



CET 2021-01\_V2

6.12.2024

Validé OCEN

100004.10-RN001g

6 décembre 2024

CONCEPT ENERGÉTIQUE TERRITORIAL

**BERNEX VAILLY  
PLAN LOCALISÉ DE  
QUARTIER N°30'022**

**WSP Ingénieurs Conseils**

ARCenter - Route de Montfleury 3 - Case postale 435 - CH-1214 Vernier  
T +41 58 424 23 10 - [geneve@wsp.com](mailto:geneve@wsp.com) - [www.wsp.comwww.bg-21.com](http://www.wsp.comwww.bg-21.com)  
CHE-116.329.587 TVA



CONCEPT ENERGÉTIQUE TERRITORIAL

# BERNEX VAILLY PLAN LOCALISÉ DE QUARTIER N°30'022

---

VERSION	-	-	-
DOCUMENT	<u>100004.10-RN001</u>	<u>100004.10-RN001a</u>	<u>100004.10-RN001g</u>
DATE	<u>4 août 2021</u>	<u>25 août 2021</u>	<u>6 décembre 2024</u>
ELABORATION	<u>Dasaraden Mauree</u>	<u>Dasaraden Mauree</u>	<u>Dasaraden Mauree</u>
VISA	<u>Dasaraden Mauree</u>	<u>Dasaraden Mauree</u>	<u>Fiona Colantuono</u>
COLLABORATION			
DISTRIBUTION	<u>Losinger Marazzi</u>	<u>Losinger Marazzi</u>	<u>Losinger Marazzi</u>



<b>Table des matières</b>		Page
<b>0.</b>	<b>Contexte</b>	<b>3</b>
0.1	Planifications supérieures	3
0.2	Cadre légal	3
<b>1.</b>	<b>Synthèse</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>État des lieux</b>	<b>5</b>
2.1	Périmètre	5
2.2	Impact du Règlement d'application de la loi sur l'énergie (L 2 30.01; REn)	7
<b>3.</b>	<b>Besoins énergétiques</b>	<b>10</b>
3.1	Besoins énergétiques	10
3.1.1	Standard HPE	10
3.1.2	Standard THPE	10
3.2	SIA 2060 – Cahier des techniques électromobilité	11
<b>4.</b>	<b>Potentiel en ressources renouvelables</b>	<b>11</b>
4.1	Géothermie	11
4.2	Aérothermie	12
4.3	Eaux usées	12
4.4	Bois-énergie	13
4.5	Réseau thermique structurant Geniterre	13
4.6	Solaire	14
4.6.1	Solaire thermique	14
4.6.2	Solaire photovoltaïque	15
4.6.3	Adaptation au site	15
4.6.4	Gestion de l'électricité	16
<b>5.</b>	<b>Synthèse des opportunités</b>	<b>17</b>
<b>6.</b>	<b>Stratégies énergétiques proposées</b>	<b>17</b>
6.1	Concepts énergétiques	17
6.2	Analyses multicritères	19
6.3	Positionnement des acteurs	22
6.4	Visualisation graphique du concept thermique	23



**CET - PLQ BERNEX VAILLY**

<b>7.</b>	<b>Conclusion</b>	<b>24</b>
<b>A.</b>	<b>Données de références</b>	<b>25</b>

## 0. Contexte

### 0.1 Planifications supérieures

Le plan localisé de quartier de Bernex Vailly se doit de respecter plusieurs planifications avec des niveaux hiérarchiques. Elles sont listées ci-dessous en fonction de leur périmètre d'influence :

- Planifications nationales :
  - Concept SuisseEnergie 2011-2020
  - Stratégie énergétique 2050
  - MoPEC 2014
- Planifications régionales :
  - Conception Générale de l'Énergie
  - Plan Directeur de l'Énergie version 2020 (m.à.j : valorisation des rejets thermiques, Société 2000W, développement de la ville courte distance)
- Planifications communales en vigueur :
  - Plan directeur communal des Énergies (réalisé en mars 2011, PDCom adopté en juin 2014)
  - Concept énergétique Bernex-Nord (PSD Bernex-Nord – novembre 2012)
  - Concept énergétique Bernex-Est (PDQ n°29724 – CET 2014-03)
  - Concept énergétique PLQ 30'114 (2019-11)
  - Concept énergétique PLQ 30'022 (CET 2021-01)
  - Concept énergétique territorial, déploiement des réseaux de chaleur à distance, Commune de Bernex (septembre 2021)
  - Concept énergétique PDZIQ Les Rouettes (CET 2022-02)

### 0.2 Cadre légal

De la même manière que pour les planifications supérieures, il existe différents niveaux hiérarchiques pour le cadre légal à respecter.

- À l'échelle nationale :
  - Politique énergétique : Articles 89 à 91 de la Constitution
  - Lois sur l'énergie, sur l'approvisionnement en électricité et sur le CO2 (révision de la loi sur le CO2)
  - SIA 2016
- A l'échelle cantonale :
  - Article 160<sup>E</sup> de la Constitution cantonale
  - Loi sur l'énergie et son règlement d'application (Len et Ren)
  - Plan Climat Cantonale (50% d'émissions de CO2 en moins en 2030 et neutralité carbone en 2050)

## 1. Synthèse

Pour le développement de ce nouveau quartier, l'objectif de performance minimal à atteindre est celui de la loi sur l'énergie, soit la Haute Performance Énergétique (**HPE**) (avec une volonté des propriétaires d'aller plus loin pour atteindre un standard Très Haute Performance Énergétique, THPE).

Étant donné que l'arrivée du Réseau Thermique Structurant (RTS) GeniTerre, est prévue dans un horizon similaire à la réalisation du quartier de Bernex Vailly, le concept énergétique proposé, suivant les discussions avec l'OCEN et les SIG, est le suivant :

- § **Raccordement au Réseau Thermique Structurant GeniTerre**
- § **Maximisation de l'autonomie énergétique** avec un coût d'exploitation moins élevé et un **taux d'énergie renouvelable conforme au Plan Directeur de l'Énergie** pour les besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire.
- § **Utilisation des toitures** : la production de chaleur étant assurée principalement par des énergies renouvelables, les toitures pourront être utilisées pour la production d'électricité avec l'installation de **panneaux solaires photovoltaïques**. Afin de répondre aux exigences légales minimales de la Loi sur l'Énergie de Genève, les toitures devraient être équipées au minimum à hauteur de **8'800 m<sup>2</sup>** de panneaux photovoltaïques.
- § **Gestion d'électricité** : possibilité d'atteinte d'un taux d'autoconsommation de 30% avec une gestion mutualisée des installations de production PV et d'augmenter davantage avec l'utilisation de stockage sur site.

Une attention particulière devra être portée à la sensibilisation des utilisateurs à travers plusieurs actions concrètes comme : la distribution d'un **cahier de prise en main du bâtiment** et d'un **guide des bonnes pratiques**, ainsi que la mise en place d'un **écran de communication** (état des consommations, bonnes pratiques, production PV, etc.) dans les halls d'accueil.

Ce document présente la stratégie énergétique du CET de quartier de Vailly à Bernex de manière plus détaillée.

## 2. État des lieux

### Quartier de Bernex-Vailly

Le projet de Bernex-Vailly s'inscrit dans le cadre du grand projet Bernex. Il prévoit la construction de 600 logements environ ainsi que des locaux d'activités et des équipements publics. Il sera situé à proximité immédiate du terminus de la ligne de tram 14. On y trouvera une place de quartier, de nombreux espaces publics ainsi qu'un maillage de mobilité douce (avec des voies cyclables et des chemins piétonniers). Le parking, exclusivement sous-terrain, sera équipé pour les véhicules électriques et permettra un accès rapide au tram.

Les logements seront répartis dans plusieurs bâtiments avec un gabarit maximal de R+5 avec un attique le long de la route de Chancy. Le quartier s'intégrera pleinement au tissu villageois de Bernex à proximité duquel il est situé.

### Enjeux énergétiques

Les objectifs énergétiques cantonaux, à l'horizon 2050, sont principalement d'inverser la tendance sur l'utilisation des ressources fossiles et renouvelables actuelles, respectivement 75% et 25%, (afin d'atteindre au moins 80% d'utilisation de ressources renouvelables) et de diviser par 4 la consommation d'énergie ainsi que les rejets de CO<sub>2</sub> actuels. Il est dorénavant prévu que la neutralité carbone soit atteinte en 2050, avec une compensation des émissions fossiles.

