

QUARTIER CHAMBERT  
HAMMEAU DE LULLY  
CANTON DE GENÈVE

CONCEPT ENERGETIQUE TERRITORIAL V.2.1

CET 2016-04

OFFICE CANTONAL  
DE L'ENERGIE  
Rue du Puits-Saint-Pierre 4  
Case postale 3920  
1211 Genève 3

- 4 AVR. 2016

RG RIEDWEG & GENDRE SA   
Ingenieurs - conseils S.A.

20 place d'Armes CH-1227 Genève

tél +4122 394 94 94  
fax +4122 394 94 84  
e-mail [rgsa@rgsa.ch](mailto:rgsa@rgsa.ch)



## Feuille de validation et suivi des modifications du concept énergétique territorial

**Cette feuille fait partie intégrante du CET validé**

### CET 2016-04 associé au PLQ 30'010 Chambert Lully

#### Commentaires de l'OCEN

Le PLQ se développe à proximité d'une zone agricole spéciale dont les besoins énergétiques sont un ordre de grandeur au-dessus des besoins projetés du PLQ.

L'enjeu pour le PLQ sera de définir un concept d'approvisionnement permettant au mieux d'évoluer vers des synergies avec d'autres projets énergétiques (synergie avec la ZAS, extensions de réseaux, GEothermie 2020). En ce sens, une alimentation centralisée pour le PLQ sera recommandée. Plusieurs orientations du CET vont dans ce sens.

Par ailleurs, dans la mesure du possible, le développement énergétique du PLQ devra profiter au voisinage.

Bon pour validation:

Date: 04.04.2016

Visa: 

Fabrice Guignet  
Adjoint scientifique

## II SOMMAIRE

1	II	introduction	2
2	II	mise en contexte	3
2.1	II	<i>contexte géographique</i>	3
2.2	II	<i>objectifs de l'étude</i>	8
3	II	synthèse énergétique	11
3.1	II	<i>inventaire des énergies disponibles (ressources et infrastructures)</i>	11
3.2	II	<i>besoins énergétique du projet</i>	16
3.3	II	<i>acteurs du projet</i>	18
4	II	scénarii de valorisation des ressources énergétiques locales	20
4.1	II	<i>scénario 1 : Gaz + solaire hybride</i>	20
4.2	II	<i>scénario 2 : Bois + solaire hybride</i>	20
4.2	II	<i>scénario 3 : PAC air + solaire hybride</i>	21
4.3	II	<i>scénario 4 : CCF gaz serres + PAC + solaire thermique</i>	22
4.4	II	<i>scénario 5 : CADIOM + solaire photovoltaïque</i>	22
5	II	comparaison des stratégies énergétiques	24
5.1	II	<i>contribution aux objectifs de politique énergétique et environnementale</i>	24
5.2	II	<i>implications techniques et spatiales</i>	24
5.3	II	<i>organisation des acteurs impliqués</i>	24
5.4	II	<i>mesures à prévoir pour les niveaux de planification intérieurs</i>	24
5.5	II	<i>synthèse des stratégies énergétiques</i>	25
6	II	synthèse des orientations et des recommandations pour les acteurs concernés	27
6.1	II	<i>recommandations</i>	27
6.2	II	<i>solution transitoire</i>	27
6.3	II	<i>mesures conservatoires</i>	28
7	II	médiagraphie	29

## 1 II INTRODUCTION

- II Situé près du hameau de Lully dans le canton de Genève, le « quartier Chambert » est un projet situé en périphérie de la Zone Agricole Spécialisée (ZAS) nommée « Près de Genève » conformément au CET n°2011-20 « Etude énergie des ZAS » et proche de la zone St Julien-Plaine de l'Aire dont les orientations énergétiques sont présentées dans le CET n°2011-09A « Etat des lieux, études-test, ressources, besoins futurs et orientations énergétiques ».
- II Le projet consiste à développer un quartier d'habitation en cohérence avec le plan localisé de quartier qui prévoit l'évolution du secteur vers une mixité activités/logements et de prendre en compte la croissance du secteur maraîcher attenant et de ses futurs choix d'agents énergétiques. L'objectif est également de respecter les principes énergétiques de la Confédération visant à réduire les risques de dépendance structurelle envers les agents énergétiques fossiles.
- II Le présent rapport a pour but de faciliter la mise en œuvre du projet territorial d'un point de vue technique et énergétique.

## 2 II MISE EN CONTEXTE

### 2.1 II CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

#### 2.1.1 II Périmètre étudié

- II Le présent projet de Concept Energétique Territorial (CET) vient compléter le Plan Localisé de Quartier (PLQ) à l'étude. Ce dernier est situé à proximité de Bernex dans le Canton de Genève, en bordure du hameau de Lully et s'étend sur environ 20'000 m<sup>2</sup>.
- II Il est localisé entre le chemin de Chambert, le chemin de la Léchaire, le chemin des Ruttets et le chemin de la Pesse.
- II Le quartier devrait beaucoup évoluer ces prochaines années notamment avec les projets liés à l'extension urbaine du Grand Genève; celui-ci est compris dans le Périmètre d'Aménagement Coordonné d'Agglomération (PACA) St.Julien/Plaine-de-l'Aire. De même, des projets d'extension des ZAS attenantes sont prévus et prévoient la modification des agents énergétiques utilisés.
- II Ce CET propose une ligne directrice proposant une synergie avec ces projets durables en cours d'étude.

