



100004.10-RN001a

25 août 2021

CONCEPT ENERGÉTIQUE TERRITORIAL

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

*CET 2021-01*

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





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

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

**CET 2021-01 associé au PLQ n°30'022 Vailly**

### Commentaires de l'OCEN

- Ce CET est une mise à jour de 2021 prenant en compte les changements réglementaires et les nouvelles perspectives de synergie avec le déploiement prévu des réseaux structurant pour le PLQ Vailly
- Les solutions proposées intègrent la possibilité d'alimenter en énergie renouvelable certains quartiers de Bernex, ainsi qu'un raccordement futur avec le CAD SIG rive gauche (considéré comme réseau structurant dans le PDE)

Bon pour validation:

Date: 26.08.2021

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

Olivier Nigg  
Responsable stratégie énergétique





CONCEPT ENERGÉTIQUE TERRITORIAL

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

---

VERSION	-	-
DOCUMENT	100004.10-RN001	100004.10-RN001a
DATE	4 août 2021	25 août 2021
ELABORATION	Romain Ledoux	Romain Ledoux
VISA	Dasaraden Mauree	Dasaraden Mauree
COLLABORATION		
DISTRIBUTION	Losinger Marazzi	Losinger Marazzi



<b>Table des matières</b>		<b>Page</b>
<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)	6
<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	13
4.4	Bois-énergie	14
4.5	CAD Rive Gauche	14
4.6	Solaire	15
4.6.1	Solaire thermique	15
4.6.2	Solaire photovoltaïque	15
4.6.3	Adaptation au site	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	Analyse multicritère	19
6.3	Concept intermédiaire préconisé	22
6.4	Élargissement du périmètre	24
6.5	Positionnement des acteurs	25
6.6	Visualisation graphique du concept thermique	26



**CET BERNEX VAILLY**

<b>7.</b>	<b>Conclusion</b>	<b>27</b>
<b>A.</b>	<b>Données de références</b>	<b>29</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 (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 territorial, déploiement des réseaux de chaleur à distance, Commune de Bernex (septembre 2021)

### 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>F</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).

Le concept énergétique proposé pour le quartier de Bernex Vailly est le suivant :

- **Distribution de chaud à l'échelle du quartier** : création d'une infrastructure énergétique de quartier - mise en place d'un réseau chaud alimentant les différents bâtiments.
- **Production de chaleur et d'eau chaude sanitaire** : production renouvelable à partir d'une chaufferie à bois couplé à de la récupération sur les eaux-usées.
- **Maximisation de l'autonomie énergétique** avec un coût d'exploitation moins élevé et un **taux d'énergie renouvelable proche des 100%** pour les besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire.
- Prêt pour un éventuel **raccordement à CAD-Rive Gauche**.
- **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'Energie de Genève, les toitures devraient être équipées au minimum à hauteur de **8'800 m<sup>2</sup>** de panneaux photovoltaïques.

Une attention particulière devra être portée à la sensibilisation des utilisateurs à travers plusieurs actions concrètes comme : la distribution d'un **carnet 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.



## CET BERNEX VAILLY

### 2. État des lieux

5

#### 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 75% d'utilisation de ressources renouvelables et 25% de ressources fossiles) et de diviser par 4 la consommation d'énergie ainsi que les rejets de CO<sub>2</sub> actuels (voir l'atteinte de la neutralité carbone). 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.

#### 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.

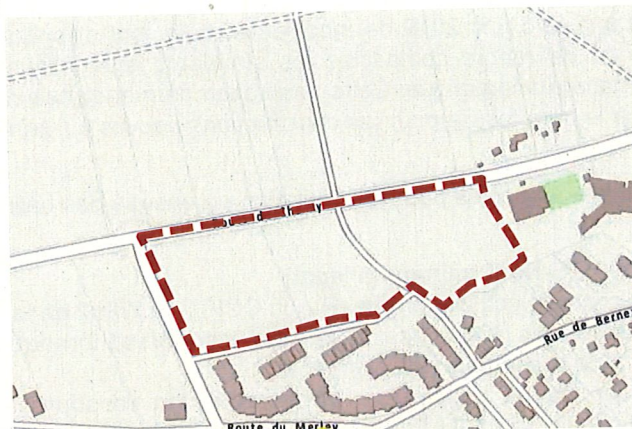


Figure 1: Périmètre du PLQ Bernex Vailly



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; RE<sub>n</sub>)

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.



## CET BERNEX VAILLY

7

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

## La maison Minergie

(exemple nouvelle construction, habitation)

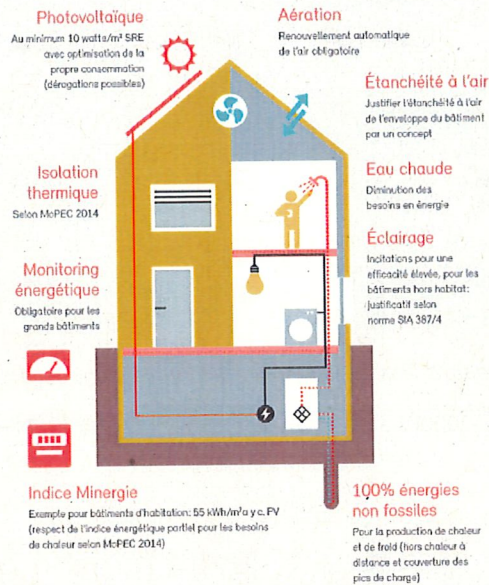


Figure 3: Conditions pour l'atteinte du label Minergie

- 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.

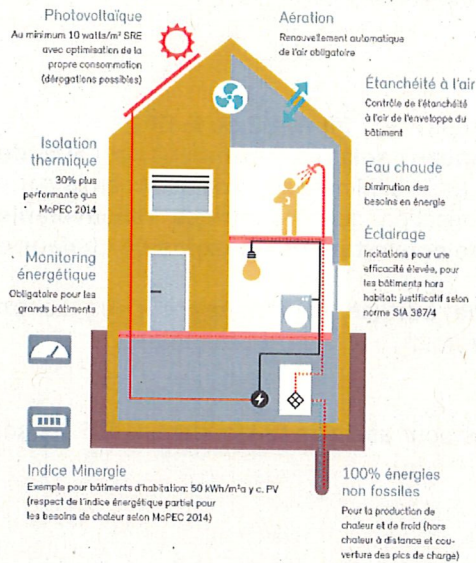
	1 - Minergie	2- MoPEC	3-CECB
<b>Norme / Standard</b>	Minergie P-ECO / Minergie A	MoPEC	CECB Classe A
<b>Solaire PV</b>	30 W/m <sup>2</sup> SRE	30 W/m <sup>2</sup> SRE	30 W/m <sup>2</sup> SRE
<b>Solaire Th.</b>		50% ECS	50% ECS
<b>Production chaleur (part non-fossiles)</b>		>80%	>80%
<b>Climatisation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

