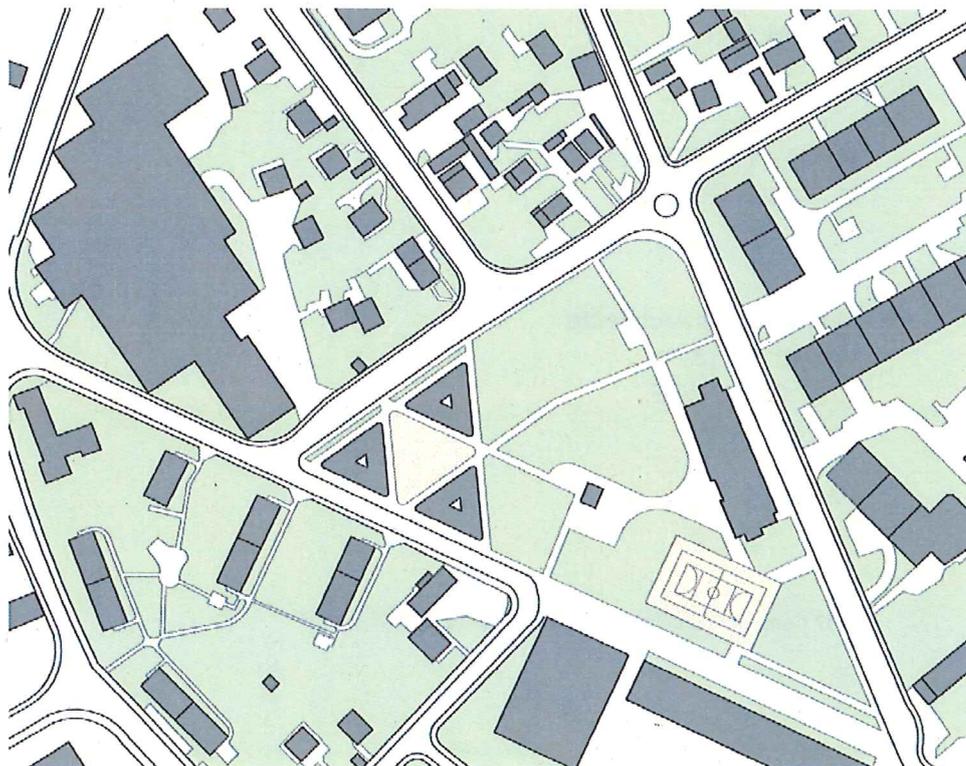


CONCEPT ENERGETIQUE TERRITORIAL

PLQ EN COURS

BAC MAISONNETTES-LOUIS-BERTRAND

LANCY



PLQ BAC - Chemin des Maisonnettes- Av. Louis Bertrand

Version 01/02

Novembre 2015

CET-2015-10
**OFFICE CANTONAL
DE L'ENERGIE**
Rue du Puits-Saint-Pierre 4
Case postale 3920
1211 Genève 3
- 9 DEC. 2015

Feuille de validation et suivi des modifications du concept énergétique territorial

Cette feuille fait partie intégrante du CET validé

CET 2015-10 associé au PLQ 29'990, Maisonnettes Lancy

Suivi des modifications (versions antérieures)

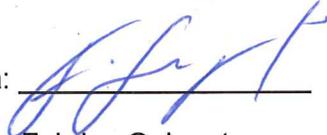
-

Commentaires de l'OCEN

- L'analyse du contexte ne fait pas apparaître de synergies évidentes dans le périmètre élargi du PLQ.
- Seule la ressource de la géothermie profonde, qui n'est pas abordée dans ce rapport, pourrait élargir l'influence du PLQ. Cependant, le parc public voisin du PLQ représente également une opportunité pour valoriser la géothermie de moyenne et grande profondeur si besoin.
- Il est attendu, au stade des autorisations de construire, que les orientations du CET soient prises en compte par les requérants et que ceux-ci se tiennent informés des évolutions du programme GEothermie2020.

Bon pour validation:

Date: 09.12.2015

Visa: 

Fabrice Guignet
Adjoint scientifique



Impressum

Donneur d'ordre Consorts Heimendinger-Commune de Lancy
MM et Mmes Graz, Matringe et Barro
1203 Genève

Mandataire Florian Barro Architecte
Vautier 11-13
1227 CAROUGE

Mike HUMBERT Sarl
6 rue Antoine Verchère
1217 Meyrin

Rédaction M. Mike HUMBERT
M. Soazig Rousset

Distribution Florian Barro Architecte
Vautier 11-13
1227 CAROUGE

Versions Version 1

Fichier 1517 Concept Energétique Territorial-BAC-26.11.2015-corrigé

Concept énergétique préliminaire – PLQ BAC Maisonnette

Table des matières

1. GLOSSAIRE DES ÉNERGIES	5
2. RÉSUMÉ	6
3. DEFINITIONS ET BASES LEGALES	7
3.1 Objectifs et positionnement de l'étude.....	7
3.2 Contenu du Concept Energétique Territorial (CET)	7
3.3 Cadres légaux et politiques	8
3.4 Périmètres de l'étude	11
4. DESCRIPTION DU PROJET	15
5. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	16
5.1 Climat.....	16
5.2 Qualité de l'Air et bruit	16
5.3 Bruit.....	18
6. ETAT DES LIEUX ENERGETIQUE	19
6.1 Energie solaire	19
6.2 Source de chaleur dans les environs proches.....	20
6.3 Energie SIG	21
6.4 Fioul	21
6.5 Géothermie	21
6.6 Réseaux thermiques	23
6.7 Bois-Biomasse.....	24
6.8 Rejets et récupérations thermiques	24
6.9 Air.....	25
6.10 Synthèse des sources d'approvisionnement renouvelables localement pertinentes	25
7. BESOINS ÉNERGÉTIQUES DU PROJET	26
7.1 Concept architectural	26
7.2 Concept techniques	27
7.3 Besoin du projet.....	28
8. ACTEURS DU PROJET	30
9. STRATEGIE ENERGETIQUE	31
9.1 Variante n° 1 : Gaz + solaire thermique <i>Principe : Installation d'une chaufferie principale et de panneaux solaires thermiques et photovoltaïques sur la toiture.</i>	32
9.2 Variante n° 2 : PAC air/eau + gaz + solaire thermique et photovoltaïque :.....	33
9.3 Variante N° 3 : PAC sondes géothermiques + Solaire thermique et photovoltaïque.	34
9.4 Variante n° 4 : PAC eau/eau à changement de phase + Solaire thermique et photovoltaïque.	35

9.5	Variante n° 5 : Bois + Solaire thermique.....	37
10.	SYNTHESE ET ORIENTATIONS POSSIBLES	38
10.1	Mesures à prévoir pour les niveaux de planification inférieurs.....	38
10.2	Comparaison quantitative des scénarios.....	39
10.3	Comparaison qualitative des scénarios	40
10.4	Synthèse des stratégies énergétiques.....	41
11.	CONCLUSION	42

1. Glossaire des énergies

COP : Coefficient de performance d'une pompe à chaleur

DD : Demande définitive

DR : Demande de renseignement

ECS : Eau chaude sanitaire

NO2 : Dioxyde d'azote

OPair : Ordonnance fédérale sur la protection de l'air

PAC : Pompe à chaleur

PLQ : Plan localisé de quartier

PM 10 : Particules fines

SIA : Société suisse des ingénieurs et architectes

SBP : Surface brute de plancher

SRE : Surface de référence énergétique

2. Résumé

L'objet de cette étude est la réalisation d'un concept énergétique territorial (CET) pour le projet de PLQ « BAC Maisonnets » au chemin des Maisonnets et Av. Louis-Bertrand à Lancy. Un tel concept vise à identifier les stratégies d'approvisionnement énergétique pertinentes et conformes aux objectifs de la politique cantonale pour le complexe de bâtiments appelé à être construit sur ce périmètre.

Ce CET intervient en amont de la définition même des caractéristiques et des performances énergétiques précises du futur complexe. Il doit donc être considéré avant tout comme une étape de cadrage permettant :

- d'identifier les principaux enjeux liés à l'approvisionnement énergétique des futurs bâtiments
- d'identifier les filières d'approvisionnement pertinentes et anticiper les actions à entreprendre pour ne pas en compromettre la valorisation future.

Le PLQ prévoit la construction de 3 bâtiments pour une SBP totale de 6603 m², destinés entièrement aux logements 1/3 LUP et 2/3 PPE.

Les puissances et énergies requises sont les suivantes :

Energie	Equivalent Minergie	Equivanet Minergie -P
Chaleur	358 MWh/an -196 kW	291 MWh/an - 163 kW
Electricité	182 MWh/an	182 MWh/an

Cinq scénarios d'approvisionnement ont été étudiés :

- Minimum légal : chaudières au gaz et la couverture de 30% des besoins d'ECS par des panneaux solaires thermiques.
- Air : PAC air/eau pour satisfaire une grande partie des besoins de chauffage et 70% des besoins d'ECS, ainsi que des panneaux solaires thermiques pour couvrir 30% du CH+ECS. Un appoint par chaudière à gaz pour les pics de demande complète le tout.
- Géothermie avec recharge : 15 sondes géothermiques verticales (pour un équivalent Minergie®), permettant de couvrir les besoins de chauffage et d'ECS au moyen de PAC, avec recharge estivale du terrain à l'aide des panneaux solaires thermiques.
- Glace-Soleil : favorise en premier lieu les panneaux solaires thermiques, puis la chaleur latente de l'eau-glace et en dernier lieu la PAC eau/eau.
- Biomasse : chaudière à bois couvrant 70% des besoins globaux avec en complément des panneaux solaires thermiques.

En conclusion les options les plus favorables sont le « PAC Air /Eau + Solaire » et le « PAC Glace + Solaire ». Le scénario « Gaz + Solaire » serait également possible techniquement, mais peu recommandé en égard aux énergies fossiles

3. DEFINITIONS ET BASES LEGALES

3.1 Objectifs et positionnement de l'étude

L'objet de cette étude est la réalisation d'un concept énergétique territorial (CET) pour le projet de PLQ «BAC Maisonnettes» au chemin des Maisonnettes à Lancy. Un tel concept vise à identifier les stratégies d'approvisionnement énergétique pertinentes et conformes aux objectifs de la politique cantonale genevoise pour le complexe de bâtiments appelé à être construit sur ce périmètre.

Ce CET intervient en amont de la définition même des caractéristiques et des performances énergétiques précises du futur complexe. Il doit donc être considéré avant tout comme une étape de cadrage permettant :

- d'identifier les principaux enjeux liés à l'approvisionnement énergétique des futurs bâtiments
- d'identifier les filières d'approvisionnement pertinentes et anticiper les actions à entreprendre pour ne pas compromettre la valorisation future.

3.2 Contenu du Concept Énergétique Territorial (CET)

Depuis l'entrée en vigueur, en août 2010, de la nouvelle loi cantonale sur l'énergie (L2 30), les PLQ doivent comporter un concept énergétique (L2 30, article 11, alinéa 2). Tel que défini dans la L2 30, le CET est « *une approche élaborée à l'échelle du territoire ou à celle de l'un de ses découpages qui vise à :*

- a) Organiser les interactions en rapport avec l'environnement entre les acteurs d'un même territoire ou d'un même découpage de ce dernier, notamment entre les acteurs institutionnels, professionnels et économiques;*
- b) Diminuer les besoins en énergie, notamment par la construction de bâtiments répondant à un standard de haute performance énergétique et par la mise en place de technologies efficaces pour la transformation de l'énergie;*
- c) Développer des infrastructures et des équipements efficaces pour la production et la distribution de l'énergie;*
- d) Utiliser le potentiel énergétique local renouvelable et les rejets thermiques. » (L2 30, art 6).*

Conformément au règlement d'application de la loi cantonale sur l'énergie (L2 30.01) et à la directive relative au concept énergétique territorial, le CET se compose des éléments suivants :

1. Délimitation des périmètres de l'étude (périmètre restreint comprenant le PLQ et périmètre élargi comprenant la zone d'intérêt et/ou d'influence autour du périmètre restreint),
2. Etat des lieux de la qualité de l'air,
3. Evaluation qualitative et quantitative (énergie et puissance) de la demande en énergie actuelle et future (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point b),

4. Détermination des infrastructures existantes et projetées (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point d),
5. Evaluation qualitative et quantitative (énergie et puissance) de l'offre en énergies renouvelables et locales (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point a),
6. Analyse des principaux acteurs présents dans le périmètre (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 points a et c),
7. Proposition de stratégies d'approvisionnement énergétique visant la valorisation des énergies renouvelables et/ou locales ainsi que des infrastructures existantes (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 points e et f),
8. Mise en évidence des mesures, infrastructures et équipements à préciser pour les niveaux de planification inférieurs (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point g).

3.3 Cadres légaux et politiques

Ce chapitre récapitule les orientations et/ou les objectifs quantifiés fixés par les autorités publiques à travers les lois et les programmes d'actions de politique énergétique, et auxquels devra se conformer le présent CET.

Niveau fédéral

La politique énergétique fédérale se fonde sur les articles 89 à 91 de la Constitution, sur les engagements internationaux pris par la Suisse dans le cadre du Protocole de Kyoto¹, ainsi que sur les lois sur l'énergie, sur l'approvisionnement en électricité et sur le CO₂. Elle s'inscrit en outre dans la vision à long terme que représente la "Société 2000 Watt", qui correspond à une division par 3 à 4 de nos consommations actuelles.

