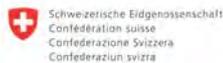


Etude énergétique stratégique

Communauté de Communes
du Pays de Gex et PACA
Genève/Saint-Genis/Gex





.....
Cahier n°18-21
.....

Etude énergétique stratégique

Communauté de Communes du Pays de Gex et PACA Genève/Saint-Genis/Gex

Auteurs :
CSD Ingénieurs SA

Avec l'appui de :
L'Équipe du Grand Genève, le Comité de Projet et les partenaires



Tableau de suivi des remarques

(A remplir par le rédacteur du Cahier)

Version	Type de correction	Auteur



Table des matières

RESUMÉ / SYNTHÈSE	9
1. Introduction	13
1.1. Contexte de l'étude	13
1.2. Enjeux et objectifs	14
2. Estimation et structuration de la demande	15
2.1. Orientations de planification et de développement définies	15
2.2. Précisions relatives aux perspectives de développement à l'horizon 2030	17
2.3. Estimation de la demande énergétique en 2030	21
2.3.1. Besoins en chaud, froid et électricité	21
2.3.2. Estimation des SBP maintenues, assainies et neuves	22
2.3.3. Cas particuliers	22
2.3.4. Estimation quantitative et qualitative des besoins en 2030	24
3. Valorisation des ressources renouvelables	29
3.1. Ressources diffuses	29
3.1.1. La géothermie de faible profondeur	29
3.1.2. Le solaire thermique	31
3.1.3. Le bois	31
3.2. Ressources localisées	32
3.2.1. Lac	32
3.2.2. Nappe de Montfleury	32
3.2.3. Valorisation de rejets thermiques existants ou potentiels	33
3.3. Infrastructures énergétiques	36
3.3.1. Infrastructures énergétiques existantes et planifiées	36
3.3.2. Principes et conditions de base pour la mise de œuvre de centrales chaleur-force (CCF)	37
4. Objectifs et critères d'évaluation des stratégies énergétiques	40
5. Définition et évaluation des stratégies envisageables	42
5.1. Principes de base	42
5.2. Evaluation des déficits et des excédents « besoins – potentiel diffus »	46



5.2.1.	Secteur « périphérique »	46
5.2.2.	Secteur « central »	49
5.2.3.	Secteur « Rhône sud »	54
5.3.	Principes et conditions de base de la mise en œuvre de réseaux de chauffage à distance	57
5.4.	Elaboration des stratégies.....	60
5.4.1.	Secteur « périphérique ».....	60
5.4.2.	Secteurs « central » et « Rhône sud » :.....	61
6.	Intégration de la stratégie dans la planification urbaine des GP et des PSD	77
6.1.	GP Grand-Saconnex et PSD Ferney-Voltaire	78
6.2.	GP Vernier-Meyrin-Aéroport.....	81
6.3.	PSD Saint-Genis – Croissant Porte de France	84
6.4.	PSD Gex – Cessy « GECE »	87
7.	Mise en œuvre des stratégies et rôle des différents acteurs	90
8.	Annexes	93

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Synthèse de la situation démographique et de l'urbanisation, sur le territoire d'étude, à l'horizon actuel et horizon 2030.....	20
Tableau 2 :	Standards de consommation thermiques retenus pour le scénario volontariste (kWh/m ²)	21
Tableau 3 :	Standards de consommation électriques retenus pour le scénario volontariste (kWh/m ²)	22
Tableau 4 :	Estimation des besoins en 2030 par commune	25
Tableau 5 :	Besoins énergétiques du secteur "Périphérique".....	26
Tableau 6 :	Besoins énergétiques du secteur "Rhône Sud"	26
Tableau 7 :	Besoins énergétiques du secteur "Central", Communauté de Commune du Pays de Gex	27
Tableau 8 :	Besoins énergétiques du secteur "Central", Genève rive droite	28
Tableau 9 :	Potentiel thermique théorique exploitable sur la nappe de Montfleury	32
Tableau 10 :	Infrastructures existantes ou planifiées.....	36
Tableau 11 :	Classification des CCF en fonction de la puissance électrique installée.....	38
Tableau 12 :	Evaluation des déficits et des excédents « besoins – potentiel diffus » du secteur « périphérique »	47
Tableau 13 :	Evaluation des déficits et des excédents « besoins – potentiel diffus » du secteur « Central ».....	50
Tableau 14 :	Evaluation des déficits et des excédents « besoins – potentiel diffus » du secteur « Rhône sud »	55
Tableau 15 :	Paramètres de raccordabilité des secteurs « Central » et « Rhône sud »	59
Tableau 16 :	Synthèse de l'approvisionnement énergétique du secteur « périphérique ».....	60



Tableau 17 : Consommation électriques et émissions de CO2 pour le secteur « périphérique »	60
Tableau 18 : Evaluation des COP des pompes à chaleurs	63
Tableau 19 : Stratégie 1 : Valorisation des ressources BT pour l'utilisation HT – secteurs « Central » et « Rhône sud » (* Les communes de Russin et Dardagny sont comptabilisées dans le total de Genève Rive Droite)	64
Tableau 20 : Stratégie 2 : valorisation optimisée des énergies fossiles – secteurs « Central » et « Rhône sud » (* Les communes de Russin et Dardagny sont comptabilisées dans le total de Genève Rive Droite)	68
Tableau 21 : Stratégie 3 : Optimisation des ressources fossiles et BT – secteurs « Central » et « Rhône sud » (* Les communes de Russin et Dardagny sont comptabilisées dans le total de Genève Rive Droite)	73
Tableau 22 : Synthèse des Bilans-Déficits pour le GP Grand-Saconnex et le PSD Ferney-Voltaire.....	80
Tableau 23 : Synthèse des Bilans-Déficits pour le GP Vernier-Meyrin-Aéroport.....	83
Tableau 24 : Synthèse des Bilans-Déficits pour le PSD St-Genis – Croissant Porte de France	86
Tableau 25 : Synthèse des Bilans-Déficits pour le PSD Gex-Cessy	89
Tableau 26 : Acteurs – principe d'utilisation rationnelle de l'énergie et assainissement énergétique	91
Tableau 27 : Acteurs – approvisionnement énergétique durable : recours optimal aux ressources renouvelables locales.....	92

Liste des cartes

Carte 1: Plan guide du PACA	16
Carte 2: Plan d'affectation zones urbanisées à l'horizon 2030	17
Carte 3: Périmètres d'accueil issus des PACA	18
Carte 4: Périmètre d'interdiction ou soumis à autorisation pour les forages	30
Carte 5: Secteurs du périmètre d'étude.....	43
Carte 6 : Carte des besoins de chaud et des ressources énergétiques ponctuelles	44
Carte 7: Carte des besoins de froid et des ressources énergétiques ponctuelles	45
Carte 8: Bilan des besoins de chaud HT – secteur « périphérique ».....	48
Carte 9: Bilan des besoins de chaud HT – secteur « Central »	51
Carte 10: Bilans de besoins de chaud BT – secteur « Central » : découpage par sous-secteurs	53
Carte 11: Bilan des besoins de chaud HT – secteur « Rhône sud »	56
Carte 12: Stratégie 1 : Valorisation des ressources BT pour une utilisation en HT : « secteur central »	65
Carte 13: Stratégie 2 : valorisation optimisée des énergies fossiles – secteurs « Central » et « Rhône sud ».....	69
Carte 14: Stratégie 3 : Optimisation ressources fossiles et BT – secteurs « Central » et « Rhône sud ».....	74
Carte 15 : Besoins en chaleur HT après valorisation des ressources diffuses – GP Grand-Saconnex et PSD Ferney-Voltaire	79
Carte 16 : Besoins en chaleur totaux après valorisation des ressources diffuses – GP Vernier-Meyrin-Aéroport	82
Carte 17 : Besoins en chaleur totaux après valorisation des ressources diffuses – PSD St-Genis – Croissant Porte de France.....	85
Carte 18 : Besoins en chaleur totaux après valorisation des ressources diffuses – PSD Gex-Cessy	88



Liste des figures

Figure 1 : Répartition des SBP neuves sur les territoires PACA	20
Figure 2 : Site du forage en eau potable sur la nappe de Montfleury (France).....	33
Figure 3 : Rendement d'une centrale Chaleur-force.....	37
Figure 4 : Fonctionnement d'une chaudière CCF.....	38
Figure 5 : Bilan des besoins de chaleur du secteur "central"(- : maximisation du potentiel solaire).....	49
Figure 6 : Structure d'approvisionnement en énergie thermique – secteur "périphérique".....	61
Figure 7 : Stratégie 1 : Structure d'approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud ».....	66
Figure 8 : Stratégie 1 : Structure d'approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud ».....	67
Figure 9 : Stratégie 1 : Structure de la consommation/production en électricité – secteurs « Central » et « Rhône sud ».....	67
Figure 10 : Stratégie 2 : Structure d'approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud ».....	70
Figure 11 : Stratégie 2 : Structure d'approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud ».....	71
Figure 12 : Stratégie 2 : Structure de la consommation/production en électricité – secteurs « Central » et « Rhône sud ».....	71
Figure 13 : Stratégie 3 : Structure d'approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud ».....	75
Figure 14 : Stratégie 3 : Structure d'approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud ».....	76
Figure 15 : Stratégie 3 : Structure de la consommation/production en électricité – secteurs « Central » et « Rhône sud ».....	76



RESUMÉ / SYNTHÈSE

La présente étude a pour objectif de proposer des stratégies pour un approvisionnement énergétique durable du territoire d'étude constitué par le Pays-de-Gex et le rive droite du canton de Genève, en termes économiques, de compatibilité environnementale et de fiabilité afin de respecter les engagements politiques transfrontaliers intégrés dans le futur SC²ET (Schéma de cohérence climat, énergie, qualité de l'air territorial) élaboré à l'échelle du Grand Genève.

Les estimations des besoins et la structuration de la demande prennent en considération le scénario « fonctionnel » du Schéma d'Agglomération 2 pour caractériser l'évolution démographique du territoire et une démarche « volontariste » quant aux standards de consommation des nouveaux bâtiments (standards : THPE pour la Suisse et RT2012 « renforcée » pour la France) et au taux de rénovation énergétique des anciennes constructions (2%/an pour les logements et 2.5%/an pour les activités).

Sur cette base, les besoins en énergie thermique du périmètre d'étude ont été estimés comme suit à l'horizon 2030 :

	Chaud Haute Température (HT) : ECS et chauffage	Chaud Basse Température (BT)	Froid
Territoire de la CCPG	433	235	50
Territoire de Genève Rive Droite	615	211	182
Total périmètre d'étude	1'048	445	232

Sur le périmètre, les ressources disponibles et leur potentiel ont été estimés comme suit :

Ressources directement disponibles pour les besoins haute température HT :

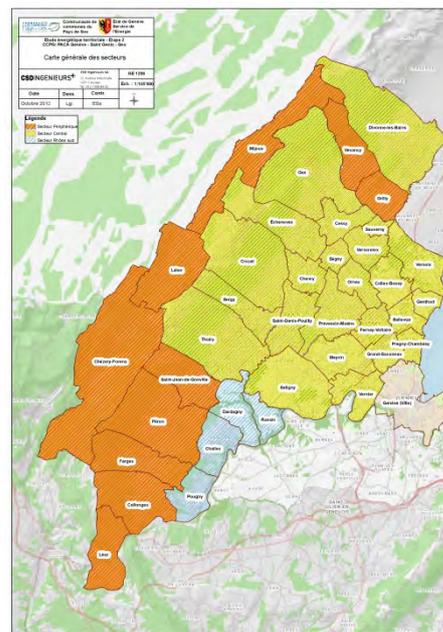
- Le solaire thermique : 190 GWh
- Le bois : 70 GWh/an
- Chaleur produite par l'usine d'incinération des Cheneviers (60 GWh/an), et une future installation de méthanisation/incinération des déchets organiques et bois (projet Pôle Bio - 70 GWh/an).

Ressources valorisables en premier lieu pour des besoins basse température BT :

- Géothermie faible profondeur : 860 GWh de chaud BT et 760 Wh/an de froid
- Le lac Léman : 600 GWh/an
- La nappe de Montfleury : 20 GWh/an
- Les rejets thermiques des STEP (~21 GWh/an), le CERN (en appoint), les entreprises de ZIMEYSAVER (à déterminer).

Trois secteurs aux caractéristiques énergétiques différentes ont été définis pour l'élaboration des stratégies :

- Secteur périphérique
- Secteur Rhône-sud
- Secteur central





Secteur périphérique

En admettant une utilisation optimale des ressources présentes sur le périmètre (solaire et géothermie)

- les communes peuvent subvenir à leurs besoins de chaud BT (excepté pour Collonges et Saint-Jean-de-Gonville : déficit d'environ 3 GWh) et de froid ;
- Le solaire thermique ne permet de couvrir que 16% des besoins de chaud HT : le déficit global s'élève à 35 GWh.

Il a été admis que les chauffages électriques existants continueront à fournir environ 6 GWh de chaleur HT à l'horizon 2030.

La stratégie pour ce secteur est donc la suivante :

Chaud HT	Chaud BT	Froid
7 GWh : solaire	13 GWh : géothermie	3 GWh : géothermie
29 GWh : bois		
6 GWh : électrique	3 GWh : bois	
Total des besoins HT : 42 GWh/an	Total des besoins BT : 16 GWh/an	Total des besoins de froid : 3 GWh/an

Cette stratégie implique une consommation de 10 GWh/an d'électricité pour faire fonctionner les PAC mais ne suppose pas la mise en place d'un réseau important. Cette stratégie n'impliquant aucune consommation d'énergie fossile, les émissions directes de CO₂ liées aux prestations de chauffage seraient nulles.

Secteur Rhône Sud

En admettant une utilisation optimale des ressources présentes sur le site (solaire et géothermie) :

- La géothermie permet de répondre intégralement aux besoins de chaud BT et de froid ;
- Le solaire thermique ne permet de couvrir que 13% des besoins de chaud HT : le déficit global s'élève à 17 GWh.

Il a été admis que les chauffages électriques existants dans les communes de Challex et Pougny continueront à fournir environ 1 GWh de chaleur HT. Pour les deux communes suisses, environ 1 GWh de fossile serait maintenu.

Les 4 communes se trouvent au bord du Rhône : leurs besoins de chaud BT ou de froid peuvent également être satisfaits par cette ressource hydrothermique (faisabilité de mettre en place un réseau avérée).



La stratégie optimisée pour ce secteur est la suivante :

Chaud HT	Chaud BT	Froid
3 GWh solaire	5 GWh : géothermie ou Rhône	2 GWh : géothermie ou Rhône
1 GWh : électrique		
2 GWh : bois		
1 GWh : fossile		
12 GWh :Rhône (ressource BT)		
Total des besoins HT : 19 GWh/an	Total des besoins BT : 5 GWh/an	Total des besoins de froid : 2 GWh/an

Secteur central

A l'échelle du secteur central on constate un déficit de chaud HT d'environ 810 GWh et un excédent de chaud BT de 420 GWh en admettant une utilisation optimale des ressources solaire et géothermique avec une mise à contribution optimale du potentiel excédentaire des nouveaux périmètres à urbaniser au service des besoins des périmètres urbanisés existants.

Afin de répondre à l'excédent de besoins en chaleur HT après valorisation du potentiel solaire, les 2 stratégies de principe suivantes ont été définies :

1. Valorisation des ressources renouvelables basse température pour une utilisation haute température, qui se caractérise par une importante réduction des émissions de CO₂ (réduction de 90% par rapport à l'état actuel) mais une augmentation non négligeable de la consommation électrique liée au chauffage (environ 30% de la consommation électrique globale)
2. Valorisation optimisée des ressources fossiles, qui se caractérise par une importante production électrique de 350 GWh soit environ 30% des besoins globaux en électricité et une consommation limitée d'électricité liée au chauffage (15% de la consommation électrique globale) mais les réductions des émissions de CO₂ sont limitées à 36% par rapport à l'état actuel.



A partir de ces 2 stratégies de principes, une première tentative de définition d'une stratégie optimisée a été élaborée. Elle se base sur une valorisation des ressources suivantes :

Chaud HT	Chaud BT	Froid
180 GWh : solaire	405 GWh : géothermie	228 GWh : géothermie
130 GWh : CADIOM et Pôle Bio		
283 GWh : Ressources BT (Lac, nappe, rejets thermiques...)		
144 GWh : fossile optimisé par couplage chaleur – force (CCF)		
36 GWh : bois	19 GWh : Ressources BT (Lac, nappe, rejets thermiques ...)	
168 GWh : fossile (existant non rénové)		
46 GWh : électrique (existant non rénové)		
Total des besoins HT : 987 GWh/an	Total des besoins BT : 424 GWh/an	Total des besoins de froid : 228 GWh/an

Le principe de mise en œuvre serait le suivant :

- Extension d'un réseau BT limité à Ferney pour le nord et Meyrin à l'ouest : à proximité des ressources BT : nappe de Montfleury, lac et STEPs.
- Dans les secteurs à forte densité de la ZIMEYSA et du Grand-Saconnex : mise en œuvre conjointe d'un réseau BT et d'un réseau HT avec CCF.
- Pour les communes au nord, des CCF peuvent être mises en place limitant ainsi les longueurs de réseau

Les CCF au gaz pourraient être remplacées à plus long terme par de la chaleur issue de la géothermie grande profondeur.

La longueur du réseau est d'environ 150 km.

Pour le secteur central et le secteur Rhône Sud, cette stratégie permet la diminution de 72% des émissions de CO₂ par rapport à l'état actuel, la production de 11% des besoins électriques grâce aux CCFs et induit la consommation de 260 GWh d'électricité pour l'alimentation des PACs.



1. Introduction

1.1. Contexte de l'étude

Des engagements politiques ont récemment été pris en faveur de la réduction de la consommation énergétique à une échelle transfrontalière, via le futur SC²ET (Schéma de cohérence climat, énergie, qualité de l'air territorial). Ces enjeux ont également été intégrés dans le deuxième « Schéma d'agglomération » du projet d'agglomération franco-valdo-genevois, établi en juin 2012.

C'est en vue d'alimenter ce deuxième schéma qu'a été lancée l'étude énergétique stratégique à échelle de l'unité territoriale du PACA "Genève - Saint-Genis - Gex". Parallèlement, dans le cadre de l'élaboration de son second Programme Local de l'Habitat (PLH), la Communauté de Communes du Pays de Gex (CCPG) a prévu la réalisation d'une étude ayant pour objet une analyse des ressources renouvelables et des besoins pour établir des recommandations en vue d'intégrer la prise en compte de l'énergie dans la réhabilitation des logements et le développement urbain. Cette simultanéité a constitué l'élément déclencheur pour la réalisation d'une étude unique en étendant le périmètre sur la partie française, à l'ensemble du territoire de la CCPG (26 communes).

La présente étude énergétique stratégique porte donc sur un territoire élargi correspondant au territoire de la CCPG et du PACA Genève – St-Genis – Gex. Elle est placée sous le pilotage conjoint de la Communauté de Communes du Pays-de-Gex et du Service de l'énergie du Canton de Genève.

Selon le cahier des charges établi en décembre 2010, l'étude est articulée en 2 étapes :

⇒ **Première étape : Cadre général et état des lieux**

⇒ **Deuxième étape : Proposition de stratégies futures**

La première étape a fait l'objet du rapport édité par CSD le 23 décembre 2011.

Le présent document constitue le rapport de l'étape 2 qui porte selon le cahier des charges sur les aspects suivants :

1. Propositions et analyse de stratégies d'approvisionnement

1.1. Proposition de stratégies d'approvisionnement : principes et priorités d'action, projets et infrastructures d'importance

1.1.1. Elaboration de variantes

1.1.2. Comparaison des variantes en fonction de critères techniques, environnementaux et socio-économiques

1.2. Analyse des stratégies :

1.2.1. Confrontation de ces stratégies aux premières orientations d'aménagement issues des études tests

1.2.2. Analyse des implications des stratégies proposées en termes techniques, environnementaux, socio-économiques et du point de vue des modalités d'organisation des acteurs

1.2.3. Synthèse de l'analyse des stratégies et évaluation de leur contribution aux objectifs de politique énergétique et environnementale (notamment qualité de l'air)



1.2. Enjeux et objectifs

Réchauffement climatique, épuisement des ressources fossiles, dégradation de l'environnement sont aujourd'hui des faits avérés, dont l'une des causes provient de la surconsommation d'énergie de la part des pays développés et émergents.

Cette situation n'est pas compatible avec les objectifs d'un développement durable et la forte dépendance envers les énergies fossiles pèse en outre de plus en plus lourd dans le bilan économique.

Par conséquent, l'objectif est de trouver une stratégie pour un approvisionnement énergétique durable, en termes économiques, de compatibilité environnementale et de fiabilité. La nécessité d'organiser une société qui maîtrise ses ressources, tout en assurant les moyens de son progrès implique, d'une part, un large recours aux énergies renouvelables afin de réduire la part du fossile et d'autre part, une diminution importante de nos besoins finaux en énergie, tout en garantissant l'épanouissement et la qualité de vie de chacun.

Cette mise en œuvre est complexe et ne peut pas simplement se décréter à un niveau global. C'est plutôt au niveau du territoire qu'elle doit être intégrée, avec tous les acteurs locaux concernés. Dans la notion de territoire, plusieurs échelles doivent être considérées de la région au quartier, en passant par l'aire métropolitaine et l'agglomération.

L'utilisation rationnelle de l'énergie sur un territoire implique souvent des investissements à long terme ainsi que la mise en œuvre d'infrastructures importantes, qui doivent être planifiés en interaction avec les choix en matière d'aménagement. Ainsi, l'objectif d'une planification énergétique territoriale est de fournir aux aménageurs et aux décideurs des préconisations et orientations adéquates leur permettant de traduire concrètement les principes de sobriété énergétique et d'approvisionnement durable, notamment par la prise en compte des quatre principes structurants suivants :

- Diminution des besoins énergétiques
- Valorisation du potentiel énergétique local renouvelable et des rejets thermiques
- Développement d'infrastructures et équipements efficaces pour la production et la distribution d'énergie
- Prise en compte et organisation des relations entre les acteurs en rapport avec leur environnement.

En ce qui concerne les horizons temporels, la présente étude tient compte des 2 horizons suivants :

⇒ **Etat actuel** : basé sur les données disponibles relatives à **l'année 2010** ou légèrement antérieures pour certains types de données.

Etat futur : **Horizon 2030**, en cohérence avec l'horizon de planification défini par les démarches PACA du projet d'agglomération et du Projet d'Agglomération en général.



2. Estimation et structuration de la demande

2.1. Orientations de planification et de développement définies

L'objectif défini par le Projet d'agglomération franco-valdo-genevois et décliné par les différents PACA (Périmètres d'Aménagement Coordonnés d'Agglomération) est de créer une agglomération compacte, multipolaire et verte, basée sur les principes suivants :

- comme principe général, la coordination entre urbanisation et transports ;
- comme principe environnemental, la préservation des paysages et du cadre de vie ;
- comme principe concernant les déplacements, un système de transports renforcé.

Les principes d'aménagement définis visent à limiter l'étalement urbain, renforcer les centres régionaux et locaux, améliorer la desserte en transports publics et les conditions de mobilité douce, sauvegarder les grandes entités paysagères significatives en matière de valeurs naturelles et agricoles, préserver les cours d'eau et les surfaces d'expansion des crues et aménager des espaces publics de qualité. Afin de concrétiser ces principes, le développement de l'urbanisation doit se focaliser sur des polarités présentant des caractéristiques favorables à la mise en œuvre d'un urbanisme durable incluant une desserte optimale par les transports collectifs.

A l'échelle du PACA Genève – Saint-Genis – Gex, le développement doit se focaliser sur les zones de densification ou d'extension urbaines identifiées par les 11 Projets stratégiques de développement (PSD) suivants, issus du Plan guide du PACA représenté sur la carte n°1 ci-après :

- PSD 1 : Tête GVA élargie – Casai – AIG, Vernier – Meyrin (CH)
- PSD 2 : Mail Sud aéroport, Grand-Saconnex (CH)
- PSD 3 : Ferney – Grand-Saconnex, Ferney-Voltaire (F), Grand-Saconnex (CH)
- PSD 4 : CERN, Meyrin – Satigny – Prévessin-Moëns – St-Genis-Pouilly (CH + F)
- PSD 5 : ZIMEYSA élargie, Meyrin – Vernier – Satigny (CH)
- PSD 6 : Châtelaine, Vernier – Genève (CH)
- PSD 7 : Satigny (CH)
- PSD 8 : St-Genis / Croissant Porte de France (F), St-Genis, Sergy, Thoiry
- PSD 9 : Ferney – Ornex – Prévessin « FOP » (F)
- PSD 10 : Gex – Cessy "GECE" (F)
- PSD 11 : Montbrillant – Sécheron, Ville de Genève

Les 2 PSD n°6 « Châtelaine, Vernier – Genève » et n°11 « Montbrillant-Sécheron, Ville de Genève », constituent des périmètres quasiment intégralement situés sur le périmètre de la Ville de Genève et ne sont pas considérés de manière approfondie dans le cadre de la présente étude.

Selon le communiqué de presse du 19 octobre 2012, la délégation du Conseil d'Etat aux transports et à l'aménagement du territoire (DELTA) souhaite accélérer l'aboutissement des projets d'urbanisme d'importance dans le canton et prioriser les efforts de planification des grands projets d'urbanisme. Ainsi, une liste de 10 grands projets prioritaires a été dressée. Par souci de clarté, la DELTA a choisi de remplacer le terme PSD par celui de « Grand projets » (GP). Les GP prioritaires sont :

- GP 1 : Praille-Acacias-Vernets
- GP 2 : Cherpines
- GP 3 : Grands Esserts
- GP 4 : Bernex
- GP 5 : Communaux d'Ambilly
- GP 6 : Chêne-Bourg – Chêne-Bougeries
- GP 7 : Châtelaine
- GP 8 : Vernier – Meyrin – Aéroport
- GP 9 : Grand-Saconnex
- GP 10 : ZIMEYSAVER



Parmi les différents scénarios élaborés, les données prises en compte pour l'horizon 2030 dans le cadre de la présente étude correspondent au scénario « **fonctionnel** » du Projet d'Agglomération 2.

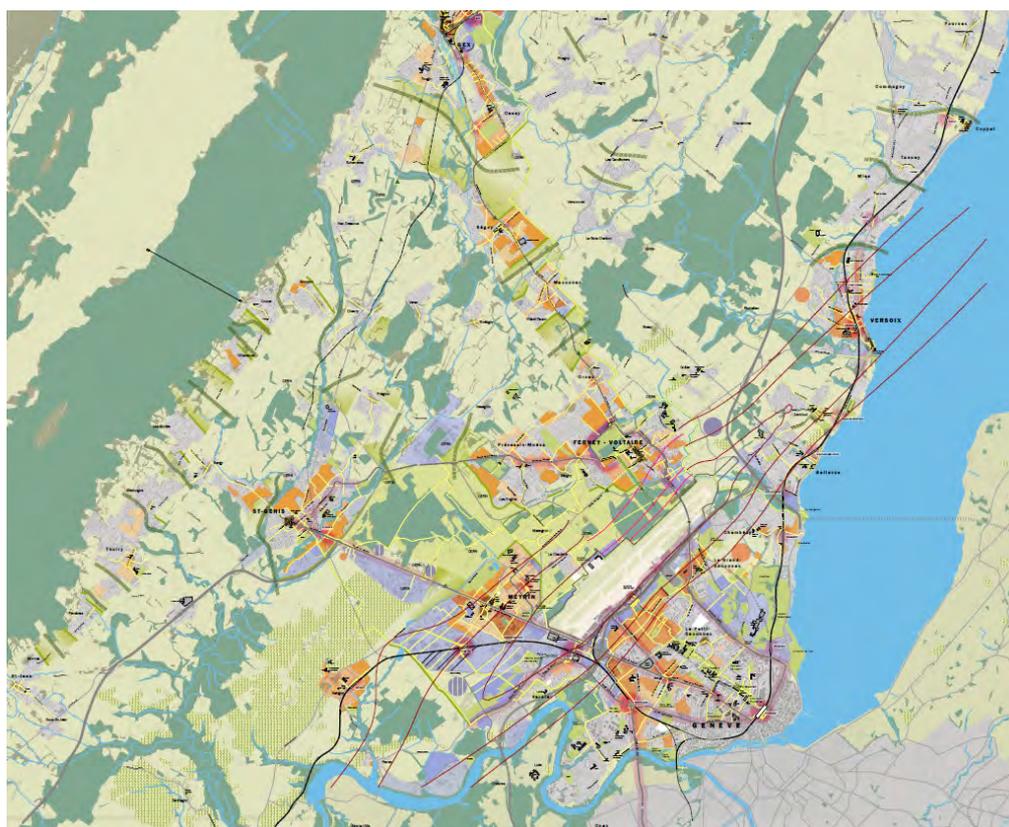
Le scénario « **fonctionnel** » est basé sur les objectifs de développement définis dans le Projet d'agglomération de 2012, en intègre les tendances observées et prévisibles à court terme ainsi que l'adaptation du périmètre global du projet d'agglomération, afin de mieux correspondre aux projections démographiques.

A l'échelle de l'ensemble de l'agglomération, le scénario fonctionnel prévoit :

- + 240'000 habitants, dont + 100'000 à Genève
- + 100'000 emplois, dont + 60'000 à Genève

La croissance se focalise en premier lieu à l'intérieur de l'agglomération compacte et des pôles de développement définis et est à l'inverse freinée en ce qui concerne les villages et la périurbanisation dans les secteurs ruraux et périurbains.

Pour le territoire du canton de Genève, les prévisions correspondent à la planification définie par le projet de Plan directeur cantonal 2030. Pour le Pays de Gex, les pôles identifiés dans le PACA avec le concept de Cercle de l'Innovation voient leur croissance d'emplois et de population renforcée là où des potentiels d'accueil prioritaires ont été identifiés et seront intégrés dans le SCOT (Schéma de cohérence territorial) en cours de révision.

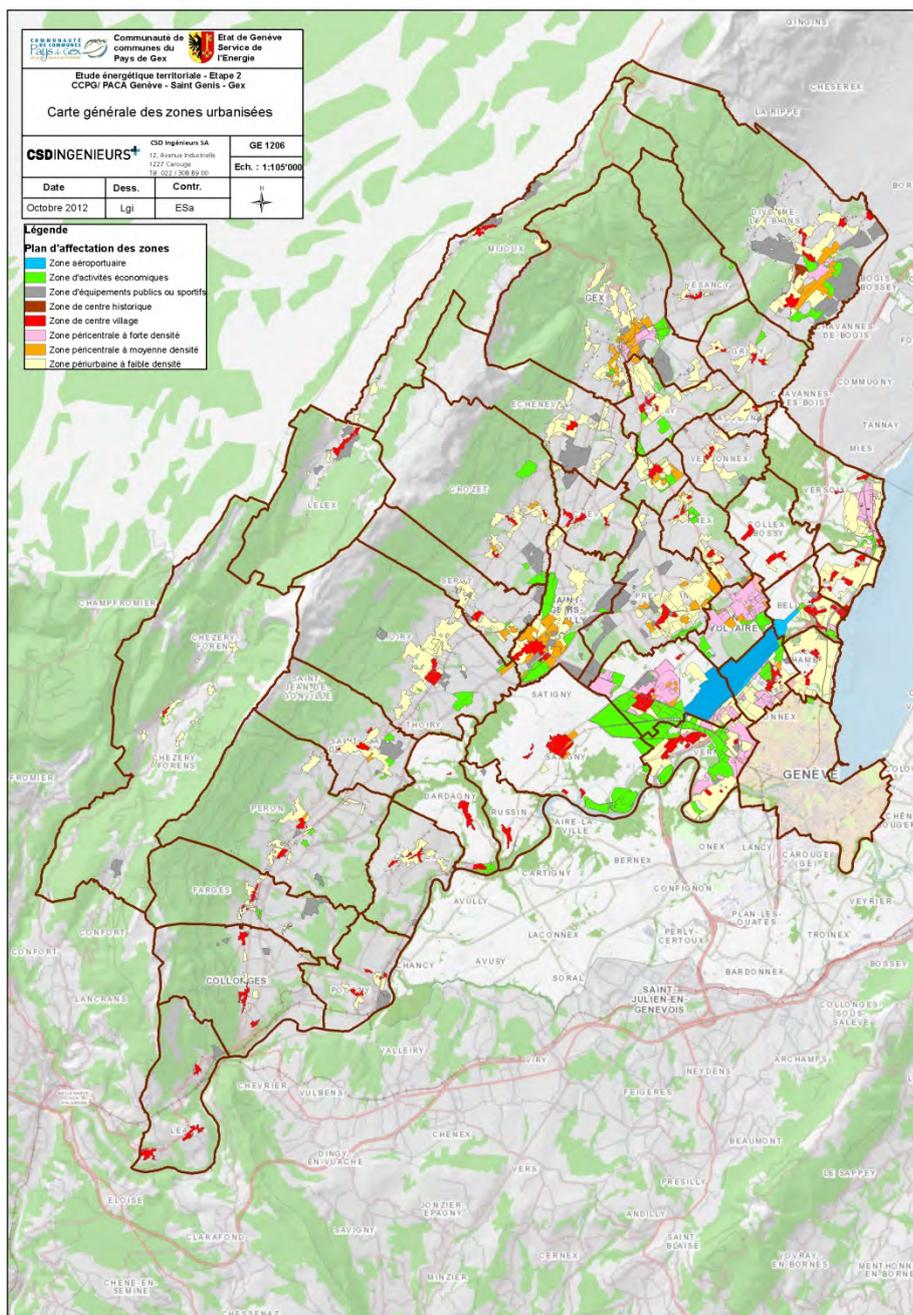


Carte 1: Plan guide du PACA



2.2. Précisions relatives aux perspectives de développement à l'horizon 2030

Le plan d'affectation simplifié du périmètre d'étude est présenté sur la carte n° 2 ci-dessous. Il considère d'une part les zones à bâtir déjà légalisées selon les plans d'affectation en vigueur et les nouveaux périmètres à urbaniser définis par les PSD et les Grand-Projets.



