



WEINMANN
ENERGIES

CONSEIL ŒCUMENIQUE DES ÉGLISES

Le Grand-Saconnex, Genève



CONCEPT ENERGETIQUE TERRITORIAL

Personne de référence :
D. De Luca
021 886 18 61
ddl@weinmann-energies.ch

WE 23753
Octobre 2014
Version 3

CET 2015-05

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

21 AVR. 2015



WEINMANN-ENERGIES SA
INGÉNIEURS-CONSEILS EPFL-SIA-USIC
info@weinmann-energies.ch
weinmann-energies.ch

ECHALLENS
Route d'Yverdon 4 | CP 396
1040 Echallens
T. +41 21 886 20 20

GENÈVE
Chemin du Grand-Puits 38
1217 Meyrin
T. +41 22 341 47 16

NEUCHÂTEL
Rue des Beaux-Arts 17
2000 Neuchâtel
T. +41 32 710 12 10

TABLE DES MATIÈRES

1. CONTEXTE GENERAL.....	4
1.1 Objectifs	4
1.2 Localisation.....	4
1.3 Descriptif du projet.....	5
1.4 Contexte politique et institutionnel	6
1.5 Contexte territorial et développements.	6
1.5.1 Projets privés (parcelles).....	6
1.5.2 Infrastructure du réseau GLN.....	7
1.5.3 Concepts Energétiques Territoriaux	8
1.5.4 Plans directeurs et projet d'agglomération	9
1.6 Contexte environnemental.....	10
1.6.1 Qualité de l'air	10
1.6.2 Bruit.....	10
1.6.3 Fondation et pollution du sol.....	11
1.6.4 Hydrogéologie.....	12
2. ETAT DES LIEUX ENERGETIQUE.....	13
2.1 Besoins énergétiques actuels et évolution future.....	13
2.1.1 Affectations et répartition des surfaces	13
2.1.2 Besoins énergétiques actuels	14
2.1.3 Evolution des besoins futurs.....	16
2.1.4 Potentiels d'amélioration et réduction des besoins	19
2.2 Ressources énergétiques renouvelables locales et rejets thermiques.....	22
2.3 Production d'énergie existante	24
2.3.1 Chauffage et ECS	24
2.3.2 Climatisation	24
2.4 Infrastructures énergétiques	24
2.4.1 Réseau électrique	25
2.4.2 Réseau de gaz.....	25
2.4.3 Chauffage à distance	25
2.4.4 Réseaux hydrothermiques.....	26
2.4.5 Réseau d'assainissement des eaux	29
2.5 Acteurs.....	30
2.6 Synthèse de l'état des lieux énergétique et des solutions futures.....	32

3. ANALYSE DES STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES	34
3.1 Stratégies énergétiques.....	34
3.1.1 Variante 1 : gaz + solaire thermique + froid mécanique.....	34
3.1.2 Variante 2 : géothermie + solaire photovoltaïque	35
3.1.3 Variante 3 : Boucle Trèfle (extension GLN)	36
3.2 Synthèse des stratégies énergétiques.....	38
3.3 Mesures complémentaires et perspectives	39
3.4 Subventions.....	40
4. SYNTHÈSE GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS.....	42

1. CONTEXTE GENERAL

Ce premier chapitre vise à positionner le projet traité dans le contexte général dans lequel il s'inscrit et à définir les objectifs de ce rapport.

1.1 Objectifs

Ce Concept Energétique Territorial (CET) concerne le projet de rénovation et d'extension du Conseil Œcuménique des Eglises situé au Grand-Saconnex à Genève. Il accompagne le Plan Localisé de Quartier (PLQ) du projet « Green Village » du bureau LRS Architectes, retenu comme projet lauréat à l'issue du concours d'architecture mené fin 2013 par la société Implenia Development SA.

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Situer les bâtiments existants et futurs au niveau de la parcelle et du périmètre élargi du site, afin d'avoir une vision d'ensemble des opportunités offertes ou à venir ;
- Mettre en avant les interactions du périmètre avec l'environnement, les infrastructures et les acteurs concernés ;
- Fournir les orientations et stratégies de mise en œuvre permettant de favoriser le recours aux énergies renouvelables ;
- Définir les stratégies à favoriser à différents horizons temporels ainsi que leurs implications (principes de rationalité et d'efficacité).

1.2 Localisation

Le projet est localisé sur la parcelle 1270 de la commune du Grand-Saconnex, sise à l'angle de la Route de Ferney et de la Route des Morillons. Elle se situe dans le quartier des Organisations Internationales.

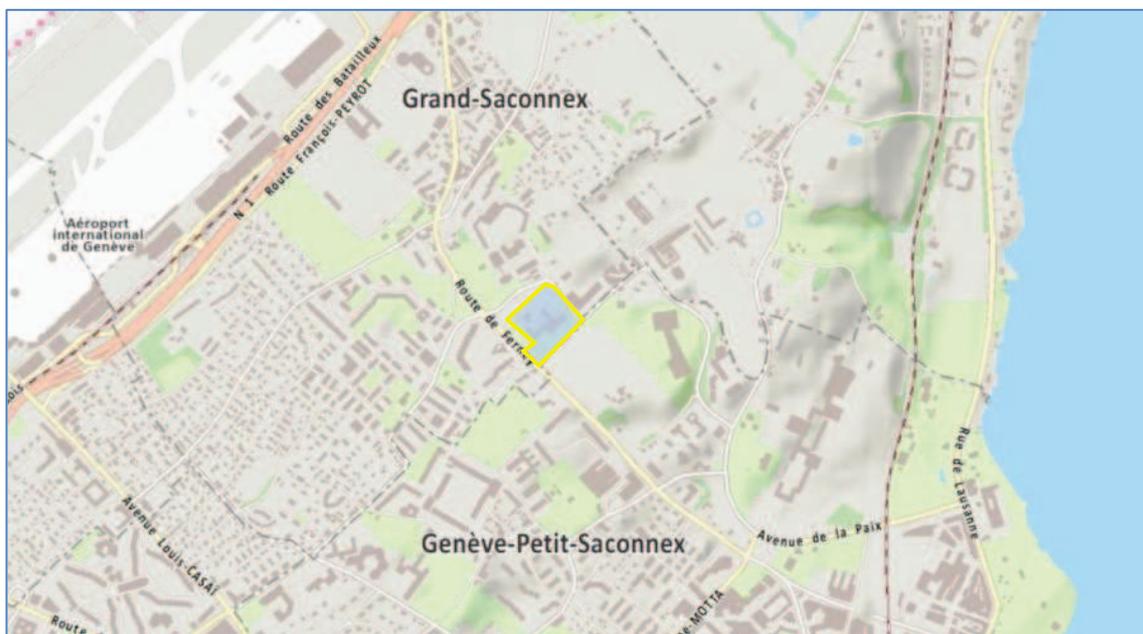


Figure 1 - Localisation de la parcelle 1°1270 (en jaune) (source: SITG)

Données générales sur la parcelle

Commune	Grand-Saconnex
Parcelle	1270
Surface	33'995 m ²
Propriété publique	Organisation internationale
Type de propriétaire	Privé
Propriétaire	Conseil Œcuménique des Eglises
Altitude	env. 455 m
Adresses	Route de Ferney 150 Route des Morillons 1, 3, 3A, 5, 7, 9



Cette parcelle est actuellement occupée par le siège du COE, qui est constitué de plusieurs bâtiments, pour une surface brute de plancher (SBP) d'environ 17'000 m² et une emprise au sol de 5'856 m².

La parcelle est bordée par la route des Morillons à l'est et au sud, la route de Ferney à l'ouest et le chemin du Pommier au nord. La parcelle voisine (n°1271), à l'ouest (représentée ci-dessous) accueillera le futur bâtiment du Fonds Mondial (« Trèfle »).



Figure 2 - Vue aérienne de la parcelle n°1270 (source: SITG)

1.3 Descriptif du projet

L'ensemble des bâtiments existants, d'une surface de référence énergétique (SRE)¹ de 17'526 m², a été construit dans les années 1960². Il est constitué de plusieurs corps de bâtiments, à savoir un bâtiment central avec quatre ailes et une bibliothèque. Selon une étude diligentée par le Service des Monuments et Sites, certains d'entre eux présentent un intérêt patrimonial.

Le projet prévoit la démolition des quatre ailes et de la bibliothèque et la construction de six nouveaux bâtiments. Le bâtiment central fera quant à lui l'objet de transformations intérieures importantes et de travaux d'étanchéité en particulier.

¹ Source : SITG (www.sitg.ch)

² Plus précisément, une première partie des constructions a vu la réalisation du centre et de 3 ailes en 1962-63. Une des ailes existantes a été rehaussée de deux niveaux en 1967 et une quatrième aile a été construite en 1986.

Les bâtiments projetés accueilleront principalement des surfaces de bureaux, de logements et un appart-hôtel. Les affectations actuelles et projetées sont les suivantes :

Affectations actuelles

- Chapelle
- Salle de conférences avec cabines de traduction
- Lobby (réception et hall d'expositions)
- Cafétéria
- Bâtiments administratifs (bureaux)
- Bibliothèque
- Archives

Affectations supplémentaires projetées

- Surfaces administratives supplémentaires (environ 30'800 m² de SBP)
- Appart-hôtel de 196 hébergements (environ 7'800 m² de SBP)
- Logements (environ 6'000 m² de SBP)
- Surfaces commerciales (éventuel)

Le cahier des charges du concours d'architecture mentionne que le Maître d'Ouvrage a souhaité conduire l'ensemble de la conception du projet selon les principes du développement durable, en visant des valeurs de référence au moins équivalentes au label Minergie. La préoccupation énergétique servira également de fil conducteur au développement global du projet.

Le choix du projet retenu a également été dicté par la volonté d'intégrer harmonieusement les nouveaux bâtiments dans l'environnement existant, tout en respectant les contraintes de préservation patrimoniale de certains bâtiments. La densification de la parcelle et la programmation de la réalisation ont également été pris en considération.

1.4 Contexte politique et institutionnel

De manière générale, le projet devrait s'inscrire dans le cadre des objectifs nationaux en termes d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de CO₂, avec la vision d'atteindre, à terme, les objectifs définis par la Société à 2'000 watts.

La parcelle concernée et, plus largement, le quartier des Organisations Internationales, ont été déclassés³ en zone de développement 3, destinée prioritairement aux organisations internationales, ce qui permet de contrôler l'urbanisation du secteur. Cette affectation soumet également le projet du COE à la réalisation d'un PLQ, conformément à la Loi générale sur les zones en développement (LGZD) et aux concepts élaborés dans le Plan Directeur.

Le présent CET est élaboré selon la « Directive relative au Concept énergétique territorial » de l'OCEN du 4 août 2010, qui est notamment régie par la Loi sur l'énergie (LEn) du Canton de Genève.

1.5 Contexte territorial et développements

Le secteur des Organisations Internationales (OI), dans lequel s'inscrit le COE, est voué à d'importants développements en termes d'aménagements, d'infrastructures et d'énergie dans les années à venir. Le COE se situe ainsi dans le périmètre de plusieurs projets, traités à des échelles différentes.

1.5.1 Projets privés (parcelles)

Les nombreux projets de rénovation et/ou de remise à neuf du parc bâti des autres OI, en cours ou envisagés, impliquent une densification de la zone par de nouvelles surfaces vouées notamment à l'administration et au logement.

³ Cette affectation autorise en outre la réalisation de surfaces administratives ou de logements.

Pour que le projet du COE s'intègre harmonieusement à ce quartier, il s'agit de tenir compte des projets d'envergure connus⁴ (Figure 4) :

Projet	SBP projetée	Horizon temporel
1 Projet de bâtiment administratif « Trèfle »	25'500 m ²	2017
2 Réserve pour l'extension et le développement des activités du BIT	40'000 m ²	?
3 Rénovation du Bureau International du Travail (BIT)	173'000 m ²	2016-2022
4 Rénovation et extension de l'OMS	72'000 m ²	2016-2022
5 Projet de bâtiment administratif, éventuellement de logement	24'000 m ² 10'000 m ²	2016-2023
6 Projet de bâtiment administratif, éventuellement d'hôtel	24'000 - 34'000 m ²	2016-2023
7 Réserve pour les Organisations Internationales	75'000 m ²	?
8 Projet de logement / éventuellement d'hôtel	21'000 - 30'000 m ²	2023
9 Projet de quatre missions diplomatiques aux « Grand-Morillons	9'000 m ²	?



Figure 3 - Localisation des projets de développement connus à proximité du périmètre du projet (source: PLQ Trèfle; traitement: auteur)

1.5.2 Infrastructure du réseau GLN

Le projet s'insère également dans une zone vouée à un développement d'importance en termes de réseaux énergétiques, puisqu'il se situe dans le périmètre d'approvisionnement d'une extension prévue du réseau hydrothermique Genève-Lac-Nations, nommée « Boucle Trèfle ». Actuellement, le réseau GLN alimente en chaud et en froid la partie sud du quartier des Organisations Internationales, jusqu'à la hauteur du BIT (cf. chapitre 2.4.4).