Figure 1a : Périmètre étudié – Vue en plan, source : SITG

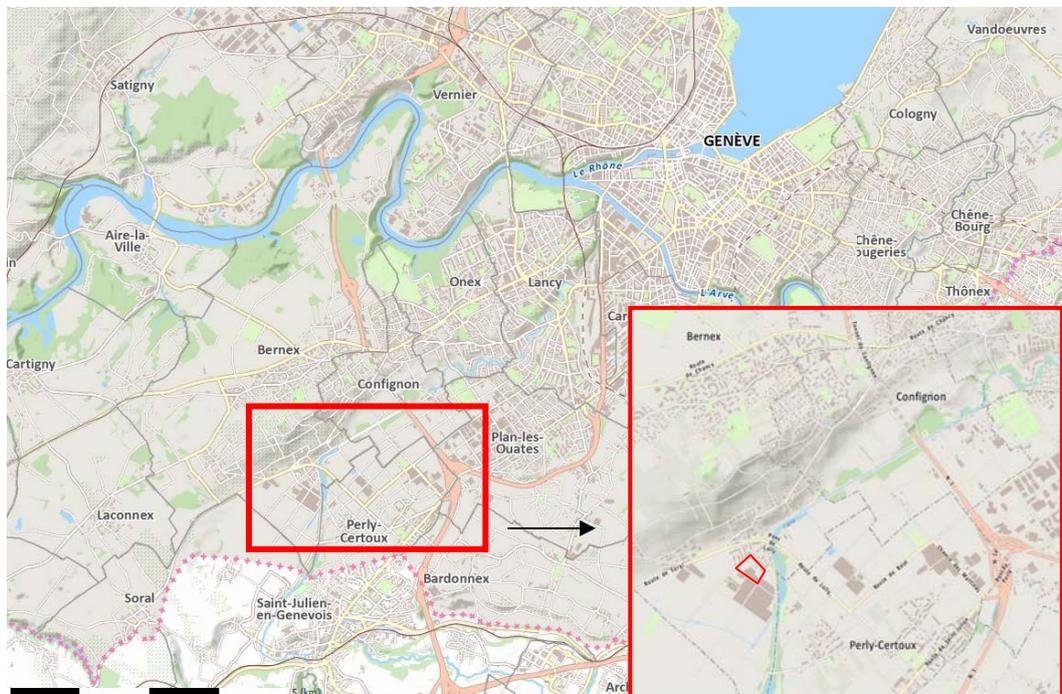


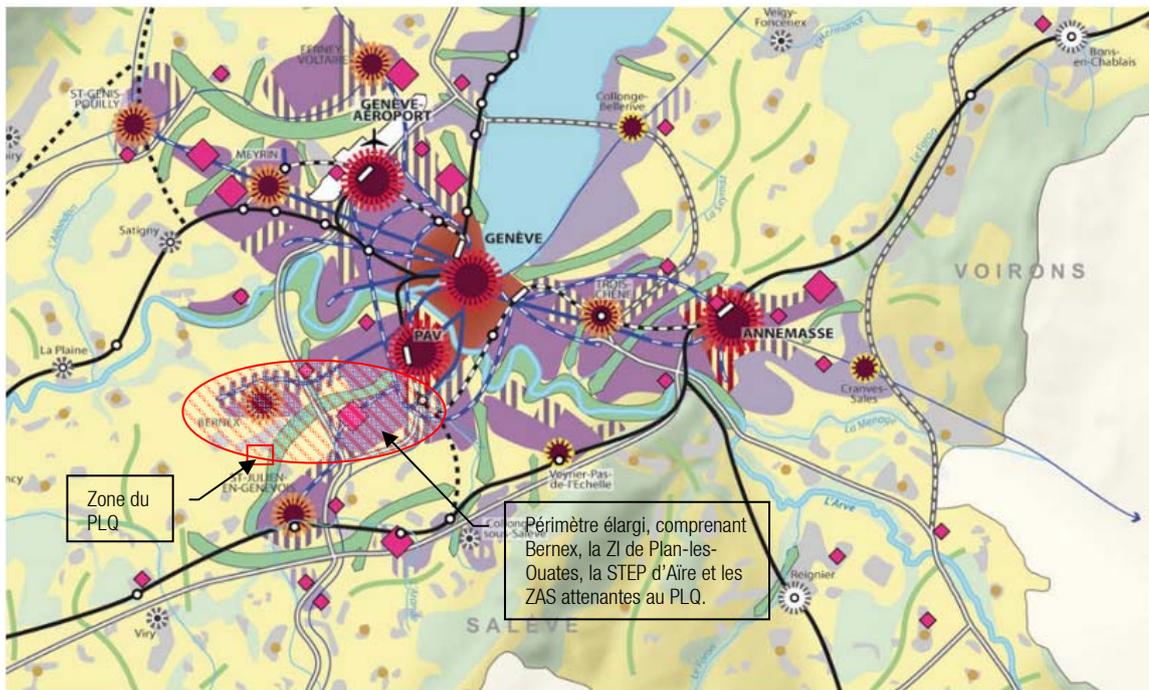
Figure 1b : Périmètre étudié – Vue 3D, source : TerraExplorer



#### 2.1.2 II Périmètre élargi

- II Etudier le projet dans une vision plus large permet de considérer des options plus générales dans l'évaluation des ressources, des infrastructures existantes et futures. L'objectif est de favoriser de potentiels partenariats avec d'autres projets locaux.
- II Dans le cadre de cette étude, il semble pertinent d'intégrer la commune de Bernex, futur centre d'agglomération dans le projet d'agglomération du Grand Genève.
- II De même, les serres maraîchères annexes, dont les projets d'agrandissement et de réévaluation de leurs installations de production énergétique en font des acteurs à fort potentiel synergétique.
- II Le projet d'urbanisation Praille-Acacias-Vernets (PAV), la Zone Industrielle de Plan-les-Ouates et la STEP d'Aire sont proches du secteur du PLQ, et les grandes orientations énergétiques de ces zones, notamment de valorisation des énergies renouvelables locales (méthanisation des déchets d'exploitations agricoles géothermie grande profondeur en particulier, CAD local), doivent être compatibles avec les options retenues dans ce présent document, dans le cadre de l'extension des frontières de l'agglomération Genevoise.
- II Toutefois, il est important de préciser que le secteur du PLQ se situe dans une zone rurale

Figure 2 : Périmètre élargi, source : www.grand-genève.org – projet d'agglomération



### Schéma d'agglomération 2 - Horizon 2030

#### Fonctionnalités urbaines

- Centre métropolitain
- Centre régional d'agglomération centrale / d'agglomération régionale
- Centre local d'agglomération centrale / d'agglomération régionale
- Centre local
- Village
- Pôle d'activités métropolitain ou d'agglomération / pôle d'activités régional

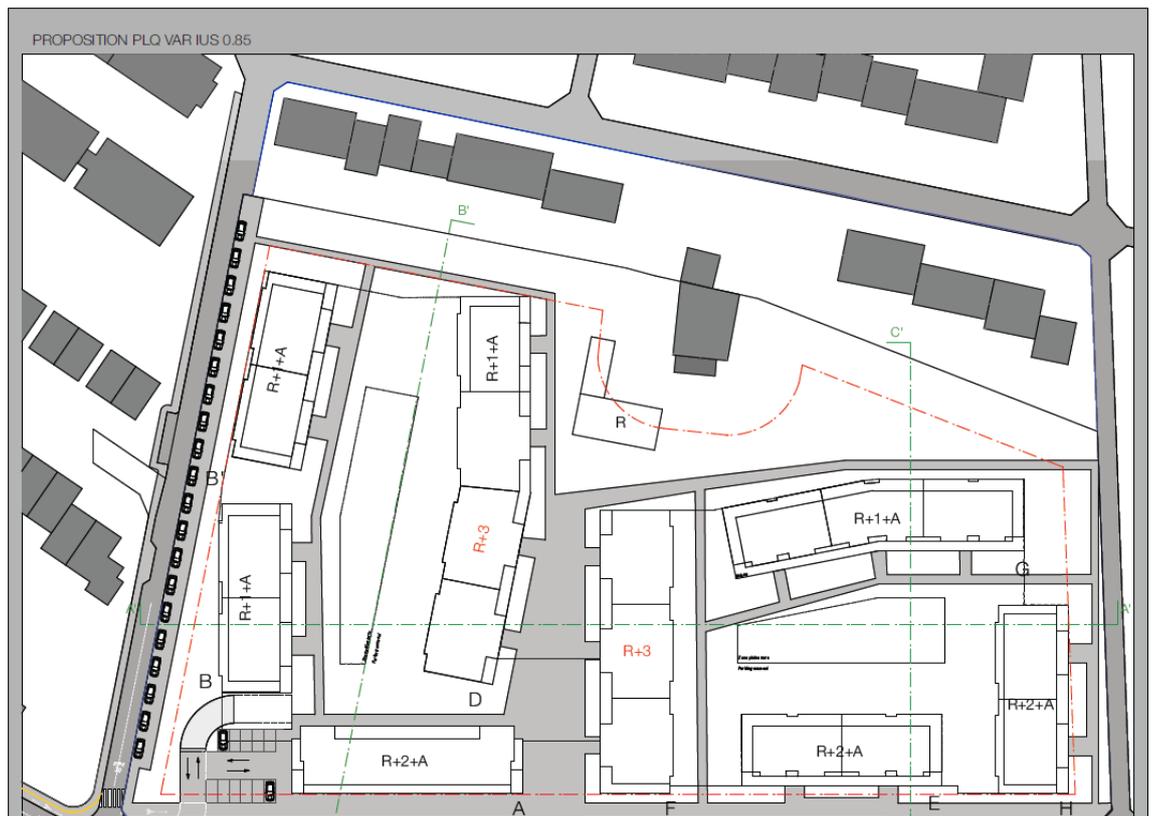
#### Aires urbaines

- Cœur d'agglomération centrale
- Aire urbaine d'agglomération centrale
- Aire urbaine périphérique à l'agglomération centrale
- Aire urbaine d'agglomération régionale
- Aire urbaine périphérique à l'agglomération régionale
- Aire villageoise
- Aire de développement urbain

#### 2.1.3 II Bâtiments projetés

- II Le plan localisé de quartier (n° à déterminer), situé sur la commune de Bernex, plus précisément entre les chemins de Léchaire, de la Pesse et des Ruttets, prévoit la construction de :
  - 4 immeubles de type R+1+A
  - 3 immeubles de type R+2+A
  - 2 immeubles de type R+3
- II La surface brute de plancher (SBP) totale est de 19'650 m<sup>2</sup> dont 606 m<sup>2</sup> prévus pour des commerces.
- II L'emprise d'utilisation du sol (IUS) est de 0.85.