Carte 2: Plan d'affectation zones urbanisées à l'horizon 2030



Les périmètres de densification et d'extension définis dans le cadre du plan de synthèse du PACA Genève-Saint-Genis-Gex sont présentés à la carte 3 ci-après.

Dans le cadre du périmètre d'étude à l'horizon 2030, le scénario « fonctionnel » prévoit l'augmentation de :

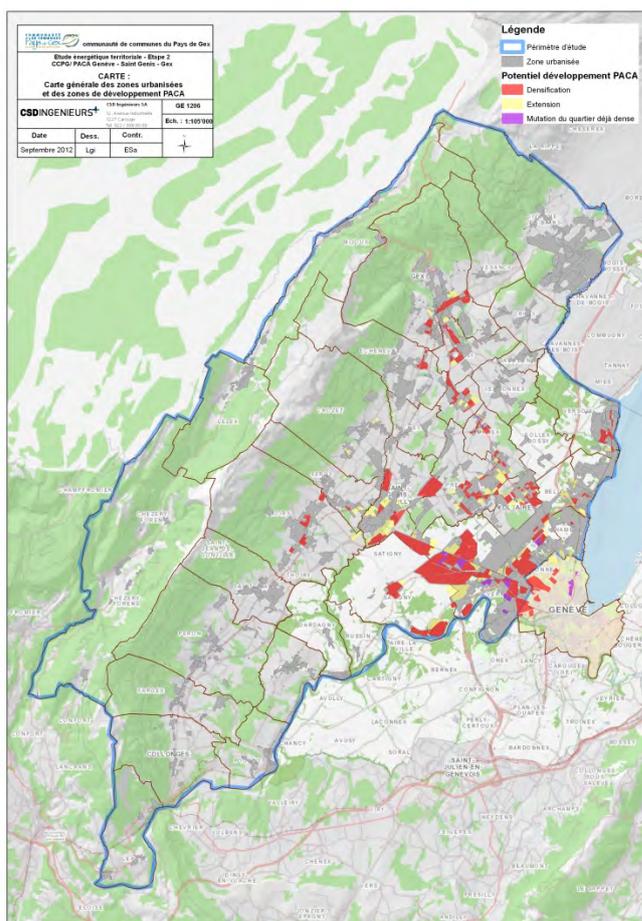
- + 32'500 personnes et + 8'600 emplois sur le territoire de la CCPG
- +14'400 personnes et + 29'500 emplois sur Genève rive droite

Les surfaces brutes de plancher associées aux logements et aux activités vont augmenter de respectivement +30% et +45%. Les périmètres PACA seront prioritairement mis à contribution pour accueillir l'augmentation de la population. En effet, 80% des nouveaux logements et l'intégralité des nouveaux emplois sont prévus dans les PACA.

Le potentiel maximum de ces nouveaux périmètres, présenté en première étape de l'étude, ne sera pas exploité à 100% en 2030.

Les périmètres d'accueil issus des PACA se distinguent en trois catégories :

- les périmètres d'extension
- les périmètres de densification
- les périmètres de mutation



Carte 3: Périmètres d'accueil issus des PACA



Afin de pouvoir comparer différentes stratégies d'approvisionnement énergétique, les besoins énergétiques actuels et futurs doivent être spatialisés.

La situation actuelle (2010) en termes de population, emplois et surfaces brutes de planchers destinés aux logements et aux activités est connue. Ces données ont été détaillées dans le rapport étape 1 (annexe 1).

En ce qui concerne les estimations de population (habitants et emplois) à l'horizon 2030, les valeurs déterminées dans le cadre de l'étape 1, basées sur le scénario « fonctionnel » du Projet d'agglomération n°2 ont été prises en compte avec les vérifications et précisions suivantes effectuées en étape 2 :

- l'évolution de la population dans les périmètres d'accueil des PACA a été ajustée en fonction des potentiels maximum fixés dans le cadre des études des PSD et GP et des augmentations de population prévus par le Projet d'agglomération dans chacune des communes,
- la capacité des zones d'affectation actuelles à accueillir l'augmentation de population dans les communes hors PACA a été vérifiée selon les résultats de l'Etude Environnementale Stratégique du Projet d'agglomération n°2.

Ces différents paramètres ont permis de répartir par commune et par sous-périmètres, les augmentations de population planifiées entre 2010 et 2030

A partir de ces valeurs d'habitants et d'emplois, les données relatives aux surfaces brutes de plancher ont été déterminées conformément à l'étape 1.

Dans le cadre de l'étape 2, les données déterminées à l'échelle de chaque commune ont ensuite été réparties sur les différentes entités urbanisées ou urbanisables représentées sur la carte n° 2, de la manière suivante :

- les données de SBP 2010 sont réparties dans les entités définies par le plan d'affectation, en fonction d'une densité moyenne affectée à chaque type de zone ;
- les données de SBP 2030 sont réparties dans les PSD pour les périmètres PACA selon leur affectation déterminée par les chefs de projets PSD (activité, logements ou mixte) et dans les zones d'affectations actuelles pour les périmètres hors PACA en fonction de la densité moyenne de chaque zone.

La répartition des surfaces brutes de plancher prévues pour 2030 par commune dans les zones actuelles et les périmètres de développement PACA est présentée à l'annexe 1 du présent rapport

La carte de l'annexe 2 présente un indice de densité (coefficient d'utilisation du sol synthétique) pour l'ensemble du périmètre d'étude à l'horizon 2030.

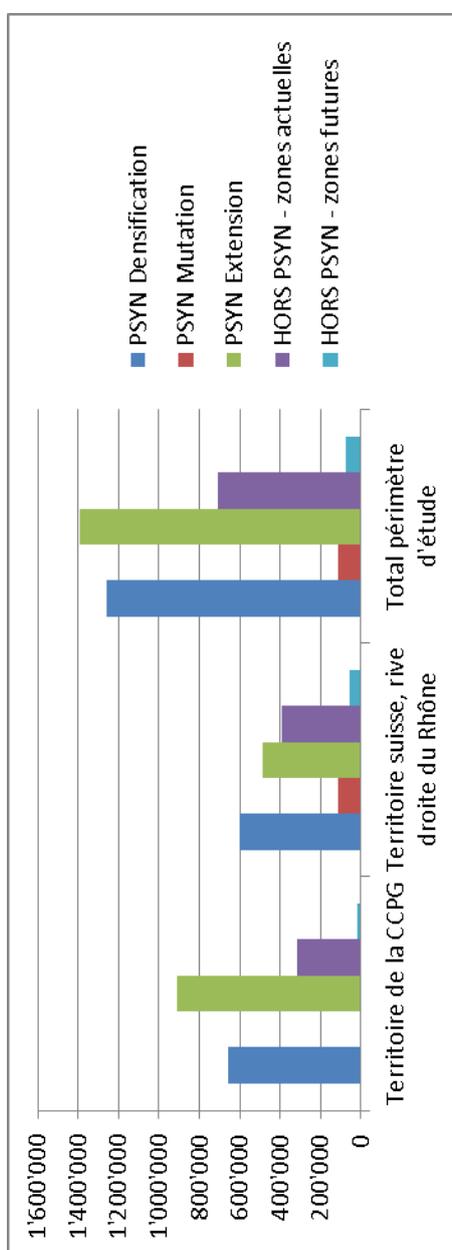
L'appellation « PSYN » (Plan de synthèse) regroupe l'ensemble des zones présentant des projets d'aménagement définis à ce jour, dont les PSD. Le tableau et la figure ci-après présentent la synthèse des SBP et leur typologie à l'horizon 2030, constituant la base pour le calcul des besoins et potentiels énergétiques effectués dans la présente étude.



Tableau 1 : Synthèse de la situation démographique et de l'urbanisation, sur le territoire d'étude, à l'horizon actuel et horizon 2030

Commune	SBP 2010 habitants + emplois	Assainissement énergétique (2.5%/an logements et 2%/an emplois)	Existant non assaini	SBP PSYN (2030)			SBP neuf 2030 - Hors PSYN - zones actuelles	SBP neuf 2030 - Hors PSYN - zones futures	Total SBP (2010+2030)
				Densification	Mutation	Extension			
Territoire de la CCPG	4'178'692	2'022'124	2'156'568	657'036	2'153	907'900	316'503	17'142	6'079'426
Territoire suisse, rive droite du Rhône	6'066'055	2'780'354	3'285'701	599'915	110'630	485'337	389'251	56'156	7'707'343
Total périmètre d'étude	10'244'747	4'802'478	5'442'269	1'256'951	112'782	1'393'237	705'754	73'298	13'786'769

Figure 1 : Répartition des SBP neuves sur les territoires PACA





2.3. Estimation de la demande énergétique en 2030

2.3.1. Besoins en chaud, froid et électricité

Pour l'évaluation des besoins en énergie thermique à l'horizon futur (2030), le scénario « volontariste » décrit dans le rapport Etude Energétique Stratégique Etape 1 a été pris en compte.

Le standard des bâtiments neuf admis correspond au standard de « très haute performance énergétique » (THPE) sur le territoire genevois et à une valeur moyenne de 10% inférieure au standard fixé par la RT 2012 pour le territoire de la Communauté de Commune du Pays de Gex.

Pour le chauffage, les standards de consommation suivants ont été pris comme hypothèse :

Standards thermiques			Logements	Hypothèses de calcul	Activités	Hypothèses de calcul
Neuf	Basse température	France	45	100% RT 2012 « renforcée » ¹	60	100% RT 2012 « renforcée »
		Suisse	38	100% THPE	40	100% THPE
Rénové	Basse température	France	64	100% RT 2012 « renforcée »	92	100% RT 2012 « renforcée »
		Suisse	43	100% THPE	46	100% THPE
Non rénové	Haute température	France	165	Performances thermiques actuelles	165	Performances thermiques actuelles
		Suisse				

Tableau 2 : Standards de consommation thermiques retenus pour le scénario volontariste (kWh/m²)

Les besoins en eau chaude sanitaire (ECS) correspondent à des besoins « haute température ». Selon la norme SIA 380/1, les valeurs moyennes des besoins en énergie pour la production d'ECS sont 21 kWh/m² pour les logements et 7 kWh/m² pour les activités.

Les besoins de froid des activités du périmètre sont estimés à environ 50 kWh/m² de SBP.

¹ Valeur moyenne de 10% inférieure au standard fixé par la RT 2012 pour le territoire du Pays-de-Gex



La consommation électrique moyenne (éclairage, équipements et ventilation), par affectation des bâtiments est la suivante :

Standards électriques		Logements	Activités
Neuf	France	22	28
	Suisse	21	17
Rénové	France	22	33
	Suisse	26	17
Non rénové	France	31	40
	Suisse	30	24

Tableau 3 : Standards de consommation électriques retenus pour le scénario volontariste (kWh/m²)

2.3.2. Estimation des SBP maintenues, assainies et neuves

Un taux de rénovation annuel de 2.5% pour les logements et de 2% pour les activités est considéré pour le bâti existant.

Les périmètres PACA se distinguent en trois zones :

- Zones d'extension
- Zones de densification
- Zones de mutation

Dans le présent rapport, il est admis que les **périmètres d'extension** seront uniquement occupés par des logements neufs en 2030. Les **zones de mutation** sont considérés comme des périmètres intégralement reconstruit par du neuf.

Pour les **zones de densification**, on considère que 50% des constructions initialement présentes sur le site resteront en place et seront rénovés à un taux de 2.5%/an pour les logements et à 2%/an pour les activités. Les nouvelles constructions issues de l'augmentation du nombre d'habitants et emplois sur le périmètre et le solde reconstruit à neuf constitueront les besoins « basses températures » du périmètre concerné.

2.3.3. Cas particuliers

Certaines zones présentant des affectations non-standard ont été traitées de façon différenciée, afin d'évaluer la consommation attendue à l'horizon 2030 pour ces zones spécifiques. Ces zones sont les suivantes :

- Zones industrielles de Meyrin-Satigny-Vernier (Zimeysa, Zimoga, Zodim) : ZIMEYSAVER
- Centre Européen de Recherche Nucléaire (CERN)
- Aéroport International de Genève (AIG)



Les évaluations spécifiques de la consommation d'énergie attendue en 2030 pour ces zones sont décrites ci-après :

ZIMEYSA

L'évaluation de base de la consommation attendue en 2030 pour cette zone a été faite selon la méthode décrite aux paragraphes 2.3.1. Cette évaluation ne prenant pas en compte la consommation d'énergie liée aux processus industriels de la zone, elle a été comparée aux données de consommation totale d'énergie fossile sur la zone transmises par l'Office cantonale de l'énergie (OCEN).

Les besoins thermiques 2010 calculés selon le nombre d'emplois dans la ZIMEYSA sont évalués à 94.7 GWh/an en « haute température ». Les données de consommation fossile révèlent une consommation effective de 98.1 GWh/an de mazout et de gaz. Ainsi, on peut déduire que 5-15% des besoins thermiques sont liés au process, soit entre 5 et 15 GWh actuellement. Selon l'augmentation du nombre d'emplois sur le site, nous avons considéré que 30 GWh de chaud haute température seront nécessaires en 2030 pour les process industriels qui se développent dans cette zone.

Ainsi, la consommation d'énergie fossile mesurée étant supérieure à l'évaluation de base, la différence constatée a été calculée et affectée au poste « besoins HT », permettant d'appréhender de façon préliminaire l'impact des processus industriels sur la consommation d'énergie de la zone.

Toutefois, afin d'évaluer de façon plus précise les besoins énergétiques de ces zones, une étude détaillée devrait être conduite afin de documenter plus précisément les données de consommation d'énergie liées aux processus industriels sur le périmètre élargi de la ZIMEYSAVER.

CERN

La méthode d'évaluation des besoins énergétiques du CERN en 2030 a été réalisée de façon similaire à celle appliquée aux zones industrielles, afin de prendre en compte au mieux les consommations d'énergie liées aux processus industriels développés sur ce site.

AIG

Les besoins spécifiques de l'aéroport sont issus des statistiques de consommation fossile. Pour les besoins thermiques, 40 GWh/an sont nécessaires. Les besoins électriques s'élèvent à environ 60 GWh/an.



2.3.4. Estimation quantitative et qualitative des besoins en 2030

A partir des différents éléments pris en compte, les consommations énergétiques par commune ont été estimées en distinguant :

- Les besoins en chaleur :
 - o Haute température : chauffage des bâtiments non rénovés et besoins en ECS
 - o Basse température : chauffage des constructions neuves ou rénovés
 - o Totaux
- Les besoins en froid,
- Les besoins en électricité liés au tissu bâti.

Ces besoins sont d'une part présentés dans le tableau 4 ci-après et d'autre part dans les fiches signalétiques par commune qui résument les paramètres suivants à considérer pour l'élaboration des stratégies énergétiques à moyen et long terme sur le périmètre du projet :

- la SBP totale
- la répartition entre les SBP neuves/rénovés/existant maintenu
- la répartition entre les SBP dédiées aux logements et aux activités
- les consommations de chaud BT et HT, de froid et d'électricité



	Commune	SBP (m ²)						Evaluation des besoins			
		Logements			Activités			Consommation thermique			Consommation électrique [GWh/an]
		Maintenu	Assaini	Neuf	Maintenu	Assaini	Neuf	Chauffage + ECS HT [GWh/an] (existant maintenu)	Chauffage BT [GWh/an] (Neuf et rénové)	Froid [GWh/an]	
Terroire de la CCPG	Cessy	63'940	63'940	73'740	14'800	10'780	9'540	17.4	9.0	1.8	6.2
	Challex	19'090	19'090	8'410	3'650	2'430	250	4.8	1.8	0.3	1.4
	Chevry	26'160	26'160	11'520	2'280	1'520	160	6.0	2.3	0.2	1.8
	Chezery-Forens	10'320	10'320	4'540	1'820	1'220	120	2.5	1.0	0.2	0.8
	Collonges	31'450	31'450	13'850	4'560	3'040	310	7.6	2.9	0.4	2.3
	Crozet	32'590	32'590	14'350	7'300	4'860	500	8.3	3.2	0.6	2.5
	Divonne-les-Bains	198'040	198'040	116'750	48'340	32'220	12'060	52.0	21.6	4.6	16.4
	Echenevex	23'010	23'010	13'660	4'100	2'740	280	5.8	2.4	0.4	1.8
	Farges	13'250	13'250	5'830	1'370	910	90	3.1	1.2	0.1	0.9
	Ferney-Voltaire	267'690	267'690	452'830	62'080	45'600	132'530	76.7	49.7	12.0	31.8
	Gex	225'170	225'170	270'330	40'630	30'550	65'470	59.8	33.3	6.8	22.3
	Grilly	14'380	14'380	6'330	2'280	1'520	160	3.5	1.4	0.2	1.0
	Leaz	9'430	9'430	4'160	1'370	910	90	2.3	0.9	0.1	0.7
	Lelex	7'670	7'670	3'380	3'880	2'580	260	2.3	0.9	0.3	0.7
	Mijoux	9'600	9'600	4'230	3'420	2'280	230	2.7	1.0	0.3	0.8
	Omex	48'690	48'690	71'990	6'650	4'800	5'240	12.8	7.1	0.8	4.7
	Peron	35'190	35'190	15'500	4'330	2'890	290	8.4	3.2	0.4	2.5
	Pougny	11'510	11'510	5'630	1'370	910	240	2.7	1.1	0.1	0.8
	Prevessin-Moens	104'050	104'050	178'080	22'170	15'260	35'310	29.4	18.2	3.6	11.8
	Saint-Genis-Pouilly	230'110	230'110	441'820	44'980	39'350	141'750	65.8	46.7	11.3	29.0
Saint-Jean-de-Gonville	28'640	28'640	12'610	6'380	4'260	430	7.3	2.8	0.6	2.2	
Sauverny	18'950	18'950	8'350	2'050	1'370	140	4.5	1.7	0.2	1.3	
Segny	24'020	24'020	37'330	7'870	6'030	7'090	7.2	4.2	1.0	2.8	
Sergy	33'420	33'420	15'700	1'370	910	90	7.5	2.9	0.1	2.2	
Thoiry	81'260	81'260	63'530	31'530	21'390	7'960	23.7	10.5	3.0	7.9	
Versonnex	28'240	28'240	12'440	4'100	2'740	280	6.8	2.6	0.4	2.0	
Vesancy	9'130	9'130	3'090	910	610	80	2.1	0.8	0.1	0.6	
Total CCPG	1'605'000	1'605'000	1'869'980	335'590	243'680	420'950	433	235	50	159	
Total Suisse, rive droite du Rhône	Belleue	72'790	72'790	7'770	27'460	18'610	69'880	20.5	7.1	5.8	6.5
	Collex-Bossy	40'790	40'790	390	3'710	2'240	0	9.1	1.9	0.3	2.4
	Dardagny	32'050	32'050	1'180	11'230	6'840	0	8.6	1.8	0.9	2.2
	Genthod	72'760	72'760	16'700	16'360	10'910	14'760	18.4	4.9	2.1	5.3
	Grand-Saconnex	190'740	190'740	180'300	136'880	104'240	243'380	107.3	29.6	24.2	83.7
	Meyrin	318'870	318'870	253'520	377'230	349'290	551'630	154.2	61.5	63.9	49.5
	Pregny-chambesey	86'560	86'560	23'220	88'390	60'250	66'670	34.5	10.0	10.8	9.8
	Russin	13'050	13'050	3'190	1'770	1'070	0	3.1	0.7	0.1	0.9
	Satigny	59'490	59'490	93'080	101'320	96'600	295'440	52.4	22.3	24.7	17.4
	Vernier	478'080	478'080	224'970	238'260	178'490	432'320	148.7	54.6	42.5	47.6
Versoix	228'540	228'540	70'170	52'790	36'460	54'510	58.4	16.4	7.2	17.1	
Total Suisse, rive droite du Rhône	1'593'720	1'593'720	874'490	1'055'400	865'000	1'728'590	615	211	182	242	
Total périmètre d'étude	3'198'720	3'198'720	2'744'470	1'390'990	1'108'680	2'149'540	1'048	445	233	402	

Tableau 4 : Estimation des besoins en 2030 par commune



Commune	SBP totale	Indice de densité simplifié	Répartition neuf/rénové/existant			Répartition log/activités		Consommations			
			Neuf (%)	Rénové (%)	Existant maintenu (%)	SBP logements	SBP activités	chaud BT [GWh]	chaud HT [GWh]	froid [GWh]	electricité [GWh]
Chezery-Forens	28343	0.05	43%	16%	41%	11%	89%	1.0	2.5	0.5	1.0
Collonges	84660	0.18	43%	17%	41%	9%	91%	3.0	7.0	0.5	2.0
Farges	34703	0.05	42%	17%	41%	7%	93%	1.0	3.0	0.5	1.0
Grilly	39035	0.07	43%	17%	41%	10%	90%	1.0	3.5	0.5	1.0
Leaz	25396	0.06	43%	17%	41%	9%	91%	1.0	2.5	0.5	1.0
Lélex	25432	0.04	45%	14%	40%	26%	74%	1.0	2.5	0.5	1.0
Mijoux	29354	0.04	44%	15%	40%	20%	80%	1.0	2.5	0.5	1.0
Péron	93391	0.08	42%	17%	41%	8%	92%	2.5	7.5	0.5	2.0
Saint-Jean-de-Gonville	80976	0.06	43%	16%	41%	14%	86%	2.5	6.5	0.5	2.0
Vesancy	22948	0.10	44%	14%	42%	7%	93%	1.0	2.5	0.5	1.0
Total secteur périphérique	464238		16%	41%	43%	89%	11%	16	42	3	13

Tableau 5 : Besoins énergétiques du secteur "Périphérique"

■ Neuf (%) ■ Rénové (%) ■ Existant maintenu (%) ■ SBP logements ■ SBP activités

Communes	SBP totale	Indice de densité simplifié (SBP/m ² au sol)	Répartition neuf/rénové/existant			Répartition log/activités		Consommations			
			Neuf (%)	Rénové (%)	Existant maintenu (%)	SBP logements	SBP activités	chaud BT [GWh]	chaud HT [GWh]	froid [GWh]	electricité [GWh]
Challex	52915	0.08	43%	16%	41%	12%	88%	1.0	1.0	0.5	0.5
Pougny	31173	0.05	41%	19%	40%	8%	92%	1.0	1.0	0.5	0.5
Dardagny	84001	0.20	52%	1%	47%	22%	78%	1.0	1.0	0.5	0.5
Russin	32234	0.24	46%	10%	44%	9%	91%	1.0	1.0	0.5	0.5
Secteur Rhône	200323	0.11	9%	44%	47%	85%	15%	5.4	19.2	1.5	5.3

Tableau 6 : Besoins énergétiques du secteur "Rhône Sud"



Commune	SBP totale	Indice de densité simplifié	Répartition neuf/rénové/existant			Répartition log/activités		Consommations			
			Neuf (%)	Rénové (%)	Existant maintenu (%)	SBP logements	SBP activités	chaud BT [GWh]	chaud HT [GWh]	froid [GWh]	electricité [GWh]
Cessy	236745	0.12	33%	35%	32%	15%	85%	10	15	5	10
Chevry	67787	0.11	42%	17%	41%	6%	94%	5	10	2	5
Crozet	92188	0.05	43%	16%	41%	14%	86%	5	10	2	5
Divonne-les-Bains	605452	0.09	41%	21%	38%	15%	85%	15	50	5	15
Echenevex	66795	0.03	41%	21%	39%	11%	89%	5	10	2	5
Ferney-Voltaire	1228436	0.58	27%	48%	26%	20%	80%	45	65	10	30
Gex	857311	0.21	31%	39%	30%	16%	84%	35	60	5	20
Ornex	186064	0.10	30%	42%	29%	9%	91%	5	10	2	5
Preussin-Moens	458915	0.09	28%	46%	26%	16%	84%	15	30	5	15
Saint-Genis-Pouilly	1128111	0.24	24%	52%	24%	20%	80%	45	65	10	25
Sauverny	49814	0.10	42%	17%	41%	7%	93%	5	10	2	5
Segny	106345	0.08	30%	42%	28%	20%	80%	5	10	2	5
Sergy	84899	0.07	41%	19%	40%	3%	97%	5	10	2	5
Thoiry	286936	0.10	39%	25%	36%	21%	79%	10	25	5	10
Versonnex	76033	0.09	43%	17%	41%	9%	91%	5	10	2	5
Total secteur central (CCPG)	5531830		40%	29%	31%	83%	17%	216	384	47	145

Tableau 7 : Besoins énergétiques du secteur "Central", Communauté de Commune du Pays de Gex





Commune	SBP totale	Indice de densité simplifié	Répartition neuf/rénové/existant			Répartition log/activités		Consommations				
			Neuf (%)	Rénové (%)	Existant maintenu (%)	SBP logements	SBP activités	chaud BT [GWh]	chaud HT [GWh]	froid [GWh]	electricité [GWh]	
Genève Rive Droite	Bellevue	269313	0.12	37%	29%	34%	43%	57%	10	20	10	10
	Collex-Bossy	88135	0.22	50%	0%	49%	7%	93%	5	10	5	5
	Genthod	204255	0.13	44%	15%	41%	21%	79%	10	20	10	10
	Grand-Saconnex	1046281	0.27	31%	40%	28%	46%	54%	30	100	20	30
	Meyrin	2169409	0.45	32%	37%	31%	59%	41%	50	120	40	30
	Pregny-Chambesey	411646	0.15	43%	22%	36%	52%	48%	10	30	10	10
	Satigny	705272	0.22	23%	55%	22%	70%	30%	20	50	20	10
	Vernier	2030209	0.35	35%	32%	32%	42%	58%	40	120	20	30
	Versoix	671004	0.29	42%	19%	39%	21%	79%	10	60	5	10
Total secteur central (Genève rive droite)	7595524		34%	32%	34%	52%	48%	208	604	183	239	

Tableau 8 : Besoins énergétiques du secteur "Central", Genève rive droite

■ Neuf (%) ■ Rénové (%) ■ Existant maintenu (%) ■ SBP logements ■ SBP activités



Les données présentées dans les tableaux 5 à 8 sont établies à l'échelle des sous-périmètres des communes, selon le découpage des zones d'affectation. Les consommations ont été estimées au niveau communal, en agrégeant les besoins calculés par zones d'affectation.

Sur le périmètre d'étude, les besoins de chaud HT et BT s'élèvent à 1'050 GWh/an et 445 GWh/an respectivement. Les besoins de froid ont été estimés à environ à 235 GWh/an.

Les SBP des bâtiments non rénovés ne représentent que 30% des surfaces brutes de planchers mais constituent près de 80% des besoins de chaud HT.

3. Valorisation des ressources renouvelables

Ce volet, traité de manière exhaustive dans le cadre de l'étape 1, est repris ici de manière résumée en mettant en évidence certains aspects déterminants pour l'élaboration des stratégies énergétiques envisageables.

Afin de tenir compte du mode de répartition géographique des ressources concernées, la présente synthèse introduit la notion de ressource « diffuses », soit l'énergie solaire et la géothermie de faible profondeur, exploitable sur la totalité ou la majorité du périmètre d'étude, et les ressources « localisées » qui sont présentes en un ou plusieurs endroits déterminés du périmètre.

3.1. Ressources diffuses

3.1.1. La géothermie de faible profondeur

Comme mentionné dans l'étape 1 Etude Energétique Stratégique, le périmètre d'étude présente un contexte favorable pour la géothermie de faible profondeur.

L'énergie disponible peut être estimée à partir des hypothèses de production d'énergie suivante : environ 450 MWh/ha/an pour la production de chaud et 400 MWh/ha/an pour la production de froid. Ces ordres de grandeur se basent sur les principes² suivants :

- Implantation de champs de sonde d'une profondeur de 200 m avec un espacement de 20 m
- Recharge thermique en période estivale (au moyen de la production de froid pour le rafraîchissement des bâtiments ou par recharge par panneaux solaires thermiques ou rejets de chaleur)
- Coefficient de performance (COP) des pompes à chaleur (PAC) : 4.0
- Exploitation durable en équilibre avec la recharge naturelle
- Conductivité thermique entre 2.1 et 2.9 (W/mK) et capacité calorifique entre 2.2 et 2.6 (MJ/m³/K)

Les surfaces issues des périmètres d'accueil issus des PACA sont considérées comme entièrement disponibles à la géothermie. Sur les périmètres actuellement bâtis, il est considéré que 10% de la surface pourrait être mise à disposition pour la géothermie.

² Synthèse des données existantes relatives au territoire d'étude : « Evaluation du potentiel géothermique du Canton de Genève (GADZ, 14 janvier 2011)



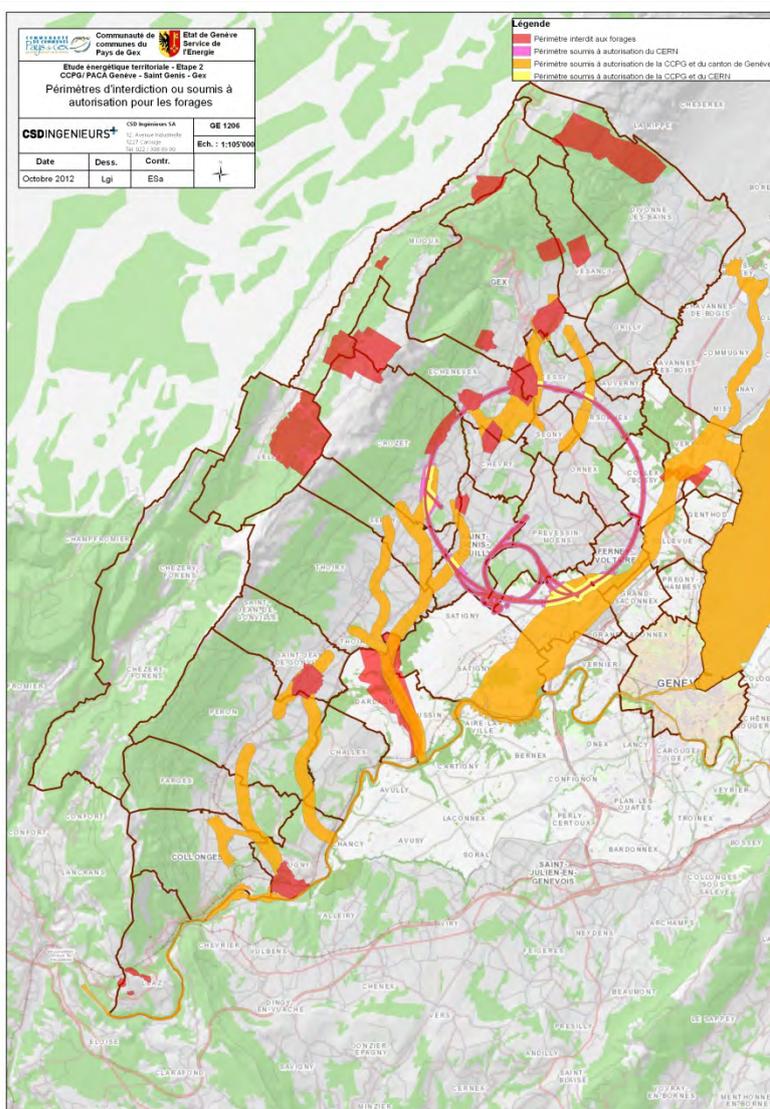
Ces hypothèses permettent d'estimer de façon réaliste le potentiel à l'échelle de grands périmètres, en considérant qu'il est illusoire d'admettre que la totalité des périmètres en question seront occupés intégralement par des champs de sonde.

A l'intérieur du périmètre d'étude, peu de contraintes limitent l'implantation de sondes géothermiques (carte n°4) : il s'agit de secteurs de protection des eaux souterraines et lié à l'implantation de l'anneau LHC du CERN.

Le potentiel géothermique évalué dans la présente étude à l'échelle des différentes communes et sous périmètres prend en considération ces périmètres d'exclusion.

Les hypothèses pour la géothermie faible profondeur :

- 450 MWh/ha/an pour le chaud et 400 MWh/an pour le froid
- 10% des périmètres bâtis existants à disposition
- 100% des nouveaux périmètres à disposition



Carte 4: Périmètre d'interdiction ou soumis à autorisation pour les forages



3.1.2. Le solaire thermique

Les panneaux solaires thermiques permettent de récupérer la chaleur du soleil et de la transmettre aux utilisateurs via un fluide caloporteur. Un rendement de 400 kWh/m² a été établi dans le rapport Etape 1. Les panneaux solaires thermiques permettent de répondre aux besoins « haute température » des bâtiments non rénovés et des besoins d'ECS pour toutes les constructions (ancienne, rénovée ou neuve).