⁴ Source : PLQ Trèfle (n° 29857), BG Ingénieurs

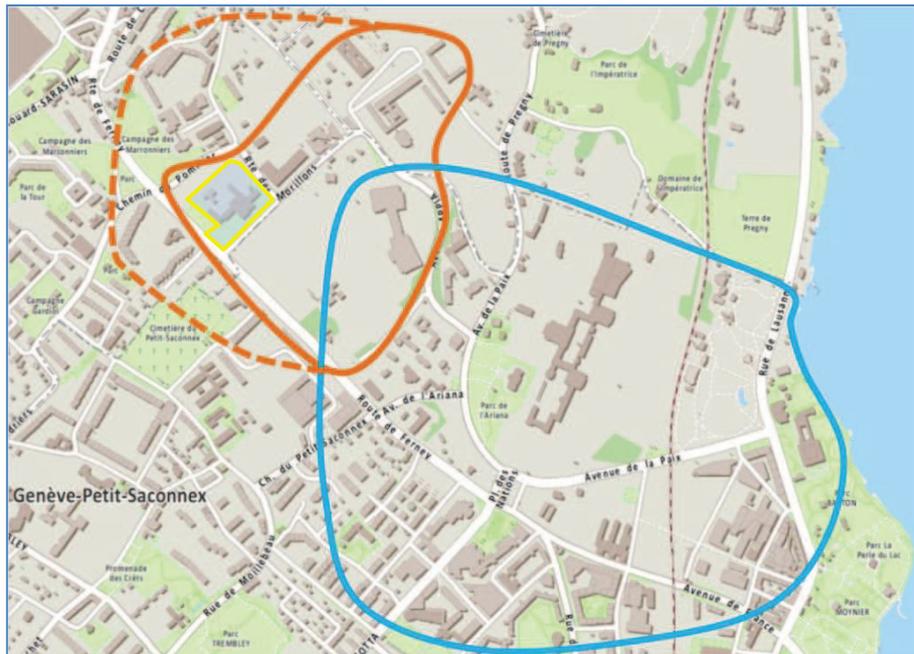


Figure 4 - Plan de situation des réseaux GLN (en bleu) et de la Boucle Trèfle : périmètre potentiel (en pointillé orange) et périmètre retenu (en orange). En jaune, le COE.

1.5.3 Concepts Energétiques Territoriaux

Deux Concepts Energétiques Territoriaux, traités à des échelles distinctes, influencent directement le projet du COE :

CET 2011-33 *CET 2011-33 pour PLQ 29857 « Trèfle »*, BG Ingénieurs Conseils
du 27 juillet 2011

CET 2013-05 *Etude de planification énergétique territoriale sur la partie suisse du PSD*, GP
Grand-Saconnex, Amstein+Walthert
du 13 juillet 2012

Le premier a été réalisé au niveau de la parcelle destinée à accueillir le futur bâtiment du Fonds Mondial, situé sur la parcelle adjacente à celle du Centre Œcuménique, alors que le second concerne le périmètre plus étendu des zones en mutation de « Suzette-Carantec » et de « Pré-du-Stand ».

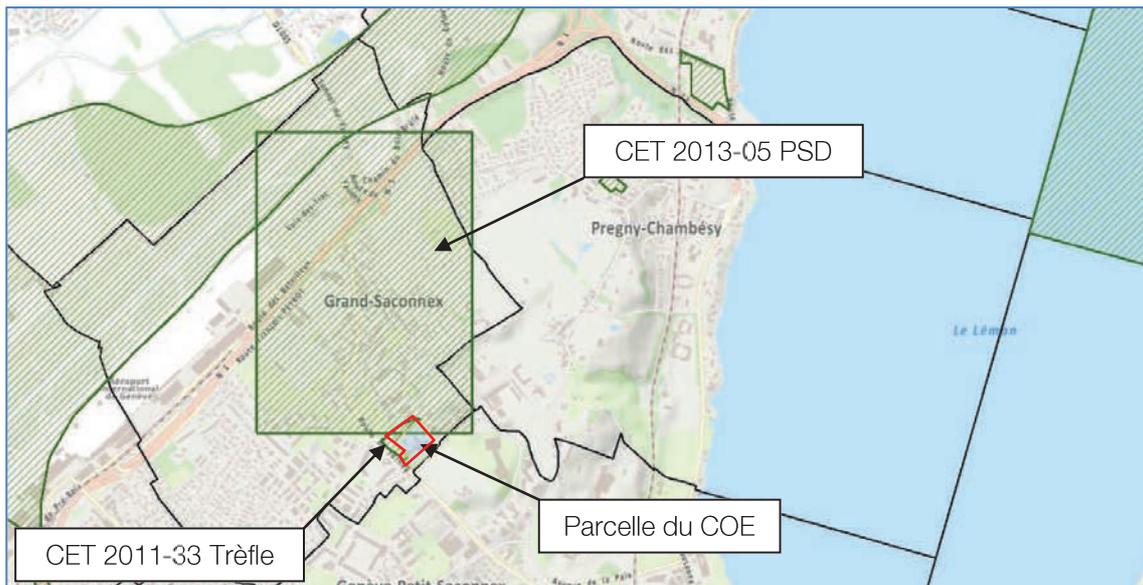


Figure 5 - Localisation des Concepts Energétiques Territoriaux en lien avec le périmètre d'étude (source: SITG) En rouge, le COE.

1.5.4 Plans directeurs et projet d'agglomération

Les objectifs régionaux, cantonaux, communaux, ainsi que les Plans directeurs en cours devront être pris en compte dans le développement du site du COE.

Agglomération

Le périmètre du projet COE est compris dans celui du Grand Genève, à savoir le projet d'agglomération franco-valdo-genevois (communes du Pays de Gex et PACA Genève/Saint-Genis/Gex).

Canton

Les objectifs de développement de la commune sont décrits dans le Plan Directeur Cantonal (PDC) de Genève et font l'objet du Grand Projet Grand-Saconnex (n° P09) qui en découle.

Commune

En 2008, la commune du Grand-Saconnex a obtenu le label « Cité de l'Energie » et a mis en œuvre des mesures visant à améliorer son efficacité énergétique et à diminuer son impact sur l'environnement (gestion intégrée des déchets, modernisation de l'éclairage public, installation de panneaux solaires photovoltaïques, promotion de la mobilité douce, etc.). En 2009, elle s'est également dotée d'un Agenda21.

Quartier

La parcelle du COE se trouve dans la zone d'influence du Plan directeur de quartier (PDQ) « Jardin des Naticns » adopté en 2005. Celui-ci prévoit de faciliter le développement et l'extension des OI, de mettre en valeur un important réseau d'espaces verts accessible à la population, ainsi que d'améliorer l'accessibilité du site par les différents modes de transports (aménagement de la future Route des Nations et prolongement du Tram 13 notamment). Le projet devra donc se faire dans la continuité notamment des Cours des Nobel et de la Promenade de la Paix prévus dans le PDQ précité, comme cela est clairement mentionné dans le cahier des charges du concours d'architecture ayant abouti à ce projet.

1.6 Contexte environnemental

1.6.1 Qualité de l'air

En 2013, les immissions de dioxyde d'azote (NO_2) moyennes sur la parcelle sont comprises entre 28 et 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Elles se situent juste au-dessous de la valeur limite annuelle de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fixée par l'OPair. A noter que les immissions sur la période 2006-2013, comprises entre 26 et 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sont légèrement inférieures à la valeur de 2013.

Etant donné que les émissions générées par les activités et les déplacements à proximité ou à destination de l'aéroport de Cointrin sont conséquentes, le périmètre de la commune du Grand-Saconnex est qualifié de « zone à immissions excessives » (ZIE). Cela implique des conditions particulières quant à la possibilité de recourir au bois pour le chauffage des bâtiments : la mise en place, le renouvellement ou la transformation d'une installation productrice de chaleur alimentée au bois ou aux dérivés de bois d'une puissance supérieure à 350 kW n'est en effet pas autorisée sur la commune du Grand-Saconnex.

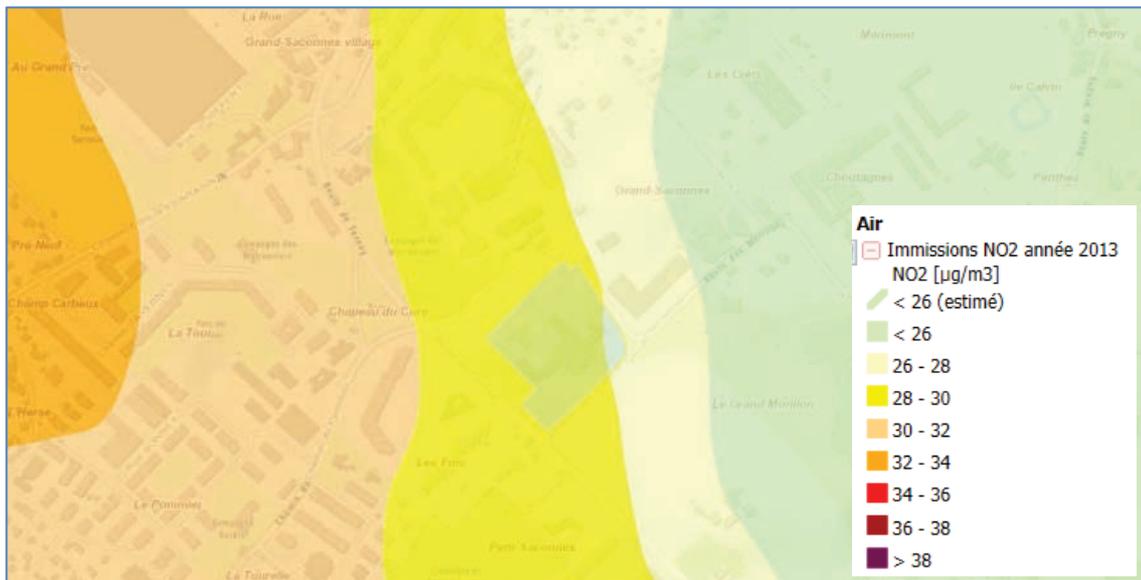


Figure 6 - Moyenne des immissions de dioxyde d'azote (NO_2) en 2013 (source: SITG)

1.6.2 Bruit

Conformément aux normes en vigueur⁵, le degré de sensibilité au bruit de la parcelle du COE est de niveau 3 (DS OPB III) : cela correspond au degré attribué aux zones où sont admises des entreprises moyennement gênantes, notamment dans les zones d'habitation et artisanales (zones mixtes) ainsi que dans les zones agricoles (OPB, art. 43, al. 1c).

⁵ Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) du 15 décembre 1986 (état le 28 décembre 2012).



Figure 7 - Degré de sensibilité au bruit selon OPB (hachuré en rouge: DS III) (source: SITG)

1.6.3 Fondation et pollution du sol

En ce qui concerne la qualité du sol de fondation, la parcelle est principalement sise sur une couche de classe E. Son extrémité sud est située sur un sol de classe B.

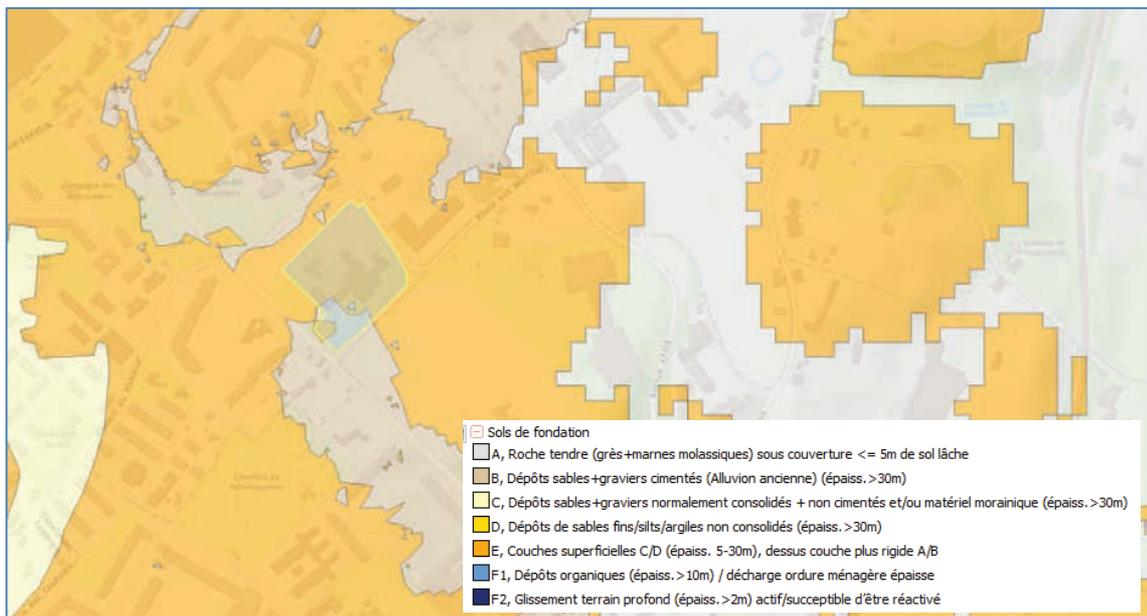


Figure 8 - Carte des sols de fondation (source: SITG)

Classe Description

- A Roche tendre sous une couverture maximale de 5 m de sol lâche.
- B Dépôts de sables et graviers cimentés (épaisseur > 30 m).
- C Dépôts de graviers et sables normalement consolidés et non cimentés et/ou matériel morainique (épaisseur > 30 m).
- D Dépôts de sables fins, silts ou argiles non consolidés (épaisseur > 30 m).
- E Couches superficielles des classes C ou D (épaisseur = 5 à 30 m), surmontant une couche plus rigide des classes A ou B.

Les données disponibles sur la base SITG n'indiquent pas la présence de pollution du sol sur et à proximité immédiate de la parcelle.

1.6.4 Hydrogéologie

La parcelle se situe, pour deux tiers de sa surface, sur une nappe d'eau à caractère temporaire ; il ne s'agit donc pas de vraies nappes d'eau souterraines caractérisées. La loi cantonale sur les eaux les caractérise comme des « *nappes d'eau souterraine de faible capacité [...] permettant une exploitation d'un débit moyen inférieur à 300 litres/minute et dont le bassin est limité à une aire inférieure à un kilomètre carré* » (L'Eaux-GE, art. 4, al. 5).



Figure 9 - Carte des nappes d'eau souterraine (source: SITG) En jaune, la parcelle du COE.

Les éléments décrits dans ce chapitre mettent en évidence la nécessité d'intégrer le projet du COE en tenant compte des projets planifiés du périmètre élargi et en concertation avec les acteurs impliqués. Cela permettra de proposer des solutions rationnelles et optimales en tirant parti des caractéristiques et contraintes du périmètre.