Figure 3 : Image provisoire du PLQ, variante IUS 0.85



2.1.4 II Contexte politique et institutionnel

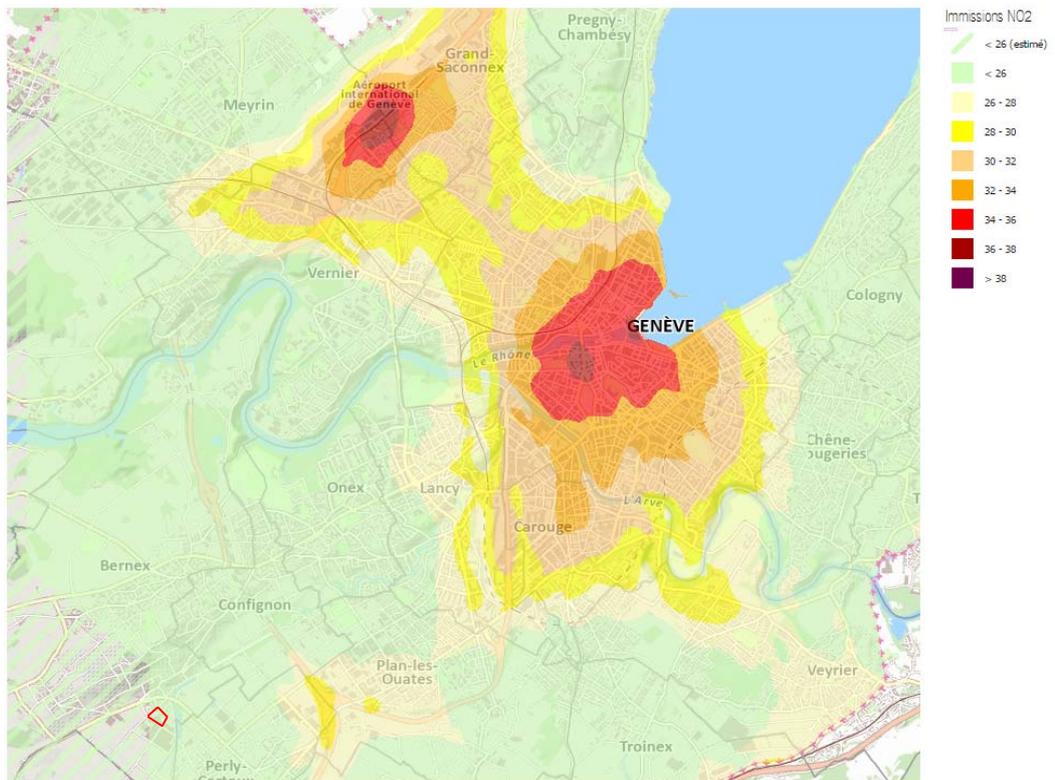
- II La réalisation de ce concept énergétique territorial (CET) s'inscrit dans le cadre de la loi sur l'énergie L 2 30 et de son règlement d'application.
- II D'après cette loi, la réalisation de tels CET est obligatoire au niveau des plans directeurs et localisés.
- II Par ailleurs, les nouveaux bâtiments doivent répondre à un standard de haute performance énergétique (Minergie ou équivalent) et être équipés de panneaux solaires thermiques couvrant au minimum 30% des besoins en eau chaude sanitaire (ECS). Des exceptions sont prévues dans le cas de la couverture de ces 30% par d'autres énergies renouvelables.
- II De plus, ce PLQ s'inscrit dans les objectifs à long terme de la « Société à 2'000 watts » de la Confédération Helvétique.

2.1.5 II Contexte environnemental

II Qualité de l'air

II La qualité de l'air au niveau du périmètre étudié est bonne, de l'ordre de 26 µg/m<sup>3</sup>. Les immissions de NO<sub>2</sub> sont en-dessous du seuil de 30 µg/m<sup>3</sup> fixé par l'Ordonnance sur la Protection de l'Air (OPAIR). La représentation élargie permet de mieux se représenter les conditions de qualité de l'air par rapport au centre-ville.

Figure 4 : Cadastre des immissions de NO<sub>2</sub>, source : SITG

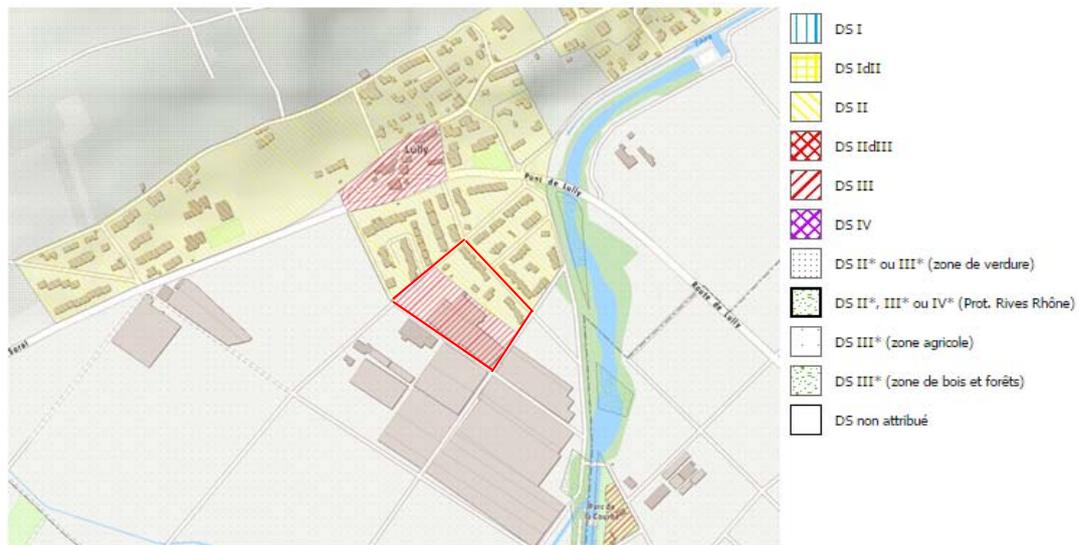


II Bruit

II Les parcelles du projet sont classées en zone DSIII – Habitation/Artisanat selon l’Ordonnance sur la Protection contre le Bruit (OPB). Les valeurs à respecter sont (valeurs de planification):

- VP Jour = 60 dB(A)
- VP Nuit = 50 dB(A)

Figure 5 : Cadastre bruit, source : SITG



2.2 II OBJECTIFS DE L'ETUDE

2.2.1 II Objectifs du concept énergétique territorial

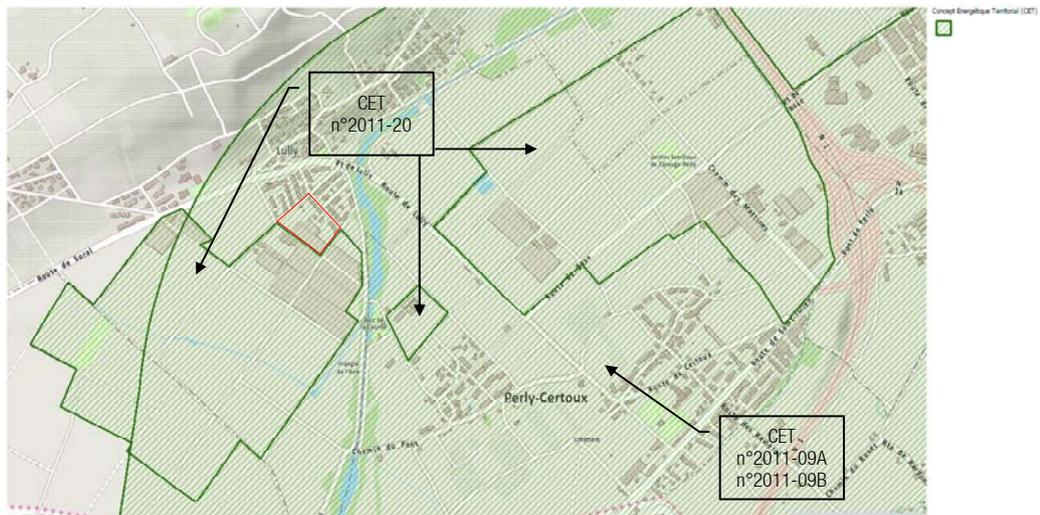
II L’objectif du Concept Energétique Territorial (CET) est de définir, aux premières étapes de planification précédant la finalisation du Plan Localisé de Quartier (PLQ), les différentes stratégies envisageables pour l’approvisionnement et la production énergétique, comprenant les facteurs suivants:

- la garantie d’un approvisionnement énergétique à faible empreinte environnementale;
- la valorisation des énergies renouvelables locales et des sources de chaleur fatale.

2.2.2 II Concepts énergétiques territoriaux en lien avec le périmètre concerné

- II Le concept énergétique du périmètre étudié doit s'intégrer à la planification énergétique territoriale existante.
- II La carte ci-dessous indique les CET établis et validés à proximité du périmètre étudié.