En vue de réussir la transition énergétique, l'OCEN soutient et encourage des stratégies énergétiques territoriales ambitieuses qui s'inscrivent dans le cadre de la transition énergétique du Canton. Le CET doit être utilisé comme un levier d'incitation aux mesures de planification énergétique favorisant l'atteinte des objectifs de la société à 2000 watts, selon le contexte du territoire concerné et son périmètre élargi. Il est à noter que le projet se situe dans la zone d'influence d'un futur réseau structurant. L'étude d'une préparation à ce raccordement sera particulièrement étudiée dans ce document.

### 2.1 Périmètre

Le périmètre du Plan Localisé de Quartier de Bernex Vailly, est délimité par la route de Chancy au Nord, la route de Laconnex à l'Ouest et par le chemin de Champ-Manon au Sud. Le périmètre est bordé par (périmètre élargi) :

- au Sud et à l'Est : des zones résidentielles composées de villas et maisons, dont Bernex Soleil
- des zones agricoles, de jardin ou boisées (jardins familiaux de Bernex à 500 m au Nord)

Le futur quartier de **5,7 hectares environ** sera composé d'une grande majorité de logements et d'activités. Une zone mixte d'habitation et d'activités de densité intermédiaire.



Figure 1: Périmètre du PLQ Bernex Vailly



Figure 2: Représentation schématique de l'image directrice du PLQ

Les surfaces brutes de plancher (66'546 m<sup>2</sup>) sont réparties en :

- 60'146 m<sup>2</sup> de logements (90%)
- 6'400 m<sup>2</sup> de activités (10%)

La surface brute de plancher doit se limiter à un indice d'utilisation du sol (rapport entre la surface brute de plancher et la surface totale des terrains) de 1.2 (considéré comme une densité intermédiaire). Les propriétaires sont la CIEPP et ses partenaires pour les 3 parcelles du PLQ. L'entreprise totale est Losinger Marazzi.

## 2.2 Impact du Règlement d'application de la loi sur l'énergie (L 2 30.01; REn)

Le canton de Genève poursuit sa politique énergétique à travers la mise en œuvre d'actions concrètes visant à accélérer la transition énergétique du canton et atteindre la société à 2000 Watts.

Le Conseil d'Etat a ainsi accepté le 5 juin 2019 de modifier le règlement d'application de la loi sur l'énergie (L 2 30.01; REn) afin de rendre compatible les standards énergétiques genevois avec l'évolution des exigences en matière énergétique. Cette adaptation permet d'atteindre les objectifs de la société à 2000 Watts et vise le zéro fossile pour les constructions neuves qui sont raccordées à un réseau thermique.

Les principaux critères devant être respectés pour l'alimentation en énergie des bâtiments neufs, sont listés ci-après :

### § Niveau de performance **HPE-Neuf (minimum légal)**

- Taux de production d'électricité propre (PV ou CCF) : **10 W/m<sup>2</sup> de la SRE**
- Couverture des besoins ECS : pose de **panneaux solaires thermiques** pour **30% des besoins d'ECS** de l'ensemble du bâtiment
- Alimentation de chaleur principale : valorisation des **ressources renouvelables locales**, ou connexion à un **CAD, avec une couverture des besoins de chaleur de 50% EnR** minimum
- Rafraîchissement : limite de **7 W/m<sup>2</sup> de surface climatisée** pour les besoins d'électricité des machines de production de froid

Différentes possibilités sont admises pour atteindre le niveau de performance minimum pour le HPE-Neuf. Elles sont regroupées dans le Tableau 1.

	1 - Minergie	2- MoPEC	3-CECB	4 – Justification Globale
<b>Norme / Standard</b>	Minergie	MoPEC	CECB Classe B/B	80% de SIA 380/1
<b>Solaire PV</b>	10 W/m <sup>2</sup> SRE			
<b>Solaire Th.</b>		30% ECS	30% ECS	30% ECS
<b>Production chaleur (part non-fossiles)</b>		>50%	>50%	>50%
<b>Climatisation</b>			< 7 W/m <sup>2</sup>	< 7 W/m <sup>2</sup>
<b>Eclairage</b>				SIA 387/4

Tableau 1: Possibilités pour atteindre le standard HPE

Une des possibilités serait d'obtenir une labellisation Minergie qui implique de respecter les différents critères mentionnés dans la Figure 3.



Figure 3: Conditions pour l'atteinte du label Minergie

### § Niveau de performance THPE-Neuf

- Taux de production d'électricité propre (PV ou CCF) : **30 W/m<sup>2</sup> de la SRE**
- Couverture des besoins ECS : pose de **panneaux solaires thermiques** pour **50% des besoins d'ECS** de l'ensemble du bâtiment (30% si Minergie P-Eco ou Minergie A)
- Alimentation de chaleur principale : valorisation des **ressources renouvelables locales**, ou connexion à un **CAD**, avec une **couverture des besoins de chaleur de 80% EnR** minimum
- Rafraîchissement : limite de **7 W/m<sup>2</sup> de surface climatisée** pour les besoins d'électricité des machines de production de froid

De façon analogue au HPE, différents choix sont possibles pour atteindre le standard THPE. Ils sont regroupés dans le Tableau 2.

	1 - Minergie	2- MoPEC	3-CECB
<b>Norme / Standard</b>	Minergie P-ECO / Minergie A	MoPEC	CECB Classe A
<b>Solaire PV</b>	30 W/m <sup>2</sup> SRE	30 W/m <sup>2</sup> SRE	30 W/m <sup>2</sup> SRE
<b>Solaire Th.</b>		50% ECS	50% ECS
<b>Production chaleur (part non-fossiles)</b>		>80%	>80%
<b>Climatisation</b>			< 7 W/m <sup>2</sup>

Tableau 2: Possibilités pour atteindre le standard THPE

Il est possible d'atteindre le THPE-2000W avec l'obtention d'une labellisation Minergie-P-ECO ou Minergie A qui sont décrites dans la Figure 4.

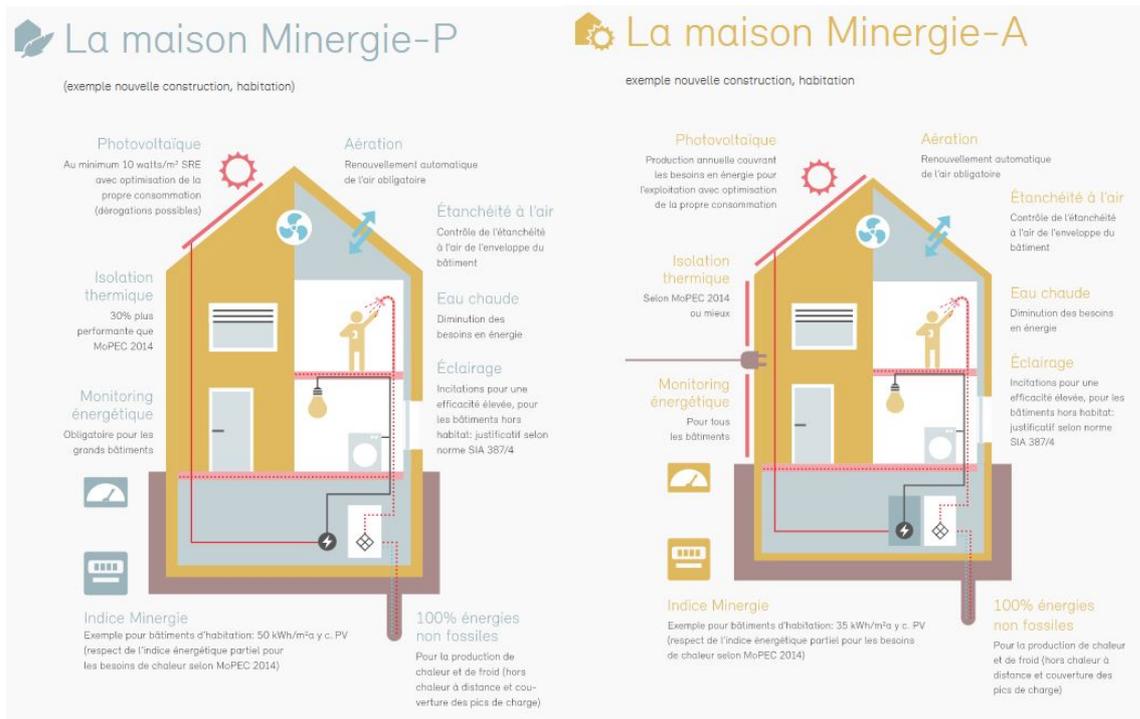


Figure 4: Conditions pour l'atteinte du label Minergie-P (à gauche) et Minergie-A (à droite)

### 3. Besoins énergétiques

#### 3.1 Besoins énergétiques

Le périmètre restreint composé des bâtiments et usages cités en 2.1, permet d'évaluer les besoins énergétique futurs du projet, à partir des ratios de besoins définis par la SIA 2024:2015. À noter que ces affectations sont considérées comme hypothétiques à l'heure actuelle.

