

Office cantonal de l'énergie (OCEN)	Concept énergétique territorial (CET)	CET 2024-02
-------------------------------------	---------------------------------------	----------------

**Objet/Projet :**

Nom : PLQ de Arare Dessous  
 Adresse : Route de St Julien / Route de BArdonnex  
 Requérant : Domus architecture

**Procédure liée :**

- Plan directeur de quartier (PDQ)
- Plan directeur de zone de développement industrielle ou d'activités mixtes (PDZIA)
- Plan localisé de quartier (PLQ)
- Plan localisé agricole (PLA)

**Ou Elément déclencheur (si hors procédure d'aménagement du territoire):**

- Raccordement à un réseau thermique existant
- Création d'un nouveau réseau thermique
- Projet de valorisation de ressources géothermiques
- Projet de valorisation de rejets thermiques
- Rénovation d'un quartier
- Projet lié au smart grid/smart city ou à la gestion de productions décentralisées
- Projet de transition énergétique d'un grand consommateur
- Autre : préciser :

Mandataire en charge du CET : Pillet sa sa

Périmètre spatial d'étude : n° de parcelle 739 2423 2424 4600 6859 7206 7217 7223

CET 2024-02

Validé OCEN

9.07.2024

*(Signature)*

Participation à un programme d'accompagnement :

- Programme Bâtiments
- SIG éco21
- Geothermies
- GEnergie
- Autre : aucun

SRE [m<sup>2</sup>] :

Neuf [m<sup>2</sup>] : 10561

Rénovation [m<sup>2</sup>] :  
EGID :

Bâtiments existants conservés [m<sup>2</sup>] :  
EGID :

**Total SRE [m<sup>2</sup>] : 10561**

Affectation :

- Logement [m<sup>2</sup>] : 10561
- Activité [m<sup>2</sup>] :

Phasage de réalisation :

Année début : non défini

Année fin : non défini

Standards énergétiques/Labels visés :

- HPE-Neuf
- HPE-Reno
- THPE-2000W
- THPE-Reno
- SNBS
- One Planet Living
- SEED
- BREEAM Communities
- EcoQuartier
- HQE Amenagement
- DGNB StadtQuartiere
- LEED Neighborhood
- Minergie
- Minergie - P
- Minergie - A
- Minergie - complément Eco
- Minergie - Rénovation
- Site 2000 Watts

### Description du concept énergétique retenu :

Calculs, hypothèses et sources de données à détailler dans les annexes

### VARIANTE A :

THPE Double flux avec PAC air eau

### Estimation des besoins énergétiques du périmètre d'étude :

➤ **Etat actuel :**

Bâtiments existants	Énergies renouvelables	Énergies fossiles	Total
Chauffage [kWh]			
ECS [kWh]			
Froid [kWh]			
Electricité [kWh]			
IDC moyen [MJ/(m <sup>2</sup> .a)]			

➤ **Horizon de mise en service du projet : .....**

Bâtiments neufs	Énergies renouvelables	Énergies fossiles	Total
Chauffage [kWh]	207803		207803
ECS [kWh]	216553		216553
Froid [kWh]			
Electricité [kWh]	547724		547724
IDC moyen estimé [MJ/(m <sup>2</sup> .a)]	Pas calculable pour le moment		

Bâtiments rénovés	Énergies renouvelables	Énergies fossiles	Total	Impact de la rénovation: [%] de diminution
Chauffage [kWh]				
ECS [kWh]				
Froid [kWh]				
Electricité [kWh]				
IDC moyen estimé [MJ/(m <sup>2</sup> .a)]				

<b>Bâtiments existants conservés</b> (Fournir les IDC en annexe)	Énergies renouvelables	Énergies fossiles	Total
Chaud (dont ECS) [kWh]			
Froid [kWh]			
Electricité [kW]			

➤ **Horizon 2030 (à compléter si différent de l'horizon de mise en service)**

<b>Bâtiments neufs</b>	Énergies renouvelables	Énergies fossiles	Total
Chauffage [kWh]			
ECS [kWh]			
Froid [kWh]			
Electricité [kWh]			
IDC moyen estimé [MJ/(m <sup>2</sup> .a)]			

<b>Bâtiments rénovés</b>	Énergies renouvelables	Énergies fossiles	Total	Impact de la rénovation: [%] de diminution
Chauffage [kWh]				
ECS [kWh]				
Froid [kWh]				
Electricité [kWh]				
IDC moyen estimé [MJ/(m <sup>2</sup> .a)]				

<b>Bâtiments existants conservés</b> (Fournir les IDC en annexe)	Énergies renouvelables	Énergies fossiles	Total
Chaud (dont ECS) [kWh]			
Froid [kWh]			
Electricité [kW]			

➤ Horizon 2050 (à compléter si différent de l'horizon 2030)

Bâtiments neufs	Énergies renouvelables	Énergies fossiles	Total
Chauffage [kWh]			
ECS [kWh]			
Froid [kWh]			
Electricité [kWh]			
IDC moyen estimé [MJ/(m <sup>2</sup> .a)]			

Bâtiments rénovés	Énergies renouvelables	Énergies fossiles	Total	Impact de la rénovation: [%] de diminution
Chauffage [kWh]				
ECS [kWh]				
Froid [kWh]				
Electricité [kWh]				
IDC moyen estimé [MJ/(m <sup>2</sup> .a)]				

Bâtiments existants conservés (Fournir les IDC en annexe)	Énergies renouvelables	Énergies fossiles	Total
Chaud (dont ECS) [kWh]			
Froid [kWh]			
Electricité [kW]			

## Estimation des consommations d'énergies finales et primaires et émissions de GES

➤ **Etat actuel :**

Consommations énergétiques du projet	Thermique renouvelable	Thermique fossile	Électricité (sans part autoproduite)	Electricité autoproduite	Total
Energie finale [kWh]					
Energie primaire [kWh]					
Emissions de GES [kgCO2e]					

➤ **Horizon de mise en service du projet : .....**

Consommations énergétiques du projet	Thermique renouvelable	Thermique fossile	Électricité (sans part autoproduite)	Electricité autoproduite	Total
Energie finale [kWh]	424356	0	547724	362280	1334360
Energie primaire [kWh]					
Emissions de GES [kgCO2e]	16974		29577	19925	66476

➤ **Horizon 2030 (à compléter si différent de l'horizon de mise en service) :**

Consommations énergétiques du projet	Thermique renouvelable	Thermique fossile	Électricité (sans part autoproduite)	Electricité autoproduite	Total
Energie finale [kWh]					
Energie primaire [kWh]					
Emissions de GES [kgCO2e]					

**Horizon 2050 (à compléter si différent de l'horizon 2030) :**

Consommations énergétiques du projet	Thermique renouvelable	Thermique fossile	Électricité (sans part autoproduite)	Electricité autoproduite	Total
Energie finale [kWh]					
Energie primaire [kWh]					



### Mise en œuvre du concept énergétique :

A détailler en annexe si besoin

Principaux acteurs impliqués (acteurs politiques, fonciers, distributeurs d'énergies, etc.)	
Planning de mise en œuvre et principaux jalons	
Mesures transitoires	<input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui (préciser) :
Mesures conservatoires	<input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui (préciser) :
Etude économique (Coûts d'investissement et coûts d'exploitation)	<i>cf. chapitres 6 et 7 du rapport CET annexé</i>
Actions en faveur de la sobriété énergétique et de l'adaptation au changement climatique	
Autre(s) remarque(s) ayant un impact sur le concept énergétique territorial	

A14-27

Logements Arare Dessous

1228 Plan-les-Ouates

Concept énergétique

Indice du document : F

## Sommaire

1. Préambule
2. Présentation du projet
3. Cadre légal
4. Etat des lieux énergétiques
5. Système de ventilation
6. Comparatif financier des solutions techniques envisagées
7. Choix de la labélisation
8. Conclusion

## 1. Préambule

Le présent rapport a pour but de faire un inventaire de toutes les possibilités actuelles permettant d'alimenter en énergie thermique et électrique le projet décrit au point 2 ci-dessous.

