

# Concept énergétique territorial du PLQ Av. de Godefroy, Genève

Rapport final, 25 juin 2015, Version 2



Nägeli Energie Sàrl  
17, rue des Pierres-du-Niton  
CH-1207 Genève  
Tél. : +41 (0)22 550 27 54  
[info@naegeli-energie.ch](mailto:info@naegeli-energie.ch)  
[www.naegeli-energie.ch](http://www.naegeli-energie.ch)

*CET 2015-06*  
**OFFICE CANTONAL  
DE L'ENERGIE**  
**Rue du Puits-Saint-Pierre 4**  
**Case postale 3920**  
**1211 Genève 3**

*[Signature]*  
**26 JUIN 2015**



## Impressum

**Mandant :** Ville de Genève – Service d’urbanisme  
Rue du Stand 25  
1204 Genève

**Mandataire :** Nägeli Energie Sàrl  
17, rue des Pierres-du-Niton  
CH-1207 Genève  
Tél. +41 (0)22 550 27 54  
[info@naegeli-energie.ch](mailto:info@naegeli-energie.ch)  
[www.naegeli-energie.ch](http://www.naegeli-energie.ch)

**Rédaction :** M. Roman Nägeli  
Ing. civ. dipl. EPF

**Version :** Rapport final du 25 juin 2015, Version 2  
01/04/2019 : Mise à jour des images contenant le périmètre du PLQ à la demande de l’OCEN suite à une modification du périmètre du PLQ.

## Table des matières

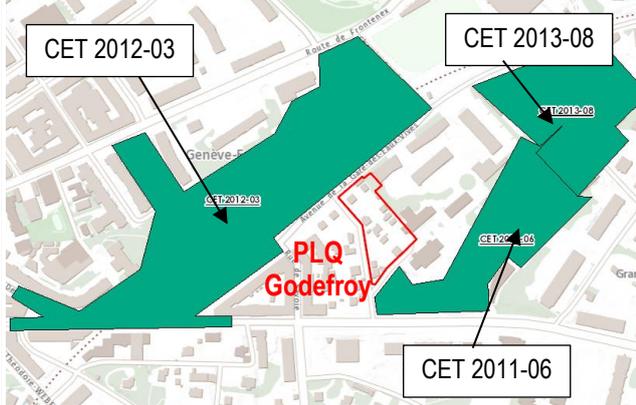
<b>1</b>	<b>MISE EN CONTEXTE .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ETAT DES LIEUX ÉNERGÉTIQUE .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES LOCALES .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>RECOMMANDATIONS AUX ACTEURS-CLÉ .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>RÉSERVATIONS POUR LES INFRASTRUCTURES ÉNERGÉTIQUES.....</b>	<b>8</b>

## Annexes

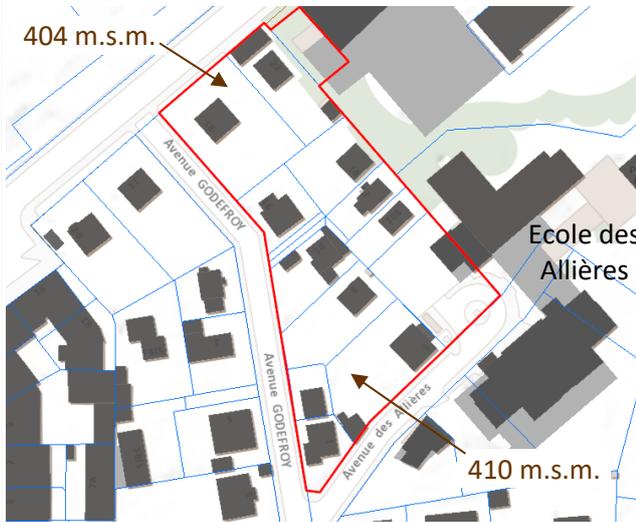
<b>1</b>	<b>ABRÉVIATIONS .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>MISE EN CONTEXTE .....</b>	<b>10</b>
2.1	PROGRAMME DE CONSTRUCTIONS .....	10
2.2	CONTEXTE PATRIMONIAL .....	10
2.3	CONTEXTE DE PLANIFICATION ÉNERGÉTIQUE .....	10
2.4	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL .....	12
<b>3</b>	<b>ETAT DES LIEUX ÉNERGÉTIQUE .....</b>	<b>14</b>
3.1	POTENTIEL DES RESSOURCES ÉNERGÉTIQUES RENOUVELABLES ET LOCALES AINSI QUE DES REJETS THERMIQUES .....	14
3.2	STRUCTURE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES ACTUELS ET DE LEUR ÉVOLUTION FUTURE .....	20
3.3	LES INFRASTRUCTURES ÉNERGÉTIQUES EXISTANTES ET PROJETÉES .....	22
3.4	LES ACTEURS CONCERNÉS ET LEUR RÔLE .....	24
<b>4</b>	<b>STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE LOCALE.....</b>	<b>25</b>
4.1	SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE 1 – GAZ + SOLAIRE THERMIQUE MIN. + SOLAIRE PV : .....	25
4.2	SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE 1BIS – GAZ + SOLAIRE THERMIQUE MAX. : .....	26
4.3	STRATÉGIE A – PAC AIR/EAU + GAZ + SOLAIRE THERMIQUE.....	28
4.4	STRATÉGIE B – SOLAIRE THERMIQUE + PAC EAU/EAU AVEC ACCUMULATEUR DE GLACE .....	29
4.5	STRATÉGIE C – RACCORDEMENT À UN RÉSEAU THERMIQUE + PAC + SOLAIRE PV : .....	31
<b>5</b>	<b>COMPATIBILITÉ DE LA STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE LOCALE AVEC L’OBJECTIF « 100% RENOUVELABLE EN 2050 » DE LA VILLE DE GENÈVE .....</b>	<b>33</b>

# 1 Mise en contexte

## Localisation géographique :



CET = concept énergétique territorial

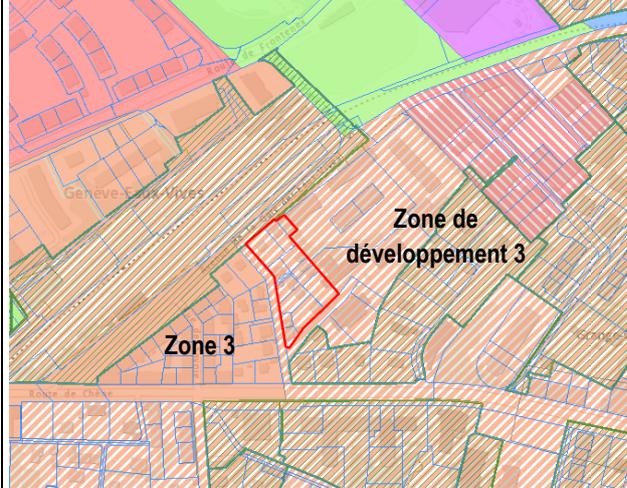


Commune : Ville de Genève  
 Le PLQ est délimité par l'av. de la Gare des Eaux-Vives, l'av. Godefroy et l'av. des Allières.  
 Altitude : entre 404 et 410 m.s.m.

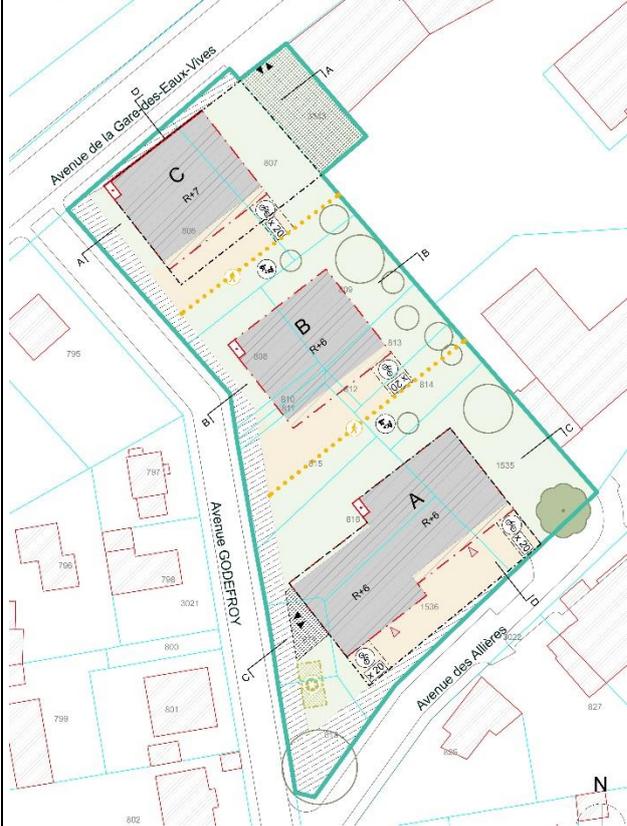
## Bâtiments existants :



## Contexte d'aménagement :



## Programme de construction (IUS = 1.7) :



Bâtiment	SBP	Etages	Affectation
A	4750 m <sup>2</sup>	R+6	Logements
B	2885 m <sup>2</sup>	R+6	Logements
C	3220 m <sup>2</sup>	R+7	Rez : activités
<b>Total</b>	<b>10855 m<sup>2</sup></b>		Etages : logements

Échéances : probablement > 10 ans.

Phasage : bâtiments A et C avant bâtiment B

2 parkings sont prévus : 1 parking sous le bâtiment C communiquant avec le parking du bâtiment « Swisslife » au NE et 1 parking sous le bâtiment A.

## 2 Etat des lieux énergétique

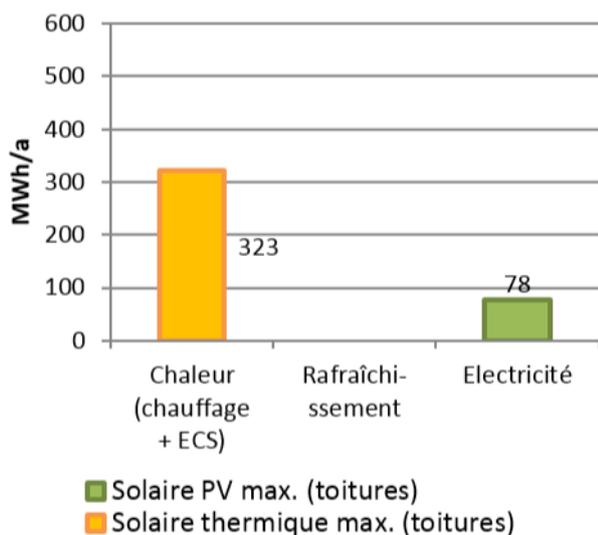
### Besoins énergétiques des bâtiments du PLQ :

Bâtiment	SRE	Chauffage		ECS		Chaleur		Rafrâchissement	Electricité
		Besoins totaux	Puissance	Besoins totaux	Puissance	Total chaleur (chauffage + ECS)	Total puissance	Besoins totaux	Besoins totaux
	m <sup>2</sup>	MWh/a	kW	MWh/a	kW	MWh/a	kW	MWh/a	MWh/a
A	4 750	130	130	100	63	230	193	0	260
B	2 885	80	80	60	38	140	118	0	160
C	3 220	90	90	62	39	152	129	8	170
<b>Total</b>	<b>10 855</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>222</b>	<b>139</b>	<b>522</b>	<b>439</b>	<b>0</b>	<b>590</b>

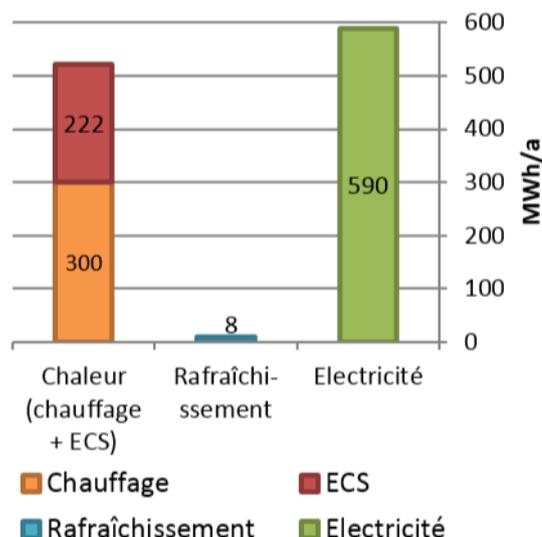
Hypothèses de calcul :

- Chauffage :  $Q_{h,li}$  est calculée selon la norme SIA 380/1, diminuée de 10% pour tenir compte de l'exigence primaire de Minergie ( $Q_h \leq 90\% Q_{h,li}$ ). Facteur d'enveloppe = 1. SRE  $\approx$  SBP.
- ECS et électricité : selon SIA 380/1
- Rafrâchissement : logement = 0, surfaces commerciales ou d'activité du bâtiment C : 0 à 100 MJ/m<sup>2</sup>.

#### Offre énergétique locale (sans aérothermie et géostructures énergétiques)



#### Demande énergétique future



#### Potentiel des ressources énergétiques locales :

Ressource	Disponibilité	Remarques
Aérothermie	✓	
Solaire	✓	Toiture et façade
Géostructures énergétiques	✓	Potentiel faible
Sondes géothermiques	✗	Zone interdites aux forages
Biomasse	✗	Pollution de l'air trop importante
Eaux usées	✗	Trop loin du PLQ
Nappes d'eaux	✗	Zone interdites aux forages
Rejets thermiques	✗	Trop loin du PLQ

#### Infrastructures et projets énergétiques du périmètre élargi :



Réseau existant :

Réseau de gaz : ✓

Réseau électrique : ✓

### 3 Stratégies énergétiques locales

	Scénario de référence 1	Scénario de référence 1bis	Variante A	Variante B	Variante C
Résumé	Gaz + solaire thermique + solaire PV	Gaz + solaire thermique max.	PAC air/eau + gaz + solaire thermique	Solaire thermique + PAC eau/eau + accumulateur de glace	Raccordement à un réseau thermique + solaire PV
Chauffage	Chaudière à gaz	90% gaz 10% solaire th.	70% PAC 30% gaz	Solaire thermique + PAC	CAD ou PAC sur réseau BT
ECS	70% gaz 30% solaire th.	80% solaire th. 20% gaz	60% solaire th. 20% PAC 20% gaz	Solaire thermique + PAC	CAD ou PAC sur réseau BT
Electricité	96% réseau él. 4% solaire PV	Réseau él.	Réseau él.	Réseau électrique	5% solaire PV 95% réseau él.

Critère	Scénario de référence 1	Scénario de référence 1bis	Variante A	Variante B	Variante C
Compatibilité avec la stratégie 100% renouvelable en 2050	☹️	☹️	☹️	😊	😊
Part d'énergie renouvelable pour le chauffage et l'ECS (hypothèse : électricité = 100% renouvelable)	40% (avec isolation renforcée)	43%	72%	100%	100% (?)
Emissions de CO2	☹️	☹️	☹️	😊	😊 (?)
Contraintes de réalisation et dépendance envers un tiers	☹️	😊	😊	😊	☹️
Simplicité technique	☹️	☹️	☹️	☹️	😊
Emprise des installations techniques dans les bâtiments	☹️	☹️	☹️	☹️	😊
Investissements financiers	☹️	☹️	☹️	☹️	😊
Coût global de l'énergie (en tenant compte d'une taxe sur l'énergie)	☹️	☹️	☹️	☹️	😊 (?)
Vulnérabilité face à la prime de puissance gaz/électricité*	☹️	☹️	☹️	😊	😊

\*Une stratégie énergétique est d'autant plus vulnérable économiquement face à la prime de puissance que le rapport entre puissance maximale et consommation de l'agent énergétique concerné est élevée.