La surface de panneaux solaires thermiques pouvant être installés en toiture a été déterminée en fonction de l'affectation de la zone. Les gabarits estimés sont les suivants :

- R+1 : Zone aéroportuaire et zone à faible densité
- R+2 : Zone d'activité économique et zone centre village
- R+3 : Zone à moyenne densité
- R+5 : Zone de centre historique et zones à forte densité

Environ 50% des nouvelles toitures ne seront pas utilisables (encombrement en toiture lié aux installations thermiques). Pour les toitures d'immeubles existants, le taux de couverture par les panneaux thermiques est fixé à 30% de la toiture totale.

La surface brute de toiture nécessaire à l'installation de 1 m² de panneau solaire thermique est de 3 m², garantissant ainsi des performances optimales.

Les hypothèses pour le solaire thermique sont :

- 400 kWh/m² de panneau³
- 30% des toitures du bâti existant à disposition
- 50% des nouvelles toitures à disposition
- Par m² de panneau, 3 m² de toiture nécessaires
- 85% du potentiel solaire est réellement utilisable en HT

A partir des hypothèses d'implantation de panneaux en toiture, une analyse de sensibilité a été effectuée dans le cadre de l'élaboration des stratégies (augmentation des taux considérés de 10%) afin d'évaluer l'importance de ce paramètre par rapport à la satisfaction globale des besoins.

3.1.3. Le bois

Sur la base du rapport étape 1, le potentiel futur d'approvisionnement en bois naturel dans le périmètre d'étude est estimé à 70 GWh/an à partir des statistiques de consommation actuelle et d'une exploitation durable des ressources présentes dans le périmètre, selon les données issues de la thèse VIRAGE du Dr. Faessler.

Le chauffage au bois est à favoriser dans les zones peu urbanisées et peu densément peuplées mais ne constitue pas une option à recommander à proximité du cœur de l'agglomération genevoise soumise à des niveaux de pollution ne respectant pas les prescriptions de l'OPAir et de la Directive européenne sur la qualité de l'air.

³ Synthèse des données existantes relatives au territoire d'étude : « valorisation intensive des énergies renouvelables dans l'agglomération franco-valdo-genevoise (VIRAGE) dans une perspective de société à 2000 W » (J. Faessler, 2011)



3.2. Ressources localisées

3.2.1. Lac

En tenant compte de la proportion de population présente dans notre périmètre d'étude, qui représente environ 30% de la population totale entourant le Petit-Lac, le gisement en énergie thermique disponible pour notre périmètre dans le cadre d'une exploitation durable du Léman peut être estimé à un ordre de grandeur de **400 à 600 GWh/an**.

3.2.2. Nappe de Montfleury

La nappe de Montfleury présente des caractéristiques hydrogéologiques favorables pour une utilisation thermique (perméabilité, épaisseur). Un bémol pourrait cependant être le fait de sa forte profondeur (jusqu'à une cinquantaine de mètres sous l'aéroport et les zones industrielles de Meyrin-Vernier), qui impliquera des frais importants de mise en œuvre (ouvrages de captage et de restitution profonds et énergie de pompage élevée), toutefois largement acceptables pour des projets d'une certaine envergure.

Sur la base des paramètres connus ou estimés de la nappe, les simulations réalisées donnent les résultats suivants pour l'estimation du potentiel thermique théoriquement exploitable sur l'ensemble de la nappe, tirées du rapport « Potentiel Géothermique Genevois » :

Nappe de Montfleury Stot 17'923'444 m ²	Potentiel unitaire de la nappe (W/m ²)	Puissance thermique totale tirée de la nappe (MW)	Energie thermique (2'000 h/an) (PAC avec COP = 5) (GWh/an)	Energie de rafraîchissement par géocooling (GWh/an)
	1,87	33,5	84	67

Tableau 9 : Potentiel thermique théorique exploitable sur la nappe de Montfleury

La nappe de Montfleury présente donc un potentiel thermique important dont l'affectation pour tout ou partie à l'exploitation thermique doit encore être confirmée. Elle est toutefois située à une profondeur importante, généralement supérieure à 40 m dans les secteurs urbanisés ou à développer.

Un forage pour l'approvisionnement en eau potable est prévu à Ferney-Voltaire près de l'aéroport. L'utilisation de la nappe comme ressource géothermique à l'amont de ce forage est à confirmer.

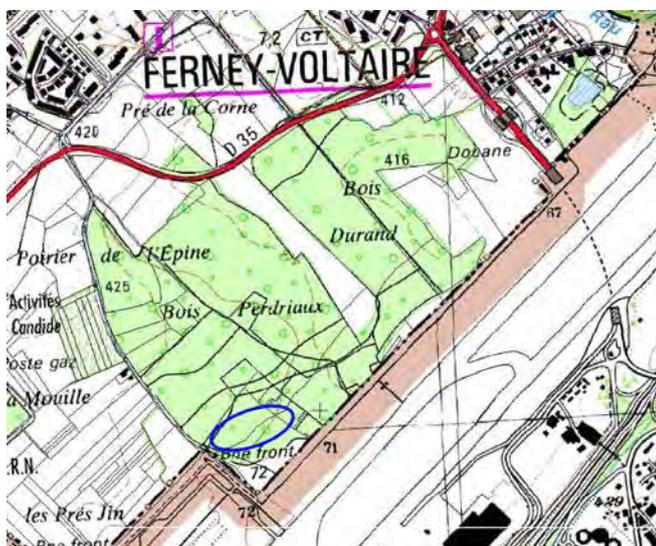


Figure 2 : Site du forage en eau potable sur la nappe de Montfleury (France)

L'exploitation de cette nappe est à considérer en particulier pour les secteurs à urbaniser de ZIMEYSA-Vernier – Meyrin et de Ferney-Voltaire – Grand-Saconnex, situés à faible distance de cet aquifère.

L'énergie disponible pour ces périmètres peut être estimée à environ **20 GWh/an**.

3.2.3. Valorisation de rejets thermiques existants ou potentiels

Un inventaire des principaux rejets thermiques déjà valorisés ou potentiellement valorisables sur le périmètre d'étude a été établi. Les éléments décrits ci-après sont reportés sur la carte n°7 :

➤ **Usine d'incinération des Cheneviers:**

L'usine d'incinération des Cheneviers construite en 1966 (les fours en service datent de 1995) génère d'importants rejets thermiques à différentes températures.

L'énergie haute température est valorisée au moyen du réseau de chauffage à distance CADIOM qui alimente actuellement différentes communes de la rive gauche du canton de Genève. Une connexion avec le CAD alimenté par la Centrale thermique du Lignon (cf. chapitre 6) est réalisée depuis novembre 2012. Elle permet une meilleure valorisation de la chaleur hors de la période hivernale (augmentation du nombre de foyers raccordés pour l'eau chaude sanitaire).

La puissance thermique est de 40 MW et l'énergie valorisée par CADIOM est d'environ 150 GWh/an actuellement et devrait passer à environ 210 – 220 GWh/an dès connexion avec le CAD Lignon.

L'UIOM des Cheneviers génère également d'importants rejets de chaleur basse température non valorisés, estimés à un ordre de grandeur d'environ 230 GWh/an.

L'UIOM des Cheneviers arrivant en fin de vie (2020-2025), la question de la construction d'une nouvelle installation de traitement des déchets est posée. Cette nouvelle installation devrait être implantée sur le site de l'usine existante ou à proximité (secteur du Bois-de-Bay). Dans tous les cas, cette nouvelle unité devrait être planifiée de façon à être raccordée au réseau CADIOM existant. L'optimisation de la valorisation énergétique constitue un des paramètres de conception prioritaire de la nouvelle usine qui devrait donc fournir une quantité d'énergie thermique valorisable au moins équivalente à l'usine actuelle, même dans l'hypothèse d'une légère diminution des déchets incinérés.

La part de rejets de chaleurs attribuable au périmètre d'étude est estimé à environ 60 GWh/an.



➤ **STEP:**

Les stations d'épuration des eaux usées rejettent des eaux d'une température supérieure au milieu ambiant tout au long de l'année avec un potentiel d'énergie valorisable qui dépend de la capacité de l'installation concernée qui détermine le débit d'eau rejetée.

Actuellement ces rejets de chaleur basse température ne sont pas encore valorisés, mais pourraient l'être moyennant la mise en œuvre de pompes à chaleur et d'un réseau de chauffage à distance « basse température ».

Les gisements en énergie thermique disponibles pour les principales STEP présentes dans le périmètre d'étude peuvent être estimés comme suit :

❖ STEP d'Aire:

- Capacité 600'000 EH
- Puissance: 30 MW,
- Energie: 240 MWh/an

❖ STEP Bois de Bay

- Capacité :...130'000 EH
- Puissance: 7.3 MW,
- Energie: 60 MWh/an,

❖ STEP de Divonne

- Puissance min: 1 MW,
- Puissance moyenne: 1,9 MW,
- Energie totale: 16 GWh/an.

❖ STEP d'Oudar

- Puissance min: 50 KW,
- Puissance moyenne: 0,5 MW,
- Energie totale: 5 GWh/an.



➤ **CERN:**

Le CERN est composé des deux sites principaux de Meyrin et de Prévessin et de 7 points d'exploitation de l'accélérateur de particules LHC. La prise de contact avec les responsables du CERN a confirmé la présence de rejets thermiques liés au processus de refroidissement du LHC potentiellement valorisables pour les 2 sites principaux ainsi que pour les points LHC suivants :

- P2: St-Genis-Pouilly,
- P4: Echevenex,
- P5: Cessy,
- P6: Versonnex,
- P8: Ferney-Voltaire.

Ces rejets de chaleur présentent des niveaux de températures de l'ordre de 25 à 30°C et sont a priori disponibles sur des périodes prolongées. Cependant, ces rejets étant conditionnés en premier lieu par l'exploitation du LHC. Les arrêts du LHC sont environ tous les 5 ans durant une période d'une année. En dehors de ces périodes, il n'y a pas d'opération du LHC durant les mois de décembre à février mais l'infrastructure cryogénique du LHC continue et il y a possibilité de récupérer les rejets thermique durant ces périodes. Les expériences sur l'accélérateur de particules sont actuellement planifiées jusqu'en 2025. Ainsi, aucune garantie de fourniture ne peut donc être envisagée en continue et à long terme dans l'optique d'une valorisation thermique mais le CERN peut être une ressource d'appoint intéressante.

➤ **Aéroport International de Genève (AIG):**

Les rejets thermiques disponibles sur le site de l'aéroport sont valorisés à l'intérieur même du périmètre aéroportuaire.

➤ **Industrie et autres activités économiques :**

Les zones industrielles situées dans le périmètre d'étude, et en particulier celles de ZIMEYSA, ZIMOGA et du Pays de Gex, abritent des entreprises qui présentent potentiellement des rejets thermiques valorisables, issus soit de processus industriels, soit de refroidissement de locaux en période estivale.

Les bâtiments concernés représentant pour la plupart de grandes surfaces d'activités, ils sont potentiellement considérés comme des « Gros consommateurs », au sens de la Loi genevoise sur l'Energie. Ainsi, dans le cadre du processus d'identification de ces gros consommateurs mis en œuvre actuellement sous l'égide de l'OCEN, une évaluation des besoins thermiques et une la faisabilité d'une boucle d'anergie pour quelques entreprises de la ZIMEYSA est en cours. Pour le grand projet ZIMEYSAVER des concepts énergétiques territoriaux devront être établis : la valorisation des rejets énergétiques et de matières selon le principe d'écologie industrielle prévue par la loi sera étudiée. La réalisation d'une démarche de valorisation systématique pourrait nécessiter la mise en œuvre coordonnée d'infrastructures de stockage de chaleur à grande échelle.

Par conséquent, le potentiel de valorisation de rejets de chaleur sur les zones industrielles du périmètre d'étude doit être considéré comme une opportunité permettant à moyen terme de diminuer les besoins d'énergie nets de ces périmètres. Toutefois, cette démarche étant actuellement aux stades préliminaires, l'évaluation de son potentiel n'est pas encore possible actuellement.



3.3. Infrastructures énergétiques

3.3.1. Infrastructures énergétiques existantes et planifiées

Les infrastructures énergétiques existantes ou planifiées (centrales de production ; réseaux de distribution) significatives à l'échelle du territoire de la présente étude sont représentées sur la carte n°7 et synthétisées le tableau ci-après :

Type	Existant			Projeté / Planifié		
	Installation de production	Réseau	Niveau de température	Installation de production	Réseau	Niveau de température
Centrales thermiques (fossile)	Centrale thermique du Lignon (gaz/appoint mazout) P : 109 MW, augmentée à 160 MW fin 2012. E _{th} : 220'000 GWh/an dès 2013	CAD Lignon – Meyrin - Vieussieux	Haute température	Centrale d'appoint dans le secteur de Meyrin P : 20-30 MW	CAD Lignon – Meyrin - Vieussieux	Haute température
	Centrale thermique du CERN (gaz) P : 45 MW					
	Centrale chaleur force (biomasse)	-	-	-	Projet « Pôle Bio » au Bois-de-Bay : CCF avec incinération Bois usagé et méthanisation déchets organiques (P _{th} : 10 MW) ; E _{gl} : 20 GWh/an; E _{th} : 70 GWh/an; E _{biogaz} : 10 GWh/an	Raccordement envisagé au CADIOM et option réalisation nouveau réseau en direction de Vernier ou de la ZIMEYSA
Hydrothermie	-	-	-	Station de pompage hydrothermique au Vengeron (Q : 3.8 m ³ /s) ; P _{th} (froid) 80 MW	Réseau Genève Lac Aéroport – extension sur territoire français envisageable	Source: basse température
Géothermie grande profondeur (GGP)				Campagne de prospection intensive engagée à l'échelle du bassin genevois élargi		Haute température
				Identifier zones intensément fracturées (P > 3 km ; t _h > 90°C) afin de permettre production d'électricité et valorisation directe chaleur		

Tableau 10 : Infrastructures existantes ou planifiées

L'ensemble du territoire d'étude est en outre desservi de manière adéquate par des réseaux électriques haute tension. Il en va de même en ce qui concerne les réseaux de transport de gaz haute pression, qui ne desservent toutefois pas le périmètre de la Vallée de la Valserine.

La capacité d'approvisionnement du Canton de Genève sera par ailleurs augmentée par la réalisation d'un nouveau gazoduc haute pression raccordé au gazoduc Transjura, entre Trélex et Colovrex à l'extrémité de l'aéroport.



3.3.2. Principes et conditions de base pour la mise de œuvre de centrales chaleur-force (CCF)

La production combinée d'électricité et de chaleur (couplage chaleur-force) à partir d'une source d'énergie fossile ou non est une solution technique permettant d'obtenir de hauts degrés d'efficacité exergetique⁴. A ce titre, elle est encouragée par la Loi suisse sur l'Energie, dans son article 21 al. 1 :

« Afin d'éviter le gaspillage d'énergie lors de la production de chaleur, l'autorité compétente encourage les systèmes chaleur-force, lorsque les conditions techniques et économiques sont réunies. »

Par conséquent, les installations CCF doivent être considérées à l'avenir comme la règle, les chaudières simples à condensation devenant l'exception. Ces installations permettent de produire simultanément de l'électricité et de la chaleur avec un rendement global de 90%, comme le montre la figure ci-après :

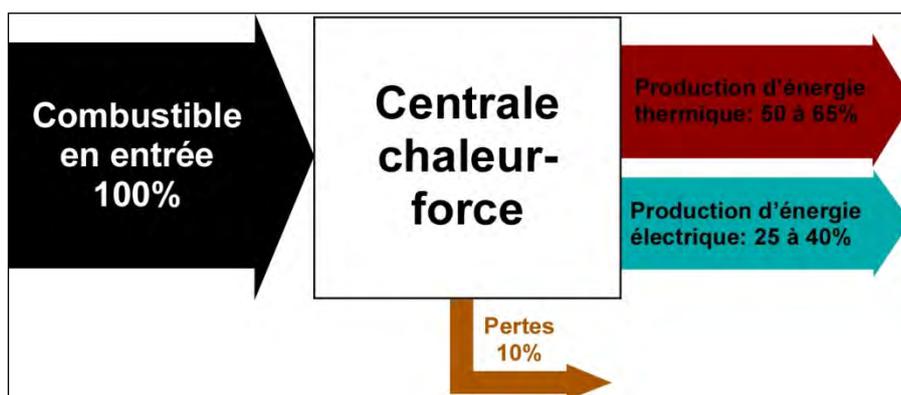


Figure 3 : Rendement d'une centrale Chaleur-force

Les installations CCF peuvent être classifiées en fonction de leur puissance électrique installée, selon les caractéristiques présentées dans le tableau ci-après :

⁴ Exergie : Quantité maximum d'énergie qui pourrait être transformée en travail



Classification des CCF en fonction de la puissance électrique installée			
Puissance électrique [MW]	Typologie de bâtiments raccordés	Dimensionnement	Heures de fonctionnement annuelles
1 - 20 kW	Pour villas individuelles, pas de réseau CAD	En fonction des besoins de chaleur et éventuellement d'ECS	< 2'500
20 - 100 kW	Immeubles individuels, pas de réseau CAD	En fonction des besoins de chaleur et éventuellement d'ECS	< 2'500
100 kW - 5 MW	Quartiers d'habitations et/ou services, ou besoins industriels, réseau CAD nécessaire	En fonction des besoins de chaleur, d'ECS, de chaleur de process ou en fonction des besoins d'électricité Chaudière de pointe complémentaire nécessaire	min. 3'000
5 MW - 500 MW	Quartiers d'habitations et/ou services, ou besoins industriels, réseau CAD nécessaire	En fonction des besoins d'électricité, éventuels stockage ou rejets de chaleur excédentaire Chaudière de pointe complémentaire nécessaire	8'600

Tableau 11 : Classification des CCF en fonction de la puissance électrique installée

Pour les CCF dont la puissance thermique dépasse 300 kW, une chaudière de pointe complémentaire est nécessaire, et est utilisée environ 3'200 h par année, comme présenté sur le graphe suivant tiré du rapport du Conseil fédéral « Fondements pour une stratégie CCF », de septembre 2012 :

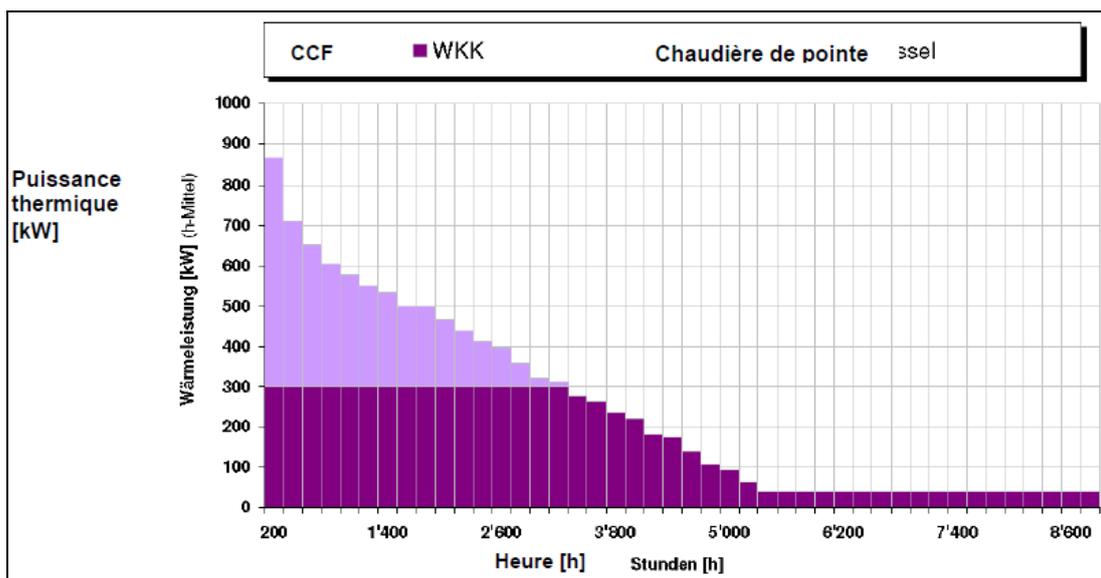


Figure 4 : Fonctionnement d'une chaudière CCF



Sur cette base, on peut considérer les critères d'implantation suivants :

- Pour des besoins thermiques inférieurs à 20 kW, des installations décentralisées peuvent être envisagées pour des zones urbanisées de faible densité
- Pour des besoins thermiques compris entre 20 kW et 100 kW, des installations décentralisées par immeubles peuvent être envisagées
- Pour des puissances thermiques comprises entre 100 kW et 5 MW, un réseau de chauffage à distance permettant de valoriser la production de chaleur est nécessaire. En considérant des impératifs de rentabilité relatifs à la longueur des conduites à distance à installer, ces installations doivent être planifiées dans des zones de moyenne à forte densité
- Enfin, pour des puissances thermiques supérieures à 5 MW, un réseau de chauffage à distance est également nécessaire, et par conséquent l'implantation de telles infrastructures doit être planifiée dans des zones de forte à très forte densité.



4. Objectifs et critères d'évaluation des stratégies énergétiques

Les stratégies énergétiques à développer à l'échelle du périmètre d'étude doivent répondre aux objectifs de durabilité des points de vue de la protection de l'environnement et économique.

Les objectifs doivent permettre de concrétiser les objectifs à moyen et long terme définies aux différentes échelles des territoires concernés, , notamment facteur 4 côté français et de la « société à 2000 watts sans nucléaire » côté genevois.

Les stratégies élaborées doivent permettre de traduire concrètement les principes de sobriété énergétique et d'approvisionnement durable, notamment par la prise en compte des principes structurants suivants :

1. Diminution des besoins énergétiques
2. Valorisation du potentiel énergétique local renouvelable et des rejets thermiques
3. Développement d'infrastructures et d'équipements efficaces pour la production et la distribution de l'énergie
4. Prise en compte et organisation des relations entre les acteurs en rapport avec leur environnement.

Le premier principe énoncé a été considéré par la prise en compte du scénario « volontariste » de maîtrise des besoins futurs qui intègre l'application à large échelle des standards énergétiques les plus performants et considère un taux d'assainissement énergétique du tissu bâti existant de 2,5 % par année



Sur la base de ces éléments, la définition et l'évaluation des stratégies énergétiques est basée sur la prise en compte des objectifs suivants :

A. DURABILITE, ADEQUATION A LA POLITIQUE ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTALE

1. **Valorisation optimale de la totalité du potentiel en énergie renouvelable disponible**, en cohérence avec le territoire global de l'agglomération franco-valdo-genevoise (mettre les périmètres d'extension urbaine au service de la transition énergétique des secteurs urbanisés environnants)
2. **Augmentation de la proportion des énergies renouvelables**
3. **Diminution des émissions de CO₂**
4. **Amélioration de l'efficacité de la production de chaleur à partir des énergies fossiles (CCF)**
5. **Stabilisation de la consommation en électricité à un niveau compatible avec les capacités de production à partir des ressources renouvelables**

B. FAISABILITE OPERATIONNELLE ET ECONOMIQUE :

1. **Coût de fourniture de l'énergie et stabilité vis-à-vis des évolutions futures**
2. **Faisabilité opérationnelle en matière de transition énergétique des périmètres urbains existants**
3. **Sensibilité par rapport aux incertitudes relatives au développement futur des territoires concernés**
4. **Degré de difficulté lié à la mise en œuvre et à la coordination/mobilisation des différents acteurs impliqués**



5. Définition et évaluation des stratégies envisageables

5.1. Principes de base

Le premier fondement sur lequel est basée l'élaboration des stratégies énergétiques envisageables est celui d'une valorisation optimale du potentiel en énergie renouvelable réparti sur l'ensemble du périmètre d'étude.

Ce potentiel, dénommé potentiel d'énergie renouvelable « diffus » dans le cadre de la présente étude est essentiellement constitué des deux ressources suivantes :

- Énergie solaire (ressource haute température)
- Géothermie faible profondeur (ressource basse température)

dont le potentiel de valorisation a été déterminé de manière différenciée pour les périmètres déjà urbanisés et les périmètres à urbaniser selon les hypothèses présentées au paragraphe 3.1.

Ce potentiel en énergie renouvelable « diffuse » est ensuite à mettre en rapport à l'échelle de chaque commune du périmètre d'étude avec les besoins estimés à l'horizon 2030, en distinguant :

- Les besoins en chaleur totaux : bilan entre potentiel géothermique faible profondeur et solaire et besoins en chaleur totaux
- Les besoins en chaleur haute température : bilan entre potentiel solaire et besoins en eau chaude sanitaire et chauffage des bâtiments existants non assainis
- Les besoins en chaleur compatibles basse température : bilan entre potentiel géothermique faible profondeur et besoins en chauffage des bâtiments neufs et existants assainis
- Les besoins en froid : bilan entre potentiel de refroidissement par sondes géothermiques faible profondeur et les besoins estimés en froid (activités).

Ces différents bilans établis à l'échelle des communes font l'objet du chapitre 5.2 ci-après. Ils permettent d'identifier les déficits ou les excédents entre les différents besoins et ressources en tant que donnée de base pour envisager la mise à contribution et l'affectation des autres ressources potentiellement disponibles à l'échelle du périmètre d'étude.

Ces autres ressources énergétiques potentiellement disponibles mentionnées au paragraphe 3.2 et représentées sur les cartes 6 et 7, sont localisées dans des secteurs bien définis du périmètre d'étude. Les principales ressources se trouvent au sud du périmètre. La mise à disposition de ces ressources à l'échelle territoriale implique la mise en œuvre de réseaux et des infrastructures techniques associées.

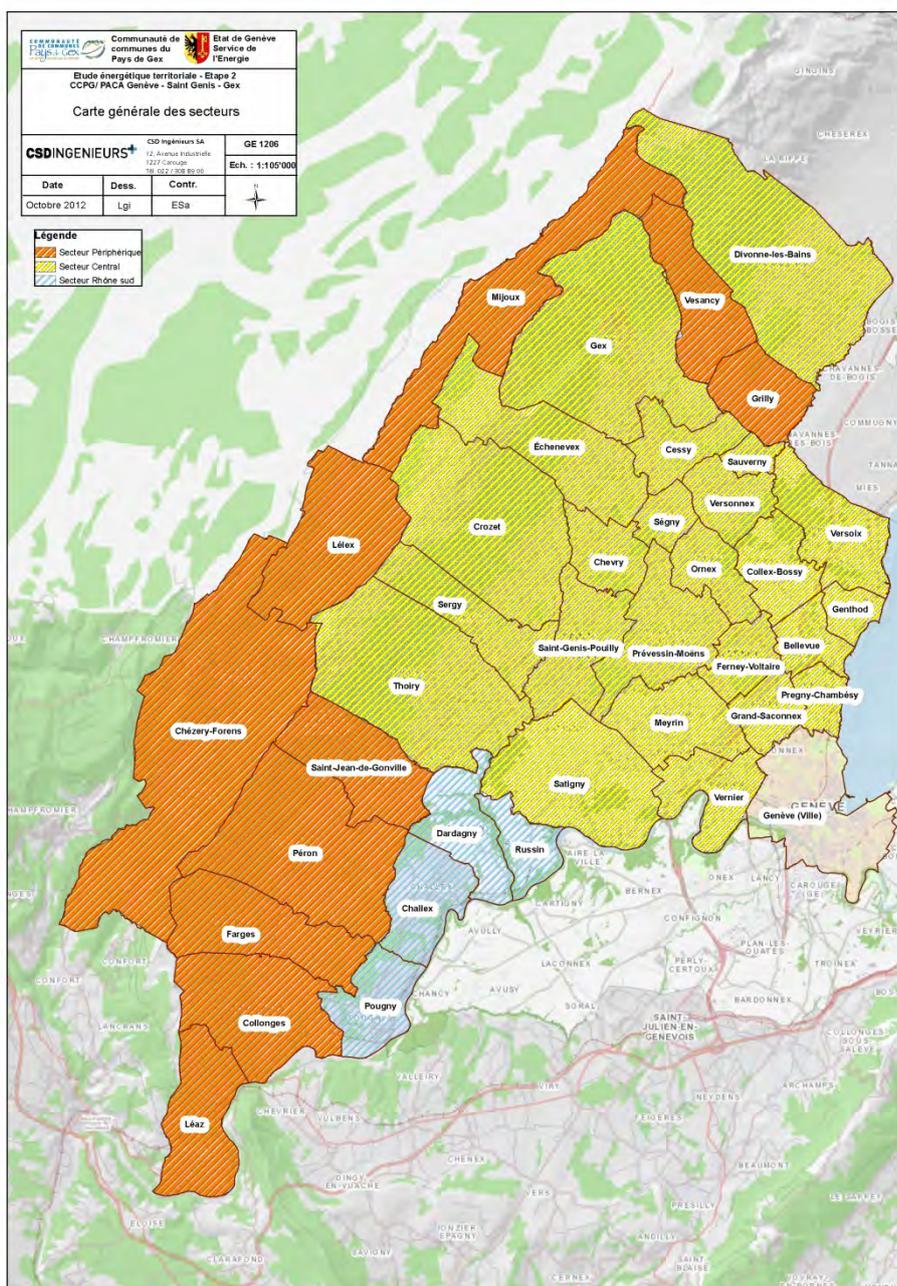
L'évaluation préliminaire des conditions cadre dans lesquelles la mise en œuvre de réseaux énergétiques (en particulier un réseau BT) peut être envisagée et fait l'objet du paragraphe 5.2 ci-après.

L'approche mise en œuvre tient compte des infrastructures énergétiques existantes et d'une valorisation optimisée de l'énergie fossile.