Figure 6 : Plan de synthèse des CET du secteur

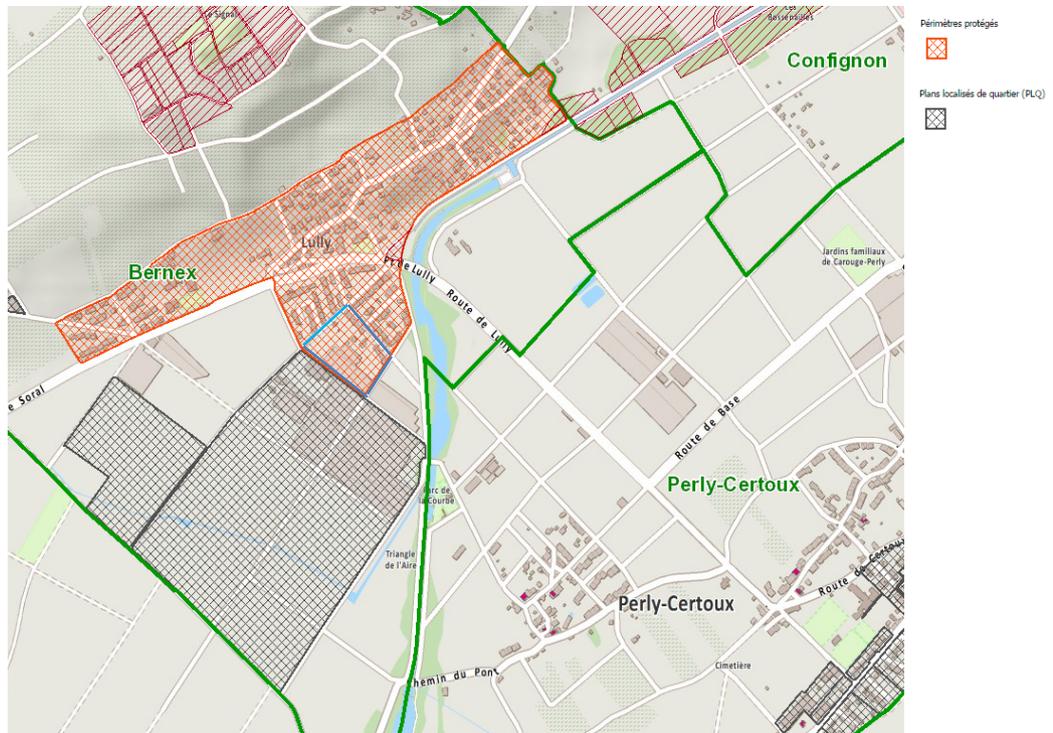


- II Le CET 2011-20 « Etude Energie des « Zones Agricoles Spéciales » conseille un rapprochement géographique entre les gros émetteurs de chaleur et les maraichers dans le cadre de la transformation de l'UIOM des Cheneviers, la planification des futures ZAS (CAD locaux alimentés par CCF gaz) ou le positionnement des possibles forages géothermiques profonds. Cela représente autant d'agents énergétiques potentiellement utilisables dans le futur.
- II Les CET 2011-09A/B proposent des projets à grande échelle concernant le futur paysage énergétique du futur PACA St.Julien/Plaine-de-l'Aire, notamment en préconisant la réalisation d'une centrale de production d'électricité et de chaleur, alimentée par différentes technologies d'utilisation de la biomasse (bois, méthanisation, gazéification).
- II Ce sont avant tout des projets qui seront réalisés à long terme, c'est-à-dire que le présent CET ne peut pas compter immédiatement sur les futures infrastructures construites mais doit prendre en compte les possibilités de raccordement à ces futurs réseaux et boucles énergétiques dans le cadre d'une synergie urbaine et industrielle.

2.2.3 II Zone d'affectation particulière

- II Le quartier projeté est situé en zone 4b protégée rurale, destinée aux maisons d'habitation comportant plusieurs logements, ce qui signifie que des activités peuvent y être autorisées. Elle est soumise aux dispositions spéciales concernant les villes protégées contenue dans la Loi sur la Protection des Monuments, de la Nature et des Sites (LPMNS).

Figure 7 : Périmètres protégés (Zone 4b protégée), source : SITG



### 3 II SYNTHESE ENERGETIQUE

#### 3.1 II INVENTAIRE DES ENERGIES DISPONIBLES (RESSOURCES ET INFRASTRUCTURES)

##### 3.1.1 II Energie solaire

- II Les toitures des bâtiments actuellement présents sur le périmètre étudié bénéficient globalement d'une irradiation solaire favorable, orientées (Sud-Ouest).

Figure 8a : Irradiation solaire en toiture, source : SITG



- II De plus, les toitures ne devraient pas subir d'ombrages défavorables. L'énergie solaire thermique et l'énergie solaire photovoltaïque sont des agents énergétiques utilisables.

##### 3.1.2 II Bois

- II Cette ressource est théoriquement disponible dans le canton et en France voisine, néanmoins son utilisation est sujette à discussion :
  - La mise en place d'une installation productrice de chaleur alimentée au bois ou aux dérivés de bois d'une puissance supérieure à 70 kW nécessite un préavis du Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants (SABRA). La limite d'immissions de NO<sub>2</sub> n'est pas atteinte dans cette zone mais la valeur actuelle est proche de la limite fixée par l'OPair.
  - Un inconvénient à l'implantation d'une chaufferie alimentée au bois/pellets/plaquettes, est le bruit lié à l'approvisionnement par les camions ; le projet connaît déjà actuellement des réserves parmi les habitants à proximité, notamment liées à la future augmentation du trafic routier à l'issue de la construction du projet.

- II Néanmoins, la politique du canton de Genève vise à valoriser au maximum les ressources énergétiques issues de la biomasse et notamment les dérivés du bois.  
 Cet agent énergétique sera considéré très favorablement comme agent énergétique principal d'une installation de production de chaleur / ECS.

### 3.1.3 II Mazout

- II Le mazout est une énergie disponible mais non souhaitée pour l'orientation énergétique de ce projet. Elle ne sera pas retenue pour la suite de l'étude.

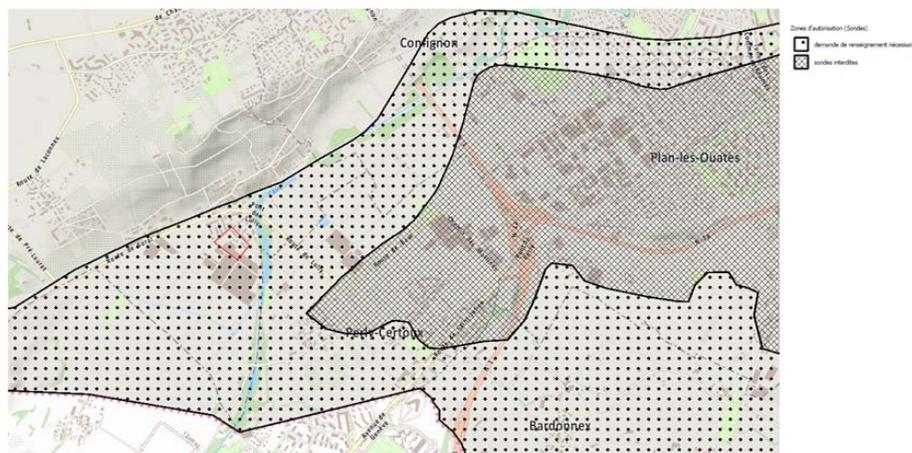
### 3.1.4 II Gaz naturel

- II Le réseau gaz est présent en haute pression sur le chemin de Chambert et le chemin des Ruttets. Cette énergie est donc disponible; il faudra éventuellement vérifier auprès des SIG que la puissance demandée peut être fournie.
- II Remarque : par rapport au contexte énergétique de ce projet, le gaz ne doit pas être retenu comme agent énergétique principal, mais peut être utilisé si besoin est comme énergie d'appoint et/ou de secours.

### 3.1.5 II Géothermie

- II Une demande de renseignements est nécessaire dans la zone étudiée. Une requête a été adressée au service de géologie, sols et déchets du canton de Genève qui a donné pour réponse un avis défavorable. La zone se situerait éventuellement au-dessus de l'alluvion ancienne, nappe protégée faisant partie du domaine public. Afin de valider la disponibilité de la géothermie comme vecteur énergétique exploitable, un forage d'exploration devra être réalisé sous la supervision d'un géologue.
- II L'installation de sondes géothermiques n'est pas autorisée pour l'instant sur le périmètre étudié.