2. ETAT DES LIEUX ENERGETIQUE

Ce chapitre vise à faire l'état des lieux actuel de la zone d'influence du projet d'extension du Centre Œcuménique du point de vue énergétique, en particulier sur les aspects suivants :

- Les besoins énergétiques actuels et futurs
- Le potentiel d'utilisation de ressources énergétiques renouvelables
- Les infrastructures et réseaux énergétiques existants et projetés
- Les acteurs impliqués

L'analyse des stratégies énergétiques décrites et les implications pratiques font l'objet du chapitre suivant.

2.1 Besoins énergétiques actuels et évolution future

2.1.1 Affectations et répartition des surfaces

Les activités propres au Centre Œcuménique entrent dans des types d'affectation mixtes⁶ (cf. chapitre 1.3). Dans le projet mis au concours, il est prévu que ces activités soient regroupées dans le bâtiment central (A) et son aile ouest (B). Par souci de simplification à ce stade du projet, les affectations vouées aux activités du COE de l'état existant et de l'état futur sont considérées ici dans la catégorie « Administration », qui correspond à l'utilisation principale des locaux.

Les bâtiments annexes C, D et E seront consacrés à des surfaces de bureaux, à vendre ou à louer (catégorie « Administration »). Le bâtiment F (logements) et le bâtiment G (appart-hôtel) entrent tous deux dans la catégorie « Habitat collectif ».

Le tableau suivant synthétise les surfaces brutes de plancher (SBP) par affectation prévues dans le projet :

Bât.	Affectation	SBP (m ²)	Catégorie
A	Centre œcuménique	4'245	Administration
B	Centre œcuménique	7'935	
C	Bureaux à louer	12'640	
D	Bureaux à vendre	9'040	
E	Bureaux à vendre	13'990	
F	Logements + locaux annexes	6'010	Habitat collectif
G	Appart-hôtel	7'840	

La répartition des surfaces par affectation est donnée dans le tableau suivant. L'augmentation de la surface entre l'état du site existant et futur est de l'ordre d'un facteur 3.6.

	COE existant	COE projet
Administration	17'000 m ²	47'850 m ²
Logements	-	13'850 m ²
Total SBP	17'000 m²	61'700 m²

⁶ Il s'agit des catégories d'ouvrage « Administration », « Lieux de rassemblement » et « Restauration ».

Le plan suivant (rez supérieur) met en évidence les 7 corps de bâtiments projetés et leur nomenclature.

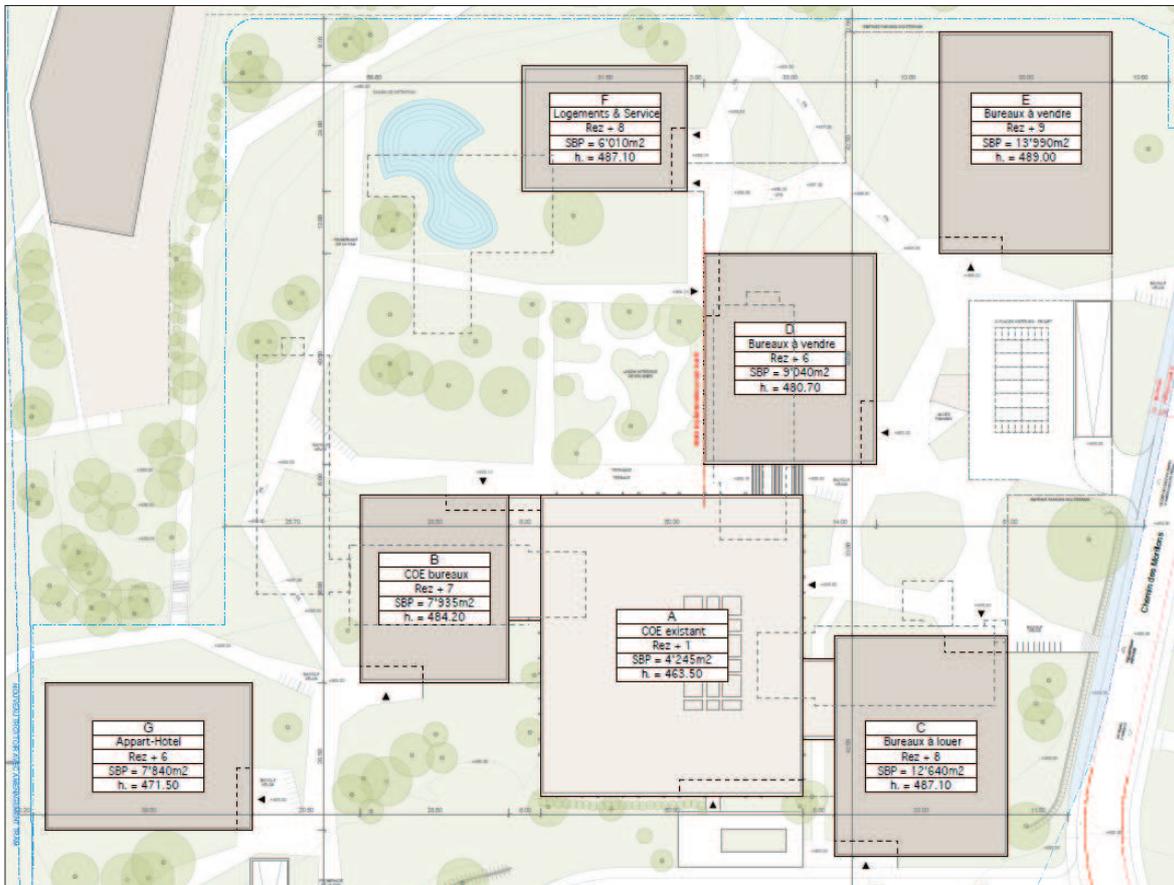


Figure 10 - Plan masse des bâtiments A à G projetés (source : LRS architectes)

2.1.2 Besoins énergétiques actuels

Les bâtiments qui composent actuellement le COE ont ces besoins en chaud (chauffage et eau chaude sanitaire), en froid et en électricité. Les consommations moyennes des bâtiments existants sont reportées dans le tableau ci-dessous. Elles sont ensuite commentées et développées en page suivante.

COE existant	SBP [m ²]	Chaud			Froid [MWh]	Electricité [MWh]
		Total [MWh]	Part chauffage	Part ECS		
Administration	17'000	1'659	1'527*	133*	265*	839

* Estimation

Besoins actuels en chaud

La consommation totale de chaleur indiquée dans le tableau correspond à la moyenne des consommations de gaz et de mazout⁷ pour la période 2010-2013 pour tous les bâtiments de la parcelle. La part dévouée à l'ECS est estimée à 8%.⁸

L'indice de dépense de chaleur (IDC) moyen se situe autour de 350 MJ/m². Il indique que la dépense énergétique des bâtiments est globalement élevée. Toutefois, les valeurs restent bien inférieures à celles rendant un assainissement thermique obligatoire.

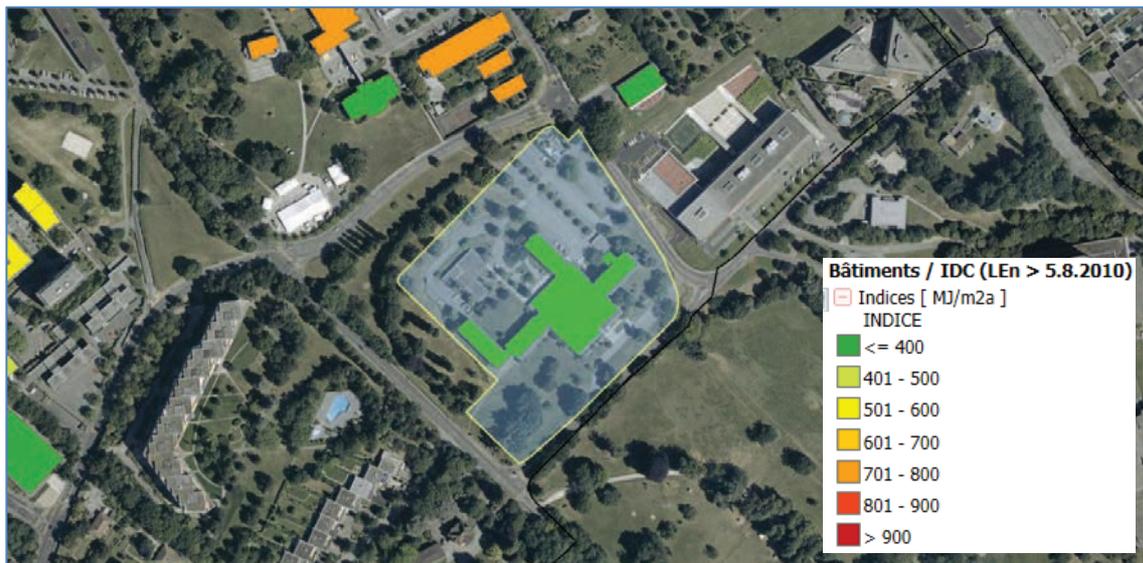


Figure 11 - Indice de dépense de chaleur du COE (source: SITG)

Besoins actuels en froid

Actuellement, les consommations de froid du COE correspondent à des besoins de process et de confort. Aucune donnée n'étant disponible, les consommations ont été estimées sur la base des puissances installées, de l'affectation des locaux concernés, ainsi que des durées d'utilisation équivalentes de la puissance nominale (DUP) usuelles (1'000 h/an pour le confort, 8'760 h/an pour le process). Pour validation, ces consommations sont confrontées avec les normes SIA relatives.

Les surfaces climatisées comprennent un datacenter (10 kW), des bureaux (env. 2800 m²), des salles de conférence (2'600 m²), ainsi qu'une chapelle (env. 400 m²). Les demandes d'énergie froid sont les suivantes :

- *Process* : 88 MWh_{froid}/an
- *Confort* : 177 MWh_{froid}/an

La consommation actuelle est estimée à environ 265 MWh_{froid}/an.

Notons que les conditions de confort estival ne sont pas satisfaisantes, en particulier dans les bureaux orientés sud et ouest, ainsi que dans le bâtiment principal (grande salle de conférence et chapelle). Le système de distribution est vétuste et le système de régulation inadapté (p. ex. impossibilité de rafraîchir simultanément la grande salle et la chapelle).

⁷ La consommation de mazout reste faible sur le total. Elle n'est par ailleurs recensée que pour l'année 2012.

⁸ Pourcentage basé sur le recoupement de différentes méthodes.

Besoins actuels en électricité

Les besoins en électricité correspondent à l'électricité totale consommée sur site pour la période 2010-2013. Plusieurs gros travaux de rénovation et de mise en conformité des installations électriques ont été entrepris à partir de 2006, comme le changement des luminaires et l'installation d'une gestion automatisée des commandes d'éclairage. Ces mesures ont permis de réduire la consommation électrique d'environ 40% entre 2009 et 2012.⁹

2.1.3 Evolution des besoins futurs

Le projet prévoit la destruction des ailes du bâtiment central et de la bibliothèque, qui seront remplacés par de nouveaux bâtiments, et la conservation du corps central actuel, qui correspond au bâtiment A du projet. La nécessité de conservation du volume central dans son intégralité fait suite aux conclusions de l'étude patrimoniale réalisée sur mandat du Service des monuments et des sites¹⁰. Le rapport préconise notamment de conserver les enveloppes extérieures, précisant qu'une éventuelle amélioration thermique peut se faire par l'adaptation de nouveaux verres isolants et en reprenant l'isolation de la toiture. La valeur de la chapelle justifie quant à elle son inscription à l'inventaire.

Besoins futurs en chaud (chauffage et ECS)

Les conclusions du rapport mettent en évidence que les interventions envisageables sur l'enveloppe du bâtiment restent très limitées. A noter que les vitrages simples des grandes baies de la cafétéria ont été remplacés par des vitrages doubles isolants.

Les besoins futurs de l'ensemble des bâtiments de la parcelle n'ayant pas encore fait l'objet d'une étude à ce stade du projet, ceux-ci sont estimés ici sur la base d'hypothèses. Au vu de ce qui précède, nous considérons que l'enveloppe thermique du bâtiment central conservé (bâtiment A) ne fait l'objet d'aucune rénovation thermique. Les besoins en chaleur pour le chauffage de ce bâtiment sont estimés¹¹ à 90 kWh/m².

Les nouveaux bâtiments devront quant à eux respecter au minimum les standards de haute performance énergétique (HPE)¹² pour répondre aux exigences de la législation genevoise. Cela correspond à un bâtiment au bénéfice du label Minergie® ou répondant aux critères HPE cumulatifs suivants :

- a) Les besoins en chauffage sont inférieurs ou égaux à 80% des besoins admissibles de chaleur pour le chauffage définis par la norme SIA 380/1 ;
- b) La part d'énergie non renouvelable pour couvrir les besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire est inférieure ou égale à 60% des besoins admissibles de chaleur définis par la norme SIA 380/1 ;
- c) Les valeurs cibles relatives à la demande globale en énergie définies par la norme SIA 380/4 sont respectées pour la ventilation/climatisation et l'éclairage.¹³

Ils devront par ailleurs être équipés de capteurs solaires thermiques pour couvrir au minimum 30% des besoins de chaleur admissibles pour l'eau chaude sanitaire si les bâtiments sont alimentés par une énergie non renouvelable.

⁹ BG Ingénieurs, *Conseil Œcuménique des Eglises. Expertise sommaire des bâtiments*. 27 août 2012, p. 15.

¹⁰ Service des monuments et des sites de Genève, Graf F., Marino G., *Centre Œcuménique des Eglises. Etude patrimoniale*. EPFL : 2013.

¹¹ Estimation au pro rata de la consommation de l'ensemble des bâtiments existants. Voir aussi note de bas de page 17.

¹² Loi sur l'énergie (LEn), art. 15, al. 1.

¹³ Règlement d'application de la loi sur l'énergie (REn), art. 12B.