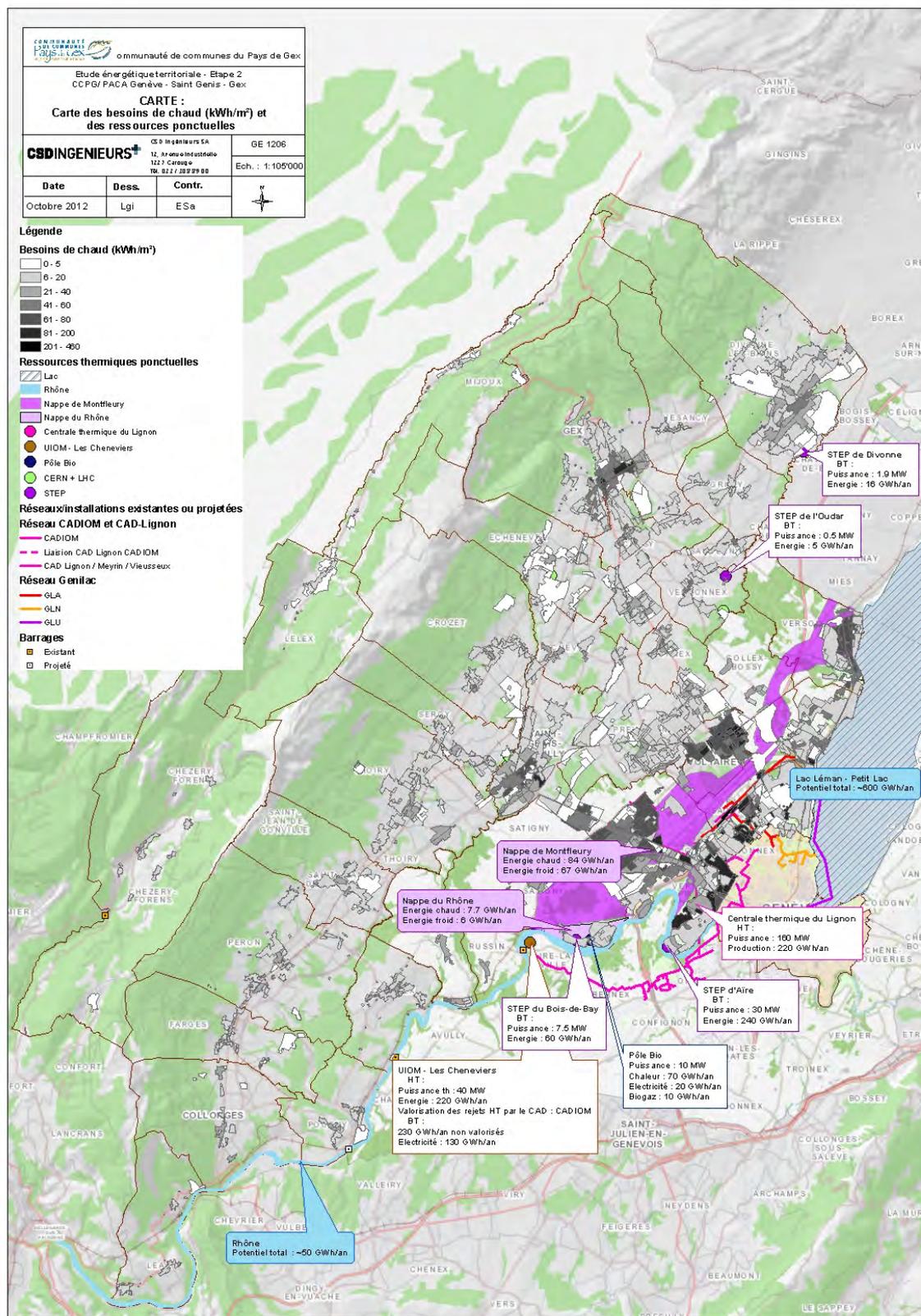


L'élaboration des stratégies énergétiques tient compte d'une répartition du périmètre d'étude en 3 secteurs distincts, représentés sur la carte n°5 ci-après, définis en fonction de leurs caractéristiques territoriales en matière de demande et d'offre en énergie :

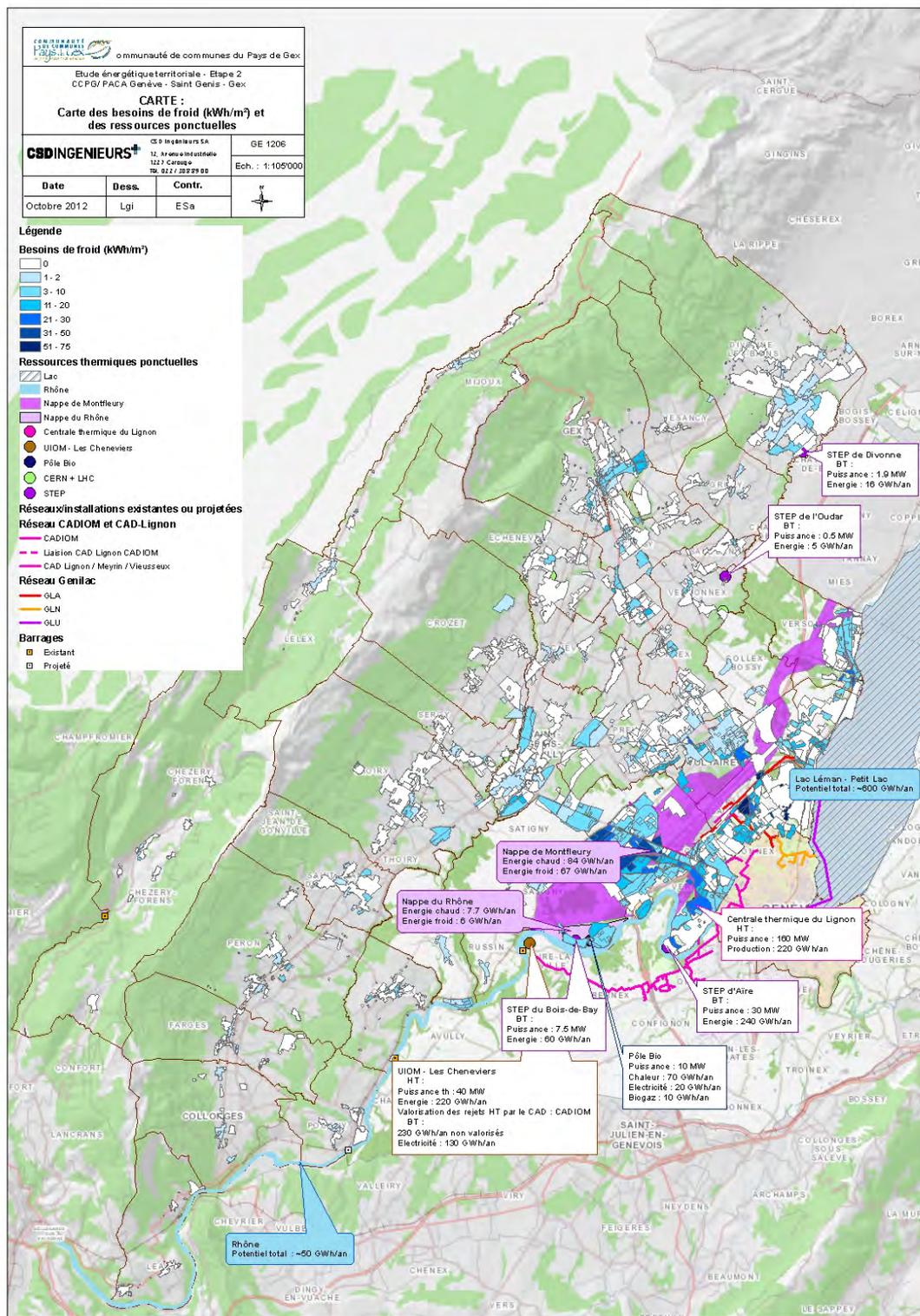
- a. Secteur périphérique
- b. Secteur « Rhône sud »
- c. Secteur « central »



Carte 5: Secteurs du périmètre d'étude



Carte 6 : Carte des besoins de chaud et des ressources énergétiques ponctuelles



Carte 7: Carte des besoins de froid et des ressources énergétiques ponctuelles



5.2. Evaluation des déficits et des excédents « besoins – potentiel diffus »

5.2.1. Secteur « périphérique »

Le secteur périphérique comprend les communes suivantes :

1. Chézery-Forens
2. Collonges
3. Farges
4. Grilly
5. Léaz
6. Lélex
7. Mijoux
8. Peron
9. Saint-Jean-de-Gonville
10. Vesancy

Ces communes sont caractérisées par une urbanisation villageoise et diffuse et une faible densité de population. Elles se situent à proximité des ressources de bois et sont en revanche éloignées des autres ressources en énergie renouvelables, localisées essentiellement au sud et à l'est du périmètre.

L'optimisation de l'exploitation des ressources diffuses sur les communes du secteur périphérique permettrait de fournir 6.5 GWh de chaud HT grâce au solaire, 19.3 GWh de chaud BT et 16.7 GWh de froid par la géothermie peu profonde.

Le bilan entre les ressources diffuses et les besoins de ces communes permet de voir que les besoins de froid sont couverts pour toutes les communes grâce à la géothermie de faible profondeur.

Pour le chauffage BT, la quasi-totalité des communes peut couvrir ses besoins par la géothermie faible profondeur. Les communes de Collonges et Saint-Jean-de-Gonville ont cependant un déficit de respectivement 1.5 et 1.6 GWh.

Les besoins de HT pour le chauffage du bâti existant et les besoins d'ECS ne peuvent en revanche être intégralement pris en charge par l'énergie solaire : le déficit global sur le secteur « périphérique » s'élève à environ 35 GWh. Le tableau et la figure ci-après présentent ces résultats par commune :

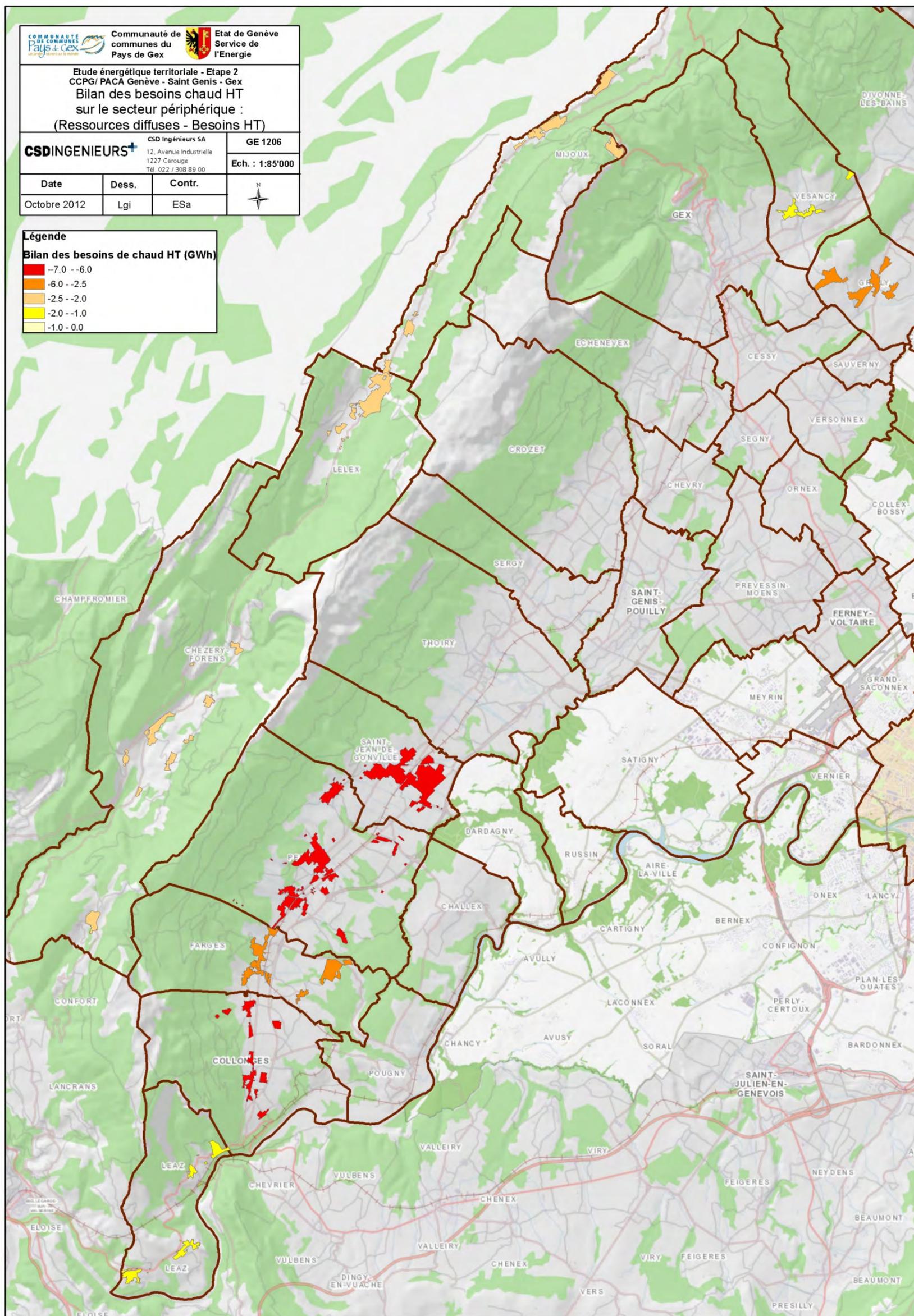


Commune	Potentiel en ressources "diffuses"			Bilan = Ressources - Besoins			
	Potentiel solaire	Potentiel géothermie chaud	Potentiel géothermie froid	Bilan chaud BT	Bilan chaud HT	Bilan chaud	Bilan froid
Chézery-Forens	0.5	2.1	1.9	1.1	-2.1	-1.0	1.7
Collonges	1.0	1.4	1.2	-1.5	-6.6	-8.1	0.8
Farges	0.5	1.7	1.5	0.5	-2.6	-2.1	1.4
Grilly	0.6	2.7	2.4	1.3	-2.9	-1.6	2.2
Léaz	0.3	1.3	1.2	0.4	-2.0	-1.5	1.1
Lélex	0.3	0.9	0.8	0.1	-2.0	-2.0	0.5
Mijoux	0.4	2.1	1.8	1.0	-2.3	-1.2	1.5
Péron	1.4	4.8	4.2	1.6	-7.0	-5.4	3.9
Saint-Jean-de-Gonville	1.2	1.2	0.8	-1.6	-6.1	-7.7	0.2
Vesancy	0.3	1.0	0.9	0.2	-1.8	-1.6	0.8
Total secteur "périphérique"	6.5	19.3	16.7	3.2	-35.4	-32.2	14.1

Commune	Statistiques des communes (2030)		Consommations				Potentiel en ressources "diffuses"			Bilan = Ressources - Besoins			
	SBP totale	Répartition neuf/rénové/existant	chaud BT [GWh]	chaud HT [GWh]	froid [GWh]	electricité [GWh]	Potentiel solaire	Potentiel géothermie chaud	Potentiel géothermie froid	Bilan chaud BT	Bilan chaud HT	Bilan chaud	Bilan froid
Chézery-Forens	28'343	43% Neuf, 16% Rénové, 41% Existant	1.0	2.5	0.2	0.8	0.5	2.1	1.9	1.1	-2.1	-1.0	1.7
Collonges	84'660	43% Neuf, 17% Rénové, 41% Existant	2.9	7.6	0.4	2.3	1.0	1.4	1.2	-1.5	-6.6	-8.1	0.8
Farges	34'703	42% Neuf, 17% Rénové, 41% Existant	1.2	3.1	0.1	0.9	0.5	1.7	1.5	0.5	-2.6	-2.1	1.4
Grilly	39'035	43% Neuf, 17% Rénové, 41% Existant	1.4	3.5	0.2	1.0	0.6	2.7	2.4	1.3	-2.9	-1.6	2.2
Léaz	25'396	43% Neuf, 17% Rénové, 41% Existant	0.9	2.3	0.1	0.7	0.3	1.3	1.2	0.4	-2.0	-1.5	1.1
Lélex	25'432	45% Neuf, 14% Rénové, 40% Existant	0.9	2.3	0.3	0.7	0.3	0.9	0.8	0.1	-2.0	-2.0	0.5
Mijoux	29'354	44% Neuf, 15% Rénové, 40% Existant	1.0	2.7	0.3	0.8	0.4	2.1	1.8	1.0	-2.3	-1.2	1.5
Péron	93'391	42% Neuf, 17% Rénové, 41% Existant	3.2	8.4	0.4	2.5	1.4	4.8	4.2	1.6	-7.0	-5.4	3.9
Saint-Jean-de-Gonville	80'976	43% Neuf, 16% Rénové, 41% Existant	2.8	7.3	0.6	2.2	1.2	1.2	0.8	-1.6	-6.1	-7.7	0.2
Vesancy	22'948	44% Neuf, 14% Rénové, 42% Existant	0.8	2.1	0.1	0.6	0.3	1.0	0.9	0.2	-1.8	-1.6	0.8
Total secteur "périphérique"	464'238		16.1	41.8	2.6	12.5	6.5	19.3	16.7	3.2	-35.4	-32.2	14.1

Tableau 12 : Evaluation des déficits et des excédents « besoins – potentiel diffus » du secteur « périphérique »

■ Neuf (%) ■ Rénové (%) ■ Existant maintenu (%)



Carte 8: Bilan des besoins de chaud HT – secteur « périphérique »



5.2.2. Secteur « central »

Les bilans par commune du secteur « central » font l'objet des tableaux, des graphiques et de la figure 5 ci-après.

A l'échelle du secteur global, on constate un déficit au niveau de la chaleur haute température d'environ 810 GWh (besoins HT de 990 GWh réduit au regard du potentiel solaire thermique de 180 GWh), comme représenté sur la figure 5 ci-dessous.

Le graphique montre que même en maximisant la mise en œuvre de panneaux solaires (augmentation des surfaces mises à contribution de 30 à 40 % sur l'ensemble des bâtiments existants et de 50 à 60% pour les nouvelles constructions), le déficit mis en évidence n'est pas réduit de manière significative (réduction d'environ 45 GWh, soit d'environ 6% uniquement).

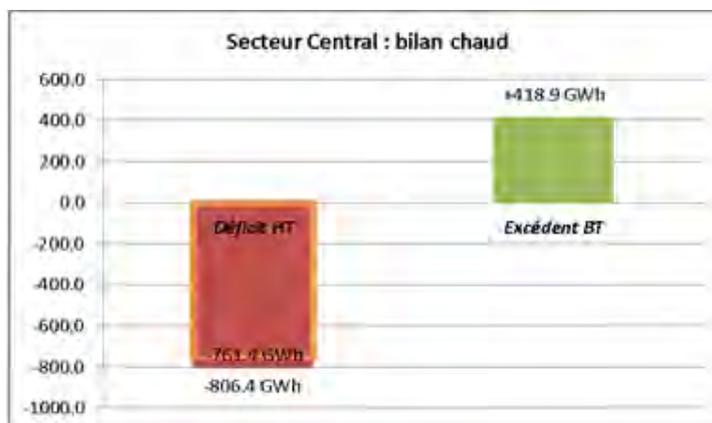


Figure 5 : Bilan des besoins de chaleur du secteur "central" (- : maximisation du potentiel solaire)

En ce qui concerne la chaleur basse température, le bilan met en évidence un excédent d'environ 420 GWh (besoins BT de 420 GWh ramené à un potentiel géothermie faible profondeur de 840 GWh).

Un excédent est observé pour toutes les communes du secteur à l'exception des communes suivantes qui présentent un déficit en chaleur BT :

- Pour la CCPG : Chevry, Divonne-les-Bains, Ferney-Voltaire et Versonnex
- Pour Genève Rive Droite : Collex-Bossy

En Suisse, les nouveaux bâtiments prévus d'être construits sur la commune de Collex-Bossy ne se développeront pas dans des périmètres d'extension (pour rappel, seulement 10% des surfaces en zone d'affectation actuelle ont été considérées comme disponibles pour la géothermie).

En France, les standards thermiques moyens fixés par la RT 2012 sont moins exigeants que les standards THPE de Suisse, donc les besoins par m² construits sont plus importants. La commune de Ferney-Voltaire possède un CUS élevé avec une part importante de logements neufs ou rénovés. Ayant une partie de son territoire non disponible pour la géothermie, ses besoins importants de chauffage BT ne peuvent être couverts.

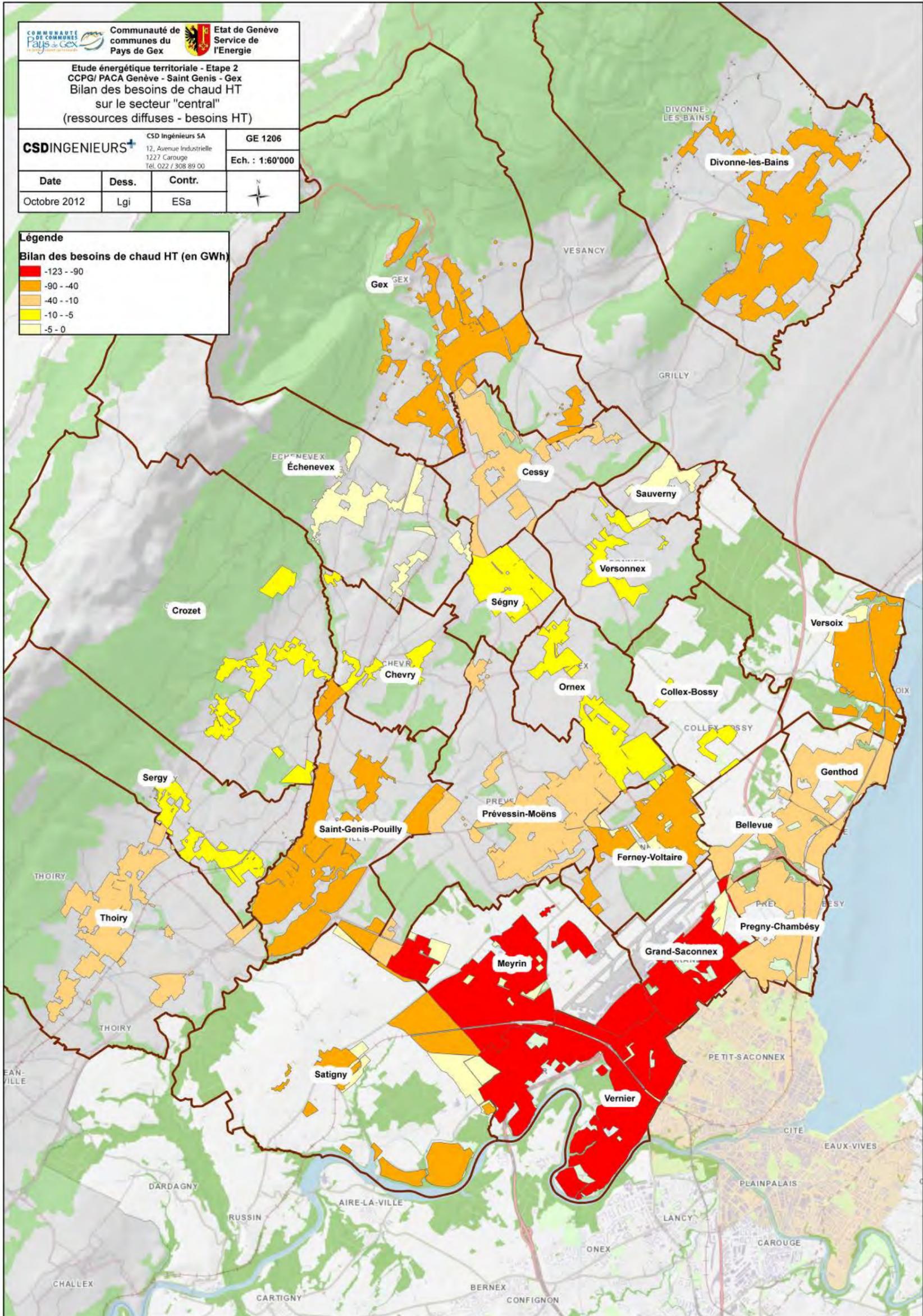
Au niveau des besoins en froid, le bilan effectué montre également un excédent entre le potentiel lié à la géothermie faible profondeur (730 GWh) et les besoins en froid liés aux activités (410 GWh) à condition que la totalité du potentiel liés aux nouveaux périmètres à urbaniser soit mis à contribution pour la satisfaction des besoins des périmètres urbanisés existants.



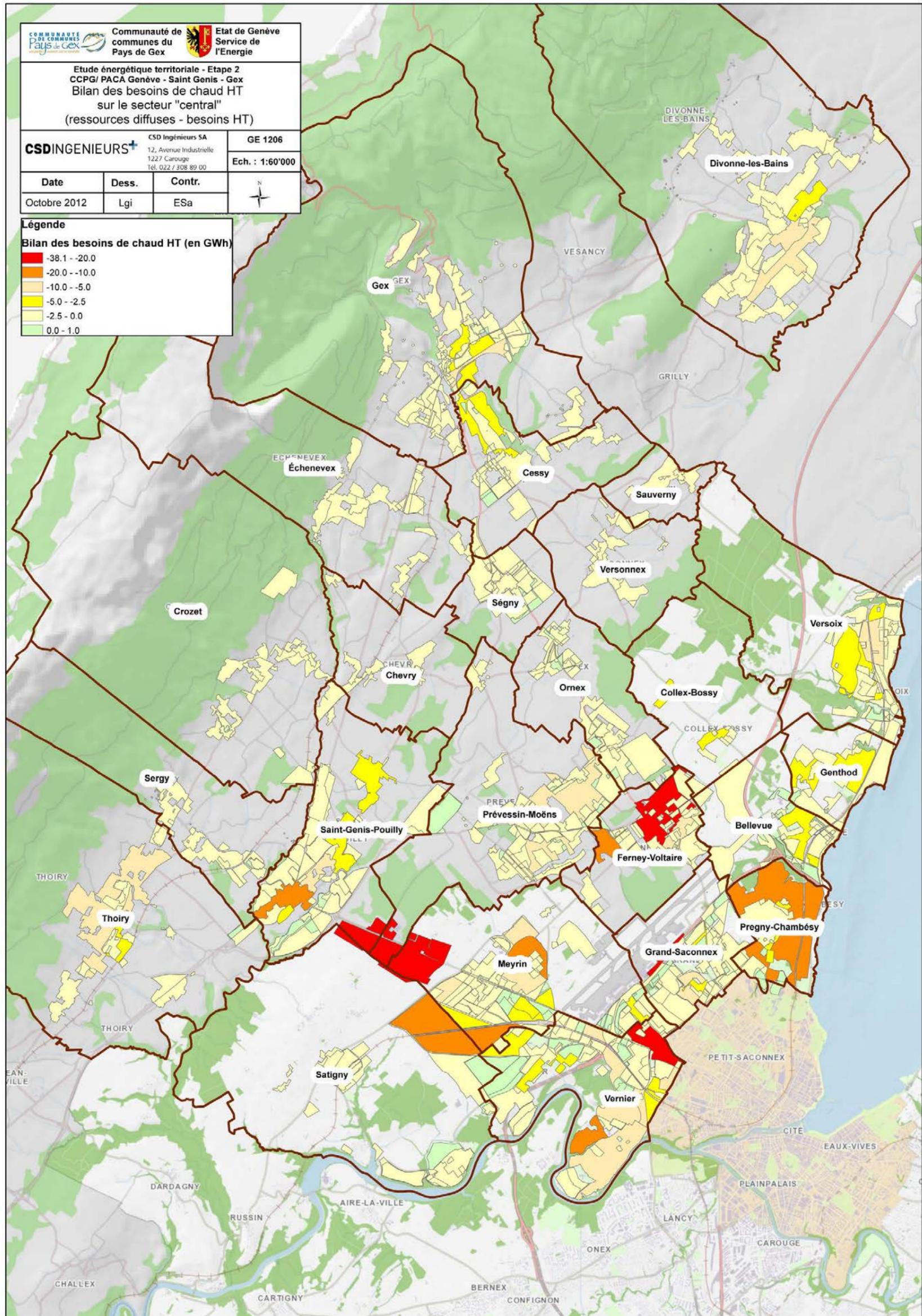
	Commune	Statistiques des communes (2030)		Consommations				Potentiel en ressources "diffuses"			Bilan = Ressources - Besoins			
		SBP totale	Répartition neuf/rénové/existant	chaud BT [GWh]	chaud HT [GWh]	froid [GWh]	electricité [GWh]	Potentiel solaire	Potentiel géothermie chaud	Potentiel géothermie froid	Bilan chaud BT	Bilan chaud HT	Bilan chaud	Bilan froid
Territoire de la CCPG	Cessy	236'745	33% 35% 32%	9.0	17.4	1.8	6.2	4.4	27.2	23.3	18.2	5.1	21.6	-13.1
	Chevry	67'787	17% 42% 41%	2.3	6.0	0.2	1.8	0.9	1.9	1.7	1.5	5.2	5.6	1.5
	Crozet	92'188	16% 43% 41%	3.2	8.3	0.6	2.5	1.5	6.4	5.3	3.2	6.8	3.6	4.7
	Divonne-les-Bains	605'452	21% 41% 38%	21.6	52.0	4.6	16.4	6.9	17.8	16.9	7.0	45.1	47.7	12.2
	Echenevex	66'795	21% 41% 39%	1.2	3.1	0.1	0.9	1.3	9.4	7.9	7.0	2.5	4.3	7.5
	Ferney-Voltaire	1'228'436	27% 26% 48%	49.7	59.8	12.0	31.8	11.8	33.8	30.4	11.5	64.9	79.4	18.4
	Gex	857'311	31% 30% 39%	33.3	59.8	6.8	22.3	10.3	36.0	32.9	4.7	49.5	44.8	26.1
	Ornex	186'064	30% 29% 42%	7.1	12.8	0.8	4.7	3.4	22.3	19.8	15.3	9.4	5.9	19.0
	Prevessin-Moens	458'915	28% 26% 46%	18.2	29.4	3.6	11.8	7.8	82.9	73.7	64.7	26.2	43.2	70.0
	Saint-Genis-Pouilly	1'128'111	24% 24% 52%	46.7	65.8	11.3	29.0	15.9	80.3	69.9	34.9	49.8	14.9	58.6
	Sauverny	49'814	17% 42% 41%	1.7	4.5	0.2	1.3	0.8	2.2	2.0	0.5	3.7	1.8	1.8
	Segny	106'345	30% 28% 42%	4.2	7.2	1.0	2.8	1.7	21.9	18.9	17.7	5.5	12.2	17.8
	Sergy	84'899	39% 36% 25%	2.9	7.5	0.1	2.2	1.3	3.7	2.6	0.8	6.2	5.3	2.5
	Thoiry	286'936	41% 40% 19%	10.5	23.7	3.0	7.9	5.3	22.6	19.0	12.1	18.5	6.4	16.0
Versonnex	76'033	17% 43% 41%	2.6	6.8	0.4	2.0	1.2	2.5	2.1	1.2	5.7	5.8	1.8	
Total Territoire de la CCPG	5'531'830		215.5	383.6	46.9	144.7	74.4	370.9	326.4	161.4	-309.2	-147.8	279.5	
Territoire Genève Rive Droite	Bellevue	269'313	37% 29% 34%	7.1	20.5	5.8	6.5	3.9	20.4	18.1	13.4	12.3	-16.6	
	Collex-Bossy	88'135	50% 0% 49%	1.9	9.1	0.3	2.4	1.0	0.7	0.5	8.0	1.2	9.2	
	Genthod	204'255	31% 28% 40%	4.9	18.4	2.1	5.3	3.0	7.1	6.2	2.2	15.4	13.2	
	Grand-Saconnex	1'046'281	44% 15% 41%	29.6	107.3	24.2	83.7	15.0	52.4	47.0	92.2	23.2	69.0	
	Meyrin	2'169'409	32% 31% 37%	61.5	156.2	63.9	49.5	30.8	150.3	133.3	123.5	90.9	32.5	
	Pregny-Chambésy	411'646	23% 22% 55%	10.0	34.5	10.8	9.8	6.2	16.1	14.3	6.1	28.2	22.1	
	Satigny	705'272	46% 10% 44%	22.3	52.4	24.7	17.4	12.4	94.3	82.4	40.0	72.0	32.0	
	Vernier	2'030'209	35% 32% 32%	54.6	140.7	42.5	47.6	27.3	102.4	90.0	121.4	47.8	73.6	
	Versoix	671'004	42% 19% 39%	16.4	58.4	7.2	17.1	6.6	19.3	16.5	51.8	3.0	48.8	
Total Territoire Genève Rive Droite	7'595'524		208.2	603.5	181.4	239.3	106.3	463.1	408.3	257.5	-497.2	-239.8	226.9	

Tableau 13 : Evaluation des déficits et des excédents « besoins – potentiel diffus » du secteur « Central »

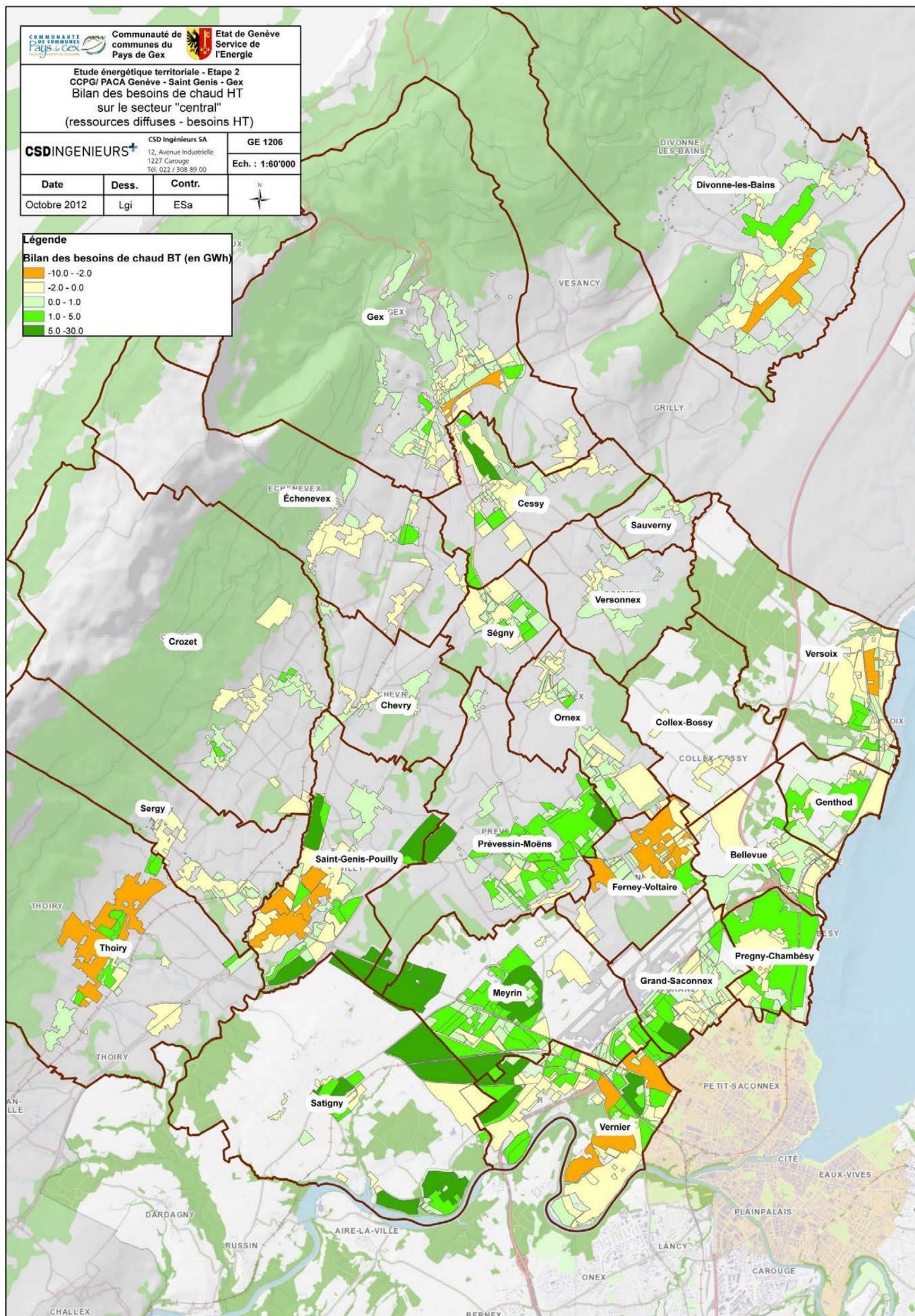
■ Neuf (%) ■ Rénové (%) ■ Existant maintenu (%)



Carte 9: Bilan des besoins de chaud HT – secteur « Central »



Carte 9bis: Bilan des besoins de chaud HT – secteur « Central » : découpage par sous-secteurs



Carte 10: Bilans de besoins de chaud BT – secteur « Central » : découpage par sous-secteurs



5.2.3. Secteur « Rhône sud »

Les bilans par commune du secteur « Rhône sud » font l'objet des tableaux, du tableau 14 et de la carte 11 ci-après.