### La maison Minergie-P

(exemple nouvelle construction, habitation)



### La maison Minergie-A

exemple nouvelle construction, habitation

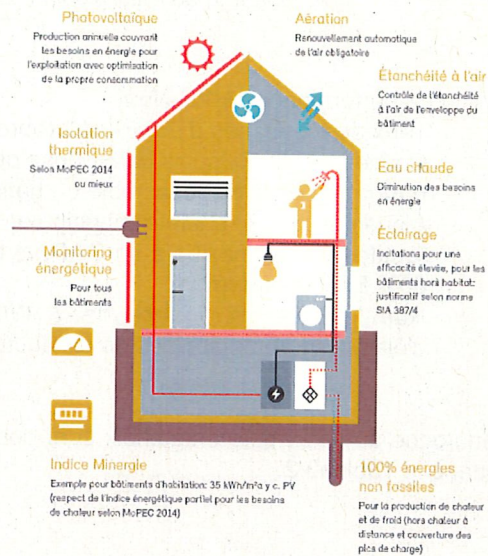


Figure 4: Conditions pour l'atteinte du label Minergie-P (à gauche) et Minergie-A (à droite)

### 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.

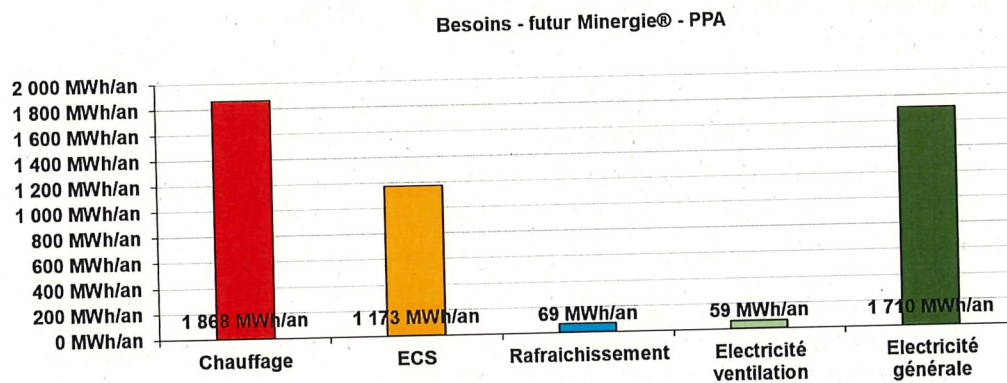


Figure 5: Besoins en énergies label Minergie

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 :

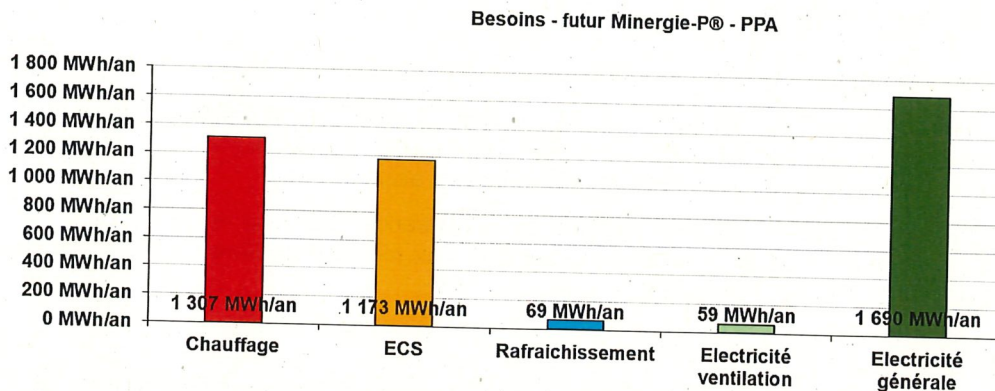


Figure 6: Besoins en énergies label Minergie P

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.



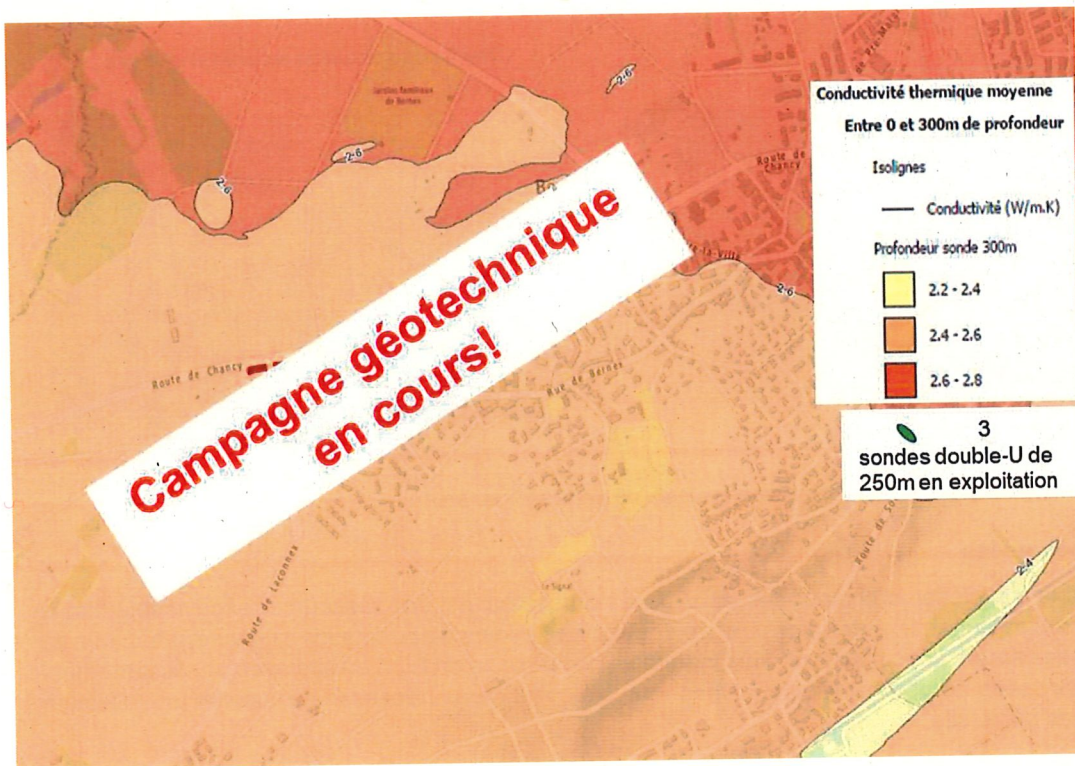


Figure 7 : (Source : SITG – Mars 2018) - Campagne géotechnique en cours

- **Géothermie moyenne profondeur** : Un premier forage exploratoire a été effectué au sud de Bernex à Lully. La température de l'eau est importante mais le débit pas suffisant. Une nouvelle campagne d'acquisition sismique 3D est prévue en 2021. En fonction des résultats de cette campagne, un forage exploratoire pourrait se faire sur le site de Vailly. Cette ressource est un avantage pour le CAD Rive Gauche mais elle a également des inconvénients. Les installations devront être surdimensionnées pour le quartier en attendant une éventuelle connexion au CAD-RG.