Si des objectifs supérieurs d'efficacité énergétique sont visés par le MO, les nouveaux bâtiments pourront être conçus de manière à respecter les exigences du standard de très haute performance énergétique (THPE), ou label équivalent Minergie-P®. Les exigences THPE sont les suivantes :

- a) Les besoins de chauffage sont inférieurs ou égaux à 60% des besoins admissibles de chaleur définis par la norme SIA 380/1 ;
- b) La part d'énergie non renouvelable pour couvrir les besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire est inférieure ou égale à 50% des besoins admissibles de chaleur définis par la norme SIA 380/1 ;
- c) Les valeurs cibles de la norme SIA 380/4 sont respectées pour la ventilation/climatisation et l'éclairage.¹⁴

Les valeurs limites considérées pour l'estimation des besoins de chaleur futurs sont calculées sur la base des valeurs théoriques indiquées dans la norme SIA 380/1 (éd. 2009). Elles sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Exigences	Base	Haute performance énergétique		Très haute performance énergétique	
	SIA 380/1 ¹⁵	HPE	Minergie	THPE	Minergie-P
Enveloppe $Q_{h, \leq}$	100% $Q_{h, li}$	80% $Q_{h, li}$	90% $Q_{h, li}$	60% $Q_{h, li}$	60% $Q_{h, li}$
Valeur limite (kWh/m²)					
Admin	41.7	33.4	37.5	25.0	25.0
Logements	38.8	31.0	34.9	23.3	23.3

Sur cette base, les besoins en chaleur pour le chauffage estimés sont les suivants :

COE projet en kWh	Base	Haute performance énergétique		Très haute performance énergétique	
	SIA 380/1	HPE	Minergie	THPE	Minergie-P
Admin (existant)	382'050	382'050	382'050	382'050	382'050
Admin (neuf)	1'818'330	1'454'660	1'636'500	1'091'000	1'091'000
Logements (neuf)	537'380	429'900	483'640	322'430	322'430
Total	2'737'760	2'266'610	2'502'190	1'795'480	1'795'480
	44.4 kWh/m ²	36.7 kWh/m ²	40.6 kWh/m ²	29.1 kWh/m ²	29.1 kWh/m ²

¹⁴ REEn, art. 12C.

¹⁵ La valeur limite de 100% des besoins en chaleur correspond à la valeur pour des bâtiments chauffés aux énergies renouvelables. Selon la législation genevoise en matière d'énergie, les bâtiments neufs doivent être plus performants que cette valeur. Elle est toutefois indiquée ici à titre de comparaison et pour servir de base pour les calculs.

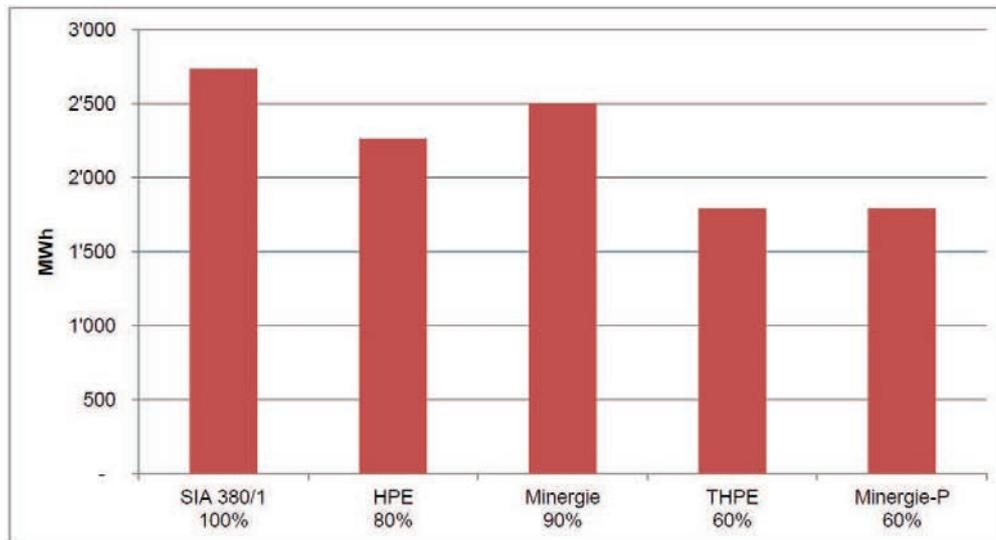


Figure 12 - Estimation des besoins en chaleur en fonction du standard énergétique

Pour ce qui est des besoins en ECS, ceux-ci devront correspondre aux valeurs requises par la norme SIA 380/1, à savoir 25 MJ/m² pour l'administration et de 75 MJ/m² pour les logements. Ces besoins seront équivalents quel que soit le standard énergétique du bâtiment.

Admin (existant)	33'150 kWh	
Admin (neuf)	302'810 kWh	
Logements	288'540 kWh	
Total	624'500 kWh	≈ 10 kWh/m ²

La part nécessaire d'énergie solaire à prévoir dépendra de l'agent énergétique retenu et du standard visé. Si le chauffage est assuré par une énergie renouvelable, la pose de capteurs solaires pour la production d'ECS ne sera pas forcément nécessaire.

Au final, la part d'énergie renouvelable admissible pour les besoins en chaleur (chauffage et ECS) doit être supérieure ou égale à 40% pour le standard HPE et à 50% pour le THPE.

Besoins futurs en froid

Selon les directives cantonales, la climatisation de confort est soumise à autorisation : toutes les mesures constructives (p.ex. protections solaires) doivent être prises en amont de l'installation d'un système de production mécanique. Dans ce dernier cas, une preuve du besoin doit être délivrée à l'autorité compétente.

Le projet prévoit la construction de 6'010 m² d'habitat collectif, de 7'840 m² de surface hôtelière (appart-hôtel), ainsi que 47'850 m² de surfaces administratives (y compris existant) :

- Habitat collectif : l'autorité n'accorde généralement pas d'autorisation de climatisation. Dans le cadre de cette étude, nous considérons que ces logements ne seront pas climatisés.
- Appart-hôtel et surfaces administratives : climatisation soumise à autorisation. Dans le cadre de cette étude, nous considérons que ces surfaces seront climatisées selon les pratiques actuellement en vigueur dans le secteur hôtelier.

Les consommations futures d'énergie froid sont estimées sur la base des surfaces planifiées, de leur affectation, d'une demande de 30 W/m² de SRE et d'une DUP moyenne de 1'000 h/an.

La consommation projetée est estimée à environ 1'656 MWh_{froid}/an.

Besoins futurs en électricité

Les besoins en électricité devront correspondre aux valeurs requises par la norme SIA 380/1, à savoir 80 MJ/m² pour l'administration et 100 MJ/m² pour les logements. On considère que ces besoins seront en principe équivalents quel que soit le standard énergétique du bâtiment.¹⁶

<i>Admin (existant)</i>	209'470 kWh	
<i>Admin (neuf)</i>	969'000 kWh	
<i>Logements</i>	384'720 kWh	
Total	1'563'190 kWh	≈ 25 kWh/m²

2.1.4 Potentiels d'amélioration et réduction des besoins

La qualité thermique du corps central *existant* conservé (bâtiment A) ne répond plus aux standards actuels et sa consommation d'énergie pour le chauffage est relativement élevée. Sa nécessité de préservation ne permettra pas de réaliser des économies substantielles dans ce domaine. Si la surface du bâtiment A correspond à moins de 7% de la SBP totale des bâtiments projetés, la part nécessaire pour assurer ses besoins en chaleur est estimée à environ 15% sur l'ensemble de la consommation du site futur, pour des bâtiments qui répondraient aux exigences HPE ou Minergie.¹⁷ Cette proportion prendra davantage d'importance si les autres bâtiments sont construits selon un standard plus performant. Il conviendra ainsi d'étudier quelles solutions d'assainissement de l'enveloppe sont effectivement réalisables pour diminuer les besoins en chaleur de ce bâtiment, tout en respectant sa valeur patrimoniale. Des améliorations pourront également se porter sur l'amélioration de son efficacité électrique.

Les parties *neuves* devront quant à elles répondre au minimum aux exigences des standards HPE ou Minergie, ou on pourra viser les standards accrus THPE ou Minergie-P. En fonction des sensibilités environnementales et écologiques du MO, il serait également intéressant d'envisager des labellisations de type Minergie-Eco, Minergie-P-Eco, ou encore Minergie-A.

Sur la base des consommations des bâtiments existants du COE et des valeurs admises dans des conditions standard d'utilisation, on estime les besoins énergétiques pour l'ensemble du COE projeté pour la production de chaleur (chauffage, eau chaude sanitaire et climatisation) et l'électricité. Ces besoins sont représentés dans les graphiques ci-dessous.

¹⁶ Selon le standard choisi, des exigences peuvent toutefois s'appliquer sur la performance des appareils électriques.

¹⁷ Ces chiffres doivent toutefois être relativisés dans la mesure où la consommation du bâtiment A est estimée au pro rata de la consommation totale de l'ensemble de bâtiments existants et que son profil de demande en chauffage n'est pas connu.

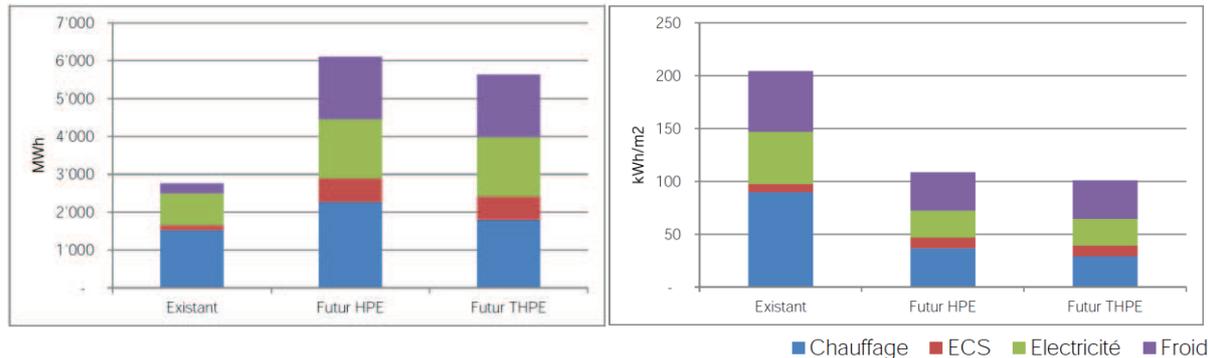


Figure 13 - Représentation des besoins énergétiques existants et estimés en valeurs absolues (à gauche) et relatives (à droite)

Les graphiques mettent en évidence qu'avec la réalisation du projet d'extension du COE, les consommations totales effectives d'énergie vont doubler. Toutefois, l'efficacité énergétique calculée pour l'ensemble des bâtiments va être améliorée d'un facteur deux.

Si les besoins en chaleur pour le chauffage sont sujets à des variations importantes en fonction du standard choisi, les consommations d'ECS, de froid et d'électricité ne le sont pas dans la même mesure. Les graphiques ci-dessus représentent l'évolution des besoins de manière simplifiée, en indiquant une part égale des consommations d'électricité et de froid en fonction du standard choisi pour les nouveaux bâtiments. Toutefois, les mesures mises en œuvre, constructives et techniques notamment, pourront permettre de diminuer ces consommations. L'amélioration de l'efficacité énergétique globale des bâtiments se fera en outre par la part d'apport en énergie solaire thermique et/ou photovoltaïque installée pour contribuer à la production d'énergie.

On recommande dans tous les cas de planifier dès le début la réalisation de mesures passives visant à réduire les besoins en chaleur, en froid et en électricité. Dans tous les cas, et en particulier si un label de type « -P » ou « -Eco » est visé, il sera nécessaire de mener les réflexions dès les premières phases de discussions quant aux orientations et aux stratégies à suivre.

Pour les besoins en électricité, on veillera à équiper les nouveaux bâtiments d'appareils à efficacité énergétique élevée et à remplacer dans la mesure du possible les appareils existants. Les installations techniques (production et distribution) seront équipées d'auxiliaires à faible consommation électrique, notamment les pompes de distribution hydrauliques et aérauliques. Ces installations seront régulées de manière à ce que la distribution d'énergie s'effectue lorsque les besoins sont effectifs (sondes de présence, débit variables, programmation des heures pleines/creuses, etc.).

Les standards plus élevés (p. ex. Minergie-P ou -A) exigent l'installation d'appareils performants (éclairage, électroménagers et informatique). Des efforts supplémentaires peuvent être aisément envisagés sur la partie d'éclairage, notamment par l'installation de technologies très performantes (p. ex. ampoules LED), mais aussi et surtout une gestion intelligente de la fourniture des prestations effectivement nécessaires (essentiellement l'éclairage et la climatisation) : optimisation de l'éclairage naturel, installation de sondes de présence, système de gestion centralisé (surfaces administratives et hôtelières).

Un suivi des consommations durant les premières années de fonctionnement permettrait également une maîtrise de la demande électrique. Cela nécessite un système de gestion centralisé, un archivage de paramètres nécessaires, une analyse de ces données, mais

surtout un retour d'expérience à partager avec l'exploitant et/ou les utilisateurs. Ce type de suivi a montré des résultats très prometteurs sur certains grands bâtiments du quartier, tant en termes de maîtrise de demande thermique qu'électrique.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales recommandations constructives et stratégiques pour orienter le projet.