Suite à la décision d'abandon progressif de l'énergie nucléaire prise en 2011 par le Conseil Fédéral et le Parlement, des études ont été menées pour évaluer la faisabilité de cette stratégie. Rendues au printemps 2012, ces études ont confirmé que la sortie progressive du nucléaire était réalisable avec des conséquences économiques limitées. Elles ont également permis de préciser les objectifs quantitatifs et qualitatifs pour la politique énergétique. Ainsi, selon le scénario "Nouvelle politique énergétique" pour l'horizon 2050 :

- la consommation globale d'énergie et la consommation d'électricité doivent baisser respectivement de 70 TWh et de 21 TWh par rapport à la tendance actuelle ;
- la production d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables doit s'accroître d'un tiers, et compenser la réduction progressive de production issue du nucléaire ;
- afin de garantir, notamment en hiver, la sécurité de l'approvisionnement de la Suisse, la construction d'installations de couplage chaleur-force (CCF) et de centrales à gaz à cycle combiné est nécessaire;
- les objectifs climatiques actuels sont maintenus.

Afin d'avancer vers la réalisation de ces objectifs, un premier paquet de mesures pour la stratégie énergétique 2050 a été proposé en avril 2012. Celui-ci se compose de différents volets :

- Efficacité énergétique
- Energies renouvelables
- Taxes énergétiques
- Centrales à combustibles fossiles
- Installations pilotes et de démonstration et projets phares
- Fonction de modèle de la confédération
- Programme Suisse Energie

Le contenu de ces volets est présenté de manière détaillée dans la fiche d'information intitulée « Premier paquet de mesures pour la stratégie énergétique 2050 » publiée en avril 2012 par le Conseil Fédéral.

Niveau cantonal

Axée sur l'objectif de la "Société à 2000 Watt sans nucléaire", la politique énergétique du Canton de Genève est basée sur les articles 167 à 170 de la Constitution cantonale ainsi que sur la loi sur l'énergie et son règlement. Dans le cadre de la dernière révision de cette loi, diverses dispositions ont été adoptées qui doivent être prises en compte pour la présente étude. On relèvera notamment :

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

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

Dans ce Plan Directeur qui, à l'instar de la CGE, est révisé lors de chaque législature, la priorité est donnée aux actions permettant de maîtriser et de réduire la consommation d'énergie pour tous les usages. Il s'agit également de repenser les filières d'approvisionnement de notre système énergétique afin de les rendre plus efficaces, et d'intégrer des énergies renouvelables au fur et à mesure de leur développement.

Le Plan Directeur Cantonal de l'Energie mettait notamment l'accent sur la planification énergétique territoriale, qui prend systématiquement en compte l'énergie dans les projets d'aménagement du territoire et qui planifie le déploiement des infrastructures énergétiques et des réseaux à l'échelle des villes et des quartiers. Cet aspect était également central dans la révision de la Loi sur l'énergie votée en 2010.

La CGE et le Plan Directeur de l'Energie viennent de faire l'objet d'une évaluation en vue d'adaptations visant à poursuivre les avancées vers la Société à 2000 Watt sans nucléaire.

Le projet de CGE 2013 a été publié par le Conseil d'Etat le 8 mai 2013 à l'intention du Grand Conseil en vue d'une résolution approuvant cette conception. La nouvelle CGE se cale sur la Stratégie

Energétique Fédérale 2050 et propose les jalons suivants en matière de consommation d'énergie finale, par rapport au niveau de l'an 2000 :

- Réduire la consommation énergétique annuelle moyenne par personne de 15% d'ici 2020 et de 35% d'ici 2035;
- Réduire la consommation d'énergie thermique (combustibles et chaleur) par personne de 18% d'ici 2020 et de 37% d'ici 2035;
- Réduire la consommation d'électricité par personne de 2% d'ici 2020 et de 9% d'ici 2035.

Par ailleurs, le Conseil d'Etat souhaite que le canton contribue de manière substantielle au développement des énergies renouvelables. Cela concerne notamment :

- La production photovoltaïque qui devra doubler tous les 5 ans pour atteindre une production annuelle de 45 GWh en 2020 et de 380 GWh en 2035, ce qui correspondrait à 12% de la consommation actuelle d'électricité ;
- Les eaux de surface, dont la valorisation énergétique peut être multipliée par 10 et passer de 20 GWh aujourd'hui à quelques centaines de GWh par an;
- Le solaire thermique, qui couvre actuellement 0,2% de la consommation du canton et qui est susceptible d'être également multiplié par 10 d'ici 2035 en installant de 5'000 à 10'000 m² de capteurs thermiques par an;
- la géothermie de faible profondeur, exploitée par des sondes ou des champs de sondes, qui pourrait théoriquement couvrir 20% de la demande actuelle en énergie de chauffage du canton.

Niveau communal

La commune de Lancy n'a pas de plan directeur des énergies. Le dernier plan directeur communal en date 2008 ne fait pas état de stratégies de planification énergétique.

Démontrant la volonté **d'intégrer l'énergie dans la gestion du territoire communal** en lien avec le développement actuel et futur de la Ville soit :

- Projet de Révision du plan directeur communal (échéance 2016-2017). La commune de Lancy devra établir une planification énergétique territoriale, mandat qui découle de la fiche DO2 du plan directeur cantonal PDCn2030 adopté en été 2015.
- Ville certifiée Label **Cité de l'Energie®** - en **2008 et en 2012**.
- Volonté formalisée de développer sa politique énergétique territoriale à moyen et long terme, en cohérence avec la Conception générale de l'énergie (CGE) du Canton, le programme SuisseEnergie de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), la société à 2000 watts et le plan directeur communal (PDCom).
- La politique de planification territoriale de la Ville de Lancy est basée sur des principes d'efficacité, d'exemplarité et de durabilité énergétique.

3.4 Périmètres de l'étude

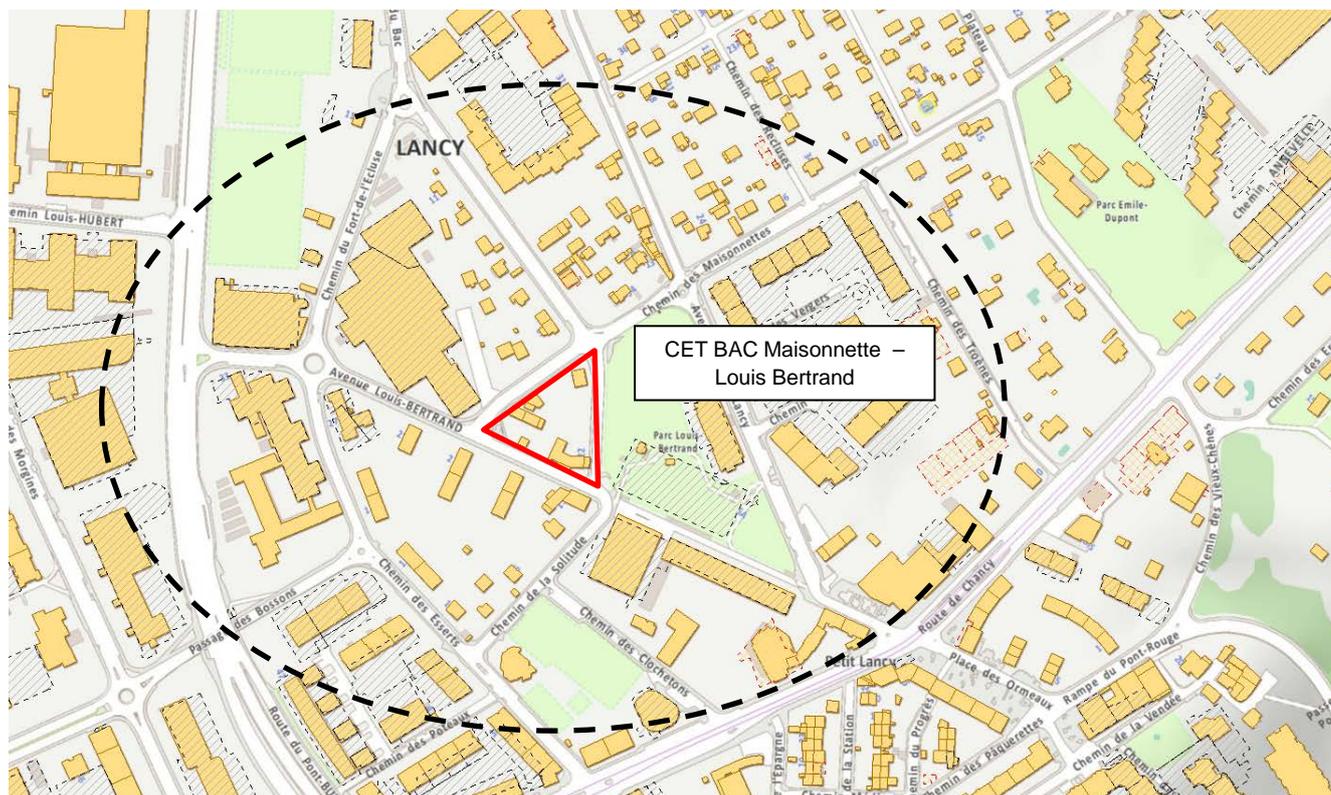
La définition du périmètre de l'étude, en d'autres termes la délimitation spatiale de l'étude, est importante. En effet, si le PLQ, pour lequel le concept est établi, représente clairement le périmètre restreint, ou périmètre *d'entrée* pour la démarche (selon la Directive relative au concept énergétique territorial), il ne faut pas perdre de vue qu'il y aura des interactions entre ce périmètre restreint et son voisinage.

Non seulement les activités du PLQ pourront influencer des futurs bâtiments situés à l'extérieur du PLQ, mais en plus les énergies consommées dans le PLQ ne se trouveront pas nécessairement toutes directement dans la zone du PLQ.

Par exemple, en cas de forts rejets thermiques à l'intérieur du PLQ, on pourra souhaiter trouver des acteurs pouvant valoriser ces rejets à l'extérieur du PLQ. D'autre part, les besoins en électricité ne pourront, en général, pas être entièrement satisfaits par les seuls panneaux photovoltaïques qui seraient posés sur les toits des bâtiments situés dans le PLQ. La Directive relative au concept énergétique territorial propose donc de définir le PLQ comme périmètre d'entrée de la démarche, et de définir un second périmètre, communément appelé périmètre *élargi*, qui délimite une zone d'influence du périmètre restreint.

Périmètre élargi

Il est important d'avoir une vision du projet dans un périmètre plus large, afin d'évaluer les ressources et infrastructures existantes et futures, et de favoriser de potentielles synergies avec d'autres projets.



Périmètres du PLQ

Le présent projet « Bac Maisonnette-Louis Bertrand » s'étend sur des parcelles n°442, 443, 444, 447, 1580, 1581, d'une superficie totale de 3421m², situées sur la commune de Lancy, à l'angle du chemin des Maisonnettes et l'avenue Louis-Bertrand.

Ces parcelles sont en pleine propriété au nom des consorts Heinendinger – Commune de Lancy – Mme et Mmes Graz, Matringe et Barro.

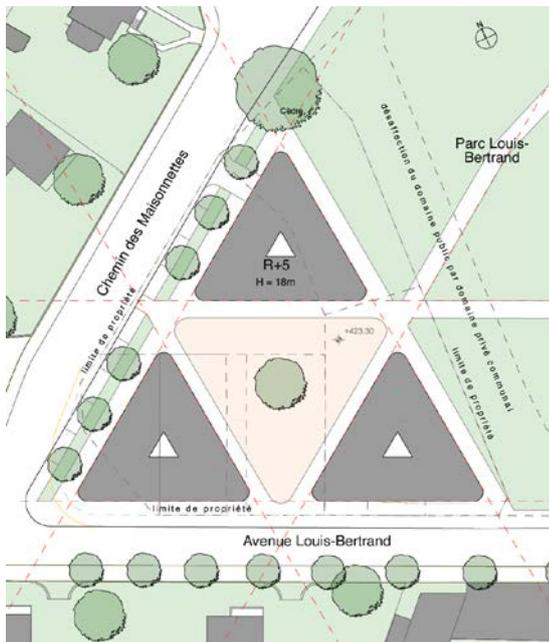
Le périmètre est situé en zone D3. Cette Zone est destinée aux grandes maisons affectées à l'habitation, aux commerces et aux activités du secteur tertiaire. Les gabarits ne dépassent pas 21 m de hauteur.

