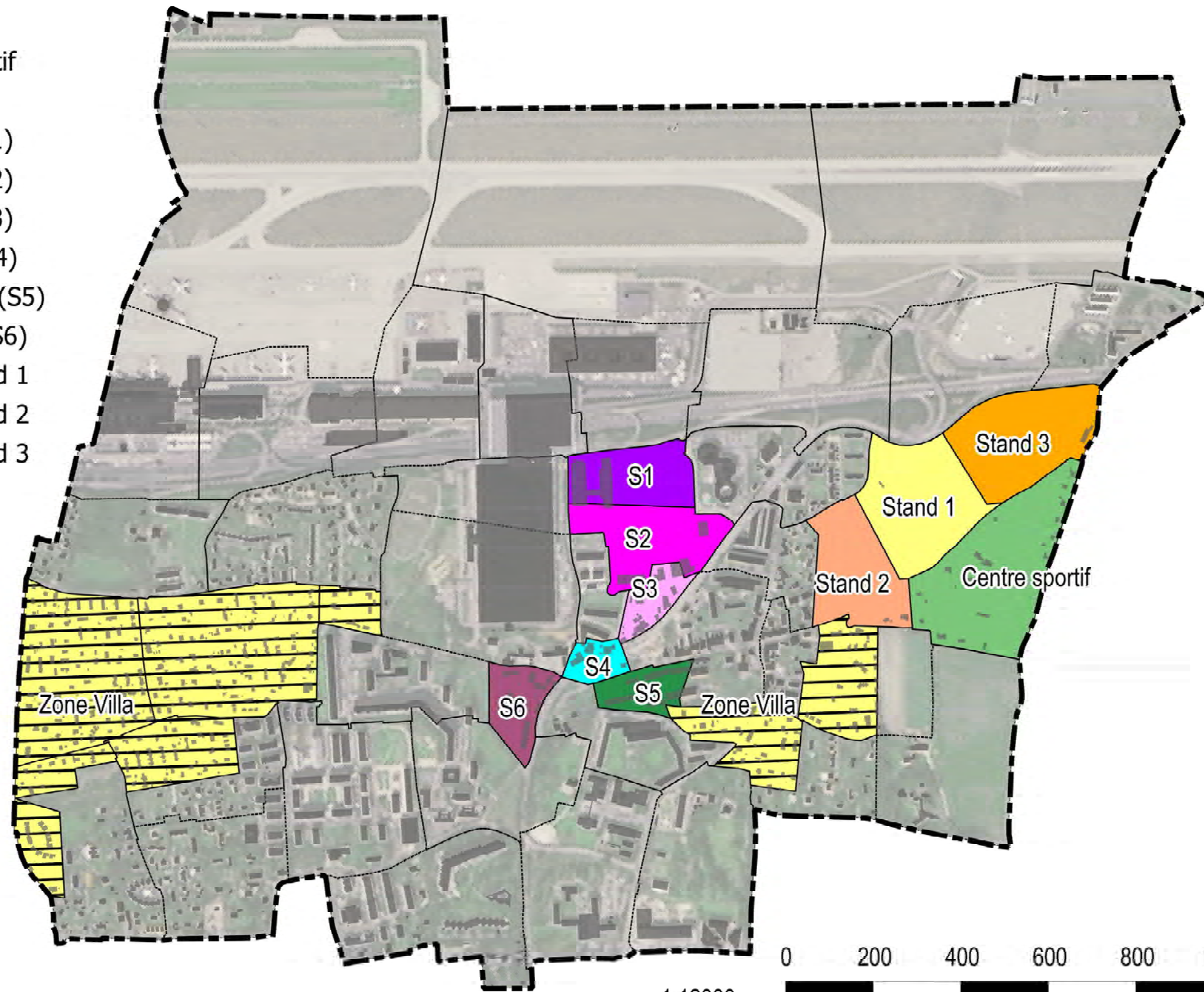
## Annexe 2 :

# Carte des secteurs en développement



# Secteurs en développement à l'horizon 2030

- Centre sportif
- Zone Villa
- Suzettes (S1)
- Suzettes (S2)
- Suzettes (S3)
- Carantec (S4)
- Colombière (S5)
- Marronnier (S6)
- Pré du Stand 1
- Pré du Stand 2
- Pré du Stand 3