Les résultats sont présentés ci-dessous pour des valeurs de référence "standard" et "cible" de la SIA 2024:2015. Cela correspond, pour les besoins de chauffage, aux niveaux qui devraient être atteints pour le standard HPE et THPE respectivement.

##### 3.1.1 Standard HPE

Comme mentionné précédemment, différents choix sont possibles pour atteindre le standard HPE. Nous évaluons ici la possibilité de l'atteindre en passant par une labellisation Minergie.

Les besoins en énergie du projet pour atteindre le standard HPE sont donnés dans la Figure 5.

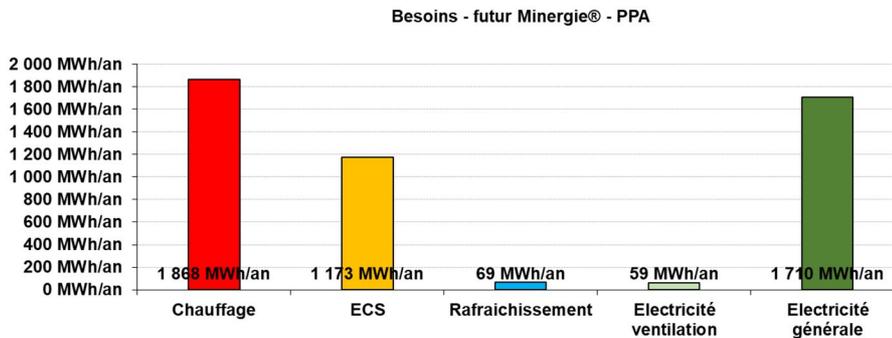


Figure 5: Besoins en énergies label Minergie

Le besoin pour le chauffage est estimé à 31 kWh/m<sup>2</sup> et reste en-dessous de la valeur limite fixée à 35 kWh/m<sup>2</sup>.

##### 3.1.2 Standard THPE

Les besoins en énergie du projet pour atteindre le standard THPE avec Minergie P sont les suivants :

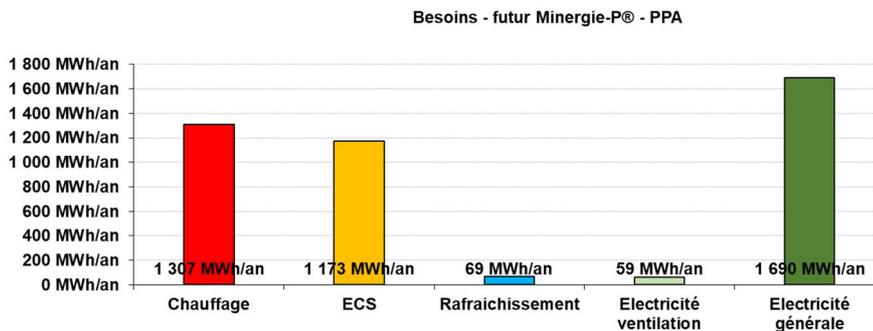


Figure 6: Besoins en énergies label Minergie P

Les besoins de chaleur pour le chauffage avec le label Minergie P sont réduits de 30% par rapport au label Minergie. Ils atteignent 22 kWh/m<sup>2</sup> pour une valeur cible de 25 kWh/m<sup>2</sup>.

### 3.2 SIA 2060 – Cahier des techniques électromobilité

Un parking de 1'000 places sera construit en infrastructure. 25% des places seront équipées D "ready to charge" et le reste en C "power to garage" ou "power to parking".

La demande électrique augmente en conséquence à 590 MWh et 4.5 MW de puissance. Cette augmentation de puissance se base sur 250 voitures (une voiture parcourant 12'000 km en moyenne par an et 20 kWh/100 km). Une attention devra être portée en cas de profils de consommateurs similaires et au nombre de véhicules qui seront sur place pour un rechargement sur une courte durée. Ces bornes de recharges demandent en effet une puissance supérieure pour une recharge rapide.

Il est à noter, toutefois, qu'il sera sans doute possible d'utiliser les véhicules / batteries comme stockage, ce qui améliorera le potentiel d'autoconsommation.

## 4. Potentiel en ressources renouvelables

### 4.1 Géothermie

La géothermie consiste à prélever ou à extraire les calories stockées au niveau du sous-sol ou des nappes aquifères.

On distingue plusieurs types de géothermie applicable à Genève :

- **Géothermie faible profondeur (température inférieure à 30°C)** : sondes verticales, capteurs horizontaux et doublets sur nappe. Ces technologies ne permettent pas une utilisation directe de la chaleur par simple échange. La mise en œuvre de pompes à chaleur de 400 kW avec un COP de 4 est nécessaire pour satisfaire à la demande de chauffage annuelle. Elles correspondent à l'exploitation de forages de faibles profondeurs (moins de 300 m). Il n'y a pas de contrainte particulière concernant la mise en œuvre des sondes verticales. Du stockage saisonnier peut être envisagé. Une attention particulière doit être portée à la recharge du sol, sachant que l'essentiel de la consommation sur le site correspondra à des besoins en chaud.

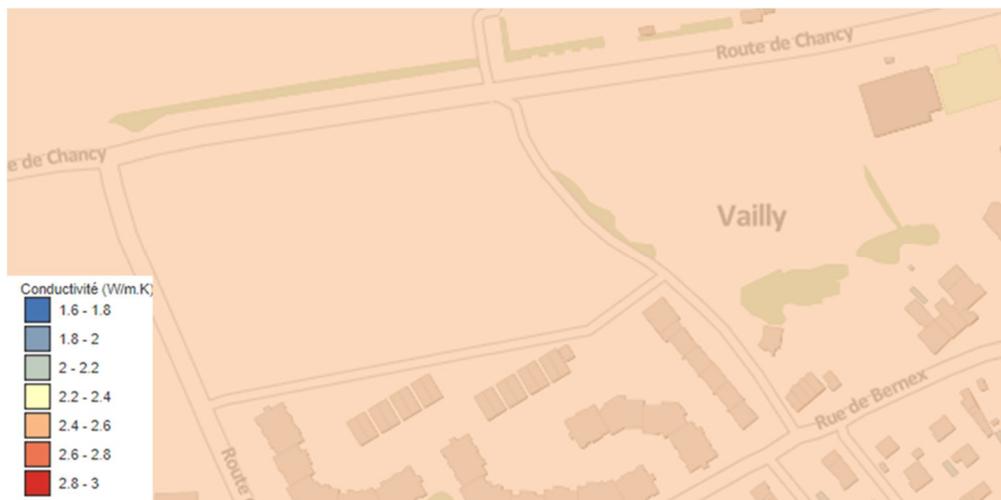


Figure 7 : Conductivité thermique du sol (Source : SITG – 11/2024)

- **Géothermie moyenne profondeur** : Un premier forage exploratoire a été effectué au sud de Bernex à Lully. Les résultats n'ont pas permis de déterminer un potentiel et il n'y aura pas de forage exploratoire sur le secteur de Vailly.

### 4.2 Aérothermie

L'aérothermie consiste en la production de chaleur et/ou de froid à partir de pompes à chaleur fonctionnant sur l'air extérieur.

Cette ressource est illimitée mais les performances des PAC sur air sont limitées en période de grand froid. De plus les nuisances sonores doivent être prises en compte. L'installation des PAC sera néanmoins possible le long de la route de Chancy qui sera classée DSIII.

