

CET 2019-05-V2

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

17.11.2022

PLQ 30132 MORILLON PARC

CONCEPT ÉNERGÉTIQUE TERRITORIAL

31.08.2022
GE01870.200

TABLE DES MATIÈRES

SYNTHÈSE	4
1. INTRODUCTION	5
2. MISE EN CONTEXTE	6
2.1 Bases légales et réglementaires	6
2.2 Objectifs du CET	7
2.3 Périmètre d'étude restreint	7
2.4 Périmètre d'étude élargi	10
2.4.1 Grand projet Grand-Saconnex	10
2.4.2 Concepts énergétiques territoriaux existants	11
3. ÉTAT DES LIEUX ÉNERGÉTIQUES	13
3.1 Besoins énergétiques actuels	13
3.1.1 Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire	13
3.1.2 Besoins de froid	13
3.1.3 Besoins d'électricité	13
3.2 Structure qualitative et quantitative des besoins énergétiques futurs	13
3.2.1 Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire	13
3.2.2 Besoins d'électricité	14
3.2.3 Pourcentage minimal d'approvisionnement en énergies renouvelables	15
3.3 Infrastructures existantes et projetées	15
3.4 Potentiel des ressources énergétiques renouvelables et locales	16
3.4.1 Qualité de l'air et possibilité d'implantation d'une centrale à bois	17
3.4.2 Récupération de chaleur sur les eaux usées	18
3.4.3 Exploitation des ressources géothermiques	18
3.4.4 Air ambiant	20
3.4.5 Valorisation du potentiel solaire local	21
3.4.6 Énergies de réseaux	22
3.4.7 Rejets de chaleur	22
3.5 Rôle des acteurs concernés	22
4. PROPOSITIONS ET ANALYSE DE STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES LOCALES	23
5. SYNTHÈSE DES ORIENTATIONS ET DES RECOMMANDATIONS POUR LES ACTEURS CONCERNÉS	24

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation du périmètre du PLQ Parc Morillon	5
Figure 2: Parcelles concernées par le projet Morillon Parc	7
Figure 3: Implantation et gabarit des bâtiments (plan 1:1000 DVK Architectes)	9
Figure 4: Localisation des secteurs d'urbanisation du grand projet Grand-Saconnex	11
Figure 5: CET existants à proximité immédiate du PLQ Pré-du-Stand	12
Figure 6: Besoins de chaleur du site en énergie à gauche et en puissance à droite	14
Figure 7 : Besoins d'électricité du projet	15
Figure 8 : Réseaux énergétiques existants et projetés à proximité du périmètre de Morillon Parc	16
Figure 9 : Immission NO ₂ années	17
Figure 10 : Nappes phréatiques à proximité du périmètre de Morillon Parc	19
Figure 11 : Potentiel de production d'énergie solaire du projet	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Répartition des surfaces brutes de plancher par bâtiment	8
Tableau 2: Affectation des surfaces brutes de plancher pour tout le périmètre	8
Tableau 3: Besoins de chaleur actuels du site	13
Tableau 4: Potentiel géothermique maximal	19
Tableau 5: Synthèse des acteurs du concept énergétique et de leur rôle	22

ANNEXES

ANNEXE A	Besoins énergétiques du bâtiment A	26
ANNEXE B	Besoins énergétiques du bâtiment B	27
ANNEXE C	Besoins énergétiques du bâtiment C	28
ANNEXE D	Besoins énergétiques du bâtiment D	29

PRÉAMBULE

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, CSD déclinera toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

SYNTHÈSE

Le présent rapport a permis d'évaluer les besoins énergétiques futurs du secteur Morillon Parc, situé sur le territoire de la commune du Grand-Saconnex, et de mettre en évidence les éléments déterminants du contexte territorial du projet dans le cadre de son approvisionnement énergétique futur.

Le périmètre d'étude abrite actuellement deux immeubles de logements et est soumis au PLQ 29507 adopté par le conseil d'État le 24 juillet 2013. Le projet de révision du PLQ qui fait l'objet de ce rapport (PLQ 30132), prévoit la construction de deux nouveaux bâtiments et la surélévation d'un des bâtiments existants, le tout regroupant environ 11'300 m² de surface brute de plancher (SBP) destinés à du logement neuf et 990 m² de SBP destinés à des commerces. Le programme prévoit également la rénovation du bâtiment existant faisant l'objet de la surélévation qui regroupe actuellement environ 6'820 m². Le deuxième bâtiment existant regroupe environ 8'744 m² de logements et fera aussi l'objet d'une rénovation. Au total, le programme comprend donc environ 26'863 m² de SBP de logements et 988 m² de SBP de commerces.

Les constructions neuves visent le standard Très Haute Performance Énergétique (THPE-2000W) avec une labellisation Minergie®P-Eco, et le bâtiment rénové vise le standard Haute Performance Énergétique (HPE-Reno) avec une labellisation Minergie®Rénovation.

Les besoins en énergie (chaud, électricité) des nouveaux bâtiments et de la rénovation, correspondant aux besoins liés au programme, ont été estimés. Ces besoins s'élèvent à 450 MWh/an pour le chauffage, ce qui correspond à une puissance de 205 kW, et à 370 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire, ce qui correspond à une puissance de 510 kW.

Concernant le bâtiment existant hors programme, les besoins de chauffage actuels, basés sur l'indice de dépense de chaleur (IDC), s'élève à 1'100 MWh/an pour le chauffage et à 200 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire. Une rénovation de ce bâtiment pour atteindre le standard minimum HPE ferait passer les besoins de chaleur à 310 MWh/an pour le chauffage et à 170 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire.

En considérant la totalité des bâtiments du site de Morillon Parc, les futurs besoins de chaleur s'élèvent donc à 1'550 MWh/an pour le chauffage et à 565 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire. Lorsque le bâtiment hors projet sera rénové (standard HPE), les besoins de chaleur totaux passeront à 760 MWh/an pour le chauffage et à 540 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire.

Les besoins d'électricité de l'ensemble des bâtiments ont été estimés à environ 740 MWh/an.

Le potentiel des ressources énergétiques renouvelables et locales (solaire, eaux usées, géothermie, rejets et réseaux de chaleur) a été évalué sur la base des besoins du projet connus à ce stade. Au regard des synergies et intérêts rationnels que peuvent apporter les différentes ressources possibles et du plan directeur des énergies de réseaux (PDER), la stratégie énergétique pour l'approvisionnement du périmètre est le raccordement au réseau CAD SIG combiné avec l'installation de panneaux photovoltaïques en toiture et éventuellement en façade.

1. Introduction

Dans le cadre de l'obtention d'une demande de renseignement (DR n°18484) en date du 23.03.2017, un plan localisé de quartier (PLQ n°30132) est en cours d'élaboration sur le territoire de la commune du Grand-Saconnex, et le bureau CSD Ingénieurs SA a été mandaté pour établir le concept énergétique territorial (CET) du site « Morillon Parc », qui fait l'objet de ce rapport. Ce nouveau PLQ modifie le PLQ 29'507 actuellement en vigueur sur le site et adopté par le conseil d'État le 24 juillet 2013.

Le projet concerne 22 parcelles en zone de développement 3 (n°315 à 336) situées au sud du chemin Auguste-Vilbert sur la commune du Grand-Saconnex (Figure 1).

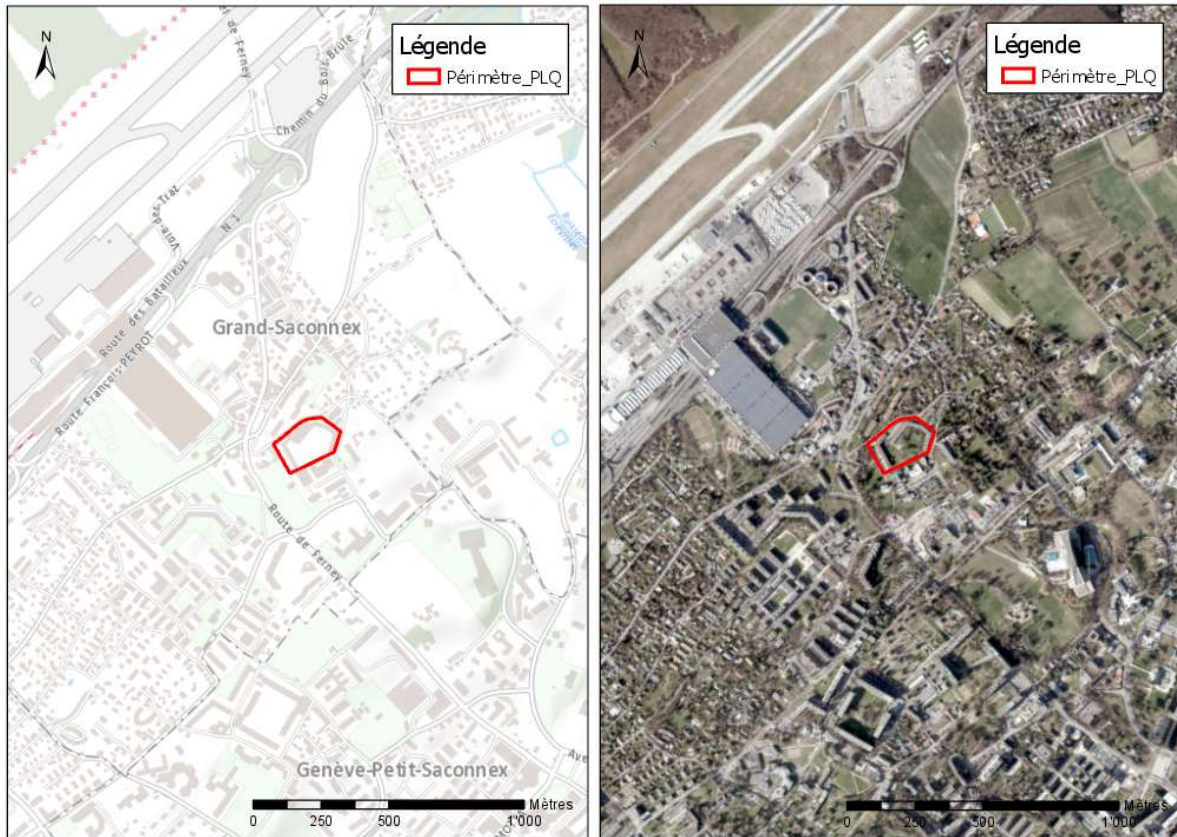


Figure 1: Localisation du périmètre du PLQ Parc Morillon

Le présent rapport consiste donc à définir de manière coordonnée, un concept énergétique territorial à l'échelle de ce périmètre d'une surface d'environ 30'500 m². L'objectif principal de cette étude est de déterminer les différentes possibilités d'approvisionnement énergétique qu'il est possible de mettre en œuvre sur le site Morillon Parc, en favorisant l'utilisation rationnelle de l'énergie, le recours aux énergies renouvelables et les infrastructures de transport (réseaux), tout en considérant les contraintes et opportunités d'un périmètre élargi autour de ce secteur.