1:12000

|             |              |  |  |
|-------------|--------------|--|--|
| Projet No.  | SF7651.01    | <b>BG Ingénieurs conseils SA</b><br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève | <b>Sources:</b><br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle<br>– Grand projet, novembre 2012<br>Commune du Grand-Saconnex<br>– PIDCom de la Ville du Grand-Saconnex,<br>Urbaplan, 2006<br>Grand projet Grand-Saconnex<br>– Etude de planification énergétique territoriale,<br>A+W, novembre 2011<br>– Office de l'Urbanisme, février 2012 |
| Version     | 1            |  |  |
| Date        | Février 2012 | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Secteurs en développement</b>                          |  |
| Dessinateur | Gidn         |  |  |
| ChP         | Lpg          |  |  |
| Echelle     | 1 : 12'000   |  |  |

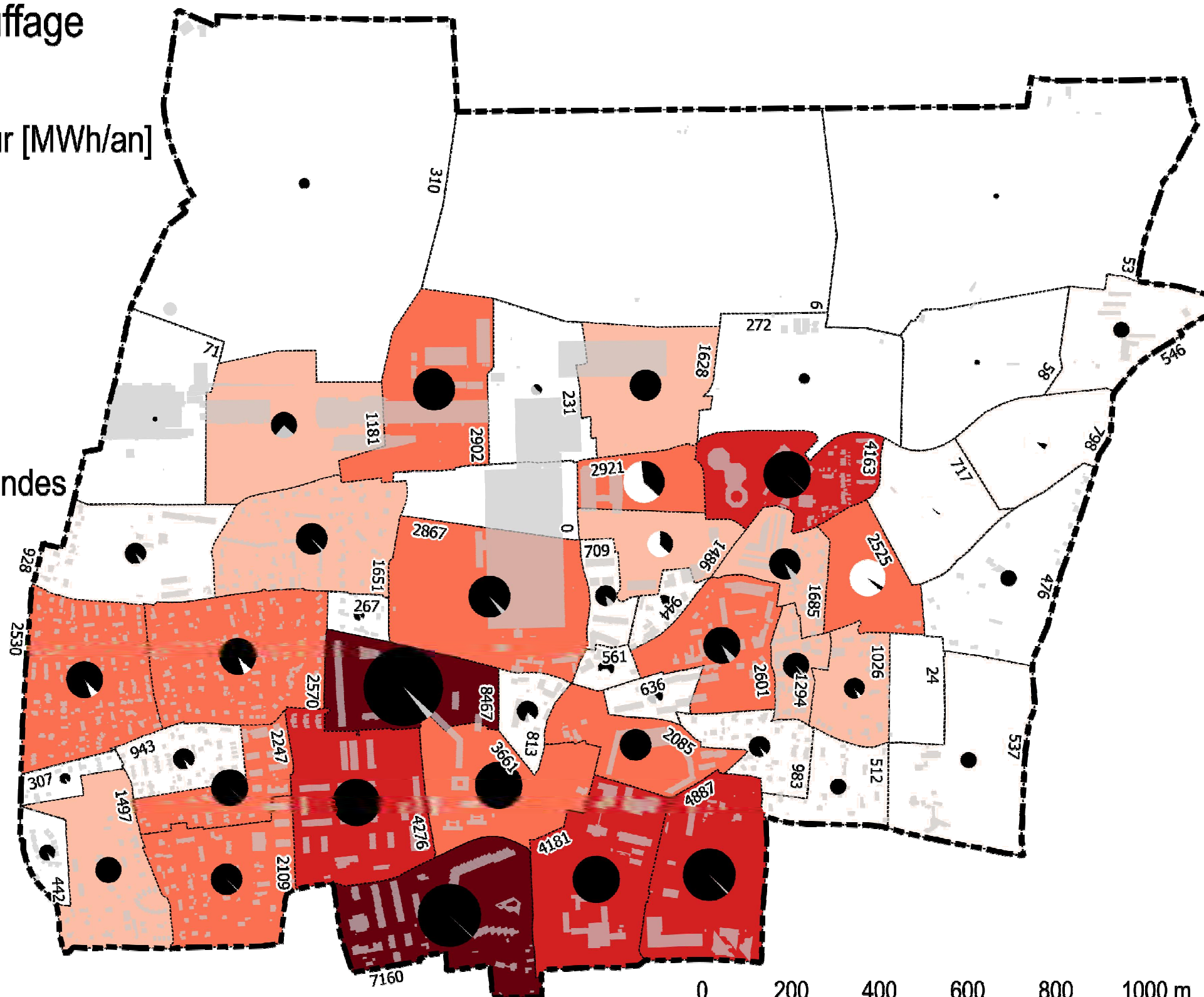
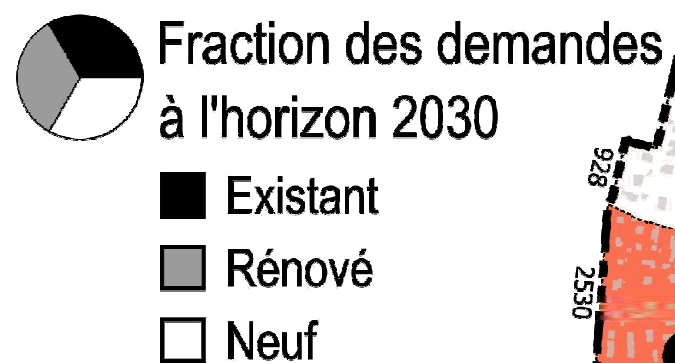