Le quartier est une zone péricentrale à forte densité,

Le présent concept est destiné à accompagner LE PLQ pour la construction 3 immeubles destinés à :

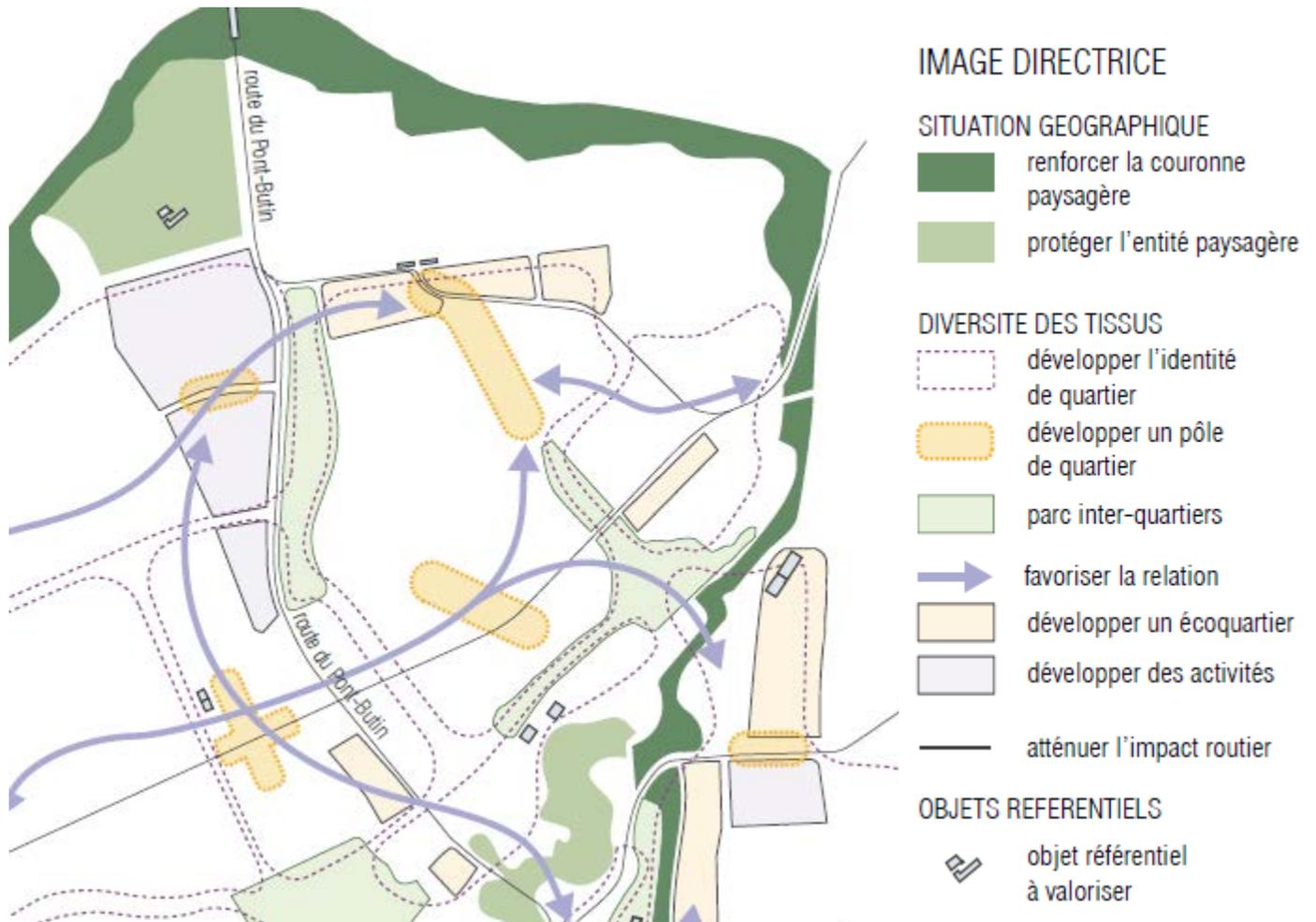
- 2/3 logements PPE
- 1/3 logements LUP
- Commerces

Le plan de situation ci-dessous définit la zone concernée.



Ce PLQ représente 3421 m² de surface au sol sur laquelle seront bâtis 6 603 m² de logements et d'activités s'y rapportant.

Le PLQ s'inscrit dans le développement d'un pôle de quartier défini dans le plan directeur communal de 2008 pour Lancy.



4. Description du projet

Le présent projet correspond à la construction de 3 bâtiments triangulaires d'habitations de comprenant :

Un sous-sol desservant les caves des résidents, les places de parking, et les locaux techniques nécessaires.

Le rez-de-chaussée est principalement dédié aux commerces et bureaux, les halls d'entrées d'accès aux appartements.

Les étages au nombre de cinq par immeuble sont uniquement dédiés aux appartements avec la répartition 2/3 PPE et 1/3 LUP. Chaque appartement est disposé en angle et bénéficie d'une double orientation.

La cage d'escalier et les coursives distribuant les logements s'articule sur un atrium central.

Les 3 immeubles sont tournés vers l'extérieur avec 2 façades côté rue et 1 façade côté parc

Au niveau technique, la construction devra répondre aux critères du bâtiment en classification **Haute Performance Energétique** voir Minergie ou plus si souhaité.

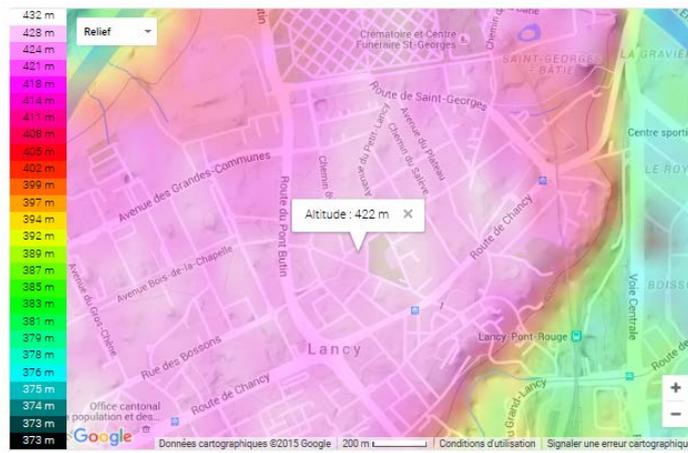


5. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

5.1 Climat

Le projet se situe à une altitude de 422.00 m et son climat est comparable à celui de la station climatique de Genève-Cointrin selon cahier technique SIA 2028.

La température moyenne annuelle est de 10,7°C, les précipitations annuelles sont de 920 mm et la vitesse du vent est de l'ordre de 5.3 m/s avec un maximum vers 8.3 m/s à dominance NE et SW.

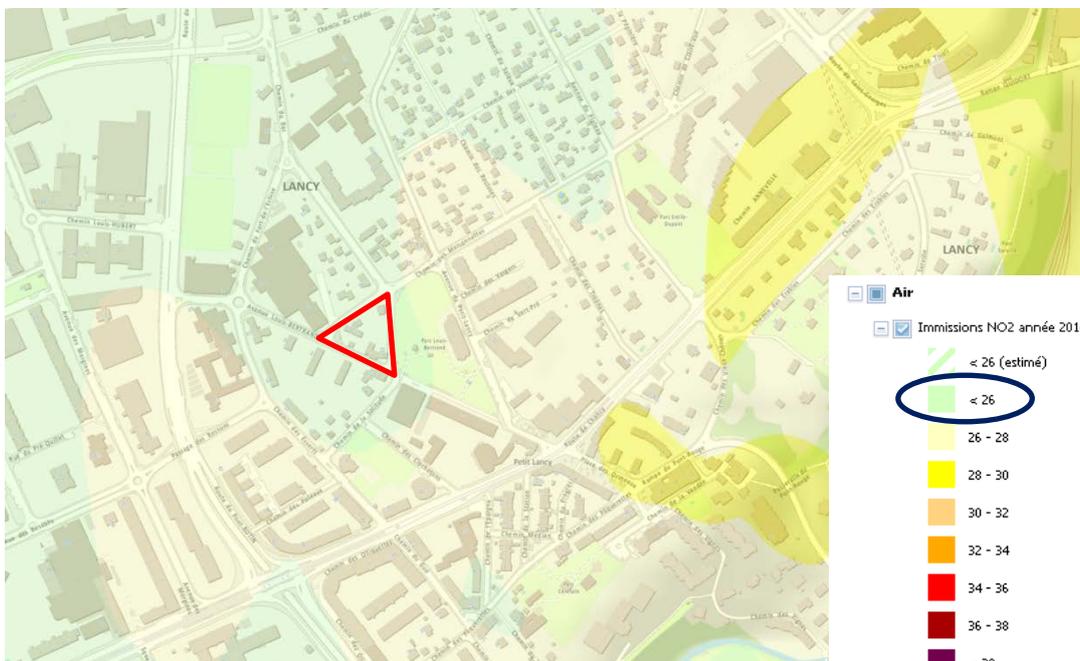


5.2 Qualité de l'Air et bruit

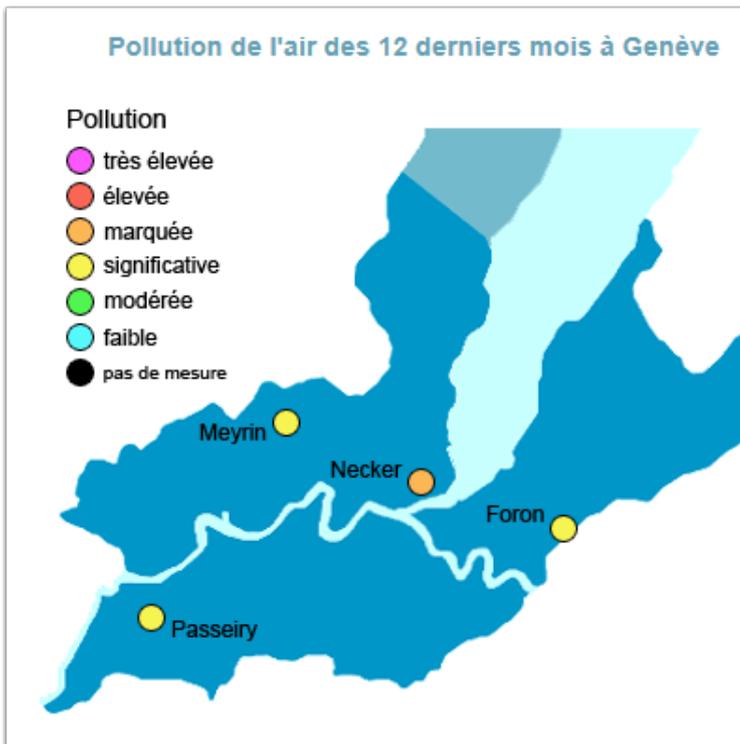
Les émissions annuelles de dioxyde d'azote sont inférieures à 26 µg/m³ (moyenne 2007-2014) sur l'ensemble de la zone de Lancy concernée.

La limite fixée à 30 µg/m³ par l'Ordonnance sur la Protection de l'Air (OPAir) n'est donc pas dépassée.

Le SPAir assure un suivi de la qualité de l'air dans le canton de Genève à partir d'un réseau de capteurs passifs de NO₂ et de stations équipées de moniteurs (stations ROPAG).



Les données relatives à la concentration de l'air en PM10 sont fournies par les 7 stations de mesures fixes du service de protection de l'air. La Figure 6 présente la localisation de ces stations. Malheureusement, aucune station ne se situe à proximité du périmètre étudié.



Ozone (O ₃)		
Pollution	Percentile 98 mensuel maximum O ₃ (µg/m ³)	Explication de l'échelle de couleurs
très élevée	> 150	supérieur à la valeur limite de plus de 50%
élevée	entre 126 et 150	supérieur à la valeur limite de plus de 25%
marquée	entre 101 et 125	dépasse la valeur limite Percentile 98 mensuel maximum (100 µg/m ³)
significative	entre 76 et 100	proche de la valeur limite
modérée	entre 51 et 75	inférieur à la valeur limite
faible	entre 0 et 50	pollution de fond

Dioxyde d'azote (NO ₂)		
Pollution	Moyenne annuelle NO ₂ (µg/m ³)	Explication de l'échelle de couleurs
très élevée	> 45	supérieur à la valeur limite journalière de plus de 50%
élevée	entre 38 et 45	supérieur à la valeur limite journalière de plus de 25%
marquée	entre 31 et 37	dépasse la valeur limite annuelle (30 µg/m ³)
significative	entre 23 et 30	proche de la valeur limite
modérée	entre 16 et 22	inférieur à la valeur limite
faible	entre 0 et 15	pollution de fond

Particules fines (PM10)		
Pollution	Moyenne annuelle PM10 (µg/m ³)	Explication de l'échelle de couleurs
très élevée	> 30	supérieur à la valeur limite journalière de plus de 50%
élevée	entre 26 et 30	supérieur à la valeur limite journalière de plus de 25%
marquée	entre 21 et 25	dépasse la valeur limite annuelle (20 µg/m ³)
significative	entre 16 et 20	proche de la valeur limite
modérée	entre 11 et 15	inférieur à la valeur limite
faible	entre 0 et 10	pollution de fond

Comme montre la figure ci-dessus, les seuils légaux de concentration en PM10 et d'Ozone sont dépassés de manière ponctuelle mais marquée dans les zones périphériques. On peut donc considérer que le PLQ se situe dans une zone de dépassements ponctuels de ces seuils légaux (cf. les valeurs de Necker dans le graphique ci-dessus).

Ainsi, si les chaudières à pellets ou à plaquettes semblaient acceptables au niveau des NO₂, elles le sont moins au niveau des PM10.

5.3 Bruit

Les parcelles concernées par le PLQ sont classées en catégorie DS II de sensibilité au bruit (selon l'Ordonnance de la Protection contre le Bruit). Zone n'autorisant aucune entreprise gênante. De plus, la zone DS 2 est attribuée essentiellement aux établissements d'enseignements, aux hôpitaux et aux cliniques, aux établissements médico-sociaux (EMS).

Le PLQ est en retrait des 2 axes routiers principaux, à savoir, route du Pont Butin et de Chancy dont les façades arrières ou latérales < 55 dB (A) de jour et 47 dB(A) en nocturne.