Le présent rapport est la mise à jour du rapport du rapport août 2021 à la suite du préavis de l'OCEN. Les éléments consignés et repris du préavis du 18 octobre 2021 sont représentés par un trait dans la marge afin d'en faciliter la lecture.

2. Mise en contexte

2.1 Bases légales et réglementaires

La réalisation du présent CET est régie par la loi cantonale sur l'énergie du 7 novembre 1987 (RSG L 2 30 ; LEn) et son règlement d'application du 22 septembre 1988 (RSG L 2 30.01 ; REn), modifiés respectivement le 23 janvier 2015 et le 5 juin 2019. Les exigences relatives à la planification énergétique territoriale sont quant à elles définies dans la Directive relative aux concepts énergétiques territoriaux du 4 août 2010.

Les grandes orientations de la politique énergétique du canton sont définies dans l'art. 1 de la loi sur l'énergie :

« 1. La présente loi a pour but de favoriser un approvisionnement énergétique suffisant, sûr, économique, diversifié et respectueux de l'environnement.

2. Elle détermine les mesures visant notamment à l'utilisation rationnelle et économe de l'énergie et au développement prioritaire de l'exploitation des sources d'énergies renouvelables et indigènes. »

Dans ce cadre, la loi exige la mise en œuvre d'une planification énergétique territoriale (art. 6, al. 12), définit comme suit : *« Le concept énergétique territorial est une approche élaborée à l'échelle du territoire ou à celle de l'un de ses découpages qui vise à :*

a) organiser les interactions en rapport avec l'environnement entre les acteurs d'un même territoire ou d'un même découpage de ce dernier, notamment entre les acteurs institutionnels, professionnels et économiques;

b) diminuer les besoins en énergie notamment par la construction de bâtiments répondant à un standard de haute performance énergétique et par la mise en place de technologies efficaces pour la transformation de l'énergie;

c) développer des infrastructures et des équipements efficaces pour la production et la distribution de l'énergie;

d) utiliser le potentiel énergétique local renouvelable et les rejets thermiques. »

Ainsi, le site de Morillon Parc est assujéti à la mise en œuvre d'un CET, qui fait l'objet du présent rapport et qui se doit de respecter les buts (cités ci-dessus) d'un tel concept.

Par ailleurs, toute nouvelle construction sur le territoire du canton doit au minimum respecter les standards de Haute Performance Énergétique (HPE), définis dans l'art. 12B du REn.

Au niveau normatif, les exigences légales et les recommandations à respecter en matière d'énergie dans le bâtiment sont constituées notamment par les documents principaux suivants :

Général : MoPEC (2014) « Modèle de prescriptions énergétiques des cantons » ; cahier technique SIA 2024 (2015) « Données d'utilisation des locaux pour l'énergie et les installations du bâtiment ».

Énergie thermique : norme SIA 180 (2017) « Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments » ; norme SIA 380/1 (2016) « Besoins de chaleur pour le chauffage » ; norme SIA 385/2 (2015) « Installations d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments – Besoins en eau chaude, exigences globales et dimensionnement ».

Énergie électrique : norme SIA 380/4 (2006) « L'énergie électrique dans le bâtiment » ; norme SIA 387/4 (2017) « Électricité dans les bâtiments – Éclairage : calcul et exigences ».

2.2 Objectifs du CET

L'étude proposée vise à répondre aux exigences de l'Office Cantonal de l'Énergie (OCEN) et de la loi cantonale sur l'énergie. Ce CET a pour objectif principal de présenter la stratégie énergétique à mettre en œuvre dans le périmètre

2.3 Périmètre d'étude restreint

Le PLQ « Morillon Parc » (n°30132) s'étend sur les parcelles n°315 à 336 de la commune du Grand-Saconnex, sur un périmètre d'environ 30'500 m² actuellement occupé par deux barres d'immeubles regroupant 16'560 m² de logements et un petit bâtiment avec souterrains faisant office de garage privé, comme représenté dans la Figure 2 ci-après.



Figure 2: Parcelles concernées par le projet Morillon Parc

Le programme prévoit la construction d'environ 12'290 m² et la rénovation d'environ 15'560 m² de surfaces brutes de plancher (SBP), réparties sur 4 bâtiments tels que présentés dans le Tableau 1 ci-après. De plus, environ 8'100 m² de garages souterrains et box sont prévus.

Bâtiment	Niveau	Affectation	SBP totale [m ²]
A	RDC	Commerces	200
	R+1	Logements	6'570
	R+2	Logements	
	R+3	Logements	
	R+4	Logements	
	R+5	Logements	
			6'770
B	RDC	Logements- rénovation	6'820
	R+1	Logements - rénovation	
	R+2	Logements - rénovation	
	R+3	Logements - rénovation	
	R+4	Logements	3'360
	R+5	Logements	
			10'180
C	RDC	Commerces	788
	R+1	Logements	1'369
	R+2	Logements	
	R+3	Logements	
	R+4	Logements	
			2'157
D	RDC	Logements- rénovation	8'744
	R+1	Logements - rénovation	
	R+2	Logements - rénovation	
Total surfaces neuves			12'287
Total surfaces rénovées			15'564

Tableau 1: Répartition des surfaces brutes de plancher par bâtiment

Le Tableau 2 ci-dessous présente la répartition des surfaces en fonction des différentes affectations pour tout le périmètre. Les surfaces de référence énergétique (SRE) calculées correspondent à 90% de la SBP.

Affectation	SBP [m ²]	SRE [m ²]	SBP totale [m ²]	SRE totale [m ²]
Commerces	988	889	988	889
Logements	11'299	10'169	26'863	24'177
Logements - rénovation	15'564	14'008		
TOTAL PROJET			27'851	25'066

Tableau 2: Affectation des surfaces brutes de plancher pour tout le périmètre

Le plan des bâtiments projetés et existants est présenté dans la Figure 3 ci-après.

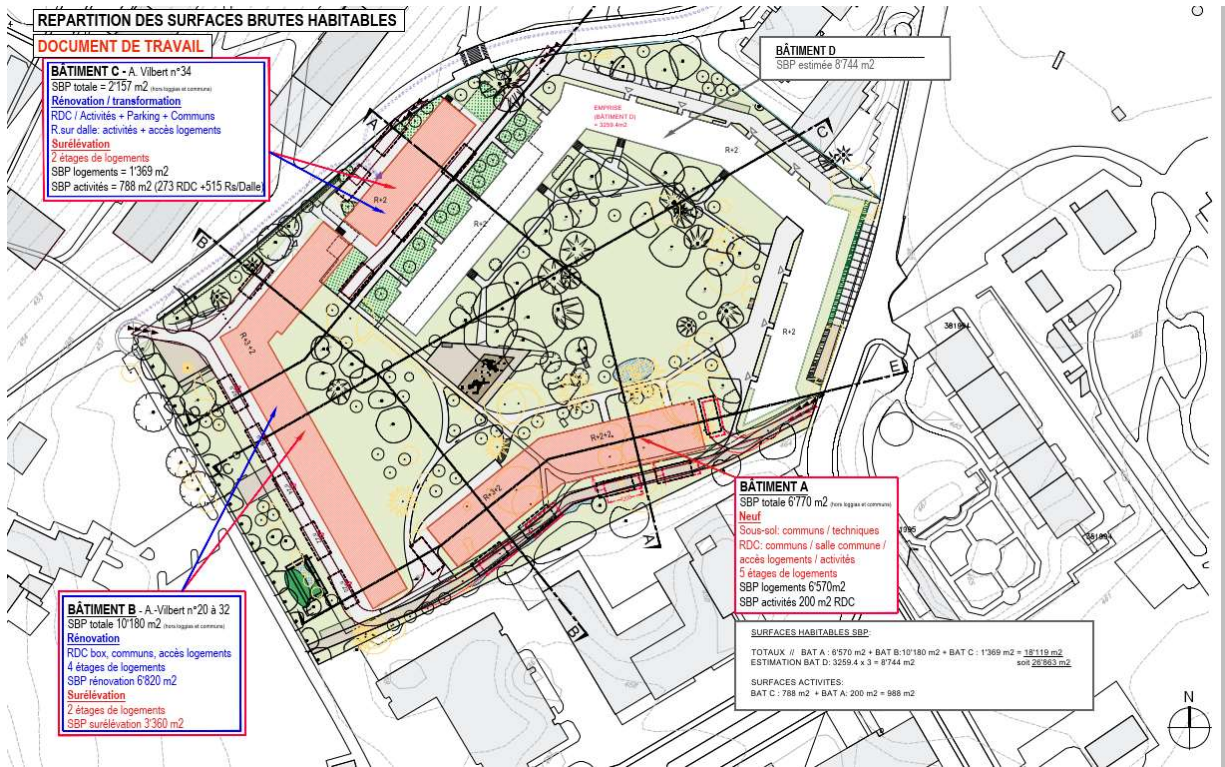


Figure 3: Implantation et gabarit des bâtiments (plan 1:1000 DVK Architectes)

A ce stade du projet, la mise en service des bâtiments est prévue en 2026.

Selon la volonté actuelle du Maître de l'ouvrage, les nouvelles constructions devront viser le standard Très Haute Performance Énergétique (THPE-2000W) avec une labellisation Minergie®P-Eco, et le bâtiment rénové devra viser le standard Haute Performance Énergétique (HPE-Reno) avec une labellisation Minergie®Rénovation.

2.4 Périmètre d'étude élargi

2.4.1 Grand projet Grand-Saconnex

Le site de Morillon Parc se situe à proximité des secteurs d'urbanisation identifiés dans le cadre du développement du Grand projet Grand Saconnex. Ce grand projet s'étend sur 120 hectares et prévoit 1'300 logements, 2'400 à 4'100 emplois, équipements publics, commerces et services. Il a pour ambition d'offrir de nouveaux logements aux habitants, de participer à la dynamique économique de la façade aéroportuaire, de limiter le trafic de transit, et d'augmenter l'offre de transports publics. Ce grand projet s'organise autour de trois secteurs d'urbanisation et de quatre projets de mobilité.