A l'échelle de ce secteur, le déficit de chaleur HT est évalué à environ 17 GWh. En ce qui concerne la chaleur basse température, le bilan met en évidence un faible excédent d'environ 0.5 GWh.

Seule la commune de Russin présente un léger déficit en chaleur BT principalement en raison de la présence d'une zone d'interdiction aux sondages géothermiques.

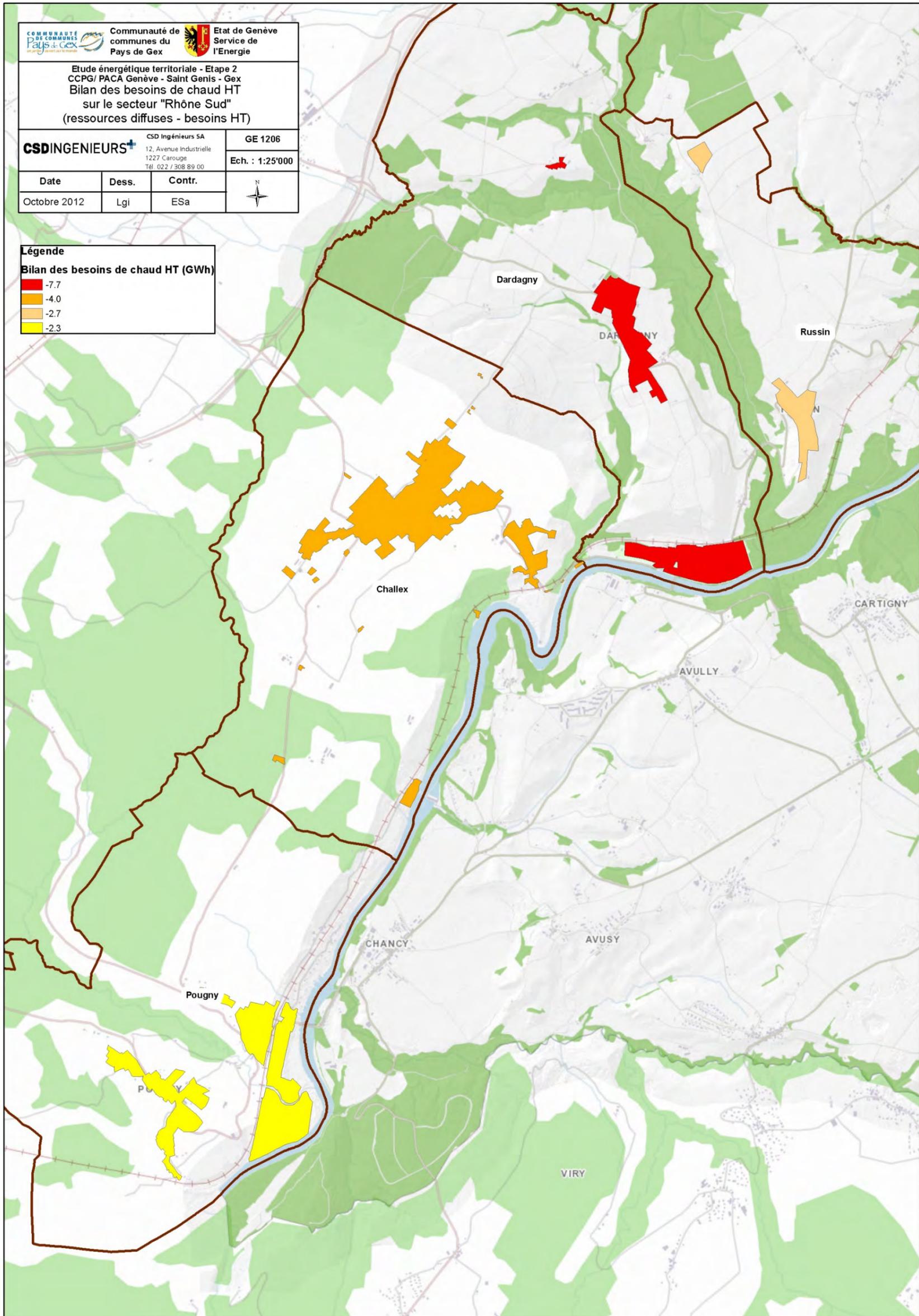
Les besoins de froid liés aux activités peuvent être intégralement couverts par la géothermie à faible profondeur à condition que les périmètres à urbaniser soient mis à contribution pour la satisfaction des besoins des périmètres urbanisés existants.



Commune	Statistiques des communes (2030)		Consommations				Potentiel en ressources "diffuses"				Bilan = Ressources - Besoins			
	SBP totale	Répartition neuf/rénové/existant	chaud BT [GWh]	chaud HT [GWh]	froid [GWh]	électricité [GWh]	Potentiel solaire	Potentiel géothermie chaud	Potentiel géothermie froid	Bilan chaud BT	Bilan chaud HT	Bilan chaud	Bilan froid	
Chevry	52'915		1.8	4.8	0.3	1.4	0.8	2.9	2.6	1.1	-4.0	-2.9	0.3	
Pougny	31'173		1.1	2.7	0.1	0.8	0.4	1.3	1.1	0.2	-2.3	-2.1	1.0	
Total Territoire de la CCPG	84'088		2.9	8.8	0.4	2.3	1.2	4.2	3.7	1.3	-6.3	-5.0	1.3	
Dardagny	84'001		1.8	8.6	0.9	2.2	1.0	1.5	1.3	-7.7	-7.9	-7.9	0.4	
Russin	32'234		0.8	3.1	0.1	0.9	0.4	0.2	0.1	-0.6	-2.7	-3.3	0.0	
Total Territoire Genève Rive	116'235		2.5	11.7	1.1	3.1	1.3	1.6	1.4	-0.8	-10.4	-11.2	0.3	
Total secteur Rhône Sud	200'323		5.4	20.5	1.5	5.4	2.6	5.8	5.1	0.5	-16.7	-16.2	1.6	

■ Neuf (%) ■ Rénové (%) ■ Existant maintenu (%)

Tableau 14 : Evaluation des déficits et des excédents « besoins – potentiel diffus » du secteur « Rhône sud »



Carte 11: Bilan des besoins de chaud HT – secteur « Rhône sud »



5.3. Principes et conditions de base de la mise en œuvre de réseaux de chauffage à distance

Afin d'assurer le transfert des ressources d'énergie localisées vers les zones de déficit énergétique, de nombreux critères relatifs à la mise en œuvre de réseaux de chauffage et/ou de froid à distance peuvent déterminer leur faisabilité. Ces critères sont listés ci-après :

- Adéquation entre le niveau de température de la source de chaleur et de celui du système de chauffage du preneur de chaleur
- Possibilité de fournir la prestation de froid et/ou de chauffage
- Faisabilité économique du réseau de chaleur, déterminée par :
 - Les coûts fixes (installations de production de chaleur, réseau de transport de chaleur à distance, entretien périodique,...)
 - Les coûts variables (coûts du combustible, coûts de maintenance)
- De l'aptitude des bâtiments à être raccordés : qui implique l'existence d'un chauffage central avec circuit hydraulique à l'échelle du bâtiment ou groupe de bâtiments concerné ; les bâtiments équipés de chauffages électriques ou de chauffages à gaz individuels – présents de manière significative sur la partie française du périmètre ne sont en particulier pas raccordables sans des travaux de transformation conséquents
- Evolution des coûts des combustibles sur la période de rentabilisation de l'infrastructure, y compris ceux qui ne sont pas utilisés pour la production de chaleur du réseau, la rentabilité s'exprimant de façon comparative à d'autres solutions de chauffage ou de refroidissement

Au vu de ces nombreux facteurs, de l'échelle spatiale et temporelle du présent projet, ainsi que des données disponibles, la faisabilité de réseaux de chaleur et de froid à distance a été évaluée de façon sommaire, en prenant en compte les facteurs suivants :

- Distance entre la zone à alimenter et la source d'énergie exploitée
- Taux de bâtiments raccordables, c'est-à-dire au bénéfice d'un circuit de chauffage central
- Densité potentielle de raccordement, exprimée en MW par km de conduites à distance à poser

La densité minimale permettant d'envisager la réalisation d'un CAD a également été évaluée sur la base de données provenant de réseaux existants.

Le critère déterminant pour évaluer la faisabilité de la mise en œuvre d'un réseau de chauffage à distance est celui de la puissance raccordable ramenée à la longueur du réseau à prévoir (MW/km).

Les approches générales et les valeurs statistiques de réseaux existants définissent une valeur de 1 MW/km en tant que seuil minimal pour un réseau alimenté à partir d'une source d'énergie haute température.

Les critères actuellement appliqués par SIG pour décider de la mise en œuvre concrète d'une extension de leur réseau CAD sont plus contraignants, puisque basés sur une valeur seuil de 5 MW/km. Ce critère s'applique aux CAD existants alimentés à partir de ressources fossiles, dans un



tel cas le coût total de fourniture de l'énergie se répartit à raison de 75% de coûts variables (liés de manière prépondérante à la fourniture de l'agent énergétique) et de 25% de coûts fixes (liés à l'amortissement de l'infrastructure).

Dans le cas de la mise en œuvre d'un réseau alimenté à partir d'une ressource durable, la structure des coûts s'inverse, avec des coûts variables de l'ordre de 25% et des coûts fixes portés à 75%. Cette configuration permet donc d'affecter une part supérieure à l'amortissement du réseau et de diminuer le seuil MW/km à partir duquel le déploiement d'un réseau est envisageable d'un point de vue économique.

Une approche plus détaillée est nécessaire à un stade ultérieur afin de définir les conditions de faisabilité économique en tenant compte également des évolutions envisageables des conditions cadre, en particulier du renchérissement prévisible des ressources fossiles.

Au stade de la présente étude afin de considérer l'opportunité préliminaire de mettre en œuvre des réseaux de chauffage à distance, les valeurs seuils suivantes ont été considérées :

- Pour la mise en œuvre d'un réseau « basse température » alimenté à partir de ressources renouvelables locales : 0,5 MW / km
- Pour la mise en œuvre d'un réseau « haute température » : 1,0 MW / km

Les paramètres de raccordabilité sont définis sur cette base pour chaque commune dans le tableau 15 ci-après.

Les valeurs avec prise en compte du réseau d'amenée tiennent compte du raccordement de la commune considérée à une ressource renouvelable située à l'extérieur de cette dernière. Les valeurs sans réseaux d'amenée s'appliquent à la mise en œuvre de réseaux locaux, par exemple à partir d'une centrale chaleur force implantée dans la localité concernée.



Commune	Besoins à satisfaire après valorisation des ressources renouvelables diffuses						% chauffages individuels	Raccordabilité des zones concernées	% des besoins de chaleur raccordés par un réseau	Zones urbanisées hors zone à faible densité et équipements publics											
	Bilan = Ressources - Besoins (GWh)			Bilan = Ressources - Besoins (MW)						Electricité	Surface urbanisée (km²)	Longueur de réseau local	Longueur de réseau d'amenée	Longueur de réseau totale	GWh			MW			
	Chaleur HT	Chaleur BT	Chaleur totale	Chaleur HT	Chaleur BT	Chaleur totale									Besoins HT raccordables sur réseau	Besoins BT raccordables sur réseau	Besoins totaux raccordables sur réseau	Besoins HT raccordables sur réseau	Besoins BT raccordables sur réseau	Besoins totaux raccordables sur réseau	Indice MW/km (longueur réseau local)
Axe Ferney-Gex																					
Ferney-Voltaire	-64.9	-14.5	-79.4	-43.3	-9.7	-52.9	10%	80%	79%	1.9	11.7	0.6	12.3	-51.5	-11.7	-63.2	-34.3	-7.8	-42.1	3.6	3.4
Prevessin-Moens	-21.5	64.7	43.2	-14.4	43.1	28.8	19%	80%	29%	0.8	4.9	1.3	6.2	-6.2		-6.2	-4.1		-4.1	0.8	0.7
Ornex	-9.4	15.3	5.9	-6.3	10.2	3.9	21%	80%	45%	0.4	2.1	0.6	2.7	-4.2		-4.2	-2.8		-2.8	1.3	1.0
Segny	-5.5	17.7	12.2	-3.6	11.8	8.1	19%	80%	44%	0.4	2.6	0.4	3.0	-2.4		-2.4	-1.6		-1.6	0.6	0.5
Versonnex	-5.7	-0.2	-5.8	-3.8	-0.1	-3.9	26%	80%	26%	0.1	0.4	1.5	1.9	-1.5	-0.6	-2.0	-1.0	-0.4	-1.4	3.5	0.7
Sauverny	-3.7	0.5	-3.2	-2.4	0.3	-2.1	27%	80%	20%	0.0	0.2	0.6	0.8	-0.7	-0.2	-0.9	-0.5	-0.1	-0.6	3.2	0.8
Cessy	-13.1	18.2	5.1	-8.7	12.1	3.4	19%	80%	38%	0.6	3.7	0.8	4.5	-5.0		-5.0	-3.4		-3.4	0.9	0.7
Gex	-49.5	4.7	-44.8	-33.0	3.2	-29.8	19%	80%	60%	1.4	8.4	1.5	9.9	-29.8	-1.8	-31.6	-19.9	-1.2	-21.1	2.5	2.1
	-173.2	106.4	-66.8	-115.5	70.9	-44.5	20%	80%	59%	5.7	34.0	7.3	41.3	-101.3	-14.3	-115.6	-67.6	-9.5	-77.1	2.3	1.9
Axe Thoiry-Echenevex																					
Chevry	-5.2	-0.4	-5.6	-3.4	-0.3	-3.7	16%	80%	0%	0.0	0.0	1.7	1.7	0.0		0.0	0.0		0.0		0.0
Crozet	-6.8	3.2	-3.6	-4.5	2.1	-2.4	20%	80%	33%	0.6	3.4	1.7	5.1	-2.3		-2.3	-1.5		-1.5	0.4	0.3
Echenevex	-4.5	7.0	2.5	-3.0	4.7	1.7	19%	80%	22%	0.1	0.5	2.2	2.7	-1.0	-0.3	-1.3	-0.7	-0.2	-0.9	1.7	0.3
Saint-Genis-Pouilly	-49.8	34.9	-14.9	-33.2	23.3	-9.9	13%	80%	55%	2.2	13.4	1.4	14.8	-27.2		-27.2	-18.2		-18.2	1.4	1.2
Sergy	-6.2	0.8	-5.3	-4.1	0.5	-3.6	12%	80%	22%	0.2	1.1	2.1	3.2	-1.4		-1.4	-0.9		-0.9	0.8	0.3
Thoiry	-18.5	12.1	-6.4	-12.3	8.1	-4.2	21%	80%	33%	0.6	3.7	1.3	5.0	-6.1		-6.1	-4.1		-4.1	1.1	0.8
	-90.9	57.6	-33.3	-60.6	38.4	-22.2	17%	80%	43%	3.9	23.4	12.4	35.8	-39.2	-0.3	-39.6	-26.2	-0.2	-26.4	1.1	0.7
Communes isolées																					
Divonne-les-Bains	-45.1	-2.6	-47.7	-30.0	-1.8	-31.8	17%	80%	65%	2.1	12.8	5.2	18.0	-29.3	-6.1	-35.4	-19.5	-4.1	-23.6	1.8	1.3
	-45.1	-2.6	-47.7	-30.0	-1.8	-31.8	17%	80%	65%	2.1	12.8	5.2	18.0	-29.3	-6.1	-35.4	-19.5	-4.1	-23.6	1.8	1.3
§																					
Challex	-4.0	1.1	-2.9	-2.7	0.7	-1.9	19%	80%	37%	0.1	0.6	0.8	1.4	-1.5	-0.3	-1.7	-1.0	-0.2	-1.2	1.9	0.8
Pougny	-2.3	0.2	-2.1	-1.5	0.1	-1.4	15%	80%	44%	0.1	0.6	0.5	1.1	-1.0	-0.1	-1.1	-0.7	-0.1	-0.8	1.3	0.7
Dardagny	-7.7	-0.3	-7.9	-5.1	-0.2	-5.3	0%	90%	90%	0.4	2.5	1.5	4.0	-6.9	-0.2	-7.1	-4.6	-0.2	-4.8	1.9	1.2
Russin	-2.7	-0.6	-3.3	-1.8	-0.4	-2.2	0%	90%	90%	0.1	0.7	0.7	1.4	-2.4	-0.5	-3.0	-1.6	-0.3	-2.0	3.0	1.5
	-16.7	0.5	-16.2	-11.1	0.3	-10.8	9%	85%	65%	0.7	4.4	3.5	7.9	-11.8	-1.2	-13.0	-7.9	-0.8	-8.7	2.0	1.1
Genève Rive Droite																					
Bellevue	-16.6	13.4	-3.2	-11.1	8.9	-2.1	0%	90%	68%	0.8	4.9		4.9	-11.2		-11.2	-7.5		-7.5	1.5	1.5
Collex-Bossy	-8.0	-1.2	-9.2	-5.4	-0.8	-6.2	0%	90%	82%	0.3	1.5	3.5	5.0	-6.6	-1.0	-7.6	-4.4	-0.7	-5.1	3.4	1.0
Genthod	-15.4	2.2	-13.2	-10.3	1.5	-8.8	0%	90%	42%	0.2	1.4		1.4	-6.5	-1.0	-7.5	-4.3	-0.7	-5.0	3.4	3.4
Grand-Saconnex	-92.2	23.3	-69.0	-36.1	15.5	-20.6	0%	90%	60%	2.5	15.2		15.2	-55.1	-0.8	-55.9	-14.2	-0.5	-14.7	1.0	1.0
Meyrin	-123.5	90.9	-32.5	-74.4	60.6	-13.7	0%	90%	50%	5.4	32.3	0.4	32.7	-61.4		-61.4	-34.1		-34.1	1.1	1.0
Pregny-Chambésy	-28.2	6.1	-22.1	-18.8	4.1	-14.8	0%	90%	54%	0.1	0.8		0.8	-15.3	-3.4	-18.7	-10.2	-2.3	-12.4	15.0	15.0
Satigny	-40.0	72.0	32.0	-14.6	48.0	33.4	0%	90%	16%	0.6	3.6	0.5	4.1	-6.3		-6.3	-4.2		-4.2	1.2	1.0
Vernier	-121.4	47.8	-73.6	-80.9	31.9	-49.1	0%	90%	35%	3.5	20.8		20.8	-42.8		-42.8	-28.5		-28.5	1.4	1.4
Versoix	-51.8	3.0	-48.8	-34.5	2.0	-32.6	0%	90%	76%	0.9	5.5		5.5	-39.2	-5.1	-44.3	-26.1	-3.4	-29.5	5.3	5.3
	-497.2	257.5	-239.8	-286.1	171.7	-114.4	0%	101%	54%	14.3	86.0	4.4	90.4	-244.3	-11.2	-249.3	-133.5	-7.5	-136.8	1.6	1.6

Tableau 15 : Paramètres de raccordabilité des secteurs « Central » et « Rhône sud »



5.4. Elaboration des stratégies

La définition des stratégies envisageables a été effectuée de manière différenciée pour le secteur « périphérique » d'une part et les secteurs « central » et « Rhône Sud » d'autre part.

5.4.1. Secteur « périphérique »

Pour ce secteur, proche des ressources en bois locales et éloigné des autres ressources renouvelables du périmètre, la stratégie proposée est basée sur les principes suivants :

- Valorisation optimale des ressources renouvelables diffuses (solaire ; géothermie faible profondeur) selon les principes énoncés au chapitre 3.1., permettant de couvrir 20% des besoins en chaleur haute température, 80% des besoins en chaleur basse température ainsi que la totalité des besoins en froid.
- Mise à contribution préférentielle de la ressource en bois locale afin d'assurer le solde des besoins en chaleur HT. Dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie à l'horizon 2030, il a été admis que les besoins seraient assurés par la mise à contribution privilégiée de la ressource bois (32 GWh/an, soit environ 7'200 tonnes de bois⁵) et le maintien d'une part des chauffages électriques existants (admis 15%, soit env. 6 GWh).

Sur la base de la mise en œuvre de ces principes, la synthèse de l'approvisionnement énergétique du secteur « périphérique » se présente comme suit :

Commune	Besoins (GWh)			Approvisionnement en énergie (GWh)				
	Chaleur		Froid	Chaleur HT			Chaleur BT	Froid
	HT	BT		Solaire	Bois	Electrique	Géothermie faible profondeur	Géothermie faible profondeur
Chézery-Forens	3	1	0	0	2	0	1	0
Collonges	8	3	0	1	7	1	1	0
Farges	3	1	0	1	2	0	1	0
Grilly	4	1	0	1	2	1	1	0
Léaz	2	1	0	0	2	0	1	0
Lélex	2	1	0	0	2	0	1	0
Mijoux	3	1	0	0	2	0	1	0
Péron	8	3	0	1	6	1	3	0
Saint-Jean-de-Gonville	7	3	1	1	7	1	1	1
Vesancy	2	1	0	0	1	0	1	0
Total Périmètre "périphérique"	42	16	3	7	32	6	13	3
% HT - BT					78%		22%	

Tableau 16 : Synthèse de l'approvisionnement énergétique du secteur « périphérique »

Consommation électricité	10 GWh/an
Emissions de CO2	0 t CO2/an
Longueur réseau	0 km

Tableau 17 : Consommation électriques et émissions de CO2 pour le secteur « périphérique »

⁵ « Valorisation intensive des énergies renouvelables dans l'agglomération franco-valdo-genevoise (VIRAGE) dans une perspective de société 2000W », J. Faessler, 2011

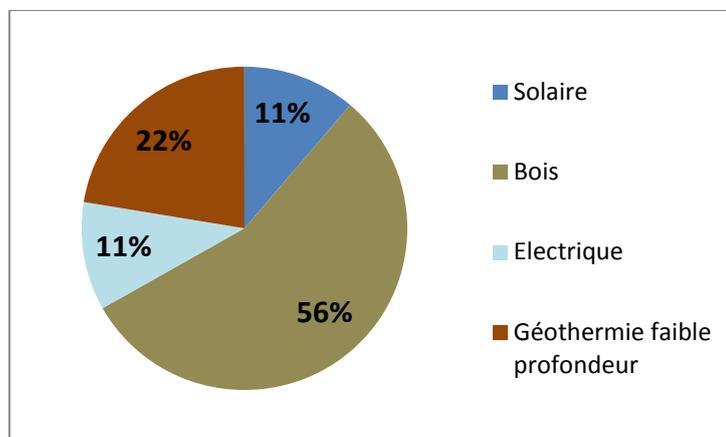


Figure 6 : Structure d'approvisionnement en énergie thermique – secteur "périphérique"

5.4.2. Secteurs « central » et « Rhône sud » :

Sur la base du bilan établi au chapitre 5.2. entre valorisation optimale des ressources renouvelables « diffuses » et besoins, l'enjeu principal consiste à satisfaire les importants besoins excédentaires en chaleur HT qui s'établissent à environ 830 GWh/an à l'échelle du secteur « central ».

En considérant la valorisation des 2 sources de chaleur non fossiles disponibles au sud du périmètre, soit l'UIOM des Cheneviers ou l'installation qui lui succédera (60 GWh/an admis disponibles pour notre périmètre d'étude) et l'installation planifiée du Pôle Bio (70 GWh/an) un solde de besoins en chaleur HT d'environ 660 GWh/an reste à satisfaire.

Pour assurer ces besoins, les 2 options de principe suivantes sont envisageables :

1. Valorisation des ressources renouvelables « basse température » pour une utilisation « haute température »
2. Valorisation optimisée des ressources fossiles, intégrant la mise en œuvre étendue de centrales chaleur force.

Ces 2 options sont présentées ci-après.



5.4.2.1. Valorisation des ressources renouvelables « basse température » pour une utilisation « haute température »

Le bilan établi au chapitre 5.2. montre que le périmètre d'étude présente un important potentiel en énergie renouvelable, largement supérieur aux besoins en énergie « basse température » à l'horizon 2030, constitué notamment des ressources suivantes :

- Lac
- STEP
- Nappe Montfleury
- Rejets industriels,
- CERN,
- ...

Une valorisation de ces ressources basses températures pour alimenter les besoins en chaleur « haute température » du tissu bâti existant non assaini à l'horizon 2030 est envisageable moyennant l'utilisation de pompes à chaleur (PAC) au rendement optimisé.

La pompe à chaleur (PAC) est une technique désormais couramment utilisées dans le domaine du chauffage et de la production d'eau chaude sanitaire. Cette technologie repose sur le principe du compresseur/évaporateur, et permet d'extraire de la chaleur ambiante d'un milieu donné (sol, eau ou air), et de la transmettre par l'intermédiaire d'un fluide caloporteur à de l'eau destinée au chauffage de bâtiments ou à la production d'eau chaude sanitaire.

Le système consomme de l'énergie électrique, servant à élever la pression du fluide caloporteur dans le compresseur. L'efficacité de tels systèmes est mesurée par son Coefficient de performance (COP), qui exprime la puissance thermique fournie par rapport à la puissance électrique consommée.

Le coefficient de performance des PAC varie en fonction de la qualité de la machine utilisée, mais est surtout fonction de la différence de température entre la source froide (sol, air, ou eau), et celle du circuit de distribution de chaleur. En effet, plus cette différence de température est faible, plus le COP de la pompe à chaleur est élevé.

Si les PAC sont principalement utilisées pour satisfaire des besoins de chauffage en basse température (température de départ de 35°C), l'évolution rapide de cette technologie permet désormais de fournir également une température de départ de 60°C utilisée dans les dispositifs de chauffage « haute température » avec des COP satisfaisants. Le tableau ci-après présente quelques valeurs indicatives de coefficients de performance en fonction des températures de la source froide et de la température de départ du chauffage :



Source froide	T source froide [°C]	T départ [°C]	COP [-]
Air	7	35	4.7
	2	35	3.5
	-7	35	3.1
	-10	55	2.1
Eau	10	35	6
	10	60	3
Sol	0	35	4.5
	10	35	5.5
	10	60	3

Tableau 18 : Evaluation des COP des pompes à chaleurs

Les calculs de consommation électrique liée à l'alimentation de PAC permettant la valorisation de ressources « basse température » pour un usage « haute température » ont été effectués dans le cadre de la présente étude avec un COP de 3,0

Le principe de cette option est d'alimenter les périmètres raccordables des communes concernées (selon l'approche présentée au point 5.3) à un réseau interconnecté alimenté à partir des différentes ressources renouvelables « basse température » présentes dans le périmètre.

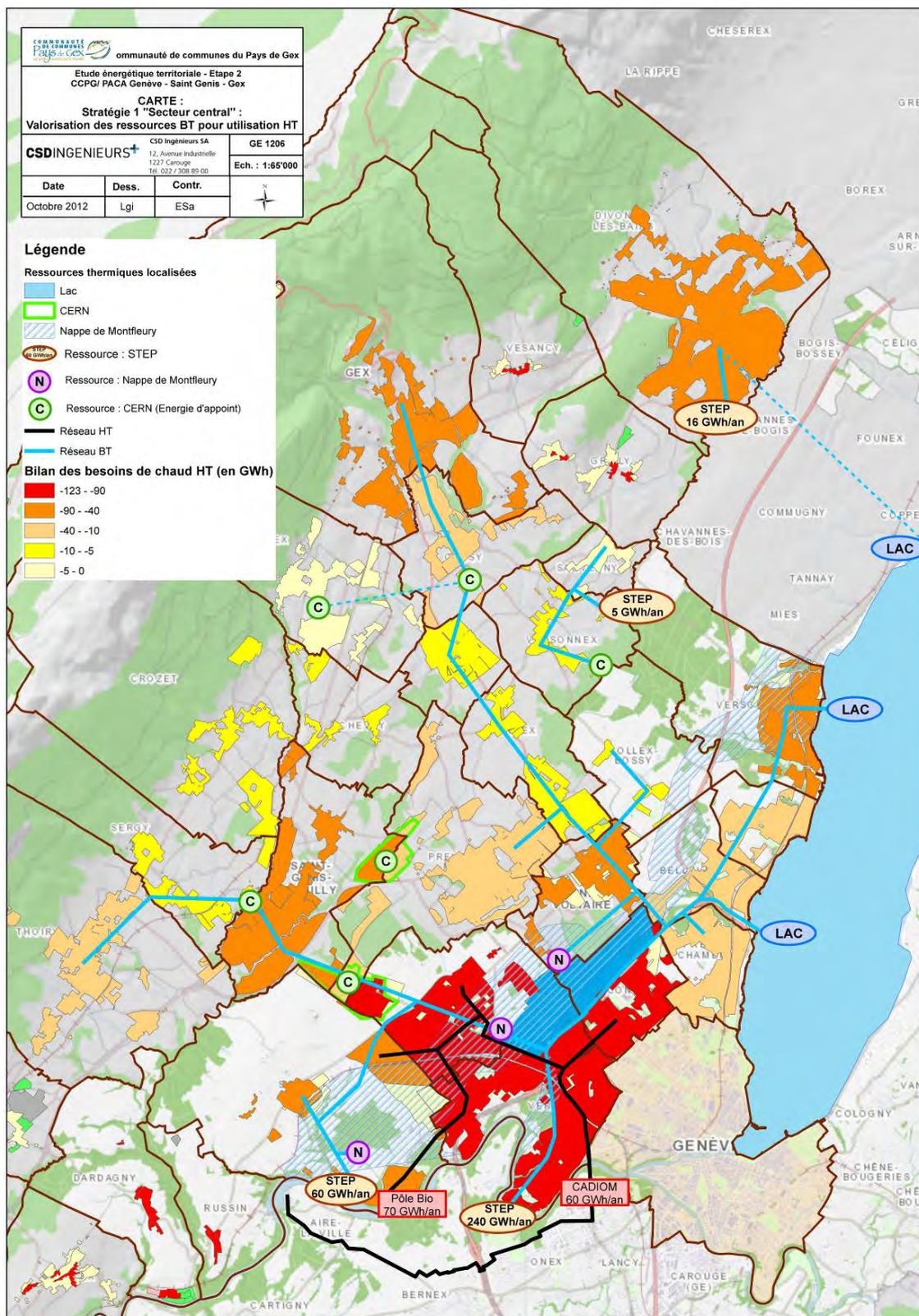
Le principe de configuration d'un tel réseau est présenté sur la carte 12 ci-après. La longueur totale du réseau représente un ordre de grandeur d'environ 190 km à l'échelle de l'ensemble du périmètre.

La structure d'approvisionnement énergétique obtenue par cette option est résumée dans le tableau et le graphique ci-après :



Commune	Besoins (GWh)			Approvisionnement en énergie (GWh)									
	Chaleur		Froid	Chaleur HT						Chaleur BT		Froid	
	HT	BT		Solaire	Réseau HT non fossile	Valorisation ressources BT	Bois	Fossile combustion	Electrique	Géothermie faible profondeur	Réseau BT		Géothermie faible profondeur
Pays de Gex													
Axe Ferney-Gex													
Ferney-Voltaire	77	50	12	12	0	52	0	4	9	35	15	12	
Prevessin-Moens	29	18	4	8	0	6	0	12	4	18	0	4	
Ornex	13	7	1	3	0	4	0	4	2	7	0	1	
Segny	7	4	1	2	0	2	0	2	1	4	0	1	
Versonnex	7	3	0	1	0	1	0	3	1	2	0	0	
Sauverny	4	2	0	1	0	1	2	1	1	2	0	0	
Cessy	17	9	2	4	0	5	6	0	2	9	0	2	
Gex	60	33	7	10	0	30	8	5	7	33	0	7	
Total axe Ferney-Gex	215	126	27	41	0	101	16	30	26	111	15	27	
Axe Thoiry-Echenevex													
Chevry	6	2	0	1	0	0	4	0	1	2	0	0	
Crozet	8	3	1	2	0	0	6	0	1	3	0	1	
Echenevex	6	2	0	1	0	0	4	0	1	2	0	0	
Saint-Genis-Pouilly	66	47	11	16	0	27	0	15	8	47	0	11	
Sergy	7	3	0	1	0	0	5	0	1	3	0	0	
Thoiry	24	11	3	5	0	6	0	9	3	11	0	3	
Total axe Thoiry-Echenevex	117	68	16	26	0	33	19	24	14	68	0	16	
Rhône Sud													
Challex	5	2	0	1	0	1	2	0	1	2	0	0	
Pougny	3	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	
Dardagny	9	2	1	1	0	7	0	1	0	2	0	1	
Russin	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	
Total Rhône Sud	19	5	2	3	0	12	3	1	1	5	1	2	
Commune isolée													
Divonne-les-Bains	52	22	5	7	0	29	0	10	6	19	3	5	
Total Commune isolée	52	22	5	7	0	29	0	10	6	19	3	5	
Total Pays de Gex	391	218	47	76	0	167	38	64	47	201	18	47	
Genève rive droite													
Bellevue	21	7	6	4	0	11	0	5	0	7	0	6	
Collex-Bossy	9	2	0	1	0	7	0	1	0	1	1	0	
Genthod	18	5	2	3	0	6	0	9	0	5	0	2	
Grand-Saconnex	107	30	24	15	23	55	0	14	0	30	0	24	
Meyrin	154	61	64	31	47	61	0	15	0	61	0	64	
Pregny-Chambésy	34	10	11	6	0	15	0	13	0	10	0	11	
Satigny	52	22	25	12	9	31	0	0	0	22	0	25	
Vernier	149	55	42	27	51	43	0	28	0	55	0	42	
Versoix	58	16	7	7	0	39	0	13	0	16	0	7	
Total Genève rive droite	615	211	182	108	130	279	0	99	0	209	2	182	
Total Périmètre "central" + "rhône sud"	1006	429	230	183	130	445	38	163	47	409	20	230	
%HT - BT				70%						30%			

Tableau 19 : Stratégie 1 : Valorisation des ressources BT pour l'utilisation HT – secteurs « Central » et « Rhône sud »
 (* Les communes de Russin et Dardagny sont comptabilisées dans le total de Genève Rive Droite)



Carte 12: Stratégie 1 : Valorisation des ressources BT pour une utilisation en HT : « secteur central »



L'approvisionnement des secteurs ou bâtiment non raccordables après valorisation du potentiel d'énergie renouvelable diffuse est basé sur les principes suivants :

- Valorisation du solde du gisement de bois local (env 38 GWh/an)
- Maintien d'une fraction de chauffage électrique pour les communes françaises (correspondant à la moitié de la proportion actuelle)
- Approvisionnement des besoins restants par des énergies fossiles.

