



CET 2022-04

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

07.10.2022

100159.02-RN001b/Mads

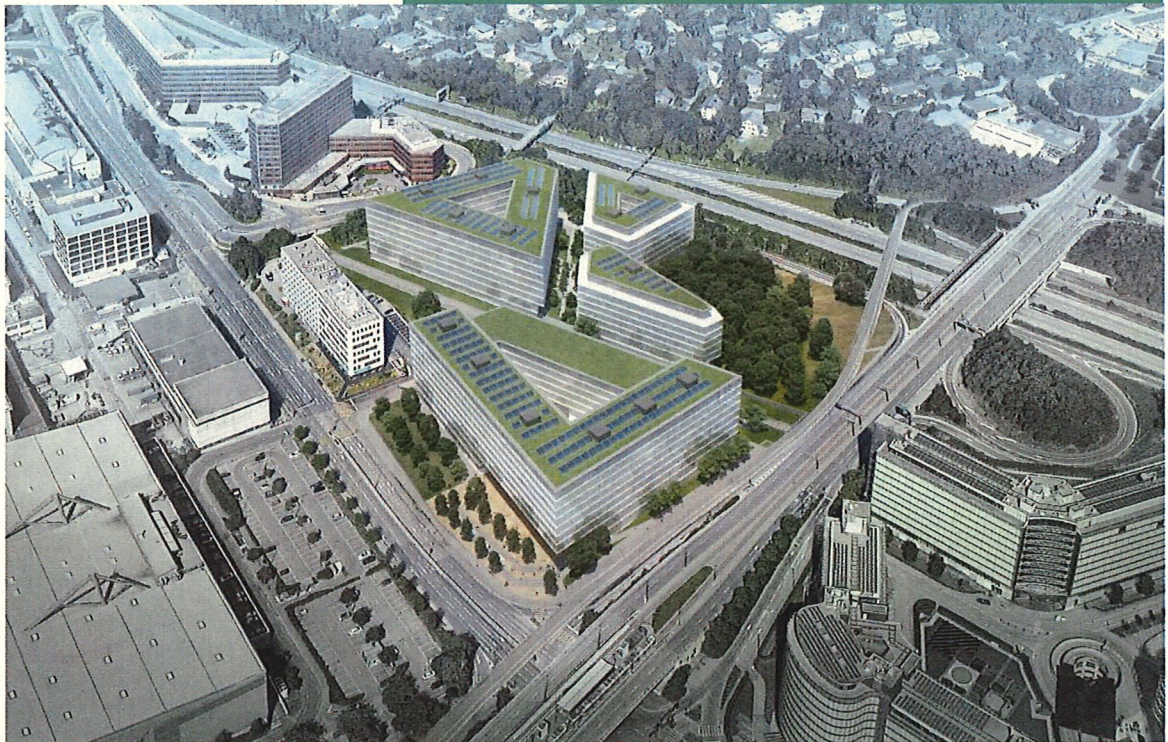
2 juillet 2021

FdMP Architectes

F
dM
P

CONCEPT ENERGÉTIQUE TERRITORIAL

VERNIER MEYRIN AÉROPORT PRÉ-BOIS






BG Ingénieurs Conseils SA
ARCenter - Route de Montfleury 3 - Case postale 435 - CH-1214 Vernier
T +41 58 424 23 10 - geneve@bg-21.com - www.bg-21.com
CHE-116.329.587 TVA

■ INGENIOUS SOLUTIONS



CONCEPT ENERGÉTIQUE TERRITORIAL

VERNIER MEYRIN AÉROPORT PRÉ-BOIS

VERSION	-	-	100159.02-
DOCUMENT	100159.02-RN001/Mads	100159.02-RN001a/Mads	RN001b/Mads
DATE	10 mai 2021	3 juin 2021	2 juillet 2021
ELABORATION	 Dasaraden Mauree	 Dasaraden Mauree	 Dasaraden Mauree
VISA			
COLLABORATION	Thomas Debernardi	Thomas Debernardi	Thomas Debernardi
DISTRIBUTION	FdMP Architectes	FdMP Architectes	FdMP Architectes



CET VMA PRÉ-BOIS

Table des matières		Page
1.	Synthèse	2
2.	Introduction	3
2.1	Contexte de l'étude	3
2.2	Périmètre	4
2.3	Impact du nouveau Règlement d'application de la loi sur l'énergie (L 2 30.01; REn)	6
3.	Besoins énergétiques	7
3.1	Besoins énergétiques actuels	7
3.2	Besoins énergétiques futurs	7
3.3	Simulation horaires des besoins	13
4.	Potentiel en ressources renouvelables	15
4.1	Géothermie	15
4.1.1	Sondes / pieux énergétiques	16
4.1.2	Nappe de Montfleury	16
4.1.3	Géothermie moyenne profondeur (Géothermie 2020)	17
4.2	Aérothermie	18
4.3	Rejets de chaleur locaux (du projet)	18
4.4	Solaire	18
5.	Infrastructures énergétiques	22
6.	Synthèse des opportunités	23
7.	Stratégie énergétique proposée	24
7.1	Niveau de performance énergétique et qualité de vie dans les bâtiments	24
7.2	Sensibilisation des utilisateurs	24
7.3	Concept énergétique	25
7.4	Planning	33
7.5	Utilisation des toitures	34
8.	Ouverture sur le périmètre élargi	35
9.	Annexe	37
9.1	Valeur Standard SIA 2024	37
9.2	Valeur Cible SIA 2024	38

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).

Les bâtiments devront, pour la plupart, être équipés d'une **ventilation double-flux avec récupération d'énergie**.

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.

Le concept énergétique proposé pour le quartier Pré-Bois est le suivant :

- **Distribution de chaud et de froid à l'échelle du quartier** : création d'une infrastructure énergétique de quartier - **mise en place d'un réseau chaud et d'un réseau froid**, alimentant les différentes sous-stations des bâtiments.
- **Production de chaleur** : production renouvelable à partir de PAC sur le réseau GeniLac® et/ou de géothermie sur nappe.
- **Production de froid** : elle sera assurée de manière décentralisée par un **raccordement éventuel sur l'infrastructure GeniLac®** alimentant les différentes sous-stations du quartier. Le froid sera produit en direct via des échangeurs en sous-stations
- **Production d'eau chaude sanitaire** : en direct sur la géothermie grande profondeur ou à l'aide de PAC décentralisées sur le réseau géothermie ou sur GeniLac®
- **Sous-stations** : l'interface entre les installations centralisées et la distribution à l'intérieur des bâtiments se fera par le biais de sous-stations. Le concept proposé prévoit **une sous-station par "îlot" ou par propriétaire de bâtiment**, correspondant également au nombre de propriétaires du projet. Chaque sous-station comprendra : un échangeur froid sur GeniLac®, un échangeur chauffage ou chauffage/ECS sur le réseau CAD, une pompe à chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire décentralisée (sauf dans le cas de géothermie), des ballons de stockage de l'ECS.
- **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 **1'913 m² (48%) pour l'îlot A, 1'268 m² (43%) pour l'îlot B et 1'661 m² (52%) pour l'îlot C**. Les façades les plus favorables (orientées sud) pourront également être équipées de panneaux solaires photovoltaïques verticaux. Les panneaux solaires thermiques pourront être installés dans la mesure du possible sur les toitures. Le schéma suivant présente la valorisation des toitures proposée :



Ce chapitre présente la stratégie énergétique du CET VMA Pré-Bois de manière plus détaillée.

2. Introduction

2.1 Contexte de l'étude

Vernier-Meyrin-Aéroport plan directeur cantonal

À la suite de l'adoption du plan directeur cantonal 2030, l'État de Genève a mis en évidence la position privilégiée du secteur de VMA (Vernier-Meyrin-Aéroport). Ce lieu fait partie des dix grands projets de développement identifiés au niveau cantonal.

Entre ville et périphérie, le secteur est actuellement assez flou mais déjà urbanisé et hyper connecté en termes de transports publics. La zone jouit d'un potentiel énorme au vu de sa situation à proximité immédiate de l'aéroport qui lui confère un statut quasi international.

Étude d'urbanisme (grand projet)

Dans le plan d'urbanisme qui a suivi le plan directeur cantonal (Image Directrice 2014), il a été déterminé que la zone de Pré-Bois en particulier avait un rôle important de « connecteur » inter quartiers. En effet cette fonction de « pivot » lui permet de relier la nouvelle vitrine économique le long de l'autoroute (ainsi que les quartiers de logements environnants) à la gare de Vernier, en passant par le complexe de l'ICC, de Blandonnet ainsi que de toutes les zones d'immeubles de la route de Pré-Bois.

La notion de connexion est d'autant plus importante que le secteur est singularisé par la traversée de l'autoroute et du train qui agissent comme des barrières de séparation très nettes et difficilement franchissables.

Le secteur de Pré-Bois a pour vocation de devenir un des lieux majeurs d'un nouveau développement urbain.

L'étude d'urbanisme a également mis en évidence que au vu de sa très bonne connexion aux transports publics, le secteur était très propice à l'établissement d'un programme public d'importance, en l'occurrence ici une piscine intercommunale couverte. Ce programme est vécu comme une chance car c'est un programme attractif qui amène beaucoup de flux de personnes sur le site.

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 CO₂ 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.

2.2 Périmètre

L'étude porte sur la version du 30 mars 2021 du programme du projet intégrant notamment des modifications sur l'îlot B (relatives à la protection des forêts) tout en conservant les îlots A et C à l'identique.

L'horizon de réalisation des premières constructions du projet est fixé entre les années 2024 et 2030, avec une construction débutant par l'îlot A.

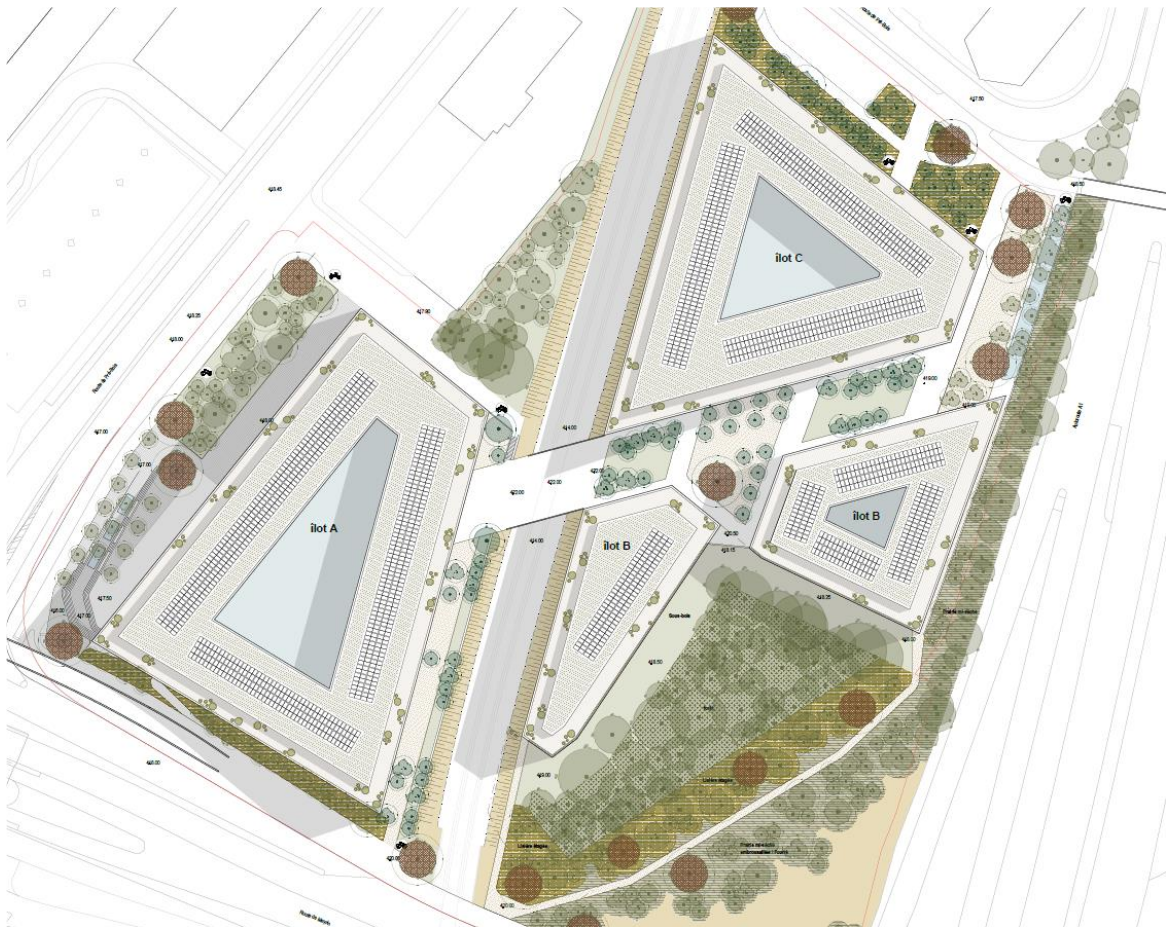


Figure 1 : Représentation des îlots (source : FdMP Architectes, 2021)

Ilots	Affectation	Surfaces	Pourcentage
A	Administratif / showroom	7 651m ²	20%
	Café / restaurant	1 913 m ²	5%
	Commerces / services	21 040 m ²	55%
	Hôtel	7 651m ²	20%
Total		38 255 m²	100%
B	Bureaux	16 483 m ²	65%
	Café / restaurant	1 268 m ²	5%
	Commerces / services	2 536 m ²	10%
	Médical	5 072 m ²	20%
Total		25 358 m²	100%
C	Bureaux	12 884 m ²	40%
	Café / restaurant	1 611m ²	5%
	Centre sportif	9 663 m ²	30%
	Centre wellness	3 221m ²	10%
	Commerces / services	3 221m ²	10%
	Loisirs	1 611m ²	5%
Total		32 211 m²	100%
	Piscine (hors- sol)	1 006 m ²	
Total avec piscine		33 217 m²	
Bilan	Bureaux / administratif	37 018 m ²	39%
	Café / restaurant	4 791m ²	5%
	Centre sportif	9 663 m ²	10%
	Centre wellness	3 221m ²	3%
	Commerces / services	26 797 m ²	28%
	Loisirs	1 611m ²	2%
	Hôtel	7 651m ²	8%
	Médical	5 072 m ²	5%
	Total SBP, droits à bâtir	95 824 m²	100%
	Piscine (hors- sol)	1 006 m ²	
Total projet	96 830 m²		

Figure 2 : hypothèses programmatiques par îlot (source : FdMP Architectes, 2021)

2.3 Impact du nouveau 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.

En effet, les critères pour obtenir la certification du standard Minergie® et Minergie-P® ayant évolué avec le Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC 2014), le certificat HPE (haut standard énergétique) ou THPE genevois (très haut standard énergétique) est devenu incompatible. Pour mémoire, le MoPEC constitue un ensemble de prescriptions énergétiques élaborées conjointement par les cantons sur la base de leurs expériences en matière d'exécution dans le domaine du bâtiment.

En suivant cette évolution, cette modification réglementaire augmente aussi les possibilités pour les bâtiments d'être certifiés HPE ou THPE-2000W respectivement Minergie® et Minergie-P®-Eco pour le neuf et HPE-Reno ou THPE-Reno respectivement Minergie® Reno et Minergie®-P Eco. Il permet aussi de viser d'autres certificats équivalents tels que le SNBS et le CECB. Les nouveaux standards énergétiques ont été publiés dans la feuille d'avis officielle le 11 juin 2019 pour une entrée en vigueur le 12 juin 2019.