## Annexe 3 :

# Cartes des demandes énergétiques

# Demandes de chauffage à l'horizon 2030

Energie utile par secteur [MWh/an]



|             |              |  |   |
|-------------|--------------|--|---|
| Projet No.  | SF7651.01    | BG Ingénieurs conseils SA<br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève      | Sources:<br>ScanE – scane_index_moyennes, 1.11.2012<br>– scane_index_dernier, 1.11.2012<br>– scane_chaudiere, 1.11.2012<br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle |
| Version     | 1            |  |   |
| Date        | Février 2012 | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Demandes de chauffage</b><br><b>à l'horizon 2030</b> |   |
| Dessinateur | Gidh         |  |   |
| ChP         | Lpg          |  |   |
| Echelle     | 1 : 12'000   |  |   |

# Demandes de chauffage à l'horizon 2030

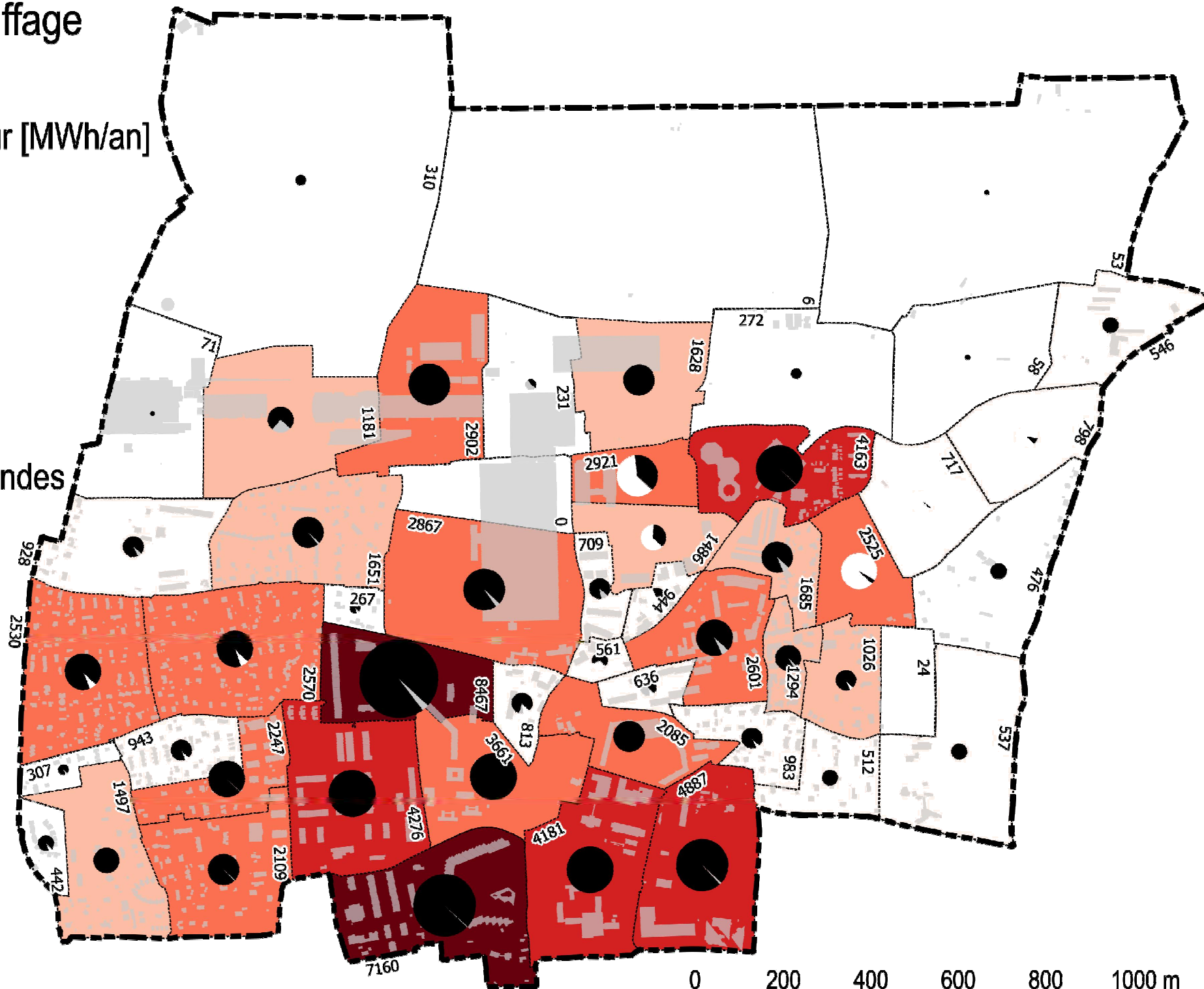
Energie utile par secteur [MWh/an]