Il devra aussi être un outil à la décision pour les Maîtres d'ouvrage (ci-dessous « MO ») de ce projet.

## 2. Présentation du projet

Le projet de développement (ci-dessous « Projet ») se situe sur la commune de Plan-les-Ouates – Arare dessous. Les parcelles sont actuellement en friche. La zone considérée est parallèle à la route de Saint-Julien en face de la zone industrielle et à côté de l'autoroute.



Fig 1 : localisation de la parcelle

Les parcelles concernées par ce Projet sont les suivantes :

- Parcelles : 739, 2423, 2424, 4600, 6859, 7206, 7217, 7223 de la feuille cadastrale n°13.
- Elles représentent une surface de 12'079 m<sup>2</sup> en zone de développement 4A.

Après une étude architecturale, des variantes ont été examinées par le groupe de promotion. La variante retenue est présentée sur le plan et comprend 6 bâtiments comprenant 1 rez-de-chaussée et 3 étages.

Le tableau ci-dessous synthétise les surfaces et le nombre d'appartements projetés :

Bâtiment	Nombre de niveau	Surface (m2)	Surface totale (m2)	Nb App RDC	Nb App 1 <sup>er</sup>	Nb App 2 <sup>ème</sup>	Nb App 3 <sup>ème</sup>	Total
Bâtiment A	R+3	529	2117	5	5	5	5	20
Bâtiment B	R+3	477	1909	5	5	5	5	20
Bâtiment C	R+3	340	1361	4	4	4	4	16
Bâtiment D	R+3	432	1728	5	5	5	5	20
Bâtiment E	R+3	494	1977	6	6	6	6	24
Bâtiment F	R+3	367	1469	4	4	4	4	16
		Total	10561				Total	116

Le tout est lié par un parking souterrain avec un accès direct sur la route de Saint-Julien.

Les surfaces brutes de plancher du projet sont réparties selon le tableau ci-dessus.

A ce stade, les surfaces brutes de plancher seront admises comme étant les surfaces de référence énergétique du Projet (SRE).

L'implantation des bâtiments sur la parcelle est illustrée par le plan et la perspective ci-dessous.



Fig 2 : Implantation du projet sur la parcelle

### 3. Cadre légal

La planification énergétique pour les bâtiments projetés devra être en accord avec l'ensemble des réglementations suivantes :

- *SIA 380/1 édition 2016* :  
Cette norme fixe les valeurs limites de la consommation d'énergie (chauffage et eau chaude sanitaire) d'un bâtiment en fonction de son affectation.
- *SIA 2024 édition 2016* :  
Cette norme définit les puissances maximales de chauffage dont a besoin le bâtiment en fonction de son affectation. Les besoins à prendre en compte sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Besoin en énergie ou en puissance selon 2024 (éd. 2016)						
	Energie				Puissance	
ECS	19,8	kWh/m2 an	2920	heures/an	6,8	W/m2
Chauffage	19	kWh/m2 an	960	heures/an	19,8	W/m2
Ventilation double flux	1,2	kWh/m2 an	4120	heures/an	0,3	W/m2
Eclairage	4	kWh/m2 an	1450	heures/an	2,8	W/m2
Appareil	14	kWh/m2 an	1780	heures/an	7,9	W/m2

Afin d'obtenir les puissances nominales des bâtiments, les valeurs ci-dessus sont à multiplier par la SRE. Les besoins énergétiques du projet sont donc les suivants :

Besoin total en énergie ou en puissance selon 2024 (éd. 2016)				
Surface de référence énergétique considérée	10561		m2	
	Energie			Puissance
ECS	216553	kWh/an	74	kW
Chauffage	207803	kWh/an	217	kW
Ventilation double flux	13124	kWh/an	3	kW
Eclairage	43748	kWh/an	31	kW
Appareil	153118	kWh/an	86	kW
Pompe à chaleur	337734	kWh/an	261	kW

- *MOPEC édition 2014* :  
Ce **MO**dèle de **P**rescriptions **E**nergétique des **C**antons a pour but de regrouper et de régir les règles énergétiques de construction, afin que les bâtiments planifiés puissent atteindre les objectifs prévus. Pour ce faire, les contraintes suivantes doivent être respectées :

- Récupération d'énergie sur l'air vicié pour tout débit d'air supérieur à 1000 m<sup>3</sup>/h ;
  - Rendement des récupérateurs d'énergie supérieur à 80% ;
  - Température de chauffage inférieur à 35°C pour les corps de chauffe avec une régulation par pièce ;
  - Isolation thermique des conduites hydrauliques et aérauliques haute efficacité.
- *Règlement sur l'énergie du canton de Genève édition 2022 :*  
La version révisée de ce règlement est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> septembre 2022. Les bâtiments du projet devront respecter ce règlement, notamment un des deux articles suivants, en fonction du standard énergétique retenu.
  - Article 12B REn :

**Art. 12B<sup>(2)</sup> Standards de haute performance énergétique**  
**Bâtiments neufs (HPE-Neuf)**

<sup>1</sup> Sont considérés comme répondant à un standard de haute performance énergétique les bâtiments neufs au bénéfice du label Minergie® ou de tout autre label équivalent avec un taux de production propre d'électricité d'au moins 10W/m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique.

<sup>2</sup> Sont certifiés de haute performance énergétique les bâtiments neufs dont la valorisation de l'enveloppe thermique par un taux de production propre d'électricité est d'au moins 10W/m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique, dont la valorisation de la toiture par la pose de capteurs solaires thermiques couvre au moins 30% des besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire, dont l'alimentation principale en chaleur provient d'énergies non fossiles et locales ou d'un réseau thermique à distance dont la part d'énergies non fossiles et locales est d'au moins 50%, et qui répondent à l'une des alternatives suivantes :

- a) le respect des valeurs limites des besoins d'énergie annuels pondérés pour le chauffage, la préparation de l'eau chaude sanitaire, la ventilation et le rafraîchissement dans les bâtiments à construire définies dans le modèle de prescriptions énergétiques des cantons de 2014 (ci-après : MoPEC 2014), le respect des valeurs limites de la norme SIA 380/1 édition 2016 pour les besoins de chaleur pour le chauffage et le respect des valeurs limites relatives à la demande globale en énergie définies par la norme SIA 387/4 édition 2017 pour l'éclairage;
- b) l'obtention de la classe énergétique B/B selon le certificat énergétique cantonal des bâtiments assorti d'un rapport de conseil (ci-après : CECB Plus) ou le cahier technique SIA 2031 édition 2016 et, si le bâtiment n'est pas destiné au logement et qu'il est climatisé, le non-dépassement de la puissance électrique nécessaire pour la climatisation de 7W/m<sup>2</sup> de surface climatisée;
- c) le respect du 80% des valeurs limites de la norme SIA 380/1 édition 2016 pour les besoins de chaleur pour le chauffage, le respect des valeurs cibles relatives à la demande globale en énergie définies par la norme SIA 387/4 édition 2017 pour l'éclairage et, si le bâtiment n'est pas destiné au logement et qu'il est climatisé, le non-dépassement de la puissance électrique nécessaire pour la climatisation de 7W/m<sup>2</sup> de surface climatisée.

- Article 12C REn :

**Art. 12C<sup>(02)</sup> Standards de très haute performance énergétique**  
**Bâtiments neufs et extensions (THPE-2000 W)**

<sup>1</sup> Sont considérés comme répondant à un standard de très haute performance énergétique les bâtiments neufs au bénéfice du label Minergie®A, Minergie®P-Eco ou de tout autre label équivalent avec un taux de production propre d'électricité d'au moins 30W/m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique.