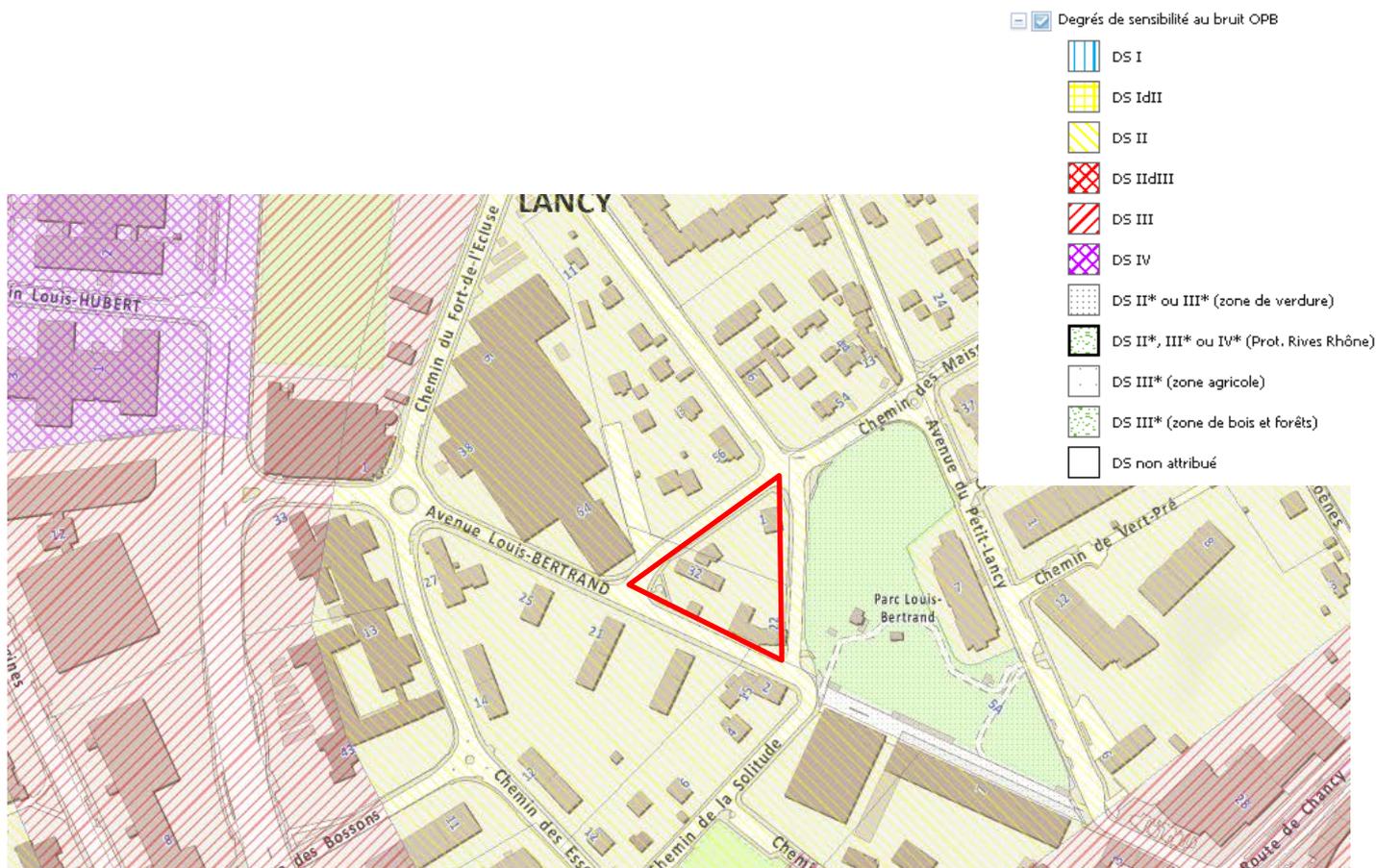
A ce jour, il n'y a pas d'étude acoustique environnementale de la Zone de projet.

Cependant, les perturbations liées au trafic routier semblent plutôt faibles au regard des nuisances émises par les 2 axes routiers importants.

Soit une estimation de l'ordre pour le PLQ : Lr jour = 55 dB(A) & Lr nuit = 43 dB(A)

Une étude acoustique environnementale de la zone viendra conforter ou infirmer les valeurs estimées.

Les valeurs de planification seront de 5 dB(A) en moins



6. ETAT DES LIEUX ENERGETIQUE

Potentiel des ressources énergétiques locales et renouvelables ainsi que des rejets thermiques.
Il n'y a actuellement aucun CET dans le périmètre seul le concept directeur communal existe.

6.1 Energie solaire

Le rayonnement solaire moyen à Genève est estimé à $\approx 1'350$ kWh/m²an dans des conditions d'inclinaison à 30° avec une orientation plein sud.

S'agissant des rendements bruts des installations solaires, ceux-ci varient en fonction de l'orientation et de l'inclinaison des panneaux.

Le potentiel solaire spécifiques aux toitures est classé favorable à très favorable

A titre d'exemple, les rendements s'élèvent à environ :

- 90% pour un panneau horizontal orienté au sud (capteur sous vide)
- 75% pour un panneau vertical orienté au sud
- 70% pour un panneau incliné à 30° orienté à l'ouest ou à l'est

Ainsi les rendements moyens considérés s'élèvent à :

- 450 kWh/m²an pour les installations solaires thermiques
- 140 kWh/m²an pour les installations solaires photovoltaïques

A noter que les potentiels maximum d'énergies solaires thermiques et photovoltaïques sur le PLQ ne sont pas cumulables.

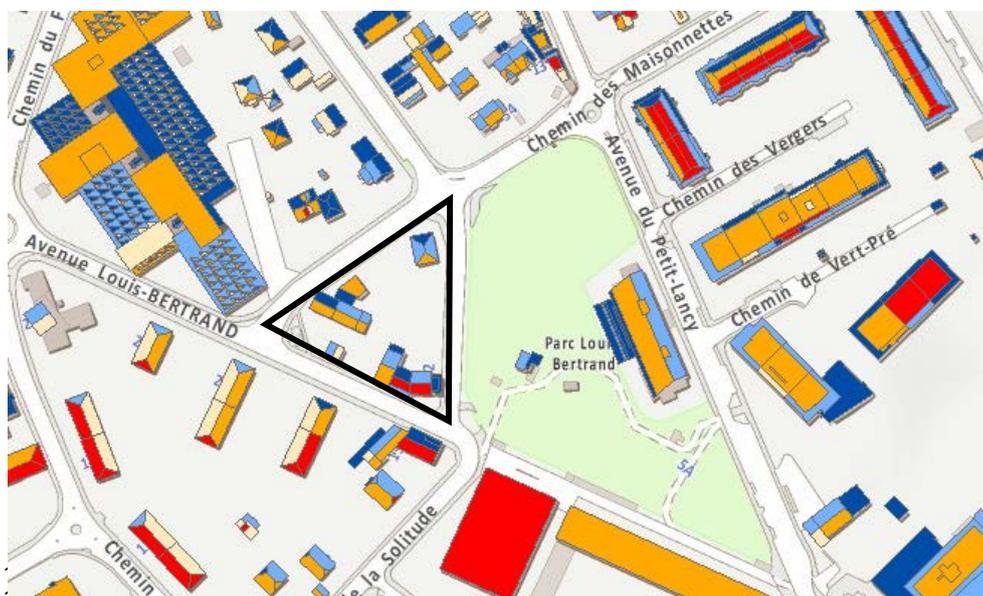
Les toitures des bâtiments actuellement présents sur le périmètre étudié bénéficient globalement d'une irradiation solaire moyennement favorable.

Les bâtiments projetés auront des gabarits plus élevés que l'existant, et leurs toitures auront une orientation favorable (Sud-Est, Sud-Ouest) et très favorable (Sud), à l'image des immeubles environnants situés en dehors du périmètre, et qui bénéficient d'un bon ensoleillement.

De plus, les toitures des bâtiments projetés ne devraient pas subir d'ombrages défavorables.

L'énergie solaire thermique et l'énergie solaire photovoltaïque sont donc des énergies disponibles.

Le potentiel maximum du PLQ proposé est de 303'750 kWh/an pour le thermique et 94500 kWh/an pour le Photovoltaïque pour une surface de toiture libre de 675 m², réparties entre les 3 bâtiments.

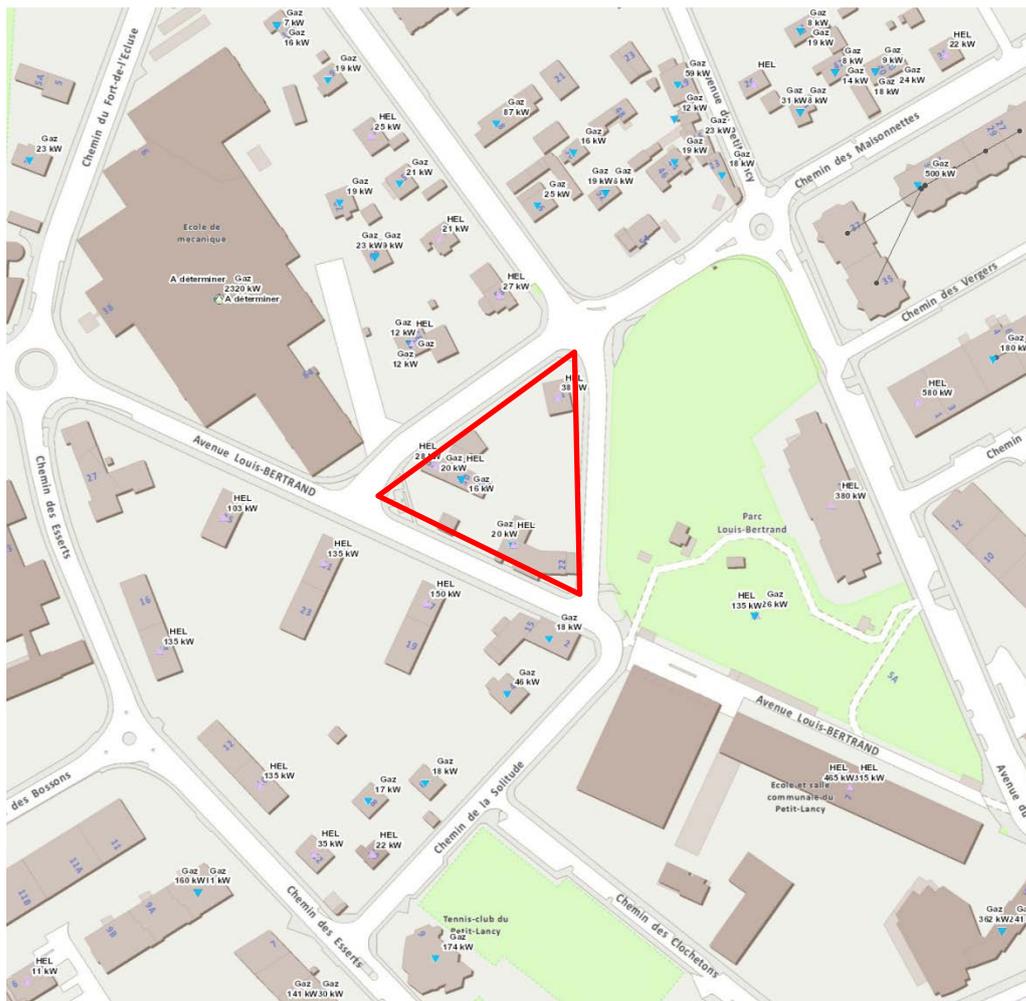


L'énergie solaire représente un potentiel intéressant puisqu'il permet en partie de couvrir les besoins d'ECS pour chacun des bâtiments. On précisera, cependant, que pour des raisons techniques et de météo, il n'est pas possible de couvrir 100% d'ECS avec des panneaux solaires, sans recourir à un stockage saisonnier. Or la mise en place d'un stockage saisonnier demande une étude détaillée spécifique, qui dépasse le cadre de la présente étude (la plupart des installations existantes sont au stade d'installations pilote et/ou de recherche appliquée). Les systèmes actuels sans stockage saisonnier permettent de couvrir environ 60-70% des besoins annuels d'ECS et 20 à 30% du chauffage.

L'avantage aussi bien des panneaux solaires thermiques est le fait que ce sont des technologies connues et relativement faciles à implémenter (attention toutefois à la taille de l'installation). De plus, l'entretien est aisé, surtout pour le photovoltaïque (pas de circuit hydraulique).