Figure 8b : Zones d'autorisation des sondes géothermiques, source : SITG



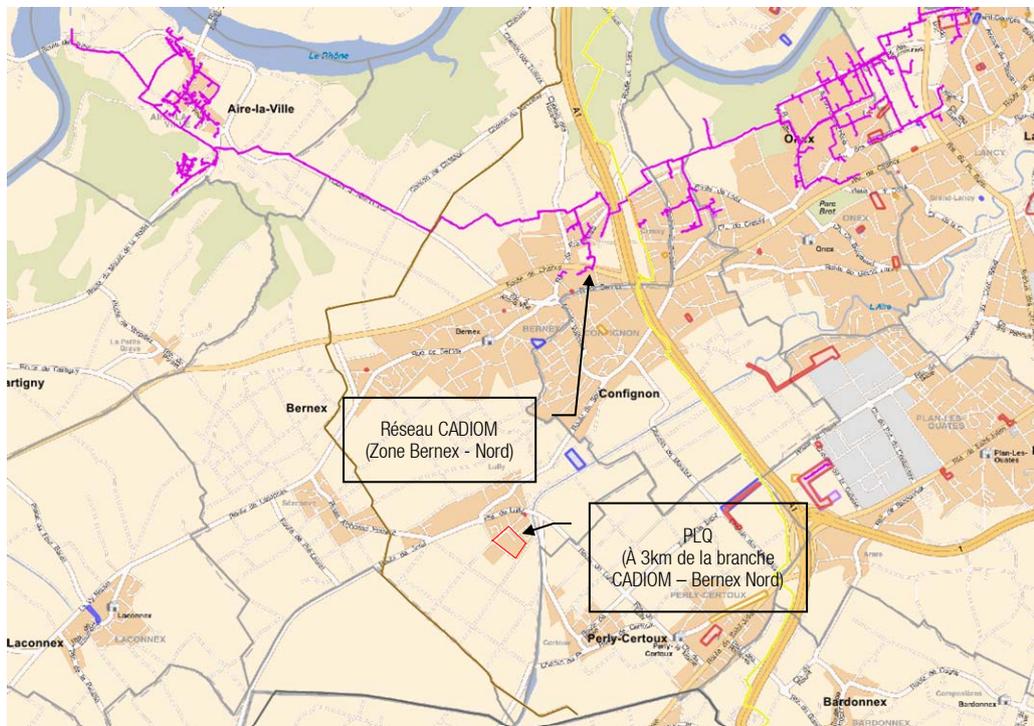
### 3.1.6 II Air

- II L'air ambiant peut être utilisé comme source de chaleur pour des pompes à chaleur (PAC) air/eau.

### 3.1.7 II Réseau de chaleur

- II A ce jour, il existe un réseau de chauffage à distance (CAD) à proximité du périmètre d'étude.
- II La branche Bernex-Nord du réseau CADIOM est située à 3km au nord de la zone du PLQ et il pourrait éventuellement être intéressant d'envisager un raccordement en fonction des puissances clients.
- II La zone d'influence potentielle du CAD serait centrée sur la ZAS Prés de Genève (cf. figure 6, rive gauche de l'Aire, exploitation Magnin et Jacquenoud), ainsi que des exploitants de la ZAS Plaine-de-l'Aire (cf. figure 6, rive droite).
- II Pour la rentabilité d'un tel réseau, il est intéressant d'obtenir une bonne densité de preneurs de chaleur, les exploitants maraîchers constituent d'importants consommateurs de chaleur et ce type d'exploitations sont tout spécialement prédisposés pour un tel raccordement (cf. CET n°2011-20).

Figure 9 : Périmètre d'influence du CADIOM, source : Géoportail SIG



### 3.1.8 // Eaux usées

- II Un collecteur primaire amenant les eaux usées de St. Julien est situé entre la rivière de l'Aire et les périmètres ZAS de la « Plaine-de-l'Aire » et des « Prés-de-Genève ». Il serait possible d'utiliser ses rejets comme source chaude d'un réseau de PAC.
- II Les premiers résultats de l'étude hydrologique de la zone du PLQ, en cours, pourraient confirmer les possibilités de l'utilisation de cet agent énergétique.

### 3.1.9 // Rejets thermiques

- II Le projet de construction d'un réseau de chauffage à distance dans la zone de Plan-les-Ouates « CAD ZIPLO » exploitant les rejets thermiques locaux est en cours de réalisation. Actuellement, seuls les clients de la Z.I. PLO seront connectés au CAD et après contact auprès de la société exploitant le réseau, il n'est actuellement pas prévu de raccorder des clients en dehors la zone industrielle.
- II Une partie de la chaleur fatale liée à l'exploitation de la STEP de l'Aire est rejetée dans le Rhône. Ces volumes pourraient être exploités dans le cadre d'un regroupement de consommateurs dans le secteur du PLQ.
- II Il n'y a donc pas de rejets thermiques valorisables dans le périmètre d'étude.

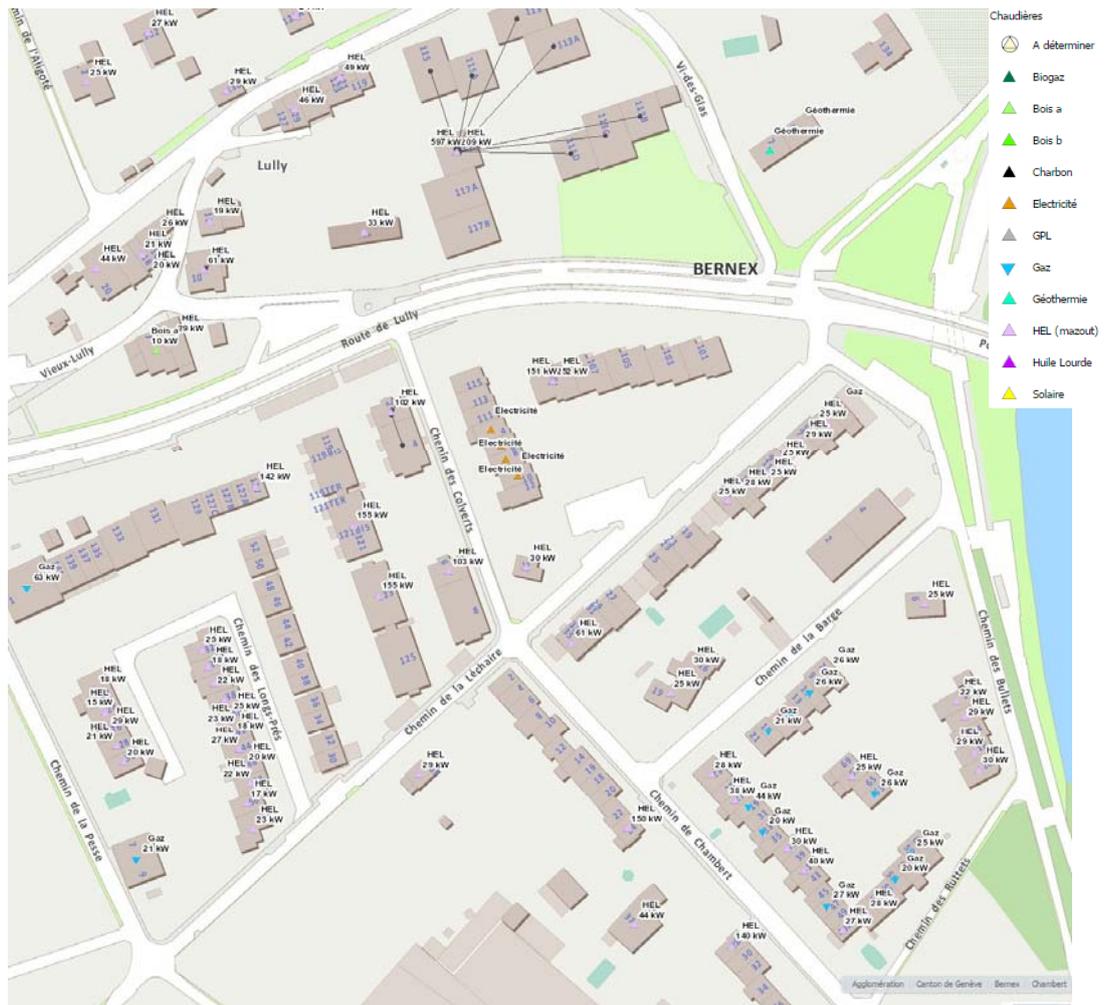
### 3.1.20 // Biomasse

- II L'étude des ZAS, CET n°2011-20, évalue positivement l'utilisation des déchets maraîchers dans le cadre de la production de biogaz par méthanisation. Les volumes actuellement produits par ces exploitations suffiraient à alimenter des digesteurs anaérobies si un circuit d'approvisionnement venait à être mis en place.
- II De nouvelles filières de production de bois naturel pourraient être prochainement créées dans l'Ain, afin d'approvisionner de futures exploitations CCF alimentées par la biomasse. Ce concept de valorisation énergétique a été valorisé par le conseil d'Etat et des projets en zones rurales sont à l'étude.