<sup>2</sup> Sont certifiés de très haute performance énergétique les bâtiments neufs dont la valorisation de l'enveloppe thermique par un taux de production propre d'électricité est d'au moins 30W/m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique, dont la valorisation de la toiture par la pose de capteurs solaires thermiques couvre au moins 50% des besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire, dont l'alimentation principale en chaleur provient d'énergies non fossiles et locales ou d'un réseau thermique à distance dont la part d'énergies non fossiles et locales est d'au moins 80%, et qui répondent à l'une des alternatives suivantes :

- le respect du 70% des valeurs limites des besoins d'énergie annuels pondérés pour le chauffage, la préparation de l'eau chaude sanitaire, la ventilation et le rafraîchissement dans les bâtiments à construire définies dans le MoPEC 2014, le respect des valeurs cibles de la norme SIA 380/1 édition 2016 pour les besoins de chaleur pour le chauffage et le respect des valeurs cibles relatives à la demande globale en énergie définies par la norme SIA 387/4 édition 2017 pour l'éclairage;
- l'obtention de la classe énergétique A/A selon le CECB Plus ou le cahier technique SIA 2031 édition 2016 et, si le bâtiment n'est pas destiné au logement et qu'il est climatisé, le non-dépassement de la puissance électrique nécessaire pour la climatisation de 7W/m<sup>2</sup> de surface climatisée.

Les graphiques ci-après permettent de visualiser de manière plus claire ce que décrivent les articles présentés ci-dessus :

- Article 12B REn :

## HPE-NEUF

Sont considérés comme répondant à un standard de haute performance énergétique les bâtiments neufs au bénéfice du label Minergie® ou de tout autre label équivalent avec un taux de production propre d'électricité d'au moins 10W/m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique.

	VARIANTE MOPEC	VARIANTE CECB	VARIANTE JUSTIFICATION GLOBALE	HPE ANCIEN
<b>MOPEC 2014</b>	Exigences limites (EHWLK) du MoPEC2014			
<b>ENVELOPPE THERMIQUE</b>	Valeurs limites SIA 380/1 (ed 2016)		80% de la valeur limite (Qh,li) SIA 380/1 (ed 2016)	80% de la valeur limite (Qh,li) SIA 380/1
<b>PRODUCTION DE CHALEUR</b>	Production de chaleur non fossile ou réseau thermique à 50% non fossile			Max. 60% de chaleur non renouvelable pour Qh+Qww
<b>SOLAIRE PV</b>	Production propre de l'électricité 10W/m <sup>2</sup> de SRE			
<b>SOLAIRE TH</b>	30% pour ECS			30% pour ECS
<b>CECB+ OU SIA2031</b>		B/B		
<b>ÉCLAIRAGE</b>	Valeurs limites SIA 387/4 (ed 2017)		Valeurs cibles	Valeurs cibles SIA 380/4
<b>CLIMATISATION</b>	Puissance électrique inférieure ou égale à 7W/m <sup>2</sup> et que le bâtiment n'est pas destiné au logement →		procédure simplifiée	

- Article 12C REn :

## THPE-2000W

Sont considérés comme répondant à un standard de très haute performance énergétique les bâtiments neufs au bénéfice du label Minergie E A, Minergie E P-Eco ou de tout autre label équivalent avec un taux de production propre d'électricité d'au moins 30W/m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique.

	VARIANTE MOPEC	VARIANTE CECB	THPE ANCIEN
MOPEC 2014	70% de la valeur limite (EHWLK) du MOPEC2014		
ENVELOPPE THERMIQUE	La valeur cible (Selon l'art. du règlement) (Qh,i) SIA 380/1 (ed 2016)		60% de la valeur limite (Qh,i) SIA 380/1
PRODUCTION DE CHALEUR	Production de chaleur non fossile ou réseau thermique à 80% non fossile		50% de chaleur non renouvelable pour Qh+Qww
SOLAIRE PV	Production propre de électricité 30W/m <sup>2</sup> SRE		
SOLAIRE TH	50% pour ECS		30%
CECB+ OU SIA2031		A/A	
ÉCLAIRAGE	Valeurs cibles SIA 387/4 (ed 2017)		Valeurs cibles SIA 380/4
CLIMATISATION	Puissance électrique inférieure ou égal 7W/m <sup>2</sup> et que le bâtiment n'est pas destiné au logement → Procédure simplifiée		

Afin de satisfaire aux lois applicables et normes en vigueur dans le canton de Genève, les bâtiments projetés devront ainsi répondre aux critères suivants :

- Avoir une récupération d'énergie haute performance sur l'air rejeté ;
- Avoir une production de chaleur sans utilisation de mazout et de gaz ;
- Avoir un chauffage avec une température de départ inférieure ou égale à 35°C ;
- Produire de l'énergie électrique issue de panneaux solaires photovoltaïques et consommer cette énergie au maximum, avant de la revendre en cas de sous-consommation ;
- Produire de l'eau chaude sanitaire (ci-dessous « ECS ») issue de panneaux solaires thermiques et la consommer.

Il est à souligner que les deux productions d'énergie solaire sont obligatoires, lorsqu'une affectation « habitat collectif » est prépondérante en termes de surface brute de plancher.

#### 4. Etat des lieux énergétiques

Selon le site « SITG », le quartier concerné fait l'objet d'un Concept Energétique Territorial (CET) (CET 2011-09A). Cependant, celui-ci est un état des lieux des futurs besoins énergétiques du PACA Saint-Julien-Plaine de l'Aire. Il reste donc très généraliste et peu engageant pour le Projet.

#### 4.1. Chauffage à distance (CAD)

Un réseau de chauffage à distance est présent dans la zone industrielle de Plan-les-Ouates (CAD ZIPLO). La production de chaleur est assurée par un ensemble de machines frigorifiques située chemin du Pré-Fleuri (refroidissement du centre d'hébergement informatique Safe Host). Ce CAD récupère les rejets de chaleur basse température issus des process industriels et est mis à disposition pour le chauffage des bâtiments de la zone.

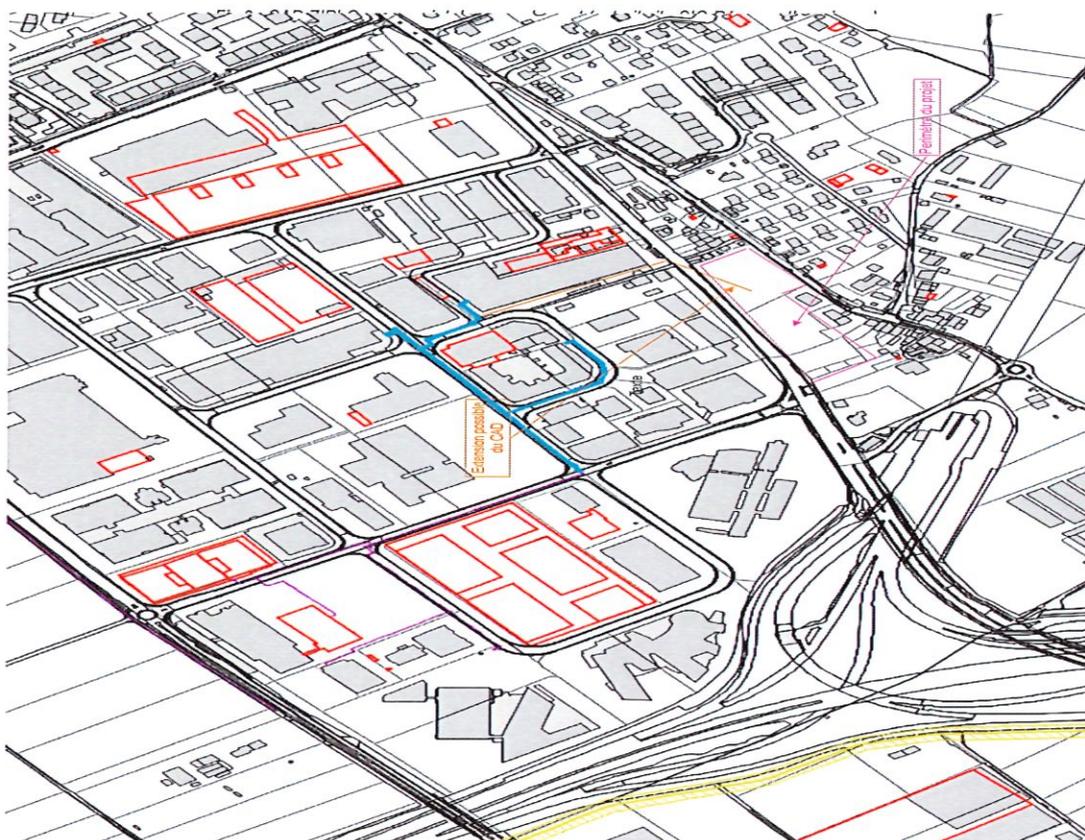
La capacité actuelle de ce réseau a été renforcée avec le raccordement des immeubles du complexe artisanal "Tourbillon" situé route de la Galaise.