Les principaux impacts et modifications, 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/m² 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/m² de surface climatisée** pour les besoins d'électricité des machines de production de froid

- Niveau de performance **THPE-Neuf**
 - Taux de production d'électricité propre (PV ou CCF) : **30 W/m² 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/m² de surface climatisée** pour les besoins d'électricité des machines de production de froid

Ces modifications du Règlement d'application de la Loi sur l'Energie (L 2 30.01; REn) ont un impact non négligeable sur l'utilisation des toitures, pour la valorisation de l'énergie solaire locale, qui nécessite d'être étudié de manière précise.

3. Besoins énergétiques

3.1 Besoins énergétiques actuels

Les besoins actuels en énergie correspondent aux besoins de bâtiments type villas, comme illustrés sur la figure suivante, dont la chaleur est essentiellement produite à partir de chaudières individuelles fonctionnant au mazout. Ces bâtiments seront détruits pour céder la place aux futurs îlots A, B et C du quartier. Leurs besoins énergétiques ne sont pas pris en compte dans la présente étude.

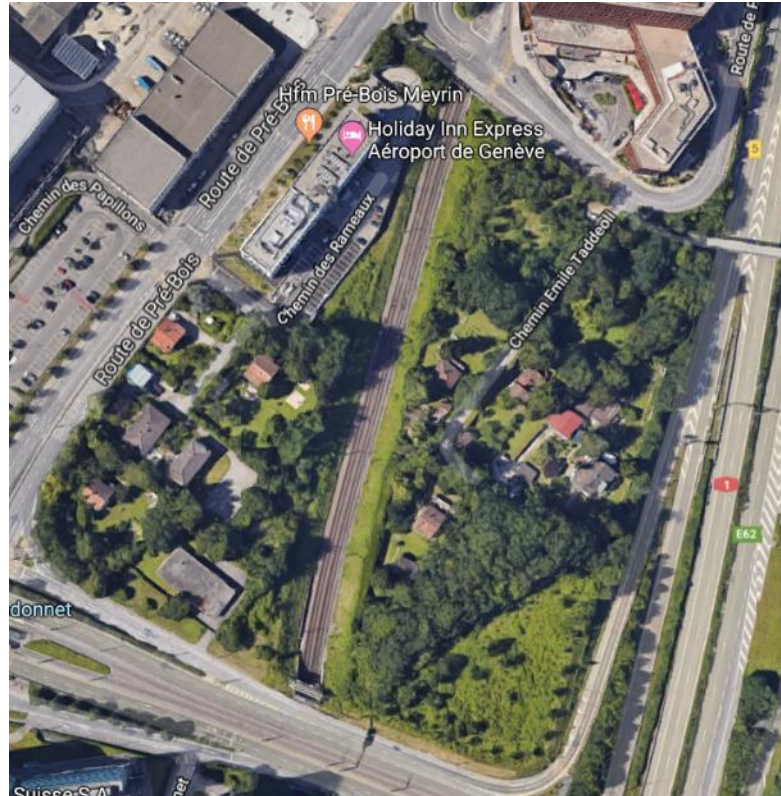


Figure 3 : Villas existantes devant être détruites dans le cadre du projet de construction

3.2 Besoins énergétiques futurs

Le périmètre restreint composé des bâtiments et usages cités en 2.2, permet d'évaluer les besoins énergétique futurs du projet, à partir des ratios de besoins définis par la SIA 2024:2015 (annexes 9.1 et 9.2).

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 devrait être atteint pour le standard HPE et THPE respectivement.

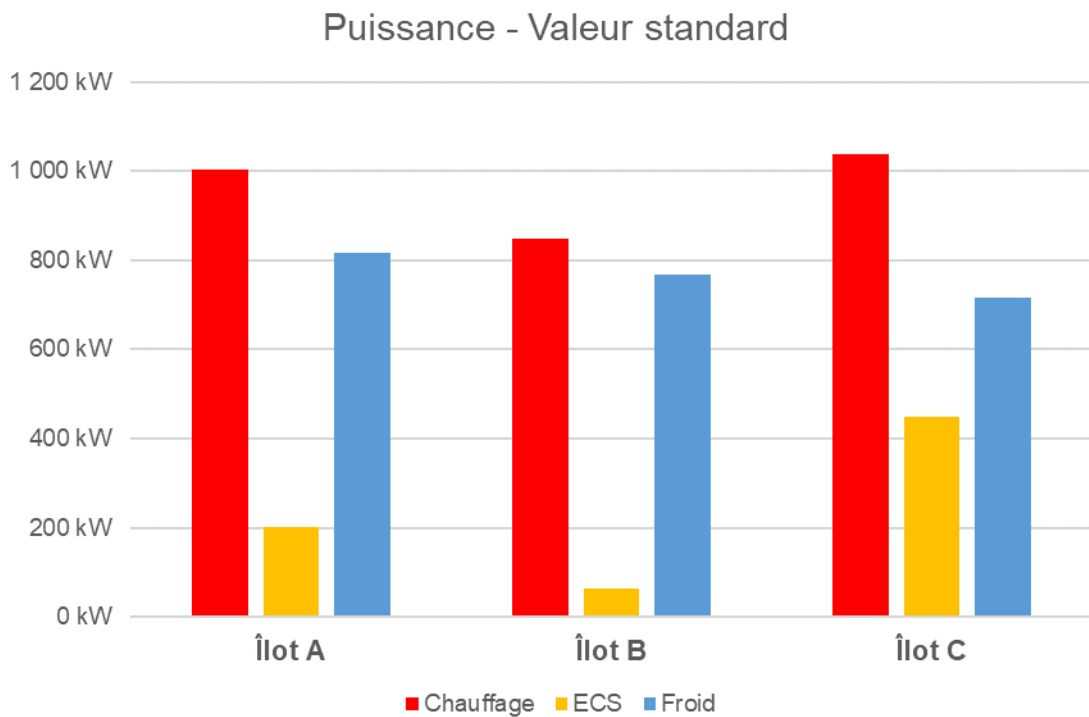
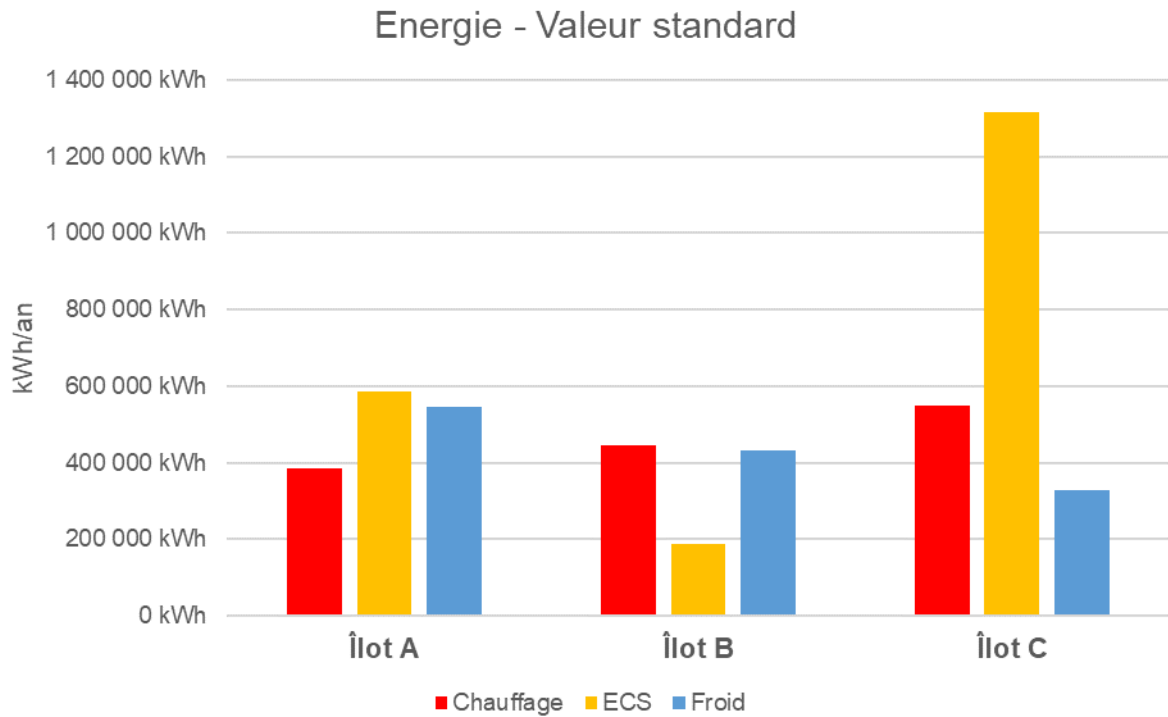


Figure 4 : besoin en énergie et en puissance du projet par îlot - valeur standard SIA 2024:2015

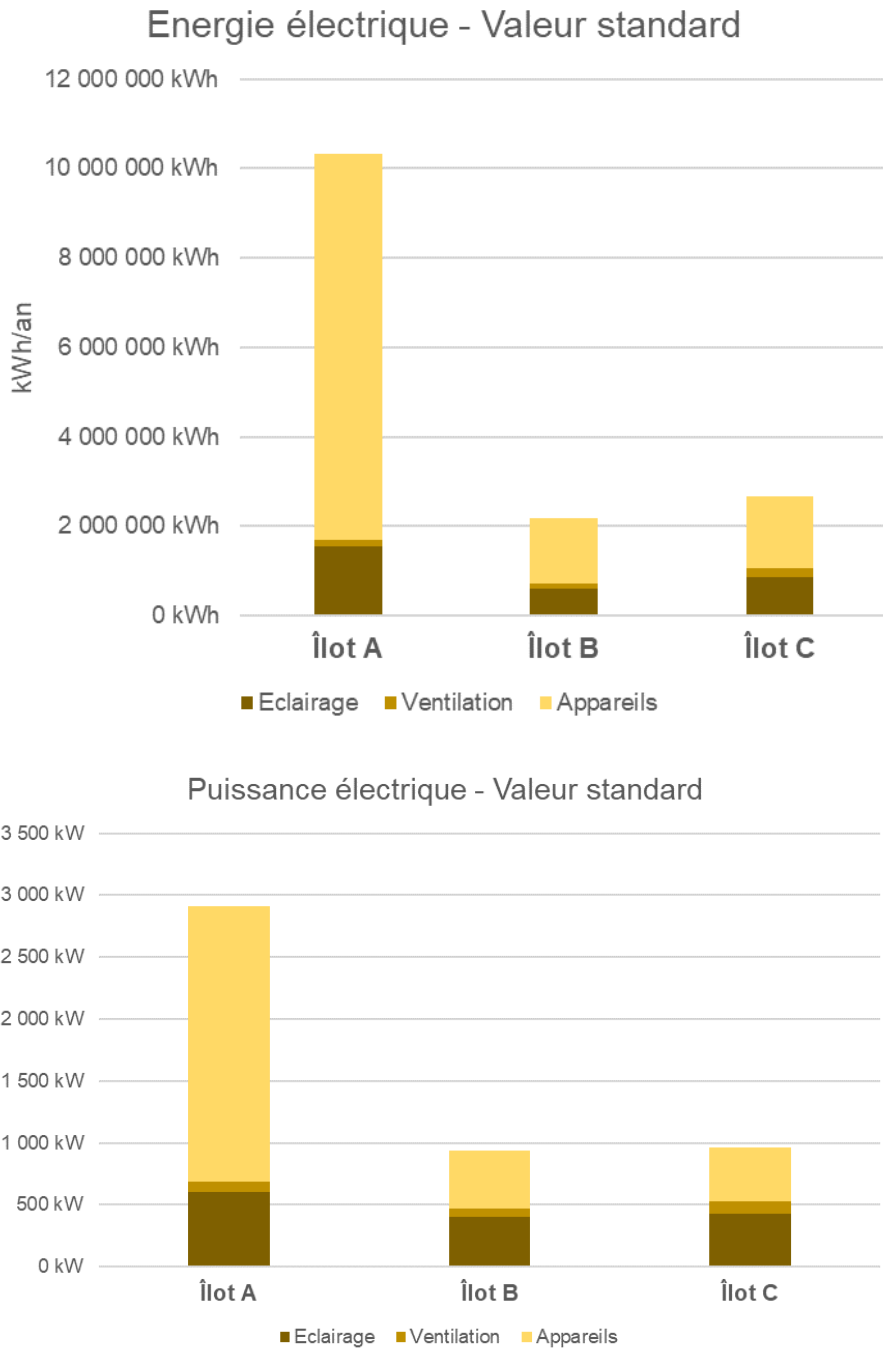


Figure 5 : besoin en énergie et puissance électrique d'usage par îlot - valeur standard SIA 2024:2015