Les trois secteurs d'urbanisation sont les suivants (Figure 4) :

- Carantec : la place de Carantec deviendra un nouveau cœur pour la commune, véritable trait d'union entre les différents secteurs. Directement desservie par le tram des Nations, la place sera conviviale et commerçante, et accueillera un nouvel équipement public communal. Le quartier de logements existants sera densifié en privilégiant la mixité sociale et générationnelle (logements étudiants, IEPA...);
- Marronniers : le quartier des Marronniers sera également requalifié pour accueillir de nouveaux logements tout en valorisant le patrimoine paysager et bâti existant ;
- Susette : situé entre la façade aéroportuaire et le centre de la commune, ce secteur a vocation à devenir un quartier urbain mixte (logements, activités diverses, équipements, services, etc.) bien connecté aux transports publics.

Les quatre projets de mobilité sont les suivants :

- La route des Nations qui permettra de desservir le quartier des organisations internationales et de réduire le trafic de transit sur la route de Ferney, rendant ainsi possible la réalisation du tramway ;
- La prolongation du tramway n°15 depuis la place des Nations jusqu'à Ferney-Voltaire ;
- Le renforcement de la desserte en transports collectifs de la façade sud de l'aéroport. Cette façade sud de l'aéroport, très dynamique, fait également partie d'un autre grand projet Vernier-Meyrin-Aéroport, sur les communes de Vernier et Meyrin.
- Le P+R P47, situé à l'interface entre le futur tram, la façade aéroportuaire et la jonction autoroutière, sera conforté pour encourager l'utilisation des transports collectifs et du vélo.

Par ailleurs, le grand projet Grand-Saconnex se prolonge naturellement en France voisine, sur le territoire de la commune de Ferney-Voltaire, notamment dans la perspective de la prolongation des axes de transports publics vers le Pays de Gex.

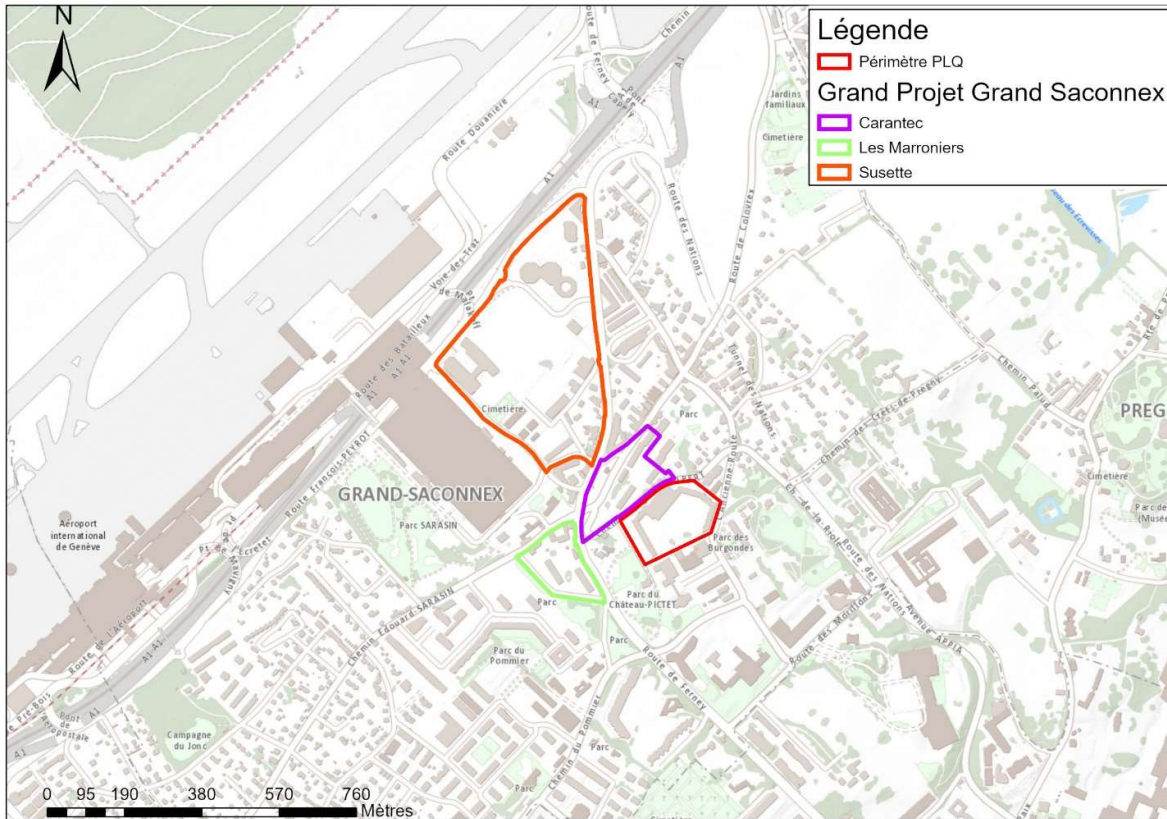


Figure 4: Localisation des secteurs d'urbanisation du grand projet Grand-Saconnex

2.4.2 Concepts énergétiques territoriaux existants

De nombreux concepts énergétiques territoriaux (CET) ont déjà été établis et validés à proximité du PLQ Morillon Parc (Figure 5). Il s'agit de :

- CET 2011-33 : PLQ Trèfle
- CET 2013-05 : PSD Ferney Grand-Saconnex
- CET 2015-01 : Siège de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) à Prégny-Chambésy
- CET 2015-05 : Conseil Œcuménique des Églises (COE)
- CET 2015-07 : Plan directeur des Énergies de la commune du Grand-Saconnex
- CET 2017-08 : PLQ Cité Internationale
- CET 2017-18 : PDZIA Bois Brulé sur les communes de Bellevue et du Grand-Saconnex
- CET 2017-20 : Organisations Internationales et PDQ du Jardin des Nations
- CET 2018-05 : PLQ Carantec

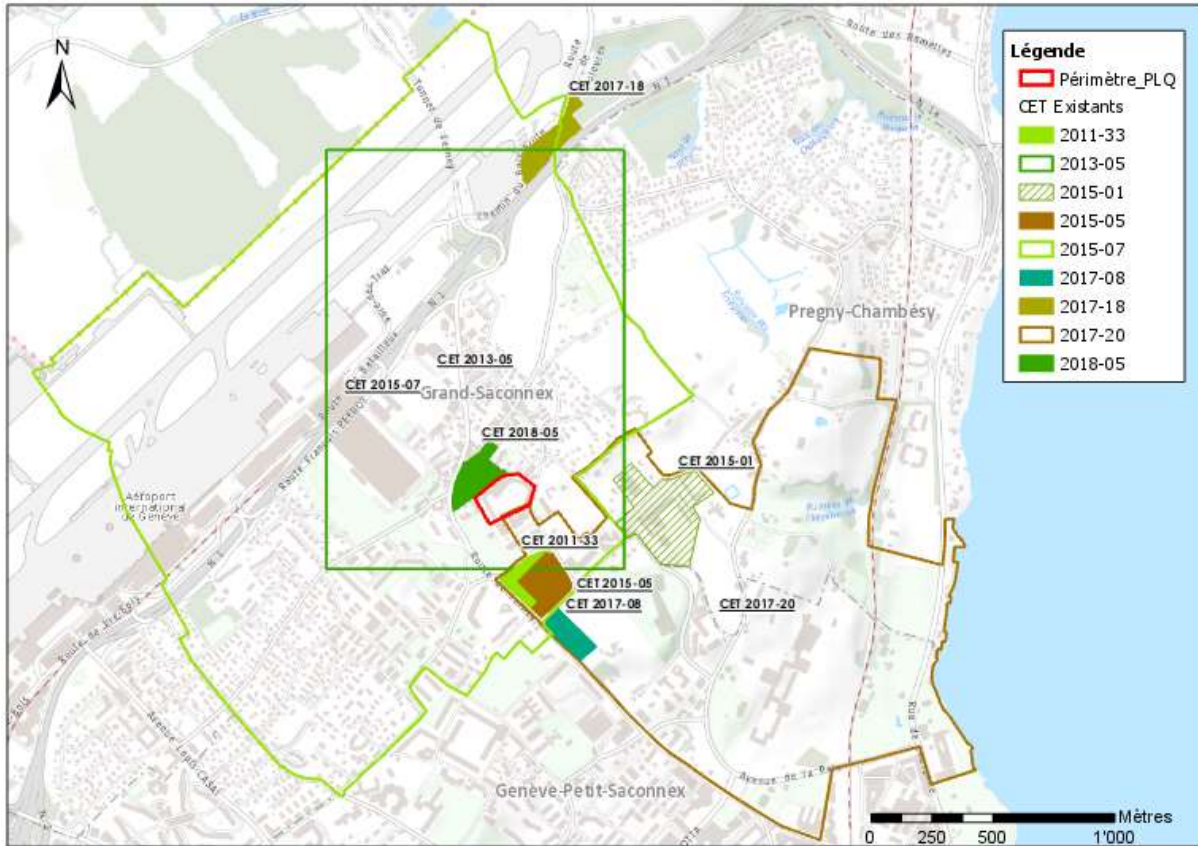


Figure 5: CET existants à proximité immédiate du PLQ Morillons

Ces documents présentent les mêmes conclusions quant aux stratégies d'approvisionnement énergétique à privilégier pour les différents sites. Il s'agit soit des réseaux GéniLac ou GLN (GéniLac pour les sites plus au Nord de la commune et GLN pour les sites plus au Sud de la commune), soit de la valorisation de la géothermie faible profondeur dans les cas où la connexion aux réseaux précédemment cités ne serait pas possible. Le Plan Directeur des Énergies de la commune du Grand Saconnex mentionne également le potentiel du CAD SIG et identifie le périmètre étudié comme favorable à l'utilisation de l'énergie solaire.

En parallèle de ces conclusions, le CET 2018-05 du PLQ de Carantec qui a été élaboré récemment et qui se trouve à proximité direct du secteur d'étude, émet la possibilité d'utilisation de la nappe du Grand-Saconnex pour la production de chaleur. En effet, bien que celle-ci soit actuellement considérée comme une nappe temporaire (non propice à la géothermie sur nappe), des études sont en cours dans le cadre du programme GEothermie pour mieux caractériser la nappe et ses possibilités d'exploitation. Cependant, selon les informations actuelles, il ne semble pas que la nappe ait un potentiel suffisant pour une production de chaleur.