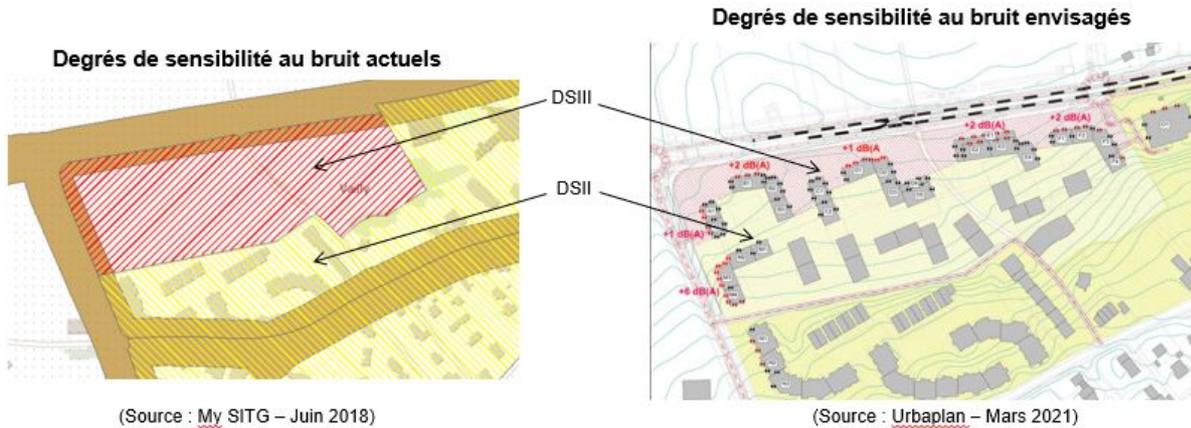


Figure 8: Degré de sensibilité au bruit

### 4.3 Eaux usées

Il est possible d'exploiter la chaleur des eaux usées du site qui est une ressource renouvelable locale disponible toute l'année. Il serait possible de couvrir les besoins d'eau chaude sanitaire à hauteur de 49%. Il est également possible de couvrir l'intégralité des besoins en ECS du site avec un raccordement sur les eaux usées du périmètre élargi. Dans tous les cas il serait nécessaire d'installer un collecteur d'eaux usées sur le site.

#### Hypothèses

Production d'eau usée par personne	200 l/pers/jours
Delta T sur eau usée	5.0 °C
CP eau usée	4 186
COP moyen annuel PAC HT	2.5
COP Froid	2.8
Débits valorisables (neuf)	237 600 l/jrs 9.9 m3/h
Débit nominal existant	136.0 m3/h
Débit existant valorisable	0.0 m3/h
<b>Puissance soutirable</b>	<b>58 kW</b>
Energie soutirable	345 MWh
Puissance soutirable via PAC HT	96 kW
Energie soutirable via PAC HT	576 MWh
<b>Couverture potentielle ECS</b>	<b>49%</b>
Electricité requise	230 MWh/an

#### 4.4 Bois-énergie

Il est également possible de créer un réseau local de chauffage et d'eau chaude sanitaire avec une chaudière à bois. Cette solution utilise une ressource primaire locale et elle est neutre en carbone. Il sera possible d'étendre le réseau au périmètre élargi ainsi qu'aux équipements publics. La limitation d'émission de particules fines est à 20 mg/m<sup>3</sup> et celle de NOx à 250 mg/m<sup>3</sup>. Il sera donc nécessaire de s'assurer que les filtres d'une telle installation soient suffisamment performants pour respecter les limites d'émissions.

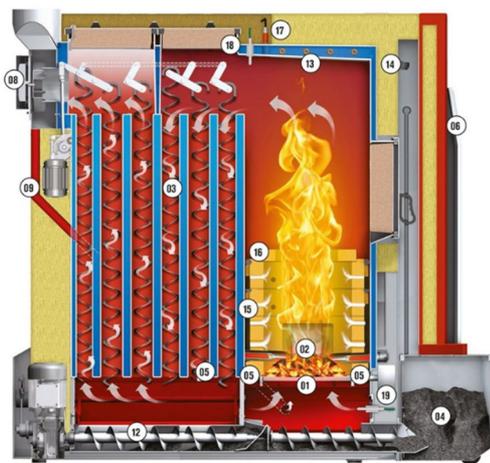


Figure 9: Exemple d'une chaudière à bois.

La ressource local bois étant limité, cette solution est à privilégier dans le cas de zone hors réseau thermique structurant.

#### 4.5 Réseau thermique structurant Geniterre

Un raccordement au réseau de chauffage à distance, GENITERRE, sera possible à la mise en service du PLQ selon les horizons de déploiement validés en 2023. Le raccordement se fera en étape avec une première étape prévu en 2028 lors de la réalisation d'un réseau sur la commune de Bernex.

C'est un réseau haute température (90°C en hiver et 70°C en été). Le mix d'énergie renouvelable sera de 80% en 2030 et 100% en 2050, conformément aux objectifs du Plan Climat Cantonale et du Plan Directeur de l'Energie.

L'article 22 de la loi sur l'Energie définit une obligation de raccordement à un réseau thermique structurant, si ce réseau permet une utilisation plus rationnelle de l'énergie, satisfait pour l'utilisateur un principe de proportionnalité et si le réseau n'utilise pas une énergie non-renouvelable.

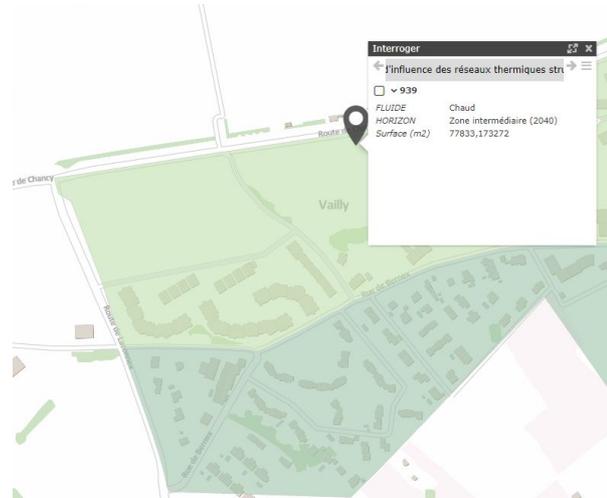


Figure 10: Source : SITG – Réseau Thermique Structurant

#### 4.6 Solaire

Le secteur est favorable à la valorisation de la ressource solaire. Une analyse détaillée est possible pour évaluer la production optimale.

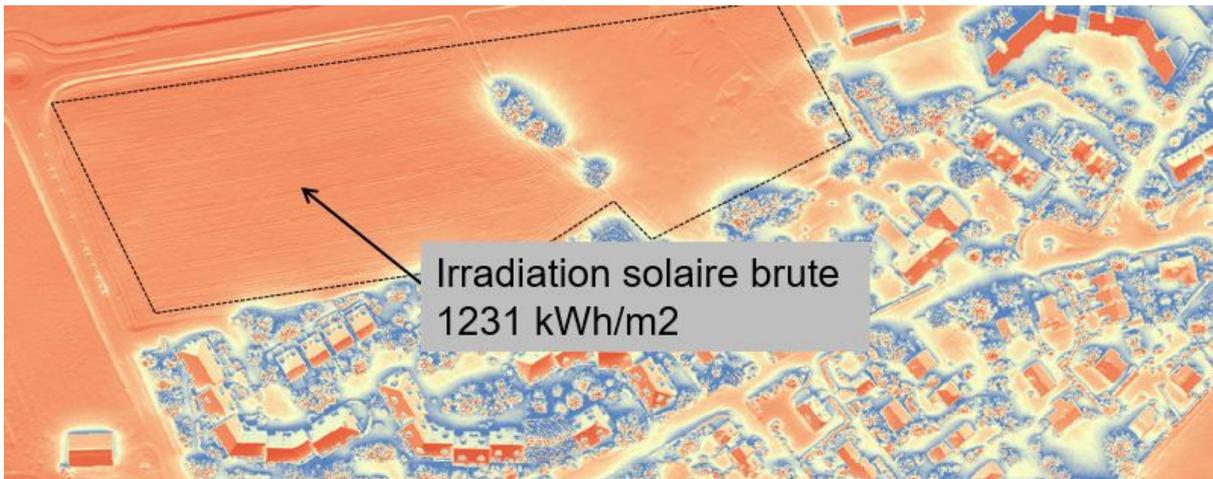


Figure 11: Irradiation solaire brute (source : SITG)

##### 4.6.1 Solaire thermique

Pour rappel, obligation de couvrir 30% des besoins en ECS pour le standard HPE et 50% des besoins pour le standard THPE.