- <500
- 500 - 1000
- 1000 - 2000
- 2000 - 4000
- 4000 - 6000
- 6000 - 9100



Fraction des demandes à l'horizon 2030

- Existant
- Rénové
- Neuf



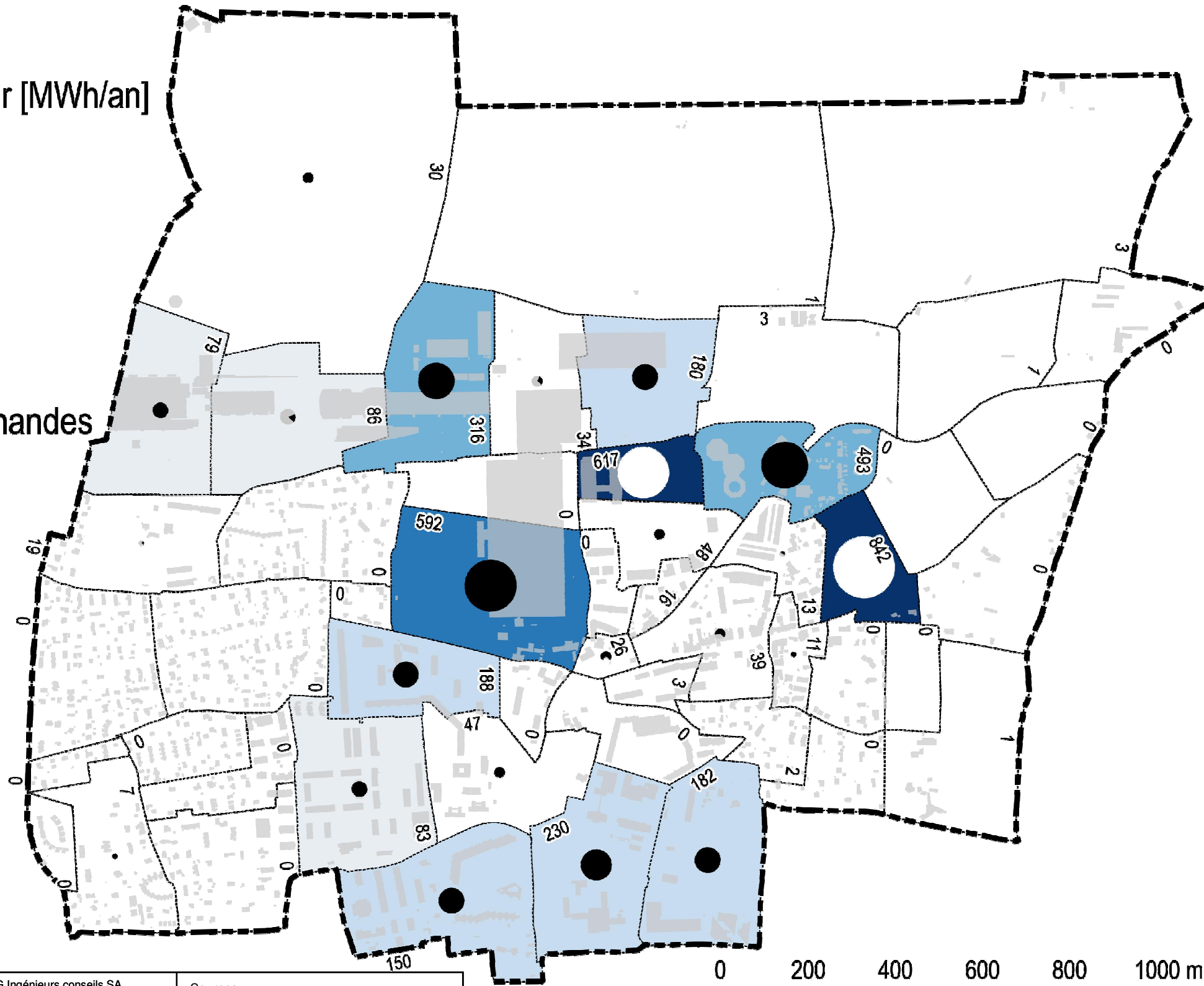
|             |              |  |   |
|-------------|--------------|--|---|
| Projet No.  | SF7651.01    | BG Ingénieurs conseils SA<br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève      | Sources:<br>ScanE – scane_index_moyennes, 1.11.2012<br>– scane_index_dernier, 1.11.2012<br>– scane_chaudiere, 1.11.2012<br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle |
| Version     | 1            |  |   |
| Date        | Février 2012 |  |   |
| Dessinateur | Gidh         | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Demandes de chauffage</b><br><b>à l'horizon 2030</b> |   |
| ChP         | Lpg          |  |   |
| Echelle     | 1 : 12'000   |  |   |