<i>Mesures / Recommandations</i>	
<i>Utilisation rationnelle de l'énergie</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enveloppe thermique de qualité, viser un label (p. ex. Minergie, -P, -P-Eco, ou encore -A) ▪ Optimisation des ponts thermiques ▪ Favoriser les mesures architecturales passives (isolation thermique et phonique, orientations, taux de surfaces vitrées optimisé, capacité thermique, forme compacte, etc.) ▪ Optimisation de l'éclairage naturel, luminosité pour réduction des besoins de chauffage ▪ Protection solaire estivale efficace pour réduction des besoins de froid ▪ Production de chaleur centralisée, selon solution retenue ▪ Examiner les possibilités de subventionnement cantonal et/ou fédéral ▪ Suivi des consommations d'énergie annuelles et sensibilisation des occupants, optimisation après mise en service (2-3 ans)
<i>Développement des énergies renouvelables</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Privilégier le recours aux énergies renouvelables (raccordement au réseau de chaleur GLN ou PAC) ▪ Privilégier une fourniture en éco-électricité ▪ Panneaux solaires thermiques et/ou photovoltaïques, examiner l'opportunité de préchauffage solaire de l'ECS ▪ Collaboration avec les acteurs décisifs (OCEN, SIG, commune, promoteurs, propriétaires des parcelles voisines, etc.)
<i>Ecologie et développement durable</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Choix des matériaux écologiques et locaux, considération de l'énergie grise, santé des occupants (viser p. ex. l'obtention du label « Minergie-Eco » ou « Minergie-A ») ▪ Vitrages phoniques ▪ Valorisation et élimination des déchets ▪ Récupération des eaux de pluie ▪ Sensibilisation des entreprises de travaux mandatées
<i>Technologies et infrastructure</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ventilation double-flux avec récupération de chaleur à haut rendement ▪ Distribution de chaleur basse température ▪ Eclairage et appareils à basse consommation d'énergie, détecteurs de présence ▪ Récupération de chaleur sur les installations de froid ▪ Optimisation énergétique des infrastructures existantes conservées ▪ Système de régulation centralisé avec stockage des données, gestion centralisée des équipements techniques

2.2 Ressources énergétiques renouvelables locales et rejets thermiques

Ce point fait état du potentiel d'utilisation des énergies renouvelables pour la production de chaleur et de froid. Le tableau ci-dessous inventorie les solutions potentielles et indique la pertinence de leur mise en œuvre. Chaque source énergétique fait l'objet d'une appréciation qualitative pour des critères d'ordre environnemental, économique et temporel. Les couleurs indiquent une appréciation globale de la solution proposée en tenant compte de la faisabilité. Les solutions en relation avec des infrastructures particulières sont détaillées au chapitre 2.4.

Source énergétique	Potentialités, remarques	Coût d'investissement	Impact environnemental	Charges incluses	Compatibilité temporelle
Bois	Restrictions spéciales pour zones à immissions excessives : la mise en place de chaudières à bois d'une puissance supérieure à 350 kW n'est pas autorisée sur la commune du Grand-Saconnex (cf. chap. 1.6.1).	++	-	++	++
Géothermie basse enthalpie, sondes verticales	PAC réversible basse température envisageable pour production de chaud et de froid des bâtiments neufs. Demande soumise à autorisation.	--	+	+	++
Géothermie haute enthalpie, sondes verticales	Potentiel en cours d'identification (SIG). Pas d'installation de production planifiée à moyen terme.	--	++	++	-
Eaux de surface, valorisation des nappes	Installations d'une PAC eau-eau peu conseillée, car à cheval sur une nappe d'eau superficielle à caractère temporaire, avec débit incertain (cf. chap. 1.6.4).	-	-	-	+
Air ambiant	Contraintes de performance du système, rendement des PAC air-eau moins performant que d'autres systèmes (p. ex. PAC géothermique). Contraintes acoustiques. Solution envisageable, en fonction de la performance des bâtiments et de la disponibilité ou non d'une solution centralisée plus performante.	+	+	-	++
Solaire thermique et photovoltaïque	Pas de contraintes particulières La législation genevoise impose une couverture des besoins ECS de 30%. Panneaux obligatoires pour rénovation de toitures. Des dispositions constructives et techniques devront être prises à cet effet. Mélange de thermique et photovoltaïque envisageable.	++	++	++	++
Eolien	Potentiel faible dans la région et en zone urbaine.	-	-	-	--
Incinération des ordures ménagères	Conduite CAD à proximité de la parcelle. Approvisionnement du COE dépendant des possibilités d'extension du réseau, à l'horizon encore indéterminé.	-	+	+	--
Récupération des eaux usées	Collecteur peu important disponible chemin du Pommier (débit à vérifier). Utilisation ponctuelle envisageable. Contraintes sur la température de rejet et accord de l'exploitant nécessaire.	--	+	+	-
Rejets thermiques	Pas de ressources pertinentes identifiées localement ou à proximité. Possibilité éventuelle de récupération des rejets des datacenters du bâtiment UER voisin, sujet à discussions. Selon le scénario retenu, les rejets thermiques internes liés à la production de froid pourraient être valorisés.	-	++	+	-
Eau du lac	Projet d'extension du réseau GLN (Boucle Trèfle) à l'étude. En cas de réalisation effective, solution envisageable à horizon 2017 pour la production de chaud et de froid.	++	++	++	+

<i>Légende faisabilité de la solution</i>		<i>Appréciation</i>	
	Solution conseillée et réalisable, à étudier de manière détaillée (planification)	++	Très conseillée
	Solution pertinente et réalisable, à étudier	+	Conseillée
	Solution peu conseillée ou difficilement réalisable	-	Peu conseillée
	Solution non pertinente ou non réalisable	--	Pas conseillée

La carte ci-dessous représente l'irradiation solaire¹⁸ annuelle sur les toitures du COE actuel, c'est-à-dire le potentiel solaire de la zone concernée. La parcelle du COE est globalement bien dégagée, avec une situation « favorable » à « très favorable » pour l'implantation de panneaux solaires. Une situation « favorable » correspond à une irradiation solaire annuelle comprise entre 1'000 et 1'145 kWh/m². Une situation « très favorable » présente quant à elle un potentiel supérieur à 1'145 kWh/m².



Figure 14 - Irradiation solaire moyenne sur les toitures du COE existant (source: SITG)

Le projet prévoit des bâtiments de plusieurs étages avec toiture plate également, ce qui rend aisée la pose d'une installation solaire selon l'orientation optimale. Il faudra néanmoins veiller au plafond aérien (+490 m), notamment pour les bâtiments E et F, dont les toitures en sont très proches. Par ailleurs, l'intégration des panneaux solaires devra se faire avec beaucoup de soin, car ils seront visibles depuis les autres bâtiments.



Figure 15 - Vue des élévations sud du futur COE (source: LRS Architectes)

¹⁸ L'irradiation solaire correspond à l'énergie solaire incidente sur une surface, telle qu'une toiture, durant une période donnée. Elle est exprimée en kWh/m², c'est-à-dire en quantité d'énergie solaire par m² de toiture (source : http://ge.ch/geoportail/metadataaws/Publish/Documents/RAPPORT_CADASTRE_SOLAIRE.pdf)

2.3 Production d'énergie existante

2.3.1 Chauffage et ECS

La production de chaleur des bâtiments existants du Centre Œcuménique est actuellement assurée par deux chaudières de 895 kW équipées d'un brûleur bicom bustible à gaz et à mazout répondant aux caractéristiques ci-dessous. Selon les informations reçues par l'exploitant, seule une chaudière est nécessaire. La puissance installée est donc le double de la puissance demandée. Elle se fait prioritairement au gaz, mais peut basculer au mazout sur demande des SIG lorsque la demande en gaz sur le réseau est élevée. La part que représente la consommation de mazout est toutefois faible et les consommations de ce combustible ne sont pas systématiques d'année en année. La distribution de chaleur se fait par radiateurs et chauffage à air chaud.

Combustible	Gaz, avec appoint mazout
Type d'installation	Chauffage - eau chaude
Puissance	895 kW
Année chaudière	2005
Année brûleur	2005
Distribution	Convecteur haute température (radiateurs) et via la ventilation

2.3.2 Climatisation

La production de froid des bâtiments existants du Centre Œcuménique est actuellement assurée par une installation centralisée ainsi que par plusieurs groupes décentralisés :

- *Production centralisé* : un groupe frigorifique de marque York type YCWM B 280 (fluide frigorigène R407c) de 280 kW_{th} assure la production d'eau glacée pour l'alimentation des monoblocs qui rafraîchissent le bâtiment principal (Grande salle de conférence et Secrétariat Général) et la Chapelle. La puissance du système de distribution est de 108 kW_{th}.
- *Productions décentralisées* : les locaux informatiques, l'agence de voyage, ainsi que les petites salles de conférence de l'aile « Lac » sont approvisionnés via des productions locales. Les puissances frigorifiques sont respectivement de 10.8 kW_{th}, 9kW_{th} et 9kW_{th}.

2.4 Infrastructures énergétiques

Les bâtiments des parcelles et quartiers alentours sont également essentiellement chauffés au gaz et au mazout. Pour la climatisation, les bâtiments voisins assurent leur propre production via des groupes frigorifiques traditionnels, exception faite du BIT, pour lequel les besoins de froid sont pourvus par le réseau GLN.

Dans le cadre de la réalisation du projet d'extension du COE, la mise en place d'une production et d'une distribution de chaleur (chaud et froid) rationalisées sera à rechercher afin d'optimiser les performances du site et d'utiliser les ressources de façon rationnelle.

Les points suivants énumèrent les infrastructures liées à la transformation, au transport et au stockage de l'énergie. Hormis le réseau d'assainissement des eaux, les réseaux présentés ci-dessous sont exploités par le SIG.

2.4.1 Réseau électrique

Le réseau électrique est déjà présent et dense dans ce quartier. Rien n'est à signaler de ce point de vue.

2.4.2 Réseau de gaz

La conduite de gaz qui alimente le bâtiment actuel passe à proximité de la parcelle par la route des Morillons au nord-est. Son trajet est représenté sur la carte ci-dessous (en rouge). En noir sont représentés les projets d'assainissement et de renforcement à l'horizon 2019.

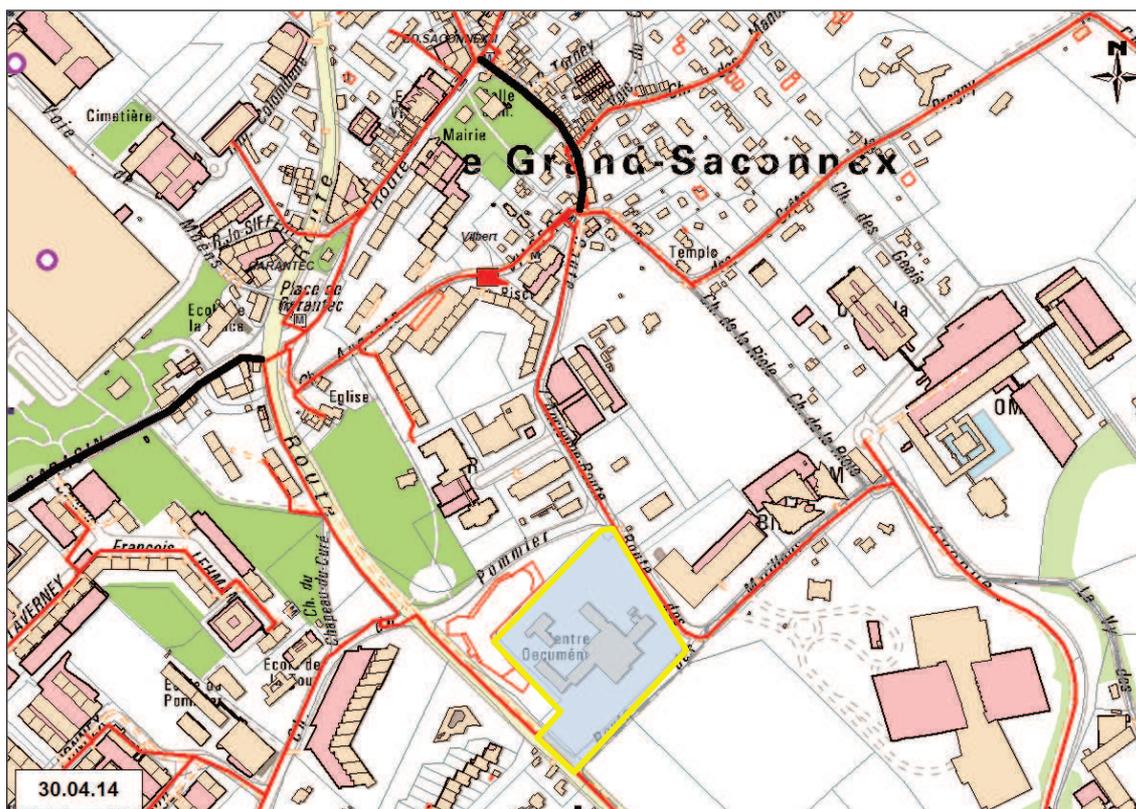


Figure 16 - Réseau de distribution de gaz existant (en rouge) et en projet (en noir) à l'horizon 2019 (source: SIG)

2.4.3 Chauffage à distance

La carte ci-dessous montre le tracé (en vert) de la conduite du réseau de chauffage à distance (CAD) dont les travaux aboutiront mi-2014. Il s'agit de l'extension du CAD Lignon, récemment relié au réseau CADIOM et alimenté en chaleur par la combustion des ordures ménagères (UOM des Cheneviers) et par le gaz.

Le projet d'extension du CAD est représenté en orange. Cette solution, partiellement renouvelable, est intéressante pour couvrir les besoins en chauffage et en ECS. Toutefois, au vu de la distance à la conduite la plus proche, elle est actuellement difficilement réalisable. En effet, sa faisabilité dépendra des possibilités d'extension futures du réseau ainsi que la réalisation ou non de l'extension du réseau GLN (Boucle Trèfle), qui devrait se développer à proximité immédiate.



Figure 17 - Carte schématique du réseau CAD existant (en vert) et projeté (en orange)
(source: SIG, traitement: auteur)

2.4.4 Réseaux hydrothermiques

Genève-Lac-Nations (GLN)

Le réseau GLN consiste en un réseau d'adduction d'eau lacustre profonde dont le but est de servir de ressource énergétique (rejet ou extraction de chaleur) à tout bâtiment connecté. Sa capacité de production frigorifique est d'environ $16 \text{ MW}_{\text{th}}$ ($\Delta T = 5^\circ\text{C}$), celle de chauffage d'environ 3 MW_{th} ($\Delta T = 3^\circ\text{C}$).