La **structure d'approvisionnement en énergie thermique** du périmètre d'étude découlant de cette option fait l'objet du graphique ci-dessous :

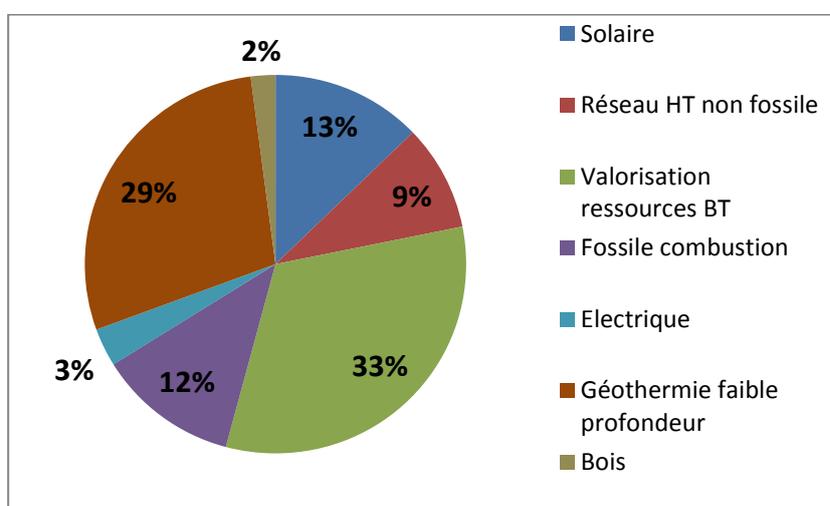


Figure 7 : Stratégie 1 : Structure d'approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud »

On constate que le 85% des besoins est assuré au moyen de ressources renouvelables, la part assurée par le fossile représentant 12% et celle liée au chauffage électrique direct 3%.

En matière d'émissions de CO₂, cette option permet de réduire de 90% les émissions liées à l'approvisionnement en énergie thermique des bâtiments par rapport à l'état actuel (réduction des émissions par habitant liée au chauffage d'environ 345'000 à 40'000 t/an).

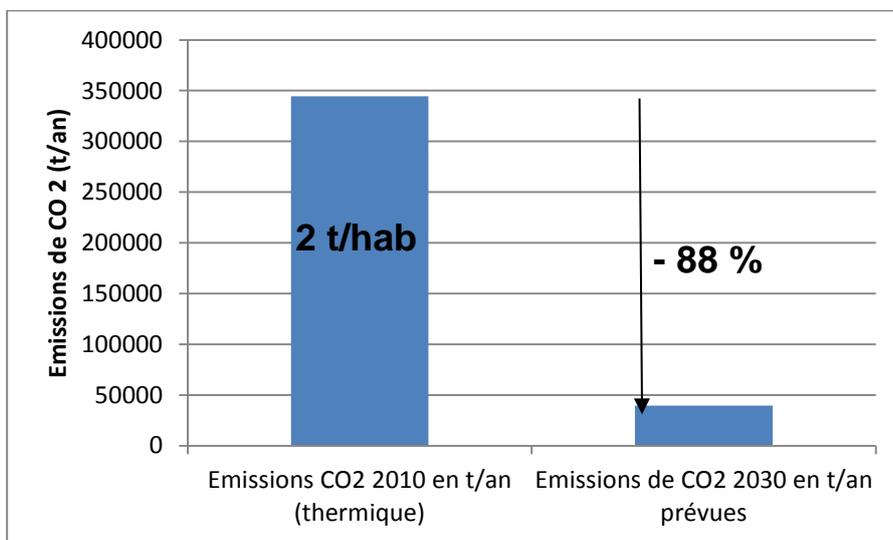


Figure 8 : Stratégie 1 : Structure d’approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud »

En matière de **consommation/production en électricité**, cette option se caractérise par une consommation en électricité supplémentaire (env. 320 GWh/an – prise en compte des consommations liées aux PAC avec déduction des chauffages électriques directs désaffectés) correspondant à environ 30% des besoins électriques du périmètre d’étude à l’horizon 2030.

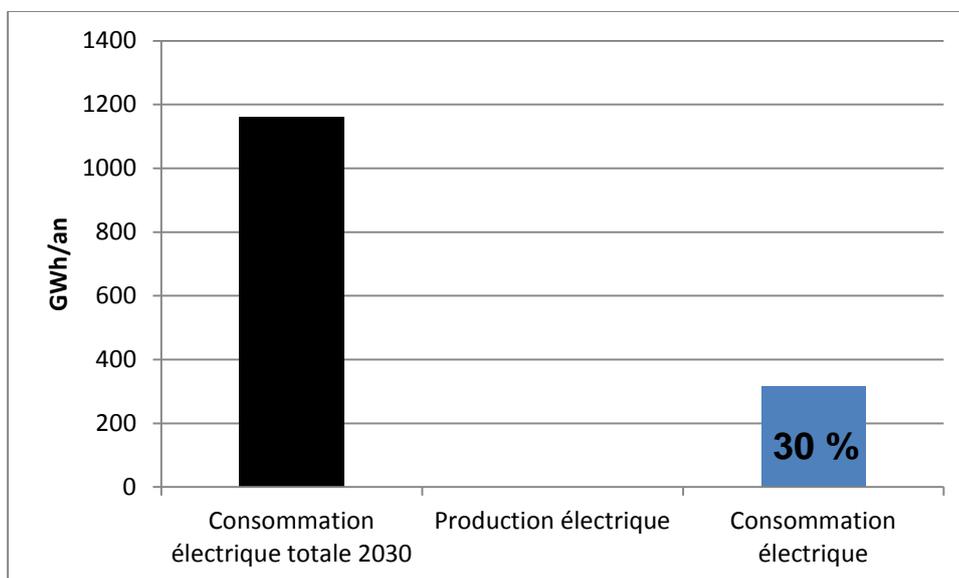


Figure 9 : Stratégie 1 : Structure de la consommation/production en électricité – secteurs « Central » et « Rhône sud »

Cette option ne présente en revanche aucune production d’énergie électrique supplémentaire spécifique (hors potentiel de mise en œuvre de panneaux solaires photovoltaïques).



5.4.2.2. Valorisation optimisée des sources d'énergie fossiles

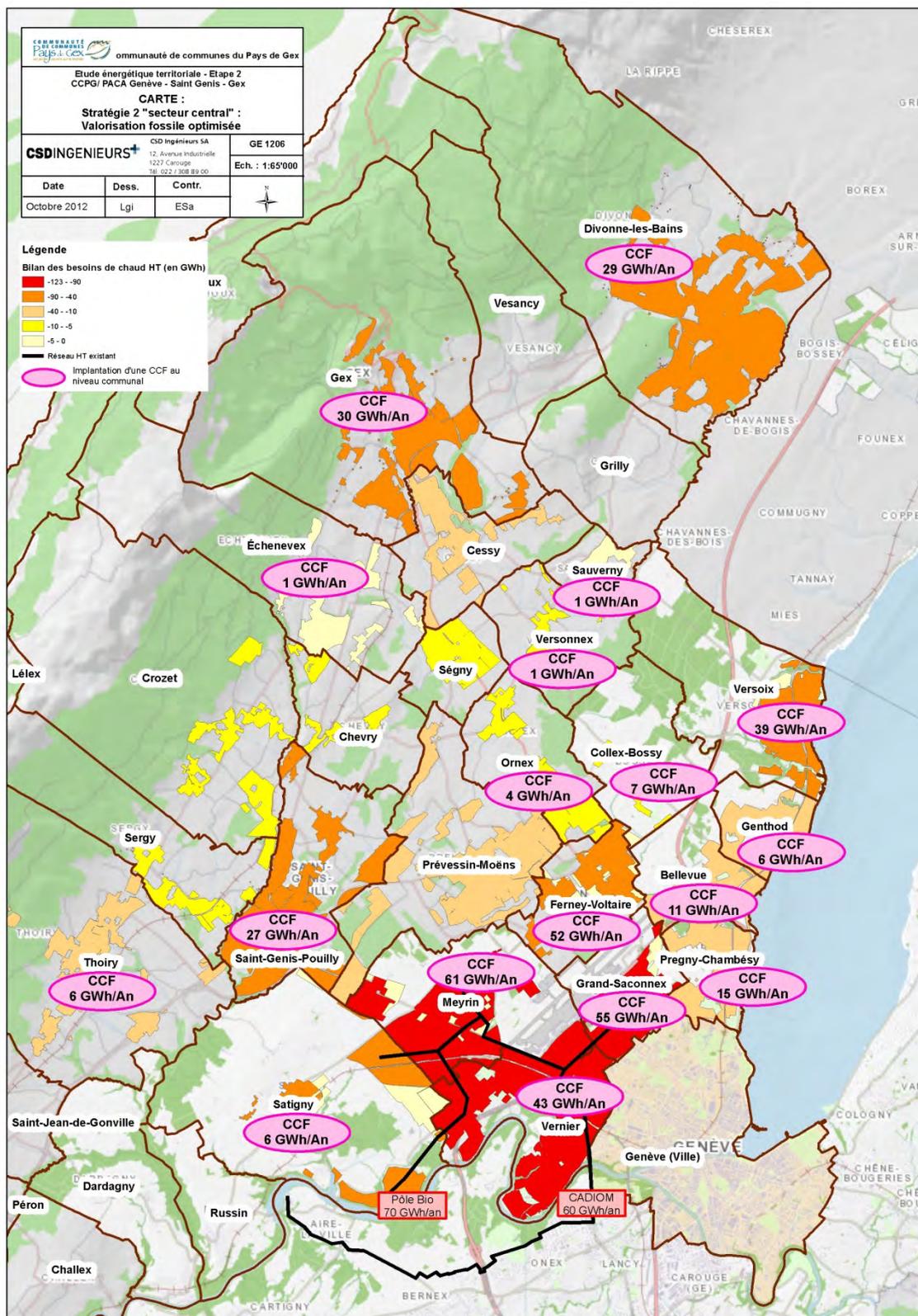
Le principe de cette option est d'alimenter les périmètres raccordables des communes concernées (selon l'approche présentée au point 5.3) au moyen de centrales chaleur force, alimentées en gaz ou éventuellement au bois issu de l'extérieur du périmètre d'étude. A plus long terme, la source d'énergie pourrait potentiellement être remplacée par la chaleur issue de la géothermie grande profondeur, aux emplacements définis comme favorables à l'issue de la démarche spécifique engagée..

Le principe de configuration de cette option est présentée sur la carte 13 ci-après. La longueur totale du réseau représente un ordre de grandeur d'environ 150 km à l'échelle de l'ensemble du périmètre.

La structure d'approvisionnement énergétique obtenue par cette option est résumée dans le tableau et le graphique ci-après :

Commune	Stratégie CCF											
	Besoins (GWh)			Approvisionnement en énergie (GWh)								
	Chaleur		Froid	Chaleur HT						Chaleur BT		Froid
	HT	BT		Solaire	Réseau HT non fossile	Réseau CCF	Bois	Fossile combustion	Electrique	Géothermie faible profondeur	Réseau CCF	
Pays de Gex												
Axe Ferney-Gex												
Ferney-Voltaire	77	50	12	12	0	52	0	4	9	35	15	12
Prevessin-Moens	29	18	4	8	0	0	9	9	4	18	0	4
Ornex	13	7	1	3	0	4	0	4	2	7	0	1
Segny	7	4	1	2	0	0	5	0	1	4	0	1
Versonnex	7	3	0	1	0	1	0	3	1	2	0	0
Sauverny	4	2	0	1	0	1	0	2	1	2	0	0
Cessy	17	9	2	4	0	0	9	2	2	9	0	2
Gex	60	33	7	10	0	30	0	13	7	33	0	7
Total axe Ferney-Gex	215	126	27	41	0	88	23	37	26	111	15	27
Axe Thoiry-Echenevex												
Chevry	6	2	0	1	0	0	4	0	1	2	0	0
Crozet	8	3	1	2	0	0	6	0	1	3	0	1
Echenevex	6	2	0	1	0	1	0	2	1	2	0	0
Saint-Genis-Pouilly	66	47	11	16	0	27	0	15	8	47	0	11
Sergy	7	3	0	1	0	0	5	0	1	3	0	0
Thoiry	24	11	3	5	0	6	0	9	3	11	0	3
Total axe Thoiry-Echenevex	117	68	16	26	0	35	16	27	14	68	0	16
Rhône Sud												
Challex	5	2	0	1	0	1	0	2	1	2	0	0
Pougny	3	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
Dardagny	9	2	1	1	0	7	0	1	0	2	0	1
Russin	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0
Total Rhône Sud	19	5	2	3	0	12	0	4	1	5	1	2
Commune isolée												
Divonne-les-Bains	52	22	5	7	0	29	0	10	6	19	3	5
Total Rhône Sud	52	22	5	7	0	29	0	10	6	19	3	5
Total Pays de Gex	391	218	47	76	0	154	38	76	47	201	18	47
Genève rive droite												
Bellevue	21	7	6	4	0	11	0	5	0	7	0	6
Collèx-Bossy	9	2	0	1	0	7	0	1	0	1	1	0
Genthod	18	5	2	3	0	6	0	9	0	5	0	2
Grand-Saconnex	107	30	24	15	23	55	0	14	0	30	0	24
Meyrin	154	61	64	31	47	61	0	15	0	61	0	64
Pregny-Chambésy	34	10	11	6	0	15	0	13	0	10	0	11
Satigny	52	22	25	12	9	6	0	25	0	22	0	25
Vernier	149	55	42	27	51	43	0	28	0	55	0	42
Versoix	58	16	7	7	0	39	0	13	0	16	0	7
Total Genève rive droite	615	211	182	108	130	254	0	124	0	209	2	182
Total Périmètre central	1006	429	230	183	130	408	38	200	47	409	20	230
%HT - BT				71%						29%		

Tableau 20 : Stratégie 2 : valorisation optimisée des énergies fossiles – secteurs « Central » et « Rhône sud » (* Les communes de Russin et Dardagny sont comptabilisées dans le total de Genève Rive Droite)



Carte 13: Stratégie 2 : valorisation optimisée des énergies fossiles – secteurs « Central » et « Rhône sud »



Comme pour l'option précédente, l'approvisionnement des secteurs ou bâtiment non raccordables après valorisation du potentiel d'énergie renouvelable diffuse est basé sur les principes suivants :

- Valorisation du solde du gisement de bois local (env 38 GWh/an)
- Maintien d'une fraction de chauffage électrique pour les communes françaises (correspondant à la moitié de la proportion actuelle)
- Approvisionnement des besoins restants par des énergies fossiles.

La **structure d'approvisionnement en énergie thermique** du périmètre d'étude découlant de cette option fait l'objet du graphique ci-dessous :

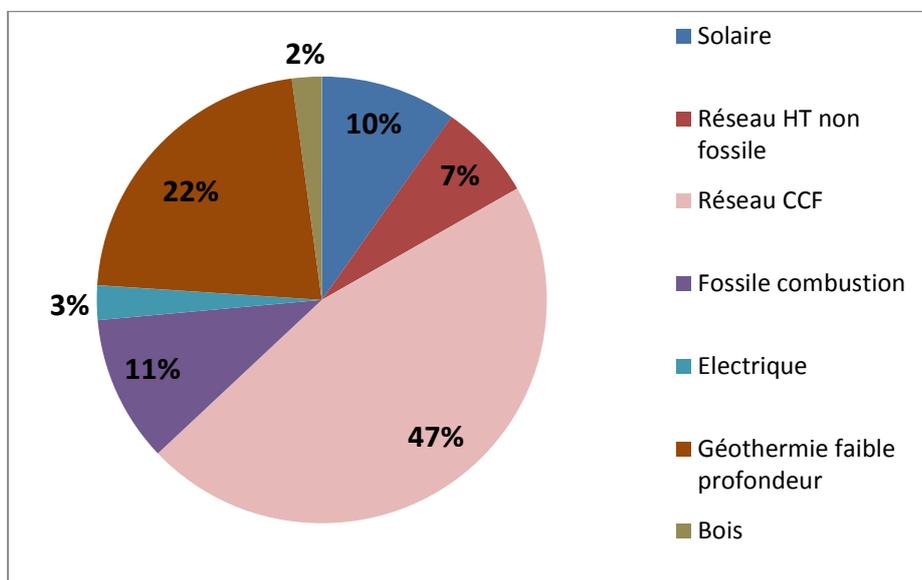


Figure 10 : Stratégie 2 : Structure d'approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud »

On constate que le 51% des besoins est assuré au moyen de ressources renouvelables, la part assurée par le fossile (CCF et combustion) représentant 47% (qui intègre la surconsommation liée à la production d'électricité) et celle liée au chauffage électrique direct 2%.

En matière d'**émissions de CO₂**, cette option permet de réduire que de 36% les émissions liées à l'approvisionnement en énergie thermique des bâtiments par rapport à l'état actuel (réduction des émissions par habitant liée au chauffage d'environ 345'000 à 221'000 t/an).

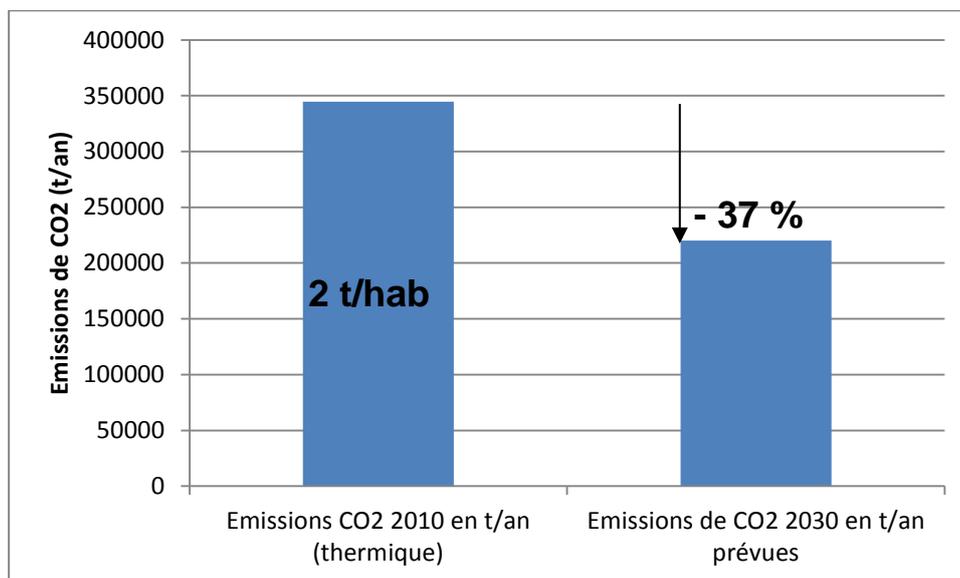


Figure 11 : Stratégie 2 : Structure d’approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud »

En matière de consommation/production en électricité, cette option se caractérise par une consommation en électricité supplémentaire très limitée (env. 160 GWh/an – prise en compte des consommations liées aux PAC avec déduction des chauffages électriques directs désaffectés) correspondant à environ 15% des besoins électriques du périmètre d’étude à l’horizon 2030.

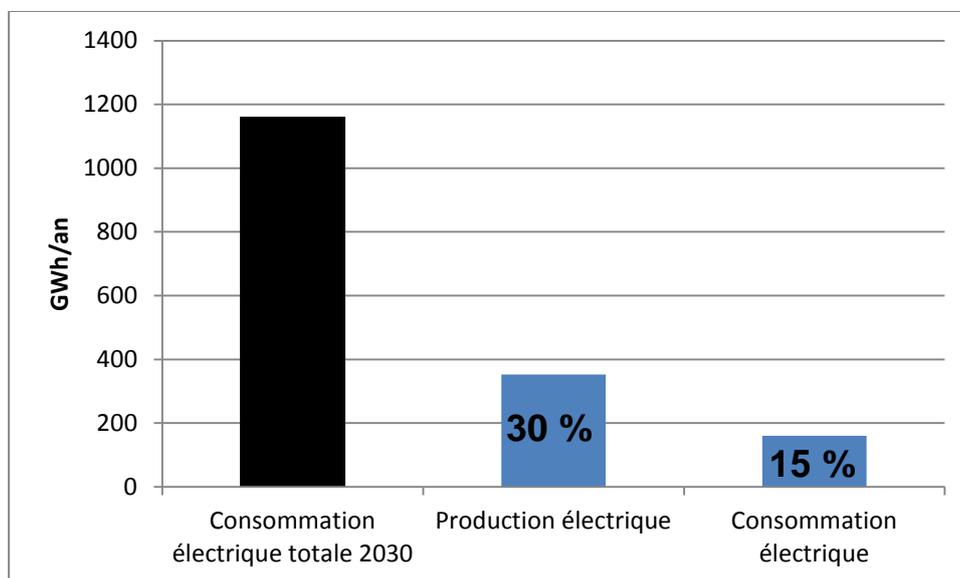


Figure 12 : Stratégie 2 : Structure de la consommation/production en électricité – secteurs « Central » et « Rhône sud »

Cette option présente également l’avantage d’assurer une production d’énergie électrique locale supplémentaire spécifique (hors potentiel de mise en œuvre de panneaux solaires photovoltaïques) d’environ 350 GWh/an, correspondant à environ 30% des besoins en électricité totaux estimés pour l’horizon 2030 à l’échelle du périmètre d’étude.



5.4.2.3. *Evaluation comparative et possibilités d'optimisation*

La caractérisation quantitative et qualitative du bilan entre ressources disponibles et besoins à satisfaire montre que l'enjeu principal est lié à l'approvisionnement durable de l'important besoin en chaleur haute température à l'horizon 2030.

En effet, même avec la prise en compte d'hypothèses favorables en matière d'assainissement énergétique du tissu bâti existant (prise en compte d'un taux de 2,5% par année alors que le taux actuel est inférieur à 1%), qui implique la mise en œuvre d'une politique volontariste en la matière, les besoins en chaleur haute température représentent un solde d'environ 800 GWh/an à l'échelle du périmètre « central » après valorisation de l'énergie solaire

A partir des 2 options présentées aux paragraphes précédents, une option optimisée, combinant le principe de valorisation haute température des ressources basses température et la valorisation optimisée de l'énergie fossile au moyen de la mise en œuvre de centrale chaleur force a été définie à partir des caractéristiques spécifiques du périmètre d'étude.

Cette option vise à préserver les avantages de l'option de valorisation des ressources BT pour satisfaire les besoins en HT tels que la part de pourcentage en énergie renouvelable et ses faibles émissions en CO₂ tout en réduisant ces impacts négatifs.

Le principe est le suivant :

- L'extension du réseau BT est limité à Ferney pour le nord et à Meyrin à l'ouest, à proximité des ressources BT.
- Dans les secteurs à forte densité ou de demande tels que la ZIMEYSA et Grand-Saconnex, une mise en œuvre conjointe des deux systèmes est préconisé, selon modalités à préciser pour éviter la concurrence.
- Pour les communes au nord, des CCF peuvent être mises en places, limitant ainsi des longueurs de réseau pour les raccorder aux ressources non renouvelables se trouvant au sud du périmètre.

Le principe de cette option est d'alimenter les périmètres raccordables des communes concernées (selon l'approche présentée au point 5.3) au moyen de centrales chaleur force, alimentées en gaz ou éventuellement au bois issu de l'extérieur du périmètre d'étude. A plus long terme, la source d'énergie pourrait potentiellement être remplacée par la chaleur issue de la géothermie grande profondeur, aux emplacements définis comme favorables à l'issue de la démarche spécifique engagée.

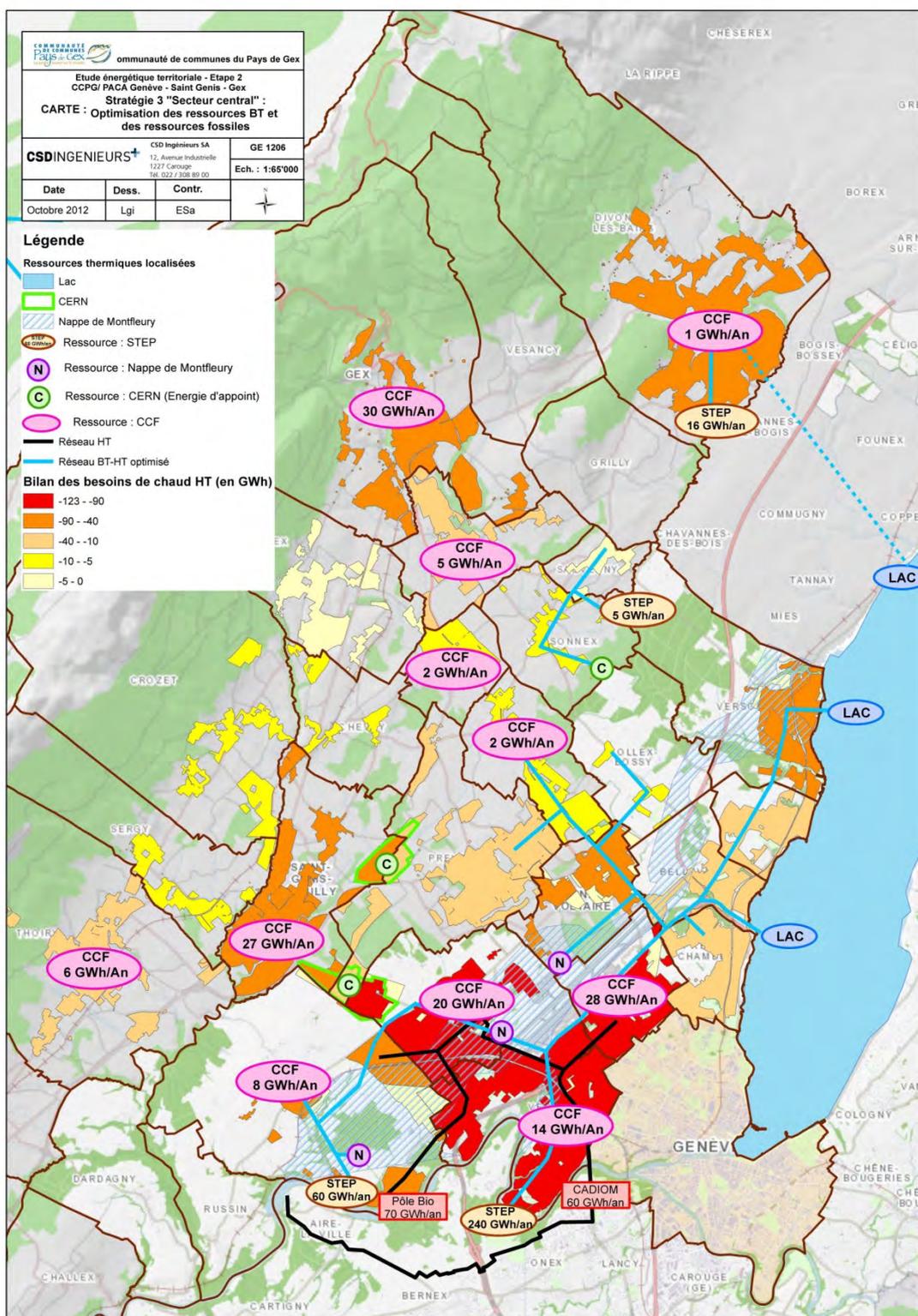
Le principe de configuration de cette option est présentée sur la carte 14 ci-après. La longueur totale du réseau représente un ordre de grandeur d'environ 150 km à l'échelle de l'ensemble du périmètre.

La structure d'approvisionnement énergétique obtenue par cette option est résumée dans le tableau et le graphique ci-après :



Commune	Stratégie optimisée CCF et réseau BT en HT												
	Besoins (GWh)			Approvisionnement en énergie (GWh)									
	Chaleur		Froid	Chaleur HT							Chaleur BT		Froid
HT	BT	Solaire		Réseau HT non fossile	Valorisation ressources BT	Réseau CCF	Bois	Fossile combustion	Electrique	Géothermie faible profondeur	Réseau BT	Géothermie faible profondeur	
Pays de Gex													
Axe Ferney-Gex													
Ferney-Voltaire	77	50	12	12	0	52	0	0	4	9	35	15	12
Prevessin-Moens	29	18	4	8	0	6	0	0	12	4	18	0	4
Ornex	13	7	1	3	0	2	2	0	4	2	7	0	1
Segny	7	4	1	2	0	0	2	0	2	1	4	0	1
Veronnex	7	3	0	1	0	1	0	0	3	1	2	0	0
Sauverny	4	2	0	1	0	1	0	2	1	1	2	0	0
Cessy	17	9	2	4	0	0	5	6	0	2	9	0	2
Gex	60	33	7	10	0	0	30	8	5	7	33	0	7
Total axe Ferney-Gex	215	126	27	41	0	62	39	16	30	26	111	15	27
Axe Thoiry-Echenevex													
Chevry	6	2	0	1	0	0	0	4	0	1	2	0	0
Crozet	8	3	1	2	0	0	0	6	0	1	3	0	1
Echenevex	6	2	0	1	0	0	0	4	0	1	2	0	0
Saint-Genis-Pouilly	66	47	11	16	0	0	27	0	15	8	47	0	11
Sergy	7	3	0	1	0	0	0	5	0	1	3	0	0
Thoiry	24	11	3	5	0	0	6	0	9	3	11	0	3
Total axe Thoiry-Echenevex	117	68	16	26	0	0	33	19	24	14	68	0	16
Rhône Sud													
Challex	5	2	0	1	0	1	0	2	0	1	2	0	0
Pougny	3	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Dardagny	9	2	1	1	0	7	0	0	1	0	2	0	1
Russin	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
Total Rhône Sud	19	5	2	3	0	12	0	3	1	1	5	1	2
Commune isolée													
Divonne-les-Bains	52	22	5	7	0	29	1	0	8	6	19	1	5
Total Commune isolée	52	22	5	7	0	29	1	0	8	6	19	1	5
Total Pays de Gex	391	218	47	76	0	94	74	38	63	47	201	16	47
Genève rive droite													
Bellevue	21	7	6	4	0	11	0	0	5	0	7	0	6
Collex-Bossy	9	2	0	1	0	7	0	0	1	0	1	1	0
Genthod	18	5	2	3	0	6	0	0	9	0	5	0	2
Grand-Saconnex	107	30	24	15	23	28	28	0	14	0	30	0	24
Meyrin	154	61	64	31	47	41	20	0	15	0	61	0	64
Pregny-Chambésy	34	10	11	6	0	15	0	0	13	0	10	0	11
Satigny	52	22	25	12	9	16	8	0	8	0	22	0	25
Vernier	149	55	42	27	51	29	14	0	28	0	55	0	42
Versoix	58	16	7	7	0	39	0	0	13	0	16	0	7
Total Genève rive droite	615	211	182	108	130	201	70	0	107	0	209	2	182
Total Périmètre "central" + "rhône sud"	1006	429	230	183	130	295	144	38	170	47	409	18	230

Tableau 21 : Stratégie 3 : Optimisation des ressources fossiles et BT – secteurs « Central » et « Rhône sud » (* Les communes de Russin et Dardagny sont comptabilisées dans le total de Genève Rive Droite)



Carte 14: Stratégie 3 : Optimisation ressources fossiles et BT – secteurs « Central » et « Rhône sud »

Comme pour l'option précédente, l'approvisionnement des secteurs ou bâtiment non raccordables après valorisation du potentiel d'énergie renouvelable diffuse est basé sur les principes suivants :



- Valorisation du solde du gisement de bois local (env 38 GWh/an)
- Maintien d'une fraction de chauffage électrique pour les communes françaises (correspondant à la moitié de la proportion actuelle)
- Approvisionnement des besoins restants par des énergies fossiles.