#### Priorisation des stratégies énergétiques :

1. Variante C, à condition qu'un réseau thermique soit disponible au moment de la construction.
2. Variante B (en fonction de l'évolution technico-économique des systèmes à accumulateurs de glace)
3. Variante A

#### Eventuelles synergies à envisager, selon l'évolution des bâtiments voisins :

- Bâtiment C avec bâtiment Swisslife au NE, le long de l'Av. de la Gare des Eaux-Vives : parking commun.
- Ecole des Allières : Besoins différés dans le temps (vacances scolaires, week-end, etc.) par rapport aux bâtiments du PLQ.

Afin de respecter la stratégie « 100% renouvelable en 2050 » de la Ville de Genève, les bâtiments construits après 2020 à 2025 ne pourront plus être alimentés en énergies fossiles (cf. annexe 5). Les scénarios de référence 1 et 1bis ne peuvent donc pas être considérés comme des options réalisables.

## 4 Recommandations aux acteurs-clé

### Identification des acteurs-clé et de leur rôle :

Acteur	Rôle/Responsabilités
Ville de Genève	Initiateur du PLQ et MO pour les bâtiments A (en partie) et C. Responsable pour le respect de la stratégie énergétique « 100% renouvelable en 2050 ».
Office cantonal de l'énergie (OCEN)	Acteur-clé dans la planification énergétique territoriale. Validation des concepts énergétiques territoriaux et de bâtiment. Autorité compétente pour les subventions cantonales.
SIG et autres fournisseurs d'énergie et gestionnaires de réseaux énergétiques	Acteurs de la planification opérationnelle et de la mise en œuvre d'éventuels futurs réseaux thermiques. Exploitant du réseau de gaz et du réseau électrique.
Maître d'ouvrage privé	Réalisation des bâtiments futurs, responsables pour le choix des standards énergétiques et de la variante d'approvisionnement énergétique.
Bureau d'ingénieur CVC	Acteur indispensable pour les concepts énergétiques de bâtiments.

### Recommandations aux acteurs-clé :

Acteur	Recommandations
Ville de Genève, en collaboration avec l'OCEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir les <b>conditions cadres permettant de mettre en place un réseau thermique</b>, alimenté par une ou plusieurs sources d'énergie renouvelable et desservant les zones d'interdiction pour les sondes géothermiques d'une densité urbaine élevée. Dans le cas contraire, la mise en œuvre de la stratégie « 100% renouvelable d'ici 2050 » sera difficile à atteindre dans ces zones.</li> <li>Etudier la <b>faisabilité et l'étendue possible d'un réseau thermique alimenté par les puits de pompage d'eau potable</b> de Florence et de Velours tel que proposé par le concept énergétique de la Petite-Boissière.</li> </ul>
Ville de Genève	Piloter la <b>coordination de la stratégie énergétique</b> des trois bâtiments A, B et C. Etant donné les échéances de réalisation prévues (+/- 10 ans), uniquement une stratégie « 100% renouvelable » permet de garantir le respect des objectifs de la Ville de Genève à l'horizon 2050.
SIG et autres fournisseurs d'énergie et gestionnaires de réseaux énergétiques	<b>Intégrer le PLQ dans les études de planification des différents réseaux thermiques</b> et tenant compte des principales caractéristiques énergétiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Besoins totaux de chaleur du PLQ : env. 500 MWh/an ; puissance totale = env. 440 kW, répartis sur 3 bâtiments neufs ;</li> <li>Délais de réalisation : +/- 10ans, un des 3 bâtiments à plus long terme</li> <li>Indiquer aux maîtres d'ouvrage le plus tôt possible le tracé d'éventuels réseaux thermiques.</li> </ul>
Maîtres d'ouvrage	<b>Minimiser les besoins</b> énergétiques pour le chauffage et le rafraîchissement par le choix d'un <b>standard énergétique performant</b> tel que Minergie-P, Minergie-A ou la très haute performance énergétique définie par la loi cantonale sur l'énergie.
Bureau d'ingénieur CVC	Afin d'améliorer la performance des pompes à chaleur, il est recommandé <b>d'abaisser au maximum la température de distribution</b> de la chaleur dans les bâtiments (température de départ maximal = 30 à 35 °C).

## 5 Réservations pour les infrastructures énergétiques

Le schéma ci-dessous indique les réservations pour les infrastructures énergétiques à inscrire sur le PLQ.



Légende :

-  Réservation des toitures pour installations solaires (thermiques et/ou photovoltaïques)
-  Réservation pour accumulateurs de glace
-  Réservation pour raccordement à un réseau thermique

### Mesures conservatoires et de planification :

- Prévoir une surcharge admissible d'au moins  $50 \text{ kg/m}^2$  sur les toitures pour l'installation de tous types de panneaux solaires photovoltaïques ou de capteurs solaires thermiques au cas où les panneaux solaires ne sont pas directement intégrés dans la toiture.
- Prévoir toutes les sorties de toitures de manière centralisée et regroupée, de préférence côté nord, afin de libérer la plus grande surface possible pour une installation rationnelle de capteurs solaires thermiques et/ou de panneaux photovoltaïques.
- Il est possible d'intégrer des panneaux photovoltaïques dans les façades SE et SO.
- L'installation de panneaux solaires est à coordonner avec une éventuelle végétalisation des toitures.
- Prévoir une mise à jour du concept énergétique territorial avant la dépose de la première demande d'autorisation de construire.

# Annexes

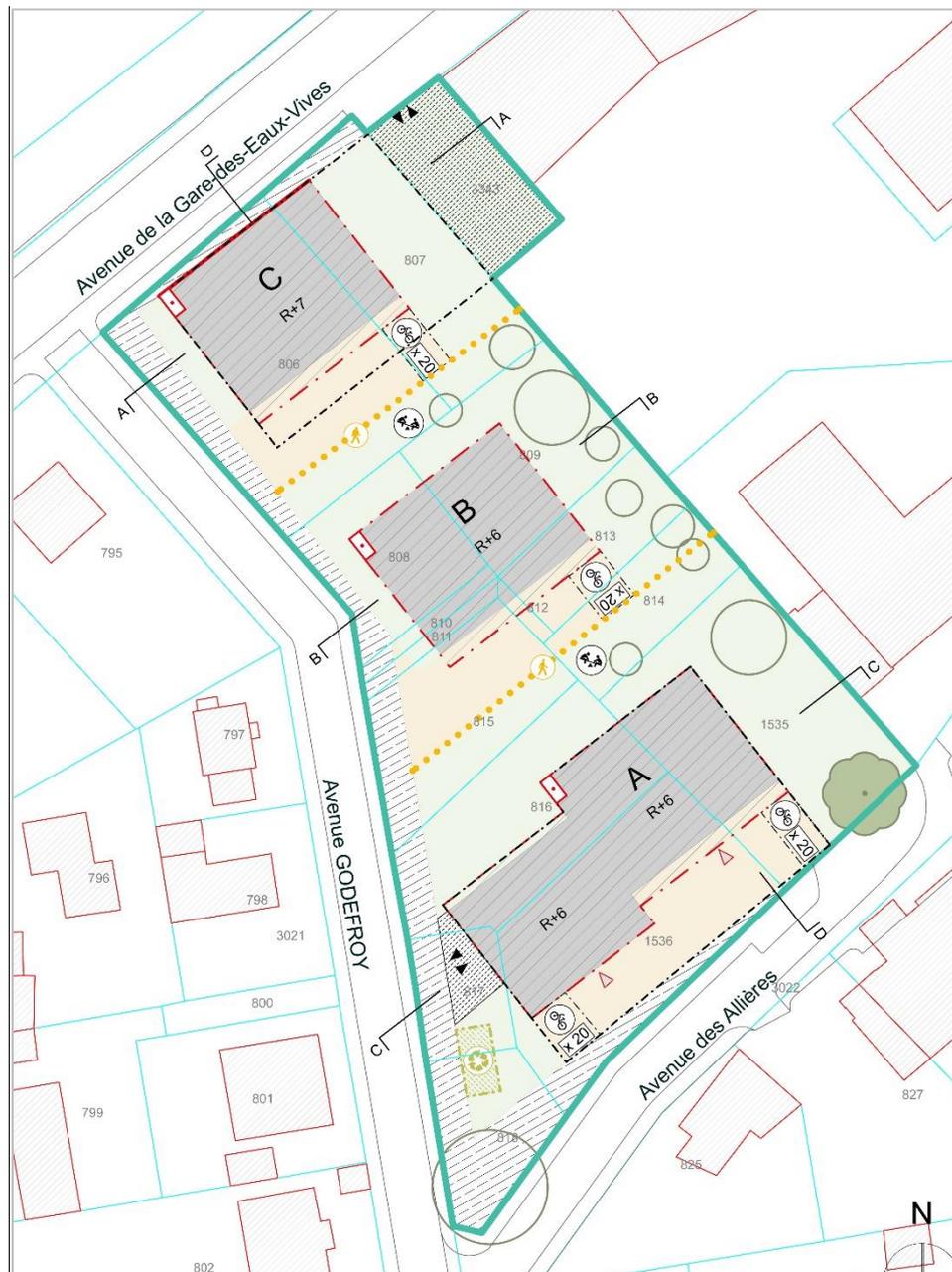
---

## 1 Abréviations

- BT : Basse température
- CAD : Chauffage à distance
- CET : Concept énergétique territorial
- COP : Coefficient de performance
- COPA : Coefficient de performance annuel
- ECS: Eau chaude sanitaire
- GE : Genève
- HPE : Haute performance énergétique
- HT : Haute température
- IDC : Indice de dépense de chaleur
- IUS : Indice d'utilisation du sol
- kW : Kilowatt, unité pour quantifier une puissance.
- kWh : Kilowatt-heure, unité de mesure d'énergie. 1 kWh = 3.6 MJ
- LEn : Loi cantonale sur l'énergie
- LGZD : Loi générale sur les zones de développement
- MJ : Mégajoule, unité de mesure d'énergie.
- MWh : Megawattheure, unité de mesure d'énergie. 1 MWh = 1000 kWh
- OCEN : Office cantonal de l'énergie
- PAC: Pompe à chaleur
- PLQ: Plan localisé de quartier
- PV : Photovoltaïque
- SBP: Surface brute de plancher
- SIG : Services Industriels de Genève
- SITG : Système d'information du territoire à Genève
- SRE: Surface de référence énergétique
- THPE : Très haute performance énergétique

## 2 Mise en contexte

### 2.1 Programme de constructions



Extrait du PLQ indiquant les 3 bâtiments prévus par le PLQ.

### 2.2 Contexte patrimonial

Aucune contrainte patrimoniale n'est identifiée sur le périmètre du PLQ.

### 2.3 Contexte de planification énergétique

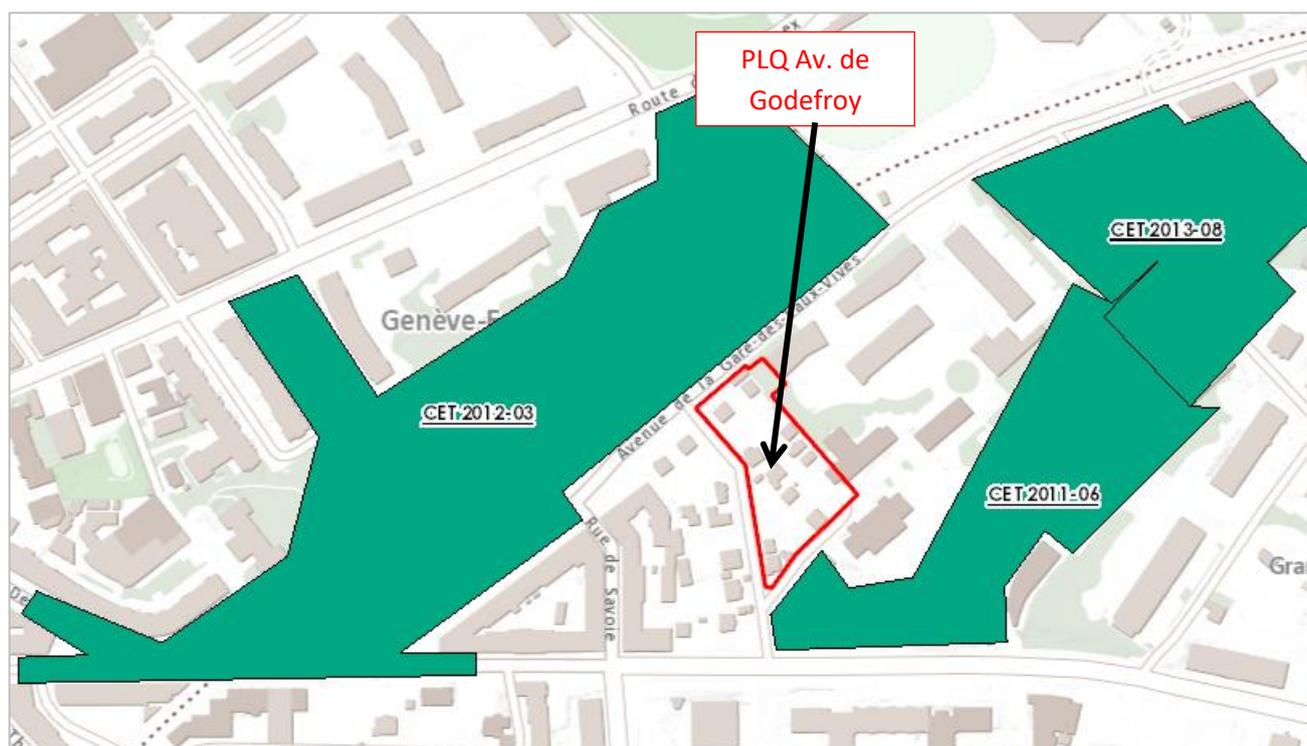
#### 2.3.1 Concepts énergétiques territoriaux

Dans le périmètre autour du PLQ « Av. de Godefroy », il existe 3 concepts énergétiques territoriaux validés :

- CET 2013-08, PLQ Rosement, 58'000 m<sup>2</sup> de SBP
- CET 2012-03, Gare des Eaux-Vives
- CET 2011-06, PLQ Allières

Etant donné l'absence de ressources renouvelables importantes dans ce secteur, les 2 premiers CET favorisent une stratégie d'approvisionnement basée sur le projet d'un réseau thermique des Eaux-Vives alimenté par l'eau du lac. Le CET 2011-06 a été élaboré avant l'émergence du projet d'un réseau d'eau du lac dans ce secteur et propose entre autre une stratégie basée sur les eaux usées.