### 3.1.21 Producteurs annexes

- II L'étude du cadastre des chaudières autour du PLQ indique une forte concentration de chaudières à Huile Extra Légère (mazout) structurées sous forme de chaufferies individuelles par maisons/immeubles.
- II Quelques chaufferies de faible puissance exploitent le gaz et l'électricité pour la production de chauffage.
- II On remarque qu'il existe une chaufferie à bois dans le hameau de Lully (10 kW) ainsi qu'une zone d'implantation de sondes géothermiques, certainement de faible puissance.
- II Compte tenu de la situation actuelle, le choix d'un agent énergétique renouvelable (bois et ses dérivés, gaz, CAD, air, solaire thermique) pour la/les future(s) chaufferie(s) des immeubles du PLQ, permettrait d'envisager une mutualisation de la production de chauffage avec les consommateurs environnants. La fourniture de chaleur depuis la zone du PLQ permettrait un approvisionnement énergétique renouvelable en s'affranchissant des agents énergétiques fossiles actuellement utilisés.

Figure 10 : Cadastre des chaudières, source : SITG



### 3.2 II BESOINS ENERGETIQUES DU PROJET

#### 3.2.1 II Concept architectural et technique

- II Le concept architectural du projet devra permettre de minimiser la demande énergétique tout en assurant un confort en chaque saison, notamment :
  - Enveloppe du bâtiment performante, de préférence isolation par l'extérieur afin de réduire les ponts thermiques
  - Favoriser les gains solaires en hiver (orientation, surface, et performances des vitrages)
  - Protection contre les risques de surchauffes estivales (stores extérieurs par exemple)
  - Favoriser l'utilisation de la lumière naturelle
  - Intégration architecturale des capteurs solaires thermiques ou photovoltaïques
  
- II Les concepts techniques de chauffage et de ventilation devront permettre d'optimiser les installations, notamment :
  - Distribution de chaleur pour le chauffage à très basse température  $\leq 35^{\circ}\text{C}$  (plancher chauffant)
  - Ventilation de type double-flux avec récupération de chaleur à haut rendement
  - Dans la mesure du possible, production locale d'électricité pour compenser les consommations liées à la production de chaleur

#### 3.2.2 II Consommations de chaleur pour le chauffage et l'ECS

- II Un standard de haute performance énergétique étant imposé par la loi, la valeur limite du label Minergie pourrait être utilisée pour l'estimation des besoins de chaleur.
  
- II La consommation annuelle d'ECS peut être estimée à partir des prescriptions de la norme SIA 380/1 pour les catégories de bâtiments concernés :
  - « I Habitat collectif »:  $Q_{\text{ww}} = 75 \text{ MJ/m}^2$
  - « III Administration » et « V Commerce »:  $Q_{\text{ww}} = 25 \text{ MJ/m}^2$
  
- II Il a été choisi comme bases pour l'estimation des besoins les indices de consommation et de puissance constatés aujourd'hui sur des constructions type Minergie.
  
- II Remarque : on estime que la Surface de Référence Energétique est égale à la Surface Brute de Plancher à ce stade du projet.

II Tableau 1 : Surfaces du projet

	Logements (96,5%)	Commerces (3,5%)	Total
	SRE (100% SBP)	SRE (100% SBP)	SRE (100% SBP)
Surfaces	19'044	606	19'650

II Tableau 2 : Base de calcul des besoins de chaleur

	Logements			Commerces		
	Chauffage	ECS	Chaleur (Chauffage + ECS)	Chauffage	ECS	Chaleur (Chauffage + ECS)
Base théorique pour l'estimation		SIA 380/1	Minergie		SIA 380/1	Minergie
		75 [MJ/m <sup>2</sup> .SRE]	38 [kWh/m <sup>2</sup> .SRE]		25 [MJ/m <sup>2</sup> .SRE]	40 [kWh/m <sup>2</sup> .SRE]
Bases pour l'estimation	28 kWh/m <sup>2</sup>	25 kWh/m <sup>2</sup>	53 kWh/m <sup>2</sup>	52 kWh/m <sup>2</sup>	8 kWh/m <sup>2</sup>	60 kWh/m <sup>2</sup>

II Tableau 3 : Estimation des besoins de chaleur du projet

	Logements			Commerces			Total
	Chauffage	ECS	Chaleur (Chauffage + ECS)	Chauffage	ECS	Chaleur (Chauffage + ECS)	
Besoins annuels	533	476	1009	32	5	37	1046 MWh

II On estime que la puissance nécessaire pour la nécessaire de l'installation de chauffage + ECS est de 550 kW, dont 270 kW pour l'ECS.

3.2.3 II Consommations d'électricité

- II La norme SIA 380/4 « L'énergie électrique dans le bâtiment » sera respectée.
- II En particulier, les installations de rafraîchissement seront évitées, grâce à la mise en place de protections solaires adaptées.

II *Tableau 4 : Estimation des besoins d'électricité*

	Logements	Commerces	
	Electricité	Electricité	Total
Base théorique (selon SIA 380/1)	100 MJ/m <sup>2</sup>	120 MJ/m <sup>2</sup>	
	28 kWh/m <sup>2</sup>	33 kWh/m <sup>2</sup>	
<b>Besoins annuels</b>	<b>533 MWh</b>	<b>20 MWh</b>	<b>553 MWh</b>

3.3 II ACTEURS DU PROJET

3.3.1 II Maître de l'Ouvrage

- II Le rôle du Maître de l'Ouvrage (MO) est central, il finance le projet et décide donc des choix énergétiques. Les MO sont les Maraîchers Jaquenoud, représentés par les fils des fondateurs de la société, Ernest et Edouard, propriétaires du terrain.

3.3.2 II Services Industriels de Genève (SIG)

- II En tant que fournisseur d'énergie du canton, les SIG sont un acteur important.
- II Ils assurent le raccordement électrique des bâtiments, le raccordement en gaz, le développement et le raccordement au CAD.
- II Ils peuvent également intervenir dans le cas de contracting énergétique ou encore pour la reprise de l'énergie électrique produite par les installations solaires photovoltaïques.

3.3.3 // Propriétaires des bâtiments existants autour du PLQ

- II Une coopération avec les propriétaires des immeubles existants pourrait être importante selon la stratégie énergétique développée (raccordement CADIOM par exemple). En effet, sans la participation active de ces acteurs, il devient difficile de rentabiliser de telles installations.

3.3.4 // Office Cantonal de l'Energie (OCEN)

- II En validant le CET présent, ainsi que les futurs dossiers de demande d'autorisation de construire, l'OCEN veille à l'application de la loi sur l'énergie et incite à la mise en œuvre de stratégies énergétiques locales et renouvelables.

3.3.5 // Commune

- II La Commune de Bernex a un rôle particulier car ce sont ses habitants qui sont à l'initiative de ce PLQ. En effet, la première variante du projet a été refusée car aucun PLQ ni CET fut présenté pour l'obtention du permis de construire.
- II Elle veille à ce que la stratégie énergétique choisie réponde aux objectifs qu'elle s'est fixés, à savoir la couverture des besoins par des énergies 100% renouvelables pour autant que les coûts soient raisonnables.

## 4 II SCENARII DE VALORISATION DES RESSOURCES ENERGETIQUES LOCALES

- II Sur la base des énergies disponibles identifiées précédemment, cinq variantes énergétiques sont étudiées.
  - Les variantes 1 à 3 sont considérées comme des solutions cohérentes et faciles à mettre en place.
  - Les variantes 4 et 5 sont des études sur des solutions hypothétiquement envisageables car déphasées avec le déploiement des agents énergétiques cités. Elles permettent néanmoins de considérer des options d'approvisionnement sur un moyen terme et les dispositions techniques à mettre en place sur un court terme pour un futur raccordement.
- II Pour les variantes basées sur une alimentation en énergie fossile, une part de production solaire thermique est intégrée (base légale).
- II Pour les autres variantes, des installations solaires photovoltaïques ou solaires hybrides sont privilégiées.