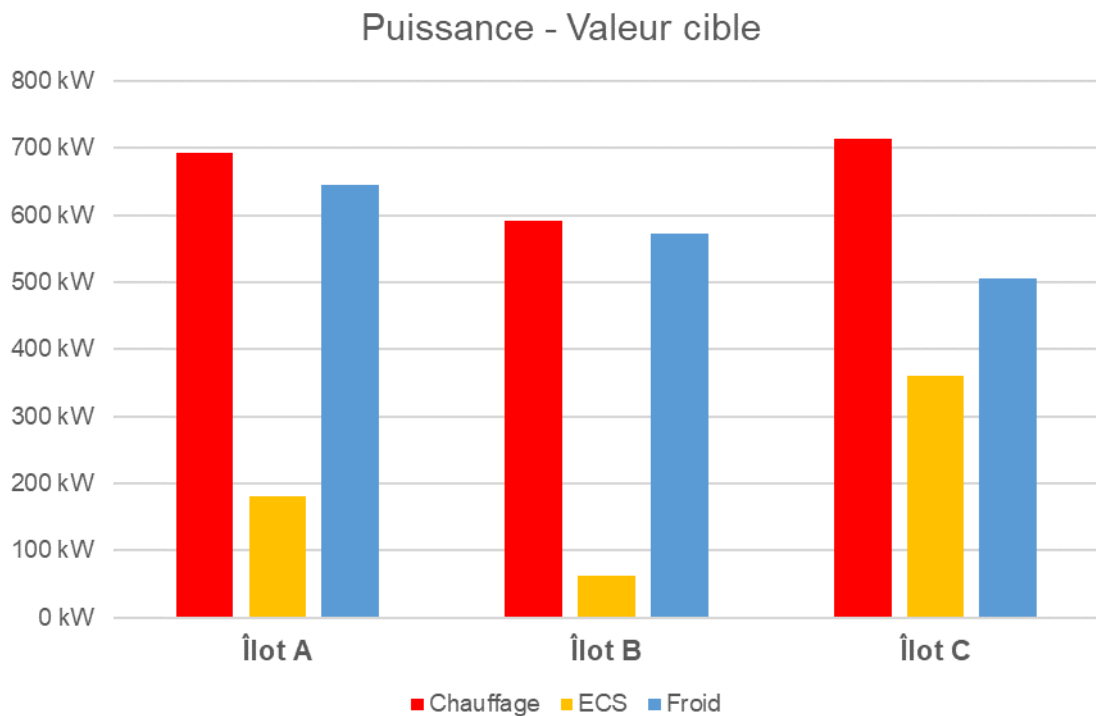
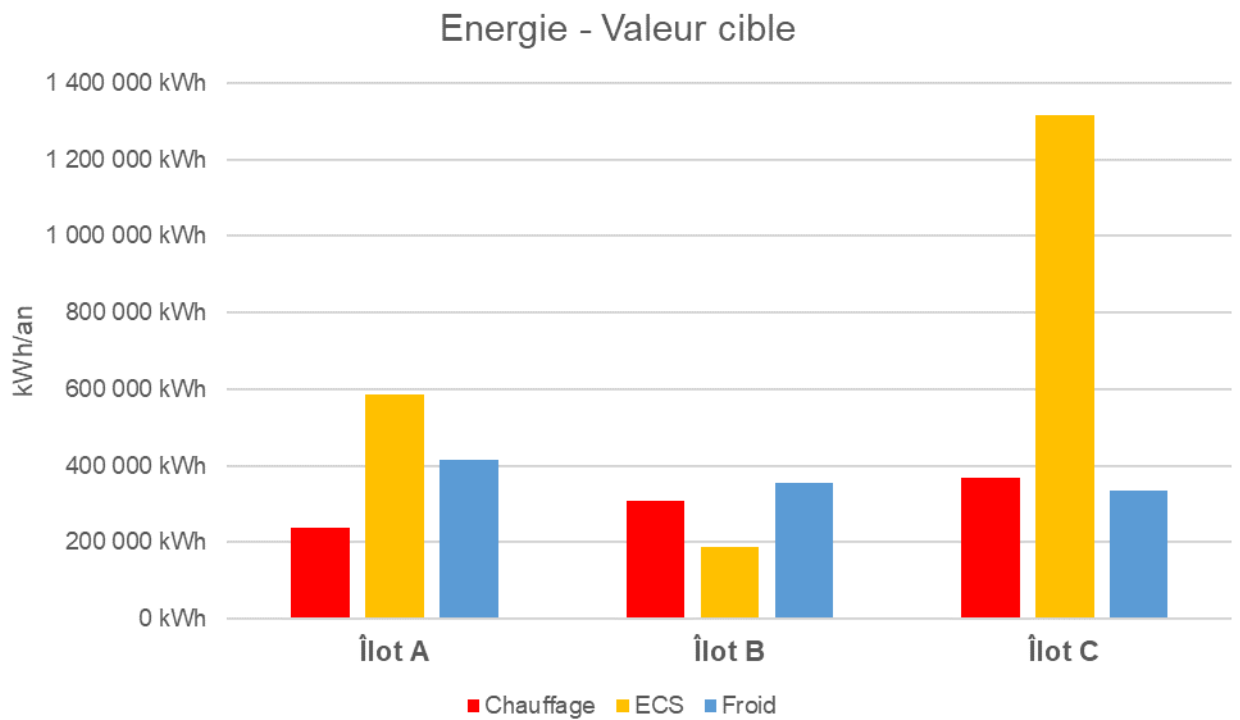


Figure 6: besoin en énergie et en puissance du projet par îlot - valeur cible SIA 2024:2015

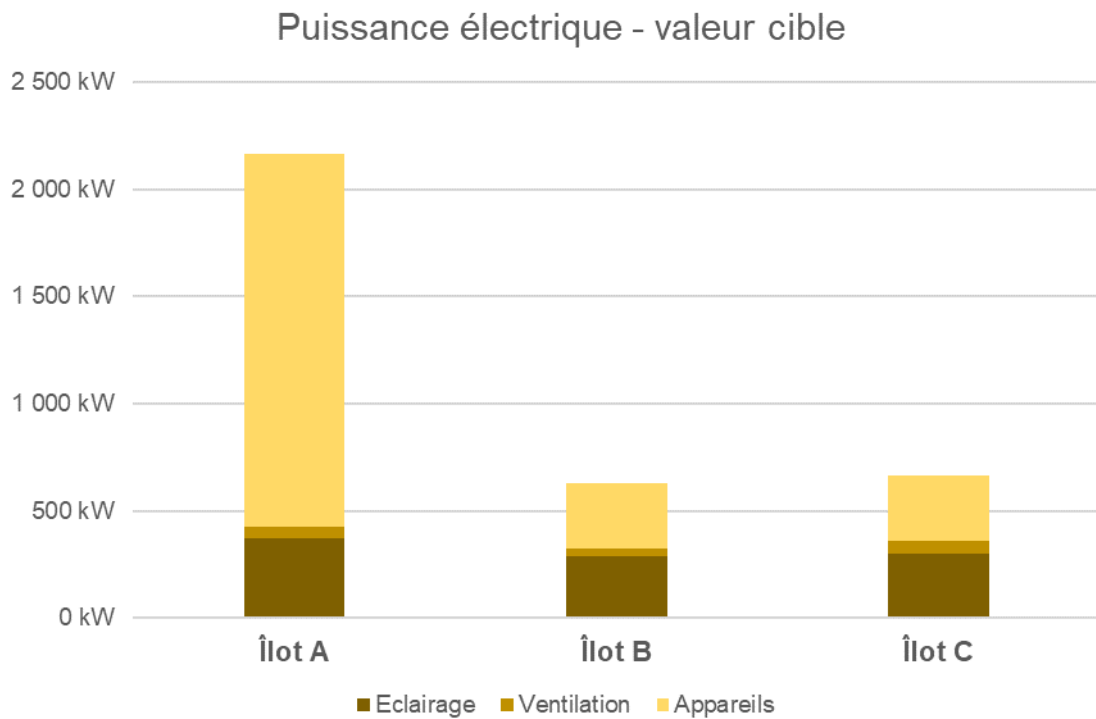
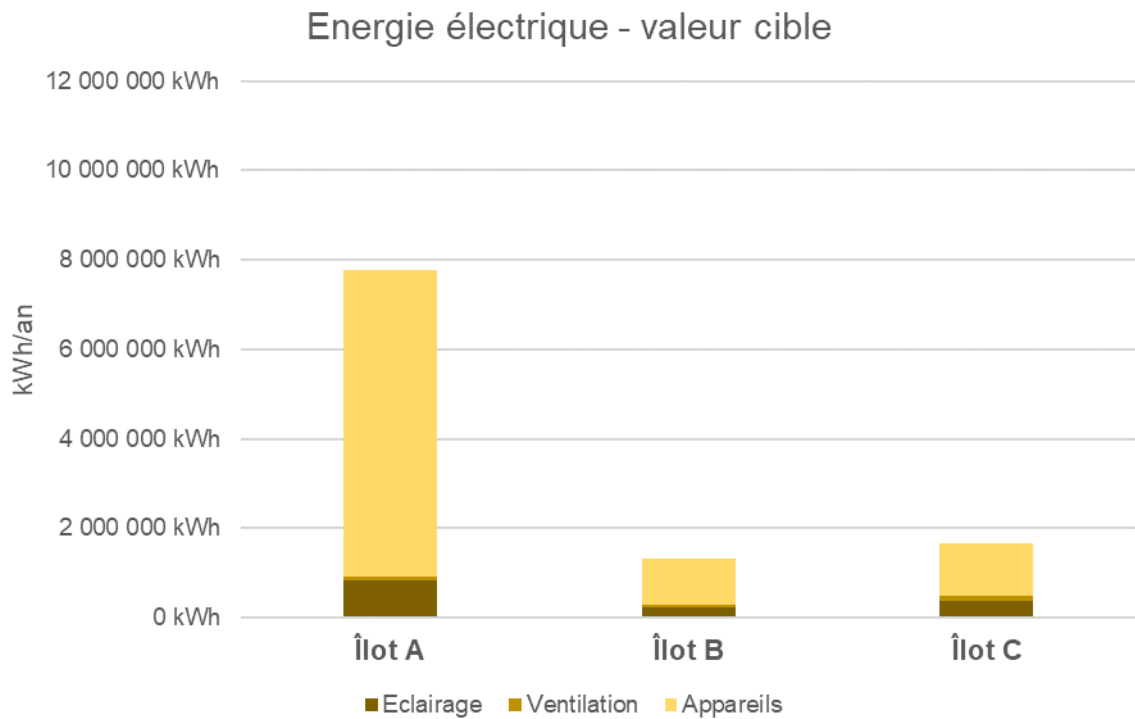


Figure 7 : besoin en énergie et puissance électrique d'usage par îlot - valeur cible SIA 2024:2015

Les besoins énergétiques de la zone (y compris les bâtiments existants) sont récapitulés dans les tableaux suivants :

Tableau 1 : Besoins énergétiques – SIA 2024:2015 valeurs standard

	Chaud (KWh/an)	Froid (kWh/an)	Electricité (kWh/an)
ilot A	973 590 kWh	545 134 kWh	10 330 763 kWh
Ilot B	634 584 kWh	431 466 kWh	2 187 635 kWh
Ilot C	2 068 751 kWh	329 820 kWh	2 708 374 kWh
Total	3 676 925 kWh	1 306 420 kWh	15 226 771 kWh

Tableau 2 : Besoins énergétiques – SIA 2024:2015 valeurs cibles

	Chaud (KWh/an)	Froid (kWh/an)	Electricité (kWh/an)
ilot A	824 013 kWh	414 493 kWh	7 760 983 kWh
Ilot B	496 383 kWh	356 533 kWh	1 311 769 kWh
Ilot C	1 878 309 kWh	337 792 kWh	1 698 151 kWh
Total	3 198 705 kWh	1 108 818 kWh	10 770 903 kWh

Tableau 3 : Différences des besoins énergétiques – SIA 2024:2015 valeurs standard - valeurs cibles

	Chaud (KWh/an)	Froid (kWh/an)	Electricité (kWh/an)
ilot A	149577	130641	2569780
Ilot B	138201	74933	875865
Ilot C	190442	-7972	1010223

Au-delà des besoins standard d'énergie, les puissances et les consommations pour la mobilité électrique sont calculées selon le cahier technique SIA 2060. Il est proposé en l'occurrence d'avoir 20% des places de parcs qui sont au niveau d'équipement D (déjà équipés) dans les parkings et 60% des places de parcs prêts à être équipés. Le calcul est effectué dans le cas de cette étude pour 175 places équipées pour ce qui concerne les employés et 35 places pour les clients et visiteurs (avec une recharge

occasionnelle). Les besoins de puissances uniquement pour les véhicules électriques représenterait d'après ces calculs environ 10% de la puissance du quartier.

Tableau 4 : Calcul de la puissance et des besoins énergétiques pour la mobilité électrique selon SIA 2060.

	Nombre de places	Puissance (kW)	Energie (kWh)
Pour les employés	175	194	419040
Pour les clients / visiteurs	35	263	672978
Total	210	457	1092018

3.3 Simulation horaires des besoins

Le projet, présentant des besoins de chaud et de froid équilibrés sur l'année, il apparaît nécessaire de réaliser une modélisation horaire afin d'en vérifier les simultanités, pouvant orienter le concept énergétique futur.

Une modélisation horaire des besoins a été réalisée à l'échelle du périmètre, ainsi qu'à l'échelle des différents ilots. Les résultats sont présentés dans les figures suivantes :

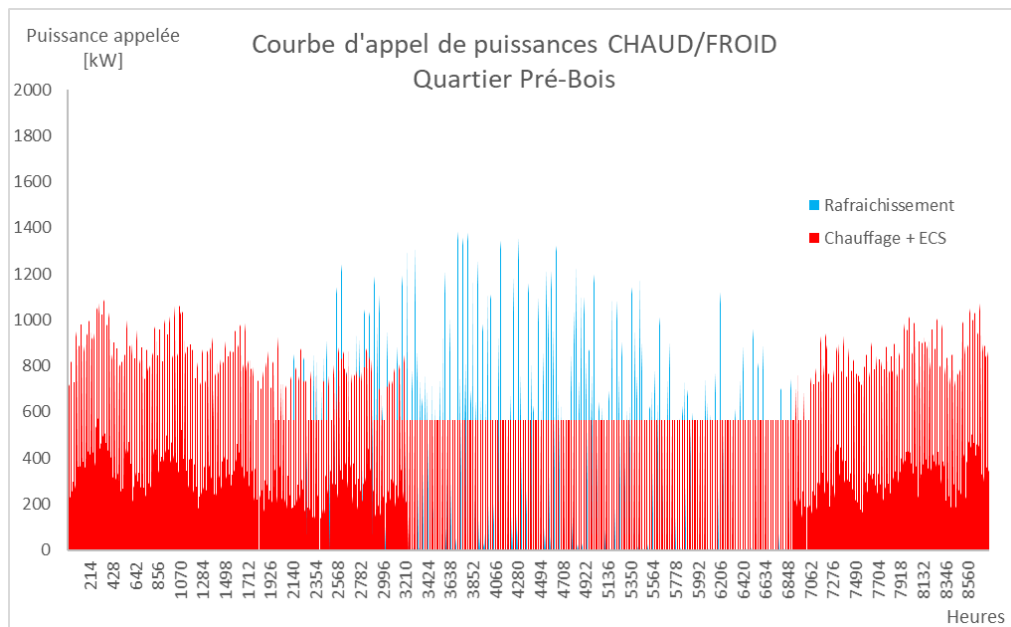


Figure 8 : modélisation horaire des besoins en chaud et froid – Périmètre Pré-Bois