Le concept énergétique de la Petite-Boissière<sup>1</sup>, actuellement en cours de validation à l'OCEN, mérite également d'être mentionné. Il propose la mise en place d'un réseau thermique alimenté par le potentiel thermique des puits de pompage de Florence et de Velours destinés à l'eau potable (voir §3.3.3).



Carte des concepts énergétiques territoriaux validés.

### 2.3.2 Objectifs énergétiques généraux

Les objectifs de la **politique énergétique cantonale** s'inscrivent dans la vision à long terme, du Conseil fédéral, d'une société à 2000 Watts sans nucléaire. La stratégie énergétique cantonale repose sur les 3 piliers suivants<sup>2</sup> :

- la maîtrise et la réduction de la demande d'énergie;
- la valorisation énergétique du territoire;
- la mobilisation des acteurs publics et privés.

La Ville de Genève a fixé ses objectifs en matière d'énergie dans les deux documents principaux :

- « 100% renouvelable en 2050 ». *Elaboration d'une stratégie visant à réduire les risques de dépendance structurelle envers les agents énergétiques fossiles pour les besoins en chauffage des bâtiments de la Ville de Genève.* (Service de l'énergie, 2006)

<sup>1</sup> Energgestion, 2014 : La Petite-Boissière. Rapport Concept énergétique. Version n° 1.1 du 4 décembre 2014.

<sup>2</sup> RD 986 Rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil sur la conception générale de l'énergie 2005-2009 et projet de conception générale de l'énergie 2013. 8 mai 2013.

- *Politique énergétique et climatique de la Ville de Genève. Objectifs politiques et stratégiques. Plan d'actions 2014 – 2018.* (Service de l'énergie, mise à jour 2014).

L'objectif énergétique de la Ville de Genève pour le PLQ « Av. de Godefroy » se traduit par une stratégie thermique compatible, d'une part, avec l'objectif « 100% renouvelable en 2050 » et, d'autre part, avec les réalités économiques d'aujourd'hui. La stratégie énergétique du PLQ doit donc pouvoir évoluer vers une stratégie 100% renouvelable d'ici 2050 si elle ne l'est pas dès le départ.

## 2.4 Contexte environnemental

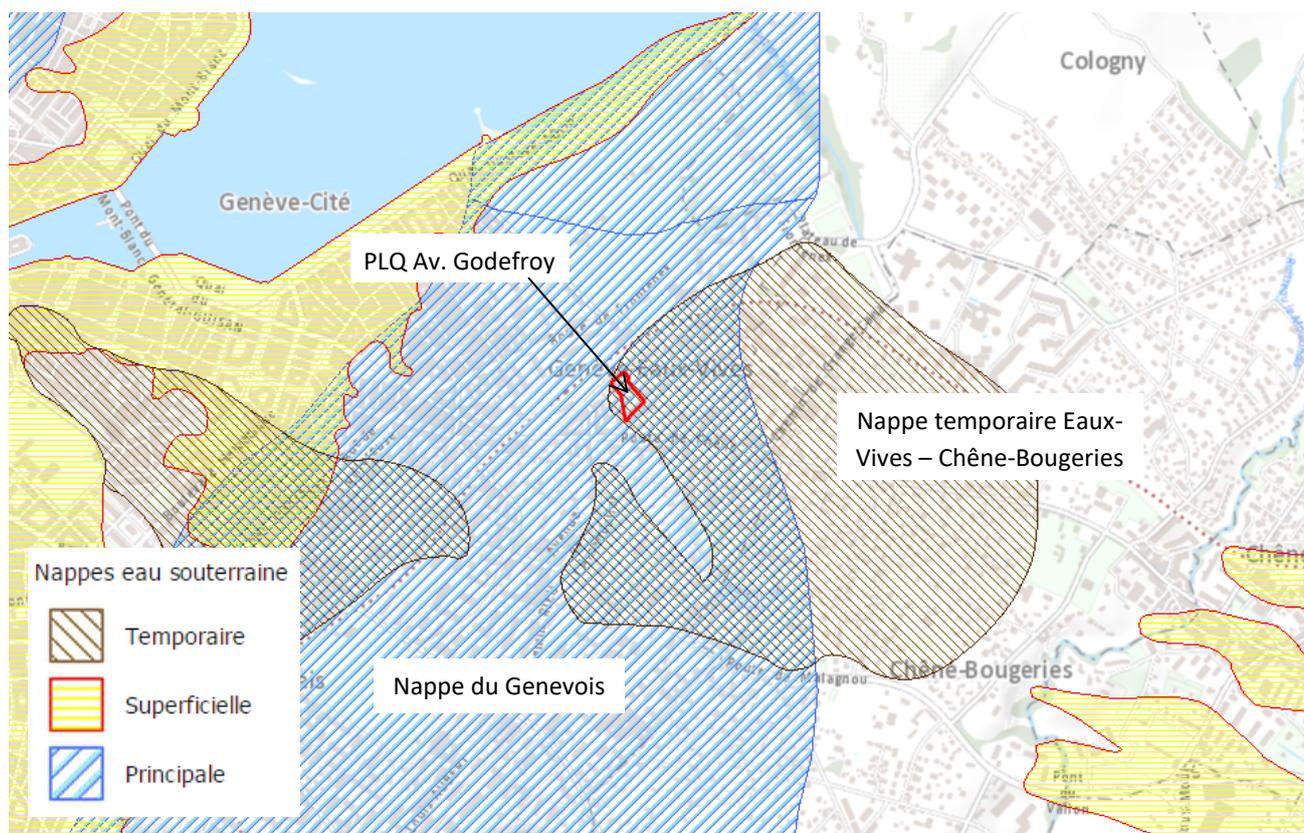
### 2.4.1 Sous-sol et protection des eaux souterraines

Le PLQ « Av. de Godefroy » est situé au-dessus de la nappe du Genevois et de la nappe temporaire « Eaux-Vives – Chêne-Bougeries ». La nappe du Genevois est exploitée pour l'eau potable, raison pour laquelle les sondes géothermiques sont interdites dans ce secteur.

Selon les isopièzes indiquées sur SITG, le niveau de la nappe du Genevois se trouve à environ 375 m.s.m., soit à une profondeur d'environ 29 à 35m. Le niveau de la nappe temporaire se trouve à quelques mètres sous la surface.

#### Conséquences pour l'énergie :

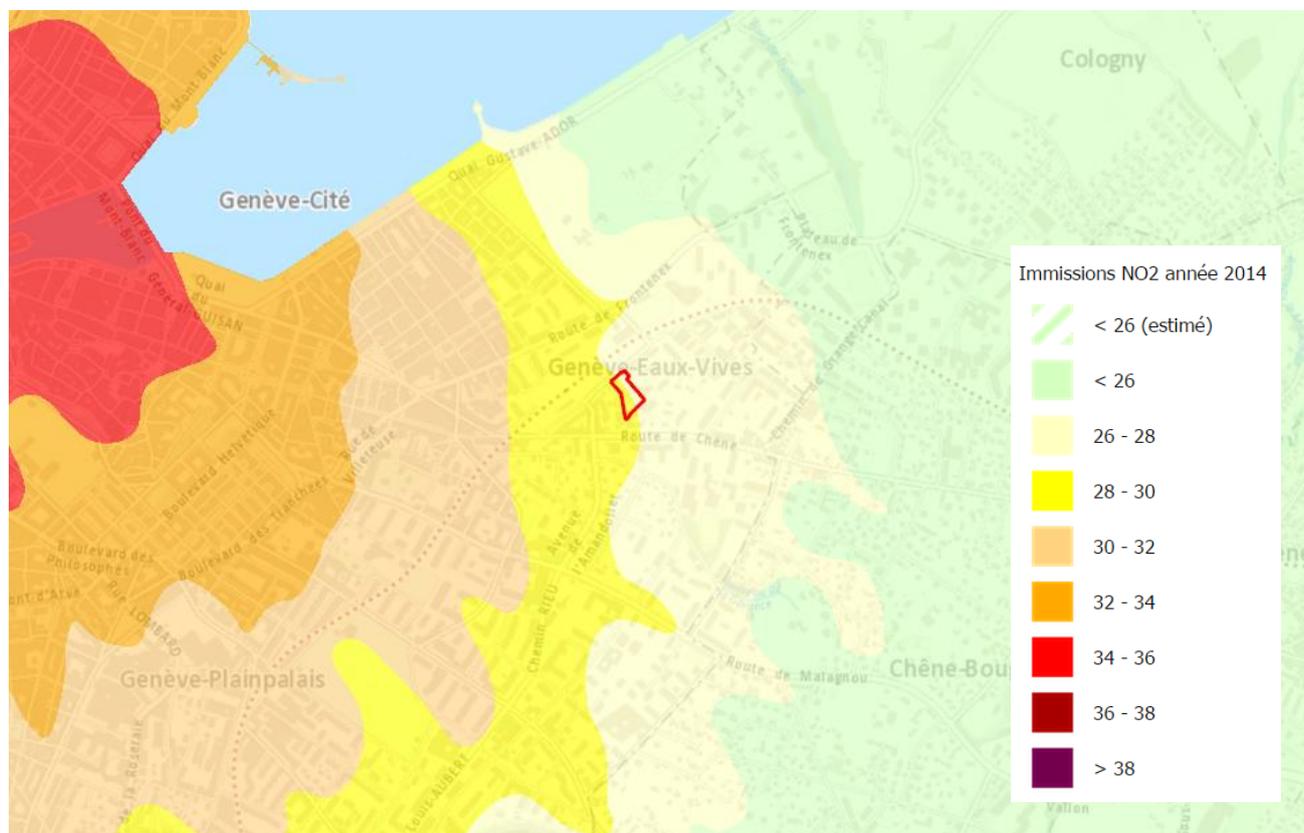
- **Les sondes géothermiques sont interdites dans ce secteur.**



Nappes d'eau souterraines (Source : SITG).

## 2.4.2 Qualité de l'air

La valeur des immissions de NO<sub>2</sub> (2014) se trouve entre 28 et 30 µg/m<sup>3</sup>. La valeur limite d'immission annuelle fixée par l'OPair se trouve à 30 µg/m<sup>3</sup>.



Immissions de NO<sub>2</sub> (moyenne 2010-2017 [carte mise à jour le 01/04/2019]).

### Conséquences pour l'énergie :

En raison de la pollution de l'air proche des valeurs limites, **l'utilisation du bois est déconseillée pour le chauffage dans ce secteur.**

D'un point de vue légal :

- Les installations productrices de chaleur alimentées au bois ou aux dérivés de bois d'une puissance supérieure à 350 kW ne sont pas autorisées à cet endroit.
- Les installations d'une puissance entre 70 et 350 kW peuvent être autorisées sous certaines conditions fixées dans l'annexe 1 de la *Directive relative aux projets d'installations techniques de l'OCEN*.

### 3 Etat des lieux énergétique

#### 3.1 Potentiel des ressources énergétiques renouvelables et locales ainsi que des rejets thermiques

##### 3.1.1 Evaluation du potentiel de la géothermie de faible profondeur

La géothermie de faible profondeur peut être exploitée par quatre technologies principales :

- Les sondes géothermiques
- Les corbeilles géothermiques
- Les géostructures énergétiques
- Le pompage dans les nappes phréatiques (avec une PAC)

##### Sondes géothermiques :

Le PLQ « Av. de Godefroy » est situé dans la zone d'interdiction des sondes géothermiques en raison de la présence de la nappe du Genevois. Les sondes géothermiques ne sont donc pas autorisées dans ce secteur, peu importe leur longueur.



Carte des secteurs d'autorisation des sondes géothermiques (source : SITG).

##### Corbeilles géothermiques :

Une alternative aux sondes géothermiques serait la mise en place de corbeilles géothermiques<sup>3</sup>. Leur puissance (max. 2kW par corbeille pour un diamètre de 2m) est cependant trop faible pour satisfaire une part significative des besoins thermiques du PLQ. En termes d'emprise spatiale, les accumulateurs de glace sont bien plus performants (voir §4.4).

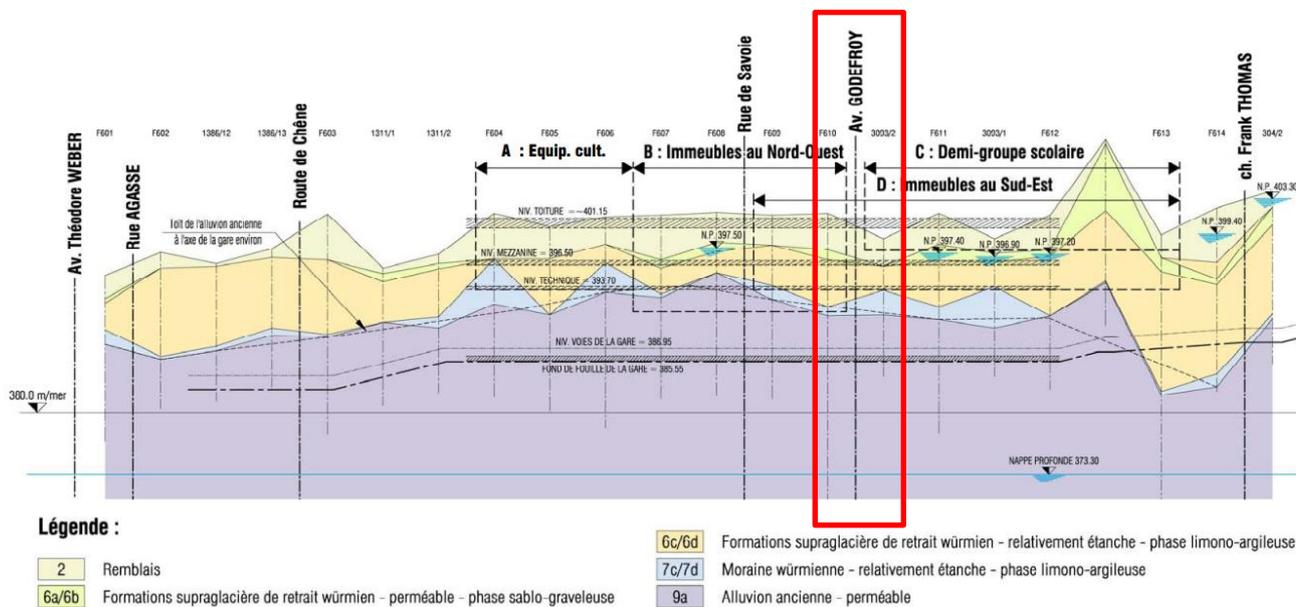
##### Les géostructures énergétiques :

Les « géostructures énergétiques » sont des géostructures (pieux de fondation, dalles de fondation, etc.) équipées d'échangeurs de chaleur. Elles permettent de fournir des prestations de chaleur (par une PAC) ou de froid (free-cooling ou par machine frigorifique), de la même manière que les sondes géothermiques. En principe, non seulement les géostructures, mais tout ouvrage en contact avec le terrain (par exemple les parois d'un bâtiment) peut être équipé d'un échangeur de chaleur. La performance énergétique de ces installations

<sup>3</sup> Voir par exemple [http://geothermie.ch/index.php?p=detail\\_collectors&l=fr](http://geothermie.ch/index.php?p=detail_collectors&l=fr).

dépend principalement de leur surface d'échange avec le terrain, de la présence ou non d'eau dans le sol, de sa vitesse d'écoulement et des caractéristiques du terrain.