6.2 Source de chaleur dans les environs proches

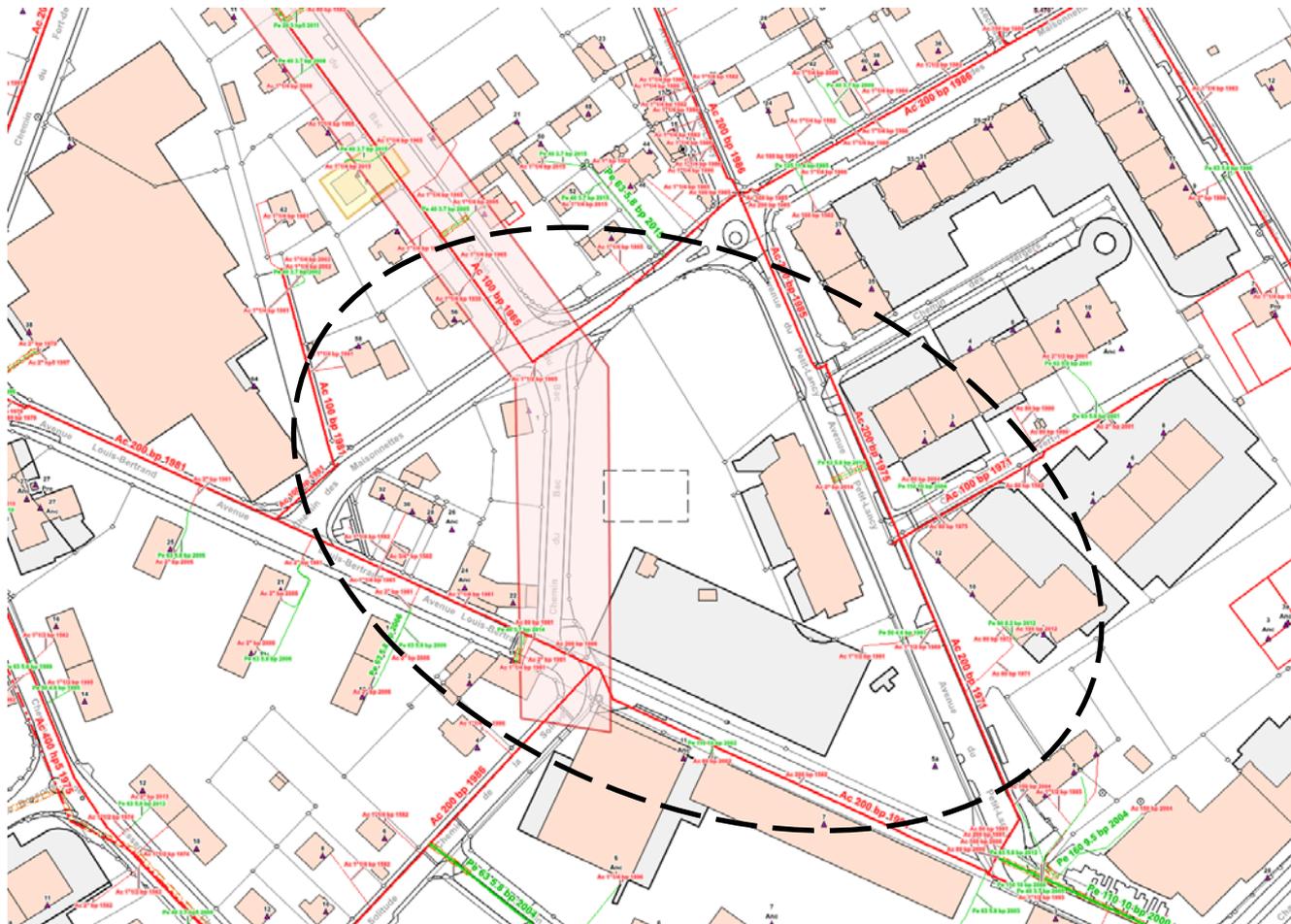
Le cadastre des chaudières et ou producteurs à proximité n'offre pas de puissance de réserve exploitable pour ce projet compte tenu qu'il s'agit principalement de villas, d'immeuble à forte densification et d'établissement d'enseignements.



6.3 Energie SIG

Le réseau de gaz naturel est à disposition sur le site.

L'électricité certifiée renouvelable est distribuée par les SIG sur la base de production indigène, d'origine hydraulique, solaire, etc. et est également disponible sur le site.



6.4 Fioul

Le mazout est une énergie pouvant être stockée sur le site. Toutefois, en présence de gaz naturel, cette dernière énergie lui serait préférée en cas de recours à une énergie fossile.

6.5 Géothermie

L'installation de sondes géothermiques est autorisée sur le site. La carte SITG ci-dessous ne présente aucune restriction sur le site du PLQ.

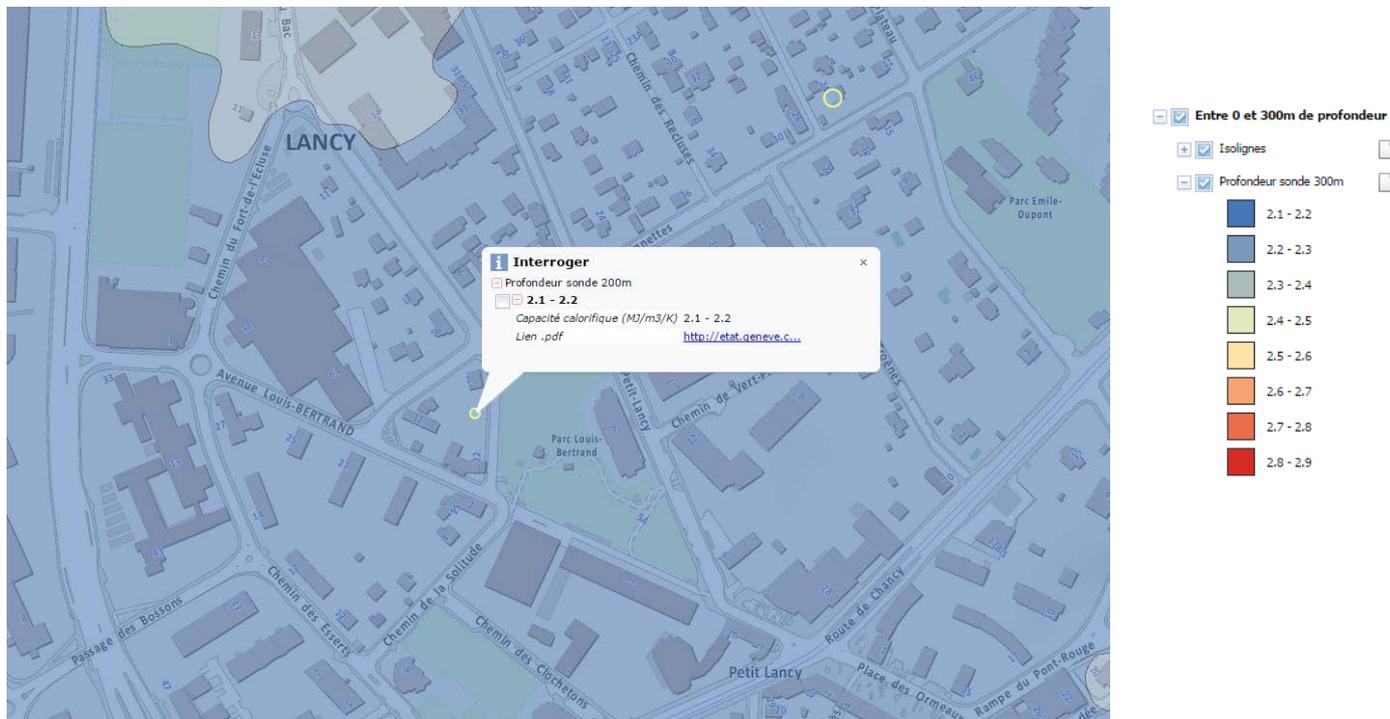
Signalons ici qu'aucune nappe d'eau superficielle n'est présente en sous-sol.

Le cadastre technique en sous-sol ne signifie pas de réseaux spécifiques particuliers sur les parcelles concernés et laisse donc sans entrave la mise en place de sondes géothermiques.

Théoriquement, on notera cependant qu'il n'est pas souhaitable de mettre des sondes sous les bâtiments, étant donné que l'accès à des sondes placées directement sous un bâtiment est problématique en cas de réparation et de gaz à effet de radon. Pratiquement, la disposition des sondes dépendra non seulement des contraintes liées à l'entretien, mais également à la place requise pour les dites sondes.

Le potentiel du CET est sur la base de sonde de 220m avec 35 W/m (sans saumure) et sur la surface hors bâti futur et arborisation soit 1222 m2 représente **15 sondes**. Hors les besoins en géothermie de ce projet sont de l'ordre de 25 sondes.

Aucune recharge de terrain n'est prévu à ce stade, ce point sera repris sous le § stratégie énergétique.



6.7 Bois-Biomasse

En site urbanisé à forte densification, le bois peut présenter une solution acceptable que si les émissions de NOx sont parfaitement contrôlées. Ceci passe par la mise en œuvre des techniques de filtration des plus efficaces, tel que filtre électrostatique. Le bois peut donc être étudié comme une alternative d'énergie renouvelable, tout en gardant à l'esprit toute la problématique de l'approvisionnement filière bois et du transport sur la base d'un Eco Bilan.

Actuellement le site présente une valeur d'émission <26 µg/m3 de NO2.

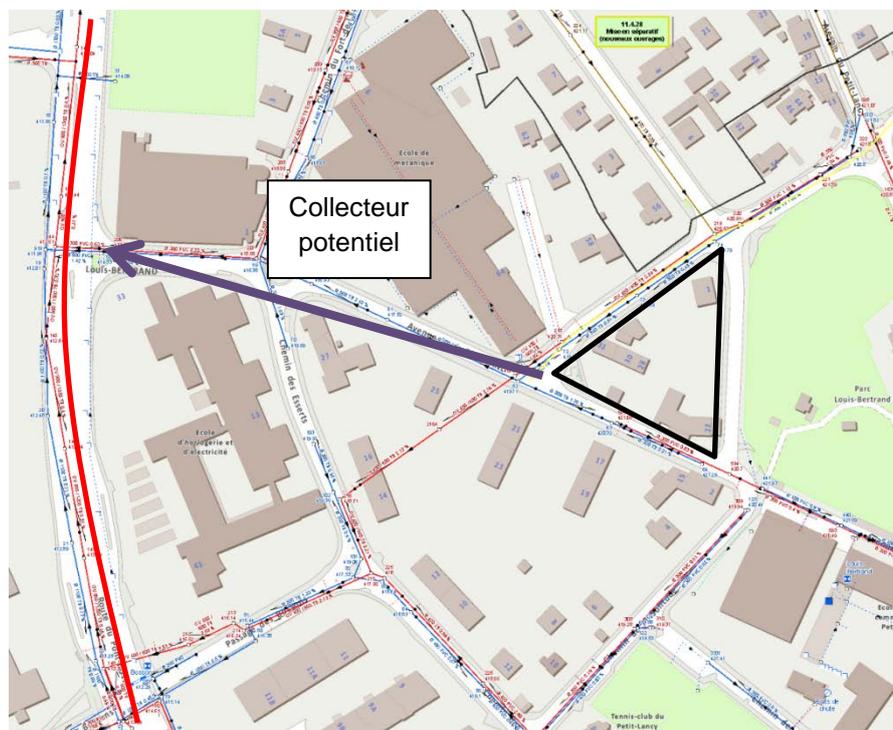
Néanmoins, le bois présente certains inconvénients dus principalement à sa combustion. Cette dernière dégage non seulement du gaz carbonique, mais aussi une quantité non négligeable de particules fines et de NO2. Or, le site étudié a des valeurs limites inférieures à celles autorisées par l'OPAir. L'accord du Service cantonal de protection de l'air, ainsi que l'utilisation de filtres performants s'avèrent cependant nécessaires pour l'installation d'une chaudière à bois.

L'énergie de la biomasse n'apparaît pas comme une source d'approvisionnement pertinente pour le périmètre en question en considérant également que le transport équivaut au 50% du prix, mais uniquement pour le PLQ ce qui n'est pas en adéquation avec ce type de production.

6.8 Rejets et récupérations thermiques

Aucuns rejets significatifs n'ont été identifiés dans un périmètre élargi.

Récupération de chaleur sur les eaux usées : les conduites à disposition sont trop petites (dia. < 80 cm) et le débit est trop faible (débit = non connu). En effet, le périmètre n'est pas adapté pour ce type de système car le nombre d'habitants n'est pas assez dense. Le collecteur potentiel se situant à ~200m de la parcelle.



Dans le contexte du périmètre aucune source de rejets n'est à disposition. Il n'y a donc pas de rejets thermiques à proximité qui pourraient être valorisés.

6.9 Air

Pour le chauffage des locaux, l'énergie contenue dans l'air ambiant représente une ressource énergétique intéressante. Elle est omniprésente, pour ainsi dire infinie, et sa valorisation à l'aide d'une pompe à chaleur se fait aisément. De plus, les systèmes de pompe à chaleur air/eau sont moins coûteux à l'investissement que les systèmes sol/eau, du fait qu'il ne faut pas de structures géothermiques.

La principale contrainte lors de la valorisation de cette énergie, est donnée par la quantité d'air qu'il faut faire circuler, et donc par la taille des conduites, si les unités ne sont pas placées sur le toit ou que les puissances sont grandes (plus que 50 kW environ). Si les unités sont placées sur le toit, cette contrainte tombe.

Au niveau énergétique, il faut également noter que les pompes à chaleur air/eau ont des rendements exergétiques jusqu'à 30% moins bons que les pompes à chaleur sol/eau, ce qui se traduit par une consommation d'électricité plus élevée. Cette consommation plus élevée peut cependant être compensée en été, lors de la production d'ECS. En effet, la température de l'air étant en principe plus élevée en été que la température des eaux de surface, le COP d'un système air/eau peut s'avérer meilleur en été, que celui d'un système eau/eau.

Avantages

Les pompes à chaleur air/eau sont faciles à installer et à utiliser.

Inconvénients

Les pompes à chaleur air/eau sont les pompes à chaleur avec le moins bon rendement. D'autre part, il est difficile de supprimer complètement le bruit lié à l'aspiration de l'air, même avec des caissons d'insonorisation. Cet inconvénient peut cependant être largement atténué en plaçant les PAC en toiture avec une attention particulière pour le voisinage.

Conclusion

L'énergie de l'air présente un potentiel à prendre en considération en l'absence de possibilités d'approvisionnement renouvelable recourant à des systèmes plus performants.