3. État des lieux énergétiques

3.1 Besoins énergétiques actuels

3.1.1 Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

Les bâtiments présents actuellement sur le site de Morillon Parc sont alimentés par des chaudières à mazout. Les besoins actuels de chaleur ont été estimés sur la base du dernier indice de dépense de chaleur (IDC) disponible le SITG. Ceux-ci s'élèvent à 2'024 MWh/an pour le chauffage et 357 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire, en estimant que la part d'ECS représente 15% des besoins en chaleur totaux.

Bâtiment	Affectation	SRE [m ²]	IDC [MJ/m ²]	Chaleur [MWh/an]	Chauffage [MWh/an]	ECS [MWh/an]
B (avant rénovation)	Logements	6'494	604	1'090	926	163
D	Logements	7'870	591	1'292	1'098	194
TOTAL		14'363	1'195	2'381	2'024	357

Tableau 3: Besoins de chaleur actuels du site

3.1.2 Besoins de froid

Actuellement, il n'y a pas de besoins de froid connus sur le site.

3.1.3 Besoins d'électricité

Les consommations électriques actuelles du site ne sont pas connues mais elles ont été estimées sur la base des besoins standards indiqués dans la norme SIA 380/1 2016. Les besoins s'élèvent à 402 MWh/an, soit 220 MWh/an pour le bâtiment D et 182 MWh/an pour le bâtiment B.

3.2 Structure qualitative et quantitative des besoins énergétiques futurs

Les besoins énergétiques présentés ci-dessous sont pour l'ensemble du périmètre du PLQ. Les besoins pour chaque bâtiment sont présentés en Annexe A, Annexe B, Annexe C et Annexe D.

3.2.1 Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

Afin de respecter les exigences de Très Haute Performance Énergétique (THPE-2000W) avec une labellisation Minergie®P-Eco au sens de la loi sur l'énergie du canton de Genève, les bâtiments neufs devront être construits de façon que leurs besoins de chaleur pour le chauffage ne dépassent pas 70% des valeurs limites du MoPEC 2014. Pour respecter les exigences de Haute Performance Énergétique (HPE-Reno) avec labellisation Minergie®-Rénovation au sens de LEn, les bâtiments rénovés devront être construits de façon à respecter les prescriptions de l'un des cinq modèles de rénovation certifiés par Minergie.

Les besoins d'eau chaude sanitaire (ECS) restent constants quel que soit le standard visé.

Les besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont présentés pour l'ensemble du site dans la Figure 6 ci-après.

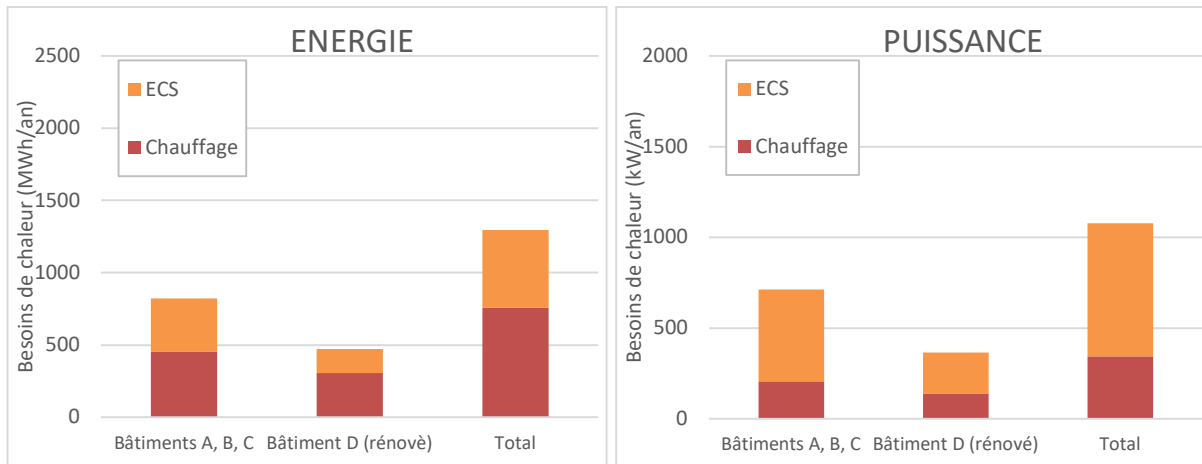


Figure 6: Besoins de chaleur du site en énergie à gauche et en puissance à droite

Les besoins de chaleur du projet (bâtiments A, B et C) s'élèvent à 450 MWh/an pour le chauffage, ce qui correspond à une puissance d'environ 205 kW, et à 370 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire, ce qui correspond à une puissance d'environ 510 kW. Après rénovation du bâtiment D à un standard HPE, ces besoins de chaleur et en eau chaude sanitaire s'élèvent respectivement à 306 MWh/an et 165 MWh/an, correspondant à une puissance de 139kW et 226kW.

Les besoins de chaleur totaux pour tout le site de Morillon Parc (bâtiments A, B, C et D) s'élèvent quant à eux à 760 MWh/an pour le chauffage, ce qui correspond à une puissance d'environ 345 kW, et à 540 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire, ce qui correspond à une puissance d'environ 735 kW.

Besoins de froid

Dans un premier temps, il ne semble pas que les nouveaux bâtiments aient besoin d'un rafraîchissement actif. En effet, les logements ne nécessitant pas de refroidissement, seuls les commerces pourraient prétendre à un refroidissement.

Cependant, afin de limiter le recours à une installation de climatisation, toutes les mesures possibles devront être prises, notamment :

- Des mesures constructives et techniques applicables en matière de protection contre les surchauffes (respect des normes SIA 180, 380/1, 382/1, surfaces vitrées adaptées, ouverture des fenêtres, protections solaires, inertie thermique, etc.) ;
- Maîtriser les charges thermiques internes pour autant que possible en utilisant des appareils économes en énergie notamment en ce qui concerne l'éclairage, en optimisant l'emplacement des sources importantes de charges internes, etc. ;
- Favoriser le rafraîchissement direct ou naturel.

3.2.2 Besoins d'électricité

Les besoins d'électricité pour l'ensemble des bâtiments du site peuvent être estimés à environ 740 MWh/an (Figure 7).

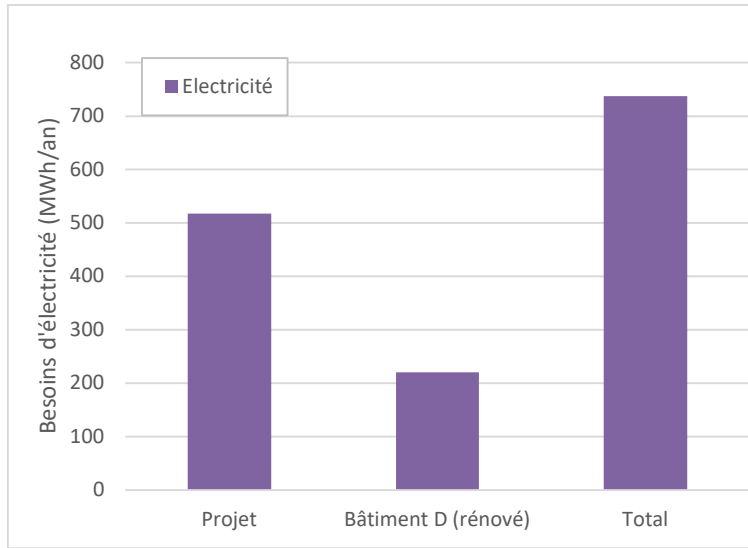


Figure 7 : Besoins d'électricité du projet

Afin de respecter les exigences Minergie®, les bâtiments non résidentiels doivent respecter la moyenne entre la valeur limite et la valeur cible de la norme SIA 387/4. Ils devront également respecter la norme SIA 380/4.

3.2.3 Pourcentage minimal d'approvisionnement en énergies renouvelables

Dans les nouvelles constructions Minergie®, le recours aux agents énergétiques d'origine fossile n'est pas autorisé pour la production de chaleur pour le chauffage et l'ECS. Le raccordement à un réseau de chaleur à distance est possible pour autant que sa production de chaleur soit au plus 50% fossile.

La loi sur l'énergie du Canton de Genève exige également un taux de production propre d'électricité d'au moins 30 W/m² de SRE pour des bâtiments neufs au bénéfice du label Minergie®P-Eco, et de 20 W/m² d'emprise au sol pour des bâtiments rénovés au bénéfice du label Minergie®Rénovation.

3.3 Infrastructures existantes et projetées

Le présent PLQ se situe à proximité de différents réseaux énergétiques existants et projetés qui sont résumés dans le présent chapitre et sur la Figure 8 ci-après.

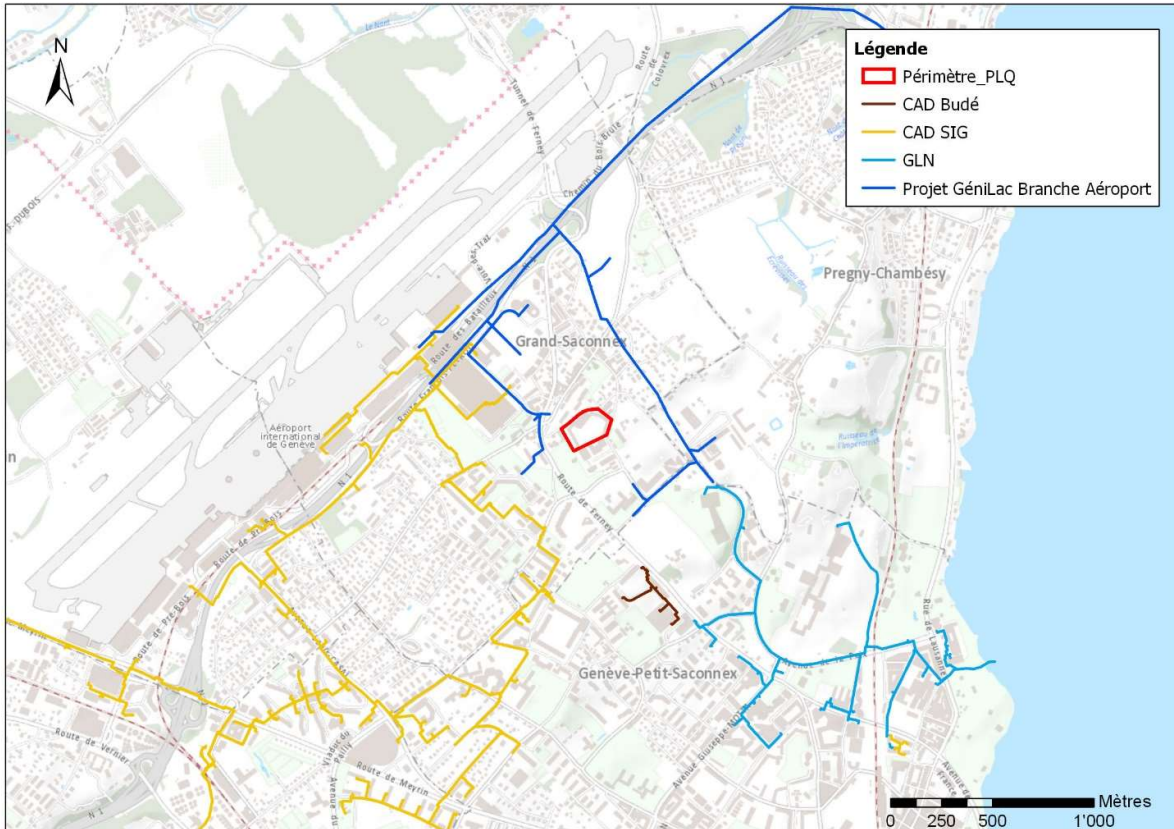


Figure 8 : Réseaux énergétiques existants et projetés à proximité du périmètre de Morillon Parc