La **structure d'approvisionnement en énergie thermique** du périmètre d'étude découlant de cette option fait l'objet du graphique ci-dessous :

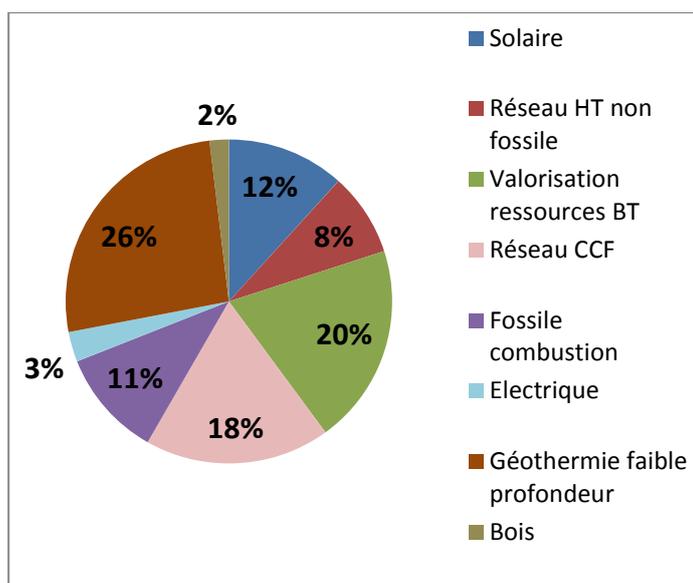


Figure 13 : Stratégie 3 : Structure d'approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud »

On constate que le 75% des besoins est assuré au moyen de ressources renouvelables, la part assurée par le fossile (CCF et combustion) représentant 23% (qui intègre la surconsommation liée à la production d'électricité) et celle liée au chauffage électrique direct 2%.

En matière d'**émissions de CO₂**, cette option permet de réduire de 70% les émissions liées à l'approvisionnement en énergie thermique des bâtiments par rapport à l'état actuel (réduction des émissions par habitant liée au chauffage d'environ 345'000 à 96'000 t/an).

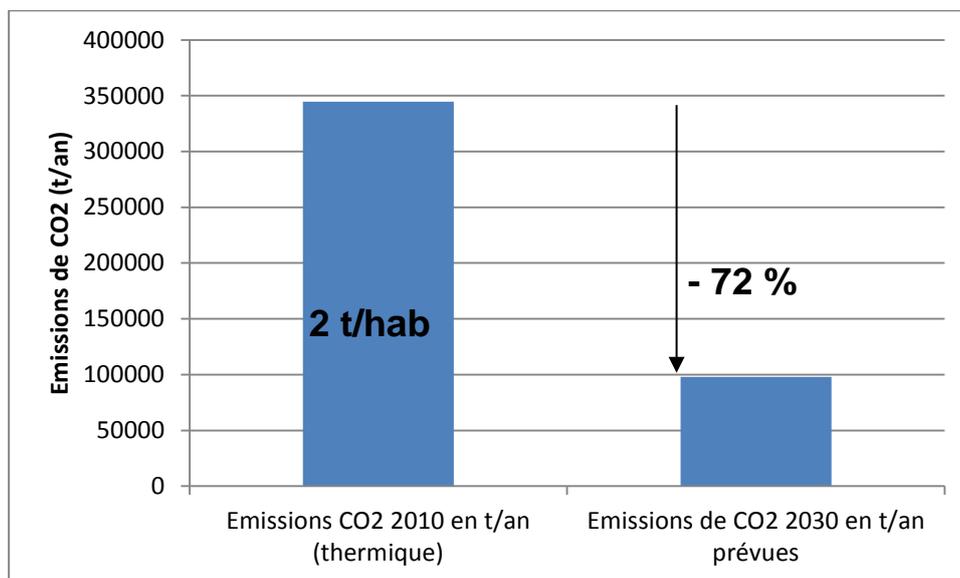


Figure 14 : Stratégie 3 : Structure d’approvisionnement en énergie thermique – secteurs « Central » et « Rhône sud »

En matière de consommation/production en électricité, cette option se caractérise par une consommation en électricité supplémentaire très limitée (env. 260 GWh/an – prise en compte des consommations liées aux PAC avec déduction des chauffages électriques directs désaffectés) correspondant à environ 20% des besoins électriques du périmètre d’étude à l’horizon 2030.

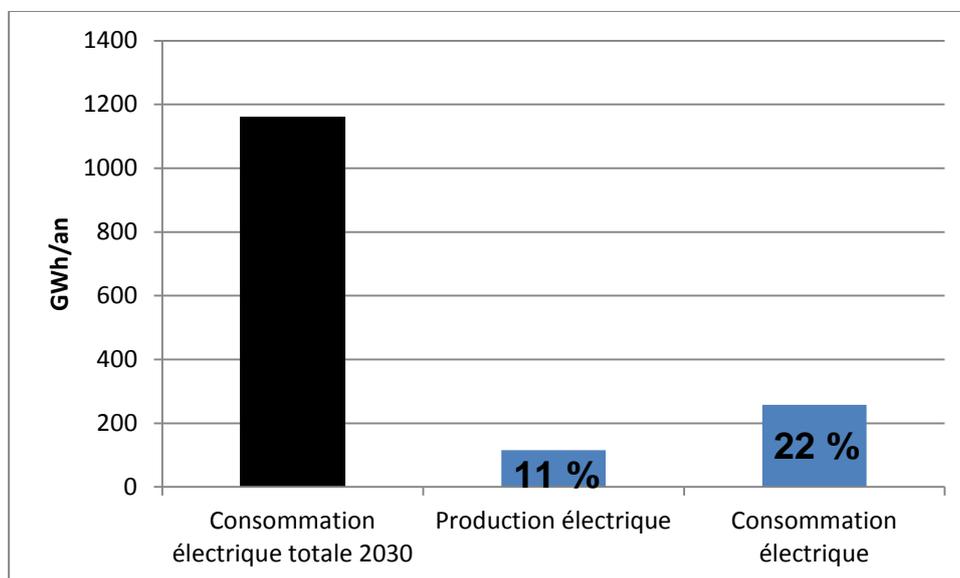


Figure 15 : Stratégie 3 : Structure de la consommation/production en électricité – secteurs « Central » et « Rhône sud »

Cette option présente également l’avantage d’assurer une production d’énergie électrique locale supplémentaire spécifique (hors potentiel de mise en œuvre de panneaux solaires photovoltaïques) d’environ 120 GWh/an, correspondant à environ 10% des besoins en électricité totaux estimés pour l’horizon 2030 à l’échelle du périmètre d’étude.



6. Intégration de la stratégie dans la planification urbaine des GP et des PSD

Le présent chapitre présente les orientations à intégrer dans la planification urbaine des Grands Projets (GP) et Projets Stratégiques de Développement (PSD) suivants :

- GP Grand-Saconnex et PSD Ferney – Voltaire
- GP Vernier – Meyrin – Aéroport
- PSD Saint-Genis – Croissant Porte de France
- PSD Gex – Cessy « GECE »

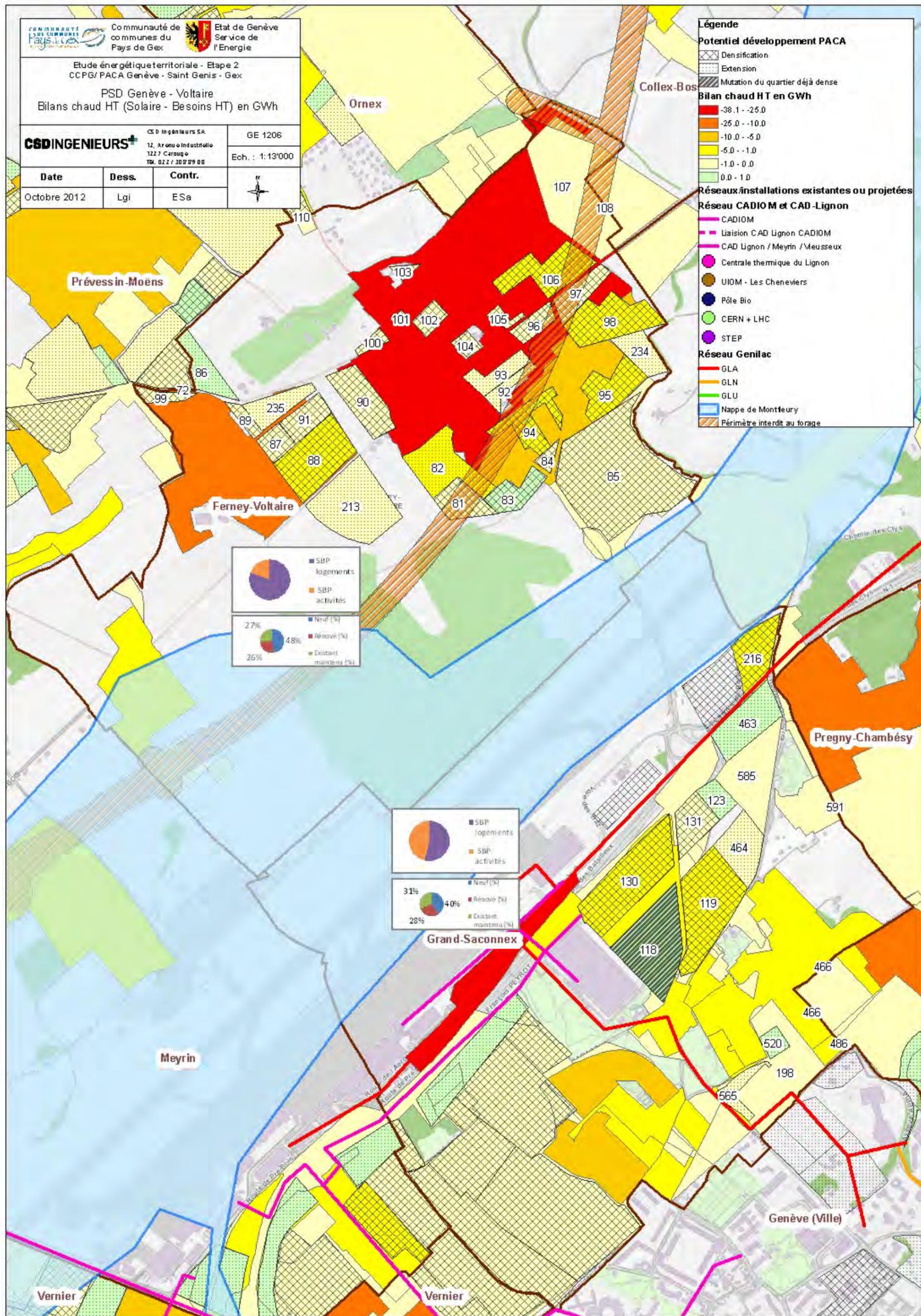
Au vu de l'analyse du territoire global, une synthèse des orientations à la concrétisation des PSD dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie énergétique du périmètre global est présentée.



6.1. GP Grand-Saconnex et PSD Ferney-Voltaire

ORIENTATIONS A INTEGRER A LA CONCRETISATION DU GP Grand-Saconnex et PSD Ferney-Voltaire

Principes	Contraintes spécifiques	Opportunités à valoriser	Eléments à intégrer à la concrétisation du GP et du PSD		Mesures conservatoires à intégrer à la concrétisation du GP et du PSD	
			Description	Acteurs principaux	Description	Acteurs principaux
<p>1. Valorisation optimale des ressources renouvelables disponibles à l'échelle de chaque périmètre d'extension / densification / mutation du GP et du PSD</p>	<ul style="list-style-type: none"> Secteur Ferney : contrainte d'implantation sondes géothermiques liée à la présence de l'anneau du CERN 	<ul style="list-style-type: none"> La valorisation intégrale du potentiel renouvelable du PSD et du GP permet la mise à disposition d'excédents de chaleur BT a priori à partir des secteurs suivants : <ul style="list-style-type: none"> Ferney : secteurs 85 et 213 pouvant être valorisés pour les secteurs proches contraints par l'anneau CERN et du bâti existant Grand Saconnex : Secteurs Pré-du-Stand et Grand-Saconnex sud Secteur Grand-Saconnex : réalisation de la route des Nations en tunnel (dès 2014) : possibilité d'implanter des géostructures (BT) 	<ul style="list-style-type: none"> Dispositif d'exploitation optimal des ressources géothermie/solaire de chaque périmètre avec réseau BT raccordable sur l'extérieur Confirmer et préciser le potentiel géothermique de la nappe de Montfleury dans le secteur Apport énergie BT complémentaire nécessaire pour périmètres PSD Ferney (à vérifier) et bâti existant à l'horizon 2030 : options envisageables : <ul style="list-style-type: none"> Exploitation nappe Montfleury (1^{ère} étape) Raccordement réseau Lac (à plus long terme) dans le cadre stratégie valorisation BT pour besoins HT 	<ul style="list-style-type: none"> M.O. périmètres du PSD et du GP Communes Organismes permettant de financer le surinvestissement initial Contracteur énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> Réservation des emprises liées aux futurs réseaux potentiels (après confirmation opportunité / faisabilité) : alimentation lac ; nappe de Montfleury Valorisation synergies avec travaux infrastructures et voirie planifiés afin d'intégrer mesures conservatoires 	<ul style="list-style-type: none"> Communes Direction équipement, urbanisme et génie civil Contracteurs M.O. des périmètres du PSD et du GP
<p>2. Mise en œuvre des conditions-cadre permettant de favoriser la transition énergétique des périmètres urbanisés existants : 2 options à considérer :</p> <p>a. Valorisation des ressources BT en utilisation HT (a priori à privilégier pour ce périmètre)</p> <p>b. Valorisation optimisée de l'énergie fossile (CCF)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Chauffages individuels électriques (15% des bâtiments existants) et au gaz sur la commune de Ferney Quasi intégralité des bâtiments existants en chauffage HT Contraintes patrimoniales pour le centre historique de Ferney 	This content is already covered in the previous row's 'Opportunités à valoriser' column	This content is already covered in the previous row's 'Eléments à intégrer' columns	This content is already covered in the previous row's 'Eléments à intégrer' columns	This content is already covered in the previous row's 'Mesures conservatoires' columns	This content is already covered in the previous row's 'Mesures conservatoires' columns



Carte 15 : Besoins en chaleur HT après valorisation des ressources diffuses – GP Grand-Saconnex et PSD Ferney-Voltaire



Numero PSYN	Occupation du sol		Besoins				Bilans "ressources diffuses - besoins"			
	SBP totale (m²)	CUS	chaud HT (GWh)	chaud BT (GWh)	Froid (GWh)	Electricité (GWh)	Bilans chaud HT (GWh)	Bilans chaud BT (GWh)	Bilans chaud HT+BT (GWh)	Bilans froid (GWh)
Ferney-Voltaire										
72	30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
81	45'355	1.86	0.66	2.35	1.02	0.51	-0.29	-1.33	-1.62	-0.13
82	86'910	1.80	1.72	4.01	0.33	0.84	-1.47	-3.56	-5.03	-0.12
83	35'000	1.56	0.24	1.58	1.75	0.46	0.07	-0.57	-0.50	-0.85
84	4'445	0.79	0.18	0.21	0.10	0.12	-0.15	0.04	-0.11	0.13
85	73'573	0.42	2.69	5.31	4.22	2.80	-0.84	1.88	1.05	2.11
86	10'543	0.41	0.07	0.63	0.53	0.30	0.13	0.51	0.64	0.49
87	10'709	0.79	0.43	0.51	0.23	0.28	-0.36	0.10	-0.26	0.31
88	59'660	1.00	2.42	2.53	0.13	1.40	-2.02	0.16	-1.86	2.26
89	6'173	0.79	0.25	0.29	0.13	0.16	-0.15	0.06	-0.09	0.18
90	38'199	1.00	1.55	1.62	0.08	0.90	-0.91	0.10	-0.81	1.45
91	16'253	0.79	0.66	0.77	0.35	0.42	-0.53	0.15	-0.38	0.47
92	8'074	0.76	0.16	0.38	0.04	0.18	-0.10	-0.22	-0.32	0.06
93	14'388	0.76	0.28	0.67	0.08	0.33	-0.18	0.14	-0.04	0.64
94	29'681	1.00	1.21	1.26	0.06	0.70	-1.00	-0.03	-1.03	1.02
95	35'279	1.00	1.43	1.50	0.07	0.83	-1.19	-0.03	-1.22	1.21
96	13'924	1.00	0.57	0.59	0.03	0.33	-0.47	-0.01	-0.48	0.48
97	21'188	1.00	0.86	0.90	0.04	0.50	-0.72	-0.02	-0.74	0.73
98	51'281	1.00	2.08	2.17	0.11	1.20	-1.52	-0.05	-1.57	1.76
99	9'017	1.00	0.37	0.38	0.02	0.21	-0.30	0.02	-0.28	0.34
100	6'204	1.00	0.25	0.26	0.01	0.15	-0.19	0.02	-0.17	0.24
101	2'079	1.00	0.08	0.09	0.00	0.05	-0.07	0.01	-0.06	0.08
102	10'874	1.00	0.44	0.46	0.02	0.25	-0.37	0.03	-0.34	0.41
103	4'009	1.00	0.16	0.17	0.01	0.09	-0.05	0.01	-0.04	0.15
104	6'946	1.00	0.28	0.29	0.01	0.16	-0.09	0.02	-0.07	0.26
105	6'071	1.00	0.25	0.26	0.01	0.14	-0.21	0.02	-0.19	0.23
106	44'657	1.00	1.81	1.89	0.09	1.05	-1.51	-0.04	-1.55	1.53
110	136	0.79	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
213	260'590	3.34	4.26	12.99	4.21	1.35	-0.25	2.07	1.82	2.66
234	16'715	0.76	0.32	0.78	0.09	0.38	-0.21	-0.58	-0.79	0.00
235	18'145	0.76	0.35	0.85	0.10	0.41	-0.23	0.22	-0.01	0.85
Tot. Commune	946'107		26	46	14	16	-15	-1	-16	19
Gd-Saonnex nord										
118	89'756	1.22	0.85	3.56	3.66	1.59	0.83	-0.23	0.59	-0.70
119	66'355	0.83	2.86	2.20	1.39	1.40	-1.57	1.41	-0.16	1.82
123	3'530	0.26	0.02	0.14	0.18	0.06	0.05	0.47	0.52	0.37
130	109'886	1.38	4.40	3.65	5.42	2.03	-2.28	-0.06	-2.34	-2.23
131	13'959	0.52	0.43	0.50	0.48	0.27	-0.09	0.70	0.61	0.59
216	51'697	1.35	2.07	1.72	2.57	0.95	-1.07	0.01	-1.06	-1.04
463	11'044	0.26	0.08	0.44	0.55	0.19	0.14	1.49	1.62	1.16
464	37'430	1.05	0.65	1.44	0.46	0.75	-0.40	0.16	-0.23	0.97
520	2'299	0.26	0.02	0.09	0.11	0.04	0.05	0.31	0.36	0.24
565	3'803	0.26	0.03	0.15	0.19	0.06	0.00	0.51	0.51	0.40
585	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.69	2.69	2.40
Tot. Commune	389'757		11	14	15	7	-4	7	3	4
Gd-Saonnex sud										
117	6'576	0.20	0.30	0.22	0.00	0.15	-0.13	1.29	1.17	1.34
129	16'117	0.26	0.11	0.64	0.81	0.27	0.25	2.17	2.42	1.69
165	37'282	0.20	1.68	1.24	0.00	0.86	-0.63	7.33	6.70	7.61
186	1	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
202	34'511	0.28	1.55	1.14	0.12	0.78	-0.84	4.31	3.48	4.73
220	22'181	0.20	1.00	0.73	0.00	0.51	-0.37	4.36	3.99	4.53
223	26'765	0.37	1.20	0.89	0.14	0.60	-0.75	2.35	1.60	2.73
587	2'403	0.20	0.11	0.08	0.00	0.06	-0.04	0.47	0.43	0.49
Tot. Commune	145'835		6	5	1	3	-3	22	20	23
Total PSD périmètre à urbaniser Genève-Voltaire	1481699		43	65	30	27	-22	29	7	46
Zones à bâtir existantes non concernées par le PSD										
Grand-Saonnex	510'689	0.52	89.91	10.76	8.16	73.07	-85.86	-6.48	-92.34	-4.35
Ferney	553'224	0.47	54.12	18.61	2.33	15.36	-50.99	-16.74	-67.72	-2.82
Total Zone à bâtir non concernées par le PSD	1063913		144	29	10	88	-137	-23	-160	-7

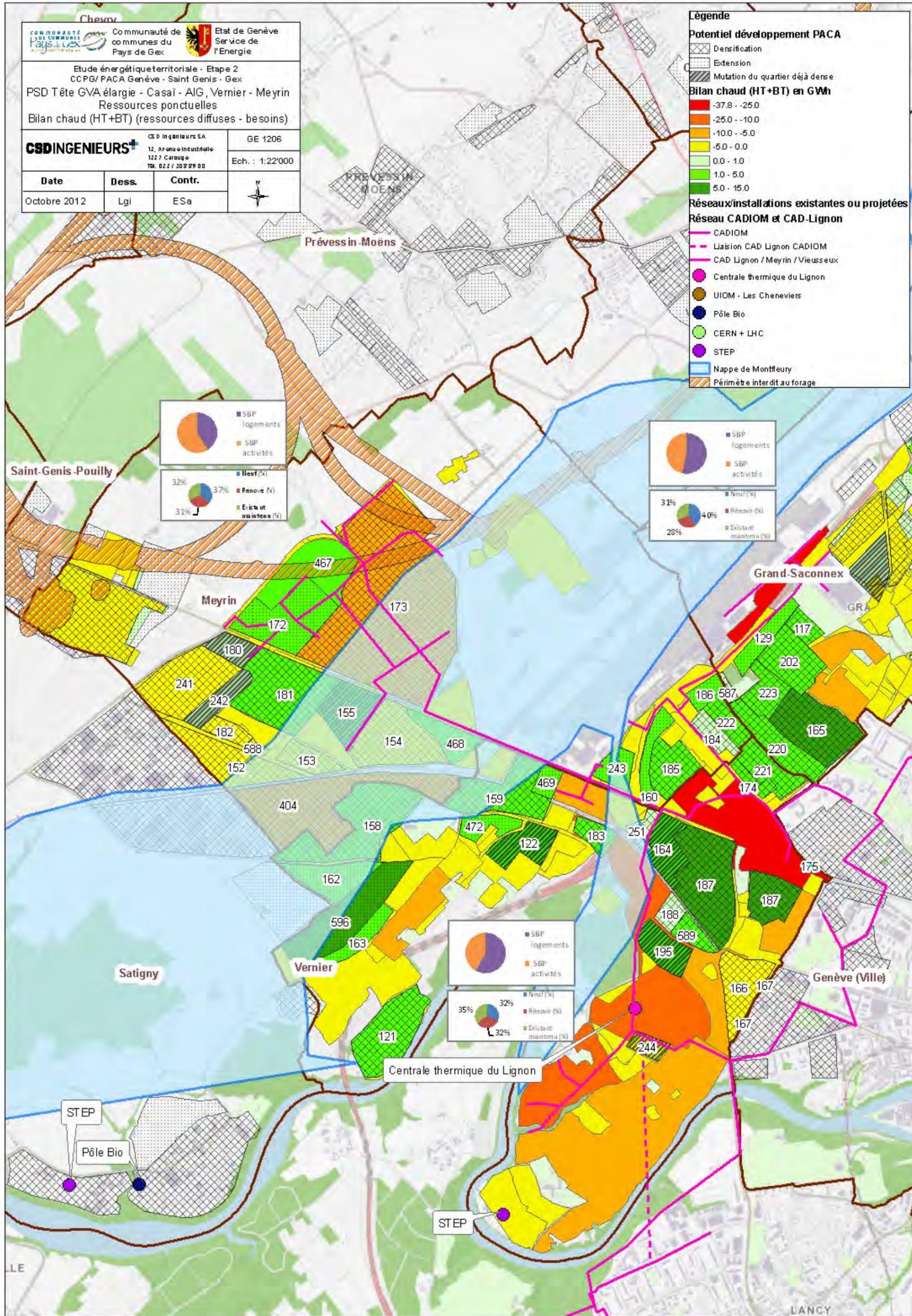
Tableau 22 : Synthèse des Bilans-Déficits pour le GP Grand-Saonnex et le PSD Ferney-Voltaire



6.2. GP Vernier-Meyrin-Aéroport

ORIENTATIONS A INTEGRER A LA CONCRETISATION DU GP Vernier-Meyrin-Aéroport

Principes	Contraintes spécifiques	Opportunités à valoriser	Eléments à intégrer à la concrétisation du GP		Mesures conservatoires à intégrer à la concrétisation du GP	
			Description	Acteurs principaux	Description	Acteurs principaux
1. Valorisation optimale des ressources renouvelables disponibles à l'échelle de chaque périmètre d'extension / densification / mutation du GP	<ul style="list-style-type: none"> Secteur Meyrin : contrainte implantation sonde géothermique liée à présence anneau CERN 	<ul style="list-style-type: none"> La valorisation intégrale du potentiel renouvelable des périmètres du GP permet la mise à disposition d'excédents de chaleur BT a priori à partir des secteurs suivants : <ul style="list-style-type: none"> Vernier : secteurs 122, 187, 164, 596 Grand Saconnex : Grand-Saconnex sud 	<ul style="list-style-type: none"> Dispositif d'exploitation optimal des ressources géothermie/solaire de chaque périmètre avec réseau BT raccordable sur l'extérieur Confirmer et préciser le potentiel du CERN Apport énergie BT et HT complémentaire nécessaire pour le bâti existant à l'horizon 2030 : options envisageables : <ul style="list-style-type: none"> Exploitation nappe Montfleury (1^{ère} étape) Raccordement réseau Lac (à plus long terme) dans le cadre stratégie valorisation BT pour besoins HT Implantation d'une CCF au sein de la ZIMEYSA pour garantir l'approvisionnement pour les besoins de process. 	<ul style="list-style-type: none"> M.O. périmètres du GP Communes Organismes permettant de financer le surinvestissement initial Contracteur énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> Réservation des emprises liées aux futurs réseaux potentiels (après confirmation opportunité / faisabilité) : alimentation lac ; nappe de Montfleury Valorisation synergies avec travaux infrastructures et voirie planifiés afin d'intégrer mesures conservatoires 	<ul style="list-style-type: none"> Communes Direction équipement, urbanisme et génie civil Contracteurs M.O. des périmètres du GP
2. Mise en œuvre des conditions-cadre permettant de favoriser la transition énergétique des périmètres urbanisés existants : 2 options à considérer : <ul style="list-style-type: none"> a. Valorisation des ressources BT en utilisation HT (a priori à privilégier pour ce périmètre) b. Valorisation optimisée de l'énergie fossile (CCF) 	<ul style="list-style-type: none"> Besoins importants pour de chaud HT pour le process dans la ZIMEYSAVER Quasi intégralité des bâtiments existants en chauffage HT 					



Carte 16 : Besoins en chaleur totaux après valorisation des ressources diffuses – GP Vernier-Meyrin-Aéroport



Numero PSYN	Occupation du sol		Besoins				Bilans "ressources diffuses - besoins"			
	SBP totale (m²)	CUS	chaud HT (GWh)	chaud BT (GWh)	Froid (GWh)	Electricité (GWh)	Bilans chaud HT (GWh)	Bilans chaud BT (GWh)	Bilans chaud HT+BT (GWh)	Bilans froid (GWh)
Grand-Saconnex sud										
117	6'580	0.20	0.30	0.22	0.00	0.15	-0.13	1.29	1.17	1.34
129	16'120	0.26	0.11	0.64	0.81	0.27	0.25	2.17	2.42	1.69
165	37'280	0.20	1.68	1.24	0.00	0.86	-0.63	7.33	6.70	7.61
202	34'510	0.28	1.55	1.14	0.12	0.78	-0.84	4.31	3.48	4.73
220	22'220	0.20	1.00	0.74	0.00	0.51	-0.37	4.37	4.00	4.54
223	26'760	0.37	1.20	0.89	0.14	0.60	-0.75	2.35	1.60	2.73
587	2'410	0.19	0.11	0.08	0.00	0.06	-0.04	0.48	0.44	0.50
Tot. Commune	145'880		6	5	1	3	-3	22	20	23
Meyrin										
152	104'810	0.66	6.25	3.06	5.22	2.02	-4.23	3.50	-0.73	0.54
153	41'130	0.68	2.46	1.20	2.06	0.79	-1.67	1.31	-0.36	0.15
154	130'920	0.68	8.69	3.63	6.54	2.56	-6.17	4.38	-1.79	0.50
155	68'220	0.57	0.54	2.72	3.18	1.18	0.74	2.27	3.01	1.21
160	5'570	0.10	0.04	0.22	0.28	0.09	0.03	2.17	2.20	1.85
172	117'490	0.58	2.23	4.50	0.79	2.40	-1.38	4.20	2.81	6.89
173	496'300	0.50	41.20	12.55	6.03	12.40	-37.64	28.54	-9.10	30.10
180	26'550	0.52	1.29	1.05	0.96	0.65	-0.87	1.25	0.38	1.08
181	100'780	0.40	7.78	2.64	2.57	2.32	-5.83	7.91	2.07	6.70
182	20'550	0.55	1.72	0.52	0.27	0.51	-1.57	1.02	-0.55	1.08
184	24'810	0.55	1.34	0.77	0.29	0.57	-1.17	1.25	0.08	1.50
185	12'530	0.13	0.66	0.39	0.20	0.28	-0.40	4.01	3.61	3.71
186	3'470	0.10	0.02	0.14	0.17	0.06	0.07	1.35	1.42	1.15
222	3'910	0.07	0.23	0.12	0.00	0.09	-0.12	2.25	2.13	2.10
241	137'180	0.68	12.18	3.99	6.86	3.30	-9.54	5.09	-4.44	1.22
242	36'580	0.59	1.48	1.46	1.82	0.83	-0.78	1.13	0.35	0.45
243	5'660	0.10	0.04	0.23	0.28	0.10	0.03	2.21	2.24	1.88
404	234'430	0.65	19.70	6.83	11.65	5.47	-15.18	8.00	-7.18	1.39
468	7'460	0.10	0.05	0.30	0.37	0.13	0.09	2.65	2.74	2.22
588	4'460	0.50	0.37	0.11	0.05	0.11	-0.34	0.26	-0.08	0.27
Tot. Commune	1'582'810		108	46	50	36	-86	85	-1	66
Vernier										
121	68'240	0.37	2.45	2.32	3.37	1.25	-1.13	5.53	4.39	3.56
122	64'470	0.74	1.18	2.47	0.58	1.31	0.08	1.45	1.54	2.91
158	99'000	0.38	5.28	3.01	4.95	1.88	-3.37	7.74	4.37	4.51
159	63'500	0.37	2.27	2.16	3.10	1.17	-1.04	5.09	4.05	3.29
162	11'670	0.11	0.08	0.47	0.58	0.20	0.14	3.94	4.09	3.29
163	7'190	0.11	0.05	0.29	0.36	0.12	0.15	2.43	2.58	2.03
164	38'190	0.41	0.45	1.50	1.26	0.70	0.12	2.64	2.76	2.42
166	109'330	0.90	5.44	3.52	0.42	2.53	-4.69	1.98	-2.71	4.47
167	630	0.96	0.03	0.02	0.00	0.01	-0.03	0.01	-0.02	0.02
174	4'260	0.15	0.22	0.14	0.00	0.10	-0.10	1.18	1.08	1.17
183	16'160	0.36	0.58	0.55	0.78	0.30	-0.26	1.45	1.19	0.99
187	58'770	0.17	2.79	1.92	0.32	1.35	-1.33	13.54	12.22	13.42
188	12'440	0.38	0.45	0.42	0.62	0.23	-0.21	1.06	0.85	0.70
195	27'200	0.34	0.21	1.09	1.29	0.47	0.30	2.48	2.77	1.87
221	11'830	0.15	0.60	0.38	0.00	0.28	-0.28	3.19	2.92	3.17
244	48'110	1.47	0.95	1.84	0.19	0.99	-0.62	-0.37	-0.99	1.11
251	11'990	0.37	0.43	0.41	0.59	0.22	-0.20	1.04	0.84	0.69
469	3'390	0.11	0.02	0.14	0.17	0.06	0.07	1.26	1.33	1.07
472	5'650	0.11	0.04	0.23	0.28	0.10	0.12	1.91	2.03	1.59
589	5'920	0.15	0.30	0.19	0.01	0.14	-0.13	1.63	1.50	1.61
596	24'150	0.11	0.17	0.97	1.21	0.41	0.51	8.16	8.66	6.81
Tot. Commune	692'090		24	24	20	14	-12	67	55	61
Total PSD périmètre à urbaniser Tête GVA	2'420'780		138	75	71	53	-100	174	74	150
Zones à bâtir existantes non concernées pas le PSD										
Grand-Saconnex	510'690	0.52	89.91	10.76	8.16	73.07	-85.86	-6.48	-92.34	-4.35
Meyrin	367'880	0.35	30.69	8.95	10.97	8.47	-26.06	-7.04	-33.10	-9.58
Vernier	1'335'220	0.37	124.60	30.50	22.28	33.74	110.64	-19.99	130.63	-13.57
Total Zone à bâtir non concernées par le PSD	2'213'790		245	50	41	115	-223	-34	-256	-28