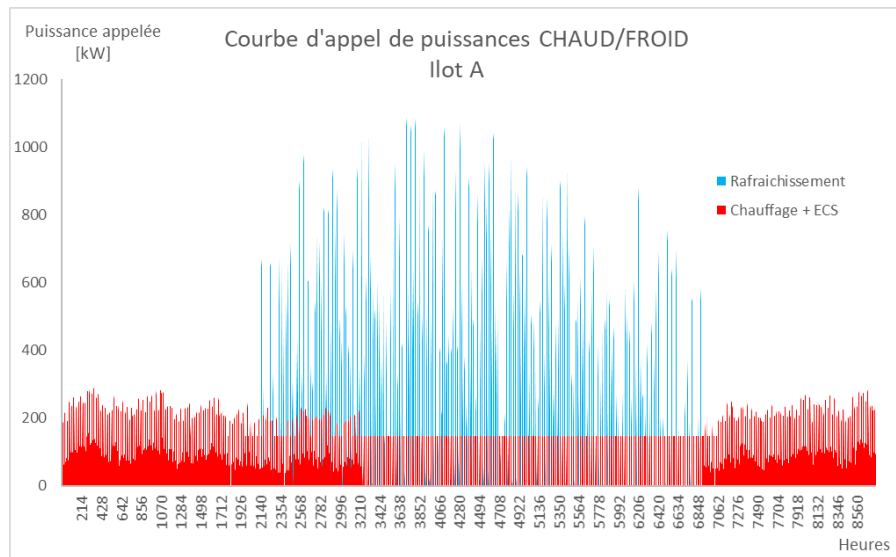


Figure 9 : modélisation horaire des besoins en chaud et froid – Ilot A

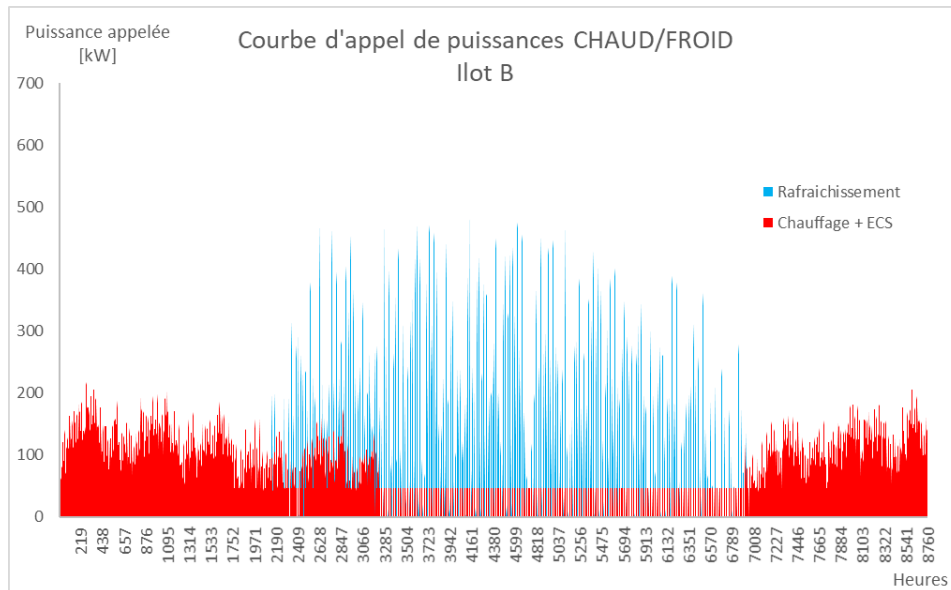


Figure 10 : modélisation horaire des besoins en chaud et froid – Ilot B

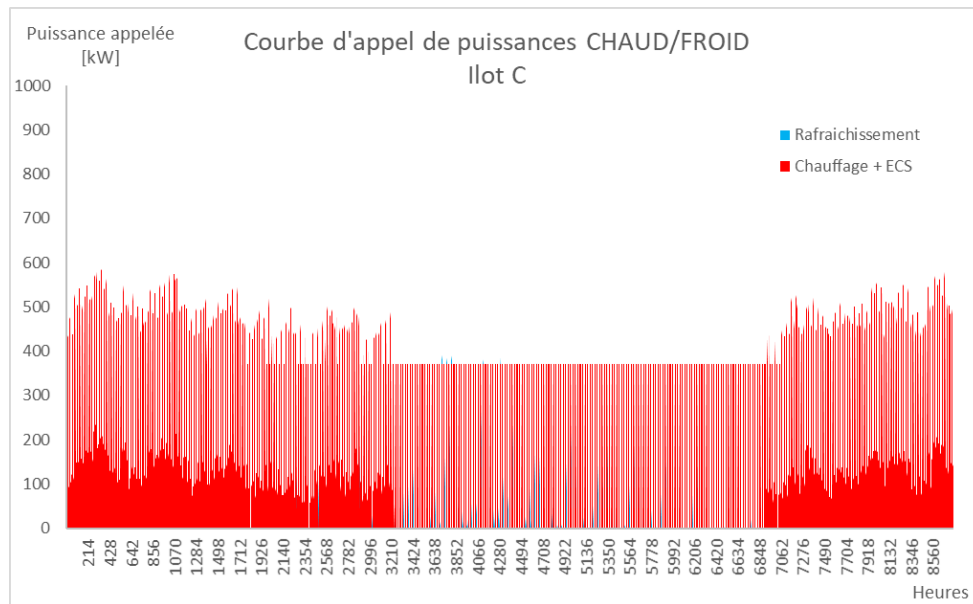


Figure 11 : modélisation horaire des besoins en chaud et froid – Ilot C

On remarque que sur les ilots A et B, les besoins en ECS sont très faibles par rapport aux besoins de froid en été. La production d'ECS, si celle-ci est réalisée de manière centralisée, pourrait se faire à partir de la production de froid : ces 2 besoins sont complémentaires et simultanés.

Pour l'ilot C, les besoins en ECS sont nettement plus élevés (piscine) et la récupération de chaleur sur la production de froid n'est pas suffisante pour couvrir les besoins d'ECS.

4. Potentiel en ressources renouvelables

La liste des ressources renouvelables disponibles s'appuie entre autres sur de précédentes études réalisées :

- "Groupement VMA Pré-Bois CH-1217 Meyrin", 30 juin 2016 v2, par energys, ingénierie du bâtiment
- "Développement Vernier – Meyrin – Aéroport", juin 2016, par ECOTEC Environnement S.A.

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 est nécessaire pour le chauffage. Elles correspondent à l'exploitation de forages de faibles profondeurs (moins de 300 m).
- **Géothermie moyenne profondeur** : nappes souterraines et eaux thermales. L'exploitation de cette ressource peut se faire de manière directe ou via des pompes à chaleur selon la ressource et le type de besoins.

A noter que la géothermie basse et moyenne enthalpie peuvent nécessiter une pompe à chaleur afin d'atteindre les niveaux de températures pour répondre aux besoins de chaleur.

4.1.1 Sondes / pieux énergétiques

L'étude d'Energys avait mis en avant la possibilité d'installation de sondes soit sous les bâtiments projetés (pieux énergétiques), soit à côté (sondes géothermiques verticales), en dehors des zones de bois forêt cadastrée et des voies CFF. Le potentiel d'utilisation de cette ressource avait été évalué et l'étude avait montré qu'un système d'approvisionnement énergétique basé sur des champs de sondes géothermiques est possible pour le périmètre Pré-Bois.

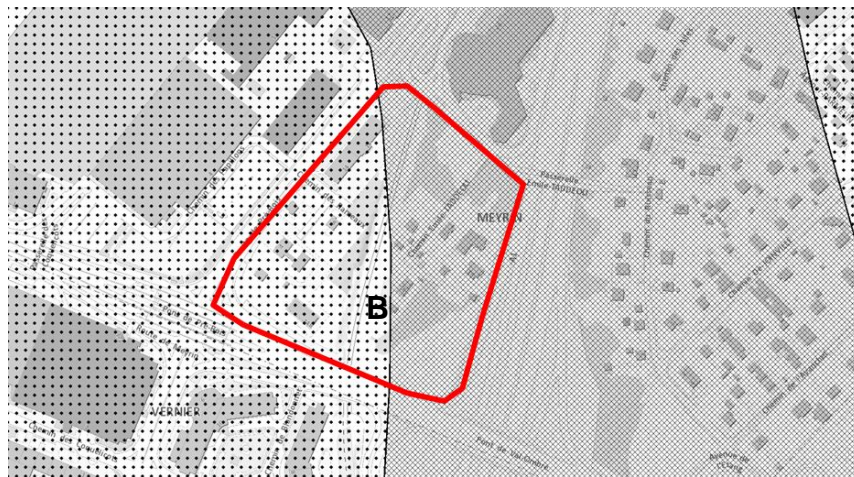


Figure 12: possibilité d'implantation de champs de sondes géothermiques (source : SITG, 2021). La zone grisée signifie que les sondes sont interdites et la zone pointillée indique qu'une demande de renseignement est nécessaire.

Néanmoins, une cartographie récente de la zone, a déterminé que la moitié de la parcelle ne pourra pas être utilisée pour installer des sondes verticales, due à la présence d'une nappe phréatique. Cette option n'est donc plus envisageable.

4.1.2 Nappe de Montfleury

Le principe de la géothermie sur nappe est de capter la température de la nappe phréatique et ensuite de monter en température grâce à une pompe à chaleur afin de répondre au besoin de chauffage et de production d'ECS ou encore au rafraîchissement.

Le site de Pré-Bois est situé au-dessus d'une branche secondaire de la nappe phréatique de Montfleury, comme le montre la figure suivante :

Un forage à une profondeur de 1'300 m permettrait, s'il est concluant, de pomper de l'eau autour de 50°C. Ceci permettrait d'alimenter directement les sous-stations pour la production de chauffage sans recourir à une pompe à chaleur pour remonter la température.

De la même manière, un forage à une profondeur de 1'900 m permettrait de pomper de l'eau autour de 65°C afin de produire le chauffage et l'eau chaude sanitaire du quartier en direct.

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.

Le projet, accueillant essentiellement des activités de jour, et étant localisé dans une zone soumise au bruit diurne provenant de l'aéroport, cette technologie présente un potentiel pour la production de chaleur et de froid.

4.3 Rejets de chaleur locaux (du projet)

La valorisation des rejets de chaleur fatale du site, issus du rafraichissement des locaux, présente une ressource renouvelable locale exploitable.

Cette chaleur fatale peut être valorisée soit localement, si présence de besoins de chaud et de froid simultanés à l'échelle d'un îlot, soit à l'échelle du quartier, à travers une infrastructure énergétique de type boucle tempérée soit à une échelle plus élargie par le biais de la boucle GeniLac. La simulation horaire des besoins (cf. 3.3) montre que l'ECS pourrait être produite à partir des rejets de chaleur de la production de rafraichissement (à l'aide de PAC pour réhausser la température par exemple). Il y a un intérêt à profiter des simultanités entre les besoins de froid et d'ECS à l'échelle du quartier.

Par ailleurs, il est aussi possible de faire de la récupération de chaleur à partir des eaux-usées. La production d'eaux usées peut être considérée comme un ruban qui permettrait de fournir les besoins d'ECS et dans le même temps fournir partiellement les besoins de froids. A noter que l'utilisation des eaux-usées requiert des autorisations spéciales du cantons et un entretien régulier est nécessaire pour les échangeurs.

4.4 Solaire

Lors de la séance du 08.08.2019 de cadrage du CET, en présence de l'OCEN, l'Office de l'Urbanisme, FdMP Architectes et BG, il a été convenu de prioriser les toitures hautes pour l'implantation des capteurs solaires thermiques, photovoltaïques et/ou hybrides. Ceci dans le but de préserver les toitures basses pour les rendre accessibles et garantir un certain confort visuel pour les utilisateurs des étages les plus élevés. Le repérage de ces toitures est présenté sur la figure suivante :



Figure 14 : Identification des toitures hautes pour implantation prioritaire de capteurs solaires

Entre temps, le projet, de même que le règlement d'application de la loi sur l'énergie ont été modifié et les exigences en termes de surfaces de panneaux solaires à installer ont été revues à la hausse (cf. 2.3).

Les tableaux ci-dessous présentent les surfaces à installer selon ces nouvelles exigences, en fonction du niveau de performance souhaité HPE ou THPE. Nous avons réalisé ce calcul en considérant cette fois l'espace disponible en toitures sur le site de Pré-bois. L'ensemble de la surface des toitures représentent environ 16'000m² et la répartition des usages est défini comme suit:

- 14% de toitures de cœur d'îlot (verrières), soit environ 2'240m²
- 25% de terrasses d'attiques, soit environ 4'000m²
- 61% de toitures plates « classiques », soit environ 9'760m² dont environ 12% seront utilisés par les superstructures, acrotères et autres installations techniques (~1'170m²) laissant environ 8'590m² de surfaces de toitures utilisables.

Les figures suivantes présentent les résultats :

	HPE - Solaire photovoltaïque				HPE - Solaire thermique			Total capteurs solaires	
	Niveau de puissance nécessaire	Surface nécessaire	Production	% occupation toiture	Besoins à couvrir	Surface nécessaire	% occupation toiture	Surface totale nécessaire	% occupation toiture
	10 W/m2 SRE	1kWc = 5 m2	150 kWh/m2.an		30% du besoin	550 kWh/m2			
Îlot A	383 kW	1 913 m²	286 913 kWh	53%	176 164 kWh	320 m²	9%	2 233 m²	61%
Îlot B	254 kW	1 268 m²	190 185 kWh	63%	56 333 kWh	102 m²	5%	1 370 m²	68%
Îlot C	332 kW	1 661 m²	249 128 kWh	57%	447 060 kWh	813 m²	28%	2 474 m²	84%
Total	968 kW	4 842 m²	726 225 kWh	56%	679 557 kWh	1 236 m²	14%	6 077 m²	71%

Figure 15 : Potentiel d'utilisation des toitures pour les panneaux photovoltaïques - Scenario HPE-neuf

	THPE - Solaire photovoltaïque				THPE - Solaire thermique			Capteurs solaires	
	Niveau de puissance nécessaire	Surface nécessaire	Production	% occupation toiture	Besoins à couvrir	Surface nécessaire	% occupation toiture	Surface totale nécessaire	% occupation toiture
	30 W/m2 SRE	1kWc = 5 m2	150 kWh/m2.an		50% du besoin	550 kWh/m2			
Îlot A	1 148 kW	5 738 m²	860 738 kWh	158%	293 607 kWh	534 m²	15%	6 272 m²	172%
Îlot B	761 kW	3 804 m²	570 555 kWh	188%	93 888 kWh	171 m²	8%	3 974 m²	196%
Îlot C	997 kW	4 983 m²	747 383 kWh	170%	745 099 kWh	1 355 m²	46%	6 337 m²	216%
Total	2 905 kW	14 525 m²	2 178 675 kWh	169%	1 132 595 kWh	2 059 m²	24%	16 584 m²	193%

Figure 16 : Potentiel d'utilisation des toitures pour les panneaux photovoltaïques - Scenario THPE-neuf

Dans cette configuration, les pourcentages d'utilisation des toitures sont plus cohérents pour la version HPE-neuf, mais restent trop élevés pour la version THPE-neuf. La seule utilisation des surfaces de toiture n'est pas suffisante pour respecter les exigences THPE. Les installations en toiture pourraient être complétées avec la mise en place de **panneaux solaires photovoltaïques en façade** afin d'augmenter l'autonomie énergétique du quartier et pour viser une labellisation THPE.

Le schéma suivant présente la valorisation des toitures proposée, lors de la séance de coordination avec l'OCEN, permettant d'utiliser à hauteur de 80% les surfaces disponibles en toiture (ce qui correspond à 54% de la surface total des toitures) pour l'implantation de panneaux solaires thermiques et photovoltaïques.

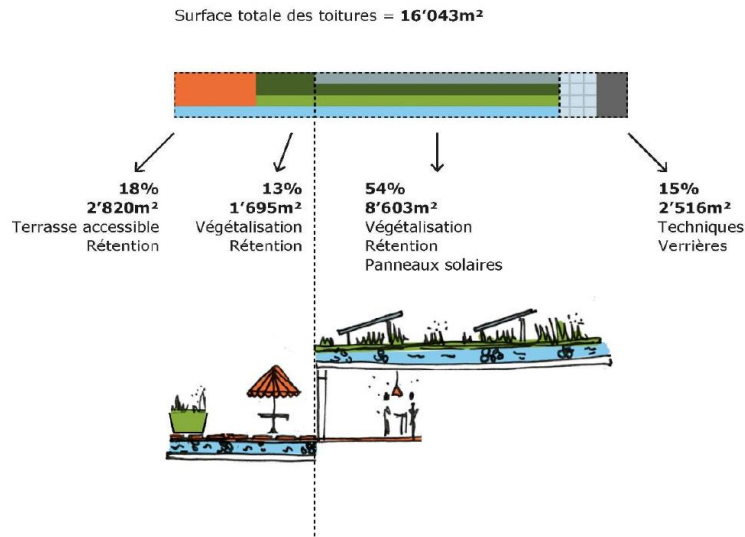


Figure 17 : Potentiel d'utilisation de l'ensemble des toitures - Scenario THPE-neuf. Ce schéma a été mis à jour par rapport à la version présentée en 2018.