Le réseau de chauffage à distance CAD SIG, anciennement CAD Lignon, passe à proximité du périmètre du PLQ Morillon Parc. À l'origine, ce réseau était alimenté uniquement par une centrale thermique au gaz. Actuellement, il est raccordé au CADIOM, ce qui lui permet d'avoir plus de 50% de la production de chaleur assurée par l'incinération des déchets ménagers. Selon les informations actuelles obtenues par les SIG, une extension du réseau CAD SIG est prévue dans la zone du PLQ. Le raccordement au CAD SIG serait envisageable dès la mise en service des nouveaux bâtiments.

La branche Aéroport du réseau Génilac desservira l'aéroport et les quartiers à proximité. En utilisant l'eau du Lac Léman, ce réseau fournit directement le froid nécessaire au rafraîchissement des locaux en été. En hiver, des pompes à chaleur viennent s'ajouter au système afin de répondre aux besoins de chaleur des bâtiments. De plus, cette branche du réseau Génilac est une boucle d'anergie. Elle permet donc de valoriser les différents rejets thermiques des preneurs. Selon le CET 2018-05, le réseau sera disponible à la fin de l'année 2021 sur le nord du site de Carantec, qui se situe en limite nord du site Morillon Parc. Cependant, après concertation avec les SIG, le déploiement de Génilac n'est pas prévu pour la zone de Morillon Parc, compte tenu de l'affectation et caractéristiques des bâtiments existants et futurs du PLQ (aucun besoin de froid identifié et besoins en chaleur et niveau de température élevés du bâtiment D existant).

3.4 Potentiel des ressources énergétiques renouvelables et locales

L'analyse des ressources énergétiques potentiellement disponibles pour le site Morillon Parc est effectuée à la lumière du potentiel offert par les énergies de réseaux présentées précédemment et en tenant compte de leur intérêt comparatif vis-à-vis de ces réseaux.

3.4.1 Qualité de l’air et possibilité d’implantation d’une centrale à bois

Conformément aux conditions de simulations du modèle Cadero (vs 2.2.7) employé par le Service de l’air, du bruit et des rayonnements non-ionisants (SABRA) pour l’évaluation des émissions atmosphériques, la pollution induite sur le PLQ Morillon Parc est évaluée sur une maille kilométrique représentative centrée sur le projet.

Selon les informations transmises par le SABRA, le réseau des capteurs passifs indique une moyenne annuelle des émissions de NO₂ sur l’année 2017 d’environ 26 µg/m³ sur la maille kilométrique de référence (Figure 9). La valeur limite d’immissions du NO₂, fixée à 30 µg/m³/an par l’OPair, est donc actuellement respectée sur le périmètre du PLQ Morillon Parc.

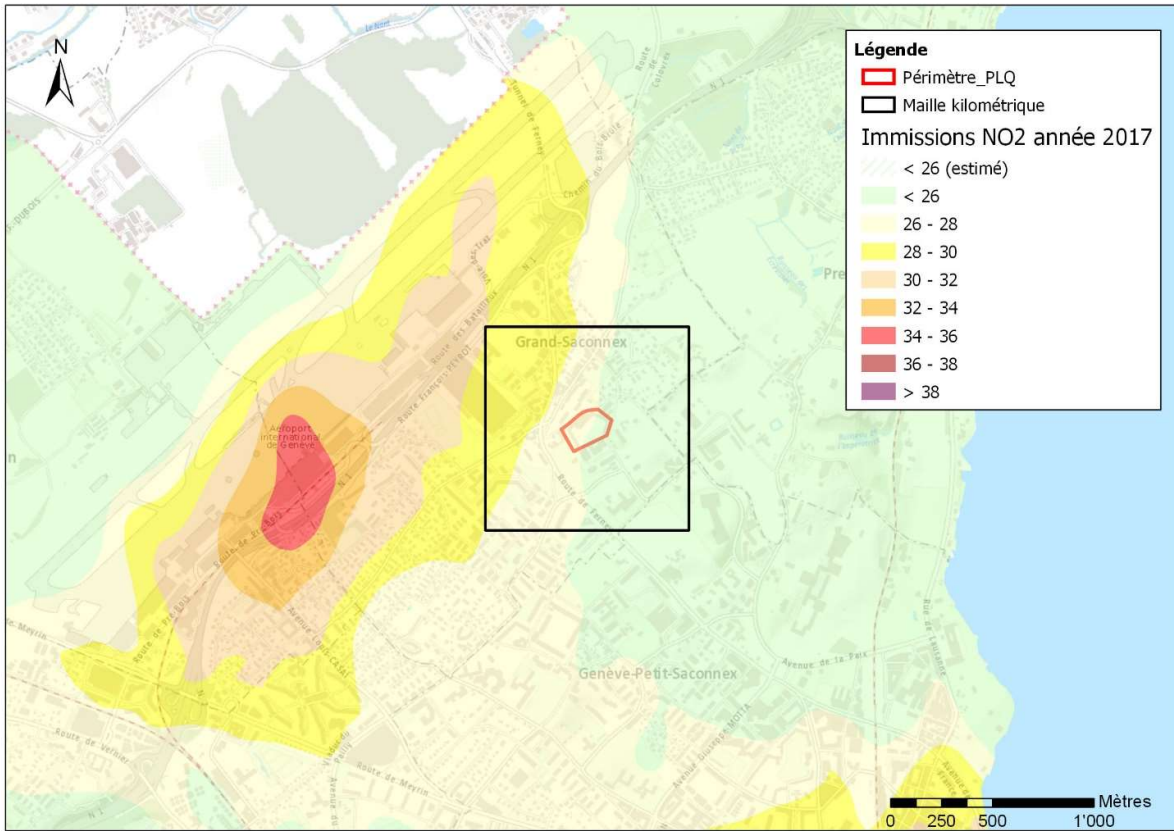


Figure 9 : Immission NO₂ années

Selon les données enregistrées à la station du Réseau d’Observation de la Pollution de l’Air à Genève (ROPAG), la station de Meyrin (située à 4 km à l’ouest du PLQ des immissions de poussières en suspension (PM10) sur le périmètre du projet inférieures à la valeur limite de l’OPair (20 µg/m³/an), soit 15.2 µg/m³/an.

Les immissions d’ozone (O₃) relevées par le ROPAG mettent en évidence que la qualité de l’air de la quasi-totalité du canton est non conforme à la valeur fixée par l’OPair (1 Nb^h >120 µg/m³). Ces immissions excessives découlent d’une problématique régionale, causée par de fortes émissions de polluants primaires (oxydes d’azote - NO_x et composés organiques volatils - COVs) au niveau de l’agglomération genevoise et de la région dans son ensemble.

Les valeurs d’immissions de NO₂ et PM10 ne dépassent actuellement pas les valeurs limites. Cependant, le périmètre se situe à proximité de l’aéroport de Cointrin et, selon la directive cantonale relative aux projets d’installations techniques, ceci implique des conditions particulières quant à la possibilité de recourir à des

installations productrices de chaleur alimentées au bois sur la commune du Grand-Saconnex. En effet, celles-ci sont autorisées pour une puissance inférieure à 70 kW, mais déconseillées pour des puissances entre 70 kW et 350 kW, et interdites pour des puissances supérieures à 350 kW. Pour cette raison, l'implantation d'une centrale à bois n'est pas à privilégier pour l'approvisionnement du secteur Morillon Parc.

3.4.2 Récupération de chaleur sur les eaux usées

Il existe deux types de systèmes de récupération de chaleur sur les eaux usées : l'un avec l'échangeur de chaleur dans le collecteur, l'autre avec l'échangeur de chaleur dans une fosse.

Le premier concept nécessite un diamètre de collecteur d'au moins 80 cm et un débit minimum de 15 l/s. Ces valeurs ne sont atteintes qu'à partir de 5'000 à 8'000 habitants. Ce système n'est donc pas adapté dans le périmètre restreint du projet.

Le second système est plus flexible et peut s'adapter à un plus grand nombre de projet. La température moyenne des eaux usées en sortie de bâtiment est d'environ 25°C, la durée moyenne de fonctionnement de ce type d'installation est une quinzaine d'heures journalières et l'extraction de chaleur maximale engendre un delta de température d'environ 15°C.

Sur cette base, nous estimons que l'extraction de chaleur sur les eaux usées produites par le projet permettrait de produire 310 MWh, ce qui représente environ 35% des besoins de chaleur des bâtiments concernés par le programme, et environ 14% des besoins de chaleur totaux du site Morillon Parc.

3.4.3 Exploitation des ressources géothermiques

L'emprise du PLQ Morillon Parc est située dans une zone où l'implantation de sondes géothermiques est soumise à demande de renseignement complémentaire auprès du service de géologie sols et déchets (GESDEC) ou en zones d'interdiction. En effet, la présence de la nappe du Grand-Saconnex est soupçonnée. Si des sondes géothermiques sont souhaitées dans le périmètre, le GESDEC demandera un premier forage de contrôle pour vérifier si la nappe est effectivement présente et quels sont les débits d'eau. Si la nappe est présente, il y aura des restrictions ou contraintes en ce qui concerne l'implantation de sondes géothermiques verticales.

Plusieurs types de géothermie sont possibles : la géothermie sur sondes géothermiques faible profondeur et la géothermie sur sondes moyenne et grande profondeur.

Géothermie sur nappe phréatique

La Figure 10 ci-après indique les nappes phréatiques présentes à proximité du site Morillon Parc d'après les informations disponibles sur le SITG.