Le profil géologique ci-dessous montre que l'Alluvion Ancienne – un excellent sol de fondation – se trouve à quelques mètres seulement sous la surface. On peut donc faire l'hypothèse que les bâtiments du PLQ « Av. de Godefroy » n'auront pas besoin de pieux de fondation et qu'un simple radier suffit (comme pour le bâtiment Swisslife au nord-est du PLQ).



**Profil géologique en long sur le secteur de la gare des Eaux-Vives (échelle déformée 1 : 5). Source : Rapport sur l'interaction des constructions CEVA / SOVAGEV concernant les problèmes structurels et de nuisances vibratoires. Géotechnique appliquée Dériaz SA, Résonance Ingénieurs-Conseils SA. 5 juillet 2007.**

La performance thermique des parois moulées et des radiers est plus faible que celle des pieux énergétiques, en raison de la possibilité d'échange thermique plus limité avec le terrain. Selon la documentation SIA D 0190<sup>4</sup>, l'usage énergétique du radier est plus spécifiquement adapté à la couverture des pointes de consommation. Il est possible qu'il soit nécessaire d'isoler la dalle et les parois de bâtiments avec un soin particulier pour éviter un court-circuit thermique (refroidissement ou réchauffement des espaces du bâtiment dû à l'utilisation énergétique des éléments de béton).

Le potentiel énergétique dépendra principalement de l'écoulement des eaux souterraines. Plus l'écoulement est important, plus le potentiel énergétique est important. Selon le rapport élaboré pour les constructions du CEVA<sup>5</sup>, la nappe superficielle de type temporaire « Eaux-Vives Chêne-Bougeries » est alimentée par les pluies tombant sur le plateau de Chêne-Bougeries et Grange-Canal et s'écoule en direction des Eaux-Vives et du lac. Si on fait l'hypothèse que les écoulements d'eaux suivent la topographie du terrain, on pourrait éventuellement s'attendre à des écoulements au niveau du PLQ « Av. de Godefroy ».

<sup>4</sup> Documentation SIA D 0190 : Utilisation de la chaleur du sol par des ouvrages de fondation et de soutènement en béton. Guide pour la conception, la réalisation et la maintenance.

<sup>5</sup> Rapport sur l'interaction des constructions CEVA / SOVAGEV concernant les problèmes structurels et de nuisances vibratoires. Géotechnique appliquée Dériaz SA, Résonance Ingénieurs-Conseils SA. 5 juillet 2007.

### **Evaluation du potentiel thermique d'un « radier énergétique » :**

Etant données les incertitudes sur les nombreux facteurs pouvant influencer le potentiel énergétique, il est seulement possible d'indiquer un ordre de grandeur du potentiel à ce stade de la planification. Le potentiel réel devra être calculé en tenant compte des caractéristiques réelles du terrain et, le cas échéant, sur la base de mesures effectuées *in situ*.

Bâtiment	Surface du radier	Puissance spécifique par m <sup>2</sup> de radier	Puissance thermique	Extraction / injection de chaleur	Extraction / injection de chaleur
	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	kW	kWh/m <sup>2</sup> /a	MWh/an
A	679	15 à 30	10 à 20	30 à 50	20 à 35
B	412	15 à 30	6 à 12	30 à 50	12 à 20
C	403	15 à 30	6 à 12	30 à 50	12 à 20
<b>Total</b>	<b>1493</b>		<b>22 à 45</b>		<b>45 à 75</b>

Les valeurs minimales et maximales pour la puissance spécifique et l'extraction/l'injection de chaleur correspondent à env. 50% des valeurs indiquées pour les pieux énergétiques dans la Figure 7.2 de la documentation technique SIA D 0190.

Les géostructures énergétiques permettent donc au maximum de fournir un complément d'énergie de l'ordre de 10 à 15% des besoins énergétiques des bâtiments. En fonction des besoins de rafraîchissement du bâtiment C (pour les activités du rez), il pourrait être intéressant de considérer cette ressource de manière plus approfondie.

### **Le pompage dans les nappes phréatiques (avec une PAC) :**

Le PLQ « Av. de Godefroy » est situé au-dessus de deux nappes d'eau : la nappe du Genevois et la nappe superficielle « Eaux-Vives Chêne-Bougeries ». La première est protégée pour l'eau potable, la deuxième est une nappe temporaire et d'un débit de pompage probablement faible et irrégulier. Le pompage dans les nappes n'est donc pas une option énergétique à retenir pour ce PLQ.

### **3.1.2 Evaluation du potentiel solaire**

Le potentiel de l'énergie solaire thermique et photovoltaïque dépend de la surface des toitures et des façades disponibles pour la mise en place de capteurs thermiques ou de panneaux photovoltaïques. Le courant photovoltaïque peut être valorisé par la consommation propre des bâtiments ou à travers le réseau électrique. Les possibilités de valorisation du solaire thermique dépendent des besoins de chaleur du PLQ, en particulier des besoins d'eau chaude sanitaire, et des capacités de stockage de la chaleur.

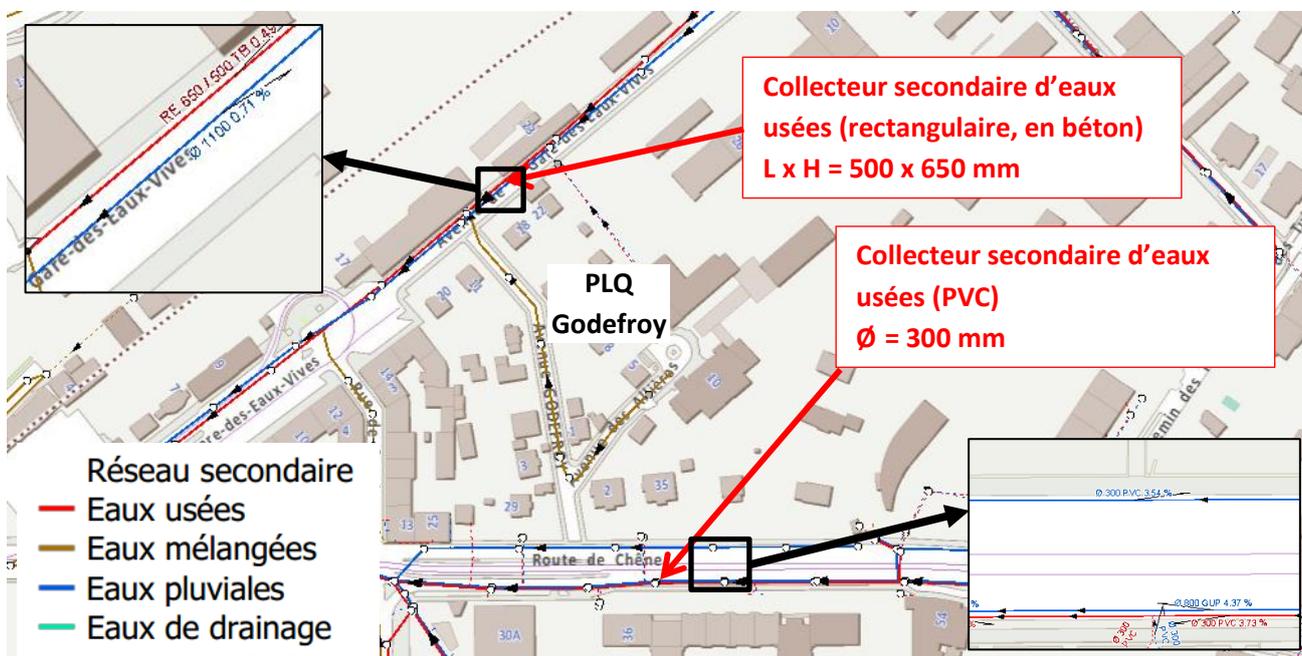
#### **Evaluation du potentiel solaire des toitures :**

	Pot. min.	Pot. max.	
<b>Surface approximative des toitures - nouveaux bâtiments:</b>			
Bâtiment A		679	m <sup>2</sup>
Bâtiment B		412	m <sup>2</sup>
Bâtiment C		403	m <sup>2</sup>
<b>Surface totale des toitures disponibles:</b>		<b>1494</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

	Pot. min.	Pot. max.	
Part des toitures disponible pour panneaux solaires (le reste de la toiture pouvant être occupée par les installations techniques, l'accès à la toiture, etc.)	60%	80%	
Surface de toiture nécessaire pour les capteurs thermiques ou panneaux photovoltaïques	2		m <sup>2</sup> de toitures par m <sup>2</sup> de capteur/ panneau PV
Surface maximale de capteurs thermiques ou panneaux PV	448	598	m <sup>2</sup>
Production spécifique des panneaux photovoltaïques	130		kWh <sub>él</sub> /m <sup>2</sup> /a
Production spécifique des capteurs thermiques:	540		
Potentiel valorisable (=fonction des besoins et du stockage)	400	540	kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup> /a
<b>Potentiel solaire PV des toitures (si 100% PV)</b>	<b>58</b>	<b>78</b>	<b>MWh<sub>th</sub>/a</b>
<b>Potentiel solaire thermique des toitures (si 100% thermique)</b>	<b>179</b>	<b>323</b>	<b>MWh<sub>th</sub>/a</b>

### 3.1.3 Evaluation du potentiel des eaux usées

Le schéma ci-après montre le réseau des collecteurs d'eaux usées.



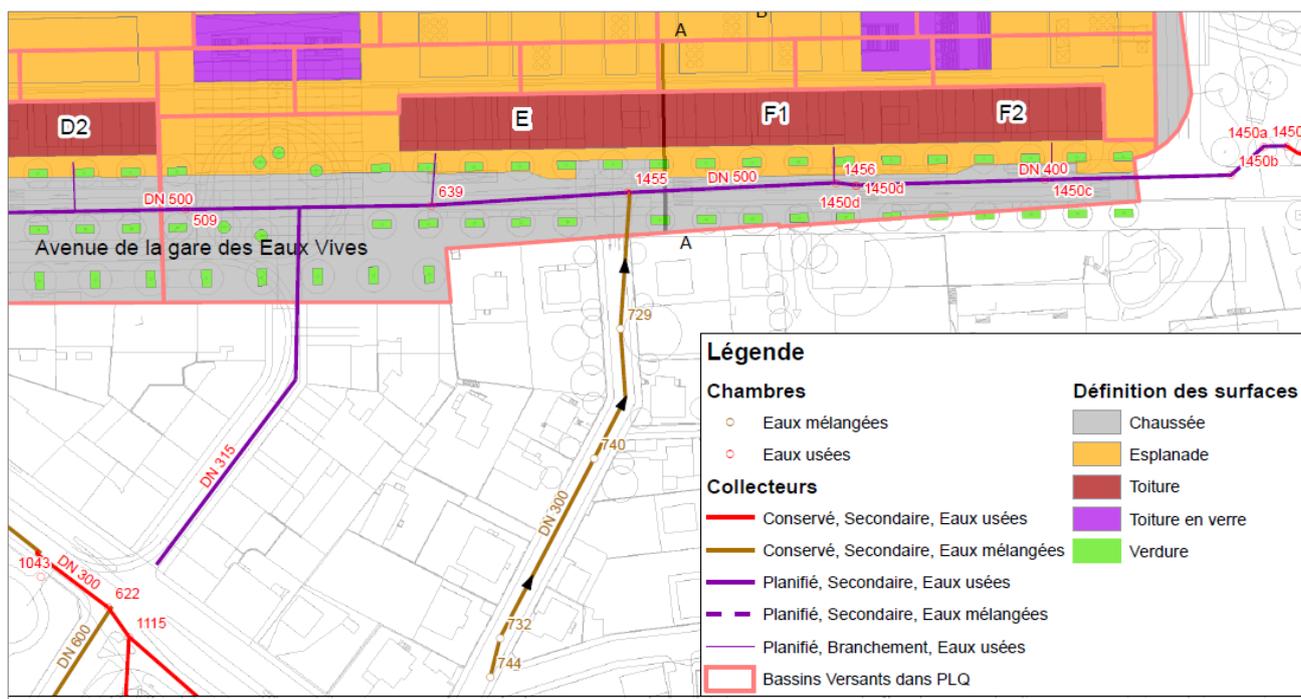
Réseau des collecteurs d'eaux usées (source : SITG).

Il y a actuellement deux collecteurs secondaires à proximité du PLQ « Av. de Godefroy » :

- Un collecteur sous l'av. de la Gare des Eaux-Vives : collecteur en béton (500 x 650 mm)
- Un collecteur sous la route de Chêne (PVC, Ø = 300mm)

Le collecteur sous la route de Chêne présente un diamètre trop petit – donc un débit trop faible - pour permettre une valorisation rentable du potentiel de chaleur contenu dans les eaux usées. Le collecteur d’eaux usées de l’avenue de la Gare des Eaux-Vives se trouve du côté de la gare, donc du côté opposé du PLQ. Une valorisation pour le PLQ semble donc difficile, étant donné l’encombrement du sous-sol sous l’avenue de la gare des Eaux-Vives.

Le Schéma directeur de gestion et d’évacuation des eaux<sup>6</sup> du PLQ de la gare des Eaux-Vives prévoit la mise en place d’un nouveau collecteur DN 400 à 500 sous l’avenue de la gare des Eaux-Vives. Il sera situé en même endroit que le collecteur actuel, c’est-à-dire du côté opposé du PLQ.



Extrait du concept de gestion des eaux usées du PLQ de la gare des Eaux-Vives. Source : Schéma directeur de gestion et d’évacuation des eaux, annexe 13.

### 3.1.4 Rejets thermiques

#### Intérieur du PLQ :

Le PLQ « Av. de Godefroy » est destiné principalement aux logements. Aucun rejet thermique d’importance n’est donc à prévoir à l’intérieur du PLQ. Les éventuels rejets thermiques des bâtiments du PLQ, notamment ceux des surfaces de commerces ou d’activités du bâtiment C, devront être valorisés sur place, en priorité à l’intérieur même du bâtiment.