6.10 Synthèse des sources d'approvisionnement renouvelables localement pertinentes

Les principales ressources identifiées comme pertinentes pour l'approvisionnement du PLQ sont donc les suivantes :

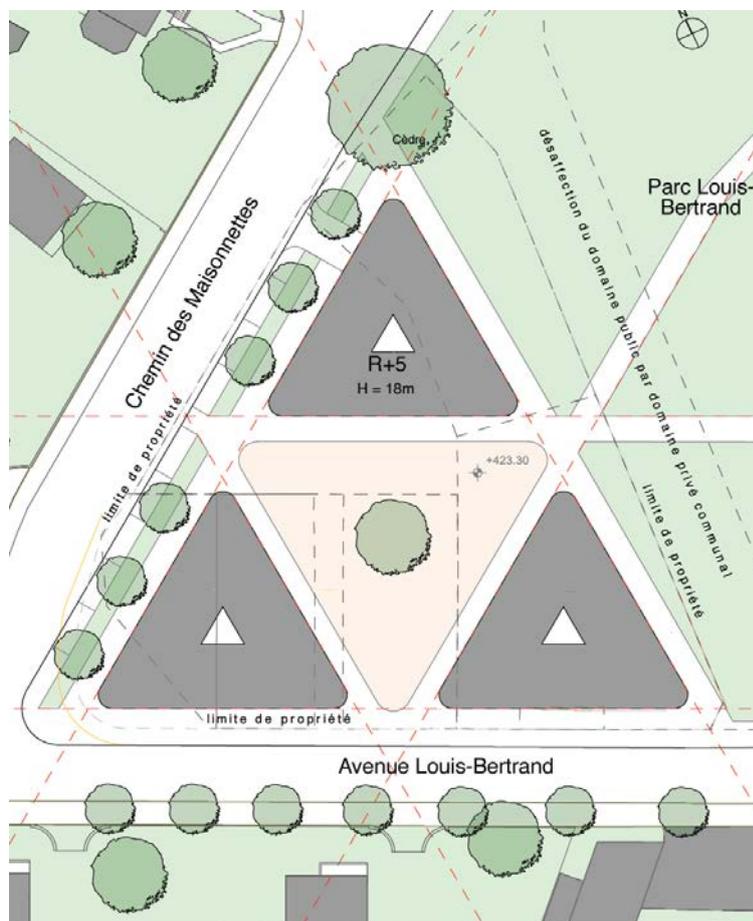
- Solaire thermique : 303.75 MWhth/an (Th) environ pour l'ensemble de la toiture du PLQ.
- Solaire photovoltaïque : 95 MWhél/an environ pour l'ensemble de la toiture du PLQ.
- Géothermie (sondes couplées à des PAC): Potentiel équivalent à 115 kW et 109 MWh/an, intéressant et théoriquement valorisable, mais difficultés liées aux aménagements extérieurs.
- Réseaux thermiques : Les SIG n'envisage pas d'extension du Cadiom dans cette zone.
- Air (pompes à chaleur air/eau): Potentiel susceptible de couvrir l'ensemble des besoins de chaleur.
- Biomasse, rejets thermiques, énergie éolienne, eaux usées : Pas de potentiel.

7. Besoins énergétiques du projet

7.1 Concept architectural

La configuration architecturale du projet permet de mettre en évidence les éléments suivants :

- La géométrie des 3 bâtiments en triangle et son coefficient de forme configureront les isolations extérieures et leurs mises en œuvre, elles contribueront également à la minimalisation des ponts thermiques.
- Compte tenu de la proportion de vitrage, ce dernier sera de grande qualité thermique type triple vitrage de même qu'un grand soin sera apporté aux cadres et menuiserie. Les coefficients U_w seront particulièrement performant quel que soit la valeur G retenue tout en ayant un coefficient TI lumineux.
- Les protections solaires passives type arbres à feuilles caduques vers les façades assurant les apports solaires pendant l'hiver, stores extérieurs à lamelles partout et toiles en plus pour les terrasses.
- L'inertie du bâtiment fait partie intégrante de la réflexion du projet.
- Intégration architecturale des capteurs solaires thermique ou photovoltaïque.
- Dans la mesure du possible une rétention d'eau de pluie sur toiture et/ou nid d'abeille en terre permettrait une infiltration dans le terrain et/ou une utilisation pour l'arrosage, WC et autres.





Agir sur l'environnement proche de l'habitation

En limitant les dallages ou zones goudronnées qui accumulent la chaleur en journée et la restituent le soir et en privilégiant au contraire les pelouses, les arbres à feuilles caduques, on agira ainsi sur l'environnement de la maison en maintenant une température extérieure plus mesurée. Une autre solution consiste à intégrer une toiture ou façade végétalisée pour rafraîchir l'air ambiant par évapotranspiration.

La mise en place de bassin d'eau favorise également le milieu bâti du fait de l'évaporation de ce dernier. Le coût de maintenance et de salubrité n'est pas à négliger.

7.2 Concept techniques

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 et ventilation simple-flux avec récupération sur PAC pour l'ECS (choix non défini).
- Dans la mesure du possible, production locale d'électricité pour compenser les consommations liées à la production de chaleur.
- Production d'eau chaude sanitaire selon le type d'usage.
- A ce stade du projet il n'est pas prévu de besoin en froid, cet élément sera ultérieurement étudié si nécessaire avec pour priorité des protections passives avant que techniques.
- La production d'énergie sera analysée en regard des scénarios proposés.

7.3 Besoin du projet

Consommations de chaleur pour le chauffage et ECS.

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.

La consommation annuelle d'ECS peut être estimée à partir des prescriptions de la norme SIA 380/1 pour les catégories de bâtiment concernées :

- « I Habitat collectif » : $Q_{ww} = 75 \text{ MJ/m}^2$.
- « III Administration » et « V Commerce » : $Q_{ww} = 25 \text{ MJ/m}^2$.

Nous avons plutôt choisi comme bases pour l'estimation des besoins les indices de consommation et de puissance constatés aujourd'hui sur des constructions type Minergie.

Calcul des besoins de l'objet

Surface du projet		Logements	Commerces	Total
		SRE	SRE	SRE
Surfaces		5800	594	6394

Besoin en énergie		Logements	Commerces	Total CH+ECS
Base théorique HPE (80% de SIA 380/1)	Chauffage	44 MJ/m ² SRE	40 MJ/m ² SRE	
	ECS	75 MJ/m ² SRE	25 MJ/m ² SRE	
	Total CH+ECS	119 MJ/m ² SRE	65 MJ/m ² SRE	

Base selon expérience pour HPE et/ou Minergie		Logements	Commerces	Total
	Chauffage	30 kWh/m ²	58 kWh/m ²	
	ECS	25 kWh/m ²	8 kWh/m ²	
	Total CH+ECS	55 kWh/m ²	38 kWh/m ²	

Besoins annuels kWh pour HPE et/ou Minergie		Logements	Commerces	Total
	Chauffage	174000	34452	208452
	ECS	145000	4752	149752
	Total CH+ECS	319000	39204	358204

Puissance kW pour HPE et/ou Minergie		Logements	Commerces	Total
	Chauffage	79	23	102
	ECS	91	3	94
	Total CH+ECS	170	26	196

Consommation électrique

Base théorique (SIA 380/4)
Besoins annuels kWh

Logements	Commerce	Total
28 kWh/m ²	33 kWh/m ²	61 kWh/m ²

162400	19602	182002
--------	-------	--------

L'approche avec Minergie®-P permet de voir l'influence de la qualité de l'enveloppe du bâtiment, à savoir la consommation de chauffage.

Besoins annuels kWh pour THPE et/ou Minergie P	Chauffage	118320	23427	141747
	ECS	145000	4752	149752
	Total CH+ECS	263320	28179	291499

Puissance kW pour THPE et/ou Minergie P	Chauffage	54	16	69
	ECS	91	3	94
	Total CH+ECS	144	19	163

La comparaison des deux tableaux fait apparaître une réduction du besoin en chauffage de 32% pour la consommation et la puissance et sur le global de 17%. Ce choix n'est que bénéfique pour les différents scénarios proposées.

8. Acteurs du projet

Les principaux acteurs concernés par les choix et les procédures de mise en œuvre d'une stratégie d'approvisionnement énergétique pour le PLQ sont référés ci-dessous. Cet inventaire des acteurs a pour objectif de contribuer à une bonne coordination entre les parties prenantes. Il doit notamment aider le maître d'ouvrage à anticiper des prises de contact avec des acteurs dont l'accord est nécessaire pour la mise en œuvre des filières d'approvisionnement souhaitées.

Etant donné la variété des acteurs qui peuvent être amenés à intervenir tout au long de la vie du projet, les acteurs ci-dessous doivent être considérés comme évolutifs pour le maître d'ouvrage.

Catégories d'acteurs	Liste des acteurs et fonction	Enjeux liés à l'énergie dans le cadre du PLQ
Autorités publiques	<p>Département de l'aménagement, du logement et de l'énergie (DALE): Validation du PLQ.</p> <p>Office cantonal de l'énergie (OCEN) : Validation du CET</p> <p>Service cantonal « géologie-sols-déchets » (GESDEC) : Contrainte relatives à la valorisation géothermique du sous-sol.</p> <p>Service cantonal de la protection de l'air : Contraintes relatives aux installations de combustion.</p> <p>Commune de Lancy : Plan directeur communal de l'énergie</p>	<p>DALE-OCEN : En attente d'information sur le mode d'approvisionnement énergétique envisagé pour le PLQ.</p> <p>GESDEC : Autorisation formelle d'installation de sondes géothermiques verticales.</p> <p>Environnement : Autorisation chaufferie à bois.</p>
Propriétaires des parcelles du PLQ	<p>Graz M. Matringe P-M Barro M. Commune de Lancy Consorts Heimendinger</p>	<p>Soumis aux obligations de la loi sur l'énergie concernant la réalisation de concepts énergétiques dans les procédures d'aménagement. Responsables d'intégrer les éléments du CET dans les dossiers d'autorisation de construire à venir.</p>
Voisinage et autres acteurs	Périmètre élargi	<p>Pas de réelles possibilités de synergie ou de conflits dans le périmètre élargi. Pas de densification des logements à moyen terme</p>
Opérateurs énergétiques /gestionnaires de réseaux	<p>SIG : Entreprise de droit public en charge de la fourniture de gaz, électricité, chaleur et eau potable, traitement des déchets et eaux usées.</p> <p>Autres opérateurs énergétiques : Prestations énergétiques non soumises au monopole : réseaux thermiques hors ceux propriétés des SIG, production / rachat d'électricité renouvelable.</p>	<p>SIG : Approvisionnement en électricité, en eau et en gaz.</p> <p>Contracteur pour la production d'électricité photovoltaïque et/ou énergétique.</p> <p>Autres opérateurs : Contracteurs pour la production d'électricité photovoltaïque</p>
Futurs utilisateurs/ occupants	Futurs habitants et exploitants des bâtiments.	Précision des besoins et exigences de confort ; personnes à sensibiliser afin d'atteindre les performances visées, lors de l'exploitation.

9. STRATEGIE ENERGETIQUE

Cette section présente 5 scénarii d'approvisionnement énergétique pour le PLQ en dehors du minimum légal.

Pour chacune des 5 options, un schéma simplifié du système d'approvisionnement proposé, ainsi qu'une évaluation de la contribution respective des différentes ressources à la satisfaction des besoins du PLQ est donné.

Une synthèse comparative des scénarii est ensuite effectuée, à partir de critères quantitatifs (contribution des énergies renouvelables locales à la satisfaction des besoins; consommation absolue d'électricité importée) et qualitatifs (principaux avantages et inconvénients de chaque scénario).

Les besoins évalués dans la section 5 correspondent à de l'énergie utile. Or, selon la stratégie d'approvisionnement choisie, les systèmes de transformation auxquels il faut faire appel ont des rendements variables et induisent donc des besoins différents en énergie finale.

Les 3 bâtiments sont construits sur une même base, parking commun en sous-sol. Pas de phasage d'exécution. De ce fait, les besoins décrits ci-après sont mutualisés ainsi que les sources d'énergies pour l'ensemble du projet.

9.1 Variante n° 1 : Gaz + solaire thermique

Principe : Installation d'une chaufferie principale et de panneaux solaires thermiques et photovoltaïques sur la toiture.

Une installation centrale composée d'une ou plusieurs chaudières gaz pourrait alimenter l'ensemble du bâtiment du PLQ. Cette dernière serait située au sous-sol, dans un local technique commun. Un raccordement préalable au réseau gaz des SIG (présent à proximité) sera nécessaire.

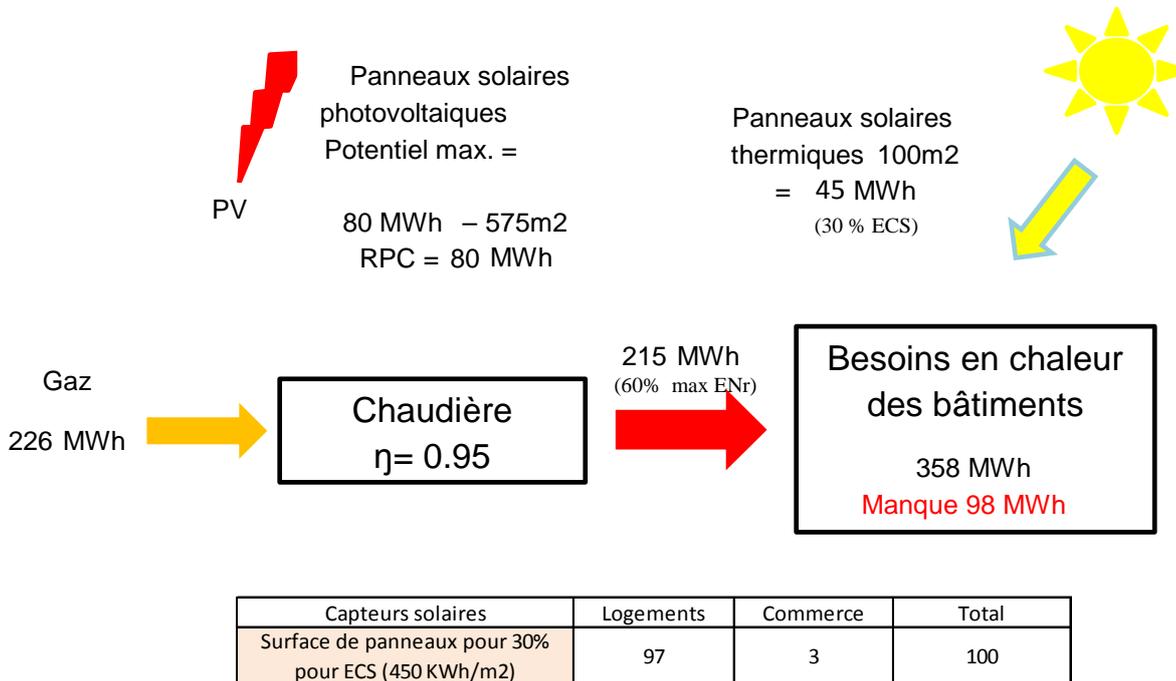
En complément, 100 m² de panneaux solaires thermiques installés en toiture couvriraient au minimum 30 % des besoins pour l'ECS (minimum légal).