Selon les données actuelles, la nappe temporaire du Grand-Saconnex existe mais son potentiel et sa durabilité sont inconnus. Des investigations supplémentaires sont nécessaires pour évaluer le potentiel de la nappe temporaire du Grand-Saconnex pour la géothermie.

Des récentes investigations hydrogéologiques ont identifié une nouvelle nappe sous le secteur de la nappe temporaire du Grand-Saconnex qui pourrait avoir un potentiel de prélèvement important¹. Selon l'essai de pompage effectué par HydroGéo Conseils en 2016 dans le cadre du projet Campus Santé, un débit de l'ordre de 20 l/s sur une période d'environ 2 mois montre un rabattement de la nappe inférieur à 5 mètres au droit du puit de pompage pour une épaisseur saturée totale de plus de 18 mètres. Bien que des investigations supplémentaires doivent être effectuées, il semblerait que cette nappe puisse servir de système tampon à des

¹ Synergies et concurrence entre les réseaux énergétiques et la géothermie dans le cadre du plan localisé de quartier (PLQ) de la zone Susette, HydroGéo Conseils et Sofies, 2017

fins de stockage à court ou long terme pour GéniLac, au vu de ses probables caractéristiques d'une nappe « statique ».

À ce jour, le système d'alimentation et l'étendue de cette nouvelle nappe restent indéterminés et son utilisation directe pour de la production de chaleur incertaine. Au vu de ces éléments, cette solution ne sera pas envisagée dans le présent CET comme source d'approvisionnement. Cependant, au cas où l'étude démontrerait un potentiel intéressant pour l'exploitation de cette ressource, il s'agit de préserver les potentialités de raccordement.

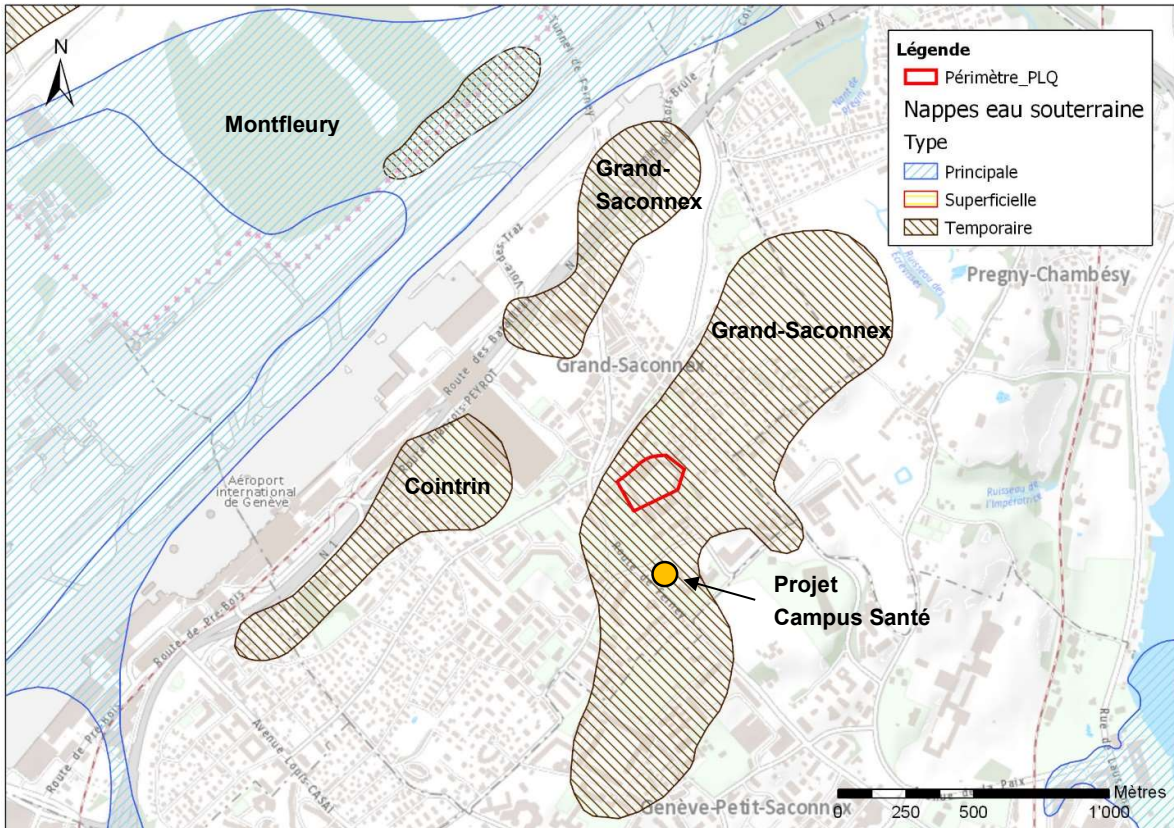


Figure 10 : Nappes phréatiques à proximité du périmètre de Morillon Parc

Géothermie faible profondeur (250 m)

Le potentiel maximal de la géothermie faible profondeur a été calculé à ce stade en considérant que des sondes géothermiques pouvaient être implantées qu'en dehors des emprises des bâtiments, des sous-sols et des arbres afin d'éviter les contraintes techniques et faciliter l'accès aux sondes en cas de problème.

Chaque sonde a une profondeur de 250 m, avec une emprise de 100 m² par sonde (espacement de 10 mètres entre chaque sonde) et une puissance moyenne de 30 W/m² (Tableau 4).

Surface disp.	Qté sondes	Longueur	Puiss. Soutirable au sol	Energie soutirable au sol	Puissance électrique	Energie électrique	Puissance totale	Energie totale
[m ²]	[n]	[m]	[kW]	[MWh]	[kW]	[MWh]	[kW]	[MWh]
13'775	138	34'438	1'033	2'066	344	689	1'378	2'755

Tableau 4: Potentiel géothermique maximal

Pour la production de chaleur, cette ressource doit être exploitée avec des pompes à chaleur (PAC) dont le coefficient de performance (COP) peut être estimé à 4. La consommation électrique nécessaire au fonctionnement des PAC serait alors de 340 kW, soit 690 MWh/an, afin de fournir au total 1'380 kW, soit 2'760 MWh/an de chaleur.

Cette production de chaleur puise des calories dans le sol et le refroidit. Il convient de préciser que pour pouvoir exploiter ce gisement de façon pérenne, il est important que la température du sous-sol lors du début de la saison de chauffe soit revenue à une température égale à celle mesurée en début de la précédente période de chauffage. C'est pourquoi l'espacement entre les sondes doit être suffisant. De plus, une recharge thermique estivale, par capteurs solaires thermiques ou rafraîchissement des bâtiments, permet de maintenir l'équilibre nécessaire au bon fonctionnement d'un tel système.

L'implantation de sondes géothermiques faible profondeur n'est possible que si la présence de la nappe est écartée (forage de contrôle nécessaire)

Géothermie moyenne et grande profondeur (de 300 m à 5'000 m)

Le programme GEothermie a été engagé par le Canton de Genève et SIG afin de disposer des connaissances du sous-sol genevois nécessaires à la mise en œuvre opérationnelle de la géothermie moyenne profondeur, puis de grande profondeur le cas échéant.

Le but de ce programme est de pouvoir définir les secteurs du Canton les plus favorables à l'exploitation de cette ressource et, à termes, d'envisager l'exploitation de la géothermie moyenne profondeur (700-1'800 mètres).

L'approche prévoit de croiser le potentiel géologique mis en évidence pour chaque secteur géographique avec les besoins actuels et futurs en lien avec les projets de développement prévus, les infrastructures énergétiques et les autres ressources exploitables des différents secteurs du canton.

Selon le programme défini par le Canton et SIG, la commune du Grand-Saconnex n'est pas un secteur d'exploitation prioritaire pour l'exploitation de la géothermie moyenne profondeur.

3.4.4 Air ambiant

L'air extérieur, représente une ressource thermique accessible présentant peu de contraintes au niveau des infrastructures à mettre en place et des aspects réglementaires à considérer. En effet, l'exploitation de la chaleur de l'air ambiant peut être réalisée par la mise en place de pompes à chaleur, constituées d'une prise d'air extérieur sur laquelle un échangeur thermique extrait une partie de la chaleur ambiante et la transmet dans le bâtiment à chauffer. Du point de vue théorique, le potentiel thermique de l'air extérieur est infini. En pratique, il est limité par les paramètres suivants :

- La diminution drastique du coefficient de performance des pompes à chaleur ainsi que les problèmes de givre des installations lorsque la température de l'air extérieur est inférieure à 5°C ;
- Les possibilités d'implantation des unités extérieures d'un point de vue esthétique et des nuisances sonores ;
- Cette source de chaleur étant disponible partout, il n'est pas rationnel de réaliser de grandes infrastructures centralisées connectées à un réseau de chauffage à distance. Par conséquent, l'évaluation du potentiel doit être effectuée en relation avec les besoins de chaleur au droit de chaque bâtiment du périmètre étudié.

Ce type de solution présente des performances moindres et est peu adapté aux besoins haute température des bâtiments existants.

3.4.5 Valorisation du potentiel solaire local

Le potentiel de production d'énergie solaire pour le site Morillon Parc a été évalué sur la base des hypothèses suivantes :

- Installation possible uniquement sur les toitures du projet non ombragées (à partir d'un niveau R+4 pour A et C, R+5 pour B et R+2 pour D), dont la surface brute s'élève à environ 6'960 m² dont 3250 pour le bâtiment D (rénovation conserve les surfaces de toitures existantes)
- 30% de la surface brute de toiture n'est pas utilisable (encombrement par d'autres infrastructures techniques).
- En considérant un angle de pose de 30°, la surface brute de toiture nécessaire pour l'installation d'1 m² de capteur solaire thermique est de 3 m².
- En considérant un angle de pose de 15°, la surface brute de toiture nécessaire pour l'installation d'1 m² de panneau solaire photovoltaïque est de 1.5 m².
- La production de chaleur annuelle moyenne spécifique des capteurs solaires thermiques est de 450 kWh/an par m² de panneau.
- La production d'électricité annuelle moyenne spécifique des panneaux solaires photovoltaïques est de 150 kWh/an par m² de panneau (hypothèse basse – une hypothèse de 200-220kWh/m² aurait dû être implémenté).

Ces valeurs de rendement sont des moyennes actuelles. Les performances des panneaux solaires, thermiques et photovoltaïques, sont en constante amélioration et devraient permettre encore des optimisations dans les prochaines années. Les valeurs utilisées peuvent donc être considérées à ce stade comme prudentes.