Depuis 2020, une étude d'extension est en cours de planification vers le quartier des Cherpines pour y chauffer environ 3'000 logements.

De l'autre côté de la zone, le CAD alimente l'immeuble "L'atelier" au chemin de Pré-Fleuri 15, d'où il serait possible de raccorder le projet.

Ce CAD est conforme au REn en vigueur car il comprend une part d'énergie renouvelable supérieure à 50 %. De plus, il est considéré comme faisant partie des réseaux structurants sur le canton au sens de l'article 22 de la loi sur l'énergie en vigueur.

L'extrait du plan ci-après illustre cette possibilité de raccordement.



Malgré l'ensemble des avantages que propose cette production de chaleur, le projet ne se trouve pas dans la zone d'influence des réseaux thermiques structurants aux horizons 2030, 2040, 2050. Il n'y aura donc aucune possibilité de raccordement des bâtiments projetés sur ce CAD.

#### 4.2. Chaudières à pellets ou biogaz

Le thème de la production de chaleur par ces deux types de chaudière est traité dans le même chapitre car les contraintes réglementaires et techniques quant à leur implantation sur un site sont identiques.

L'approvisionnement en biogaz reste encore confidentiel sur le Canton et est uniquement assuré par les SIG par l'intermédiaire d'un abonnement Gaz Vital Vert.

La livraison de pellet est bien démocratisée sur l'ensemble du Canton et ne pose pas de difficulté majeure. Des contraintes architecturales doivent être mise en œuvre pour la réalisation du stockage des pellets.

Ces deux modes de chauffage sont en accord avec l'article 12 B du règlement sur l'énergie en vigueur sur le Canton. En effet, le bois et le biogaz sont deux énergies renouvelables reconnues par la loi.

Cependant, le niveau de température produit par ces générateurs (+ de 50°C) est au-dessus de ce qui est demandé par le MOPEC. De ce fait, l'OCEN peut demander lors de la demande de permis de construire, d'arrêter les installations en été et d'avoir une alternative par PAC pour la production d'ECS. Plusieurs cas font jurisprudence sur le Canton.

Enfin, pour une puissance supérieure à 70 kW, l'Opair impose la mise en place d'un filtre à particules fines pour limiter la pollution de l'air. Le SABRA se positionne aussi sur la possibilité d'implantation de la pollution de l'air ambiante du site.

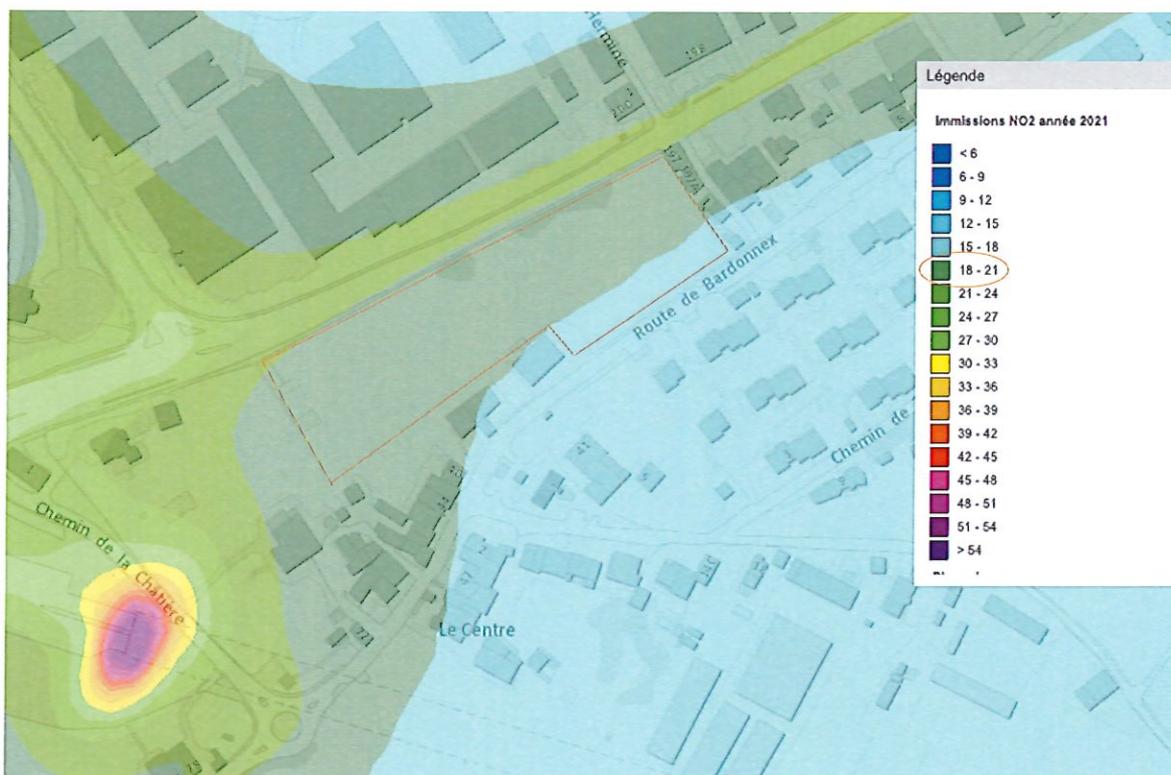


Fig 4 : Extrait carte SITG pollution NO2

L'extrait des cartes SITG ci-dessus montre une pollution importante de la zone. Il sera donc difficile d'y installer ce type de production et de garantir les valeurs maximales imposées (30µg/m3). Cette source d'énergie n'est donc pas envisageable.

### 4.3. Pompe à chaleur sur sondes géothermiques verticales

L'extrait des cartes SITG ci-dessus mentionne que les parcelles concernées sont situées dans un secteur faisant l'objet d'une interdiction formelle pour l'implantation de sondes géothermiques.