#### 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.

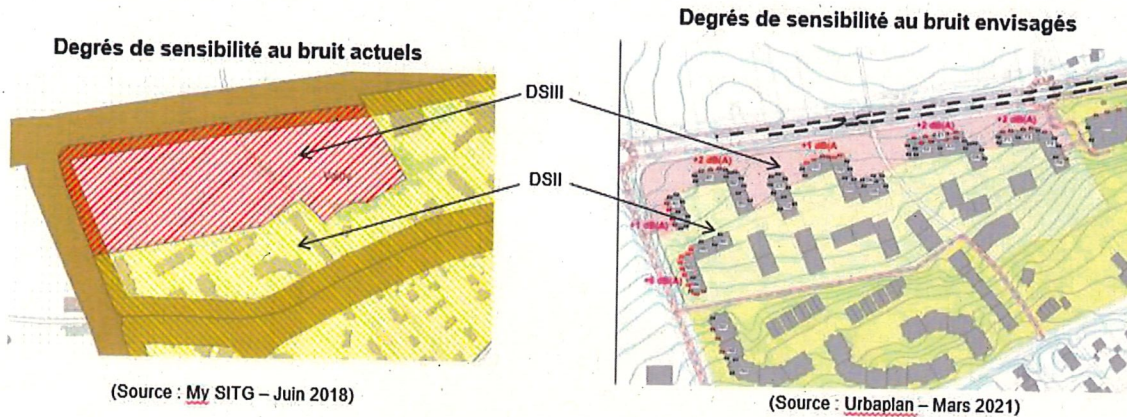


Figure 8: Degré de sensibilité au bruit

### 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	
Delta T sur eau usée	
CP eau usée	
COP moyen annuel PAC HT	
COP Froid	
Débits valorisables (neuf)	
Débit nominal existant	
Débit existant valorisable	
<b>Puissance soutirable</b>	
Energie soutirable	
Puissance soutirable via PAC HT	
Energie soutirable via PAC HT	
<b>Couverture potentielle ECS</b>	
Electricité requise	

200 l/pers/jours
5.0 °C
4 186
2.5
2.8

237 600 l/jrs
9.9 m <sup>3</sup> /h
136.0 m <sup>3</sup> /h
0.0 m <sup>3</sup> /h
58 kW
345 MWh

96 kW
576 MWh
49%
230 MWh/an

**CET BERNEX VAILLY**  
**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 soit suffisamment performants pour respecter les limites d'émissions.

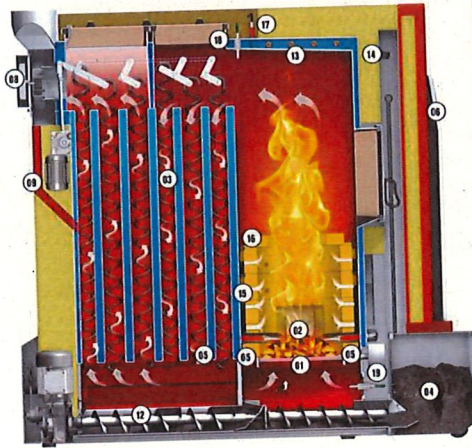


Figure 9: Exemple d'une chaudière à bois.

**4.5 CAD Rive Gauche**

Un raccordement au réseau de chauffage à distance des SIG est possible. Son arrivée est prévue au niveau du quartier lors de la réalisation de la dernière étape du Boulevard des Abarois.

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.

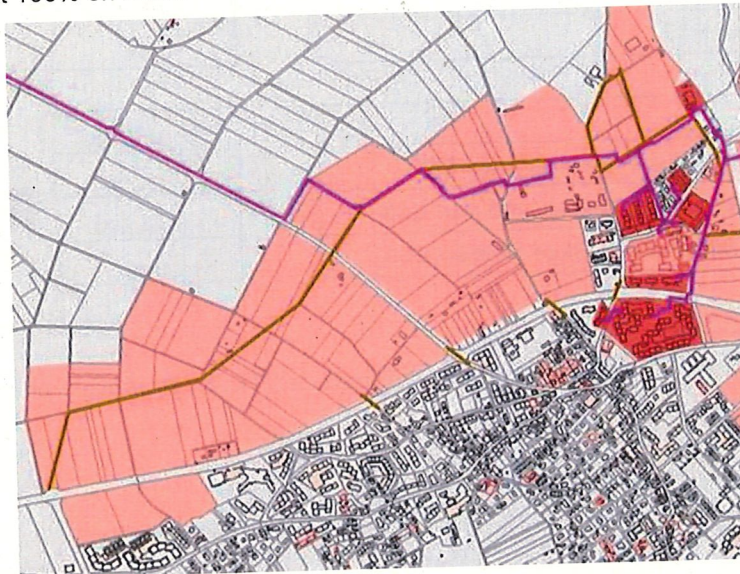


Figure 10: Source : Tracé prévisionnel du futur réseau transmis par SIG – octobre 2020

#### 4.6 Solaire

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

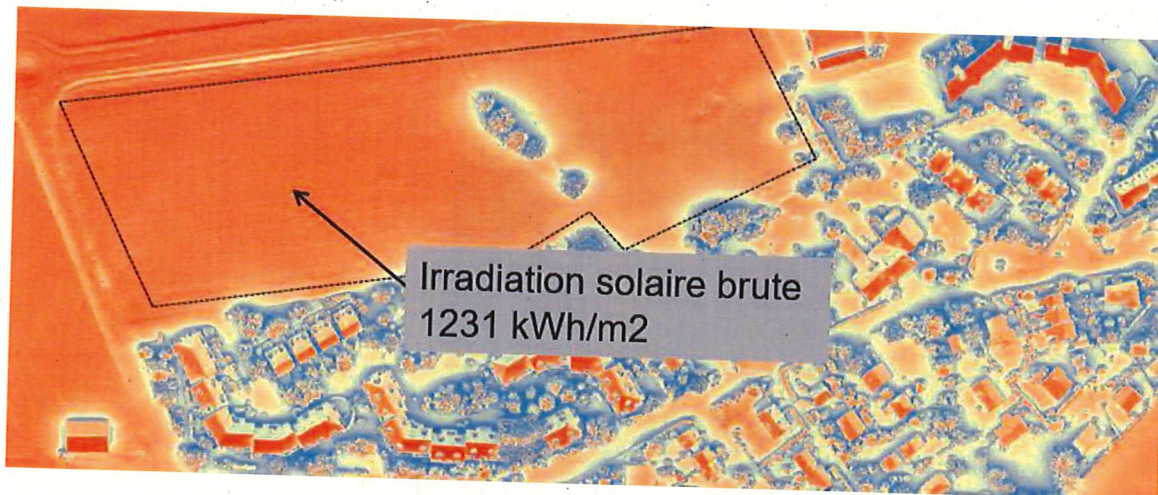


Figure 11: Irradiation solaire brute (source : SITG)