Sur la base de ces hypothèses, et prenant en compte le fait que les panneaux installés sont soit de type thermique, soit de type photovoltaïque, la surface nette totale de panneaux solaires pouvant potentiellement être installés sur les toitures des bâtiments concernés par le projet est de 1'624 m² pour le solaire thermique et 3'249 m² pour le solaire photovoltaïque y compris bâtiment D.

L'évaluation de la production potentielle d'énergie solaire du projet est présentée dans la Figure 11 ci-après.

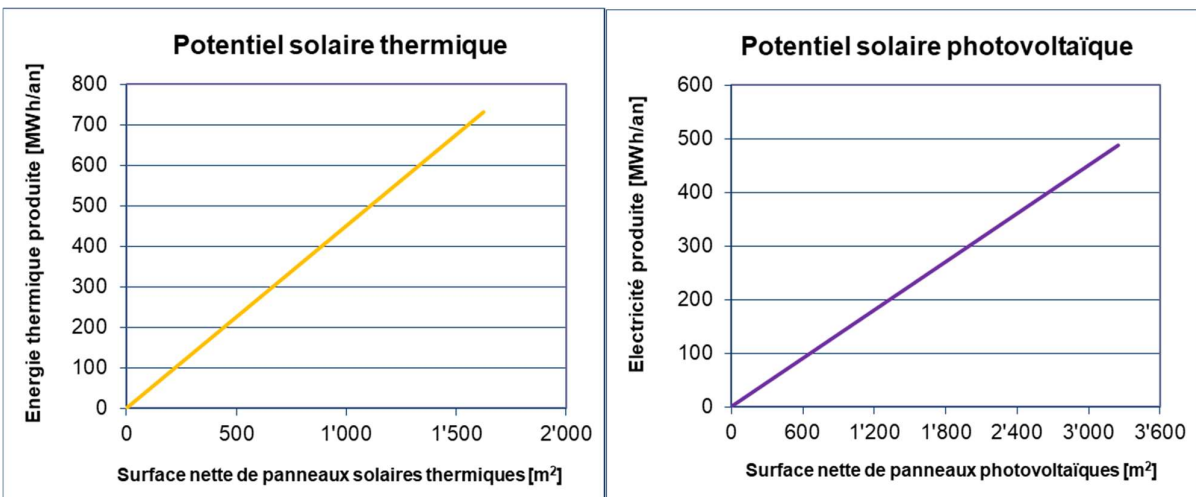


Figure 11 : Potentiel de production d'énergie solaire du projet

Le potentiel solaire thermique maximal s'élève ainsi à 730 MWh/an, soit plus de 90% des besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire du projet. Le potentiel solaire photovoltaïque maximal s'élève quant-à-lui à 487MWh/an, soit environ 30% de l'électricité consommée sur tout le site.

3.4.6 Énergies de réseaux

Comme expliqué dans le paragraphe 3.3, des réseaux d'énergies sont existants ou projetés à proximité immédiate du périmètre de Morillon Parc.

Bien qu'une extension du réseau GéniLac soit prévue pour fin 2021 jusqu'au nord site de Carantec (CET 2018-05), le périmètre d'étude ne fait pas partie de la zone d'influence du réseau GéniLac pour les raisons évoquées précédemment.

D'après le PDER, le PLQ Morillon parc se trouve dans la zone d'influence du réseau thermique structurant CADSIG. Le PLQ devra donc s'y raccorder. Compte tenu de l'affectation des bâtiments existants et futurs, CADSIG peut pleinement satisfaire les besoins en chaleur du site. Actuellement, ce dernier présente plus de 50% d'énergie renouvelable et permet donc de répondre aux exigences de la Loi sur l'Energie. De plus, il atteindra 80% d'énergies renouvelables d'ici à 2030. Selon les informations obtenues, une extension du réseau est prévue dans la zone du PLQ Morillon Parc. Le raccordement au CADSIG serait envisageable dès la mise en service des nouveaux bâtiments.

3.4.7 Rejets de chaleur

À proximité du site se trouve l'Union Européenne de Radio-télévision, qui fait partie des Grands Consommateurs au sens de la loi sur l'énergie, et l'Ambassade de Pologne. Il y aurait donc éventuellement d'importants rejets de chaleur à proximité, potentiellement valorisables. Il s'agirait donc de les quantifier et les qualifier afin de déterminer la faisabilité de l'utilisation de ces rejets thermiques ou l'éventuelle possibilité de les intégrer à la boucle d'anergie de GéniLac. Cependant, les rejets de chaleur sont difficiles à garantir tant au niveau quantitatif que dans la durée, c'est pourquoi cette solution ni constante ni pérenne n'est pas retenue pour l'approvisionnement énergétique du site.

3.5 Rôle des acteurs concernés

Un tableau de synthèse des acteurs concernés et de leur rôle est donné dans le Tableau 5 ci-après.

Acteur	Rôle général pour la concrétisation du PLQ	Rôle particulier quant au CET et sa concrétisation
Maîtres de l'ouvrage du PLQ Morillon Parc	Investisseurs du PLQ Morillon Parc	Pilotage de la conception et de la mise en œuvre des infrastructures nécessaires. Définition de la structure opérationnelle du projet (mise en œuvre, exploitation et financement).
État de Genève – DT – OU puis OAC	Création des conditions-cadre du développement du PLQ.	Coordination administrative des acteurs concernés.
État de Genève – DT – OCEN	Intégration adéquate des enjeux énergétiques dans les orientations générales et pesées d'intérêts.	Validation du CET. Coordination et facilitation dans la mise en œuvre de solutions nécessitant la coordination avec des acteurs externes.
Services Industriels de Genève (SIG)	Gestionnaire réseau / contracteur	Conception détaillée du réseau, réalisation et le cas échéant exploitation des infrastructures.

Tableau 5: Synthèse des acteurs du concept énergétique et de leur rôle

4. Propositions et analyse de stratégies énergétiques locales

En vue d'une valorisation optimale des ressources énergétiques locales à disposition pour le site Morillon Parc, les principes suivants doivent être appliqués :

- La stratégie énergétique principale, à savoir le raccordement au réseau CAD SIG + solaire, doit être suivie ;
- Dans la mesure où cela est économiquement réalisable, les ressources renouvelables locales doivent être exploitées au maximum en tenant compte de leurs limites et conflits d'usage ;
- L'accès aux ressources locales doit être garanti pour une valorisation future : les irréversibilités doivent être évitées ;
- Les ressources non renouvelables ne doivent être utilisées qu'en dernière priorité, notamment comme énergie d'appoint (uniquement dans l'existant) ou de transition.

Au vu des éléments présentés auparavant, bien que d'autres solutions soient envisageables, telles que l'exploitation de la géothermie faible profondeur, la stratégie à privilégier pour le PLQ Morillon Parc est la suivante:

- **Raccordement réseau CAD SIG + solaire photovoltaïque**

En utilisant la chaleur de l'incinération de l'usine des Cheneviers et du gaz naturel, ce réseau pourrait pleinement satisfaire les besoins des bâtiments existants et futurs du site, tout en fournissant plus de 50% d'énergie renouvelable.

Les toitures présentent un potentiel important de valorisation, notamment pour la production d'électricité. A ce stade du projet et en intégrant le potentiel du bâtiment D, la production photovoltaïque a été estimée à 490 MWh/an, ce qui représente environ 60% des besoins d'électricité du site. Tant pour des raisons environnementales qu'économiques, l'autoconsommation énergétique est à privilégier, notamment par le biais de systèmes de déphasage et de mesures adaptées à l'utilisation de la ressource, ou encore par la mise en place d'un regroupement dans le cadre de la consommation propre (au sens des articles 16-18 de la Loi sur l'énergie (LEne) et 14-18 de l'Ordonnance sur l'énergie (OEne)), qui permet depuis le 1 janvier 2018, à plusieurs consommateurs de se regrouper afin d'autoconsommer collectivement l'énergie produite par une même installation.

Selon l'état des planifications actuelles, le raccordement au CAD SIG serait envisageable dès la mise en service des nouveaux bâtiments. Dans le cas où le déploiement du réseau se ferait à une date ultérieure, une solution transitoire devra être envisagée pour les premiers bâtiments construits.

5. Synthèse des orientations et des recommandations pour les acteurs concernés

A ce stade du projet, les constructions neuves au sein du périmètre du PLQ Morillon Parc visent le standard THPE-2000W avec une labellisation Minergie®P-Eco, tandis que les bâtiments rénovés visent le standard HPE-Reno avec une labellisation Minergie®Rénovation. Ils présenteront ainsi une excellente qualité d'enveloppe thermique. De plus, leurs besoins énergétiques devront être couverts avec une importante part d'énergies renouvelables.

Le présent rapport a permis d'évaluer les besoins énergétiques futurs du PLQ, et de mettre en évidence les éléments déterminants du contexte territorial du projet dans le cadre de son approvisionnement énergétique futur. Sur cette base, la stratégie à privilégier est le **raccordement au réseau CAD SIG combiné avec l'installation de panneaux photovoltaïques** avec stockage en batteries sur place afin de favoriser l'autoconsommation.

Les choix définitifs concernant la stratégie énergétique, les standards de construction visés ainsi que les éventuelles labellisations souhaitées pourront être effectués sur la base du présent CET par les porteurs de projet pendant les phases ultérieures de développement. L'élaboration de la solution technique finale devra être effectuée en tenant compte notamment des contraintes techniques du projet, du planning prévisionnel et des aspects financiers (coûts, subventions).

Afin de dimensionner de manière optimale les installations, les besoins énergétiques et les demandes de puissance devront être confirmés, notamment sur la base des affectations définitives et d'informations complémentaires (y compris le nombre d'appartements et nombre d'occupants), mais aussi en fonction des standards énergétiques visés et de la stratégie énergétique mise en œuvre.

Concernant les installations photovoltaïques, il est conseillé de les intégrer au plus tôt dans la conception des bâtiments afin d'anticiper les potentielles synergies ou incompatibilités avec d'autres structures en toiture ou type de revêtement (p.ex végétalisation). De plus, si la création d'un regroupement dans le cadre de la consommation propre est envisagée, celui-ci doit être anticipé dès que possible afin de respecter les modalités de raccordement y relatif. D'un point de vue du financement, un tel regroupement peut être mis en place directement par les propriétaires des bâtiments ou alors dans le cadre d'un contracting énergétique, qui consiste à confier tous les aspects techniques et financiers à un prestataire global, contre un prix garanti sur la durée du contrat.