L'eau lacustre est pompée à 37 m de profondeur, puis amenée via une conduite lacustre jusqu'à la station de pompage d'une capacité de $2'700 \text{ m}^3/\text{h}_{\text{nom}}$. Elle est ensuite distribuée jusqu'à la sous-station de chaque bâtiment connecté, où des échangeurs de chaleur et/ou des pompes à chaleur transfèrent l'énergie du réseau primaire au réseau secondaire. La chaleur des bâtiments, transférée aux eaux du réseau primaire, est finalement rejetée dans le lac.

Ce réseau alimente actuellement près d'une vingtaine de bâtiments du quartier des Organisations Internationales. La totalité de sa capacité de production de froid est contractuellement utilisée ou réservée. En revanche, le réseau offre encore une certaine capacité de production de chaud.

Le réseau GLN existant est représenté sur la Figure 18 ci-dessous.



Figure 18 - Réseau GLN existant (en vert) (source: SIG)

Boucle Trèfle (extension-GLN)

Dans sa configuration actuelle, le réseau GLN n'a plus la capacité d'absorber de nouveaux preneurs de froid. Pour l'approvisionnement des bâtiments actuellement connectés, les SIG ont constaté que les débits octroyés aux clients étaient, pour la plupart, très, voire trop importants. La valorisation énergétique de la puissance (débit) pourrait donc être grandement améliorée.

Pour répondre à ces demandes, SIG mène actuellement un projet de redimensionnement « à la baisse » des concessions froid. Cette action d'optimisation énergétique du réseau GLN permettra de libérer de la capacité pour ces nouveaux preneurs, en tirant parti de l'existence des groupes frigorifiques localisés dans les bâtiments des clients existants. Cette action est basée autour du principe consistant au basculement d'une production monovalente (100 % en direct via le lac) vers une production bivalente (ruban via le lac et pointe via les groupes frigorifiques).

Selon les projections en cours sur les clients existants, un débit exploitable de l'ordre de 800 m³/h pourrait être récupéré et réaffecté à l'approvisionnement de ces nouveaux preneurs via une extension du réseau GLN, nommée « Boucle Trèfle ».

En réalité, cette Boucle Trèfle est composée de deux boucles hydrauliques fermées qui sont installées en parallèle :

- *Boucle froide* : il s'agit d'une boucle pour l'approvisionnement en froid à haute température (11°C / 16°C) qui sera alimentée par le réseau GLN via des échangeurs de chaleur. Le ruban froid sera délivré en direct, la pointe via une pompe à chaleur réversible centralisée (PAC_{rév}).
- *Boucle chaude* : il s'agit d'une boucle pour l'approvisionnement en chaud à moyenne température (70°C / 50°C) qui sera alimentée par le réseau GLN (source froide). Le ruban chaud sera assuré via la PAC_{rév}, la pointe via une production fossile, soit via les chaudières à gaz du BIT, soit via le CAD-SIG qui arrive actuellement au chemin du Pommier.

Cette extension rendrait possible le raccordement du futur Centre Cœcuménique au réseau GLN et serait idéale du point de vue environnemental (énergie renouvelable, sans émissions de CO₂), de rationalisation des infrastructures (réseau de quartier) et d'efficacité (production de chaud et de froid).

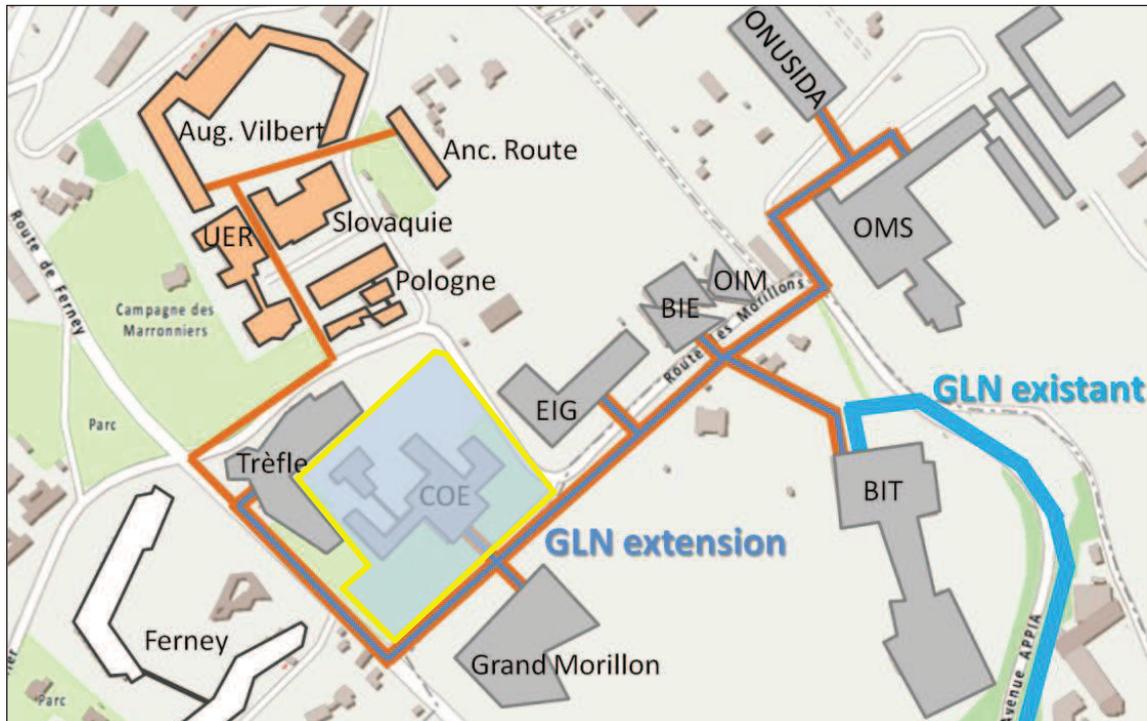


Figure 19 - Projet d'extension du réseau GLN (Boucle Trèfle): boucle pour le chaud (en orange) et pour le froid (en bleu)

GeniLac

SIG projette la construction d'un réseau hydrothermique similaire au réseau GLN existant. Dénommé GeniLac® (GLA et GLU), il approvisionnera en chaud et froid les bâtiments qui y seront connectés. Ce réseau se décompose en deux branches principales dont les tracés d'intention (très approximatifs) sont illustrés sur la Figure 20 ci-dessous. La première branche devrait approvisionner le centre-ville d'ici 2016. La seconde branche devrait se construire ultérieurement et approvisionnera la zone aéroportuaire. De manière à délester sa partie sud actuelle, le réseau GLN devrait être bouclé dans la zone de l'OMS avec cette seconde branche.

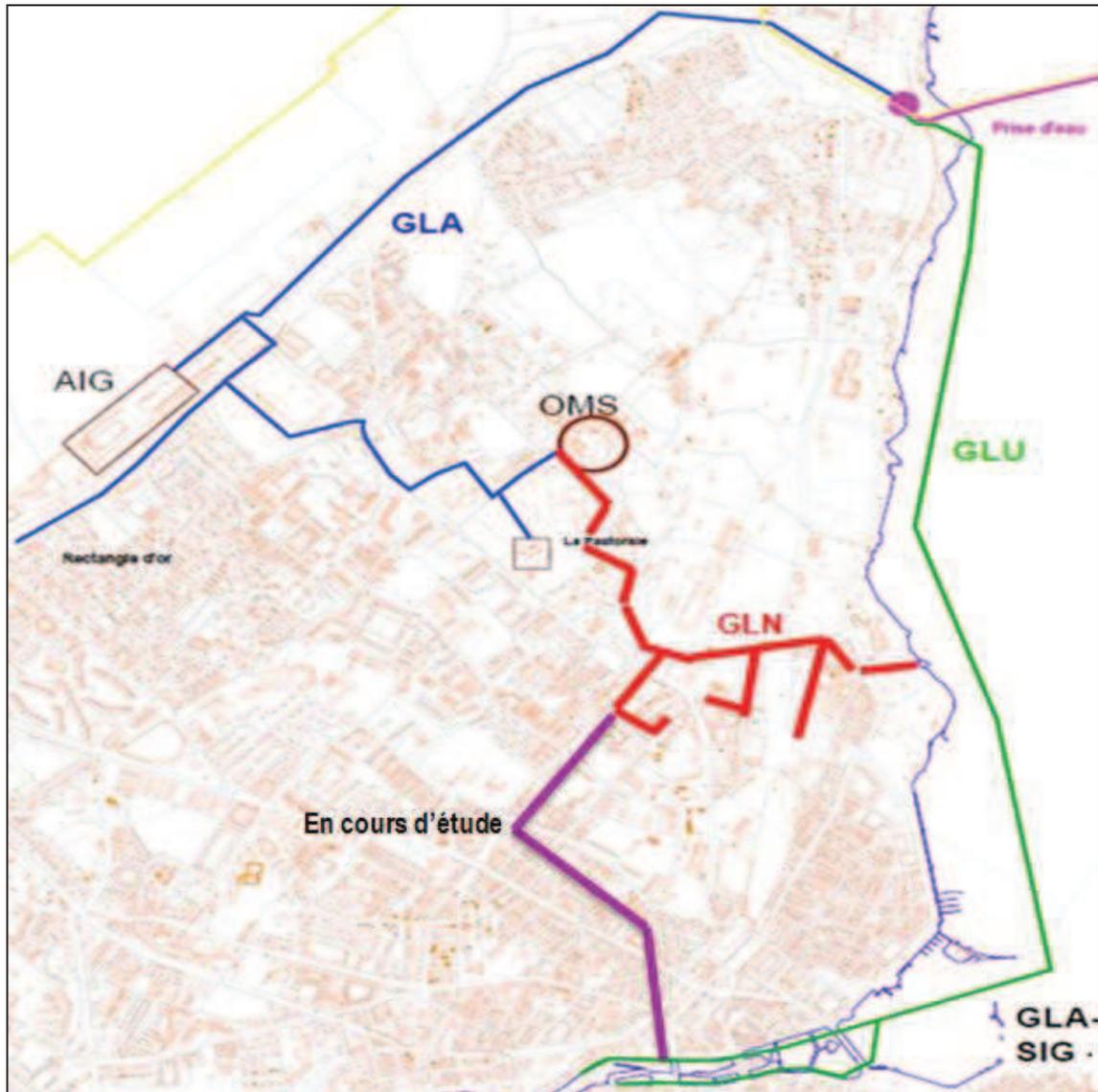


Figure 20 - Tracé d'intention approximatif du réseau GeniLac® (en bleu, vert et violet).
En rouge, le réseau GLN existant (source: SIG, septembre 2012)

2.4.5 Réseau d'assainissement des eaux

Un réseau primaire de collecteurs d'eau est également disponible à proximité de la parcelle au chemin du Pommier. Il s'agit toutefois d'un collecteur peu important. Une utilisation ponctuelle serait envisageable après vérification du débit, mais cette solution impliquerait des contraintes importantes sur la température de rejet et nécessiterait l'accord de l'exploitant.



Figure 21 - Réseau primaire (collecteurs) (source: SITG)

2.5 Acteurs

Le projet d'extension du COE a fait l'objet d'un concours d'architecture en juin 2013, lancé par la société Implenla Development, désignée comme représentante du Maître d'Ouvrage.

Durant la procédure de concours, le projet retenu a déjà été présenté à différents groupes de travail composés d'experts venant d'horizons différents, pour être analysé en particulier du point de vue de sa conformité au cahier des charges, des attentes du maître d'ouvrage et des critères légaux, économiques et environnementaux. Le jury, qui a sélectionné le projet, était composé de représentants du COE, d'Implenla, des autorités communales et cantonales, de la Fondation des Immeubles pour les Organisations Internationales (FIPOI) et d'architectes.

Par ailleurs, les principaux acteurs intéressés ont déjà été mis autour de la table depuis la phase de concours. Dans la suite de la mise en œuvre, on veillera à poursuivre l'intégration des différents partis aux discussions et à concerter les acteurs concernés, dans le but de respecter les intérêts de chacun et de favoriser les synergies afin d'œuvrer en faveur des meilleures stratégies énergétiques.

Les principaux acteurs clés, leur rôle, les enjeux et les contraintes sont identifiés dans le tableau suivant :

<i>Conseil Œcuménique des Eglises (COE)</i>	<i>Maître de l'ouvrage</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propriétaire de la parcelle n°1270 ▪ Futur usager d'une partie des bâtiments 	
<i>Implemia Development SA</i>	<i>Représentant du MO</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Développeur, constructeur et commercialisateur ▪ Intervient dans les phases d'expertise des bâtiments existants jusqu'à la construction 	
<i>Implemia Suisse SA, division Buildings</i>	<i>Entreprise totale</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construction de l'ensemble des futurs bâtiments ▪ Evaluation du projet sous leurs aspects économiques et environnementaux 	
<i>LRS architectes</i>	<i>Bureau d'architecture</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Définition de la future image du quartier ▪ Conception d'une partie des bâtiments neufs et rénovés 	
<i>Etat de Genève (OCEN, DALE, etc.)</i>	<i>Autorités cantonales</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Définition des orientations en matière de solutions énergétiques à considérer dans la réalisation du projet ▪ Validation du Concept énergétique 	
<i>Commune du Grand-Saconnex</i>	<i>Autorités communales</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Associée au concours d'architecture ▪ Commune Cité de l'Energie engagée dans l'élaboration d'un plan directeur communal des énergies 	
<i>Service des Monuments et site Genève</i>	<i>Services cantonaux</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recommandations sur la valeur patrimoniale des bâtiments existants 	
<i>Services Industriels de Genève (SIG)</i>	<i>Exploitants de réseaux énergétiques</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entreprise de droit public en charge de la fourniture de gaz, électricité, chaleur et eau potable, traitement des déchets et eaux usées ▪ Maître d'ouvrage et exploitant des différents réseaux (gaz, CAD, GLN) et potentiel contracteur en cas de raccordement 	
<i>Propriétaires des autres OI du périmètre</i>	<i>Privés</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potentielles synergies et coopérations avec d'autres projets à réaliser sur les parcelles à proximité, optimisations et rationalisation envisageables. ▪ Mise en commun des intérêts pour développement d'une stratégie énergétique pour le raccordement au réseau GLN 	
<i>Mobilidée</i>	<i>Bureau d'étude Mobilité</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bureau chargé de l'étude d'impact du volet « mobilité » liée au projet dans le cadre de l'élaboration du PLQ 	
<i>Ecotec Environnement SA</i>	<i>Bureau d'étude Environnement</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bureau chargé de l'étude d'impact du volet « environnement » lié au projet dans le cadre de l'élaboration du PLQ 	
<i>Weinmann-Energies SA</i>	<i>Bureau d'étude Energie</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bureau chargé de l'étude d'impact du volet « énergie » lié au projet dans le cadre de l'élaboration du PLQ ▪ Etude de faisabilité et estimation des coûts pour un raccordement à la boucle Trèfle 	
<i>Groupe de travail du concours</i>	<i>Représentants divers et experts</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluation des dossiers du concours sous un angle réglementaire, respectivement politique ▪ Examen de la conformité des projets avec les lois, règlements et plans directeurs en vigueur 	

2.6 Synthèse de l'état des lieux énergétique et des solutions futures

L'actuel et le futur complexe du COE présentent des besoins en chaleur (chauffage et ECS), en froid et en électricité. Etant donné l'état d'avancement actuel du projet, les besoins futurs n'ont pu être estimés que sur la base de valeurs théoriques.