##### 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>	
Surface toiture plate nécessaire pour couverture minimale ECS	1 954 m <sup>2</sup>	→ 50%
Taux d'utilisation max de toiture pour couverture minimale ECS	15%	

##### 4.6.2 Solaire photovoltaïque

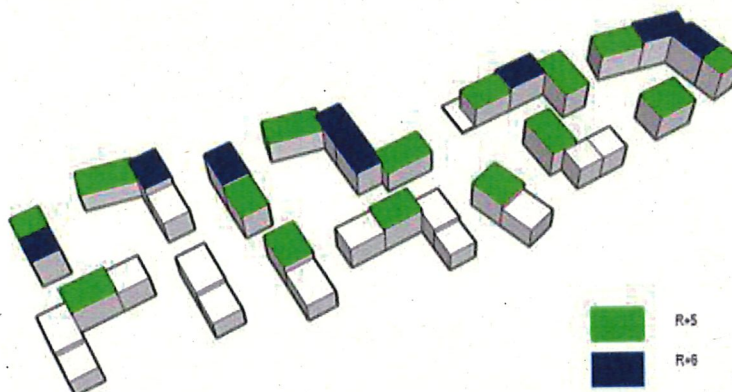
Pour rappel, obligation de 10 W/m<sup>2</sup> pour le standard HPE (max de 30 kWc) et 30 W/m<sup>2</sup> pour le standard THPE.

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 10 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.

## 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>CAD Rive-Gauche avec mix avec fort taux d'énergie renouvelable encore incertain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raccordement à CAD Rive-Gauche possible, tracé en cours d'étude</li> <li>Solution intermédiaire nécessaire</li> </ul>	
Géothermie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campagne de forage en cours</li> <li>Investissement important</li> <li>Incertitude sur le potentiel réel (pour la moyenne profondeur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solution pour alimenter le CAD-RG</li> <li>Fort taux d'énergie renouvelable dans le mix.</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>	 Performance et nuisance sonore
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 disponibles</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>Fort contrainte réglementaire</li> <li>Bonne solution transitoire</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 0 "Gaz"** : Chaudières gaz condensation selon phasage (chauffage et complément ECS) + groupes froids (rafraîchissement)
- **Scénario 1 "CAD Rive Gauche"** : 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>

Chauffage	1 307 MWh/an
ECS	1 173 MWh/an
Rafratchissement	69 MWh/an
Électricité ventilation	59 MWh/an
Électricité générale	2 350 MWh/an
Habitant	1 188 habitants

<b>Puissance installée</b>	
Chauffage	23 W/m <sup>2</sup>
ECS	3 W/m <sup>2</sup>
Rafratchissement pleine charge	7 W/m <sup>2</sup>
Électricité	5 W/m <sup>2</sup>

Scénario  
THPE

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

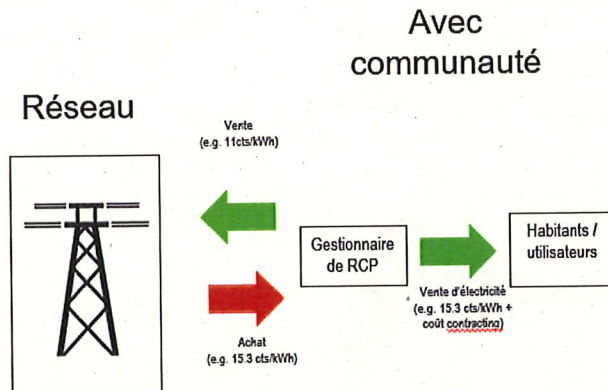


Figure 12: Schéma illustrant le principe de Regroupement de Consommation Propre

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

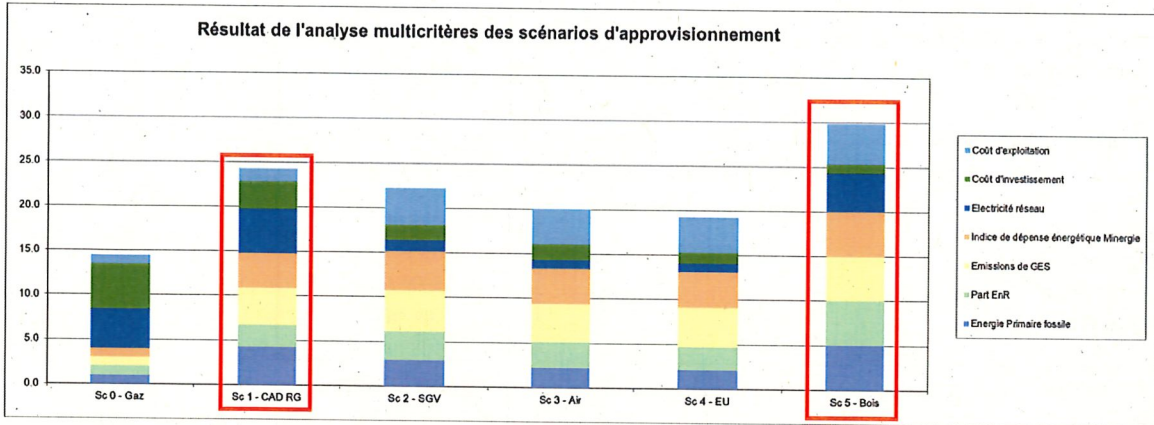


Tableau 4: résultats de l'analyse multicritères par concepts

Les concepts de raccordement au CAD-RG et bois sont ceux qui sont les plus performants. Le détail de chaque scénario est présenté ci-dessous.