Concernant le raccordement au CAD SIG, il est fortement recommandé d'établir un contrat avec SIG avant la mise à l'enquête du projet. D'un point de vue du financement, cette stratégie peut également se réaliser dans le cadre d'un contracting énergétique. Si une solution transitoire s'avérait nécessaire, cette dernière devra être définie au plus tard lors de la procédure de demande d'autorisation de construire. Une concertation et une coordination devra également avoir lieu entre les propriétaires, les SIG et l'OCEN.

Le canton et les SIG seront consultés de manière adéquate dans la phase initiale de définition du périmètre et des entités associées au projet et des mesures prévisionnelles à intégrer, afin de permettre le développement rationnel ultérieur de ces installations.

CSD INGENIEURS SA



pp. Nicolas Gouneaud



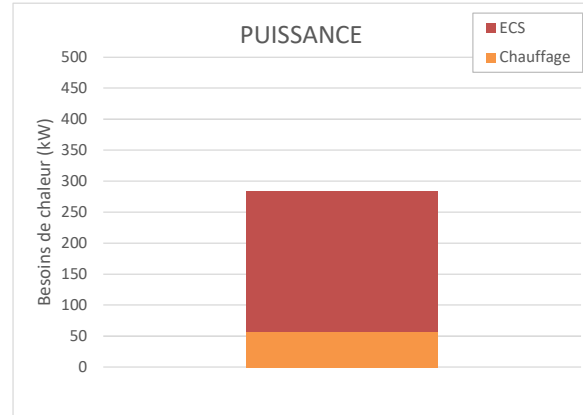
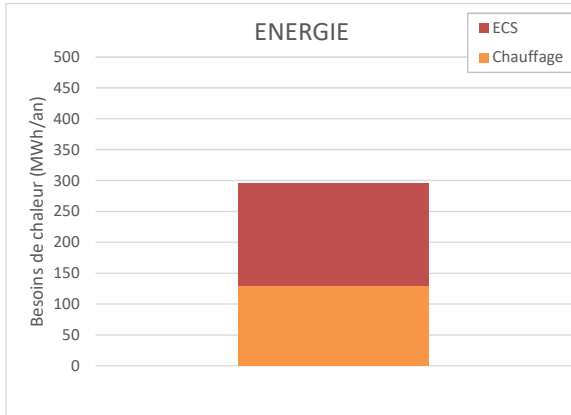
p.o Sandrine Veyrat

Genève, le 31.08.2022

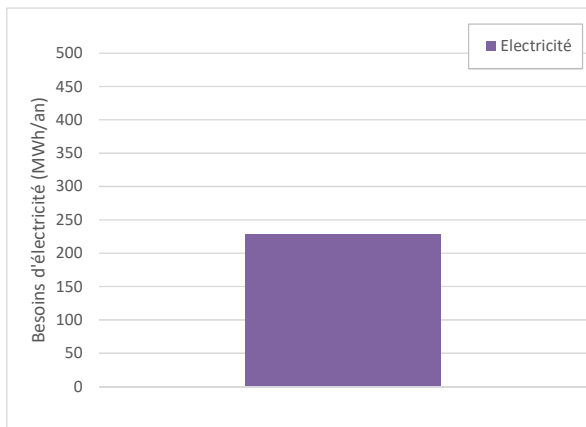
Pour préserver l'environnement, CSD imprime ses documents sur du papier 100 % recyclé (ISO 14001).

ANNEXE A BESOINS ÉNERGÉTIQUES DU BÂTIMENT A

Besoins de chaleur

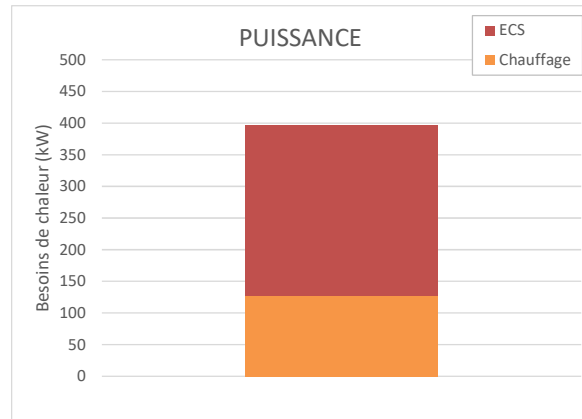
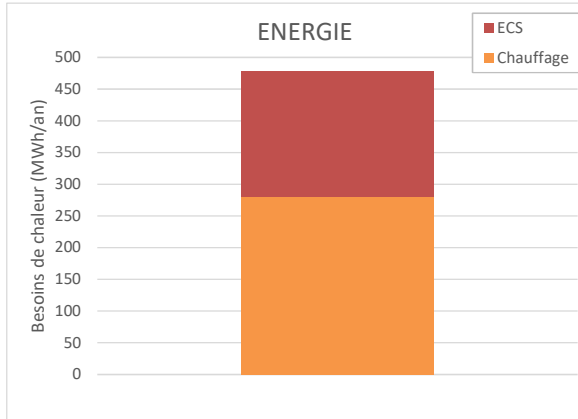


Besoins d'électricité

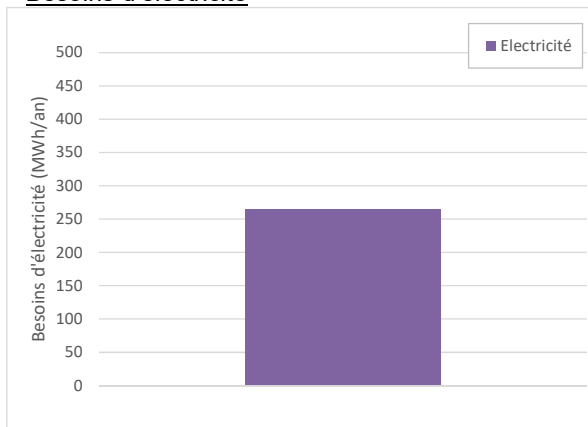


ANNEXE B BESOINS ÉNERGÉTIQUES DU BÂTIMENT B

Besoins de chaleur

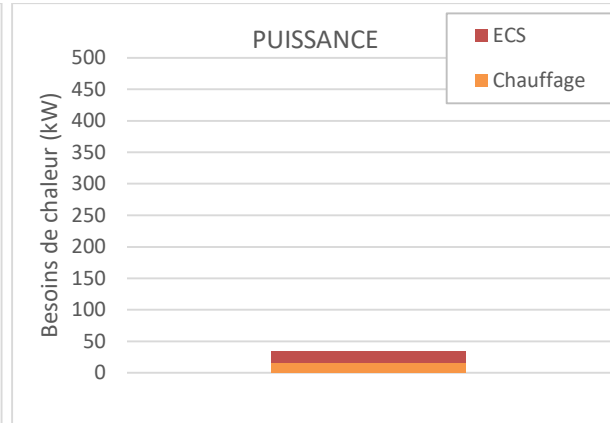
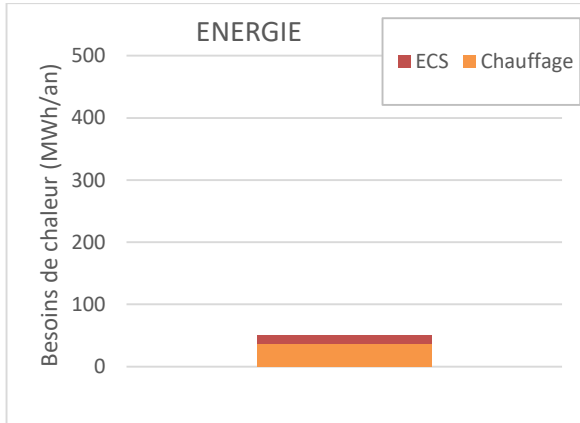


Besoins d'électricité

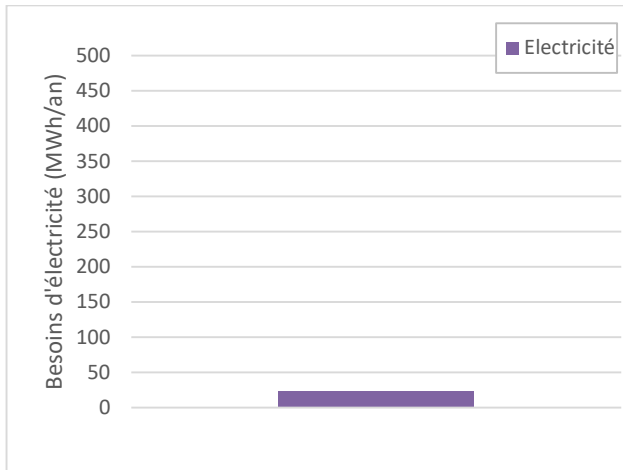


ANNEXE C BESOINS ÉNERGÉTIQUES DU BÂTIMENT C

Besoins de chaleur

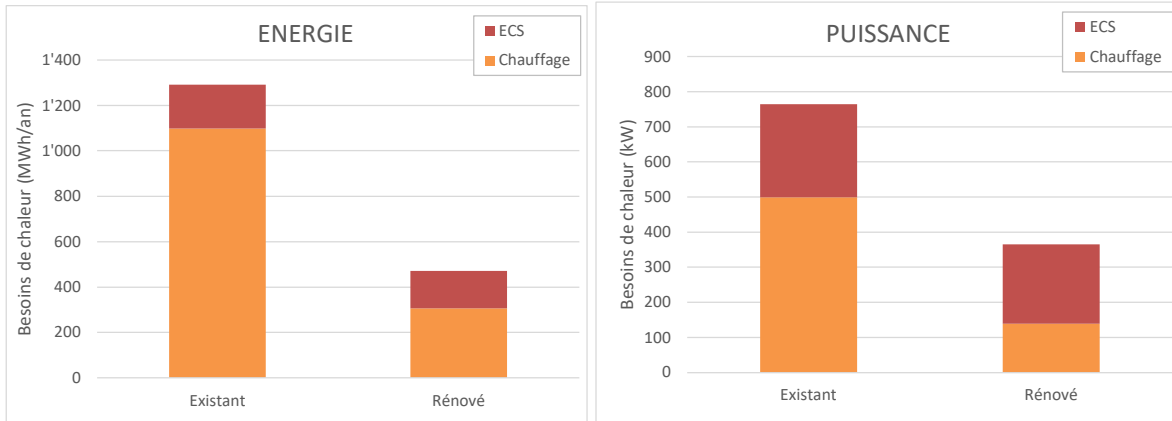


Besoins d'électricité



ANNEXE D BESOINS ÉNERGÉTIQUES DU BÂTIMENT D

Besoins de chaleur



Besoins d'électricité