Production spécifique des capteurs orientation idéale	400 kWh/m <sup>2</sup> /an	
Coefficient de remplissage des toitures à plat	75%	
Surface disponible en toiture plate	9 750 m <sup>2</sup>	
Couverture minimale requise ECS	50%	
Production ECS minimale	587 MWh/an	
Surface capteurs nécessaire pour couverture minimale ECS	1 466 m <sup>2</sup>	50%
Surface toiture plate nécessaire pour couverture minimale ECS	1 954 m <sup>2</sup>	
Taux d'utilisation max de toiture pour couverture minimale ECS	15%	

#### 4.6.2 Solaire photovoltaïque

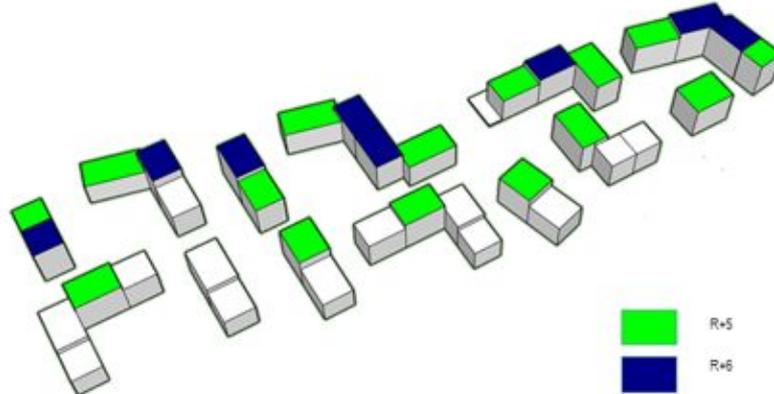
Pour rappel, obligation de 10 W/m<sup>2</sup> pour le standard HPE (max de 30 kWc) et 30 W/m<sup>2</sup> pour le standard THPE.

Production spécifique des capteurs orientation idéale	200 Wc/m <sup>2</sup>	28 W/m <sup>2</sup>
Coefficient de remplissage des toitures à plat	75%	
Surface disponible en toiture plate	8 284m <sup>2</sup>	
Couverture minimale requise	30 W/m <sup>2</sup> <sub>SRE</sub>	
Surface capteurs nécessaire	8 910 m <sup>2</sup>	30 W/m <sup>2</sup>
Surface toiture plate nécessaire	11 880m <sup>2</sup>	
Taux d'utilisation max de toiture	91%	
Taux de couverture des besoins électriques	69%	

Le calcul a été fait en tenant compte de la couverture pour le solaire thermique. En cas de connexion à un réseau structurant, des dérogations sont possibles pour le solaire thermique et permettrait de maximiser la couverture photovoltaïque.

#### 4.6.3 Adaptation au site

Au niveau du site, 13'000 m<sup>2</sup> de toiture le long de la route de Chancy partie "nord" sont disponibles,



Sur les autres bâtiments partie "sud", des toitures plates ou inclinées pourront être utilisées suivant les choix architecturaux retenus et les orientations les plus favorables.

Au niveau réglementaire, la taille des installations :

- Si solaire PV seul :
  - Couverture réglementaire (HPE) de 10 W/m<sup>2</sup> : 2'900 m<sup>2</sup> de panneaux
  - Couverture réglementaire (THPE) de 30 W/m<sup>2</sup> : 8'800 m<sup>2</sup> de panneaux
- Si solaire thermique :
  - Couverture réglementaire (HPE) de 30% d'ECS : 900 m<sup>2</sup> de capteurs
  - Couverture réglementaire (THPE) de 50% d'ECS : 1'500 m<sup>2</sup> de capteurs

La valorisation de l'énergie solaire locale nécessite d'être étudiée de manière précise et devra être effectuée au stade du projet. La possibilité d'installer des panneaux hybrides sera étudiée à ce stade.

#### 4.6.4 Gestion de l'électricité

Comme décrit au chapitre 3, le quartier aura besoin d'un minimum de 1'750 MWh électriques par an, si le scénario Minergie P est retenu. À cela doit être rajouté un total de 590 MWh pour les véhicules électriques rechargés dans les parkings souterrains, comme décrit dans le chapitre 3.2, soit un total de 2.3 GWhs. La puissance nécessaire pour les bâtiments et les bornes de recharges se situe entre 5 et 5.5 MW.

En suivant les recommandations réglementaires THPE, 8'800m<sup>2</sup> de panneaux solaires photovoltaïques sont nécessaires, pour une production annuelle supérieure à 7.5 GWhs d'électricité. Un regroupement pour la consommation propre (RCP) est à envisager pour connecter l'ensemble des bâtiments sur le même réseau et que chacun d'eux puissent profiter de l'énergie produite. Sans RCP, seuls les bâtiments dont la toiture est équipée de panneaux photovoltaïques pourront bénéficier de cette énergie, ce qui impactera négativement le taux d'autoconsommation.

Avec cette surface photovoltaïque et une RCP, une autoconsommation d'environ 30% de la production est envisageable. Le reste est réinjecté sur le réseau et revendu au GRD local.

Aussi, l'autoconsommation peut être améliorée grâce à des batteries de stockage ainsi que le potentiel représenté par les véhicules électriques et leur batterie. Tout système de stockage permettra de rendre l'électricité produite en toiture disponible à des heures où les cellules photovoltaïques ne produisent plus d'électricité. Avec un système de stockage d'environ 1MWh, il est possible d'atteindre 50% d'autoconsommation.

## 5. Synthèse des opportunités

Ressource	Diagnostic	Remarques	Valorisation
Solaire thermique et photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de contrainte particulière à part les ombrages locaux.</li> <li>Équipements PV et thermique envisageables</li> <li>Surfaces disponibles sur les toitures des bâtiments</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potentiel de mise en œuvre important du solaire photovoltaïque et thermique</li> <li>Possibilité de faire que du photovoltaïque avec un raccordement à un réseau structurant</li> </ul>	
Réseaux et infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> <li>GeniTerre avec mix avec fort taux d'énergie renouvelable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raccordement à un réseau thermique structurant GeniTerre selon obligation légale</li> </ul>	
Géothermie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de forage exploratoire pour la géothermie moyenne profondeur prévu sur le site</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investissement important</li> </ul>	
Aérothermie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiments le long de la route de Chancy classés en DSIII</li> <li>Nuisance sonore pour les bâtiments classés en DSII à proximités des installations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibilité d'installation de pompes à chaleur sur le périmètre DSIII</li> <li>Intérêt en utilisation saisonnière</li> </ul>	
Eaux Usées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ressource disponible.</li> <li>Coût investissement important</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessité d'installer un deuxième système, ne suffit pas pour couvrir l'ECS et le chauffage</li> </ul>	
Bois	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ressources locales limité</li> <li>Fort potentiel de développement d'un réseau local et d'extension au périmètre élargi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ressource réservée aux zones hors RTS</li> <li>Fort contrainte réglementaire</li> <li>Potentiel solution transitoire et synergie avec la chaufferie existante de l'École Robert Hainard</li> </ul>	

Tableau 3: tableau de synthèse des ressources disponibles

## 6. Stratégies énergétiques proposées

### 6.1 Concepts énergétiques

Il est proposé d'opter pour un standard THPE (solaire thermique + solaire photovoltaïque).