La problématique de proximité avec l'aéroport est également à prendre en compte. Nous avons pris contact avec l'équipe Obstacles de Genève Aéroport, notamment pour les questions d'obstacles à la navigation, qui nous a informé des exigences à respecter :

- Les panneaux solaires constituent des sources lumineuses dérangeantes qui devraient être éliminées, masquées ou modifiées de façon à minimiser les risques d'éblouissement pour les pilotes et les contrôleurs aériens.
Dès lors, il est vivement conseillé d'un point de vue de la sécurité aérienne de prévoir des panneaux solaires avec des caractéristiques réfléchissantes minimales (vitrage antireflet) et de tenir compte de ces exigences en planifiant leur orientation.

Commentaire BG : la plupart des panneaux solaires disponibles sur le marché sont équipés de vitrages anti-reflets ;

- L'orientation des panneaux solaires devra être pensée pour minimiser le renvoi de rayons solaires vers les zones d'atterrissage et décollage.
- De plus, l'équipe Obstacles ne peut pas se prononcer à ce stade si le bâtiment est susceptible d'impacter les instruments de Skyguide (réflexions notamment). Il est fort probable que nous devions à terme vérifier ce point avec eux par une prise de température.

Commentaire BG : a priori le projet Pré-Bois n'a pas d'impact sur les bonnes conditions de navigations ;

- Le plafond aérien se situe à 464 m/mer. Plafond à ne pas dépasser par le bâtiment (ce qui est le cas sur vos plans), mais également pour tout équipement compris en toiture : antennes, cages d'escalier, ascenseurs, panneaux solaires, monobloc ainsi que pour toute végétation.

Dans l'exemple ci-dessous, les blocs entourés semblent les éléments les plus haut de la construction, et doivent être compris sous le plafond aérien.

Commentaire BG : la toiture la plus haute du projet est celle de l'ilot A, située à une hauteur de 460m/mer, soit 4m sous le plafond aérien. Cette exigence est donc respectée.

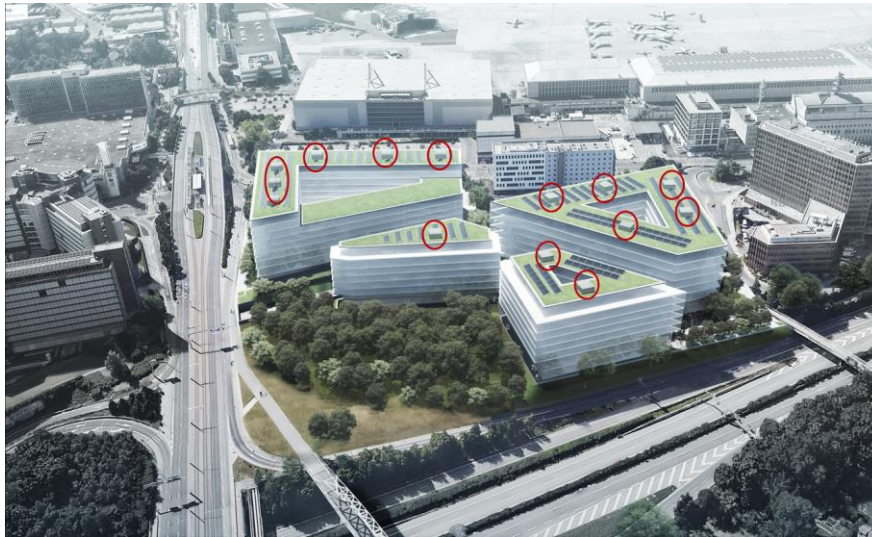


Figure 18 : Installation techniques en toiture qui ne doivent pas dépasser le plafond aérien.

5. Infrastructures énergétiques

Le réseau de chauffage à distance CAD SIG est disponible sur le site de Pré-Bois, en bordure Sud du périmètre le long de la route de Meyrin, comme présenté sur la figure suivante.

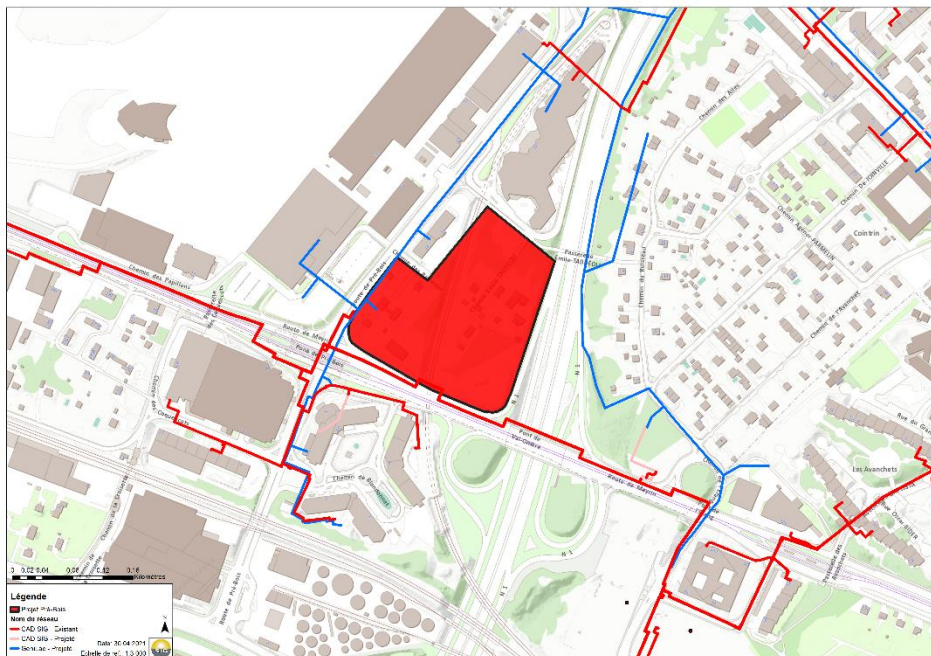


Figure 19 : carte des infrastructures à proximité du projet, avec une arrivée de Genilac prévu sur la partie haute de la parcelle

Ce réseau fourni de la chaleur à haute température issue de l'incinération de déchets à 55% (CADIOM) et de centrales à gaz à 45% (CADSIG). Avec une réserve de puissance de 80 MW à haute température, le réseau peut répondre aux besoins du projet Pré-Bois. Le taux d'énergie renouvelable dans le réseau

augmentera graduellement pour atteindre un objectif de 80% d'énergie non-fossile (ENF) à l'horizon 2030

Le réseau Genilac® est une infrastructure en cours de déploiement, développée par les SIG, qui permet la fourniture de froid et de chaleur à distance en exploitant l'eau du lac Léman. La température de l'eau circulant dans les conduites primaires du réseau se situe entre 6 et 12°C selon la saison.

Avec un tel niveau de température comme source froide, la production de froid peut s'effectuer majoritairement par freecooling via des échangeurs de chaleur, donc sans mise en œuvre de machine de froid. Sur une livraison prévue en 2025, une puissance de 2.3 MW (1.7MW pour la valeur cible) en froid serait disponible et une puissance de chaud de 3.7 MW (2.6MW pour la valeur cible).

Le PLQ Prébois se trouve dans la zone d'influence du réseau GeniLac qui est en cours de déploiement en parallèle du projet d'enfouissement de la ligne de HT électrique le long de l'autoroute et de l'élargissement de celle-ci (cf. Figure 19). L'artère principale de GeniLac le long de l'autoroute est en cours de réalisation avec une livraison prévue pour 2023. Le réseau GeniLac passera ensuite par un microtunnelier sous l'autoroute pour longer après la route de Prébois et alimenter les bâtiments de ce PLQ. La mise en service de ce réseau pour le quartier se fera avec celle de la station de pompage en cours de réalisation et la réalisation des travaux nécessaires pour tirer le réseau vers la centrale de ce quartier.

L'horizon de réalisation du projet Pré-Bois étant postérieur de l'arrivée du réseau GeniLac, cette infrastructure serait disponible pour la mise en service des bâtiments et ne nécessiterait pas de mise en place d'une solution transitoire. Ceci confirme la recommandation faite au niveau du CET du Grand Projet Vernier-Meyrin-Aéroport.

Les SIG ont la charge de la réalisation du réseau et les échangeurs pour la solution GeniLac et CAD SIG pour le chauffage. Les propriétaires devront seulement prendre en charge la distribution secondaire et s'assurer des températures basses.

Le PDER a défini le secteur Pré-Bois, comme étant dans une zone d'influence de GeniLac®. La stratégie énergétique pour ce périmètre est le raccordement à ce réseau. Le raccordement du PLQ Pré-bois pourra ainsi se faire en lien avec la réalisation du réseau qui est en cours.

6. Synthèse des opportunités

L'analyse du potentiel en ressources renouvelables montre que le quartier Pré-Bois possède **plusieurs ressources renouvelables naturelles locales disponibles**.

- Un potentiel sur la **géothermie**, notamment la **moyenne/grande profondeur**, avec un site défini comme pilote pour un **forage exploratoire** par le programme GEothermieS;
- Un potentiel sur l'**aérothermie** notamment en raison de la **proximité de l'aéroport** (zone classée en degré de sensibilité au bruit DSIII) et au fait que la zone est classée dans un secteur exposé au bruit des avions ;
- Un potentiel de **valorisation d'une partie des rejets de chaleur**, issus de la production de froid, ayant une **simultanéité avec les besoins en eau chaude sanitaire** ;
- Un potentiel de valorisation de **l'énergie solaire en toiture (et façades)** des futurs bâtiments pour une production de chaleur ou d'électricité ;
- Un potentiel de raccordement à **l'infrastructure énergétique future (GeniLac®)**, vecteur d'énergies renouvelables.

7. Stratégie énergétique proposée

7.1 Niveau de performance énergétique et qualité de vie dans les bâtiments

Pour le développement de ce nouveau quartier, la performance minimale à atteindre est le minimum légal ou équivalent **HPE**. Les propriétaires ne souhaitent pas s'engager, à ce stade, sur un objectif plus ambitieux, mais ont la volonté de tendre vers le **THPE** (équivalent **Minergie®-A** ou **MinergieP®-Eco**).

Les bâtiments devront, pour la plupart, être équipés d'une **ventilation double-flux** avec récupération d'énergie. Ce système de ventilation permet :

- De **garantir une bonne qualité de l'air intérieur** en limitant l'apport de polluants par le contrôle et la filtration de l'air insufflé ;
- De **limiter les nuisances sonores** à l'intérieur du bâtiment par l'absence de bouches d'entrées d'air en façades. Nuisances sonores importantes avec la proximité de l'aéroport, de la route de Meyrin et de l'axe autoroutier ;
- De **minimiser les consommations énergétiques** par une récupération de la chaleur sur l'air extrait en hiver (réduction de plus de 60% de la consommation de chaleur liée à la ventilation par rapport à un système simple-flux ;
- De **supprimer les courants d'air chauds/froid** parasites rencontrées sur des installations simple-flux .

7.2 Sensibilisation des utilisateurs

La sensibilisation va de pair avec une installation technique performante pour garantir l'efficacité énergétique d'un bâtiment.

Il est donc important de communiquer sur le fonctionnement du bâtiment, les bonnes pratiques et sur les niveaux de consommations d'énergie du bâtiment.

Cela peut se traduire par les actions concrètes suivantes à mettre en place dès la prise en main des bâtiments par les utilisateurs :

- Distribution d'un "**carnet de prise en main du bâtiment**" : celui-ci contient des explications simplifiées des équipements techniques du bâtiment et précise leurs rôles. Il permet aux utilisateurs d'avoir une notion sur le fonctionnement du bâtiment et de connaître ses différents organes.
- Distribution d'un "**guide des bonnes pratiques**" : en lien avec le carnet de prise en main, il est personnalisé en fonction des équipements en place dans le bâtiment. Il donne les bonnes règles à suivre et sensibilise les personnes à l'aide d'indicateurs environnementaux et financiers. Exemple : "1°C supplémentaire pour le chauffage = 7% d'augmentation de la consommation, voir 11% de hausse de consommation dans les bâtiments neufs"
- Mise en place d'un **écran de communication** dans les halls d'accueil : il fournit des indications sur les consommations énergétiques et fait le parallèle avec des notions connues (bâtiment Minergie-A théorique, société 2000 W, équivalent planète, etc.). La production d'électricité locale peut être affichée tout comme des messages de sensibilisation et de bonnes pratiques reprises du guide des bonnes pratiques. On peut également imaginer la diffusion d'un classement entre les bâtiments du quartier afin de stimuler les économies à travers l'esprit de compétition des usagers.
- Avec la publication du cahier technique SIA 2060 sur la mobilité électrique, le CET a aussi intégré les besoins électriques liés aux véhicules électriques. Il conviendra ensuite de sensibiliser les utilisateurs du quartier sur les usages des bornes de recharges.

7.3 Concept énergétique

Trois scénarios sont proposés pour le concept énergétique pour le quartier Pré-Bois.

Pour chaque scénario, **la distribution de chaud et de froid se fera à l'échelle du quartier** avec la création d'une infrastructure énergétique de quartier et **la mise en place d'un réseau chaud et d'un réseau froid**, alimentant les différentes sous-stations des bâtiments.

- **Production de chaleur** : elle sera assurée, de manière centralisée, par l'une des solutions suivantes, classées par ordre de priorité (en fonction des résultats des investigations des SIG et du phasage de réalisation des 3 ilots)
 - **Scenario 1 - GeniLac® centralisé**
 - **Scenario 2 – GeniLac® décentralisé**
 - **Scenario 3 - Géothermie sur nappe**

Nous les présentons en détail les différents scénarios dans les sections suivantes.

7.3.1 Scenario 1 - GeniLac® centralisé

- **Production de chaleur** : Raccordement au **réseau GeniLac®** et mise en place de PAC basse température en centrale thermique de quartier, alimentant les bâtiments en chauffage. Des groupes de secours ou les éventuelles pointes énergétique du quartier pourrait être fourni par le CADSIG.
- **Production de froid** : elle sera assurée de manière centralisée par un **raccordement sur l'infrastructure GeniLac®** alimentant les différentes sous-stations du quartier. Cette option permet, par ailleurs, de pouvoir valoriser les eaux-usées pour la production d'ECS et / ou pour couvrir partiellement les besoins de rafraîchissement.
- **Production d'eau chaude sanitaire** : elle sera assurée par des **PAC eau/eau décentralisées** situées dans les sous-stations des bâtiments et connectées sur le CAD (hiver) ou GeniLac® (été). En fonction du scénario de production de chauffage choisi, les PAC pourront fonctionner selon différents modes :
 - Les PAC ECS fonctionnent toute l'année sur le réseau GeniLac®. Les échangeurs en sous-station sont branchés en série : GeniLac® alimente d'abord l'échangeur de production de froid, puis l'échangeur de production d'ECS en amont de la PAC. Cette configuration permet aussi de valoriser une partie des rejets de chaleur fatale issue de la production de froid.

Dans le cas du Scenario 1, il faudra prévoir le raccordement au réseau GeniLac®, les échangeurs, les PAC, les pompes de circulation et les installations de régulation au niveau d'une **chaufferie centrale**. Deux réseaux de distribution (chaud et froid) devront être installé dans le quartier pour alimenter les sous-stations.