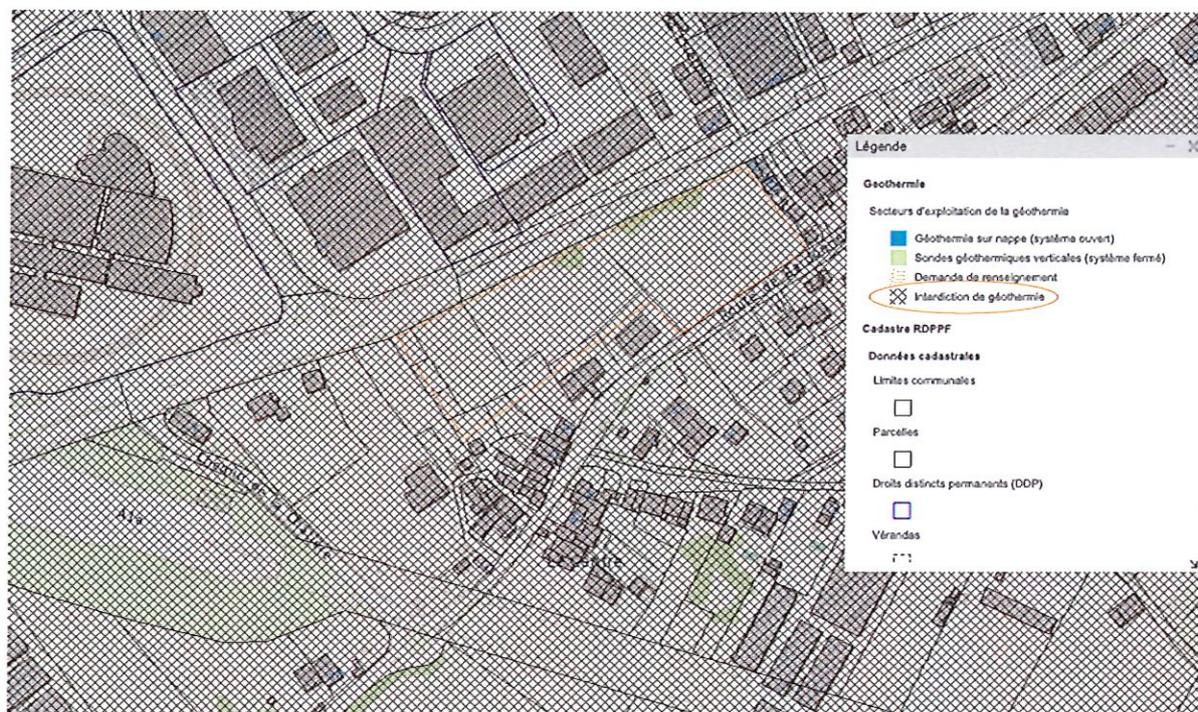


Fig 5 : Extrait carte SITG implantation sondes géothermiques

Cette source de chaleur ne peut donc pas être retenue pour le Projet.

### 4.4. Aérothermie ou pompe à chaleur sur l'air

Les pompes à chaleur air eau (ci-dessous « PAC ») sont considérées comme étant des sources de chaleur renouvelables puisque la chaleur produite est issue de l'air ambiant extérieur.

Le choix de telles machines implique une mise en œuvre en extérieur (implantation en extérieur au RDC ou en toiture) ou en contact avec l'extérieur (locaux techniques avec saut de loup, fosse technique) afin de pouvoir capter l'énergie de l'air.

Le débit nécessaire au fonctionnement de la machine est directement lié à la puissance calorifique à produire.

La gestion des problèmes acoustiques pour ce type d'installation doit être prise en compte et traitée par un spécialiste.

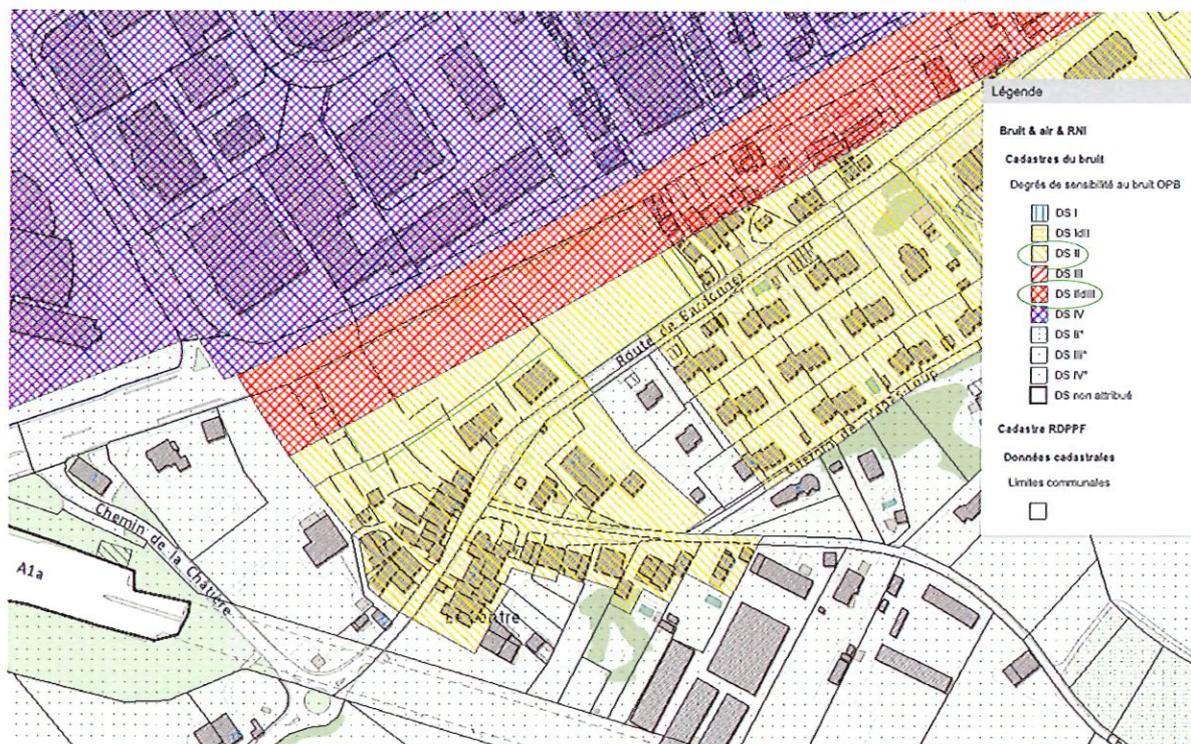


Fig 6 : Extrait carte SITG zone de bruit

Selon l'extrait de la carte SITG relative au bruit, la parcelle est divisée en deux zones de protection acoustique distinctes :

- DSII dIII ;
- DSII.

Selon le tableau de l'annexe 3, relative aux valeurs limites de bruit du trafic routier, selon l'OPB en vigueur, les valeurs maximales admissibles sont les suivantes :

-  **Valeurs limites d'exposition au bruit du trafic routier**
-  **1 Champ d'application**

Les valeurs limites d'exposition selon le ch. 2 s'appliquent au bruit du trafic routier. En fait partie le bruit produit sur la route par les véhicules à moteur (bruit des véhicules à moteur) et par les trains (bruit des chemins de fer).

-  **2 Valeurs limites d'exposition au bruit**

Degré de sensibilité (art. 43)	Valeur de planification Lr en dB (A)		Valeur limite d'immission Lr en dB (A)		Valeur d'alarme Lr en dB (A)	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

Afin de ne pas compliquer la planification des installations techniques, il sera judicieux d'implanter les PAC dans la zone la plus bruyante de la parcelle, à savoir la zone DSII dIII dont les valeurs limites sont les suivantes :

- Lr entre 55 et 60 Dba en journée ;
- Lr entre 45 et 50 Dba en nuit.

Les technologies actuelles des pompes à chaleur air eau permettent de garantir ces niveaux sonores assez facilement. Il sera donc judicieux d'implanter ces machines frigorifiques dans la zone de bruit DSII dIII, afin de limiter les dimensions des silencieux.

Pour les installations de machines frigorifiques, il faut aussi prêter attention aux recommandations de l'Orchim en matière de gaz réfrigérants. Celles-ci règlementent les types de gaz à utiliser en fonction de l'application souhaitée. Pour des PAC air-eau dédiées au chauffage et à la production d'ECS pour un ensemble de logement, il est recommandé d'utiliser :

- Le propane pour le chauffage statique du bâtiment ;
- Le CO2 pour la production d'ECS.

Du point de vue énergétique, ces fluides ont une plage de fonctionnement permettant de garantir les températures de départ voulues et ce par  $-7^{\circ}\text{C}$ . Ils sont aussi d'origine naturelle et ne sont donc pas polluants (GWP=0).

Cette source d'énergie est envisageable pour satisfaire les besoins du Projet.

#### 4.5. Boucle anergie

Ce système de chauffage est une collecte, vers une source unique, des énergies produites et consommées d'un ensemble de bâtiments. Elle se compose des éléments ci-dessous :

- Une boucle hydraulique monotube en fonte étanche posée dans les parafouilles de la construction ;
- Un ensemble de pompe à chaleur pour le chauffage des bâtiments (énergie consommée par les bâtiments) ;
- Un ensemble de panneaux solaires thermiques et de pompes à chaleur pour la récupération d'énergie de l'air vicié (énergie produite par les bâtiments).

La conduite en fonte sert de régulateur pour le stockage et le déstockage de l'énergie.

En été, le trop plein d'énergie produit par les producteurs est stocké dans le terrain par conduction directe. En demi-saison, les producteurs et les consommateurs sont équilibrés, la boucle s'auto-suffit. En hiver, la consommation d'énergie est plus importante, les producteurs ne peuvent plus satisfaire la demande et la boucle en fonte compense ce manque d'énergie en captant ce qui a été stocké dans le sol en été.