Plusieurs scénarios d'approvisionnement sont possibles :

- **Scénario 1 "Réseau thermique structurant GeniTerre:** Raccordement CAD (chauffage et ECS) + *groupes froids (rafraîchissement)*
- **Scénario 2 "Sonde géothermie verticales"** : PAC (chauffage, ECS) et *rafraîchissement par géocooling*
- **Scénario 3 "Air"** : PAC Aérothermie (chauffage, ECS et *rafraîchissement*)
- **Scénario 4 "Eaux Usées"** : PAC EU pour ECS + PAC Chauffage
- **Scénario 5 "Bois"** : Chaudière bois (chauffage et ECS) + réseau local de chauffage + *groupes froids (rafraîchissement)*

Les données générales du projet sont reprises ci-dessous :

Surface de plancher (SRE)	59 400 m <sup>2</sup>
Surface de plancher froid (SRE)	5 346 m <sup>2</sup>
Surface de parcelle pleine terre	55 455 m <sup>2</sup>
Surface d'emprise au sol des bâtiments + sous-sol	7 400 m <sup>2</sup>
Surface d'emprise sous-sol	18 100 m <sup>2</sup>
Surface de toiture totale	13 000 m <sup>2</sup>
Surface de façade	49 700 m <sup>2</sup>
<b>Chauffage</b>	
ECS	1 307 MWh/an
Rafraichissement	1 173 MWh/an
Électricité ventilation	69 MWh/an
Électricité générale	59 MWh/an
Habitant	2 350 MWh/an
	1 188 habitants
<b>Puissance installée</b>	
Chauffage	23 W/m <sup>2</sup>
ECS	3 W/m <sup>2</sup>
Rafraichissement pleine charge	7 W/m <sup>2</sup>
Électricité	5 W/m <sup>2</sup>

Scénario  
THPE

Le regroupement de consommation propre exerce également une influence sur le projet tel qu'illustré avec le schéma ci-dessous.

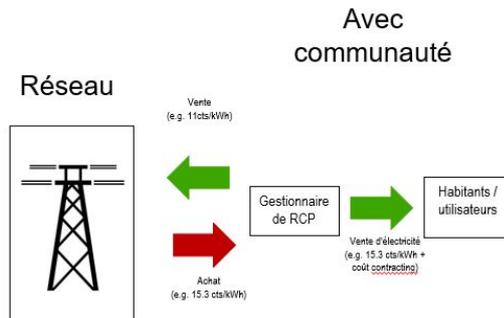


Figure 12: Schéma illustrant le principe de Regroupement de Consommation Propre

### 6.2 Analyses multicritères

Deux concepts se distinguent de l'analyse multicritères, la valeur la plus haute donne le meilleur résultat.

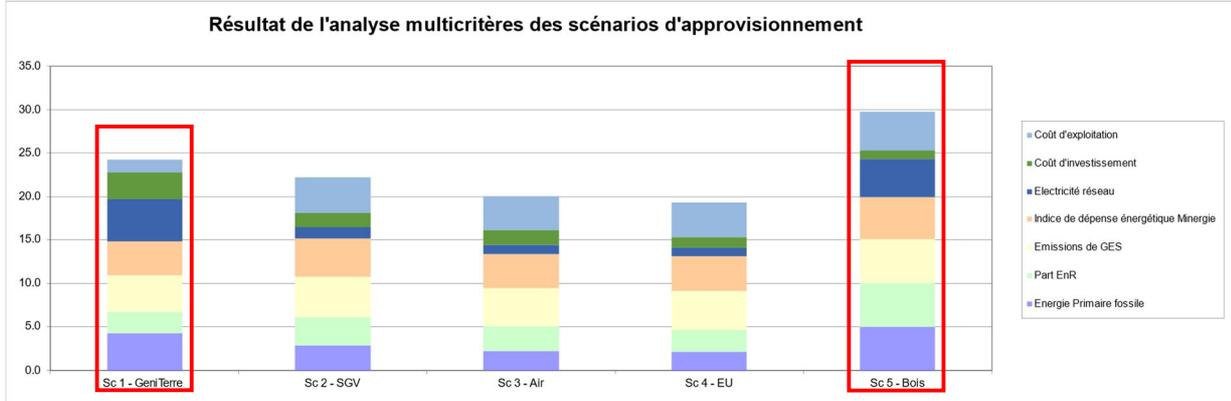


Tableau 4: résultats de l'analyse multicritères par concepts

Les concepts de raccordement au « réseau thermique structurant GeniTerre » et bois sont ceux qui sont les plus performants. Le détail de chaque scénario est présenté ci-dessous.

Les concepts « réseau thermique structurant GeniTerre » et « bois » ont chacun des avantages et des inconvénients qu'il est nécessaire de prendre compte suivant le tableau ci-dessous :

	Avantages	Inconvénients
<b>Concept Geniterre</b>	Maximisation de la production PV	Pas de maîtrise de la temporalité
	Obligation légale	
<b>Concept bois</b>	Energie renouvelable proche de 100%	Contraintes légales concernant les émissions et ressources limités
	Installations alignées avec le phasage de développement	

Pour ces raisons, et dans le contexte particulier du PLQ Vailly et de Bernex, une connexion à "GeniTerre", qui est un Réseau Thermique Structurant (RTS), est préconisée. Cela permet le respect de l'obligation de raccordement aux RTS (selon l'article 22 de la Loi sur l'Energie) et participe au développement des RTS sur le Canton de Genève.

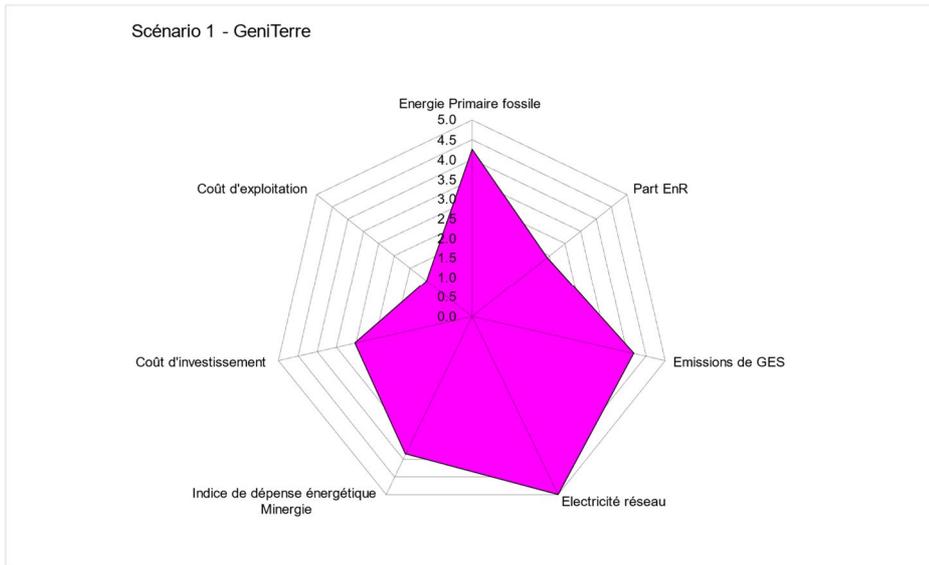


Figure 13: Analyse multicritères du concept réseau thermique structurant GeniTerre