### 4.1 II SCENARIO 1 : CHAUDIERE GAZ + SOLAIRE HYBRIDE

- II Principe : Installation d'une chaufferie centrale au gaz et de panneaux photovoltaïques thermiques
- II Une installation centrale composée d'une ou de plusieurs chaudières gaz pouvant alimenter l'ensemble des bâtiments du PLQ. Son emplacement serait à préciser.
- II Les bâtiments seraient raccordés à la chaufferie par des conduites en sous-sol ou enterrées. Chaque bâtiment serait équipé d'une sous-station.
- II En complément, des panneaux thermiques installés en toiture couvriraient au minimum 30% des besoins pour l'ECS.
- II Ce scénario implique un raccordement au réseau gaz présent autour du périmètre étudié.
- II Variante : Installation d'une chaufferie centrale au gaz avec micro-cogénération permettant la production d'une partie de la consommation électrique des habitations et de la chaufferie et de panneaux solaires thermiques pour la production d'au minimum 30% des besoins en eau chaude sanitaire.

### 4.2 II SCENARIO 2 : CHAUDIERE BOIS + SOLAIRE HYBRIDE

- II Principe : Installation d'une chaufferie centrale à bois et de panneaux photovoltaïques thermiques
- II Une installation centrale composée d'une ou de plusieurs chaudières à bois pouvant alimenter l'ensemble des bâtiments du PLQ. Son emplacement serait à préciser.
- II Les bâtiments seraient raccordés à la chaufferie par des conduites en sous-sol ou enterrées. Chaque bâtiment serait équipé d'une sous-station.
- II En complément, des panneaux thermiques installés en toiture couvriraient au minimum 30% des besoins pour l'ECS.
- II Cette variante implique un approvisionnement régulier par camion.
- II Le choix du combustible (bûches, pellets, plaquettes) sera à décider en fonction des solutions d'approvisionnement les plus proches du PLQ afin de diminuer au maximum les rejets CO2 émis lors du transport du combustible au site.

- II Variante : Installation d'une chaufferie centrale bois avec micro-cogénération permettant la production d'une partie de la consommation électrique des habitations et de la chaufferie et de panneaux solaires thermiques pour la production d'au minimum 30% des besoins en eau chaude sanitaire.

4.3 II SCENARIO 3 : PAC AIR + SOLAIRE HYBRIDE

- II Principe : Installation d'une PAC air/eau dans chaque immeuble et de panneaux solaires hybrides
- II En complément, des panneaux photovoltaïques thermiques (installation solaire hybride) installés en toiture couvriraient au minimum 30% des besoins pour l'ECS en plus de compenser la consommation électrique des PAC (une par immeuble).
- II Cette variante permet de se diriger vers une solution orientée vers la production locale de tous les agents énergétiques utilisés.

II Remarque : une étude technique parallèle portant sur les flux aquifères de la zone, mandée par l'Atelier d'Architecture Brodbeck & Roulet, a permis d'écarter la solution d'une PAC puisant sa source chaude sur le collecteur des eaux usées de St. Julien a été écartée. Le débit nécessaire à un projet de construction d'échangeur de chaleur autour du collecteur existant n'est pas suffisant pour que valider cette opportunité.

4.3.1 II Couverture solaire hybride

- II Conformément à la loi (LEn L 2 30, Article 15), les nouveaux bâtiments doivent être équipés de panneaux solaires thermiques couvrant au minimum 30% des besoins en eau chaude sanitaire.

II *Tableau 5 : Prédimensionnement des installations solaires hybrides*

Besoins annuels pour l'ECS (d'après §3.2)	481 MWh thm.
30% des besoins	145 MWh thm.
Production annuelle thermique des capteurs solaires hybrides	350 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Surface de capteurs pour un taux de couverture de 30% des besoins ECS</b>	<b>415 m<sup>2</sup> *</b>
Production annuelle électrique des capteurs solaires hybrides	130 kWh/m <sup>2</sup>
Production annuelle électrique brute, solaire hybride	54 MWh él.
Couverture de la consommation él. des PAC par l'installation solaire hybride (COP théorique des PAC = 3)	18 %

\* : soit environ 8% de la surface brute en toiture disponible.

- II Cette surface totale est à répartir sur les toitures des différents bâtiments.
- II Chaque bâtiment équipé doit prévoir un local pour les accumulateurs solaire et les départ/retour de la distribution d'eau chaude.

#### 4.4 II SCENARIO 4 : CCF GAZ SERRES MARAICHES + PAC + HYBRIDE

- II Principe : Installation centrale composée d'un couplage chaleur-force (CCF) gaz alimentant principalement la ZAS Jacquenoud attenante en haute température (80°C - source chaude de circuit PAC), une partie de l'électricité produite alimenterait une ou des PAC et l'installation solaire thermique.
- II Les serres Jaquenoud et Magnin sont des importants consommateurs de chaleur ; les puissances prévisionnelles installées sont de l'ordre de 13.7 MW<sup>1</sup>, soit plus de 27 fois la puissance du projet étudié. Le gaz est privilégié comme nouvel agent énergétique et le système CCF permet la récupération et la réintroduction du CO<sub>2</sub> dans les serres.
- II Cette installation, part du postulat du remplacement de la chaudière actuelle de l'exploitation maraîchère (projet à l'étude) et l'implantation d'une CCF gaz dans une future chaufferie à proximité. Cela permettrait de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur.
- II La création d'un mini réseau CAD pour l'exploitation agricole permettrait d'alimenter la ou les PAC en tant que source chaude.
- II L'électricité produite pourrait alimenter des PAC (récupérant des calories de l'air) en période de chauffe et être réinjectée dans le réseau avec rachat de l'électricité en période estivale.
- II Le fonctionnement de la CCF est permanent durant l'année, mais concevoir un raccord de fourniture de chaleur d'origine exclusivement industrielle peut comporter des risques. Il est nécessaire de prévoir une chaudière d'appoint bicom bustible (gaz/mazout) par bâtiment afin de permettre de fournir la puissance ECS requise en case de secours (270 kW).
- II *Remarque* : selon les niveaux de températures fournis, il ne sera pas nécessaire d'utiliser des PAC mais uniquement un système d'échangeur de chaleur pour travailler à 55°C côté secondaire, réseau « quartier Chambert ».
- II En première réflexion, il est impossible de pouvoir compter sur cette solution dans un avenir proche pour la raison qu'il existe un décalage temporel entre la réception des bâtiments du PLQ prévue pour 2016-2017 et le calendrier de la transformation de l'approvisionnement énergétique des serres maraîchères, qui est inconnu.

#### 4.5 II SCENARIO 5 : CADIOM + SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE

- II Principe : Raccordement au réseau CADIOM
- II Chaque bâtiment serait équipé d'une sous-station permettant l'échange de chaleur entre le réseau CAD et le réseau de distribution du bâtiment.
- II Des panneaux photovoltaïques seraient installés en toiture pour compenser la consommation électrique des installations assurant la production de chaleur du réseau.
- II Lors de l'enclenchement des travaux, la faisabilité du projet de raccordement au réseau devra être vérifiée avec les SIG en fonction du planning de réalisation du CAD et du planning de construction des bâtiments du PLQ.

- II En première réflexion, il est impossible de pouvoir compter sur cette solution dans un avenir proche pour plusieurs raisons :
- Si la solution s'avérait effectivement compatible avec les projets d'extension des SIG, la réalisation de ce type de réseau ne correspondrait pas avec la fin du chantier du PLQ prévu pour 2018-2019. Les ressources SIG sont actuellement consacrées au réseau GLA.
  - L'usine des Cheneviers connaît actuellement une saturation durant la période hivernale et en journée, l'ensemble des consommateurs des ZAS correspond à 65 GWh/an.

## 5 II COMPARAISON DES STRATEGIES ENERGETIQUES

### 5.1 II CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS DE POLITIQUE ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTALE

- II Avec une couverture 100% renouvelable, les stratégies « CADIOM » et « PAC Air + solaire hybride », sont celles qui contribuent le plus aux objectifs de politique énergétique et environnementale. Le complément en solaire photovoltaïque permettrait de compenser (partiellement) la consommation électrique des PAC et producteurs de chaleur.
- II La stratégie « Bois + Solaire thermique » est très bonne d'un point de vue environnemental, du au bilan CO2 neutre de ce type installation utilisant un agent énergétique en majeure partie renouvelable.
- II La stratégie « Gaz + Solaire thermique » est la moins bonne d'un point de vue environnemental, du au bilan CO2 de ce type installation utilisant un agent énergétique fossile.
- II La stratégie « CCF + PAC + Gaz » a un bilan CO2 et énergétique relativement meilleur, mais reste basée sur la consommation d'une énergie fossile.