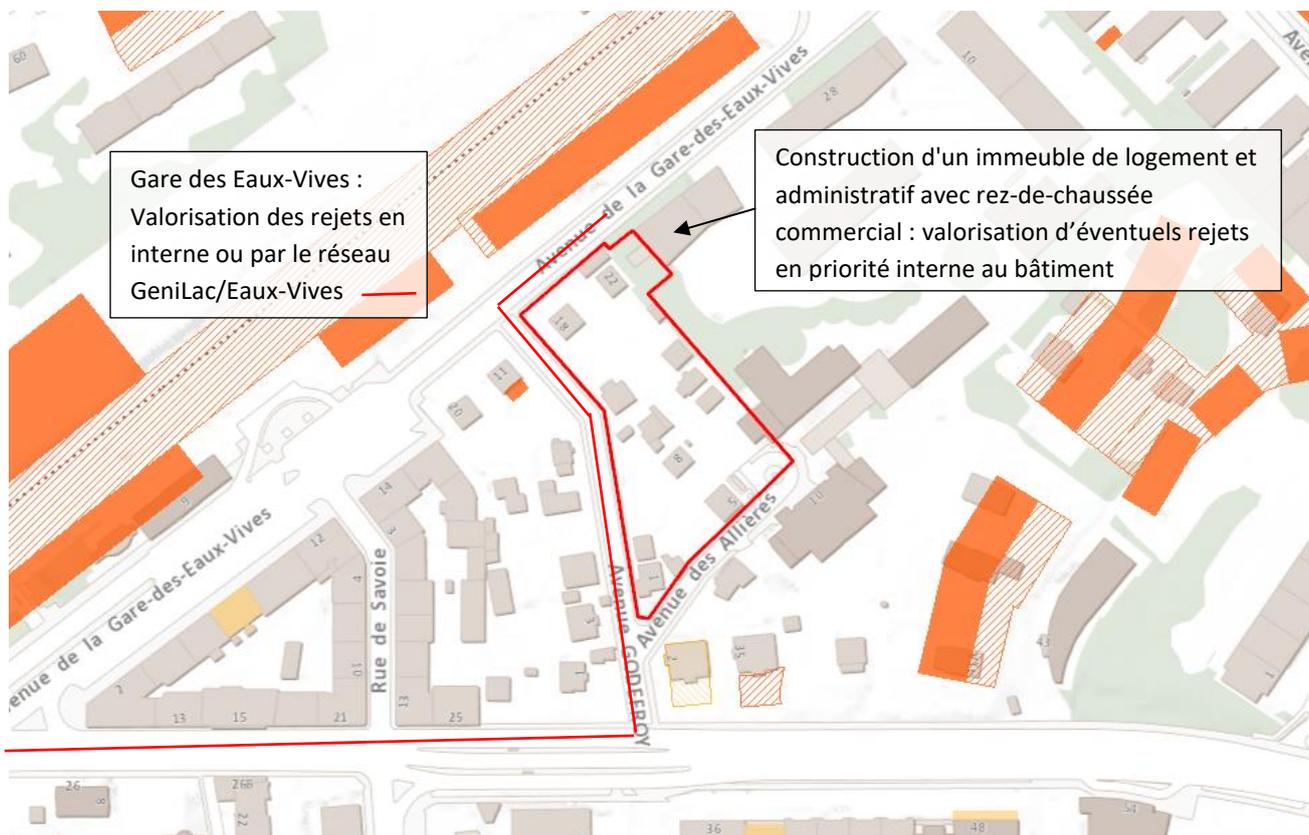
#### Périmètre élargi :

A l’ouest et au sud, le PLQ est entouré principalement de logements. A l’est du PLQ se trouve l’école des Allières qui n’a pas de rejets de chaleur. Au nord-est, le long de l’avenue de la gare des Eaux-Vives, Swisslife prévoit la construction d’un immeuble de logements et administratif avec un rez-de-chaussée commercial. Aucune installation de climatisation n’est prévue à ce stade. Les éventuels rejets thermiques devront être

<sup>6</sup> Ville de Genève / sd ingénierie : PLQ de la gare des Eaux-Vives. Schéma directeur de gestion et d’évacuation des eaux. Version finale décembre 2012.

valorisés en priorité à l'intérieur du bâtiment. Les rejets thermiques de la gare des Eaux-Vives devront être valorisés en priorité à l'intérieur du PLQ de la gare des Eaux-Vives.

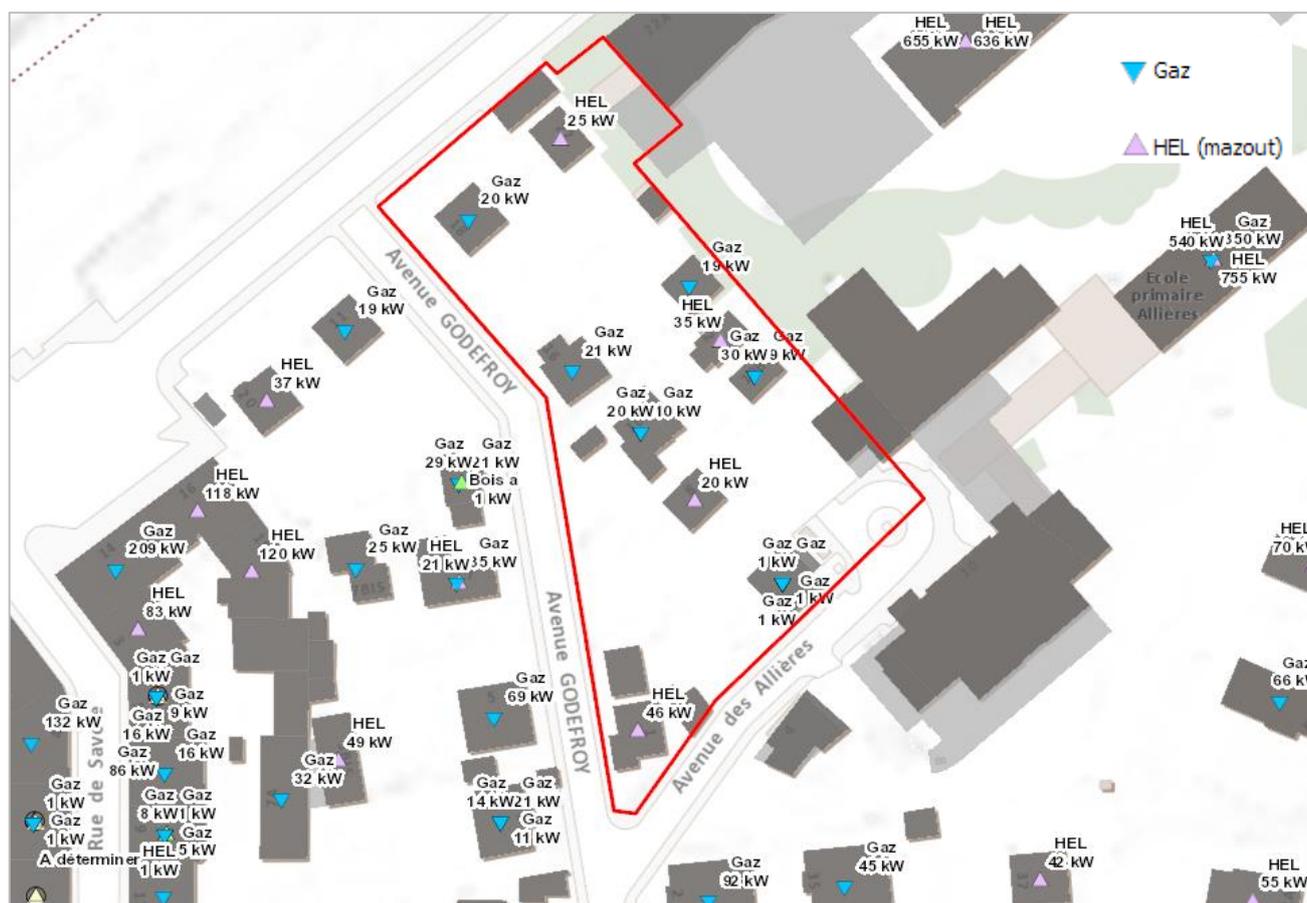
A ce stade de la planification, aucun rejet thermique n'a donc pu être identifié pour une valorisation par les nouveaux bâtiments du PLQ « Av. de Godefroy ». Toutefois, le parking commun entre le bâtiment C du PLQ et le bâtiment Swisslife permettrait de valoriser facilement d'éventuels futurs rejets thermiques du bâtiment Swisslife.



## 3.2 Structure qualitative et quantitative des besoins énergétiques actuels et de leur évolution future

### 3.2.1 Besoins énergétiques actuels du site

Comme le montre la figure ci-après, les bâtiments existants du PLQ sont exclusivement alimentés par les énergies fossiles, principalement par du gaz naturel.



Extrait du cadastre des chaudières (Source : SITG. Consulté en avril 2019).

### 3.2.2 Besoins énergétiques futurs liés au programme de construction

Les besoins énergétiques futurs, liés au programme de construction du PLQ, sont estimés sur la base des hypothèses indiquées ci-après. Les besoins réels dépendront notamment du standard énergétique choisi, de la qualité d'exécution de l'ouvrage et de la nature des activités ou commerces du bâtiment C (rez). Pour le chauffage, les besoins estimés correspondent au standard Minergie.

Le tableau ci-dessous indique les besoins énergétiques approximatifs des futurs bâtiments prévus par le PLQ :

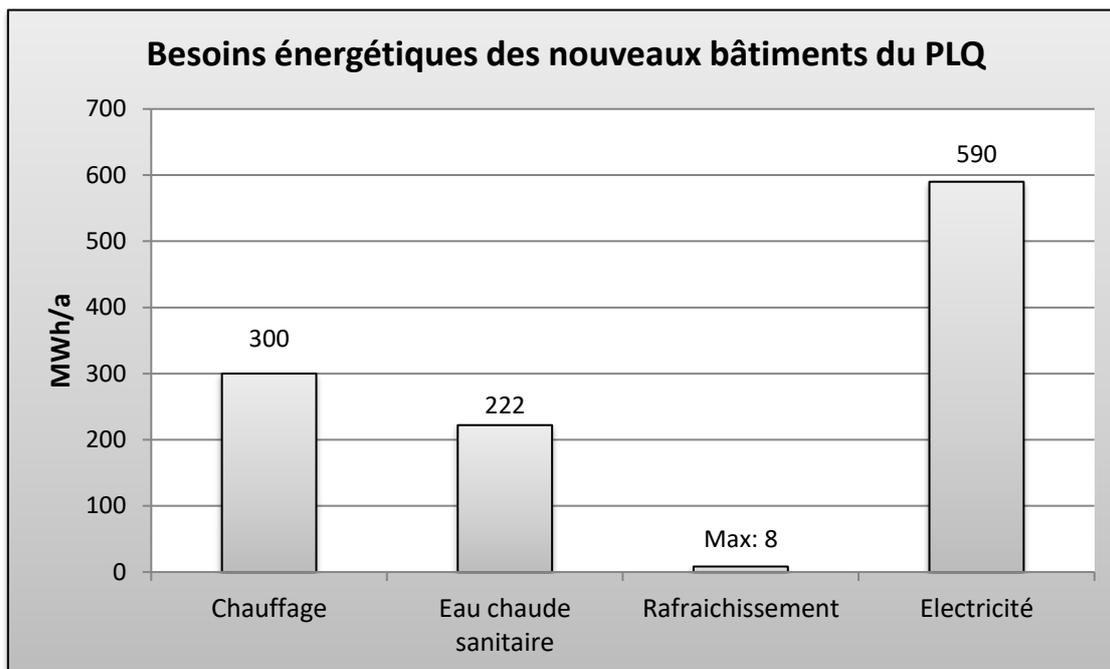
Bâtiment	Utilisation selon SIA	SRE (m <sup>2</sup> )	Chauffage			Eau chaude sanitaire (ECS)			Chaleur		Rafraîchissement		Electricité	
			Besoins spécifiques (MJ/m <sup>2</sup> )	Besoins totaux (MWh/a)	Puissance (kW)	Besoins spécifiques (MJ/m <sup>2</sup> )	Besoins totaux (MWh/a)	Puissance (kW)	Total chaleur (MWh/a)	Total puissance (kW)	Besoins spécifiques (MJ/m <sup>2</sup> )	Besoins totaux (MWh/a)	Besoins spécifiques (MJ/m <sup>2</sup> )	Besoins totaux (MWh/a)
Bâtiment A	Habitat collectif I	4 750	100	130	130	75	100	63	230	193	0	0	195	260
Bâtiment B	Habitat collectif I	2 885	100	80	80	75	60	38	140	118	0	0	195	160
Bâtiment C, partie logement (étages)	Habitat collectif I	2 920	100	80	80	75	60	38	140	118	0	0	195	160
Bâtiment C, partie activités (rez)	Comm. V ou Admin. III	300	120	10	10	25	2	1	12	11	0 - 100	0 - 8	140	10
<b>Total</b>		<b>10 855</b>		<b>300</b>	<b>300</b>		<b>222</b>	<b>139</b>	<b>522</b>	<b>439</b>		<b>0 - 8</b>		<b>590</b>

Pour l'ensemble du PLQ, les besoins énergétiques pour le chauffage s'élèvent à environ 300 MWh/an, les besoins d'eau chaude sanitaire à environ 220 MWh/an et les besoins d'électricité à environ 590 MWh/an. Les besoins de rafraîchissement seront faibles ou même inexistants.

La puissance maximale requise pour la production de chaleur (chauffage + eau chaude sanitaire) est estimée à environ 439 kW pour l'ensemble des bâtiments.

Hypothèses de calcul :

- La surface de référence énergétique (SRE) est assimilée à la surface brute de plancher (SBP).
- Chauffage : besoins maximaux autorisés par la loi :  $Q_{h,li}$ , est calculée selon la norme SIA 380/1, diminuée de 10% pour tenir compte de l'exigence primaire de Minergie ( $Q_h \leq 90\% Q_{h,li}$ ). Le facteur d'enveloppe est assimilé à 1 à ce stade de planification.
- ECS : selon SIA 380/1
- Rafraîchissement : a priori pas nécessaire pour des bâtiments destinés aux logements. Valeur estimée pour les surfaces commerciales ou d'activité du bâtiment C : 0 à 100 MJ/m<sup>2</sup>.
- Electricité : selon SIA 380/1



### 3.3 Les infrastructures énergétiques existantes et projetées

#### 3.3.1 Le réseau électrique

Le secteur du PLQ est desservi par le réseau électrique.

#### 3.3.2 Le réseau de gaz

Le réseau de gaz est disponible en bordure du PLQ, dans l'avenue de la gare des Eaux-Vives, dans l'avenue de Godefroy et dans l'avenue des Allières.

#### 3.3.3 Réseaux thermiques

Trois projets de réseaux thermiques ont pu être identifiés dans le périmètre élargi du PLQ « Av. de Godefroy » :

- Réseau d'eau du lac « Eaux-Vives », comme branche de GeniLac®
- CAD Eaux-Vives, alimenté par l'eau du lac et des pompes à chaleur haute température
- Idée d'un réseau thermique alimenté par les puits de pompage pour l'eau potable (voir § 2.3.1).

#### GeniLac « Eaux-Vives » et CAD Eaux-Vives :

Le projet<sup>7</sup> le plus important dans le périmètre élargi du PLQ « Av. de Godefroy » est le réseau d'eau du lac des Eaux-Vives comme une « branche » du réseau « GeniLac ». Le déploiement vers les Eaux-Vives est actuellement en phase d'étude d'opportunité au sein de SIG. Le rapport de cette étude sera finalisé pour l'été 2015. Il est par conséquent difficile à ce jour d'estimer la probabilité de réalisation de ce projet. Toutefois, si la faisabilité est avérée, le réseau se verrait être déployé à l'horizon 2024, ce qui correspondrait en termes de temporalité avec la construction du PLQ « Av. de Godefroy ».

Concernant les niveaux de températures prévus, le pompage de l'eau sera effectué à 45 mètres de profondeur et la température de livraison est estimée à 8°C en hiver et environ 10°-11°C en été.