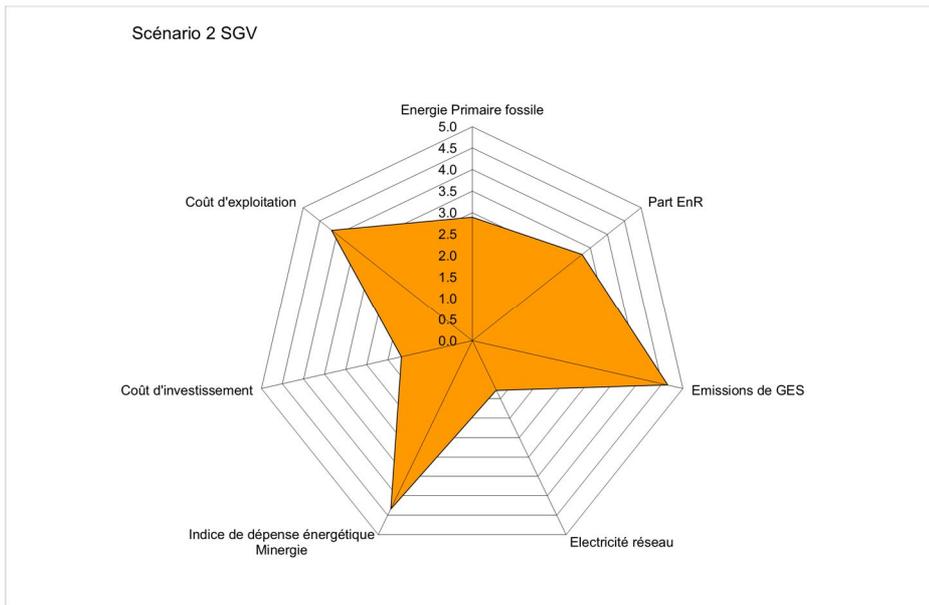


Figure 14: Analyse multicritères concept SGV

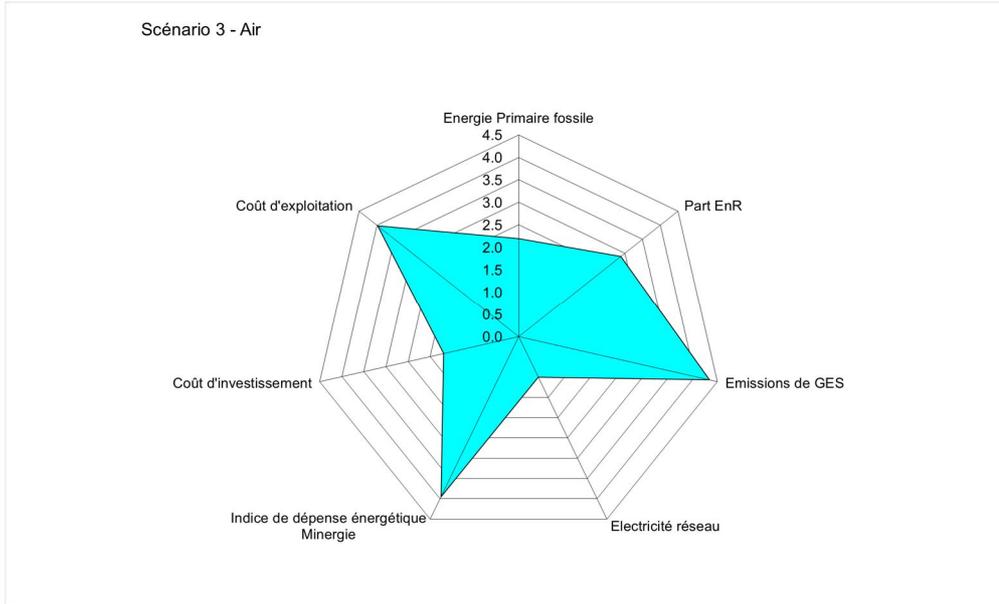


Figure 15: Analyse multicritères concept air

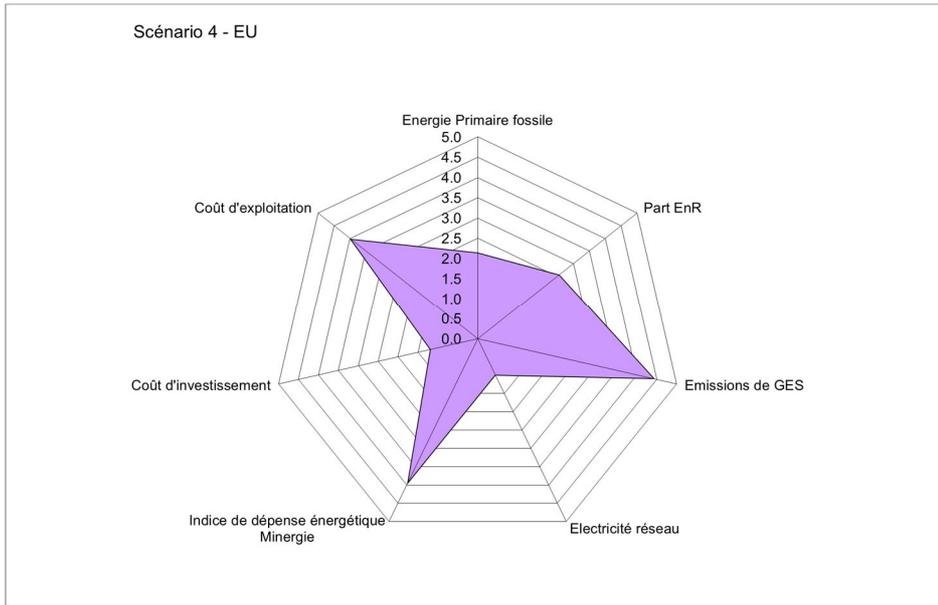


Figure 16: Analyse multicritères concept eau usée

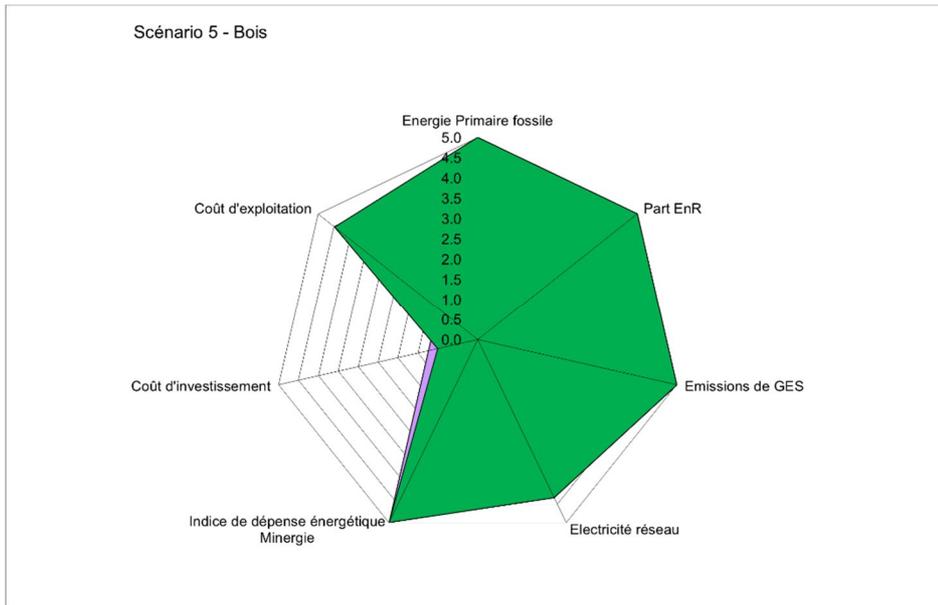


Figure 17: Analyse multicritères concept bois

### 6.3 Positionnement des acteurs

Ci-dessous sont énumérées les positions des différentes instances décisionnelles sur le projet.

- Ø **OCEN (05.11.2020)** : L'OCEN encourage les scénarios permettant d'amorcer la transition énergétique du voisinage actuellement alimenté en énergies fossiles. En ce sens, le scénario CAD Rive Gauche est à approfondir puisque le PLQ Vailly est soumis à l'obligation de raccordement au sens de l'article 22 LEn, L 2 30. En effet, selon le plan directeur de l'énergie 2020-2030 adopté par le Conseil d'Etat le 2 décembre 2020, le périmètre du PLQ 30022 Vailly se trouve dans la zone d'influence du réseau thermique structurant.
- Ø **SIG (05.11.2020)**: Selon les discussions eues avec M. Jad Khoury et M. Pierre Richard, une étude de faisabilité d'un CAD de quartier est envisagée sur le périmètre élargi du PLQ pour anticiper l'arrivée du CAD-Rive-Gauche qui est lié au planning de réalisation de la 2<sup>ème</sup> phase du Boulevard des Abarois. En effet le périmètre élargi du PLQ est situé dans la zone d'influence du réseau structurant CAD-SIG, dont le taux d'énergie renouvelable visé à l'horizon 2030 est de 80%, conformément aux engagements des SIG vis-à-vis du canton de Genève.
- Ø **OU (16.11.2020)**: La période pour la réalisation de la seconde étape du Boulevard des Abarois reste incertaine à ce stade.
- Ø **Commune de Bernex (16.11.2020)** : M. Jean-Michel Zurbuchen, responsable des bâtiments à la commune de Bernex, la commune mentionne que la chaudière à bois existante à l'école Robert-Hainard est surdimensionnée et peut répondre aux besoins du demi-groupe scolaire (24 classes) en projet. Néanmoins, un branchement sur un réseau de chaleur local pourrait présenter un intérêt pour la commune en termes de durabilité. Un intérêt est donc présent en fonction du prix au kWh de l'énergie.
- Ø **SIG (19.11.2020)**: Selon M. Michel Meyer et M. Loïc Quiquerez (SIG- Programme Geothermie 2020) un forage exploratoire a été réalisé au sud du quartier et serait aussi envisageable sur le périmètre de la PLQ. Toutefois, les besoins sur le site (même avec le périmètre élargi) restent limités et il faudra attendre l'arrivée d'un réseau structurant sur le site pour s'assurer de la viabilité d'un tel forage.