7.3.2 Scenario 2 - GeniLac® décentralisé

- **Production de chaleur** : Raccordement au **réseau GeniLac®** et mise en place de PAC basse température en sous-stations des bâtiments pour le chauffage

- **Production de froid** : elle sera assurée de manière décentralisée par un **raccordement sur l'infrastructure GeniLac®** alimentant les différentes sous-stations du quartier. Le froid sera produit en direct via des échangeurs en sous-stations.
- **Production d'eau chaude sanitaire** : elle sera assurée par des **PAC eau/eau décentralisées** situées dans les sous-stations des bâtiments et connectées sur le CAD (hiver) ou GeniLac® (été). En fonction du scénario de production de chauffage choisi, les PAC pourront fonctionner selon différents modes :
 - Les PAC ECS fonctionnent toute l'année sur le réseau GeniLac®. Les échangeurs en sous-station sont branchés en série : GeniLac® alimente d'abord l'échangeur de production de froid, puis l'échangeur de production d'ECS en amont de la PAC. Cette configuration permet de valoriser une partie des rejets de chaleur fatale issue de la production de froid.

7.3.3 Scénario 3 – Géothermie sur nappe

- **Production de chaleur** : Valorisation de l'eau souterraine (c.f. 4.1.2) avec l'installation d'une pompe à chaleur pour la production de l'énergie nécessaire au chauffage et / ou pour l'eau chaude sanitaire, en fonction du potentiel de la ressource.
- **Production de froid** : elle sera assurée de manière centralisée avec l'utilisation de l'eau souterraine alimentant les différentes sous-stations du quartier. Cette solution, si l'eau est à 10°C-11°C permet de rafraîchir les bâtiments directement.
- **Production d'eau chaude sanitaire** : elle sera assurée par des **PAC eau/eau décentralisées** situées dans les sous-stations des bâtiments :
 - Les PAC ECS fonctionnent toute l'année sur le CAD de quartier alimenté par la nappe. En été, le débit de pompage est réduit pour correspondre à la puissance ECS seulement. Cette configuration permet de valoriser une partie des rejets de chaleur fatale issue de la production de froid.

Pour ce scénario, la réalisation des 2 réseaux de distribution de quartier sera indispensable : 1 réseau de chauffage à distance et le réseau de froid qui pourra être connecté à GeniLac®. La réalisation d'une **chaufferie centrale** serait nécessaire pour le Scénario 3 pour implanter la tête du puit de pompage, les pompes de circulation et les installations de régulation.

7.3.4 Infrastructure commune

Sous-stations : l'interface entre les installations centralisées et la distribution à l'intérieur des bâtiments se fera par le biais de sous-stations. Le concept proposé prévoit **une sous-station par "îlot" ou par propriétaire de bâtiment**, correspondant également au nombre de propriétaires du projet. Chaque sous-station comprendra : un échangeur froid, un échangeur chauffage ou chauffage/ECS sur le réseau CAD, une pompe à chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire décentralisée et des ballons de stockage de l'ECS.

Utilisation des toitures : la production de chaleur étant assurée principalement par des énergies renouvelables, les toitures pourront majoritairement 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 devront être équipées au minimum à hauteur de **1'913 m2 (48%) pour l'îlot A, 1'268 m2 (43%) pour l'îlot B et 1'661 m2 (52%) pour l'îlot C**.

À noter qu'en fonction de la température du CAD de quartier, les sous-stations comprendront (ou non) des PAC pour la production décentralisée d'ECS.



Dans le cas d'un **planning de réalisation des bâtiments incertain**, et du démarrage des différents programmes s'étalant sur plusieurs années, le scénario 2 pourra être mis en place avec la **production d'énergie 100% décentralisée en sous-station des bâtiments** et un raccordement sur le réseau GeniLac®. Cependant, ce concept n'est pas à privilégier car le raisonnement se fait à l'échelle des bâtiments plutôt que du quartier.

Le concept énergétique est illustré, dans ses différentes versions d'approvisionnement en énergie, par les figures suivantes :

SCENARIO 1 : GeniLac centralisé CH

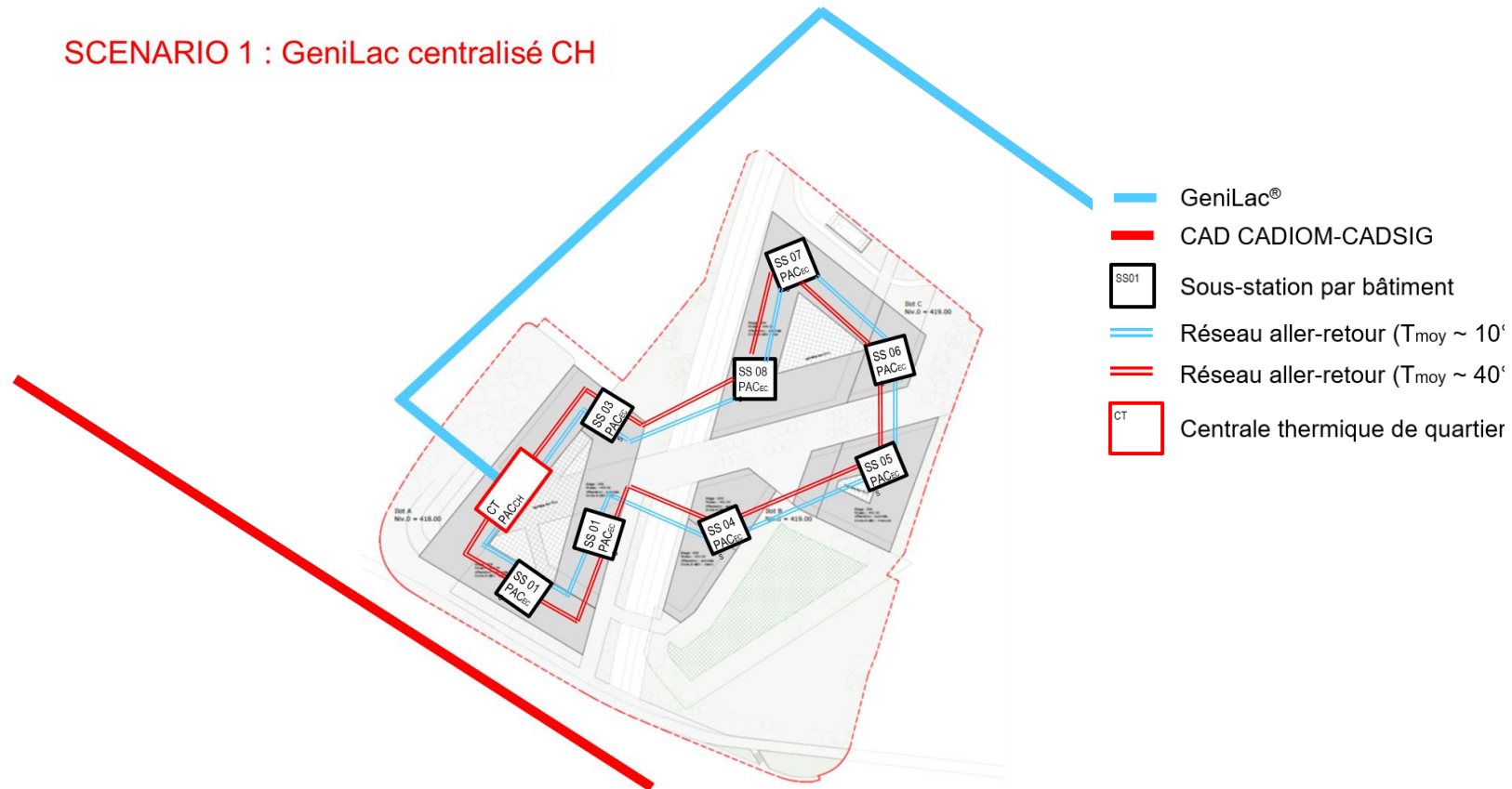


Figure 20 : Concept énergétique du quartier Pré-Bois – Scenario 1 "GeniLac® centralisé"

SCENARIO 2 : GeniLac décentralisé CH

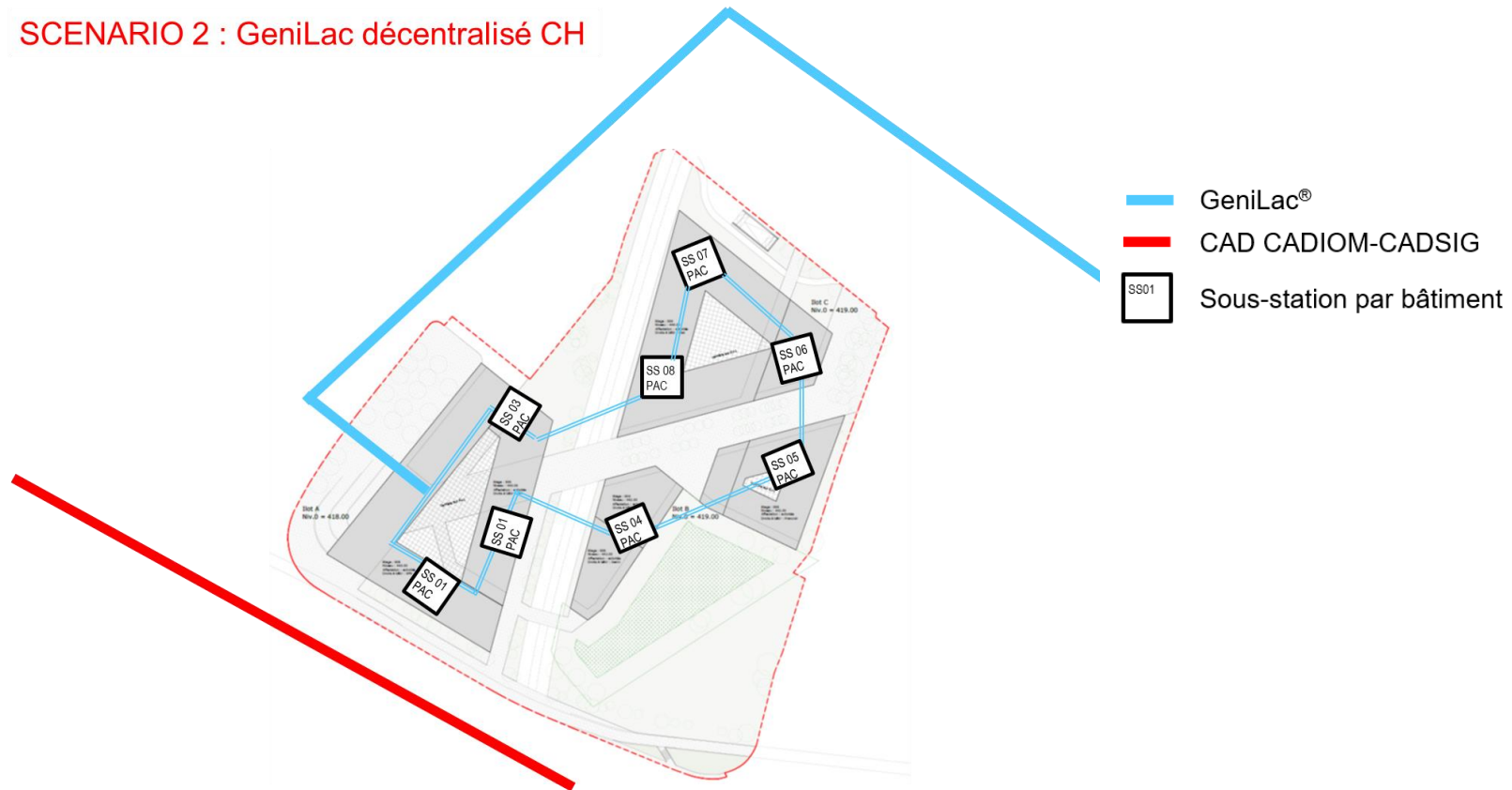


Figure 21 : Concept énergétique du quartier Pré-Bois – Scenario 2 "GeniLac® 100% décentralisé"

SCENARIO 3 : Géothermie sur nappe

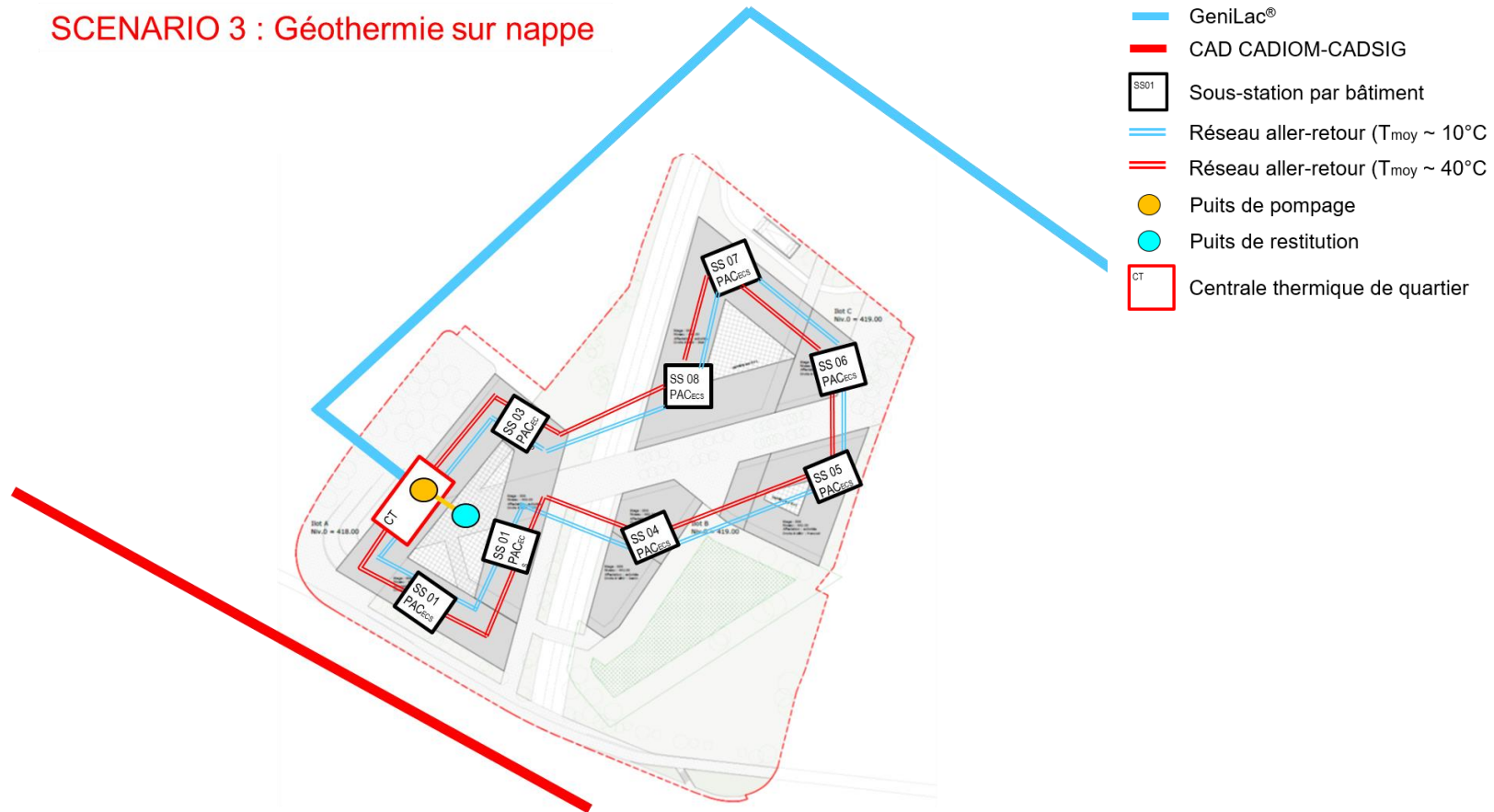


Figure 22 : Concept énergétique du quartier Pré-Bois – Scenario 3a "Géothermie sur nappe"

7.4 Regroupement d'autoconsommation

Avec une production d'électricité sur site, plusieurs types de contrats électricité s'offre aux propriétaires des bâtiments sur le quartier. Il est possible d'avoir un contrat avec aucune auto-consommation où la totalité de l'électricité produite est revendu au réseau et la totalité de la demande d'électricité est acheté aux distributeurs d'énergie.