<sup>7</sup> Selon les renseignements aimablement transmis par Monsieur Fabrice Malla, Ingénieur de Développement à SIG.

Concernant la probabilité de réalisation d'un CAD, la possibilité d'implémenter une PAC HT est également à l'étude au sein de SIG, mais toujours alimentée par l'eau du lac. Ce CAD serait dédié aux bâtiments anciens du quartier des Eaux-Vives ainsi qu'aux PLQ autour de la gare.

Le PLQ Godefroy a été inclus au sein de cette étude SIG en intégrant ses futurs besoins estimés.

#### **Réseau thermique alimenté par les puits de pompage pour l'eau potable :**

Le concept énergétique de la Petite-Boissière<sup>8</sup> propose la mise en place d'un réseau thermique alimenté par le potentiel thermique des puits de pompage d'eau potable de Florence et de Velours. Ces puits sont situés entre la Route de Malagnou, le Chemin de Velours et le Chemin de la Florence. La puissance thermique dépend du débit de pompage et va jusqu'à **4.5 MW** avec un impact minimal sur la température de l'eau potable. **Le potentiel théorique maximal en termes d'énergie serait d'environ 18 GWh/an.** Cette idée est particulièrement intéressante à poursuivre au cas où le CAD des Eaux-Vives alimenté par l'eau du lac ne devait pas franchir le tracé du CEVA.

Une exploitation raisonnable de cette source d'énergie thermique importante nécessiterait une adaptation du profil de pompage en fonction des besoins énergétique du réseau thermique à créer. D'après SIG<sup>9</sup>, le profil de pompage est défini avant tout en fonction des tarifs d'électricité intéressants durant la nuit. Il serait théoriquement possible de modifier le profil de pompage, par exemple pour mieux l'équilibrer sur la journée.

<b>Puit</b>	<b>Puissance électrique des pompes</b>
Florence	450 kW
Velours	3 x 180 kW = 540 kW

D'après les premières informations, on peut constater au moins un facteur 7 entre la puissance électrique des pompes pour l'eau potable et le potentiel énergétique à la sortie d'une PAC avec un COP de 3.5. Si ce projet s'avère faisable, les enjeux économiques du réseau CAD pourrait facilement justifier une modification du profil de pompage en fonction des besoins énergétiques d'un réseau thermique.

**La faisabilité et l'étendu d'un tel réseau restent cependant à définir.**

---

<sup>8</sup> Energgestion, 2014 : La Petite-Boissière. Rapport Concept énergétique. Version n° 1.1 du 4 décembre 2014.

<sup>9</sup> Renseignements aimablement transmis par Monsieur Ph. Rapillard, Responsable technique exploitation Eau Potable chez SIG.

### 3.4 Les acteurs concernés et leur rôle

Les acteurs-clé et leurs rôles sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Acteur	Rôle/Responsabilités
Ville de Genève	Initiateur du PLQ et MO pour les bâtiments A (en partie) et C. Responsable pour le respect de la stratégie énergétique « 100% renouvelable en 2050 ».
Office cantonal de l'énergie (OCEN)	Acteur-clé dans la planification énergétique territoriale. Validation des concepts énergétiques territoriaux et de bâtiment. Autorité compétente pour les subventions cantonales.
SIG et autres fournisseurs d'énergie et gestionnaires de réseaux énergétiques	Acteurs de la planification opérationnelle et de la mise en œuvre d'éventuels futurs réseaux thermiques. Exploitant du réseau de gaz et du réseau électrique.
Maître d'ouvrage privé	Réalisation des bâtiments futurs, responsables pour le choix des standards énergétiques et de la variante d'approvisionnement énergétique.
Bureau d'ingénieur CVC	Acteur indispensable pour les concepts énergétiques de bâtiments.

La constellation des acteurs ne présente aucune difficulté particulière pour la mise en œuvre de la stratégie énergétique préconisée.

## 4 Stratégie énergétique locale

En raison du phasage différencié entre les 3 bâtiments du PLQ, toutes les stratégies sont basées sur une mise en œuvre individuelle par bâtiment.

### 4.1 Scénario de référence 1 – Gaz + solaire thermique min. + solaire PV :

Résumé du scénario :

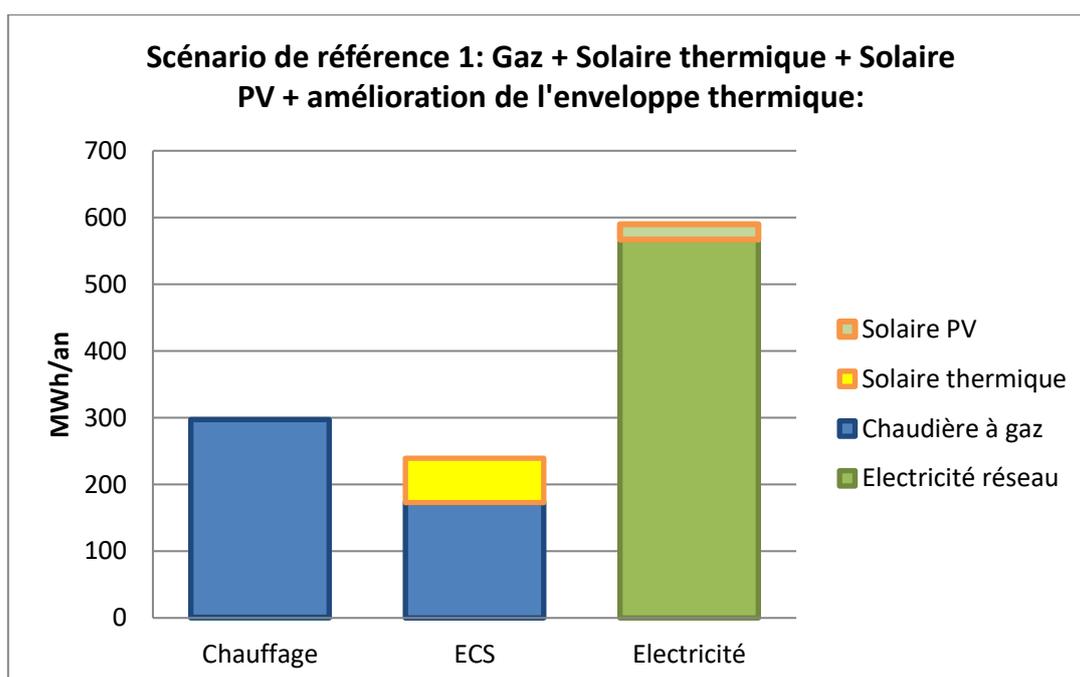
Chauffage :	Chaudière à gaz
ECS :	70% gaz 30% solaire thermique
Electricité :	96% réseau électrique 4% solaire PV

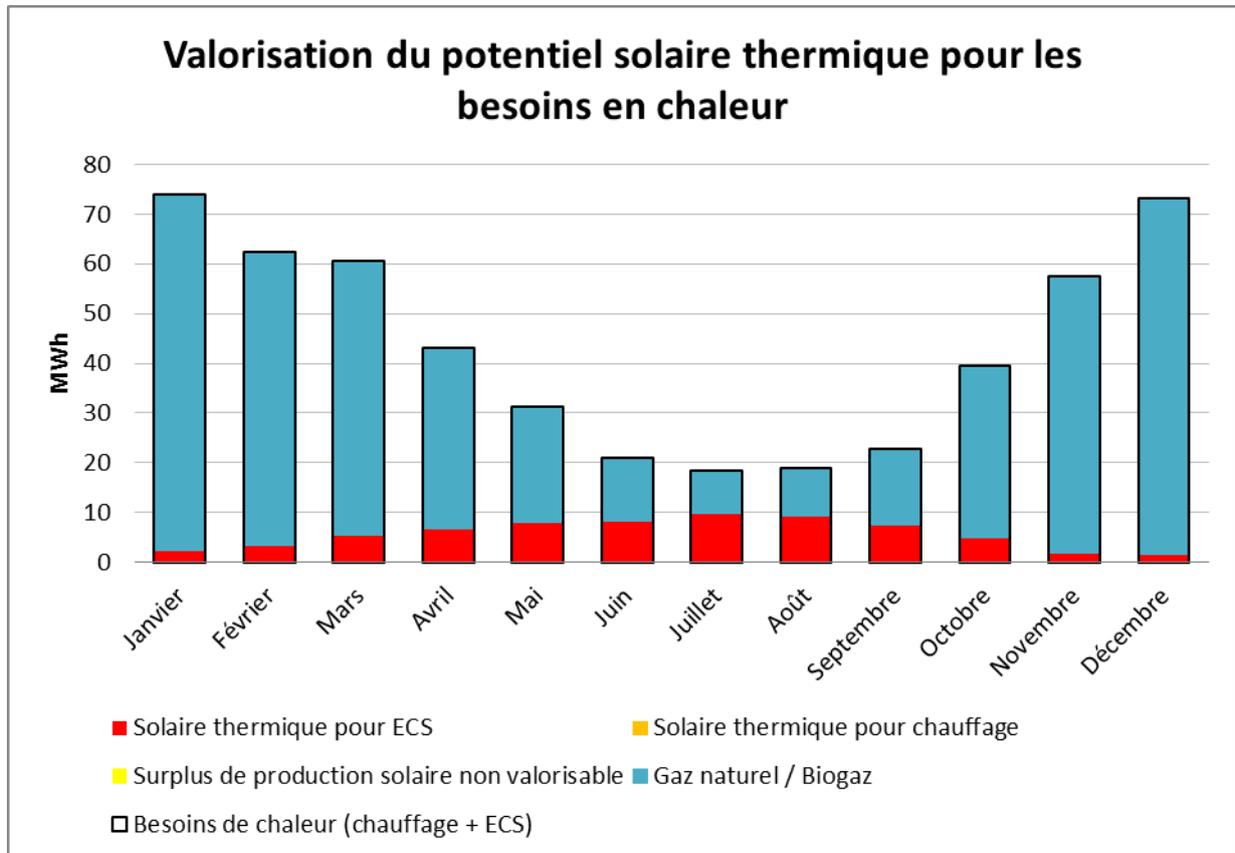
Caractéristiques du scénario :

- Scénario de référence selon le contexte de 2015, permettant de répondre aux exigences légales a priori au moindre effort. Il est à noter que le scénario de référence peut évoluer d'ici la mise en œuvre du PLQ.
- Ce scénario nécessite une amélioration importante (env. 40%) de la qualité de l'enveloppe pour respecter la part maximale d'énergies non renouvelables fixée par le règlement d'application de la loi sur l'énergie.

Emprise spatiale des installations techniques :

- 1 local technique par bâtiment pour la chaudière à gaz et l'accumulateur d'ECS ;
- 250 m<sup>2</sup> de surface de toiture à réserver pour les capteurs solaires thermiques, répartis sur les 3 bâtiments ;
- Selon la volonté du MO, il est possible d'équiper le reste de la surface de toiture (350 m<sup>2</sup>) ainsi que les façades avec des panneaux photovoltaïques ;
- Raccordements des locaux techniques au réseau de gaz.





#### 4.2 Scénario de référence 1bis – Gaz + solaire thermique max. :

Résumé du scénario :

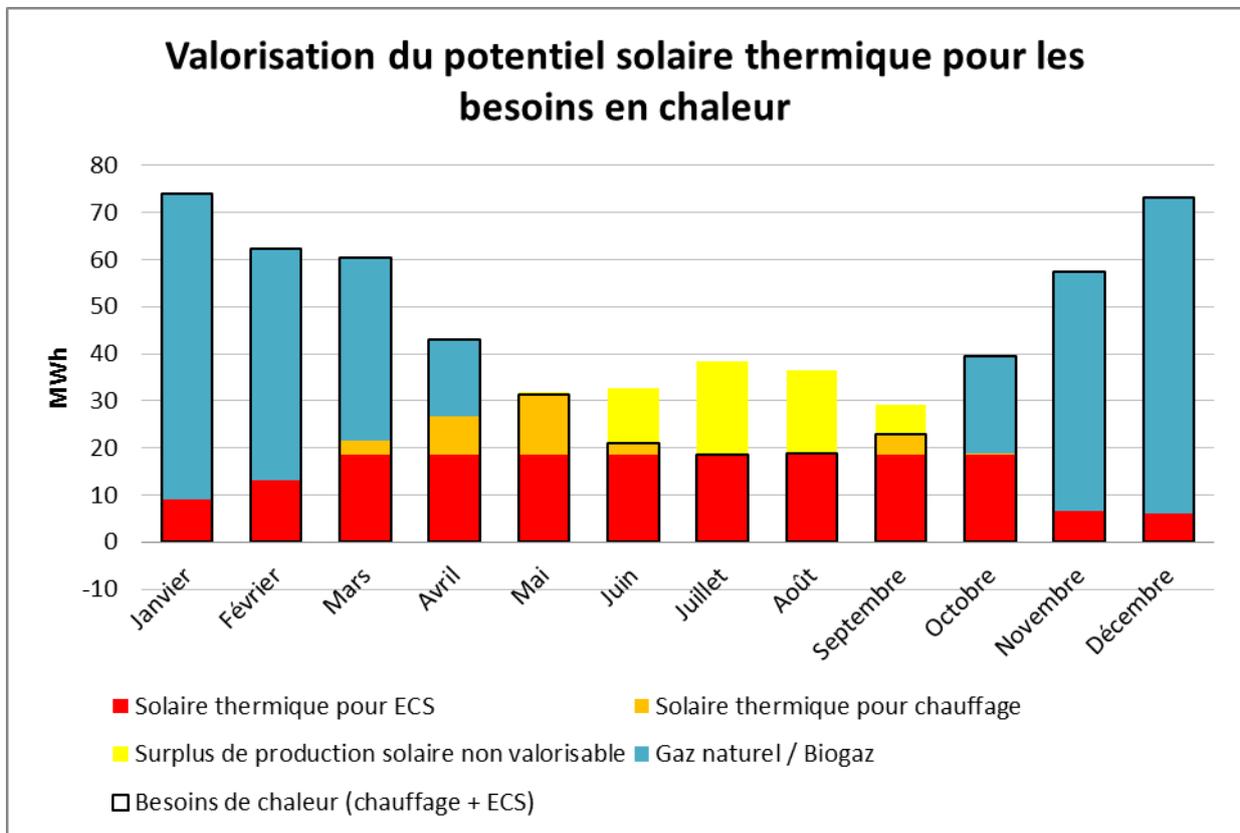
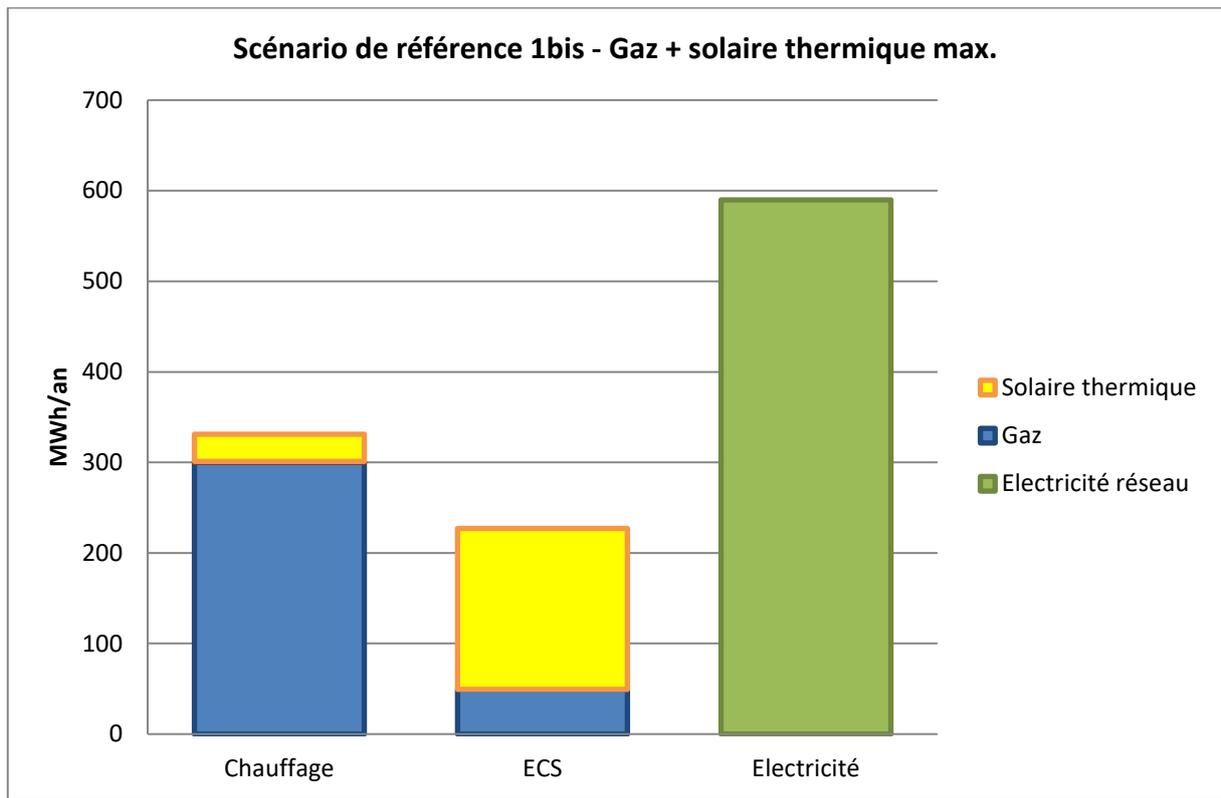
Chauffage :	90% gaz 10% solaire thermique
ECS :	80% solaire thermique 20% gaz
Electricité :	Réseau électrique