# Demandes de rafraîchissement à l'horizon 2030

Energie utile par secteur [MWh/an]

- <50
- 50 - 100
- 100 - 300
- 300 - 500
- 500 - 600
- 600 - 850

- Fraction des demandes à l'horizon 2030  
 Existant  
 Rénové  
 Neuf



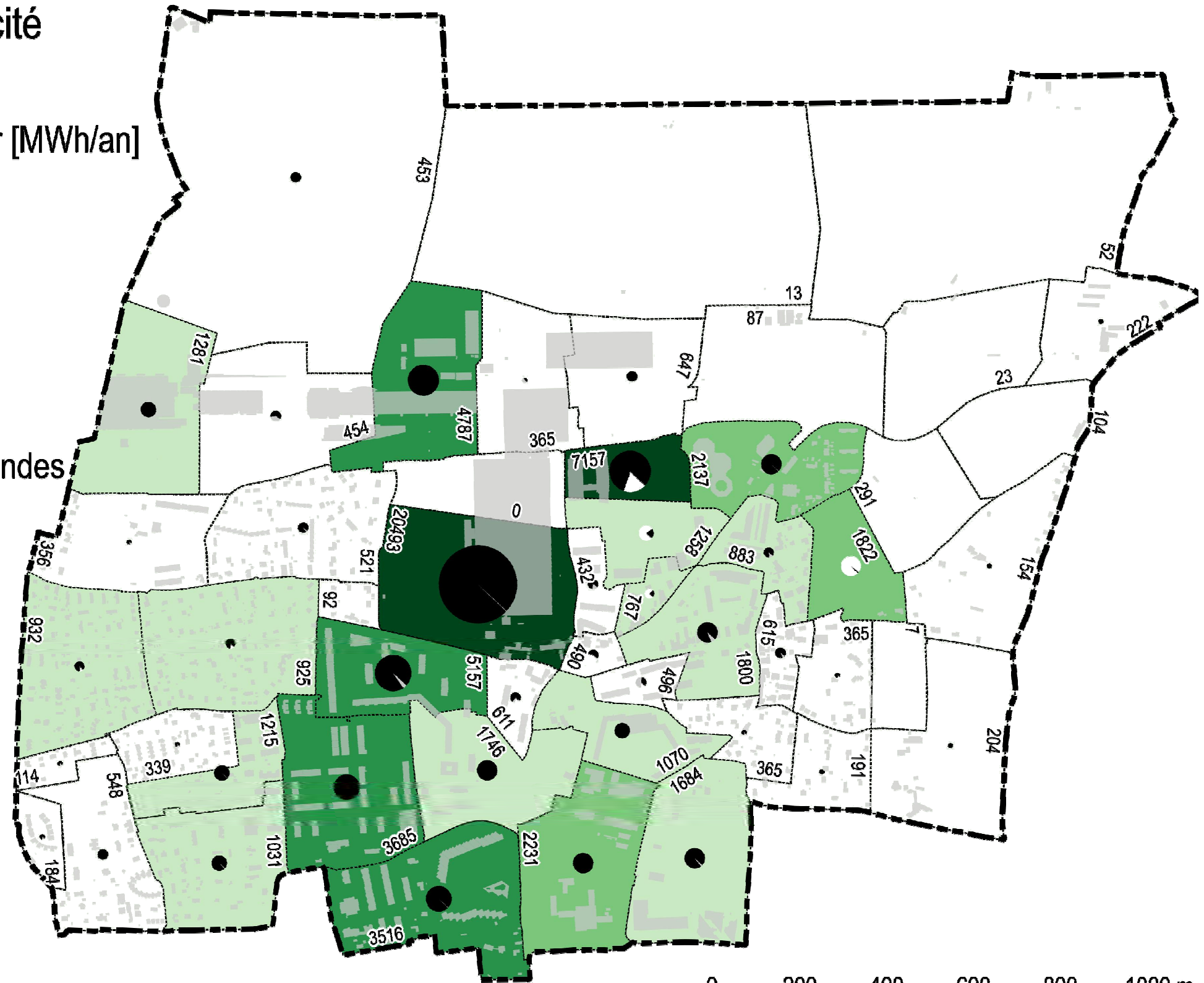
|             |              |   |   |
|-------------|--------------|---|---|
| Projet No.  | SF7651.01    | BG Ingénieurs conseils SA<br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève             | Sources:<br>ScanE – scane_index_moyennes, 1.11.2012<br>– scane_index_dernier, 1.11.2012<br>– scane_chaudiere, 1.11.2012<br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle |
| Version     | 1            |   |   |
| Date        | Février 2012 | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Demandes de rafraîchissement</b><br><b>à l'horizon 2030</b> |   |
| Dessinateur | Gidh         |   |   |
| ChP         | Lpg          |   |   |
| Echelle     | 1 : 12'000   |   |   |