Enfin, l'intégralité de l'électricité peut être livrée par le réseau électrique.

Le tableau ci-dessous indique les besoins selon le minimum légal y compris facteur d'expérience que le maître d'ouvrage est tenu de considérer.

		Logements	Commerces	Total
Besoins annuels kWh pour HPE et/ou Minergie	Chauffage	174000	34452	208452
	ECS	145000	4752	149752
	Total CH+ECS	319000	39204	358204

Sachant que le système de production peut être couvert par des énergies non renouvelables au maximum à 60%, le solde restant par des énergies renouvelables.



Ce scénario montre que si l'on fait le minimum légal on ne répond pas aux besoins du bâtiment.

Même si l'on augmente la proportion de panneaux solaires thermique à 332 m² correspondant à 100% de couverture pour l'ECS (149 MWh), pour satisfaire les besoins, on respecte les 60% d'énergie non renouvelable mais on risque de surchauffe pendant certaine période pour les panneaux solaires.

Autre suggestion : valoriser la qualité de l'enveloppe thermique, type Minergie P, avec un gain de 32% sur les besoins de chauffage.

9.2 Variante n° 2 : PAC air/eau + gaz + solaire thermique et photovoltaïque :

Principe : Installations d'une PAC air/eau, de chaudières gaz et de panneaux solaires thermiques sur la toiture.

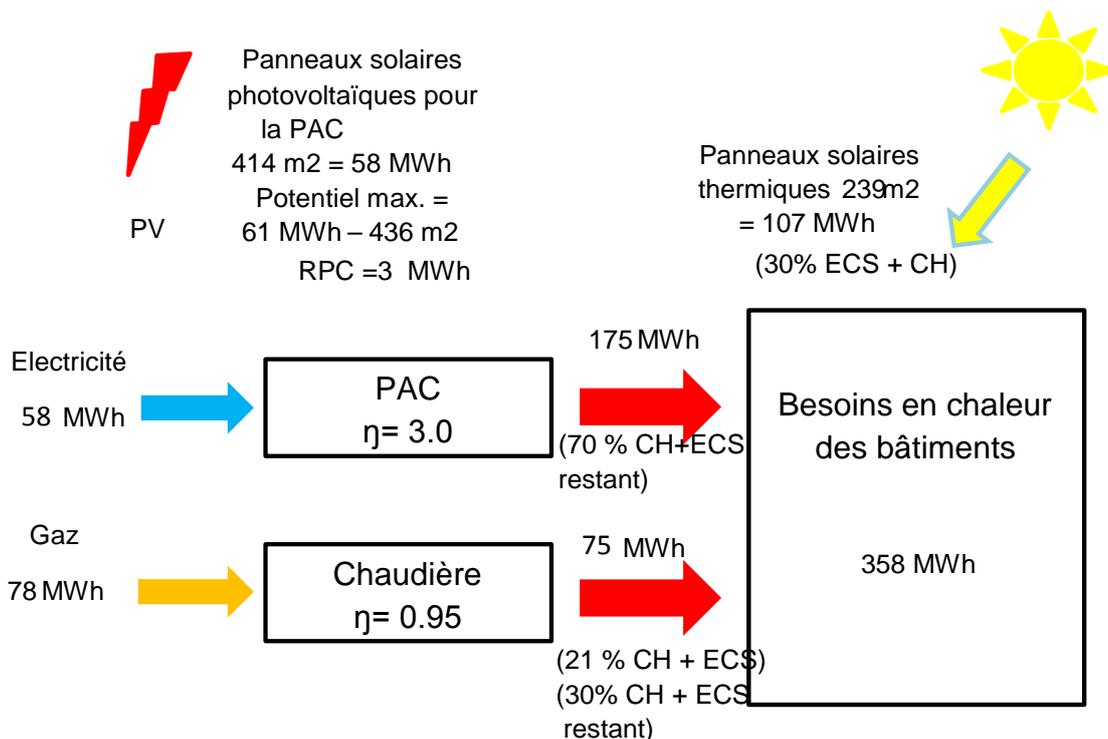
Les besoins en chaleur des bâtiments seraient assurés par une PAC air/eau située en toiture et prenant l'énergie dans l'air extérieur. La PAC assurerait le chauffage jusqu'à une température extérieure de 3°C (limite de fonctionnement des aéro-refroidisseurs) et la production d'ECS jusqu'à 45°, soit environ 70 % des besoins restants.

En complément, 239 m² de panneaux solaires thermiques installés en toiture couvriraient au minimum 30 % des besoins restants pour le CH+ECS.

Afin de compenser l'énergie électrique utilisée pour alimenter la PAC (COP 3.0), des panneaux photovoltaïques seraient également installés en toiture.

Une chaudière gaz viendrait en complément de la production d'eau chaude sanitaire et de chauffage, servant également de secours en cas de panne de la PAC, ce qui représente 30 % des besoins restants. Ces dernières seraient situées au sous-sol, dans un local technique commun. Un raccordement préalable au réseau gaz des SIG (présent à proximité) serait nécessaire.

		Logements	Commerces	Total
Besoins annuels kWh pour HPE et/ou Minergie	Chauffage	174000	34452	208452
	ECS	145000	4752	149752
	Total CH+ECS	319000	39204	358204



9.3 Variante N° 3 : PAC sondes géothermiques + Solaire thermique et photovoltaïque.

Principe : Installation d'une PAC sol/eau et de panneaux solaires thermiques + photovoltaïques sur la toiture.

Les besoins en chaleur des bâtiments seraient assurés par une PAC sol/eau située au sous-sol, dans un local technique commun. Un champ de sonde de type Duplex serait nécessaire, soit, 25 forages d'environ 220 m de profondeur à prévoir. La PAC assurerait les besoins en chaleur pour le chauffage, et pour l'ECS jusqu'à 45°, soit environ 70 % des besoins. Des panneaux solaires thermiques permettent de couvrir le solde soit 30 % des besoins pour l'ECS avec 239 m² de panneaux installés en toiture.

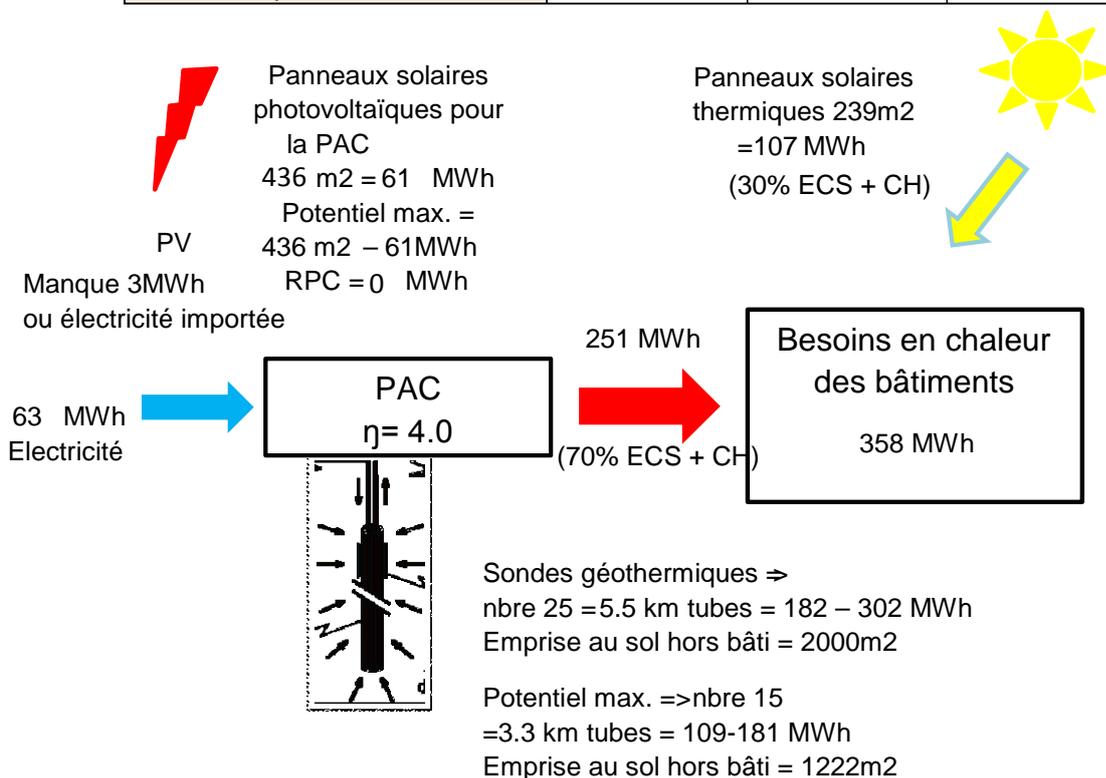
Ce complément par panneaux solaires thermiques permet d'une part de favoriser le COP de la PAC ainsi que la recharge annuelle.

Des panneaux photovoltaïques seraient également installés en toiture afin de compenser l'énergie électrique utilisée pour alimenter la PAC (436 m²).

La surface de captage disponible sous parking ne permet d'assurer les 70% des besoins ECS+CH.

		Logements	Commerces	Total
Besoins annuels kWh pour HPE et/ou Minergie	Chauffage	174000	34452	208452
	ECS	145000	4752	149752
	Total CH+ECS	319000	39204	358204

Sondes géothermiques	Logements	Commerce	Total
35 W/m de sonde	4849	741	5590
Nombre de sonde (220m)	22	3	25
Surface d'exploitation m2	1763	269	2033



Une possibilité serait d'augmenter la surface de capteurs solaires à 554 m² pour couvrir 70 % besoins CH et ECS. De ce fait, les sondes géothermiques couvriraient 30% des besoins.

9.4 Variante n° 4 : PAC eau/eau à changement de phase + Solaire thermique et photovoltaïque.

Principe : Installation d'une PAC eau/eau à changement de phase et de panneaux solaires thermiques + photovoltaïques sur la toiture.

Il s'agit d'un scénario très novateur et avec quelques expériences à la clé, mais d'un scénario néanmoins très prometteur et qui s'insérerait très bien dans le présent projet.

L'énergie solaire couvre la totalité des besoins en eau chaude et en chauffage pendant environ six mois par an. Pendant cette période, la pompe à chaleur se repose. Pendant les autres six mois de l'année les panneaux solaires et la pompe à chaleur fonctionnent de concert pour assurer le confort dans le bâtiment.

En période estivale, l'installation solaire couvre la totalité des besoins thermique du bâtiment. En automne, en mi-saison ou même en hiver, lorsque l'ensoleillement est suffisant, l'énergie solaire est captée à un niveau de température suffisant pour permettre son utilisation en direct pour le chauffage voire pour l'eau chaude sanitaire. Si le niveau de température de retour du champ de capteurs solaires n'est pas suffisant (< 20°C), l'énergie captée est dirigée vers le stock à changement de phase et l'évaporateur de la PAC. La pompe à chaleur élève la température, par le biais du compresseur, à celle nécessaire pour les besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

La nuit ou quand l'ensoleillement est insuffisant, la chaleur ambiante ou la faible énergie solaire captée à un niveau de température très bas permet de limiter le prélèvement de chaleur dans l'accumulateur à changement de phase en maintenant sa température à une valeur plus élevée.

Un accumulateur de chaleur latente eau/glace permet d'emmagasiner de la chaleur à faible température sans aucune déperdition, dans un volume très compact.

Changement de phase eau => glace: Le stock de glace fonctionne comme volume tampon permettant à la PAC de fonctionner avec une source froide à minimum 0°C pendant les heures d'hiver sans ensoleillement, qui ne permettent pas de gains d'énergie par les panneaux solaires thermiques.

Le besoin non couvert est assuré par des panneaux photovoltaïques, compensant également l'énergie électrique utilisée pour alimenter la PAC ou par l'énergie verte.

Selon un rapport d'étude, des COP annuels de 4,7 sont atteignables pour des constructions de type Minergie dédiées au logement, et le système est rentable en 12 ans.