Caractéristiques du scénario :

- Ce scénario vise à maximiser la valorisation du solaire thermique

Emprise spatiale des installations techniques :

- 1 local technique par bâtiment pour la chaudière à gaz et l'accumulateur d'ECS ;
- 650 m<sup>2</sup> de surface de toiture (ou de façades) à réserver pour les capteurs solaires thermiques, répartis sur les 3 bâtiments ;
- Selon la volonté du MO, il est possible d'équiper les façades avec des panneaux photovoltaïques ;
- Raccordement des locaux techniques au réseau de gaz.



### 4.3 Stratégie A – PAC air/eau + gaz + solaire thermique

Résumé de la stratégie :

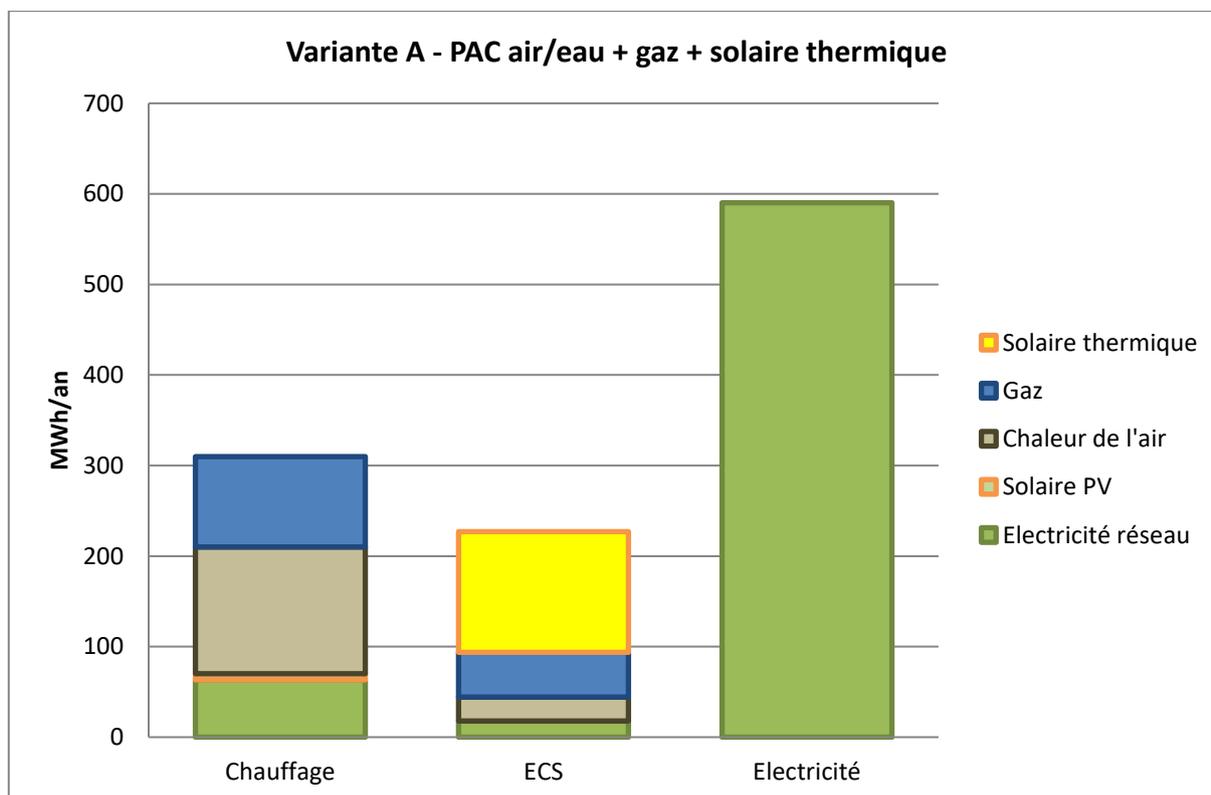
Chauffage :	70% PAC air/eau 30% gaz
ECS :	60% solaire thermique 20% PAC air/eau 20% gaz
Electricité :	Réseau électrique

Caractéristiques de la stratégie :

- En plus du scénario de référence 1, la stratégie A vise à valoriser l'aérothermie par une PAC air/eau avec un appoint par une chaudière à gaz.
- La répartition entre solaire thermique et apport par la PAC air/eau pour l'ECS reste modulable dans les limites des contraintes légales.
- L'installation de panneaux photovoltaïques permettrait de compenser une partie de l'électricité consommée par les PAC.

Emprise spatiale des installations techniques :

- 1 local technique par bâtiment pour la chaudière à gaz, la PAC et l'accumulateur d'ECS ;
- 500 m<sup>2</sup> de surface de toiture à réserver pour les capteurs solaires thermiques, répartis sur les 3 bâtiments ;
- Selon la volonté du MO, il est possible d'équiper le reste de la surface de toiture (100 m<sup>2</sup>) ainsi que les façades avec des panneaux photovoltaïques ;
- Raccordement des locaux techniques au réseau de gaz.



#### 4.4 Stratégie B – Solaire thermique + PAC eau/eau avec accumulateur de glace

Résumé de la stratégie :

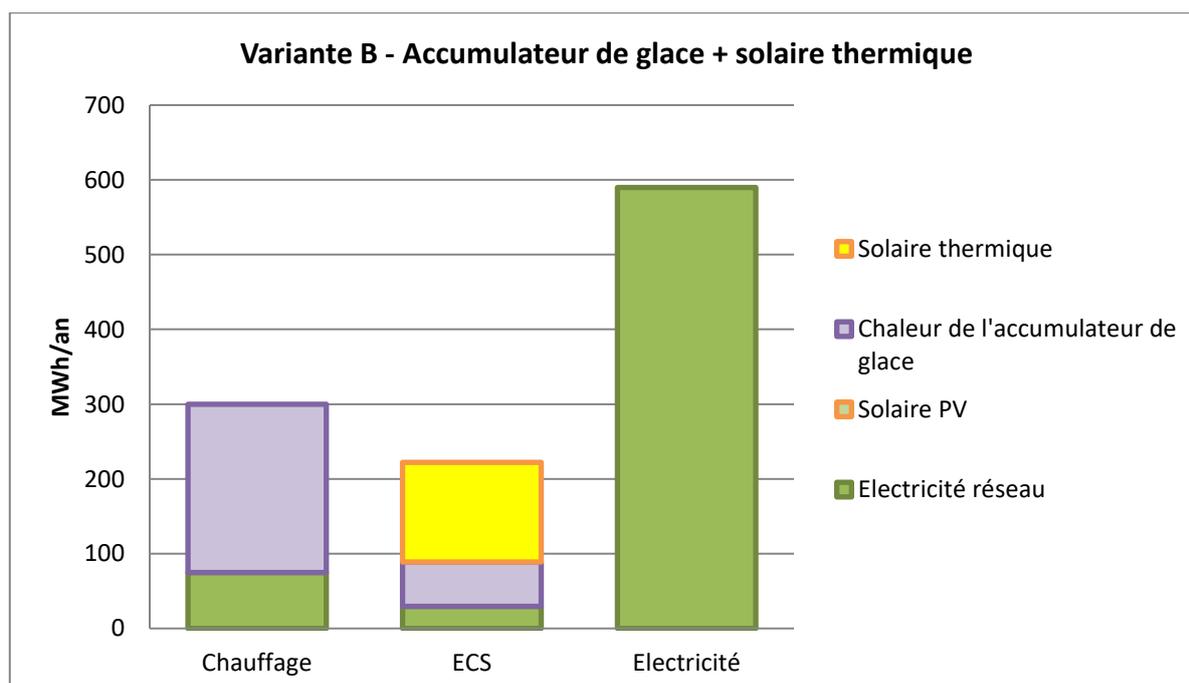
Chauffage :	Solaire thermique + PAC eau/eau avec accumulateur de glace
ECS :	Solaire thermique + PAC eau/eau avec accumulateur de glace
Electricité :	Réseau électrique

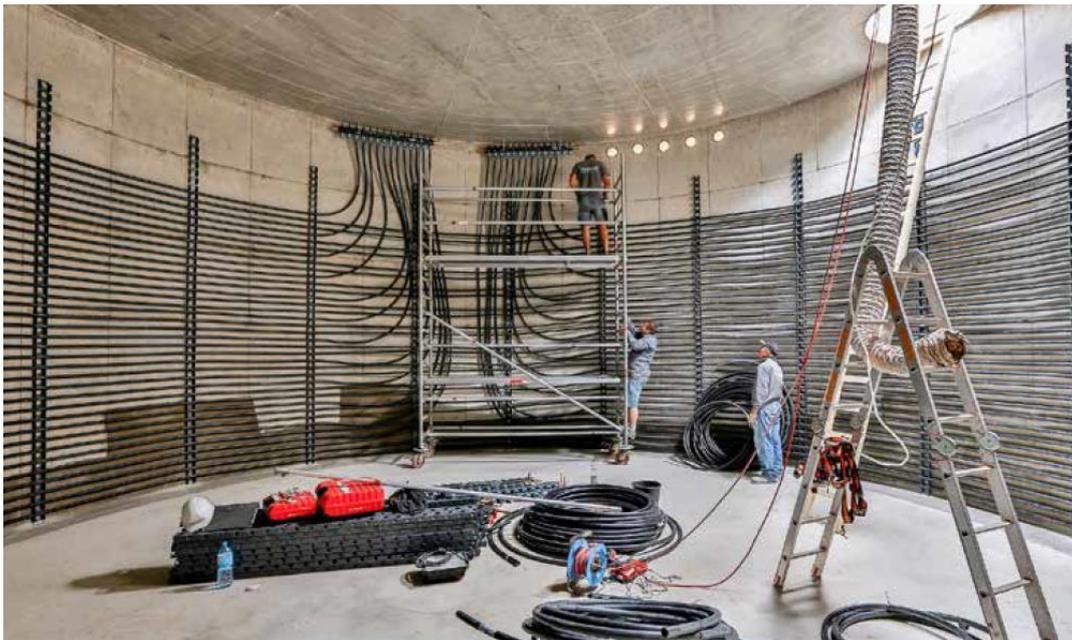
Caractéristiques de la stratégie :

- La stratégie B vise à valoriser au maximum l'énergie solaire thermique par un déphasage saisonnier à l'aide d'un accumulateur de glace. L'accumulateur de glace permet de stocker l'énergie thermique grâce à l'énergie latente emmagasinée ou libérée lors du changement de phase entre l'état solide (glace) et liquide (eau). Les accumulateurs de glace permettent d'améliorer le COP de la PAC sensiblement par rapport à une PAC air/eau. Le COP est comparable à une PAC sur sondes géothermiques.
- L'investissement financier est comparable à un système avec sondes géothermiques pour des rendements similaires.
- L'installation de panneaux photovoltaïques permettrait de compenser une partie de l'électricité consommée par les PAC.

Emprise spatiale des installations techniques :

- 1 local technique par bâtiment pour la PAC et l'accumulateur d'ECS ;
- 1 accumulateur de glace par bâtiment. Volume minimal : env. 15 à 25 m<sup>3</sup> ;
- Idéalement entre 1700 et 2300 m<sup>2</sup> de capteurs solaires, répartis sur les toitures et façades des 3 bâtiments ;
- Selon la part de la toiture disponible pour la pose de capteurs solaires thermiques, une partie des capteurs devra être installée sur les façades.
- Selon la volonté du MO, il est possible d'équiper les façades avec des panneaux photovoltaïques.





Exemple d'un accumulateur de glace de 280m<sup>3</sup>. Projet de Schocherswil (TG). Source : Baublatt, « *Wärme, die aus der Kälte kommt* ». Edition n° 19 du 8 mai 2015.



Exemple d'un accumulateur de glace de 75 m<sup>3</sup>. Projet d'une installation pilote à Rapperwil. Source : Institut für Solatechnik. *Saisonale Wärmespeicherung im Eisspeicher – Erste Erfahrungen mit einer Pilotanlage*. Présentation de D. Philippen lors du SPF-Industrietag 2013.