# Demandes d'électricité à l'horizon 2030

Energie utile par secteur [MWh/an]

- <700
- 700 - 1800
- 1800 - 3500
- 3500 - 7000
- 7000 - 20500

- Fraction des demandes à l'horizon 2030
- Existant
  - Rénové
  - Neuf

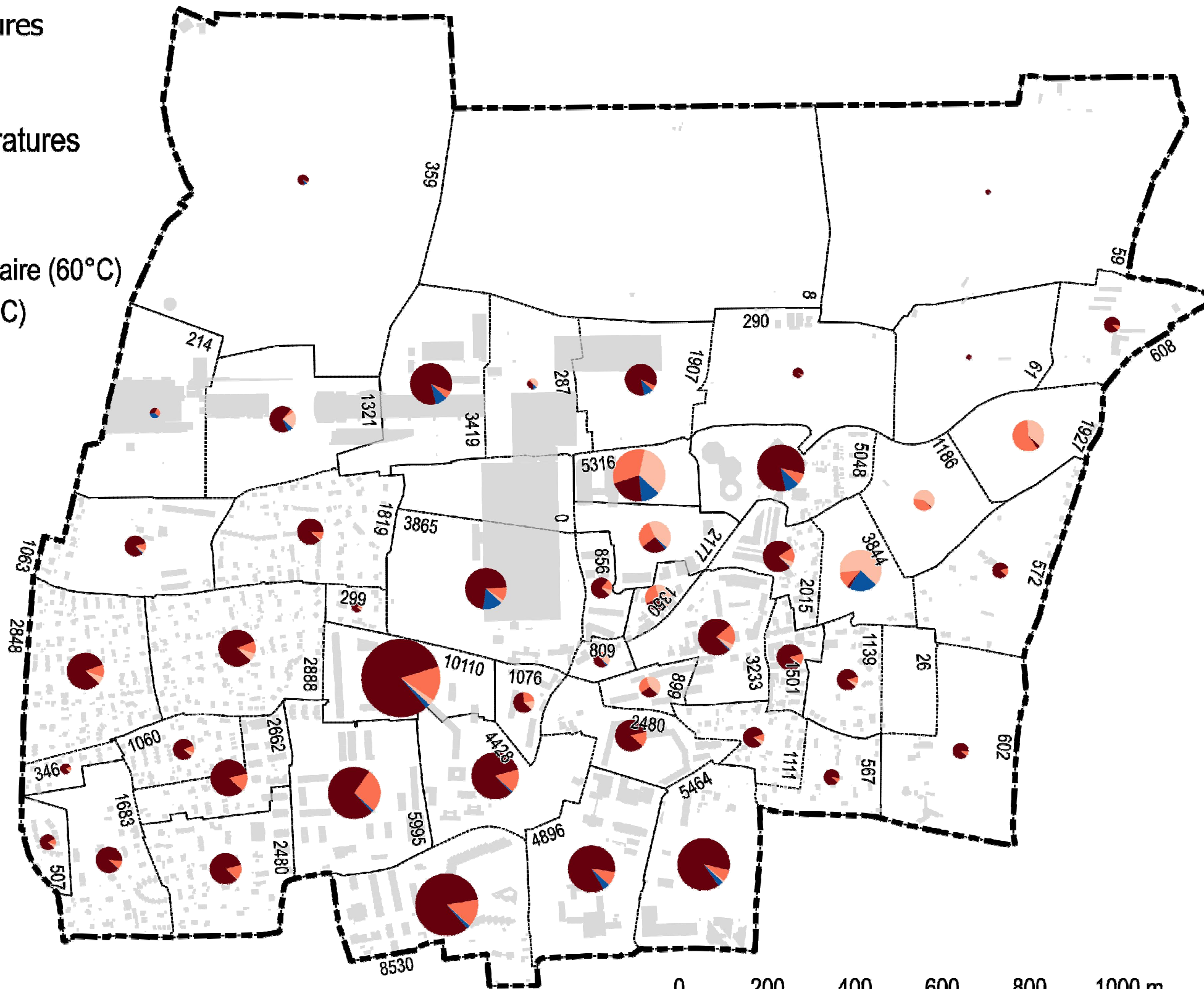


|             |              |   |   |
|-------------|--------------|---|---|
| Projet No.  | SF7651.01    | BG Ingénieurs conseils SA<br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève | Sources:<br>ScanE – scane_index_moyennes, 1.11.2012<br>– scane_index_dernier, 1.11.2012<br>– scane_chaudiere, 1.11.2012<br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle |
| Version     | 1            |   |   |
| Date        | Février 2012 | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Demandes d'électricité à l'horizon 2030</b>     |   |
| Dessinateur | Gidh         |   |   |
| ChP         | Lpg          |   |   |
| Echelle     | 1 : 12'000   |   |   |

# Niveaux de températures à l'horizon 2030

## Niveaux de températures à l'horizon 2030

- Haute (45-75°C)
- Eau chaude sanitaire (60°C)
- Moyenne (25-50°C)
- Basse (0-20°C)



|             |              |  |   |
|-------------|--------------|--|---|
| Projet No.  | SF7651.01    | <b>BG Ingénieurs conseils SA</b><br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève | Sources:<br>ScanE – scane_indice_moyennes, 1.11.2012<br>– scane_indice_dernier, 1.11.2012<br>– scane_chaudiere, 1.11.2012<br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle |
| Version     | 1            |  |   |
| Date        | Février 2012 | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Niveaux de températures</b><br><b>à l'horizon 2030</b> |   |
| Dessinateur | Gidn         |  |   |
| ChP         | Lpg          |  |   |
| Echelle     | 1 : 12'000   |  |   |



## Annexe 4 :

# Carte du concept énergétique territorial



## Concept "maîtrise de l'énergie"

- Bâtiments à rénover LEn 2 30
- Bâtiments à rénover Société 2000W

## Concept "extension CAD"

- CAD Lignon existant
- - - CAD Tourelle projeté
- Zone d'influence CAD

Réseau d'eau du Lac

- - - Boucle Genève-Lac-Aéroport (GLA)