Si la surface totale des bâtiments qui composeront la parcelle sera multipliée d'un facteur 3.6 dans le cadre du projet, le projet final, avec une partie de nouveaux bâtiments répondant à des exigences accrues, permettra au final d'améliorer l'efficacité énergétique globale du COE.

Le concept énergétique de l'ensemble des bâtiments projetés devra être élaboré avec soin, de manière à diminuer autant que possible les besoins en énergie le plus en amont possible, notamment en accordant un soin particulier à la mise en place de mesures passives. La couverture des besoins restants devra être pensée de manière à rationaliser les installations ainsi que les flux d'énergie (mutualisation de besoins de chaud et de froid), de manière à satisfaire l'objectif d'efficacité énergétique au niveau du site, mais également en tenant compte des opportunités en relation avec les bâtiments voisins.

Sur la base de l'état des lieux effectué ci-dessus (besoins d'énergie et modes de production potentiels) et des probabilités de faisabilité à un horizon temporel proche, seules trois stratégies d'approvisionnement ont été retenues et seront détaillées au chapitre suivant (*Analyse des stratégies énergétiques*) :

- Stratégie 1 : chaudière thermique à gaz + solaire thermique + production de froid mécanique.
- Stratégie 2 : pompe à chaleur avec sondes géothermiques + solaire photovoltaïque.
- Stratégie 3 : raccordement à la Boucle Trèfle (extension GLN).

La stratégie d'approvisionnement via le CAD n'est pas retenue. En effet, le CAD n'est actuellement disponible que jusque dans la partie ouest du quartier. Il n'est donc pas suffisamment proche de la parcelle du COE pour envisager l'extension du réseau pour le seul raccordement du COE : l'extension de ce réseau à l'est de la route de Ferney n'est actuellement pas un développement prioritaire de SIG. Dans ces conditions, le COE ne pourrait pas être approvisionné via le CAD d'ici 2018-2019.

De plus, en termes de taux d'énergie renouvelable, ce réseau n'apparaît pas comme la meilleure solution. L'estimation du taux de renouvelable est actuellement en cours à SIG. Etant donné que l'agent énergétique principal utilisé est le gaz, la part de cet agent fossile ne permettra pas d'assurer un taux principalement renouvelable (p. ex. minimum 50 % pour Minergie).

A ce stade, la solution de raccordement au réseau de chauffage à distance n'est pas retenue.

Rappelons que le projet hydrothermique GeniLac[®], actuellement en cours d'étude à SIG, prévoit le bouclage du réseau GLN (via la branche aéroportuaire du GeniLac) sur la partie haute du quartier des Organisations Internationales située à l'est de la route de Ferney. A long terme, c'est donc ce type d'infrastructure énergétique, avec une part de renouvelable très élevée, qui est priorisée pour l'approvisionnement thermique de ce quartier densément administratif.

A ce stade, la solution de raccordement au réseau GeniLac[®] n'est pas retenue, car son implémentation ne serait effective qu'après la réalisation de la Boucle Trèfle (extension GLN) et

ne représente qu'une phase ultérieure de développement des réseaux hydrothermiques sur ce périmètre.

Une stratégie d'approvisionnement basée sur une chaudière à bois n'est pas non plus retenue, essentiellement pour deux raisons : d'une part, la mise en place de chaudière à bois d'une puissance supérieure à 350 kW n'est pas autorisée sur la commune du Grand-Saconnex (restrictions spéciales pour zones à immissions excessives) ; d'autre part, la ressource en bois-énergie n'est plus disponible au niveau local et nécessiterait un acheminement sur une longue distance. Ces deux arguments environnementaux sont clairement en défaveur de ce type de stratégie.

3. ANALYSE DES STRATEGIES ENERGETIQUES

Suite aux conclusions qui découlent de l'état des lieux énergétique effectué au chapitre précédent, nous n'analysons ici que les trois scénarios qui apparaissent les plus pertinents :

- Stratégie 1 : gaz + solaire thermique + froid mécanique
- Stratégie 2 : géothermie + solaire photovoltaïque
- Stratégie 3 : raccordement à la Boucle Trèfle (extension GLN)

Ces stratégies énergétiques sont présentées en tenant compte des différents aspects qui entrent en considération. Notons encore que ces trois scénarios sont similaires à ceux issus des conclusions du rapport du concept énergétique du PLQ Trèfle situé sur la parcelle adjacente¹⁹.

3.1 Stratégies énergétiques

3.1.1 Variante 1 : gaz + solaire thermique + froid mécanique

Il s'agit du scénario de référence. La solution de chauffage au gaz (chaudière à gaz) est la seule qui permette de réutiliser une partie des infrastructures déjà existantes sur site.

Ce scénario consiste à réutiliser le système de production de chaleur actuel (2 x 895 kW), dont les deux chaudières permettraient de couvrir les besoins futurs, quelle que soit la labellisation énergétique retenue. De ce point de vue, le surdimensionnement actuel ainsi que le fait que ces deux chaudières soient récentes (2005) constituent une réelle opportunité.

Pour la production de l'eau chaude sanitaire, ce concept nécessite l'installation de panneaux solaires thermiques qui couvriraient au minimum 30 % des besoins. Etant donné les fortes potentialités du site, l'installation de panneaux solaires photovoltaïques mériterait d'être étudiée, d'autant plus que cette production d'électricité « sur site » compenserait la consommation d'électricité nécessaire à la production de froid.

La production de froid est assurée par une machine frigorifique couplée à un aérorefroidisseur. De manière à ce que les normes en vigueur soient respectées et que les consommations électriques soient minimisées, la machine frigorifique devrait posséder un coefficient de performance élevé.

Pour la distribution d'énergie, la création d'un réseau de chauffage à basse température et d'un réseau de rafraîchissement à haute température permettrait de réduire les consommations énergétiques. Le projet, tel que présenté dans le cadre du concours, prévoit effectivement une distribution de chaleur par plafond thermique, à très basse température pour le chauffage et à très haute température pour le rafraîchissement.

<i>Chauffage</i>	<i>ECS</i>	<i>Froid</i>
Assuré par les chaudières à gaz existantes	Exigences satisfaites par l'installation de panneaux solaires thermiques couvrant au minimum 30% des besoins.	La production de froid est assurée par une machine de froid couplée à un aérorefroidisseur.

¹⁹ Cf. PLQ 29857.

Avantages

Cette solution possède les avantages d'une technologie rentable depuis longtemps maîtrisée :

- Pas de complexité technique particulière
- Planification maîtrisée
- Potentiel de réutilisation d'une partie des installations de production actuelles
- Investissements standards

Inconvénients

En revanche, elle possède un certain nombre d'inconvénients :

- Dépendance aux énergies fossiles (sécurité d'approvisionnement et coût).
- Consommation finale et primaire importantes (faible couverture en énergie renouvelable)
- Coûts d'exploitation élevés : instabilité et augmentation du prix de l'énergie fossile + augmentation de la taxe CO₂
- Impacts environnementaux importants (émissions de CO₂)
- Investissements supplémentaires sur l'enveloppe (contrainte liée à l'obtention de labels)

	Minergie®	Minergie-P®
Neuf	34.9 – 37.5 kWh/m ² an	23.3 - 25 kWh/m ² an
Part d'EnR ²⁰	0-13 % ²¹	0-17 %

3.1.2 Variante 2 : géothermie + solaire photovoltaïque

Ce scénario de géothermie à basse enthalpie consiste à puiser l'énergie du sous-sol pour l'approvisionnement en énergie thermique à basse température de la production de chaleur (chauffage + ECS) et à haute température pour l'évacuation de chaleur (rafraîchissement via géocooling + appoint via la PAC réversible).

Une partie des besoins en électricité est assurée via une installation de panneaux photovoltaïques en toiture. Elle équivaut à une partie de la consommation électrique des PAC. L'installation de panneaux solaires thermiques n'est pas nécessaire, pour autant que la norme SIA 380/4 soit respectée en termes de valeur minimale des coefficients de performance des PAC.

COP chaud = 3.5

COP froid = 4.5

Pour la production d'énergie, ce concept nécessite l'installation d'une PAC sol/eau réversible pouvant fonctionner à deux niveaux de température (chauffage et ECS), ainsi que le forage d'un champ de sondes géothermiques.

Pour la distribution d'énergie, ce concept nécessite la création d'un réseau de chauffage à basse température et d'un réseau de rafraîchissement à haute température. Le projet, tel que présenté dans le cadre du concours, prévoit effectivement une distribution de chaleur par plafond thermique, à très basse température pour le chauffage et à très haute température pour le rafraîchissement.

²⁰ Chauffage, ECS, rafraîchissement et ventilation

²¹ Bâtiment administratif (ECS = 20 % énergie thermique) : part EnR = 0 % si ECS sans solaire thermique, part EnR = 13 % si ECS avec 30 % solaire thermique

De manière générale, les niveaux de température des réseaux de distribution (chaud et froid) permettent, à long terme, une mutualisation des ressources géothermiques au niveau du quartier : après quelques années d'exploitation, le potentiel thermique des sondes géothermiques pourrait être valorisé de manière à pérenniser son équilibre.

Avantages

Cette solution possède les avantages suivants :

- Coûts d'énergie et d'exploitation maîtrisés : la majorité de l'énergie est directement issue de l'environnement
- Très bonne utilisation des ressources renouvelables locales (sous-sol et soleil)
- Consommation finale et primaire faibles (importante couverture en énergie renouvelable)
- Potentiel de mutualisation du champ de sonde au niveau du quartier
- Pas de contrainte de planification
- Impacts environnementaux (très faibles émissions de CO₂)
- Quasi neutralité énergétique (cas de Minergie-P®)
- Pas de contraintes supplémentaires sur l'enveloppe pour l'obtention de labels

Inconvénients

En revanche, elle possède un certain nombre d'inconvénients :

- Pas de potentiel de réutilisation des installations de production actuelles
- Investissements relativement élevés
- Monopolisation du terrain pour la géothermie

	Minergie®	Minergie-P®
Neuf	34.9 – 37.5 kWh/m ² an	23.3 - 25 kWh/m ² an
Part d'EnR ²²	65 %	69 %

3.1.3 Variante 3 : Boucle Trèfle (extension GLN)

Cette variante consiste au raccordement des bâtiments du COE sur la Boucle Trèfle. Sa production est centralisée dans la chaufferie du BIT. Le concept retenu consiste en une production de froid bivalente (ruban en direct via GLN, pointe via une PAC_{r(fu)}) et une production de chaud bivalente (ruban via une PAC_{r(év)}, pointe via les chaudières à gaz du BIT). La distribution via la Boucle Trèfle (froid et chaud) se fera sur un périmètre restreint, avec des piquages de réserve qui permettront de distribuer ultérieurement la capacité de production en réserve sur un périmètre élargi.

Pour la production de chaleur, la PAC_{r(év)} fonctionne selon deux modes : le premier pour le chauffage et le second pour l'ECS (à plus haute température).

Cette solution nécessitera l'installation d'une sous-station dans les locaux techniques du COE. Son raccordement serait idéal du point de vue environnemental (énergie renouvelable, sans émissions de CO₂), de rationalisation des infrastructures (réseau de quartier) et d'efficacité (production de chaud et de froid).

²² Chauffage, ECS, rafraîchissement et ventilation

Avantages

Cette solution possède les avantages suivants :

- Coûts d'énergie et d'exploitation maîtrisés (contracting) : la majorité de l'énergie est directement issue de l'environnement
- Très bonne utilisation des ressources renouvelables locales (lac)
- Consommation finale et primaire faibles (importante couverture en énergie renouvelable)
- Mutualisation des besoins chaud/froid au niveau du quartier (via le réseau)
- Pas de contrainte de planification
- Impacts environnementaux (très faibles émissions de CO₂)
- Quasi neutralité énergétique (cas de Minergie-P®)
- Pas de contraintes supplémentaires sur l'enveloppe pour l'obtention de labels

Inconvénients

En revanche, elle possède un certain nombre d'inconvénients :

- Pas de potentiel de réutilisation des installations de production actuelles
- Taxe de raccordement
- Solution transitoire à prévoir selon la planification de raccordement
- Prise en compte d'une surface pour la sous-station dans les locaux techniques

	Minergie®	Minergie-P®
Neuf	34.9 -37.5 kWh/m ² an	23.3 - 25 kWh/m ² an
Part d'EnR ²³	73 %	76 %

²³ Chauffage, ECS, rafraîchissement et ventilation

3.2 Synthèse des stratégies énergétiques

Le choix d'une variante s'appuie sur un certain nombre de critères, qui concernent à la fois des implications en termes de politique énergétique et environnementale, mais aussi des aspects socio-économiques.