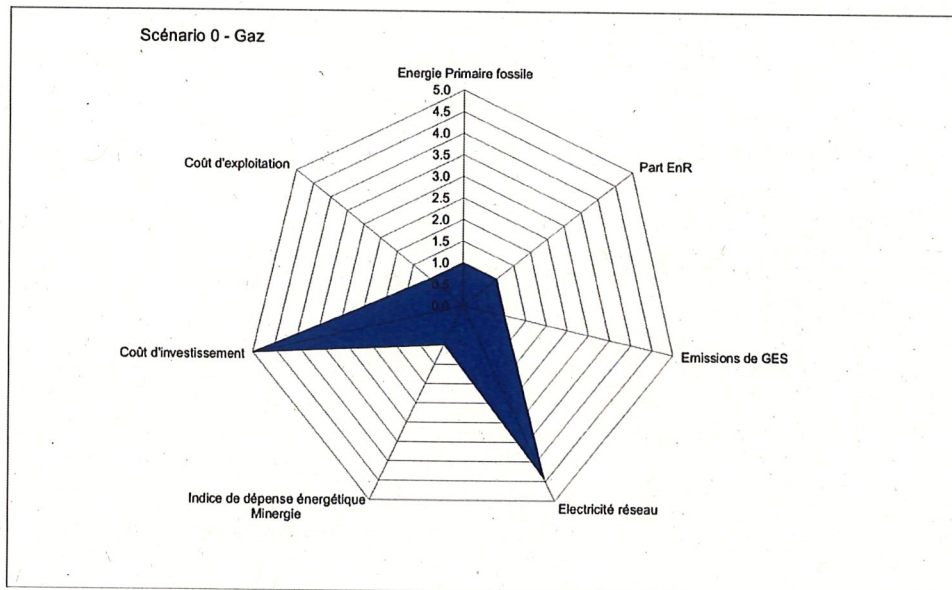


Figure 13: Analyse multicritères concept gaz



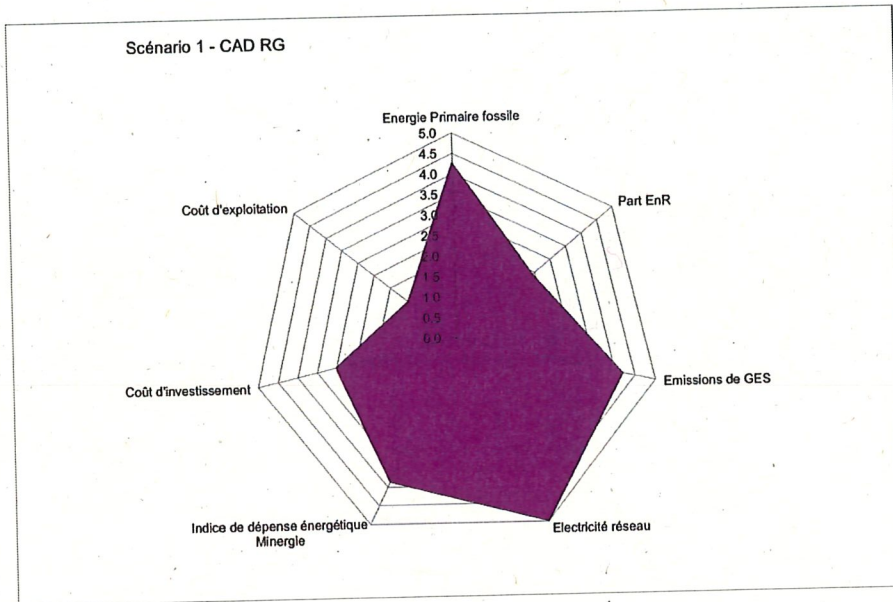


Figure 14: Analyse multicritères concept CAD-RG

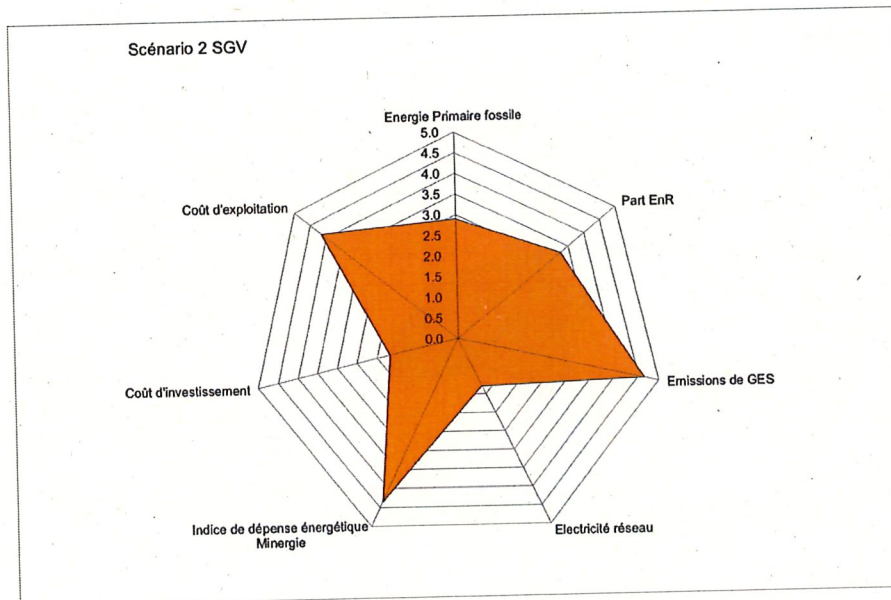


Figure 15: Analyse multicritères concept SGV

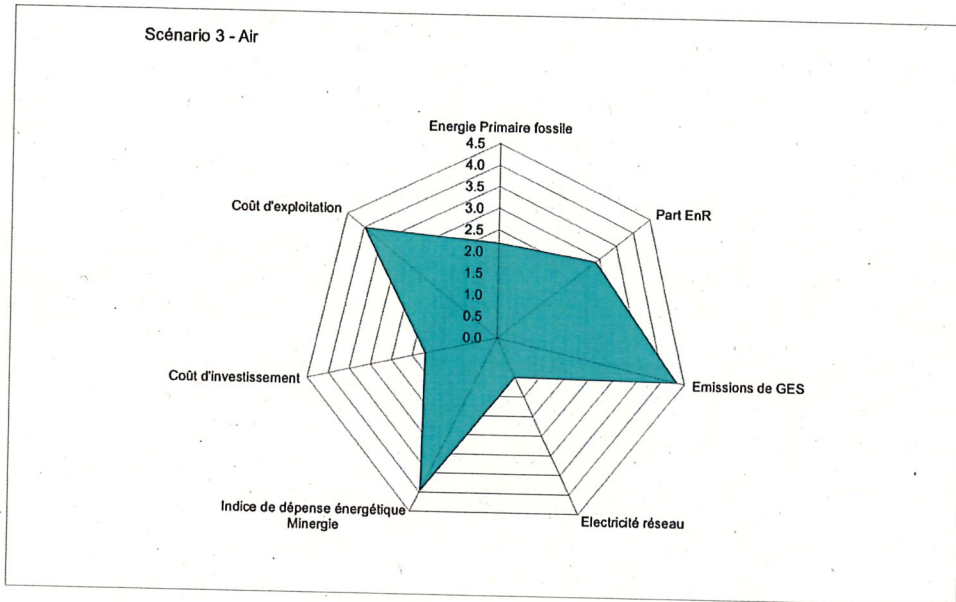


Figure 16: Analyse multicritères concept air

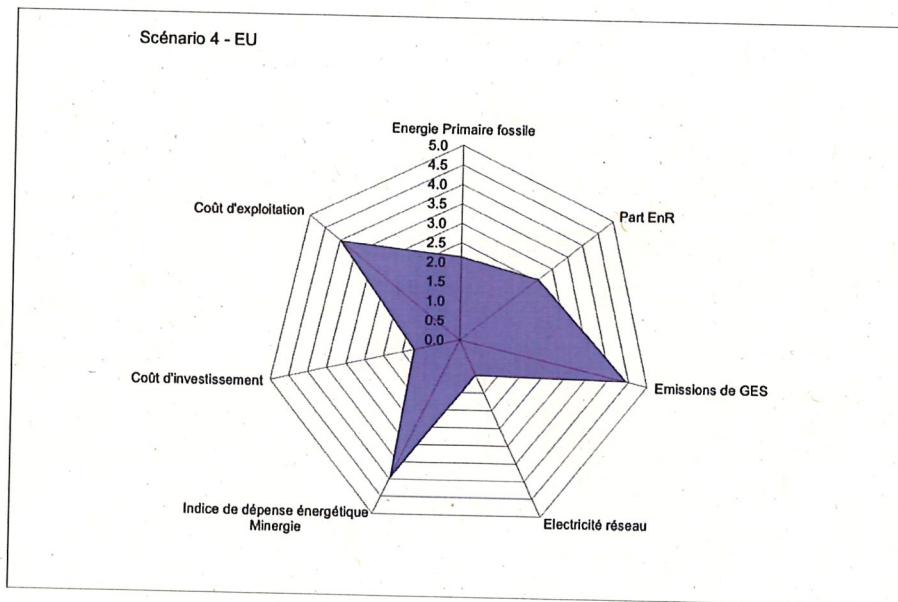


Figure 17: Analyse multicritères concept eau usée

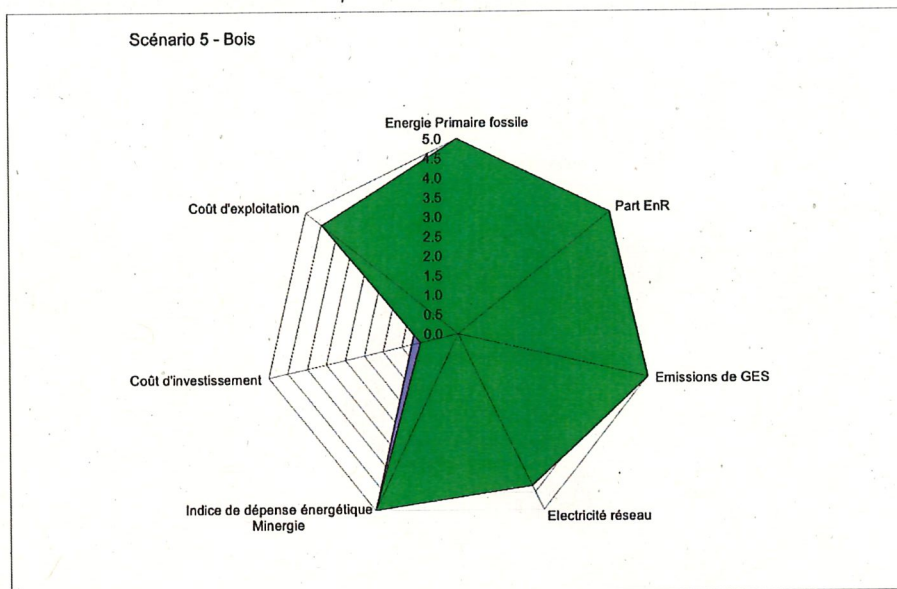


Figure 18: Analyse multicritères concept bois

Les concepts CAD-RG et bois ont chacun des avantages et des inconvénients qu'il est nécessaire de prendre compte.

	Avantages	Inconvénients
Concept CAD-RD	Maximisation de la production PV	Arrivée du réseau pas prévu à la mise en service du quartier
	Raccordement des bâtiments voisins	
Concept bois	Energie renouvelable proche de 100%	Contraintes légales concernant les émissions
	Installations alignées avec le phasage de développement	