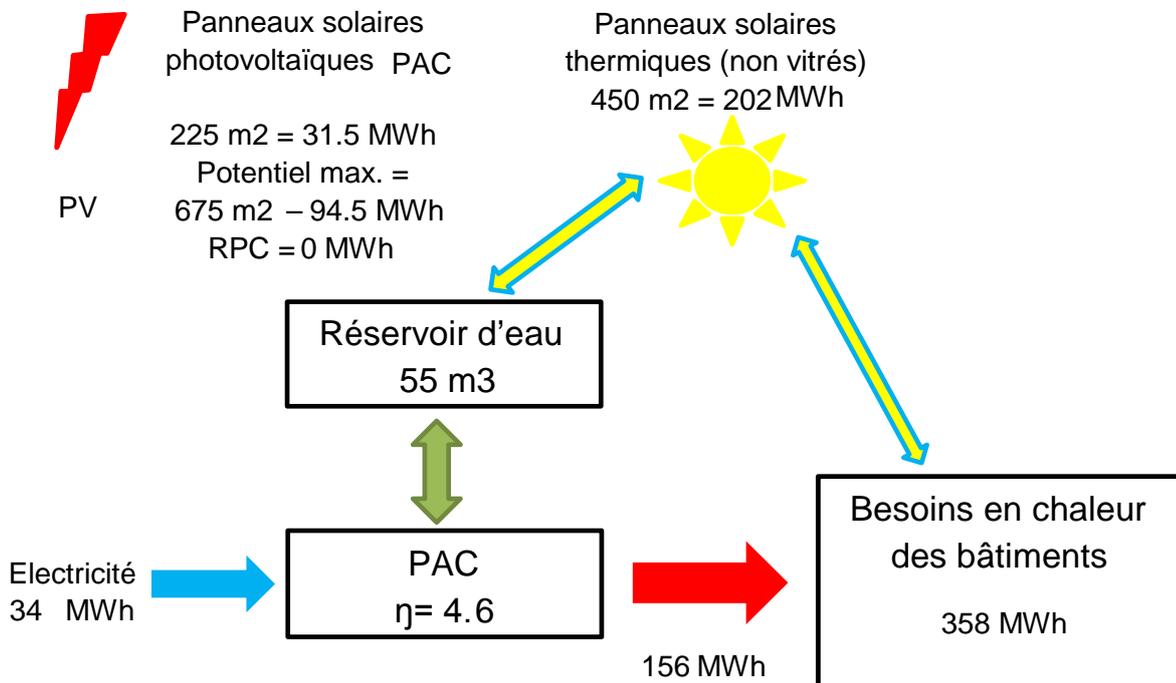
Quelques exemples concrets existent en Suisse dont un à Genève d'une importance de 500KW et 1700m² de panneaux thermiques (La Cigale – rue de Vermont), même si ce concept est encore relativement nouveau.

L'obtention du prix 2014 du développement durable de Genève ainsi que le prix national solaire en 2013 donne à ce scénario toute sa puissance.

		Logements	Commerces	Total
Besoins annuels kWh pour HPE et/ou Minergie	Chauffage	174000	34452	208452
	ECS	145000	4752	149752
	Total CH+ECS	319000	39204	358204

PAC eau/eau chang. phase

Stock de glace m ³	Surface active en thermique m ²	Compensation par panneaux photovoltaïque m ²	Accumulateur chauffage m ³
55	450	225	13



9.5 Variante n° 5 : Bois + Solaire thermique.

Principe : Installation d'une chaufferie bois et de panneaux solaires thermiques sur la toiture.

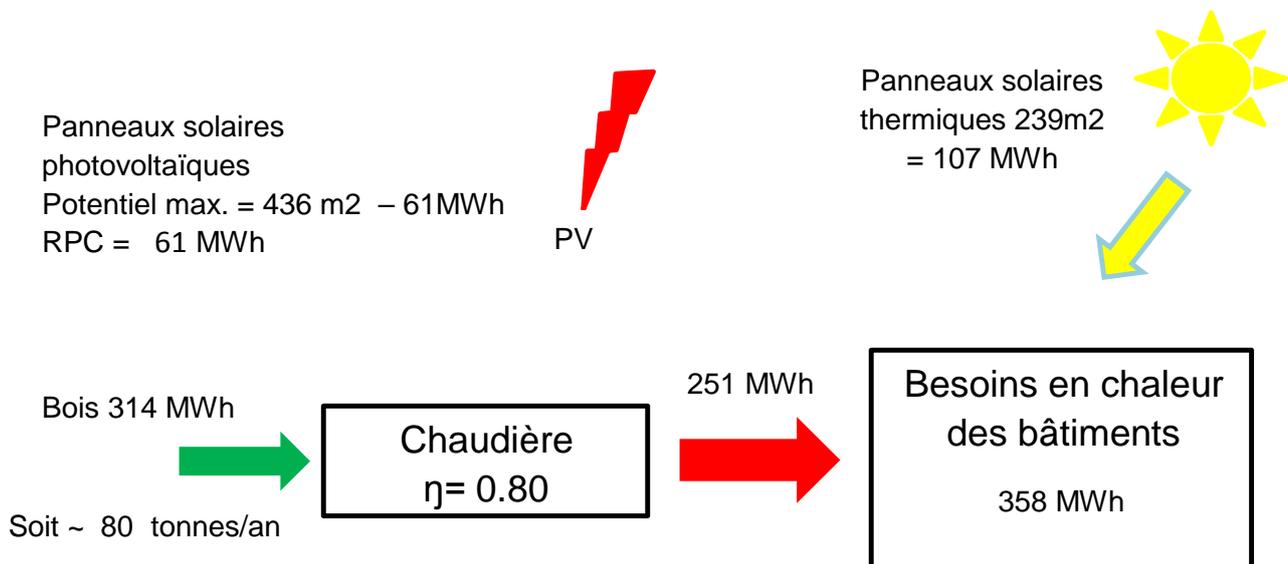
Une installation centrale composée d'une ou plusieurs chaudières bois à pellets ou bois déchiquetés pourrait alimenter l'ensemble des bâtiments du PLQ. Ces dernières seraient situées au sous-sol, dans un local technique commun. Afin de limiter les livraisons (environ 6 fois/an – 2 camions citerne), un silo de stockage d'un volume de 25 m³ utile (volume max. sans système d'extinction automatique) serait à prévoir.

Vu les dimensions importantes de ce dernier, il serait préférable de l'intégrer sous le radier du bâtiment ou dans le terrain.

En complément, 239 m² de panneaux solaires thermiques installés en toiture couvriraient au minimum 30 % des besoins pour l'ECS + CH ou 66% de l'ECS, limitant ainsi les livraisons pendant la partie estivale et mi-saison.

		Logements	Commerces	Total
Besoins annuels kWh pour HPE et/ou Minergie	Chauffage	174000	34452	208452
	ECS	145000	4752	149752
	Total CH+ECS	319000	39204	358204

Bois - Plaquettes	Logements	Commerce	Total
Volume à stocker (1m ³ /KW)	170	26	196



A noter : les installations productrices de chaleur alimentées au bois de plus 70kW, sont soumises à autorisation et que, dans ce cadre, il sera demandé :

- Une étude technico-économique démontrant l'impossibilité de couvrir la demande au moyen de rejets de chaleur ou d'énergies renouvelables (solaire, géothermie, hydrothermie, aérothermie, biomasse)
- Une étude technico-économique démontrant qu'une variante cogénération n'est pas faisable.

10. SYNTHÈSE ET ORIENTATIONS POSSIBLES

10.1 Mesures à prévoir pour les niveaux de planification inférieurs

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 divers niveaux, afin de réduire la consommation énergétique et améliorer les performances du bâtiment sur toute sa durée d'utilisation. En voici une liste non exhaustive :

- Isolation thermique : satisfaire aux exigences d'un très haut standard de haute performance énergétique (THPE ou Minergie-P).
- Solaire passif : en termes de chaleur et de lumière, maximiser les apports de l'énergie solaire en hiver, tout en limitant ses effets en été (fenêtres bien orientées, vitrages performants, protections solaires extérieures, etc...).
- Inertie thermique : utiliser l'inertie du bâtiment, afin de lisser les appels de puissance et d'améliorer le confort.
- Chauffage : afin de rester compatible avec les énergies renouvelables, abaisser au maximum les températures de distribution ($T_{\text{départ}} \leq 35^{\circ}\text{C}$).
- Ventilation mécanique : installer un système d'aération des locaux, permettant notamment de prévenir les condensations et de dépolluer l'air à l'aide de filtres, et récupérer la chaleur sur l'air vicié,
- Electricité : viser les valeurs cibles de la norme SIA 380/4.

Sur la base des techniques proposées et développées ci-dessus nous pouvons dire qu'au vu de la forme du bâtiment (3 toitures de 375 m²), le potentiel total de cette surface pour la mise en place de capteurs solaires thermiques et photovoltaïques parfaitement orienté et libre de tout ombrage ne permet pas d'assurer l'ensemble des besoins.

Compte tenu de l'environnement immobilier actuel (villas et grands immeubles d'habitation) et en regard du concept qui sera retenu en définitif, de prévoir la réserve en locaux techniques pour le développement du périmètre élargi.

De ce fait les variantes proposées démontrent un intérêt propre à chacune si l'on inclut le moyen terme dans l'analyse.

10.2 Comparaison quantitative des scénarios

Les différents scénarii sont comparés d'un point de vue quantitatif. Etant donné que le "mix électrique" genevois (offre SIG vitale verte) est considéré comme 100% renouvelable, la comparaison des scénarii du strict point de vue de leur part de renouvelable est loin d'être suffisante.

Le choix a donc été fait de les comparer en fonction de la contribution des énergies renouvelables locales à la satisfaction des besoins thermiques du périmètre, de la quantité d'électricité ou de gaz qu'il faut importer du réseau, des émissions de CO₂, ainsi que de l'énergie primaire. Précisons que pour l'électricité, le tableau indique la quantité à importer pour satisfaire les besoins liés à la production de chaleur.

Il est également intéressant de montrer le potentiel à disposition d'un contracteur de panneaux photovoltaïques et/ou la revente d'énergie électrique (RPC).

Scénarii	Energies renouvelables	Surface panneaux solaires (m ²)	Electricité importé (MWh/an)	Gaz/Bois importé (MWh/an)	Energie primaire (MWh/an)	Emission de CO ₂ (To/an)	Surface PV pour RPC (MWh/an)
Gaz + Solaire max sans PV	40%	332	1	226	227	4.9	80
PAC air/eau + gaz + solaire sans PV	79%	239	58	78	136	1.7	61
PAC air/eau + gaz + solaire avec PV	79%	653	22	78	100	1.7	3
PAC sondes + solaire avec PV	100%	675	2	0	2	0.0	0
Pac sondes + solaires sans PV	100%	239	63	0	63	0.0	61
PAC Glace +solaire	100%	675	2		2	0.0	0
Bois + solaire sans PV	100%	239	1	314	66.94	0.9	61
CO ₂ pour électricité réseau = SIG Vert (100% renouvelable)							
CO ₂ pour Bois = Transport uniquement							
RPC = Revente potentiel sur réseaux électriques SIG							

Sans surprise, d'un point de vue environnemental, le scénario Gaz + Solaire n'est pas le plus favorable sur la base des valeurs ci-dessus, en raison de son fort apport en gaz polluant.

En ce qui concerne la comparaison entre les scénarios « Géothermie » (sans PV) et « Air », on peut voir que l'apport en électricité est comparable pour les deux scénarii. En effet, si les PAC valorisant la géothermie affichent des meilleurs COP que les PAC valorisant l'énergie comprise dans l'air (surtout en plein hiver, en été les PAC sol/eau n'étant pas forcément meilleures que les PAC air/eau), le bénéfice de ces COP est largement perdu en raison des besoins de recharge du terrain.

La PAC Glace + Solaire affiche une philosophie totalement différente puisqu'elle soutire le maximum d'énergie solaire et de l'eau avant même l'emploi de la PAC. Ceci sans contrainte dû à la recharge du terrain et de la température extérieure.

La chaufferie à bois est assurément un bon vecteur énergétique malgré le transport qu'il engendre et les filières d'approvisionnements auquel il est lié.

10.4 Synthèse des stratégies énergétiques

Qualitatif / Scénario	Contribution aux objectifs de politique énergétique et environnementale	Implication techniques et spatiales	Implications économiques	Organisation des acteurs
Gaz + solaire		1 chaufferie centralisée	~ 23 cts/kWh	Aucune
PAC Air/eau + solaire	 	1 chaufferie centralisée et aérorefroidisseurs en toiture	~ 35 cts/kWh	Anticiper les surfaces de locaux techniques dû aux phasage des travaux. Acoustique envers le voisinage.
PAC sondes + solaire	 	1 chaufferie centralisée et surface de terrain considéré limité	~ 32 cts/kWh	Gestion des aménagements extérieurs. Obligation de recharge du terrain
PAC glace + solaire		1 chaufferie centralisée	~ 21 cts/kWh	Aucune
Bois + solaire		1 chaufferie centralisée + silo à bois	~ 22 cts/kWh	Coordination avec les filiales de distribution.

Dans le cadre des autorisations de construire, les variantes décrites devront être approfondies. A savoir les options les plus favorables sont le « PAC Air + Solaire » et le « PAC Glace + Solaire ». Le scénario « Gaz + Solaire » serait également possible techniquement, mais peu recommandé en égard aux énergies fossiles.

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.

11. CONCLUSION

Si les variantes sont classées par ordre selon les critères ci-dessous :

- Particularité du site (actuellement semi-résidentiel et Ecoles)
- Part d'énergie renouvelable dans les différentes variantes pour répondre aux orientations énergétiques du canton
- Avantages et inconvénients
- Coût d'investissement et d'exploitation

Les solutions qui doivent être mises en avant pour ce PLQ et approfondies en tenant compte surtout de la synergie des diverses constructions sont dans l'ordre:

- 1) PAC eau/eau à changement de phase + panneaux solaires Th & PV
- 2) PAC AIR + solaire thermique & PV
- 3) GAZ + solaire thermique et PV

Toutes ces solutions ne seront mises en œuvre que sur des bâtiments ayant une efficacité énergétique optimisée.

L'analyse du contexte n'a pas fait apparaître de lien évident avec le périmètre élargi. De ce fait les options proposées visent à répondre aux besoins du PLQ.

A l'issue des données du PLQ, programme de 3 bâtiments avec des acteurs organisés pour développer le PLQ d'un seul tenant, sans stratégies hors périmètre du PLQ, celui-ci ne devrait pas nécessiter de mesures conservatoires ou de solutions transitoires.