Afin de pouvoir assurer cette mutualisation des énergies, chaque bâtiment possède son propre local technique de production, de réinjection et de distribution de chaleur.

Afin de simplifier la répartition des coûts de consommation et de réinjection d'énergie, il est conseillé de planifier cette installation sous forme de contracting, auprès d'une entreprise spécialisée dans ce type d'installation.

Comme pour les solutions précédentes, la mise en œuvre de cette solution devra prendre en compte les contraintes suivantes :

- Des contraintes techniques imposées par les SIG ;
- Du phasage des travaux ;
- De l'accord des différents propriétaires à constituer les servitudes nécessaires.

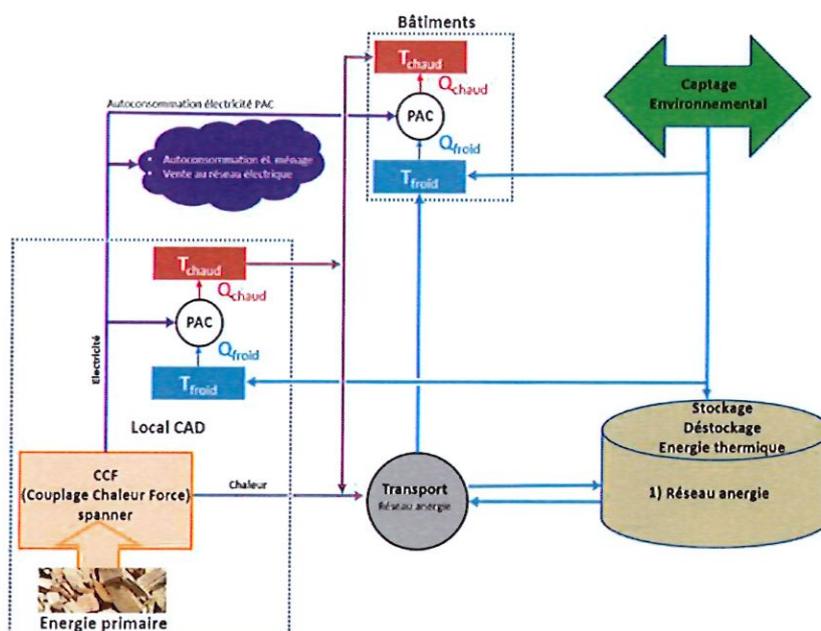


Fig 7 : Diagramme des flux énergétiques de ce système

Cette solution peut être envisagée mais reste tributaire de l'énergie choisie pour le complément de puissance en cas de besoin.

Ce complément de puissance ne peut se faire que par un système à combustion ouvert (chaudière bois, bio gaz, ou couplage chaleur force). De ce fait, la restriction d'usage exposée au chapitre 4.2 doit être prise en compte et exclue cette source d'énergie.

#### 4.5 Solaire thermique

Comme vu précédemment, cette source de production d'énergie est obligatoire pour ce type de développement immobilier.

En fonction du choix de la qualification thermique du site (HPE ou THPE), les installations mises en œuvre devront compenser, de 30 à 50 %, la consommation d'énergie de l'ECS produite.

Afin d'optimiser cette production d'énergie et d'en minimiser les pertes (production et recyclage de l'ECS), il est conseillé de compléter une installation solaire par une installation de production d'ECS et cela, selon une clef de répartition à convenir entre les immeubles, si cette compensation est commune ou par une installation autonome par bâtiment.

Le tableau ci-dessous synthétise les consommations énergétiques d'ECS, ainsi que les besoins en surface pour les satisfaire et ce en fonction d'une labélisation HPE ou THPE.

Bâtiment	Installation solaire thermique base HPE			Installation solaire thermique base THPE		
	30% besoin ECS (kWh)	Surface de panneaux (m <sup>2</sup> )	% occupation de la toiture	50% besoin ECS (kWh)	Surface de panneaux (m <sup>2</sup> )	% occupation de la toiture
Bât A	13020	26	4,74	21701	43	7,85
Bât B	11737	23	4,66	19562	39	7,89
Bât C	8221	16	4,62	13702	27	7,8
Bât D	10597	21	4,71	17662	35	7,85
Bât E	12165	24	4,69	20275	41	8,01
Bât F	8862	18	4,83	14771	30	8,04
	Total	128		Total	215	

#### 4.6 Solaire photovoltaïque

Comme pour le point précédent, cette source d'énergie est obligatoire pour ce type de développement immobilier. Cependant, celle-ci peut est déclinée sous deux formes :

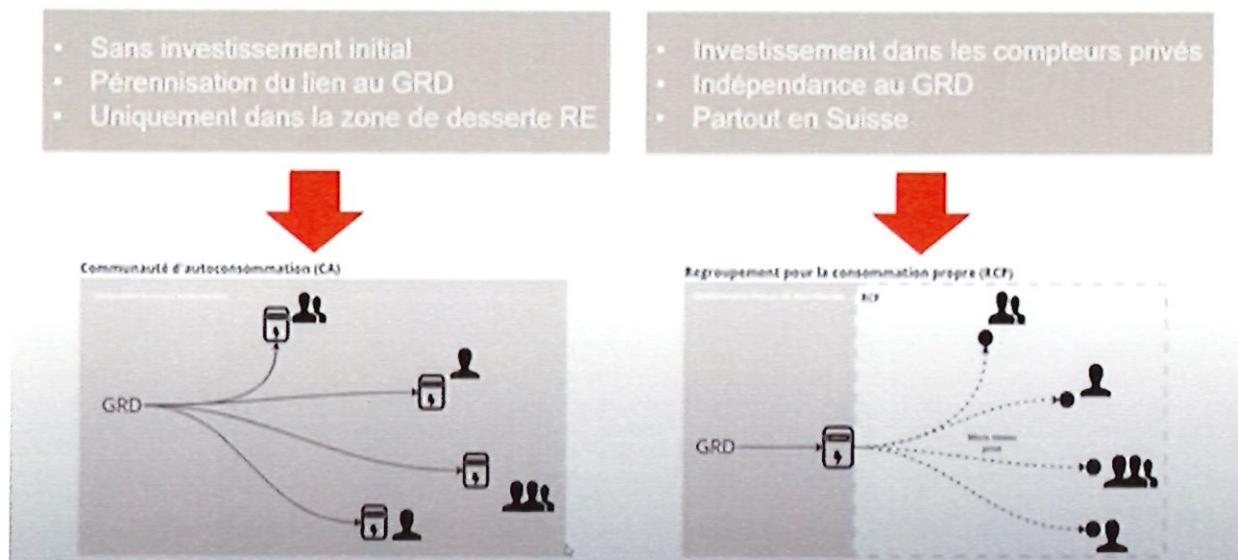
- Production d'énergie électrique selon la réglementation en vigueur avec réinjection dans le réseau s'il y a surconsommation dans le bâtiment concerné principe de la communauté de consommateur (CA).
- Production d'énergie électrique selon la réglementation en vigueur et mutualisation de cette production sur l'ensemble des bâtiments, afin d'optimiser au mieux l'autoconsommation sur l'ensemble du site avant de réinjecter le surplus de production sur le réseau. Ce type de production d'énergie est défini comme Microgrid ou micro-réseau électrique intelligent (RCP).

Cette deuxième possibilité est régulièrement envisagée car elle permet de mutualiser les énergies produites et consommées sur le site.

Cette solution impose cependant la prise en compte de contraintes similaires à celles développées précédemment, à savoir :

- Des servitudes à constituer ;
- Les conditions du coût d'exploitation et du prix au kilo Watt heure.

Comme pour la boucle énergie, ce type d'installation peut être envisagé sous forme de contracting.



En fonction du choix de la qualification thermique du site (HPE ou THPE), les installations mises en œuvre devront compenser, de 10 ou 30 W/m<sup>2</sup> de SRE.