Pour ces raisons, et dans le contexte particulier du PLQ Vailly et de Bernex, un scénario intermédiaire avec un chauffage au bois couplé avec une PAC sur eaux usées serait à privilégier avant une éventuelle connexion à "CAD RG".

### 6.3 Concept intermédiaire préconisé

Un concept intermédiaire comprenant une chaudière bois et une PAC sur les eaux usées est préconisé.

Les avantages de ce concept sont les suivants :

- Analyse multicritère plus favorable
- Utilisation de ressources primaires locales
- Arrêt de la chaudière en période estivale

- Respect des contraintes des autorités pour la chaudière
- Redondance des systèmes avec un coût d'exploitation moins élevé
- Solution prête pour une connexion au CAD-Rive Gauche

Le coût d'investissement de ce concept est cependant légèrement plus élevé avec l'installation de 2 systèmes.

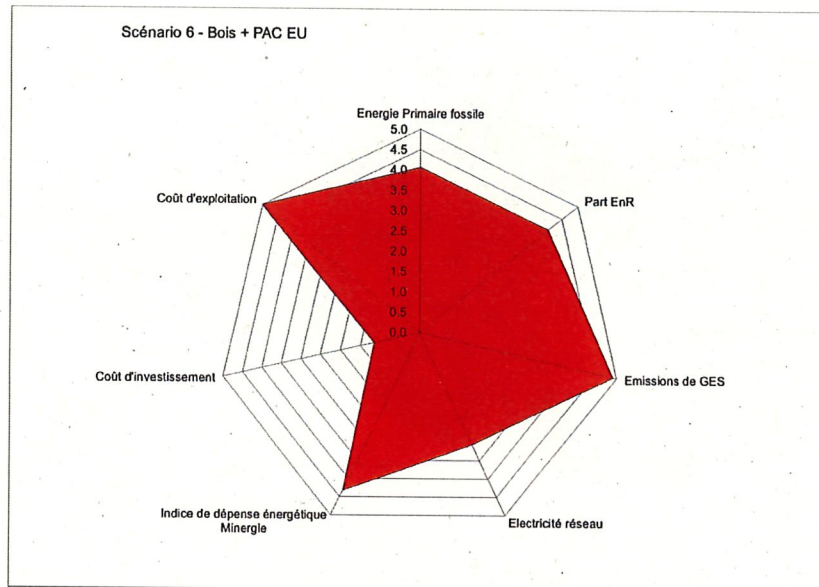


Figure 19: Analyse multicritère du concept bois - PAC EU

Avec ce scénario l'autonomie énergétique du site en électricité atteindrait 67% et 80% pour l'eau chaude sanitaire.