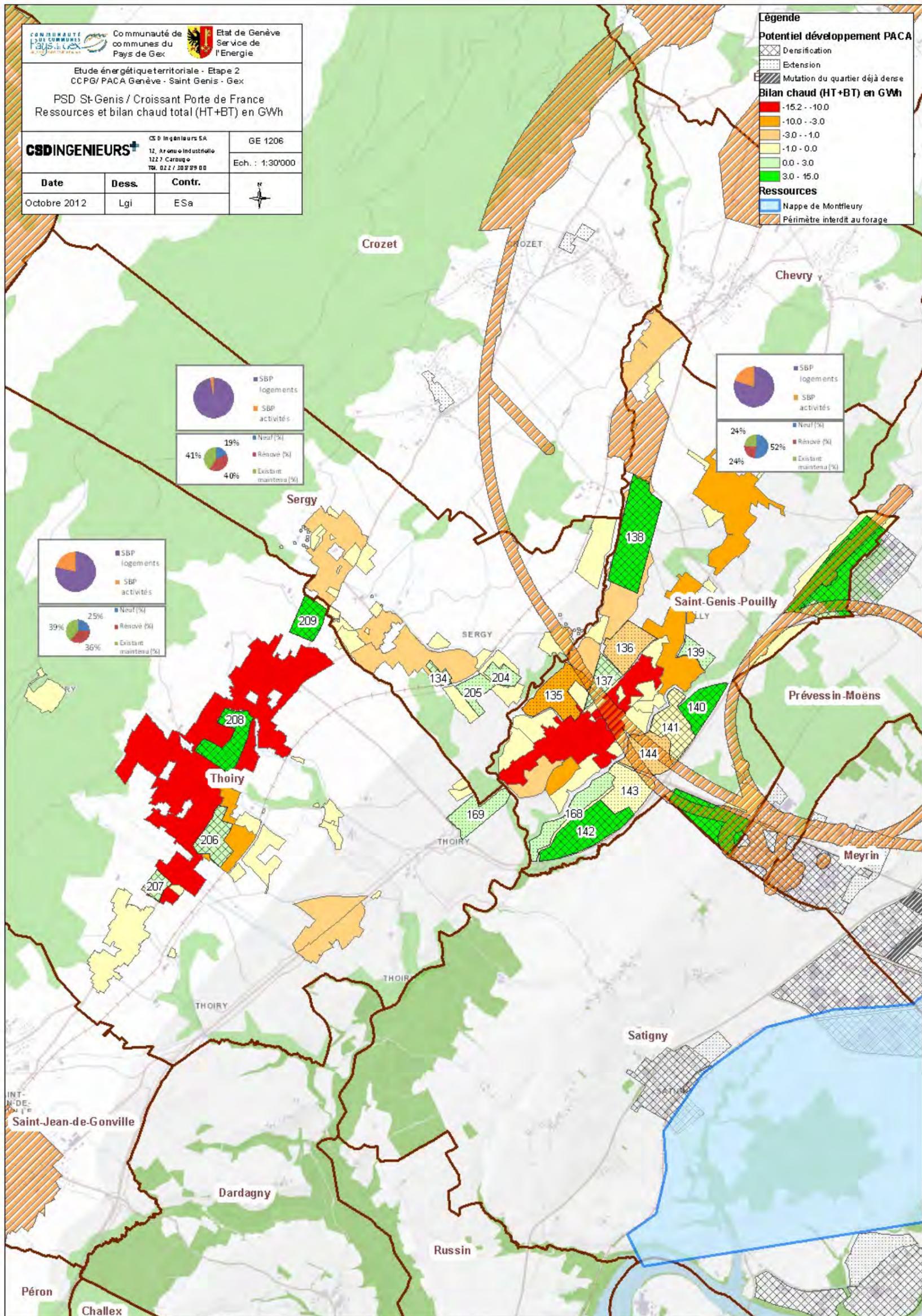
Tableau 23 : Synthèse des Bilans-Déficits pour le GP Vernier-Meyrin-Aéroport



6.3. PSD Saint-Genis – Croissant Porte de France

ORIENTATIONS A INTEGRER A LA CONCRETISATION DU PSD Saint-Genis – Croissant Porte de France

Principes	Contraintes spécifiques	Opportunités à valoriser	Éléments à intégrer à la concrétisation du PSD		Mesures conservatoires à intégrer à la concrétisation du PSD	
			Description	Acteurs principaux	Description	Acteurs principaux
<p>1. Valorisation optimale des ressources renouvelables disponibles à l'échelle de chaque périmètre d'extension / densification / mutation du PSD</p>	<ul style="list-style-type: none"> Secteur Saint-Genis et Sergy : contrainte implantation sonde géothermique liée à présence anneau CERN 	<ul style="list-style-type: none"> La valorisation intégrale du potentiel renouvelable des PSD permet la mise à disposition d'excédents de chaleur BT a priori à partir des secteurs suivants : <ul style="list-style-type: none"> Saint-Genis : secteurs en développement 138 et 142 pouvant être valorisés pour les secteurs proches contraints par l'anneau CERN et du bâti existant Sergy et Thoiry : tous les périmètres en développement 	<ul style="list-style-type: none"> Dispositif d'exploitation optimal des ressources géothermie/solaire de chaque périmètre avec réseau BT raccordable sur l'extérieur Apport énergie BT et HT complémentaire nécessaire pour périmètres bâtis existants à l'horizon 2030 ; options envisageables : <ul style="list-style-type: none"> Mise en œuvre de CCF pour chaque commune (excepté Sergy) Complément au bois pour Sergy Inteconnexion des PSD avec le bâti existant 	<ul style="list-style-type: none"> M.O. périmètres du PSD Communes Organismes permettant de financer le surinvestissement initial Contracteur énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> Réservation des emprises liées aux futurs réseaux potentiels (après confirmation opportunité / faisabilité) : réseau communal Valorisation synergies avec travaux infrastructures et voirie planifiés afin d'intégrer mesures conservatoires 	<ul style="list-style-type: none"> Communes Direction équipement, urbanisme et génie civil Contracteurs M.O. des périmètres du PSD
<p>2. Mise en œuvre des conditions-cadre permettant de favoriser la transition énergétique des périmètres urbanisés existants : 2 options à considérer :</p> <p>a. Valorisation des ressources BT en utilisation HT (a priori à privilégier pour ce périmètre)</p> <p>b. Valorisation optimisée de l'énergie fossile (CCF)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Chauffages individuels électriques (15% des bâtiments existants) et au gaz Quasi intégralité des bâtiments existants en chauffage HT 					



Carte 17 : Besoins en chaleur totaux après valorisation des ressources diffuses – PSD St-Genis – Croissant Porte de France



Numero PSYN	Occupation du sol		Besoins				Bilans "ressources diffuses - besoins"			
	SBP totale (m ²)	CUS	chaud HT (GWh)	chaud BT (GWh)	Froid (GWh)	Electricité (GWh)	Bilans chaud HT (GWh)	Bilans chaud BT (GWh)	Bilans chaud HT+BT (GWh)	Bilans froid (GWh)
Sergy										
134	4'230	0.18	0.15	0.18	0.00	0.10	⊗ -0.04	⊙ 0.88	⊙ 0.85	⊙ 0.95
204	5'120	0.11	0.11	0.23	0.00	0.11	⊗ -0.04	⊙ 0.57	⊙ 0.52	⊙ 0.56
205	7'160	0.11	0.15	0.32	0.00	0.16	⊗ -0.09	⊙ 0.40	⊙ 0.31	⊙ 0.40
Tot. Commune	16'510		0	1	0	0	0	2	2	2
Saint-Genis-Pouilly										
135	90'820	0.55	1.89	4.09	0.00	2.00	⊗ -1.27	⊗ -2.57	⊗ -3.84	⊙ 0.69
136	71'220	0.55	1.48	3.21	0.03	1.57	⊗ -0.98	⊗ -1.99	⊗ -2.98	⊙ 0.54
137	16'980	0.23	0.72	0.71	0.00	0.39	⊗ -0.24	⊙ 2.31	⊙ 2.07	⊙ 2.65
138	47'520	0.16	1.65	2.53	1.96	1.39	⊗ -0.73	⊙ 10.07	⊙ 9.34	⊙ 9.12
139	25'490	0.55	0.53	1.15	0.00	0.56	⊗ -0.36	⊙ 0.94	⊙ 0.58	⊙ 1.85
140	18'470	0.18	0.81	0.84	0.31	0.47	⊗ -0.45	⊙ 3.71	⊙ 3.26	⊙ 3.74
141	90'790	0.65	3.86	3.79	0.05	2.11	⊗ -2.92	⊙ 2.21	⊗ -0.71	⊙ 5.25
142	31'680	0.15	1.00	1.77	1.58	0.97	⊗ -0.39	⊙ 7.82	⊙ 7.43	⊙ 6.94
143	72'920	0.50	1.34	3.48	0.66	1.68	⊗ -0.49	⊙ 0.12	⊗ -0.37	⊙ 2.22
144	78'890	0.55	1.64	3.55	0.00	1.74	⊗ -0.69	⊗ -0.57	⊗ -1.26	⊙ 2.26
168	54'760	0.43	0.74	2.89	1.43	1.38	⊙ 0.09	⊙ 2.83	⊙ 2.92	⊙ 3.66
Tot. Commune	599'540		16	28	6	14	-8	25	16	39
Thoiry										
169	6'640	0.06	0.11	0.33	0.11	0.16	⊗ -0.04	⊙ 1.63	⊙ 1.59	⊙ 1.28
206	43'250	0.39	1.77	1.91	0.40	1.06	⊗ -0.92	⊙ 3.11	⊙ 2.19	⊙ 4.07
207	5'020	0.12	0.22	0.21	0.00	0.12	⊗ -0.08	⊙ 1.63	⊙ 1.56	⊙ 1.64
208	17'870	0.12	0.78	0.74	0.00	0.42	⊗ -0.27	⊙ 5.81	⊙ 5.54	⊙ 5.82
209	10'990	0.12	0.48	0.45	0.00	0.26	⊗ -0.17	⊙ 3.25	⊙ 3.08	⊙ 3.26
Tot. Commune	83'770		3	4	1	2	-1	15	14	16
Total PSD périmètre à urbaniser Saint-Genis / Croissant Porte de France	699'820		19	32	7	17	⊗ -10	⊙ 42	⊙ 32	⊙ 57
Zones à bâtir existantes non concernées par le PSD										
Saint-Genis	446'410	0.21	46.20	14.42	1.41	12.13	⊗ -41.05	⊗ -10.05	⊗ -51.10	⊙ 1.91
Sergy	68'390	0.08	7.06	2.20	0.12	1.84	⊗ -5.99	⊗ -1.04	⊗ -7.03	⊙ 0.62
Thoiry	203'160	0.09	20.38	6.86	2.54	5.89	⊗ -17.02	⊗ -3.31	⊗ -20.33	⊗ -0.07
Total zones à bâtir non concernées par le PSD	717'960		74	23	4	20	⊗ -64	⊗ -14	⊗ -78	⊙ 2
Total global périmètre PSD Saint-Genis / Croissant Porte de France	1'417'780		93	56	11	36	⊗ -74	⊙ 28	⊗ -46	⊙ 59

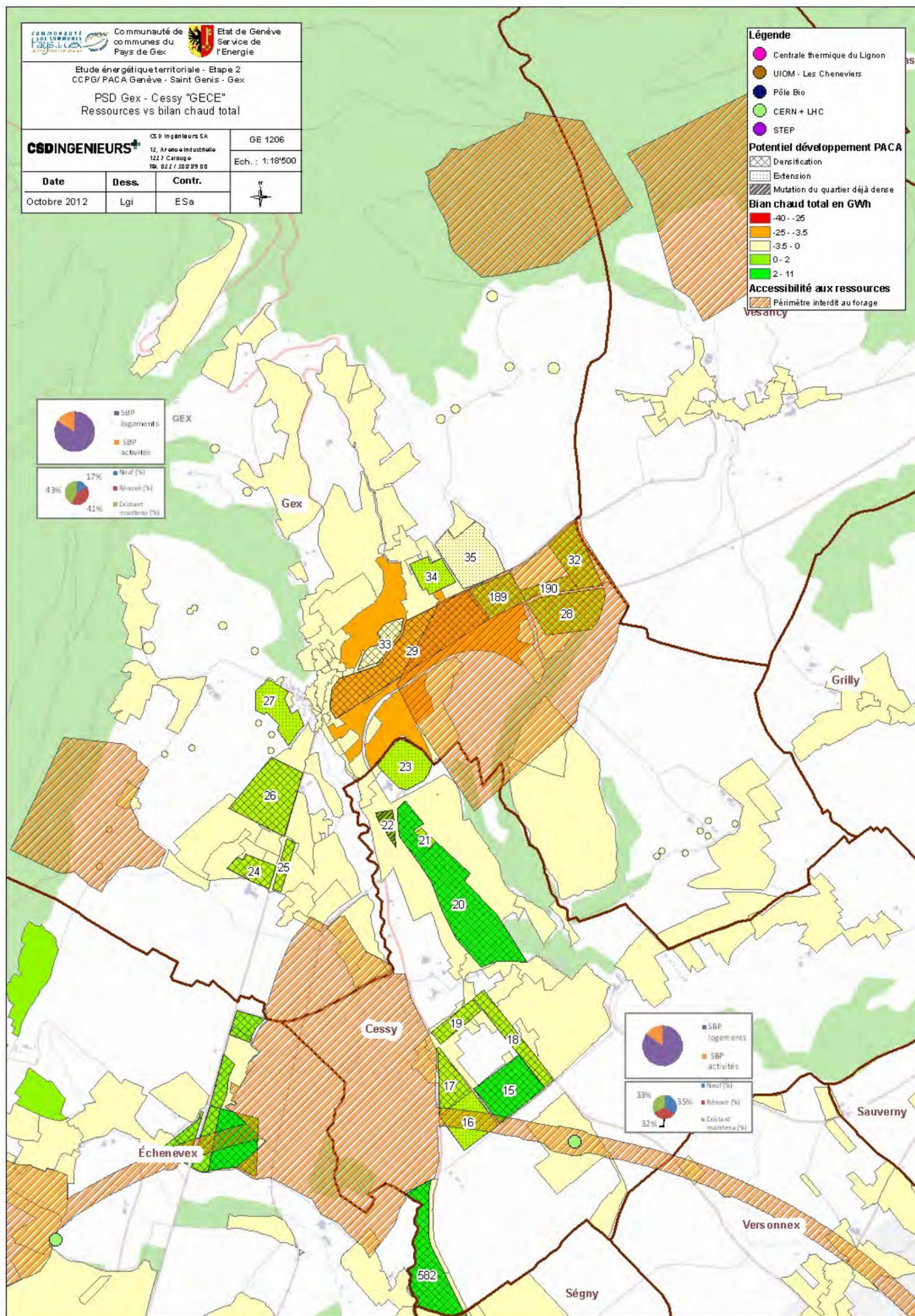
Tableau 24 : Synthèse des Bilans-Déficits pour le PSD St-Genis – Croissant Porte de France



6.4. PSD Gex – Cessy « GECE »

ORIENTATIONS A INTEGRER A LA CONCRETISATION DU PSD Gex – Cessy « GECE »

Principes	Contraintes spécifiques	Opportunités à valoriser	Eléments à intégrer à la concrétisation du PSD		Mesures conservatoires à intégrer à la concrétisation du PSD	
			Description	Acteurs principaux	Description	Acteurs principaux
1. Valorisation optimale des ressources renouvelables disponibles à l'échelle de chaque périmètre d'extension / densification / mutation du PSD	<ul style="list-style-type: none"> Contraintes d'implantation des sondes géothermiques : Cessy : LHC et périmètre de protection / captage Chenaz Gex : Périmètres de protection des eaux souterraines Pré-Bataillard et Leby 	<ul style="list-style-type: none"> La valorisation intégrale du potentiel renouvelable des périmètres d'extension/mutation du PSD suivant permet la mise à disposition d'excédents de chaleur BT pour la transition énergétique du tissu bâti existant Cessy : secteurs 15 à 19 et 20 à 23 et secteur 582 Gex : secteurs 24 à 27 	<ul style="list-style-type: none"> Dispositif d'exploitation optimal des ressources géothermie/solaire de chaque périmètre avec réseau BT raccordable sur l'extérieur Apport énergie BT et HT complémentaire nécessaire pour périmètres bâti existant à l'horizon 2030 : option à privilégier : <ul style="list-style-type: none"> Mise en œuvre de centrales chaleur-force (CCF) : fossile optimisé, évtl. Bois, évtl. géothermie grande profondeur à long terme Complément au bois ponctuel Interconnexion des PSD avec le bâti existant 	<ul style="list-style-type: none"> M.O. périmètres en mutation / extension du PSD Communes Organismes permettant de financer le surinvestissement initial Contracteur énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> Réservation des emprises liées aux futurs réseaux et centrales à implanter Valorisation synergies avec travaux infrastructures et voirie planifiés afin d'intégrer mesures conservatoires 	<ul style="list-style-type: none"> Communes Direction équipement, urbanisme et génie civil Contracteurs M.O. des périmètres en extension / mutation du PSD
2. Mise en œuvre des conditions-cadre permettant de favoriser la transition énergétique des périmètres urbanisés existants : 2 options à considérer : <ol style="list-style-type: none"> Valorisation des ressources BT en utilisation HT (a priori à privilégier pour ce périmètre) Valorisation optimisée de l'énergie fossile (CCF) 	<ul style="list-style-type: none"> Chauffages individuels électriques (15% des bâtiments existants) et au gaz Quasi intégralité des bâtiments existants en chauffage HT 					



Carte 18 : Besoins en chaleur totaux après valorisation des ressources diffuses – PSD Gex-Cessy



Numero PSYN	Occupation du sol		Besoins				Bilans "ressources diffuses - besoins"			
	SBP totale (m²)	CUS	chaud HT (GWh)	chaud BT (GWh)	Froid (GWh)	Electricité (GWh)	Bilans chaud HT (GWh)	Bilans chaud BT (GWh)	Bilans chaud HT+BT (GWh)	Bilans froid (GWh)
Cessy										
15	10'730	0.13	0.48	0.44	0.00	0.25	⊗ -0.18	⊙ 2.89	⊙ 2.71	⊙ 2.93
16	12'780	0.21	0.26	0.58	0.01	0.28	⊙ 0.10	⊙ 0.43	⊙ 0.52	⊙ 0.69
17	4'750	0.12	0.23	0.23	0.14	0.14	⊗ -0.13	⊙ 1.39	⊙ 1.26	⊙ 1.28
18	9'080	0.19	0.45	0.37	0.01	0.22	⊗ -0.23	⊙ 1.83	⊙ 1.60	⊙ 1.94
19	9'940	0.35	0.55	0.40	0.02	0.24	⊗ -0.40	⊙ 0.79	⊙ 0.39	⊙ 1.02
20	31'710	0.15	1.49	1.30	0.00	0.74	⊗ -0.70	⊙ 7.36	⊙ 6.66	⊙ 7.61
21	1'640	0.27	0.03	0.07	0.00	0.04	⊙ 0.01	⊙ 0.18	⊙ 0.19	⊙ 0.22
22	2'260	0.19	0.05	0.10	0.00	0.05	⊙ 0.02	⊙ 0.40	⊙ 0.41	⊙ 0.44
23	15'830	0.27	0.33	0.71	0.00	0.35	⊗ -0.13	⊙ 1.68	⊙ 1.55	⊙ 2.10
582	8'910	0.09	0.39	0.48	0.44	0.28	⊗ -0.22	⊙ 3.80	⊙ 3.58	⊙ 3.32
Tot. Commune	107'630		4	5	1	3	-2	21	19	22
Gex										
24	7'070	0.23	0.29	0.30	0.02	0.17	⊗ -0.18	⊙ 1.06	⊙ 0.88	⊙ 1.19
25	2'100	0.14	0.09	0.09	0.00	0.05	⊗ -0.03	⊙ 0.57	⊙ 0.54	⊙ 0.59
26	42'220	0.40	1.75	1.83	0.28	1.02	⊗ -1.27	⊙ 2.95	⊙ 1.67	⊙ 3.97
27	33'130	0.66	0.69	1.49	0.00	0.73	⊗ -0.46	⊙ 0.78	⊙ 0.32	⊙ 2.02
28	28'100	0.33	0.82	1.58	1.41	0.85	⊗ -0.28	⊙ 1.98	⊙ 1.70	⊙ 1.72
29	166'310	0.86	7.01	7.09	0.64	3.95	⊗ -5.88	⊙ 0.99	⊗ -4.89	⊙ 6.46
32	17'460	0.29	0.54	0.96	0.81	0.52	⊗ -0.19	⊙ 1.54	⊙ 1.35	⊙ 1.40
33	19'420	0.67	0.82	0.83	0.08	0.46	⊗ -0.69	⊙ 0.48	⊗ -0.20	⊙ 1.09
34	17'370	0.51	0.36	0.78	0.00	0.38	⊗ -0.18	⊙ 0.77	⊙ 0.58	⊙ 1.38
35	34'130	0.38	0.71	1.54	0.00	0.75	⊗ -0.42	⊗ -0.48	⊗ -0.90	⊙ 0.61
189	22'250	0.47	0.94	0.94	0.07	0.53	⊗ -0.72	⊙ 1.01	⊙ 0.30	⊙ 1.65
190	7'260	0.36	0.23	0.41	0.36	0.22	⊗ -0.09	⊙ 0.42	⊙ 0.33	⊙ 0.37
Tot. Commune	396'820		14	18	4	10	-10	12	2	22
Total PSD périmètre à urbaniser Gex Cessy	504'450		19	23	4	12	⊗ -12	⊙ 33	⊙ 21	⊙ 44
Zones à bâtir existantes non concernées par le PSD										
Cessy	129'560	0.10	13.19	4.31	1.13	3.65	⊗ -11.25	⊗ -2.53	⊗ -13.79	⊙ 0.00
Gex	460'070	0.14	45.56	15.46	3.17	12.70	⊗ -41.17	⊗ -7.33	⊗ -48.50	⊙ 3.66
Total zones à bâtir non concernées par le PSD	589'630		59	20	4	16	⊗ -52	⊗ -10	⊗ -62	⊙ 4

Tableau 25 : Synthèse des Bilans-Déficits pour le PSD Gex-Cessy



7. Mise en œuvre des stratégies et rôle des différents acteurs

La présente étude a permis de mettre en évidence les éléments déterminants du contexte territorial de Genève Rive Droite et de la CCPG dans le cadre de son approvisionnement énergétique futur et d'évaluer les besoins thermiques futurs.

Il en ressort deux volets primordiaux pour garantir un approvisionnement énergétique durable du territoire concerné :

1. Réduction de la consommation en énergie primaire et utilisation rationnelle de l'énergie
 - Assainissement énergétique des bâtiments existants: même avec une prise en compte du scénario «volontariste» (taux annuel d'assainissement des bâtiments existants compris entre 2 et 2,5%), la consommation des bâtiments existants représentera 75% de la consommation en énergie thermique totale des bâtiments à l'horizon 2030
 - Stratégie de mobilité durable : la mobilité représente actuellement au moins un tiers de la consommation en énergie fossile du territoire concerné avec des besoins en forte augmentation à l'horizon 2030 malgré la stratégie multimodale définie dans le cadre du schéma d'agglomération
2. Approvisionnement durable avec un recours accru aux ressources renouvelables locales
 - La valorisation optimale du potentiel local en énergies renouvelables, présentes de manière «diffuse» sur l'ensemble du territoire (solaire ; géothermie) est indispensable ; elle ne suffira toutefois pas à couvrir la totalité des besoins du territoire
 - La mise à contribution des ressources localisées ou inégalement réparties doit être coordonnée de manière optimale à l'échelle de l'ensemble du périmètre transfrontalier concerné. En effet, les ressources disponibles se trouvent principalement au sud du périmètre avec un potentiel important permettant d'envisager leur valorisation sur un vaste périmètre d'influence (p.ex. hydrothermie du lac Léman).

L'identification et le rôle des différents acteurs concernés par les 2 volets de la mise en œuvre de cette stratégie énergétique globale est abordée ci-après.



Pour mettre en application le **principe d'utilisation rationnelle de l'énergie** lors de nouvelles constructions ou pour inciter l'assainissement énergétique des bâtiments existants, trois niveaux d'acteurs sont identifiés :

- Les autorités nationales, régionales et cantonales
- Les autorités locales
- Les Maîtres de l'ouvrage et les propriétaires

Leur implication est résumée dans le tableau ci-après :

Cadre national / région /canton	Autorités locales	Maîtres de l'ouvrage Propriétaires
Prescriptions légales et réglementaires Politique énergétique Subventionnement Incitations fiscales Exemplarité en tant que MO public	Prescriptions au niveau règlements d'urbanisme Mise en œuvre conditions cadre Exemplarité en tant que MO public	Mise en œuvre Possibilité mise à contribution mécanismes de financement à long terme

Tableau 26 : Acteurs – principe d'utilisation rationnelle de l'énergie et assainissement énergétique



Concernant l'**approvisionnement énergétique durable** basé sur une mise à disposition et une valorisation systématique des ressources renouvelables locales, le rôle des différents acteurs concernés est appréhendé comme suit en fonction du type de mesures à prévoir :

Mesures	Acteurs concernés
1. Valorisation optimale des ressources locales à l'échelle des périmètres à urbaniser (y.c. raccordabilité sur périmètre élargi)	Autorités: spécifications des règles d'aménagement Maîtres de l'ouvrage périmètres à urbaniser Contracteurs énergétiques
2. Concrétisation mesures de transition énergétique sur périmètres d'influence: <ul style="list-style-type: none"> • Premiers éléments de réseaux • Mesures conservatoires 	Direction équipement /urbanisme Communes Maîtres de l'ouvrage périmètres à urbaniser Contracteurs énergétiques
3. Planification à l'échelle du territoire élargi: <ul style="list-style-type: none"> • Enjeux et opportunités • Faisabilité /plan directeur 	Canton / CCPG Mobilisation acteurs concernés par valorisation rejets de chaleur Soutien: CH / F / région / Interreg
4. Mise en œuvre des infrastructures sur territoire élargi (y.c. mécanisme de financement infrastructures)	Canton / CCPG Communes Mobilisation des mécanismes de soutien Contracteurs

Tableau 27 : Acteurs – approvisionnement énergétique durable : recours optimal aux ressources renouvelables locales

CSD Ingénieurs SA

Eric Säuberli

p.o. Louise Gilbert

Carouge, le 5 février 2013



8. Annexes



Annexe 1 a : Données de SBP pour les logements en 2010 et 2030

	Commune	SBP 2010 logements	Assainissement énergétique (2.5%/an)	Existant non assaini	SBP PSYN (2030)			SBP neuf 2030 - Hors PSYN - zones actuelles	SBP neuf 2030 - Hors PSYN - zones futures	Total SBP (2010+2030)
					Densification	Mutation	Extension			
Territoire de la CCPG	Cessy	149704	74852	74852	20878	1332	29698	0	0	201613
	Challex	38'180	19090	19090	0	0	0	6'607	1'800	46'587
	Chevry	52'313	26156	26'156	0	0	0	7'944	3'575	63'831
	Chézery-Forens	20'635	10317	10'317	0	0	0	4'544	0	25'178
	Collonges	62'900	31450	31'450	0	0	0	13'850	0	76'750
	Crozet	65'184	32592	32'592	0	0	7'594	6'754	0	79'531
	Divonne-les-Bains	396'082	198041	198'041	0	0	0	116'749	0	512'830
	Échenevex	48'907	24454	24'454	10'769	0	0	0	0	59'676
	Farges	26'496	13248	13'248	0	0	0	5'834	0	32'330
	Ferney-Voltaire	639'495	319'748	319'748	171'612	0	137'543	39'573	0	988'224
	Gex	514'396	257'198	257'198	110'887	0	85'045	10'309	0	720'637
	Grilly	28'750	14'375	14'375	0	0	0	6'330	0	35'080
	Léaz	18'868	9'434	9'434	0	0	0	4'155	0	23'023
	Lélex	15'333	7'667	7'667	0	0	0	3'376	0	18'710
	Mjoux	19'195	9'598	9'598	0	0	0	4'227	0	23'422
	Ornex	107'479	53'740	53'740	11'437	821	49'630	0	0	169'368
	Péron	70'380	35'190	35'190	0	0	0	15'497	0	85'877
	Pougny	23'023	11'512	11'512	0	0	0	5'631	0	28'654
	Prévessin-Moëns	235'252	117'626	117'626	28'313	0	121'922	0	0	385'488
	Saint-Genis-Pouilly	499'457	249'728	249'728	50'801	0	351'772	0	0	902'030
	Saint-Jean-de-Gonville	57'288	28'644	28'644	0	0	0	12'614	0	69'902
	Sauverny	37'908	18'954	18'954	0	0	0	4'231	4'116	46'255
Ségny	55'238	27'619	27'619	6'711	0	23'412	0	0	85'361	
Sergy	67'640	33'820	33'820	2'606	0	12'280	0	0	82'525	
Thoiry	181'632	90'816	90'816	30'968	0	4'464	8'992	0	226'056	
Versonnex	56'478	28'239	28'239	0	0	0	4'881	7'555	68'914	
Vesancy	18'260	9'130	9'130	0	0	0	3'092	0	21'352	
Territoire suisse, rive droite du Rhône	Bellevue	153'361	76'680	76'680	0	0	0	-3'577	0	149'784
	Collex-Bossy	81'570	40'785	40'785	0	0	0	389	0	81'959
	Dardagny	64'103	32'052	32'052	0	0	0	1'176	0	65'279
	Genthod	145'525	72'762	72'762	0	0	0	16'702	0	162'227
	Grand-Saconnex	437'550	218'775	218'775	66'938	11'813	28'238	17'250	0	561'788
	Meyrin	722'367	361'183	361'183	57'196	9'959	101'745	0	0	891'267
	Pregny-Chambésy	174'686	87'343	87'343	5'227	0	7'308	9'117	0	196'338
	Russin	26'090	13'045	13'045	0	0	0	3'192	0	29'282
	Satigny	164'735	82'367	82'367	25'938	0	21'394	0	0	212'068
	Vernier	1'073'973	536'986	536'986	47'847	59'317	0	0	0	1'181'137
Versoix	495'357	247'679	247'679	31'026	0	0	867	0	527'250	
TOTAL		7'045'789	3'522'894	3'522'894	679'155	83'241	982'046	330'305	17'046	9'137'582



Annexe 1b : Données de SBP pour les activités en 2010 et 2030

	Commune	SBP 2010 emplois	Assainissement énergétique (2%/an)	Existant non assaini	SBP PSYN (2030)			SBP neuf 2030 - Hors PSYN - zones actuelles	SBP neuf 2030 - Hors PSYN - zones futures	Total SBP (2010+2030)
					Densification	Mutation	Extension			
Territoire de la CCPG	Cessy	31'160	12464	18696	1'406	0	0	2'554	0	35'120
	Chalex	6'080	2432	3'648	0	0	0	152	96	6'328
	Chevry	3'800	1520	2'280	0	0	0	155	0	3'955
	Chézery-Forens	3'040	1216	1'824	0	0	0	124	0	3'164
	Collonges	7'600	3040	4'560	0	0	0	310	0	7'910
	Crozet	12'160	4864	7'296	0	0	0	496	0	12'656
	Divonne-les-Bains	80'560	32224	48'336	0	0	0	12'061	0	92'621
	Echenevex	6'840	2736	4'104	279	0	0	0	0	7'119
	Farges	2'280	912	1'368	0	0	0	93	0	2'373
	Ferney-Voltaire	133'000	53200	79'800	80'278	0	26'935	0	0	240'213
	Gex	91'960	36784	55'176	31'616	0	0	13'072	0	136'648
	Grilly	3'800	1520	2'280	0	0	0	155	0	3'955
	Léaz	2'280	912	1'368	0	0	0	93	0	2'373
	Lélex	6'460	2584	3'876	0	0	0	263	0	6'723
	Mijoux	5'700	2280	3'420	0	0	0	232	0	5'932
	Ornex	13'680	5472	8'208	3'012	0	0	0	0	16'692
	Péron	7'220	2888	4'332	0	0	0	294	0	7'514
	Pougny	2'280	912	1'368	0	0	0	239	0	2'519
	Prévessin-Moëns	40'280	16112	24'168	19'586	0	12'878	0	0	72'744
	Saint-Genis-Pouilly	113'620	45448	68'172	70'138	0	42'321	0	0	226'079
	Saint-Jean-de-Gonville	10'640	4256	6'384	0	0	0	434	0	11'074
	Sauverny	3'420	1368	2'052	0	0	0	139	0	3'559
	Ségny	18'620	7448	11'172	2'137	0	227	0	0	20'983
Sergy	2'280	912	1'368	0	0	0	93	0	2'373	
Thoiry	55'100	22040	33'060	3'601	0	2'179	0	0	60'880	
Versonnex	6'840	2736	4'104	0	0	0	279	0	7'119	
Vesancy	1'520	608	912	0	0	0	76	0	1'596	
Territoire suisse, rive droite du Rhône	Bellevue	47'932	19173	28'759	76	0	38'228	22'762	6'954	115'952
	Collex-Bossy	6'176	2470	3'706	0	0	0	-228	0	5'948
	Dardagny	18'722	7489	11'233	0	0	0	-646	0	18'076
	Genthod	27'267	10907	16'360	0	0	4'180	8'208	2'373	42'028
	Grand-Saconnex	389'861	155'945	233'917	46'352	2'295	45'984	0	0	484'493
	Meyrin	955'446	382'178	573'268	176'624	9'158	57'190	79'724	0	1'278'142
	Pregny-Chambésy	156'574	62630	93'944	0	0	39'520	0	19'214	215'308
	Russin	2'952	1'181	1'771	0	0	0	-114	0	2'838
	Satigny	283'472	113'389	170'083	46'436	0	86'564	76'882	0	493'354
	Vernier	541'463	216'585	324'878	90'630	18'088	52'060	146'831	0	849'072
Versoix	96'873	38'749	58'124	5'624	0	2'926	10'716	27'615	143'754	
TOTAL		3'198'959	1'279'583	1'919'375	577'795	29'541	411'191	375'449	56'252	4'649'187



Annexe 2 : Répartition de la population sur le périmètre d'étude l'horizon 2030