La Loi sur l'Energie art. 16-18 en vigueur depuis le 01.01.2018 permet de créer des regroupements de consommateur propre. Cela implique que les propriétaires de bâtiment dans un quartier peuvent se regrouper afin de gérer "indépendamment" le réseau de distribution à l'intérieur du quartier. Cela leur permet entre autres d'acheter de l'électricité en tant que groupement (à un tarif préférentiel) et de revendre l'énergie uniquement quand cela serait avantageux pour le groupement. Ce Regroupement de Consommation Propre (RCP) peut se faire à l'échelle des îlots ou à l'échelle du quartier.

7.5 Analyse multicritère

Une analyse multicritère est entreprise pour quantifier l'impact des différents critères dans l'évaluation des scénarios. Une note de 1 à 5 (meilleure note) est attribuée pour chaque critère. Les Figure 23 à Figure 25 montrent l'analyse pour les 3 scénarios considérés.

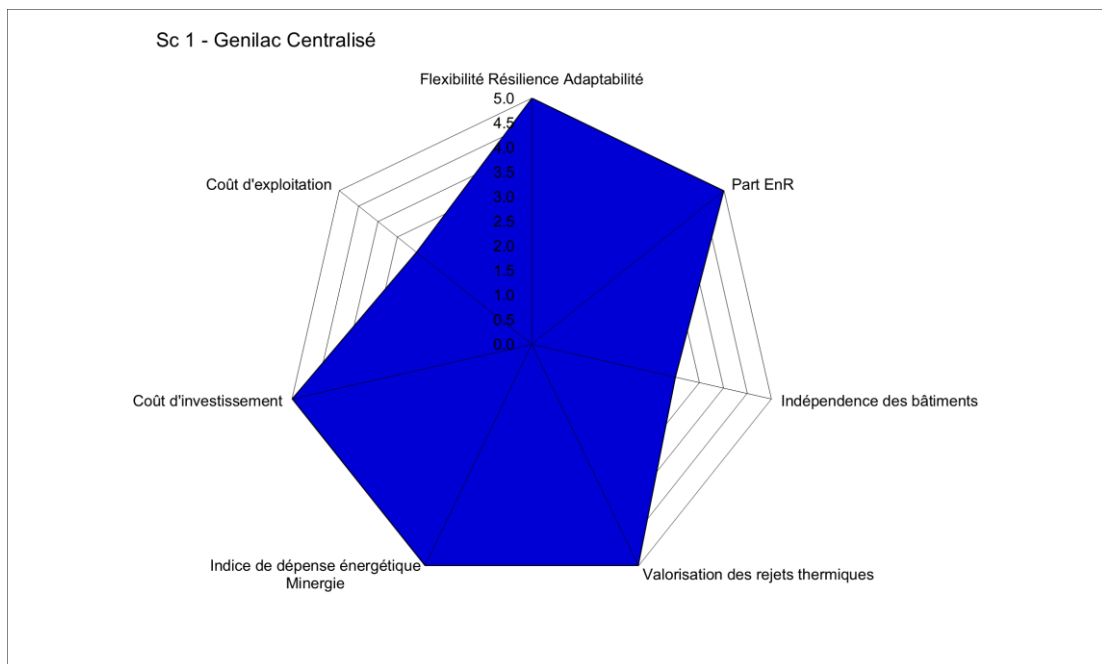


Figure 23 : Analyse multicritère du quartier Pré-Bois pour le Scenario 1 "Genilac centralisé"

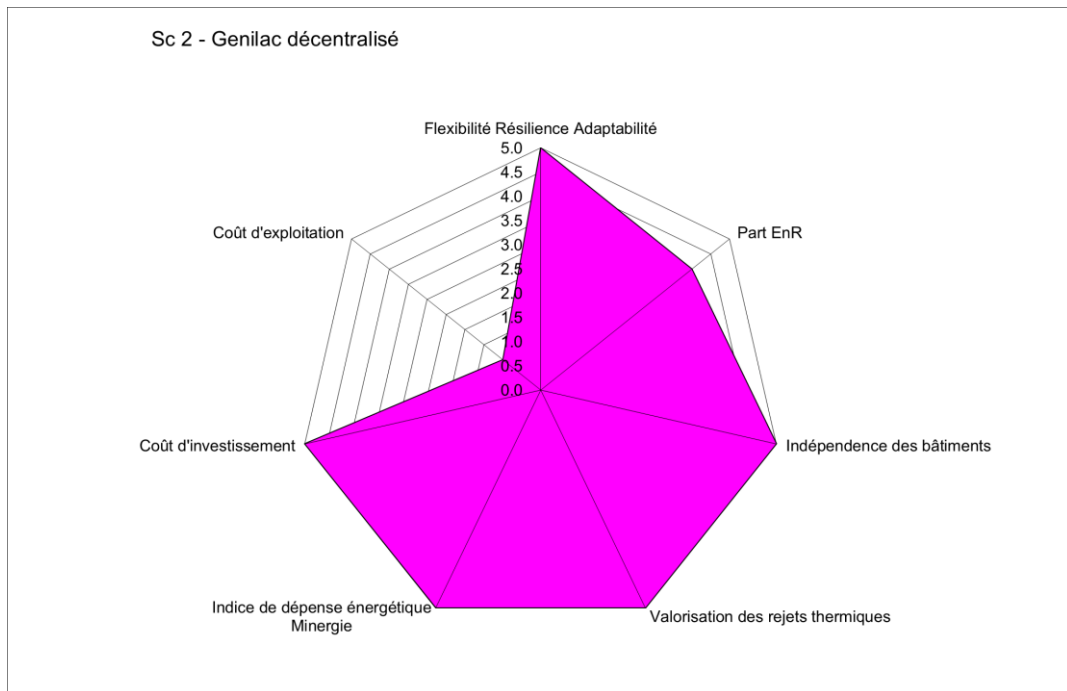


Figure 24 : Analyse multicritère du quartier Pré-Bois pour le Scenario 2 "Genilac décentralisé"

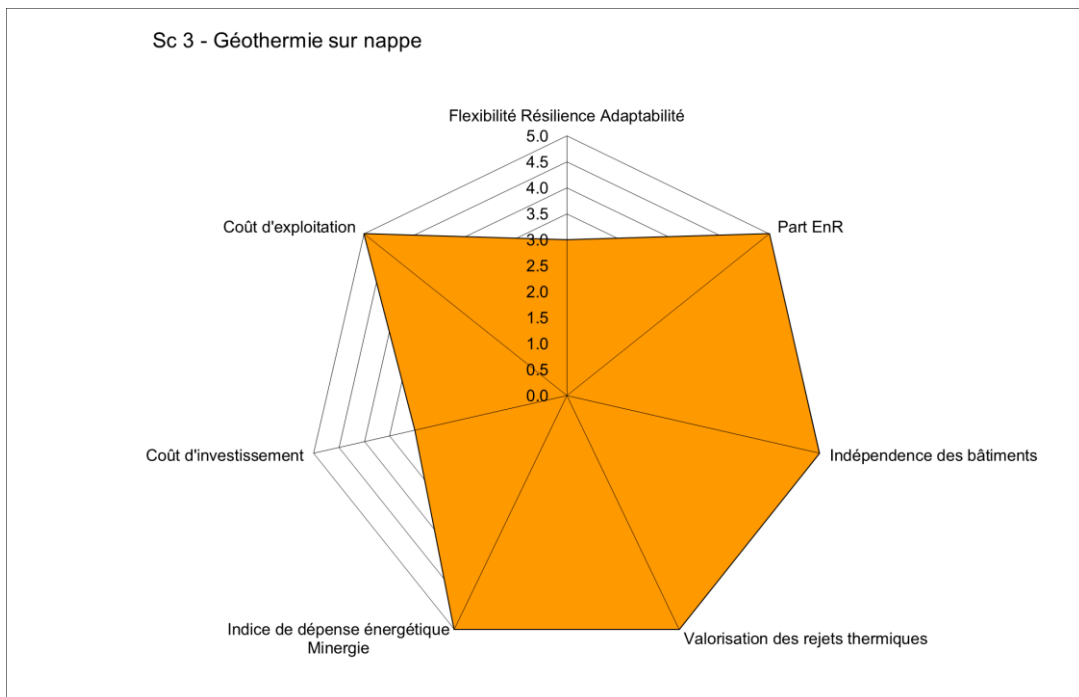




















Figure 25 : Analyse multicritère du quartier Pré-Bois pour le Scenario 3 "Géothermie sur nappe"

Cette analyse permet de démontrer que les Scénarios 1 et 3 sont équivalents (en comparant la somme des notes pour chaque scénario et qui correspond à l'aire colorée dans les Figure 23 à Figure 25). Dans le cas du Scénario 1, les éventuels éléments péjorant sont l'indépendance des bâtiments et le coût d'exploitation alors que dans le cas du Scénario 3 le coût d'investissement et la flexibilité et la sécurité seraient les éléments péjorant. A noter néanmoins, que le Scénario 3, n'est valable uniquement si la ressource, qui devra être évalué, est disponible.

Le tableau ci-dessous résume les points forts et points faibles des différents scénarios.

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Coût d'investissement			
Coût d'exploitation			
Pourcentage d'énergie renouvelable			
Flexibilité / Adaptabilité / Résilience			
Indépendance des bâtiments			
Valorisation de rejets thermiques locaux			

À noter qu'en cas de contracting énergétique, les coûts d'investissement des installations énergétiques (en dehors des bâtiments) ne seraient pas à la charge des promoteurs et libèrerait des fonds pour la construction des bâtiments (performance énergétique de l'enveloppe par exemple).

7.6 Planning

Le tableau suivant récapitule les plannings de disponibilité des différentes ressources sur le site de Pré-Bois.

Infrastructure	État	Date d'arrivée
Réseau GeniLac®	Futur	2022
Géothermie sur nappe	Futur	Avant 2025
CADSIG	Existant	-

L'arrivée de l'artère principale de Genilac est prévue en 2022. Le raccordement se fera en fonction de la date de mise en service des premiers bâtiments du quartier. Ces plannings sont donc en phase avec le développement du projet Pré-Bois (2026-2030) et devraient permettre de se passer de mesures transitoires pour l'alimentation des premiers bâtiments.

Si toutefois le planning de GeniLac® venait à prendre du retard (ce qui ne semble pas être le cas à ce stade) et que l'infrastructure n'était pas disponible pour la livraison des premiers bâtiments, ceux-ci devraient prévoir les mesures conservatoires suivantes :

- Création de la chaufferie centrale pour l'implantation des futures PAC sur GeniLac® pour la production de chauffage central (dans le cas où les résultats sur le potentiel de la nappe ne serait pas concluant);

- Mise en place de l'ensemble des équipements "GeniLac® compatible" en sous-station pour un raccordement futur sans causer de coupures de fonctionnement (échangeurs GeniLac® avec raccordements en attente) ;
- Mise en place d'aéro-refroidisseurs en toiture et création des connexions hydrauliques jusqu'à la sous-station.

À noter qu'une discussion pourra être engagée entre SIG et les propriétaires pour la prise en charge financière de ces mesures conservatoires afin de ne pas multiplier les investissements.

7.7 Utilisation des toitures

Les toitures des bâtiments sont très sollicitées par les exigences légales et techniques du projet. Leur utilisation/valorisation représente un enjeu majeur à plusieurs échelles :

- **Rétention d'eau et toitures végétalisées** : le schéma directeur de gestion des eaux prévoit de la rétention d'eau sur l'ensemble des nouvelles toitures. Les toitures pourront être végétalisées au maximum afin d'éviter la surchauffe dans les bâtiments (rafraîchissement passif par évapotranspiration en été) et d'abaisser la température en sous-face des panneaux solaires photovoltaïques afin d'en améliorer leurs rendements.
- **Espaces de vie du quartier** : dans la plupart des nouveaux projets immobiliers, les toitures font partie des espaces de vie du quartier. Elles permettent de prendre de la hauteur et fournissent un nouveau point de vue sur le quartier. Il est donc nécessaire de prévoir un minimum de surfaces accessibles aux personnes dans le présent projet.
- **Qualité architecturale du bâtiment** : avec 2 niveaux de toitures par îlot, les toitures les moins élevées sont exposées à la vue des occupants. Il est donc important de garantir une certaine qualité architecturale sur les toitures afin de les intégrer dans le paysage urbain.
- **Espace de production d'énergie** : que ce soit pour la production de chaleur ou d'électricité, la toiture devra intégrer des panneaux solaires pour respecter la loi sur l'énergie;
- **Surfaces techniques** : des surfaces réservées à la technique du bâtiment devront également être prévues en toiture. Cela peut comprendre des monoblocs de ventilation et/ou des gaines de prise/rejet d'air neuf, des ouvrants de désenfumage, des édicules d'ascenseurs, des sorties de cheminées, etc.) ;
- **Surfaces de compensation** : Le projet prévoit la suppression de milieux naturels afin de réaliser les bâtiments. Il est donc prévu de compenser les surfaces supprimées en recréant des milieux naturels au niveau du sol et sur les toitures.

On voit ainsi que toutes ces thématiques, pouvant entrer en conflit pour leur intégration sur les toitures, doivent faire partie d'une réflexion globale. Il apparaît également nécessaire de réaliser une coordination des politiques publiques afin de proposer une solution pouvant répondre aux exigences réglementaires et trouver le bon compromis.

La création d'un étage dédié aux équipements techniques permettrait de conserver un maximum de surfaces disponibles en toiture pour les autres thématiques.