Le tableau à la page suivante synthétise les consommations électriques ainsi que les besoins en surface pour les satisfaire et ce, en fonction d'une labélisation HPE ou THPE.

Ce tableau prend en compte les consommations électriques suivantes :

- Consommation électrique de la ventilation ;
- Consommation électrique par l'éclairage ;
- Consommation électrique des appareils ;
- Consommation de la production de chaleur (PAC).

Pour une labélisation HPE, la production photovoltaïque ne couvre que 31% de la consommation globale alors que la couverture est de 93% pour la labélisation THPE.

Au prix actuel incertain de l'énergie, la question du choix de la classe énergétique devient importante et doit être posé dans le cadre de l'exploitation des bâtiments.

Bâtiment	Installation solaire photovoltaïque base HPE				Installation solaire photovoltaïque base THPE			
	10 W/m <sup>2</sup> SRE (kW)	Production solaire base HPE (kWh/an)	Surface de panneaux (m <sup>2</sup> )	% occupation de la toiture	30 W/m <sup>2</sup> SRE (kW)	Production solaire base HPE (kWh/an)	Surface de panneaux (m <sup>2</sup> )	% occupation de la toiture
Bât A	21,92	21920	60	10,95	65,76	65760	180	32,85
Bât B	19,76	19760	54	10,93	59,28	59280	162	32,79
Bât C	13,84	13840	38	10,98	41,52	41520	114	32,95
Bât D	17,84	17840	49	10,99	53,52	53520	147	32,96
Bât E	20,48	20480	56	10,94	61,44	61440	168	32,81
Bât F	14,92	14920	41	10,99	44,76	44760	123	32,98
	Total produit	108760			Total produit	326280		
	Conso Bat	349482			Conso Bat	349482		
	Achat SIG	240722			Achat SIG	23202		

## 5. Système de ventilation

Le débit d'air mis en œuvre pour la ventilation pour chacun des bâtiments est supérieur à 1000 m<sup>3</sup>/h et impose donc une récupération d'énergie.

Pour ce type d'ouvrage deux concepts techniques sont envisagés :

- Ventilation simple flux avec récupération d'énergie sur l'air par PAC pour préchauffage de l'ECS ;
- Ventilation double flux avec récupération d'énergie par échangeur à plaques haut rendement (>80%).

La récupération d'énergie sur l'air vicié pour le préchauffage de l'ECS est une solution rationnelle et peut être mise en œuvre de manière unitaire sur chaque bâtiment.

La récupération d'énergie sur un monobloc double flux est une technique éprouvée et qui est aussi en total accord avec le REn en vigueur.

La prise au sol en toiture ou en sous-sol est identique pour les deux systèmes. Les coûts d'investissement et d'exploitation entre les deux solutions sont assez proches.

Pour ce projet, le système de récupération n'est pas prépondérant sur le choix de la solution technique. Celui-ci doit se faire en prenant en compte les paramètres environnementaux du quartier étudié.

Dans les chapitres 4.2 et 4.4, il a été mis en évidence de fortes contraintes polluantes et sonores dues à la route de Saint-Julien et au passage de l'autoroute.

De ce fait, une attention toute particulière devra être portée sur la qualité acoustique du bâtiment et notamment au niveau de ses vitrages qui devront avoir une efficacité acoustique importante.

Choisir une ventilation simple flux va faire apparaître un point faible acoustique important dans les menuiseries. La technique d'amortissement acoustique de ces entrées d'air ne sera pas suffisante pour atteindre la cible voulue. De plus, ces accessoires aérauliques ne sont pas pourvues de filtration. A l'usage, cela va entraîner l'apparition de traces noires dans les appartements au niveau des plafonds et sur les rideaux et donc une insatisfaction des occupants des logements.

La solution ventilation double flux est une installation interne au bâtiment avec un traitement acoustique spécifique implanté sur les réseaux de ventilation. Chaque monobloc est équipé de filtres avec une efficacité adaptée aux polluants à traiter afin de garantir une qualité d'air intérieur conforme aux prescriptions en vigueur.

De ce fait, il est évident que la variante technique "ventilation double flux" est plus adaptée au complexe immobilier planifié et doit être retenue comme solution optimale pour l'objet.

## **6. Estimatif financier des solutions techniques envisagées pour la production de chaleur**

A ce stade du projet, ce comparatif est une estimation des coûts à +/- 20 %, tant sur la partie investissement que sur la partie consommation énergétique.

Comme vu précédemment, la seule source d'énergie est :

- Aérothermie (PAC air-eau).

La production de chaleur est composée comme suit :

- PAC Air eau propane pour la production le chauffage et PAC au CO2 pour la production de l'ECS pour chaque bâtiment.

Pour permettre une comparaison pertinente, les hypothèses suivantes sont admises :

- Le label du bâtiment est HPE, selon Règlement sur l'énergie du canton de Genève de septembre 2022 ;
- Pour la solution retenue, il est admis une production centrale de chaleur pour l'ensemble du site ;
- Le choix de la production solaire photovoltaïque est en accord avec le REn en vigueur ;
- La production ECS est en accord avec le REn en vigueur.

Le comparatif portera donc uniquement la production de chaleur, le coût de l'énergie et la maintenance engagée.

Désignation		PAC Air-Eau
Données de base		
SRE	m2	10561
Puissance de chauffage	kW	289
Engement contrat CAD	ans	-
Consommation énergétique thermique		
Chauffage	kWh	206644
ECS brut	kWh	215345
ECS Solaire thermique	kWh	64602
ECS Net à produire	kWh	150743
Consommation énergétique électrique		
COP PAC CO <sub>2</sub>	7°/65°C	2
COP PAC R290	7°/40°C	3,3
Chauffage	kWh	62620
ECS Net à produire	kWh	75372
	<b>Total</b>	<b>137992</b>
Prix des énergies		
Thermique CAD ZIPLO	cts/kWh	-
Tarif bleu SIG	cts/kWh	0,2151
Coût d'investissement		
Taxe de raccordement SIG	CHF	-
Travaux de réseau CAD	CHF	-
PAC CO <sub>2</sub>	CHF	306800
PAC R290	CHF	287400
	<b>Total</b>	<b>594200</b>
Coût d'exploitation		
Prix énergie	CHF	29682
Coût d'exploitation	CHF	15686
	<b>Total</b>	<b>45368</b>

La solution PAC air eau est, certes, plus chère à l'investissement mais c'est la seule solution possible pour ce projet. Cependant, l'économie sur les charges d'exploitation permet d'amortir l'installation à partir de la 16<sup>ème</sup> année par rapport à d'autres solutions. Cette production d'énergie ne lie pas le MO avec un exploitant sur une longue durée. La technologie et les fluides proposés pour les PAC permettent une longévité du principe de production de chaleur au-delà de 20 ans si l'entretien annuel est fait de manière sérieuse. Ce principe de production de chaleur se place donc en première position et doit être retenu.

## 7. Choix de la labélisation

Sur le canton de Genève, les labélisations en vigueur sont les suivantes :

- HPE (Haute performance énergétique) ;
- THPE (Très haute performance énergétique).

La labélisation Minergie et ses déclinaisons se fondent à quelques pourcentages près dans les deux labels ci-dessus.

La comparaison entre HPE et THPE se fait sur les 3 axes suivants :

- Enveloppe thermique du Bâtiment ;
- Production ECS par panneaux solaires thermiques ;
- Production électricité par panneaux solaires photovoltaïques.

A ce stade de la réflexion, un justificatif global thermique a été fait en prenant en compte les hypothèses suivantes :

- La PAC Air-Eau est retenue comme production de chaleur ;
- Triples vitrages pour les deux variantes ;
- Epaisseur d'isolation constante entre le RDC et le parking ;
- Aucuns ponts thermiques pris en considération ;
- Le bâtiment B a été choisi comme base de comparatif car le facteur de forme est représentatif de l'ensemble du complexe immobilier.

Le comparatif portera donc sur l'écart de prix des épaisseurs d'isolation sur les murs et la toiture pour un bâtiment type.