### 5.2 II IMPLICATIONS TECHNIQUES ET SPATIALES

- II Le développement des stratégies énergétiques comparées au paragraphe précédent, impliquent le déploiement d'une infrastructure de distribution de chaleur (réseau entre bâtiment et sous-stations dans chaque bâtiment). Cela présente l'avantage, en cas de changement d'énergie primaire ou de raccordement à un CAD, d'en faire instantanément bénéficier les utilisateurs raccordés.
- II Un des avantages de la stratégie « CADIOM » est le financement et la gestion possible des installations de production de chaleur (hors solaire) par les SIG sous forme de contracting énergétique. Cette variante nécessite seulement l'installation de sous-stations dans chaque bâtiment (emprise des locaux techniques réduite).
- II Les stratégies « Gaz + solaire thermique », « Bois + solaire thermique » et « CCF + PAC + Solaire » impliquent la création d'une chaufferie centrale importante pouvant abriter les chaudières et les conduits de fumées ou l'échangeur CCF. Un réseau de distribution entre bâtiments est également à prévoir pour ces variantes.  
 Ces installations de production de chaleur pourront également être gérées sous forme de contracting énergétique afin de simplifier l'approvisionnement énergétique, l'exploitation et la maintenance des équipements.

### 5.3 II ORGANISATION DES ACTEURS IMPLIQUÉS

- II La stratégie « CADIOM » implique une coordination avec les SIG, qui assurent le développement du réseau. La participation active de tous les bâtiments ainsi que bâtiments et activités situés à proximité du périmètre est indispensable pour la mise en place d'une telle infrastructure.
- II Pour la variante « Gaz+ Solaire thermique », « Bois + solaire thermique » et « CCF + PAC + Gaz », une bonne coordination entre les différents acteurs du périmètre sera indispensable.
- II Pour la variante « PAC Air+ Solaire », chaque bâtiment dispose de sa propre installation.

#### 5.4 II MESURES A PREVOIR POUR LES NIVEAUX DE PLANIFICATION INFERIEURS

- II L'efficacité des énergies renouvelables est d'autant plus élevée que les besoins sont faibles au départ. Une série de mesures peuvent donc être prises à plusieurs niveaux, afin de réduire la consommation énergétique et améliorer les performances du bâtiment sur toute sa durée d'utilisation.

Il s'agit par exemple de :

- Maximiser les apports solaires en hiver tout en limitant ses effets en été (protections solaires extérieures, vitrages performants, bonne orientation des fenêtres)
- Minimiser la demande d'énergie de chauffage en limitant les températures de distribution. Mettre en place une enveloppe thermique du bâtiment de bonne qualité et limiter au maximum les ponts thermiques
- Réguler les installations de chauffage et de ventilation en fonction de la température extérieure et de l'occupation des locaux
- Limiter l'utilisation de l'éclairage artificiel tout en privilégiant le confort.

- II Ces principes sont en cohérence avec le concept architectural développé dans le chapitre §3.2.
- II Enfin, le choix pourra être également fait de renforcer l'enveloppe thermique pour atteindre un standard de très haute performance énergétique (Minergie-P ou équivalent), ce qui permettrait de diminuer encore les besoins de chaleurs et de réduire les investissements pour les installations techniques et les coûts d'exploitation.

#### 5.5 II SYNTHÈSE DES STRATÉGIES ÉNERGETIQUES

- II On n'abordera pas ici le scénario CCF gaz, car non maîtrisable au vu du calendrier inconnu du projet et des choix énergétiques qui seront retenus. Néanmoins, cette variante doit être suivie dans le cadre d'une possible création d'une boucle énergétique entre le secteur d'habitation, le hameau de Lully et les serres maraîchères.
- II On n'abordera pas ici la variante CADIOM, car elle reste très hypothétique et ne doit pas intervenir dans une recommandation finale pour choix d'une solution. Néanmoins, elle doit être prise en compte au niveau des raccordements, de par le fait qu'une extension du réseau CADIOM par Bernex Nord est possible dans un futur moyennement proche.

II *Tableau 7 : Tableau comparatif des stratégies énergétiques*

	Variante 1 Gaz+Solaire	Variante 2 Bois+Solaire	Variante 3 PAC air + Solaire
Contribution aux objectifs de politique énergétique et environnementale	Moyen	Très bon	Bon
Implications techniques et spatiales	1 chaufferie centrale + raccordement entre bâtiments	1 chaufferie centrale + raccordement entre bâtiments	1 sous-station par bâtiment
Organisation des acteurs	Coordination entre acteurs du périmètre	Coordination entre acteurs du périmètre	Coordination par bâtiment

## 6 II SYNTHÈSE DES ORIENTATIONS ET DES RECOMMANDATIONS POUR ACTEURS CONCERNÉS

### 6.1 II RECOMMANDATIONS

- II Si jamais l'extension du réseau CADIOM à Bernex Nord était en prévision, ce serait la solution à privilégier.
- II A ce jour, la réalisation de ce projet de CAD n'est pas encore validée par les SIG. Si ce projet ne voyait pas le jour, ce sont les solutions « Bois + solaire hybride » et « PAC Air + solaire hybride » qui seraient à privilégier. Ces deux solutions ont les empreintes environnementales les plus faibles (émission de CO<sub>2</sub>, consommation énergétique totale, % renouvelables des agents énergétiques). De plus, la variante Bois permettrait l'implantation d'une chaudière à cogénération si il y a une volonté de produire localement de l'électricité autrement que par du solaire.
- II Il serait judicieux d'apporter un complément à la solution « CCF + PAC + Solaire », lorsque plus d'informations seront disponibles quant à la réalisation du projet. La création d'un réseau local CAD à l'aide de la CCF des serres maraîchères permettrait une bonne synergie entre les différents consommateurs autour d'un élément producteur et l'utilisation d'une grande partie de l'exergie du système (différents niveaux de température), à savoir de la haute température pour l'ECS avec le solaire en complément, et un niveau plus faible pour le réseau de chauffage.
- II Si les solutions citées précédemment ne sont pas applicables, la variante « Gaz + solaire hybride » serait la variante à retenir.

### 6.2 II SOLUTION TRANSITOIRE

- II Etant donné les études et travaux à prévoir pour le développement du réseau CADIOM, les premiers bâtiments du PLQ devraient voir le jour avant la mise en service de ce CAD. Il faudra donc prévoir une solution transitoire pour alimenter en chaleur les bâtiments.
- II Si le réseau de distribution du CADIOM est disponible (au moins partiellement), une solution transitoire possible serait de raccorder le PLQ à une chaufferie externe se situant sur le tracé du CAD (par exemple à Lully). Cette solution permet d'utiliser des installations existantes et de basculer facilement sur la production renouvelable envisagée pour le réseau CADIOM. Sinon, la création d'une chaufferie gaz/bois pour le PLQ pourrait être envisagée. La création d'un réseau de distribution entre bâtiments permettra de raccorder simplement tout le PLQ au réseau CADIOM lors de son développement. De plus, il est intéressant de profiter du chantier et des fouilles pour mettre en place les conduites enterrées.

### 6.3 II MESURES CONSERVATOIRES

- II Il est pertinent de mettre en place des installations techniques facilement raccordables, en cas de développement futur d'un réseau de chauffage à distance.
- II Afin d'assurer un minimum de 30% d'énergies renouvelables dans la production d'ECS des bâtiments, une installation solaire thermique (hybride si possible) en toiture devra être prévue si aucun raccord CAD n'est possible lors du choix de la variante énergétique, ainsi que des locaux techniques au rez-de-chaussée ou en sous-sol. Leurs tailles et leurs emplacements pourront être précisés ultérieurement en fonction du scénario choisi. Un complément pourra être établi lorsque le PLQ et la variante seront validés afin d'apporter des compléments d'implantation supplémentaires et étoffer les scénarii ici développés.

## 7 II MEDIAGRAPHIE

- II Office Fédéral de l'Énergie, OFEN : [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch); documentation générale
- II Loi sur l'Énergie, LEn : L 2 30
- II Règlement d'application de la loi sur l'énergie, REn : L 2 30.01
- II CET n°2011-20 : Etude énergétique des Zones Agricoles Spéciales
- II CET n°2011-09A et B : PACA St. Julien et Complément
- II « Présentation Projet JACQUENOUD-MAGNIN » : projet implantation d'une centrale de cogénération gaz pour la production d'électricité, de chaleur et de CO2