6.4 Élargissement du périmètre

Actuellement les besoins énergétiques thermiques de Bernex sont couverts à 60% par des énergies fossiles. La part de consommation en électricité toutes énergies confondues est de 17%.

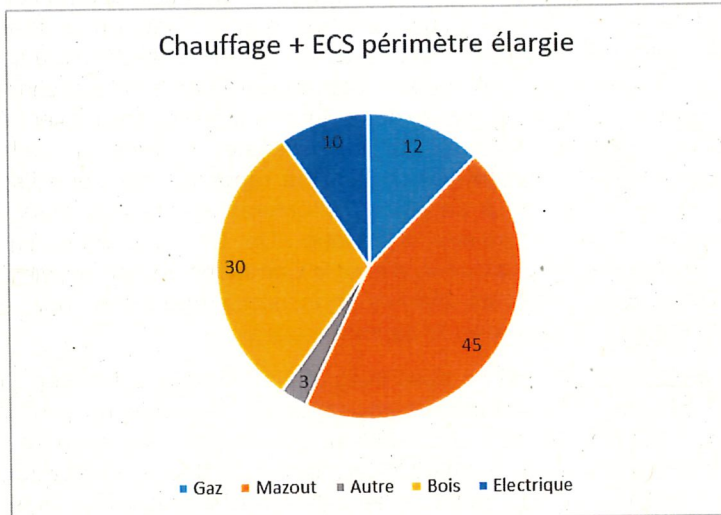
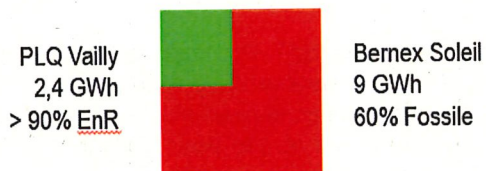


Figure 20: Besoins énergétiques actuels à Bernex (9 GWh thermique)

Une synergie entre le PLQ Vailly et Bernex Soleil permettrait de diminuer le recours aux énergies fossiles et contribuerait de façon importante aux objectifs de la commune.

Sans synergie



Avec synergie



Une synergie permettrait une diminution de 1'500 tonnes de CO<sub>2</sub> par an comparativement à un projet sans synergie.

6.5 Positionnement des acteurs

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

- **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. L'OCEN a aussi recommandé d'étudier la solution chauffage au bois, qui pourrait être une solution intermédiaire en attendant l'arrivée du réseau structurant. Si, pour des raisons de phasage, des solutions transitoires devaient être mises en œuvre, l'OCEN pourrait déroger à certaines obligations légales pour autant que les requérants puissent garantir une évolution planifiée permettant de répondre aux objectifs de la loi sur l'énergie. Par ailleurs, la connexion à un réseau structurant permettrait aussi de faire une demande de dérogation pour le solaire thermique. Un Concept énergétique territorial, déploiement des réseaux de chaleur à distance pour la Commune de Bernex, vient d'être validé par l'OCEN. Ce concept présente les mêmes conclusions que ce rapport et mentionne l'importance des synergies à étudier avec le périmètre élargi.
- **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.
- **OU (16.11.2020)**: La période pour la réalisation de la seconde étape du Boulevard des Abarois reste incertaine à ce stade.
- **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.
- **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.
- **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 légale.