Le tableau ci-dessous résume le résultat de la comparaison :

Comparatif HPE vs THPE enveloppe du bâtiment							
Résultat sur le bâtiment B							
SRE		1909 m <sup>2</sup>					
<i>Variante HPE</i>							
Besoin en chauffage		19	kWh/m <sup>2</sup>			Pu	Prix total
Epaisseur d'isolation toit		22	cm	484	m <sup>2</sup>	48,4	23426
Epaisseur d'isolation façade		22	cm	700	m <sup>2</sup>	57,6	40320
Besoin chauffage bâtiment B		37544	kWh/an				
Consommation électrique PAC		11377	kWh/an			Cop= 3,3	
Prix du chauffage		2447,19	CHF			prix de kWh 0,215	
<i>Variante THPE</i>							
Besoin en chauffage		17,1	kWh/m <sup>2</sup>				
Epaisseur d'isolation toit		34	cm	484	m <sup>2</sup>	65,3	31603
Epaisseur d'isolation façade		32	cm	700	m <sup>2</sup>	74,88	52416
Besoin chauffage bâtiment B		33789,6	kWh/an				
Consommation électrique PAC		10239,3	kWh/an			Cop= 3,3	
Prix du chauffage		2202,47	CHF			prix de kWh 0,215	
Ecart de prix sur l'isolation		20273	CHF				
Economie de consommation		244,719	CHF				
Amortissement		83	ans				

La version THPE n'est pas amortissable sur la durée de vie des bâtiments mais est à considérer.

Pour ce qui est de la production d'ECS par panneaux solaires thermiques, le comparatif entre les deux labélisations est complètement indépendant des autres paramètres et sera fait sur l'ensemble des bâtiments.

Le tableau en page suivante résume le résultat de la comparaison :

Comparatif HPE vs THPE production solaire thermique Résultat pour l'ensemble des bâtiments					
Production solaire thermique variante HPE analyse des coûts					
Bâtiment	Surface totale (m2)	Besoin ECS (kWh/an)	Production par 30% de solaire thermique	Surface de panneaux (m2)	Solde à produire par la production de chaleur (kWh/an)
Bâtiment A	2117	43402	13020	26	30382
Bâtiment B	1909	39125	11737	23	27388
Bâtiment C	1361	27403	8221	16	19182
Bâtiment D	1728	35323	10597	21	24726
Bâtiment E	1977	40550	12165	24	28385
Bâtiment F	1469	29542	8862	18	20680
	<b>Total</b>	<b>215345</b>	<b>64602</b>	<b>128</b>	<b>150743</b>
Coût installation solaire			230 400,00 CHF		
Coût solde de production solution PAC			16 212,41 CHF		Cop PAC :2 0,2151 cts /kWh électrique
Production solaire thermique variante THPE analyse des coûts					
Bâtiment	Surface totale (m2)	Besoin ECS (kWh/an)	Production par 50% de solaire thermique	Surface de panneaux (m2)	Solde à produire par la production de chaleur (kWh/an)
Bâtiment A	2117	43402	21701	43	21701
Bâtiment B	1909	39125	19562	39	19563
Bâtiment C	1361	27403	13702	27	13701
Bâtiment D	1728	35323	17662	35	17661
Bâtiment E	1977	40550	20275	41	20275
Bâtiment F	1469	29542	14771	30	14771
	<b>Total</b>	<b>215345</b>	<b>107673</b>	<b>215</b>	<b>107672</b>
Coût installation solaire			387 000,00 CHF		
Coût solde de production solution PAC			11 580,12 CHF		Cop PAC :2 0,2151 cts /kWh électrique
Ecart de prix d'investissement			156 600,00 CHF		
Economie de consommation			-4 632,29 CHF		
Amortissement			34 ans		

Si l'on se base sur une durée de vie d'un bâtiment qui est d'au moins 50 ans, la version THPE est à retenir.

Le tableau à la page suivante synthétise le comparatif relatif à la production photovoltaïque :

Comparatif HPE vs THPE production photovoltaïque										
Résultat pour l'ensemble des bâtiments										
Production solaire photovoltaïque variante HPE analyse des coûts										
		Besoins électriques Bâtiment				Besoin électrique chauffage Version PAC		Production électrique du site		
Bâtiment	Surface totale (m <sup>2</sup> )	Besoin ventilation (kwh/an)	Besoin éclairage (kwh/an)	Besoin Appareil (kwh/an)	Total (kWh/an)	Besoin ECS (kWh/an) COP = 2	Besoin de chauffage (kWh)/an) COP = 3,3	Production solaire base HPE(kWh/an)	Surface de panneaux (m <sup>2</sup> )	
Bâtiment A	2117	2630	8768	30688	42086	15191	12621	21920	60	
Bâtiment B	1909	2371	7904	27664	37939	13694	11377	19760	54	
Bâtiment C	1361	1661	5536	19376	26573	9591	7968	13840	38	
Bâtiment D	1728	2141	7136	24976	34253	12363	10272	17840	49	
Bâtiment E	1977	2458	8192	28672	39322	14192,5	11792	20480	56	
Bâtiment F	1469	1790	5968	20888	28646	10340	8590	14920	41	
				Total	208819		18930	108760	298	
						Consommation totale bâtiments version PAC	227749			
Coût installation solaire					104 300,00 CHF					
Achat électricité SIG					25 594,53 CHF			21,51 cts/kwh		
Production solaire photovoltaïque variante THPE analyse des coûts										
		Besoins électriques Bâtiment				Besoin électrique chauffage Version PAC		Production électrique du site		
Bâtiment	Surface totale (m <sup>2</sup> )	Surface totale (m <sup>2</sup> )	Besoin ventilation (kwh/an)	Besoin éclairage (kwh/an)	Total (kWh/an)	Besoin ECS (kWh/an) COP = 2	Besoin de chauffage (kWh)/an) COP = 3,3	Production solaire base THPE(kWh/an)	Surface de panneaux (m <sup>2</sup> )	
Bâtiment A	2117	2630	8768	30688	42086	15191	11359	65760	180	
Bâtiment B	1909	2371	7904	27664	37939	13694	10239	59280	162	
Bâtiment C	1361	1661	5536	19376	26573	9591	7172	41520	114	
Bâtiment D	1728	2141	7136	24976	34253	12363	9244	53520	147	
Bâtiment E	1977	2458	8192	28672	39322	14192,5	10612	61440	168	
Bâtiment F	1469	1790	5968	20888	28646	10340	7731	44760	123	
				Total	208819		18071	326280	894	
						Consommation totale bâtiments version PAC	226890			
Coût installation solaire					312 900,00 CHF					
Revente électricité SIG					-17 890,20 CHF			18 cts/kwh		
Ecart de prix d'investissement					208 600,00 CHF					
Amortissement					8 ans					

La production d'électricité photovoltaïque est composée d'une part fixe et d'une part qui dépend de l'enveloppe et de la consommation de production de chaleur. La part fixe comprend :

- La consommation de la ventilation ;
- La consommation due à l'éclairage ;
- La consommation due aux appareils.

La part variable est définie par :

- La consommation d'énergie de la production de chaleur par PAC Air-Eau en fonction de la labélisation.

On admettra que le choix d'approvisionnement classique, CA ou RCP n'influence pas ce calcul. Celui-ci est fait sur la globalité des bâtiments.

La version THPE doit être retenue sans équivoque.

## **8. Conclusion**

Sous réserve de l'approfondissement des études en fonction de la forme architecturale définitive des bâtiments, il est recommandé de choisir :

- Une production de chaleur et d'ECS par PAC air eau propane et CO2 ;
- Une ventilation double flux ;
- La variante THPE pour la classe énergétique du bâtiment. En effet, la valeur financière des subventions et les souplesses architecturales qu'elle propose peuvent rendre le standard de très haute performance énergétique viable ;
- De dimensionner sous cette même labélisation les productions solaires thermiques et solaires photovoltaïques sur la base d'une labélisation THPE afin de baisser les coûts d'énergie qui sont en croissance exponentielle ;
- Une installation solaire photovoltaïque sous forme de Microgrid (contrôle de l'éligibilité à vérifier).