- Ø **SABRA (19.11.2020)**: Selon les discussions eues avec M. Christian Gehrig, les recommandations et les directives cantonales et fédérales doivent être scrupuleusement respectés pour les chaufferies à bois avec une puissance supérieure à 70kW. Il conviendra le moment venu de compléter l'analyse technico-économique préliminaire effectuée dans le cadre du CET pour justifier de l'utilisation du bois. Par ailleurs, cette solution transitoire, si elle est uniquement transitoire, est possible dans les conditions définies par le cadre légal.
- Ø **SIG (11.10.2024)** : Selon les discussions avec M. Ivo Slits, le nouveau calendrier du déploiement du réseau Geniterre, il est prévu que le réseau soit disponible d'ici la mise en service / début d'exploitation du PLQ. Dans ce cadre, le raccordement sera prévu par la mise en place d'une sous-station sur le PLQ avec les indications qui seront fournies par les SIG dans l'étude.
- Ø **OCEN (11.10.2024)** : Selon les discussions avec M. Yun Feng, le raccordement au Rése Thermique Structurant Geniterre, permet de valider les exigences du THPE 2000W et aussi des labellisations prévues pour le quartier. Les SIG devront fournir une alimentation conforme aux Plan Directeur de l'Energie (et donc au taux d'énergie renouvelable) et aux exigences des RTS.

#### 6.4 Visualisation graphique du concept thermique

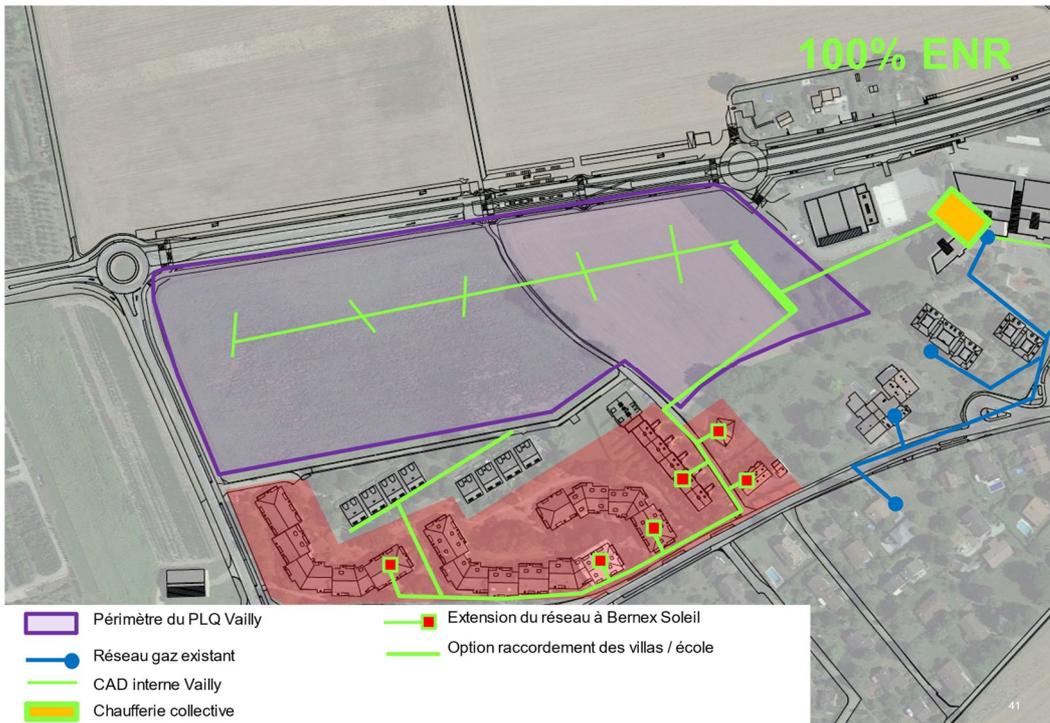


Figure 18: Vision à long terme du concept thermique

## 7. Conclusion

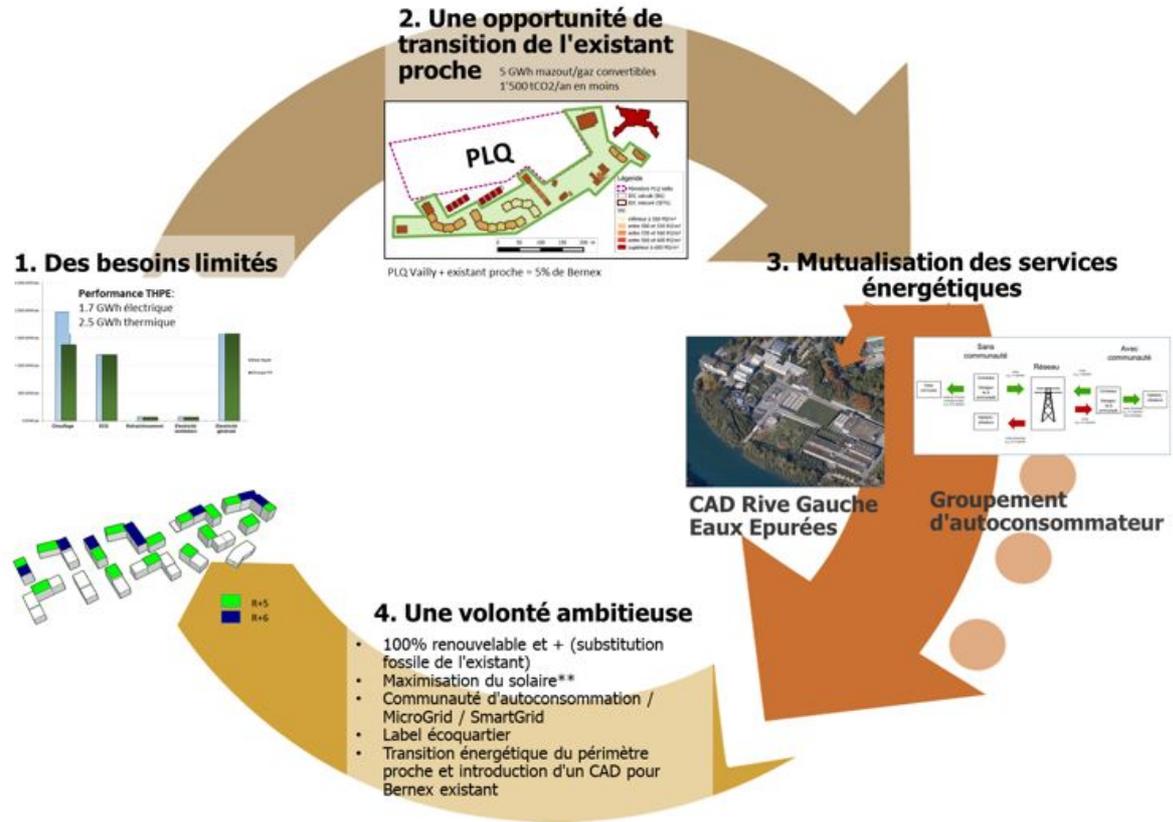


Figure 19: Cercle vertueux du projet

## A. Données de références

### Contexte énergétique :

- L'art 47 de l'Ordonnance fédérale sur l'aménagement du territoire (OAT)
- Loi sur l'énergie - LEn L2 30
- Règlement d'application de la loi sur l'énergie - REn L 2 30.01
- Loi sur les constructions et les installations diverses - LCI L 5 05
- Règlement d'application de la loi sur les constructions et les installations diverses - RaLCI L 5 05.01
- La conception générale de l'énergie 2013 – canton de Genève (RD 986-A / R 732-A)
- 1<sup>ère</sup> mise à jour du Plan directeur cantonal 2030 (PDCn 2030)
- Politique énergétique de la Commune de Bernex
- Subventions nationales, cantonales et communales

### Informations :

- PSD Bernex Nord
- Études énergies renouvelables du Canton de Genève (Bois énergie, Géothermie, Hydraulique)
- Cartographie : <http://http://ge.ch/sitg/> et <https://map.geo.admin.ch/>