6.6 Visualisation graphique du concept thermique

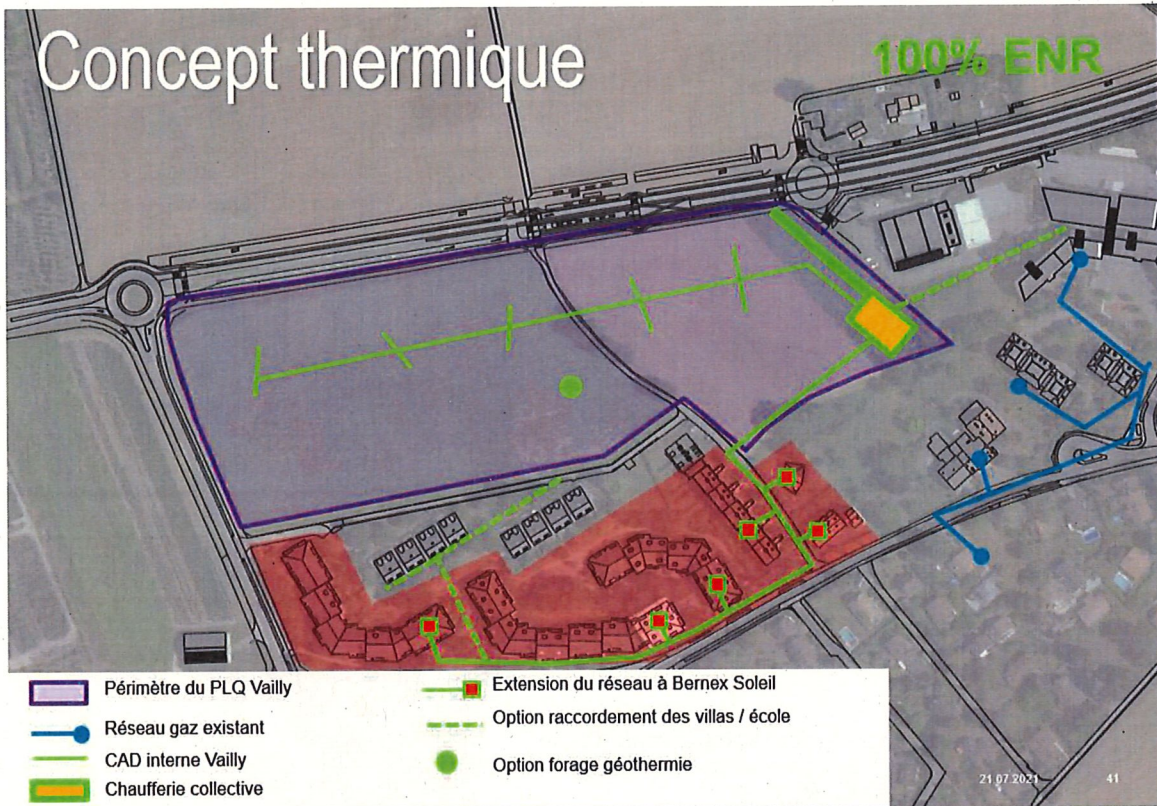


Figure 21: Première étape du concept thermique

7. Conclusion

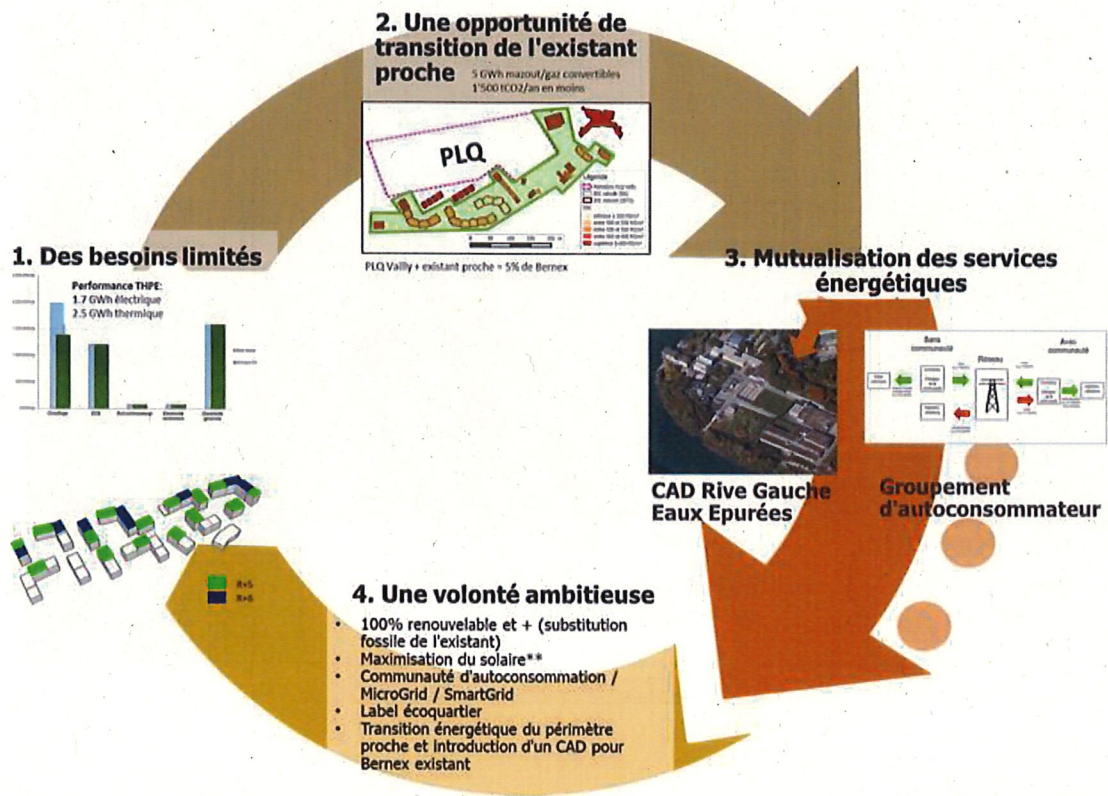


Figure 22: Cercle vertueux du projet



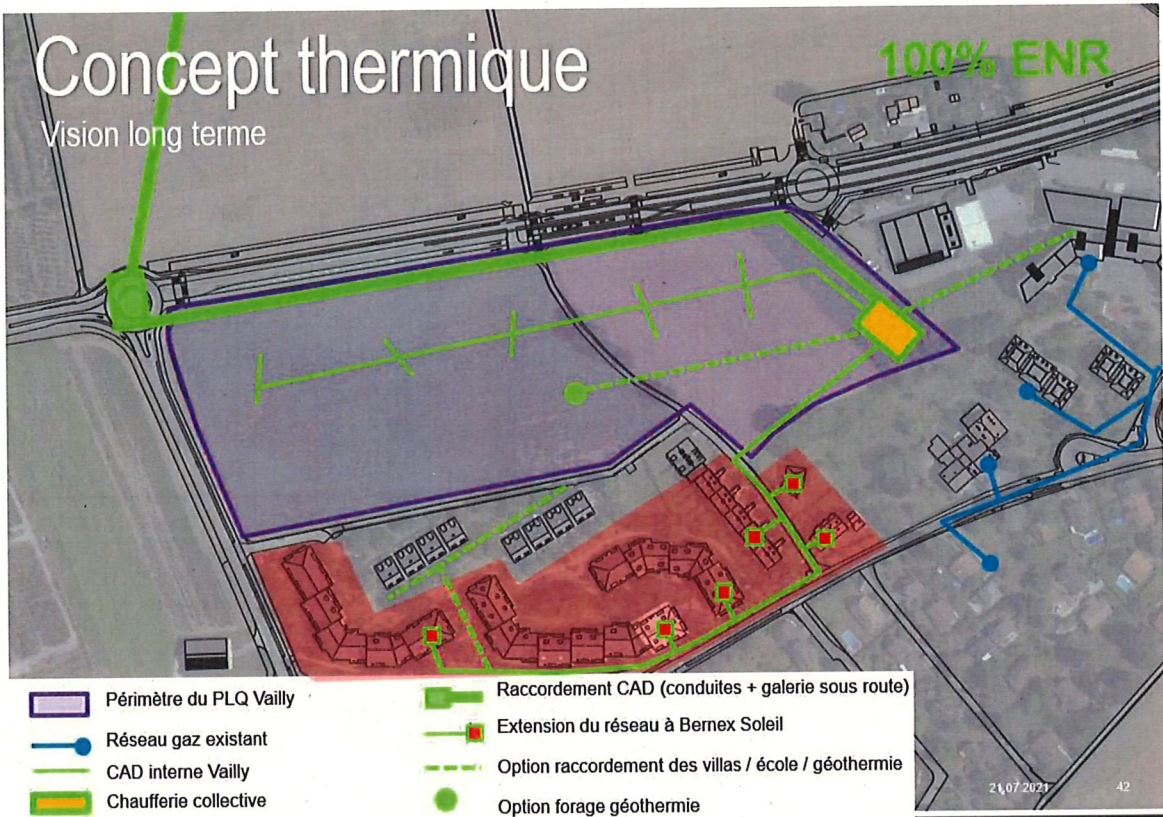


Figure 23: Vision à long terme du concept thermique



## 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/>