8. Ouverture sur le périmètre élargi

La figure ci-dessous, issue du concept énergétique Grand Projet Vernier-Meyrin-Aéroport, montre les zones de futurs développements sur le périmètre élargi :

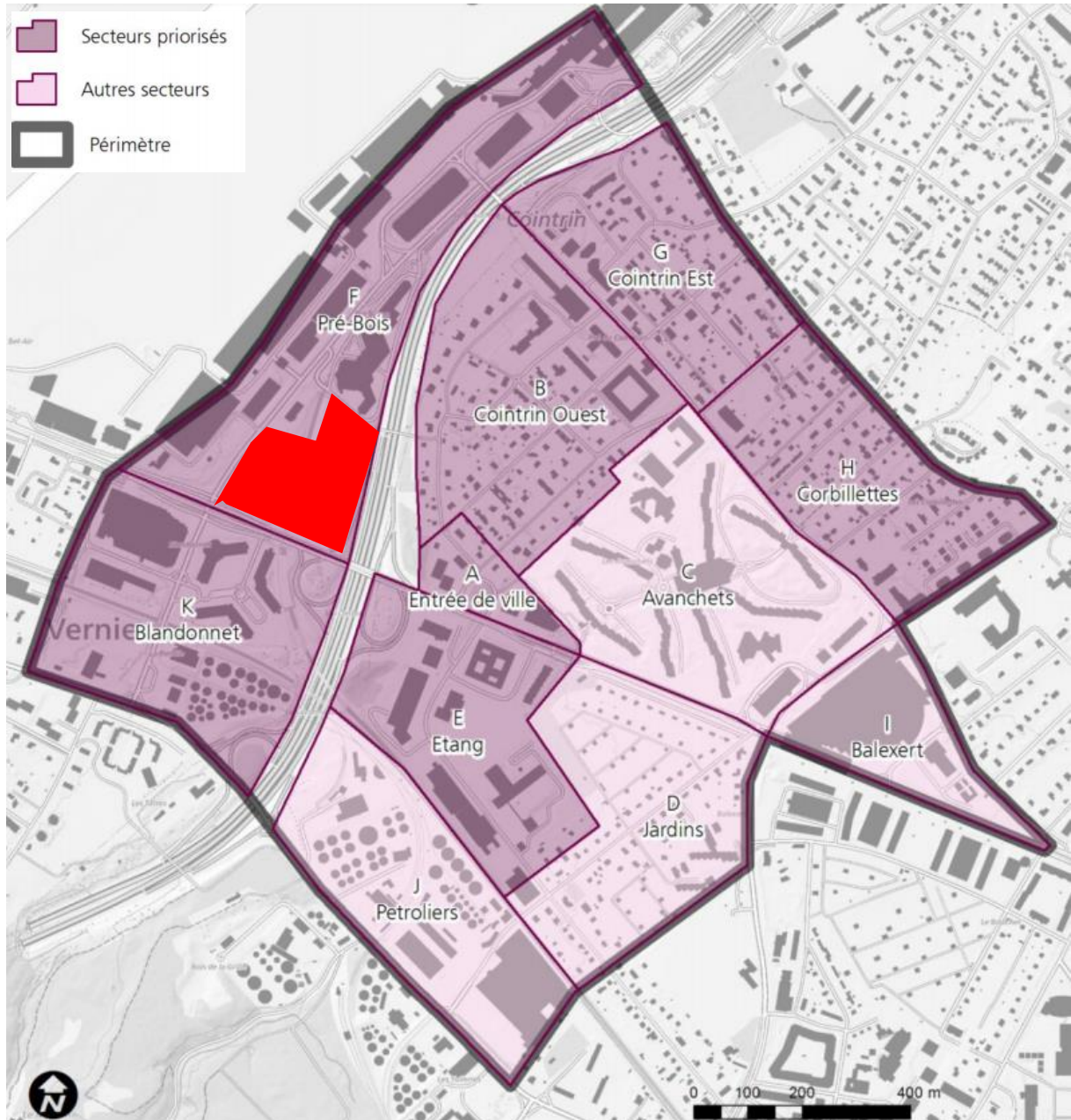


Figure 26 : Projets de développement du périmètre élargi

La figure ci-après présente le projet GVA, situé entre l'aéroport et le présent périmètre :

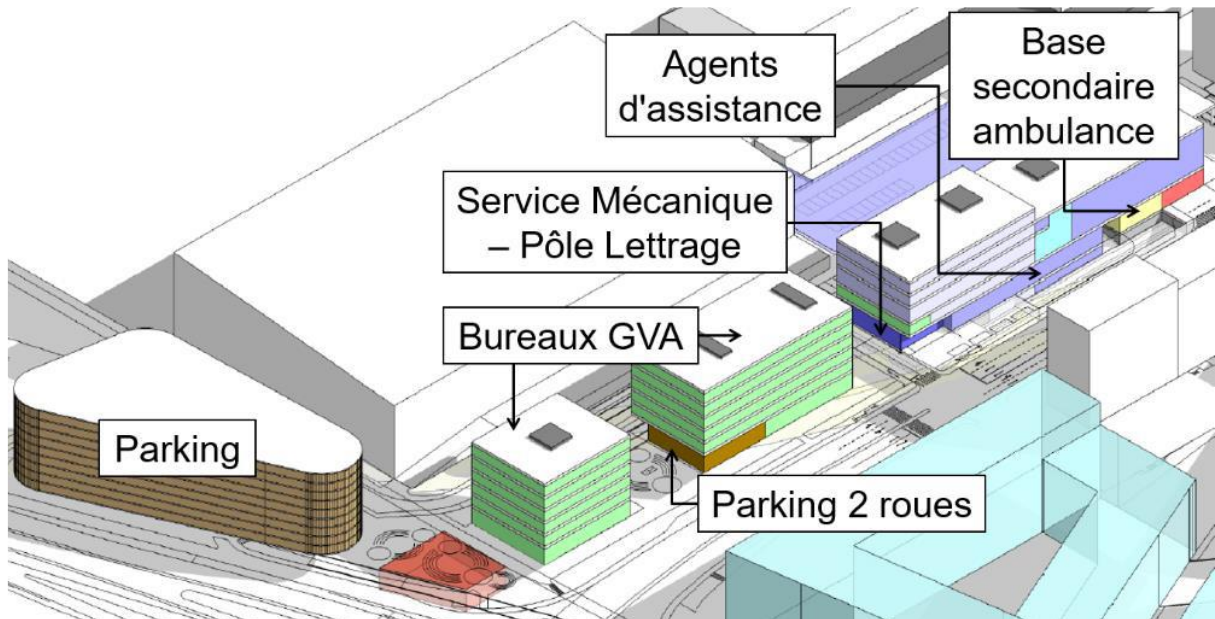


Figure 27 : thématiques des îlots du projet GVA

Les secteurs situés à proximité du périmètre étudié font partie de la zone d'influence du réseau GeniLac®. La stratégie énergétique prioritaire sera le raccordement à ce réseau. Les affectations des surfaces seront sensiblement identiques au présent projet (tertiaire, activité) et ne présentent donc pas de complémentarités. Ainsi la production d'énergie pourra se faire de manière indépendante, sur les différents secteurs, à partir du réseau GeniLac® et des énergies locales renouvelables.

De la même manière, le Casino et l'hôtel Holliday inn sont également situés dans le périmètre direct d'influence du futur réseau GeniLac®.

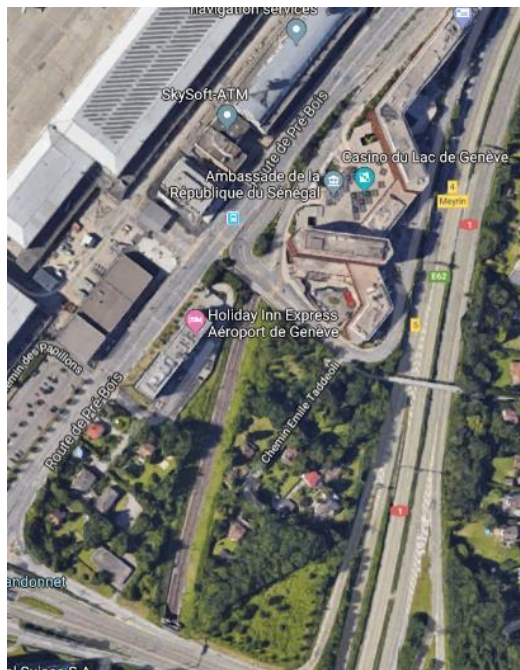


Figure 28 : vue aérienne du secteur Pré-Bois et périmètre élargi

9. Annexe

9.1 Valeur Standard SIA 2024

Bâtiment	Local type SIA associé	Surface totale	Chauffage		ECS		Froid		Electricité	
			Energie (BT)	Puissance	Energie (HT)	Puissance	Energie	Puissance	Energie	Puissance
		[m ²]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]
Îlot A	3.1 Bureau individuel, collectif	7 651 m ²	183 624 kWh	220 kW	19 893 kWh	7 kW	101 758 kWh	207 kW	268 550 kWh	186 kW
	6.1 Restaurant	1 913 m ²	59 678 kWh	136 kW	208 298 kWh	71 kW	21 805 kWh	69 kW	71 346 kWh	36 kW
	5.1 Magasin d'alimentation	21 040 m ²	0 kWh	465 kW	56 809 kWh	19 kW	370 308 kWh	442 kW	9 844 733 kWh	2 596 kW
	2.1 Chambre d'hôtel	7 651 m ²	143 074 kWh	182 kW	302 215 kWh	103 kW	51 262 kWh	99 kW	146 134 kWh	92 kW
Îlot A	Total	38 255 m²	386 376 kWh	1 003 kW	587 214 kWh	201 kW	545 134 kWh	817 kW	10 330 763 kWh	2 910 kW

Bâtiment	Local type SIA associé	Surface totale	Chauffage		ECS		Froid		Electricité	
			Energie (BT)	Puissance	Energie (HT)	Puissance	Energie	Puissance	Energie	Puissance
		[m ²]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]
Îlot B	3.1 Bureau individuel, collectif	16 483 m ²	395 585 kWh	475 kW	42 855 kWh	15 kW	219 220 kWh	445 kW	578 543 kWh	401 kW
	6.1 Restaurant	1 268 m ²	39 558 kWh	90 kW	138 074 kWh	47 kW	14 454 kWh	46 kW	47 293 kWh	24 kW
	5.1 Magasin d'alimentation	2 536 m ²	0 kWh	56 kW	6 847 kWh	2 kW	44 630 kWh	53 kW	1 186 501 kWh	313 kW
	8.3 Locaux médicaux	5 072 m ²	11 665 kWh	228 kW	0 kWh	0 kW	153 162 kWh	223 kW	375 298 kWh	202 kW
Îlot B	Total	25 358 m²	446 808 kWh	848 kW	187 776 kWh	64 kW	431 466 kWh	767 kW	2 187 635 kWh	940 kW

Bâtiment	Local type SIA associé	Surface totale	Chauffage		ECS		Froid		Electricité	
			Energie (BT)	Puissance	Energie (HT)	Puissance	Energie	Puissance	Energie	Puissance
		[m ²]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]
Îlot C	3.1 Bureau individuel, collectif	12 884 m ²	309 226 kWh	371 kW	33 499 kWh	11 kW	171 363 kWh	348 kW	452 242 kWh	313 kW
	6.1 Restaurant	1 611 m ²	50 249 kWh	114 kW	175 389 kWh	60 kW	18 360 kWh	58 kW	60 074 kWh	30 kW
	11.2 Salle de fitness	9 663 m ²	111 128 kWh	352 kW	841 673 kWh	288 kW	83 104 kWh	242 kW	530 515 kWh	163 kW
	11.1 Salle de gymnastique	3 221 m ²	52 182 kWh	87 kW	170 396 kWh	58 kW	0 kWh	0 kW	74 407 kWh	39 kW
	5.1 Magasin d'alimentation	3 221 m ²	0 kWh	71 kW	8 697 kWh	3 kW	56 691 kWh	68 kW	1 507 153 kWh	397 kW
	11.1 Salle de gymnastique	1 611 m ²	26 091 kWh	43 kW	85 198 kWh	29 kW	0 kWh	0 kW	37 204 kWh	19 kW
Îlot C	Total	32 211 m²	548 875 kWh	1 038 kW	1 314 853 kWh	450 kW	329 519 kWh	715 kW	2 661 595 kWh	962 kW
	11.3 Piscine couverte	1 006 m ²	29 677 kWh	31 kW	175 346 kWh	60 kW	302 kWh	0 kW	46 779 kWh	15 kW

9.2 Valeur Cible SIA 2024

Bâtiment	Local type SIA associé	Surface totale	Chauffage		ECS		Froid		Electricité	
			Energie (BT)	Puissance	Energie (HT)	Puissance	Energie	Puissance	Energie	Puissance
			[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]
		[m ²]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]
Îlot A	3.1 Bureau individuel, collectif	7 651 m ²	131 597 kWh	158 kW	19 893 kWh	7 kW	82 631 kWh	153 kW	94 107 kWh	119 kW
	6.1 Restaurant	1 913 m ²	31 752 kWh	89 kW	208 298 kWh	71 kW	42 463 kWh	57 kW	37 299 kWh	22 kW
	5.1 Magasin d'alimentation	21 040 m ²	0 kWh	324 kW	56 809 kWh	0 kW	233 547 kWh	358 kW	7 549 242 kWh	1 974 kW
	2.1 Chambre d'hôtel	7 651 m ²	73 450 kWh	123 kW	302 215 kWh	103 kW	55 852 kWh	77 kW	80 336 kWh	50 kW
Îlot A	Total	38 255 m²	236 798 kWh	694 kW	587 214 kWh	182 kW	414 493 kWh	645 kW	7 760 983 kWh	2 164 kW

Bâtiment	Local type SIA associé	Surface totale	Chauffage		ECS		Froid		Electricité	
			Energie (BT)	Puissance	Energie (HT)	Puissance	Energie	Puissance	Energie	Puissance
			[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]
		[m ²]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]
Îlot B	3.1 Bureau individuel, collectif	16 483 m ²	283 502 kWh	340 kW	42 855 kWh	15 kW	178 013 kWh	330 kW	202 737 kWh	255 kW
	6.1 Restaurant	1 268 m ²	21 047 kWh	59 kW	138 074 kWh	47 kW	28 147 kWh	38 kW	24 724 kWh	15 kW
	5.1 Magasin d'alimentation	2 536 m ²	0 kWh	39 kW	6 847 kWh	0 kW	28 147 kWh	43 kW	909 845 kWh	238 kW
	8.3 Locaux médicaux	5 072 m ²	4 057 kWh	155 kW	0 kWh	0 kW	122 226 kWh	162 kW	174 463 kWh	122 kW
Îlot B	Total	25 358 m²	308 607 kWh	592 kW	187 776 kWh	62 kW	356 533 kWh	573 kW	1 311 769 kWh	630 kW

Bâtiment	Local type SIA associé	Surface totale	Chauffage		ECS		Froid		Electricité	
			Energie (BT)	Puissance	Energie (HT)	Puissance	Energie	Puissance	Energie	Puissance
			[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]
		[m ²]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]	[kWh/an]	[kW]
Îlot C	3.1 Bureau individuel, collectif	12 884 m ²	221 612 kWh	265 kW	33 499 kWh	11 kW	139 152 kWh	258 kW	158 478 kWh	200 kW
	6.1 Restaurant	1 611 m ²	26 735 kWh	75 kW	175 389 kWh	60 kW	35 754 kWh	48 kW	31 406 kWh	19 kW
	11.2 Salle de fitness	9 663 m ²	68 609 kWh	233 kW	841 673 kWh	288 kW	125 623 kWh	145 kW	276 370 kWh	106 kW
	11.1 Salle de gymnastique	3 221 m ²	33 822 kWh	61 kW	170 396 kWh	0 kW	0 kWh	0 kW	35 754 kWh	27 kW
	5.1 Magasin d'alimentation	3 221 m ²	0 kWh	50 kW	8 697 kWh	0 kW	35 754 kWh	55 kW	1 155 731 kWh	302 kW
	11.1 Salle de gymnastique	1 611 m ²	16 911 kWh	30 kW	85 198 kWh	0 kW	0 kWh	0 kW	17 877 kWh	13 kW
Îlot C	Total	32 211 m²	367 689 kWh	714 kW	1 314 853 kWh	360 kW	336 283 kWh	506 kW	1 675 616 kWh	667 kW
	11.3 Piscine couverte	1 006 m ²	20 422 kWh	22 kW	175 346 kWh	0 kW	1 509 kWh	0 kW	22 534 kWh	10 kW