## 4.5 Stratégie C – Raccordement à un réseau thermique + PAC + solaire PV :

### 4.5.1 Variante C1, réseau BT : GeniLac Eaux-Vives ou puits de pompage d'eau potable

Résumé de la stratégie :

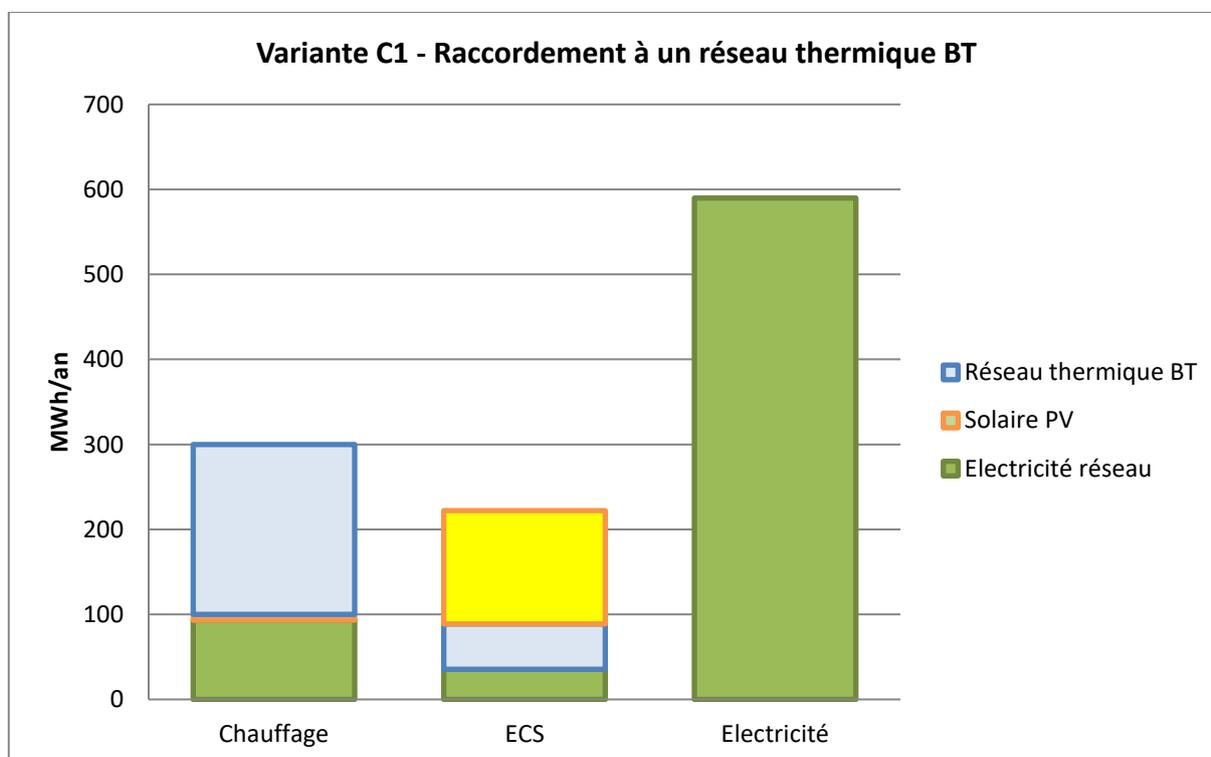
Chauffage :	PAC sur réseau BT
ECS :	PAC sur réseau BT
Electricité :	5% solaire PV 95% réseau électrique

Caractéristiques de la stratégie :

- Cette stratégie est basée sur un raccordement à un futur réseau thermique BT (notamment GeniLac Eaux-Vives ou un réseau thermique alimenté par les puits d'eau potable de Florence et Velours).
- La faisabilité de cette stratégie dépend de la réalisation d'un réseau thermique dans ce périmètre et, le cas échéant, des conditions de raccordement.
- L'installation de panneaux photovoltaïques permettrait de compenser une partie de l'électricité consommée par les PAC.

Emprise spatiale des installations techniques :

- 1 local technique par bâtiment pour la sous-station du réseau thermique et l'accumulateur d'ECS ;
- Si l'ECS est produite par la PAC, les toitures et les façades sont disponibles pour la pose de panneaux photovoltaïques. Dans le cas d'une utilisation du solaire thermique pour l'ECS, il faut réserver entre 250 et 500 m<sup>2</sup> de toitures pour les capteurs solaires thermiques.
- Raccordement des locaux techniques au réseau BT.



#### 4.5.2 Variante C2, CAD Eaux-Vives ou CAD alimenté par les puits de pompage d'eau potable avec une PAC près de la source froide

Résumé de la stratégie :

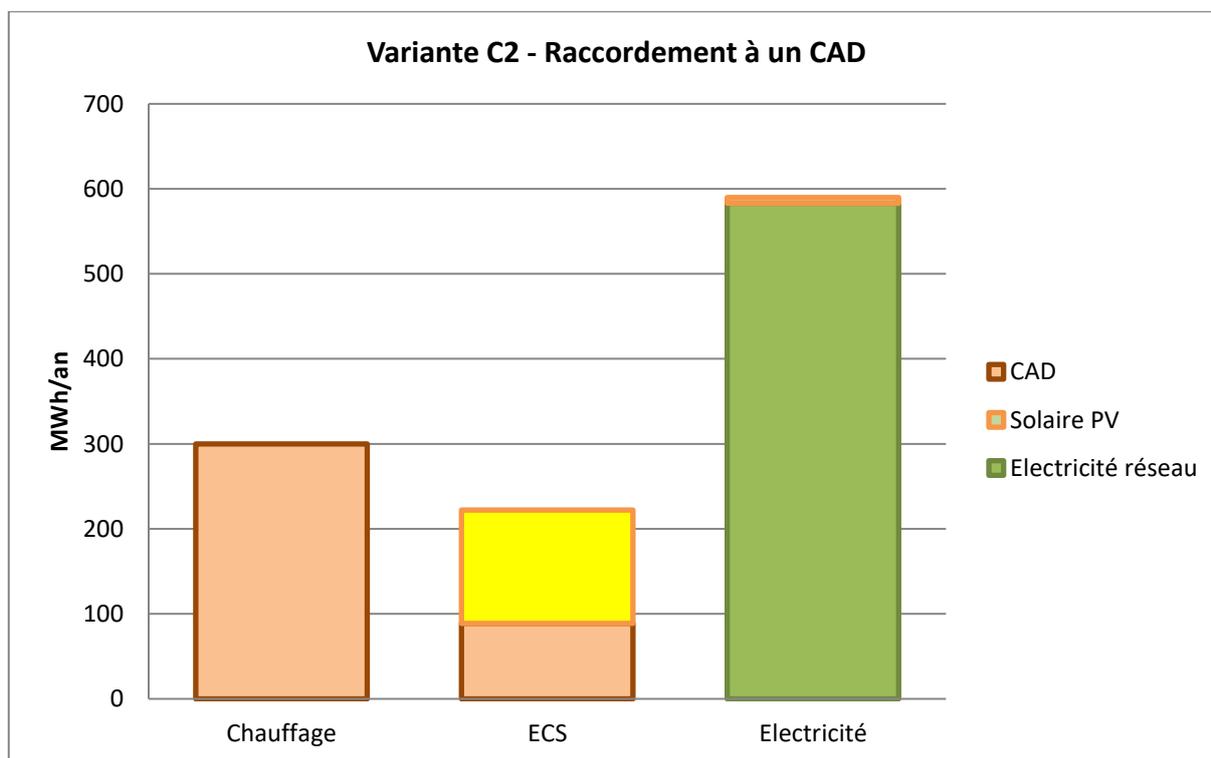
Chauffage :	CAD
ECS :	CAD
Electricité :	5% solaire PV 95% réseau électrique

Caractéristiques de la stratégie :

- Cette stratégie est basée sur un raccordement à un futur CAD (notamment l'éventuel futur CAD Eaux-Vives alimenté par une PAC HT sur l'eau du lac).
- La faisabilité de cette stratégie dépend de la réalisation d'un CAD dans ce périmètre et, le cas échéant, des conditions de raccordement.

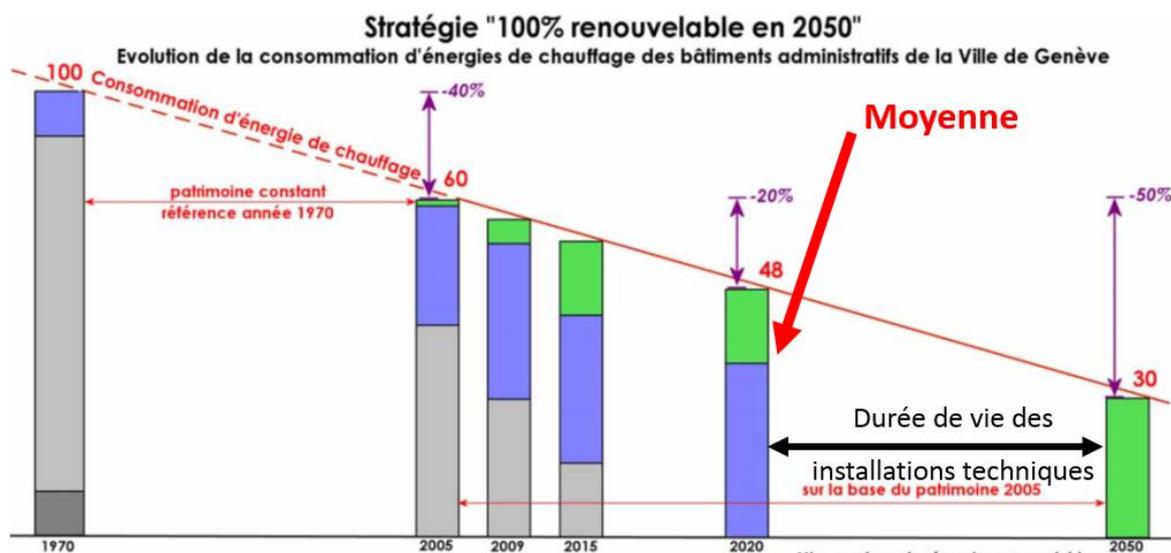
Emprise spatiale des installations techniques :

- 1 local technique par bâtiment pour la sous-station du CAD et l'accumulateur d'ECS ;
- Si la chaleur pour l'ECS est fournie par le CAD, les toitures et les façades sont disponibles pour la pose de panneaux photovoltaïques. Dans le cas d'une utilisation du solaire thermique pour l'ECS, il faut réserver entre 250 et 500 m<sup>2</sup> de toitures pour les capteurs solaires thermiques.
- Raccordement des locaux techniques au CAD.

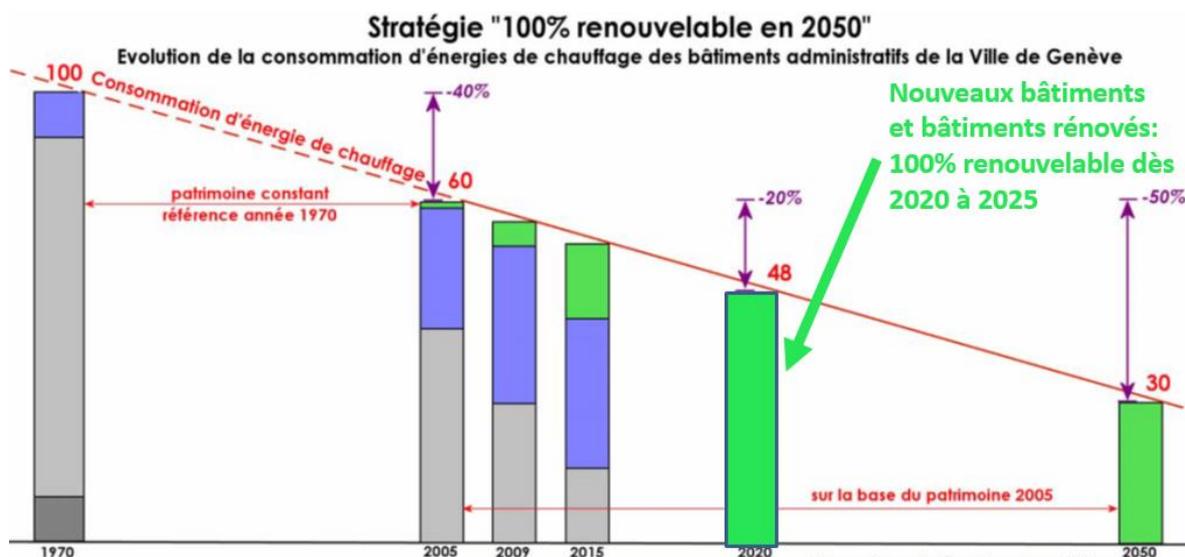


## 5 Compatibilité de la stratégie énergétique locale avec l'objectif « 100% renouvelable en 2050 » de la Ville de Genève

La stratégie énergétique « 100% renouvelable en 2050 » de la Ville de Genève mérite une réflexion quant à son application dans le cadre du PLQ « Av. de Godefroy ». Le graphique ci-dessous, tiré du document « 100% renouvelable en 2050<sup>10</sup> », prévoit une décroissance linéaire jusqu'en 2050 de la consommation d'énergie pour le chauffage du patrimoine immobilier de la Ville de Genève. La part renouvelable pour le chauffage devra augmenter pour atteindre 100% en 2050.



Etant donnée la durée de vie des installations techniques (25 à 30 ans), cette stratégie implique que tous les nouveaux bâtiments construits (ainsi que les bâtiments rénovés) à partir d'environ 2020 à 2025 devront être « 100% renouvelables » pour le chauffage **dès la construction**. Avec une échéance de construction à 2025 environ, les bâtiments du PLQ « Av. de Godefroy » se trouvent également dans ce cas. Par conséquent, les scénarios énergétiques basés sur les énergies fossiles (1 et 1bis) ne sont pas envisageables pour ce PLQ.



<sup>10</sup> « 100% renouvelable en 2050 ». Elaboration d'une stratégie visant à réduire les risques de dépendance structurelle envers les agents énergétiques fossiles pour les besoins en chauffage des bâtiments de la Ville de Genève. (Service de l'énergie, 2006)



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

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

### CET 2015-06 associé au PLQ av. de Godefroy, Genève

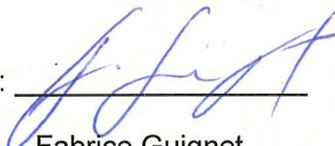
#### Commentaires de l'OCEN

- Le CET fait apparaître des orientations concernant l'alimentation énergétique du quartier et les sources renouvelables disponibles ainsi que les projets d'infrastructures.
- Il souligne également la temporalité du projet (premières réalisations dans un délai d'environ 10 ans) ce qui implique une mise à jour du CET, notamment en fonction des développements en matière d'infrastructures énergétiques telles que GeniLac®.
- La Ville de Genève, à travers sa stratégie "100% renouvelable en 2050" et du fait qu'elle réalisera deux bâtiments du PLQ, doit jouer un rôle central dans la mise en œuvre du concept énergétique territorial du PLQ.

Bon pour validation:

Date: 26.06.2015

Visa: \_\_\_\_\_

  
Fabrice Guignet  
Adjoint scientifique



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

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

CET 2015-06 associé au PLQ n°30'062 - avenue de Godefroy, Genève

### Commentaires de l'OCEN

- Il est prévu que le réseau Génilac passe par la rue Godefroy. La stratégie énergétique pour ce PLQ est donc le raccordement au réseau Génilac (Variante C).

Bon pour validation:

Date: 11.04.2019

Mise-à-jour des cartes aux pages 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 19 et 20

Visa: \_\_\_\_\_

Géraldine Chollet  
Cheffe de projet-planification énergétique