## Concept "autonomie énergétique"

Géothermie

- Zone favorable au stockage saisonnier
- Zone favorable aux champs de sondes

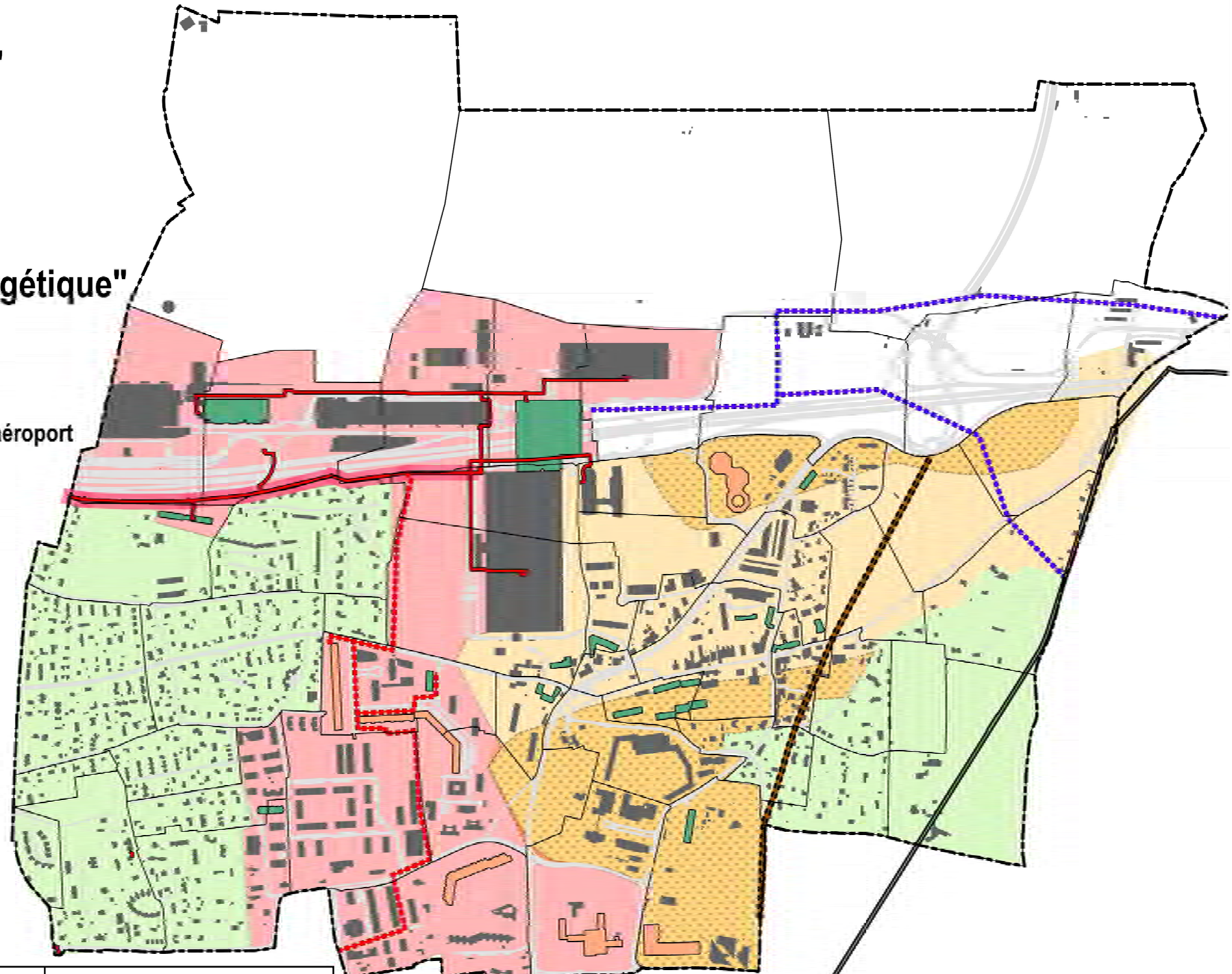
Géostructures énergétiques

- - - projet de tunnel des Nations

Vers l'aéroport

## Concept "zones villa"

- sondes géothermiques verticales et solaire thermique



Vers bouclage  
Genève-Lac-Nation (GLN)

|             |              |   |  |
|-------------|--------------|---|--|
| Projet No.  | SF7651.01    | BG Ingénieurs conseils SA<br>81bis, av. de Châtelaine<br>1219 Châtelaine-Genève | Sources:<br>SITG – Cadastre - Mensuration officielle, 1.11.2012<br>– Cadastre technique du sous-sol, 1.11.2012 |
| Version     | 1            |   |  |
| Date        | Février 2012 |   |  |
| Dessinateur | Gidn         |   |  |
| ChP         | Lpg          |   |  |
| Echelle     | 1 : 12'000   | <b>CET Grand-Saconnex</b><br><b>Carte du concept énergétique territorial</b>    |  |