A Genève, la consommation énergétique des bâtiments représente environ 50 % de l'énergie totale utilisée, principalement sous forme de mazout et de gaz, et représente deux tiers des émissions de CO₂ du canton. Face à ce constat, la loi genevoise sur l'énergie (LEn) vise à réduire massivement la consommation énergétique globale et les émissions de CO₂, notamment par un recours accru aux sources d'énergie renouvelables. Les bâtiments neufs devront répondre au minimum aux critères de qualité du label Minergie ou HPE. Ces exigences accrues en matière d'enveloppe permettront dans un premier temps de diminuer les besoins en énergie des bâtiments en amont. Pour la partie rénovée, il conviendra d'évaluer les mesures d'assainissement effectivement réalisables.

Variante au gaz

Au vu des infrastructures énergétiques existantes du COE, la solution de *chauffage au gaz + solaire thermique + machine frigorifique* se présente comme la plus simple à mettre en œuvre. Il s'agit de la solution standard minimaliste, qui n'est préconisée qu'en dernier recours. Elle est la moins bonne du point de vue environnemental (importantes émissions de CO₂) et en termes de respect du cahier des charges du concours d'architecture.

Seule cette variante est soumise à l'installation d'un système solaire pour la production d'ECS, conformément à la législation en vigueur. Une utilisation étendue des ressources solaires mérite également d'être étudiée, en particulier pour la production d'électricité via une installation solaire photovoltaïque. D'une part, les toitures et leur emplacement sont particulièrement favorables ; d'autre part, cette production d'électricité renouvelable permettrait de compenser l'augmentation de consommation liée au fonctionnement des machines frigorifiques.

Variante géothermique

La solution géothermique (production de chaud et froid via une PAC + géocooling) utilise également une source d'énergie renouvelable (le sol) : ainsi, elle contribue à répondre aux objectifs fixés dans le cahier des charges du Concours d'architecture. Cette option est également exempte d'émissions de CO₂ directes, tout comme la précédente. Il faut néanmoins tenir compte de la consommation supplémentaire d'électricité nécessaire au fonctionnement du système. Avec cette solution, il faudra veiller à optimiser le coefficient de performance (COP) de l'installation en tenant compte des exigences en chaud et en froid.

Un complément en solaire photovoltaïque serait à favoriser pour compenser tout ou partie de la consommation électrique supplémentaire engendrée par la PAC. L'installation de panneaux solaires thermiques n'est pas nécessaire, pour autant que la norme SIA 380/4 soit respectée en termes de valeur minimale des coefficients de performance des PAC.

Variante Boucle Trèfle

La possibilité de réalisation de la boucle Trèfle (*GLN-Extension*) est actuellement encore à l'étude. Cette extension, prévue pour 2016-2017, est la solution possédant la part renouvelable la plus importante et le plus haut degré de rationalité énergétique : mutualisation des flux thermiques et rationalité énergétique des infrastructures de réseau (souplesse dans la planification, intégration des rejets de chaleur et nouveaux systèmes productifs, etc.). Cette stratégie d'approvisionnement par un réseau hydrothermique, également exempte

d'émissions de CO₂ directes, apparaît comme étant celle qui contribue le plus aux objectifs de politique énergétique et environnementale du canton : elle mérite donc d'être étudiée en détail, les temporalités devant toutefois être vérifiées.

Synthèse

Les aspects évoqués ci-dessus rendent les stratégies 2 et 3 (géothermie et Boucle Trèfle) les plus intéressantes du point de vue de la politique énergétique et environnementale, y compris en termes de qualité de l'air. Ces deux solutions sont par ailleurs les deux seules à permettre une production de chaud et de froid avec les mêmes installations techniques. Pour la réalisation des infrastructures de réseau, les horizons temporels restent à vérifier.

Une solution hybride peut également être envisagée, en prévoyant par exemple de mettre en œuvre les stratégies 2 ou 3 tout en conservant un appoint au gaz en vue de couvrir les pics de demande ou de garantir une sécurité d'approvisionnement. Il serait également envisageable d'opter pour une solution transitoire par pompe à chaleur à basse température avec un COP élevé, ou encore au gaz, et d'envisager à terme un raccordement ultérieur à la Boucle Trèfle.

Dans tous les cas, le choix de la production de chaleur devra se faire en concertation avec les acteurs concernés et en tenant compte des possibilités techniques et du calendrier des projets prévus dans le périmètre proche et élargi.

3.3 Mesures complémentaires et perspectives

L'efficacité et l'utilisation rationnelle d'énergies renouvelables n'ont de sens que si les besoins énergétiques des bâtiments du COE ont été réduits au maximum durant les premières phases du projet (les mesures à prendre dès la conception du futur site sont recensées au chapitre 2.1.4). En l'occurrence, ces principes correspondent à ceux décrits dans les planches réalisées par le bureau lauréat du concours d'architecture.

De manière à ce que l'approvisionnement énergétique de ces bâtiments soit compatible avec l'une ou l'autre des variantes renouvelables, la mise en place de réseaux de distribution de chaleur à des niveaux de température optimaux est une condition impérative (basse température pour le chauffage et haute température pour le rafraîchissement).

Pour la variante géothermique, des études complémentaires devraient être réalisées rapidement (étude géologique, étude de faisabilité).

Pour la variante Boucle Trèfle, la volonté de raccordement du COE devrait être communiquée aux SIG. De plus, les incertitudes relatives à la réalisation de ce réseau nécessitent d'être résolues.

Les solutions énergétiques envisagées peuvent faire l'objet d'un appel d'offre auprès d'un développeur de projet et/ou d'un prestataire de services énergétiques (SIG, CGC-Energies, etc.). Ces derniers peuvent être intéressés à prendre en charge l'investissement relatif aux technologies et à leur mise en œuvre (installations solaires thermiques et/ou PV, PAC sur sondes géothermiques verticales, Boucle Trèfle, chaudière à gaz), puis de vendre des prestations finales (chaleur, froid, électricité), par exemple sous la forme d'un contracting.

3.4 Subventions

Les subventions qui entrent en considération et les démarches possibles dans le cadre du projet du COE sont présentées ci-dessous.

Bâtiments neufs :

- *Certification* : le ChèqueBâtimentEnergie (programme cantonal) prévoit une subvention de 20 CHF/m² de SRE pour les surfaces administratives et de 25 CHF/m² pour les surfaces d'habitation. La subvention est payée sur présentation du label Minergie-P ou d'un certificat de très haute performance énergétique (THPE).
- *Capteurs solaires thermiques* : ce programme prévoit un subside de 500 CHF plus une allocation de 100 CHF/m² de capteur, en tenant compte du fait que seule la surface de capteurs dépassant 1 m²/100 m² de SRE est prise en compte. Les installations de plus de 30 m² doivent être équipées d'un système de mesure directe de la production d'énergie solaire et d'un compteur de la consommation d'eau chaude sanitaire.
- *Forage géothermique* : ce programme prévoit un subside de 3'000 CHF plus une subvention de 200 CHF/kW_{th} (PAC). L'octroi est soumis aux conditions suivantes : le dimensionnement des sondes ne doit pas dépasser 30 W/m, le réseau primaire ne doit pas être glycolé, la température de distribution du chauffage est au maximum de 35°C, l'installateur et le foreur doivent être certifiés, la PAC doit avoir obtenu un certificat international de qualité D-A-CH et son rendement doit être de catégorie 1 ou 2.

Bâtiments rénovés (sous certaines conditions) :

- *Programme Bâtiment* : subventionnement fédéral et bonus pour la rénovation des éléments d'enveloppe thermique du bâtiment (voir les conditions sur www.leprogrammebatiments.ch).
- *Certification Minergie ou HPE* : le ChèqueBâtimentEnergie (programme cantonal) prévoit une subvention de 40 CHF/m² de SRE pour les surfaces administratives et de 50 CHF/m² pour les surfaces d'habitation. La subvention est payée sur présentation du label ou du certificat de performance énergétique.
- *Certification Minergie -P ou THPE* : le Chèque Energie Bâtiment (programme cantonal) prévoit une subvention de 50 CHF/m² de SRE pour les surfaces administratives et de 60 CHF/m² pour les surfaces d'habitation. La subvention est payée sur présentation du label ou du certificat de performance énergétique.
- *Capteurs solaires thermiques* : ce programme prévoit un subside de 500 CHF plus une allocation de 100 CHF/m² de capteur. Les installations de plus de 30 m² doivent être équipées d'un système de mesure directe de la production d'énergie solaire et d'un compteur de la consommation d'eau chaude sanitaire.
- *Forage géothermique* : idem que pour les bâtiments neufs (cf. ci-dessus).

Autres démarches :

- *Eco 21* : programme d'économie d'électricité des SIG, qui a pour but d'accompagner ses clients dans leurs démarches d'efficacité énergétique et d'économie. Selon le volume de consommation d'électricité ($\pm 1\text{GWh}_e/\text{an}$), deux programmes de subventionnements sont disponibles (www.eco21.ch).
- Programme de rachat de l'électricité photovoltaïque par SIG et/ou Swissgrid.
- *Fonds pour le développement des énergies renouvelables et les économies d'énergie* : le secteur privé peut bénéficier de prêts et de cautionnement en faveur de projets d'utilisation rationnelle de l'énergie et de recours aux énergies renouvelables. Le montant de l'aide financière est déterminé, entre autre, par la rentabilité économique du projet.
- *Aides fiscales* : déduction d'impôts relative aux investissements liés aux travaux d'assainissement énergétique.

4. SYNTHÈSE GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS

Les éléments présentés aux chapitres précédents permettent de proposer le tableau synthétique ci-dessous, qui récapitule les principaux enjeux et implications des trois stratégies étudiées :

	<i>Variante 1 Gaz / groupe froid</i>	<i>Variante 2 Géothermie</i>	<i>Variante 3 Boucle Trèfle</i>
Implications énergétiques et environnementales			
<i>Energie renouvelable</i>	Non	Oui	Oui
<i>Impact CO₂</i>	Fort	Faible	Faible
<i>Impacts sur consommation d'électricité</i>	Moyen	Moyen	Faible
Implications techniques et spatiales			
<i>Type de production</i>	Centralisée, au COE	Centralisée, au COE	Décentralisée, au BIT
<i>Contribution</i>	Chauffage + ECS + Froid		
<i>Infrastructure production</i>	Chaudière centralisée		
<i>Infrastructure distribution</i>	Chaud et froid par plafond thermique (besoins de confort) Ventilation double flux à récupération de chaleur (chaud et froid)		
<i>Infrastructure stockage</i>	-	Sol (sondes géothermiques)	Lac (source froide)
<i>Energie solaire</i>	Solaire thermique obligatoire	Dispense du solaire thermique sous conditions (efficacité des PAC), photovoltaïque conseillé	Pas d'exigences
<i>Autres infrastructures</i>	-	Champ de sondes géothermiques	-
<i>Taille locaux techniques</i>	Standard	Supérieure à la variante 1	Équivalente à la variante 1
<i>Niveaux de température approximatifs</i>	Chaud : distribution basse température (40/20°C, confort) Froid : distribution haute température (16/21°C, confort)		
<i>Dépendance</i>	Contrat SIG (gaz) Disponibilité de la ressource	Contrat SIG (électricité)	Contrat SIG (contracting chaud et froid)
<i>Horizon de faisabilité</i>	De suite	Court terme, selon délai de réalisation	Horizon 2016, selon faisabilité du projet
Implications économiques			
<i>Coût d'investissement</i>	Standard	Élevé	Faible (contracting)
<i>Coûts indicatifs</i>	Chaud : 10-15 cts/kWh Froid : 20-22 cts/kWh	18-21 cts/kWh	Chaud : 18-20 cts/kWh Froid : 17-19 cts/kWh
<i>Exposition aux variations du coût de l'énergie</i>	Variabilité du coût du gaz et de l'électricité	Stable, variabilité du coût de l'électricité	Stable
Organisation des acteurs			
<i>Principaux acteurs impliqués</i>	SIG (exploitant réseau) Autorités	Autorités	SIG (exploitant réseau) Autorités, OI voisines

La comparaison des trois stratégies proposées et leur analyse en termes techniques, financiers, environnementaux et de logique d'acteurs fait ressortir un certain nombre de points importants.

En ce qui concerne l'approvisionnement énergétique du site du COE, la variante « Boucle Trèfle » apparaît comme étant globalement la plus pertinente. Par ailleurs, conformément aux objectifs du MO, la composante environnementale y est très marquée, avec un taux d'énergie renouvelable très élevé, des émissions de CO₂ très faibles et la valorisation d'une ressource locale (lac Léman).

Cette stratégie est également entièrement compatible avec la politique énergétique cantonale promulguée depuis quelques années : en effet, ce type d'approvisionnement répond clairement à l'intégration énergétique du site dans son quartier, avec une valorisation intensive d'une ressource locale et la possibilité de mutualisation des flux thermiques. De plus, la demande en énergie électrique y est clairement maîtrisée, en particulier pour les besoins de climatisation (contribution à la diminution du pic de demande estival). Mentionnons encore que l'approvisionnement énergétique via une infrastructure de réseau participe aussi à la vision à moyen et long terme développée par le canton, en apportant la souplesse nécessaire à une maîtrise intégrée de l'énergie en fonction de la dynamique du quartier. En effet, les nouveaux bâtiments ne constituent pas seulement des besoins supplémentaires, mais aussi des opportunités complémentaires de synergies énergétiques.

Pour ce qui est de la production d'énergie « sur site », l'installation de panneaux solaires photovoltaïques est à recommander : la capacité de production est en effet conséquente (exposition idéale du site et larges surfaces qui pourraient être couvertes) et permettrait de compenser partiellement l'intensité des besoins du COE pour la climatisation et les prestations administratives et hôtelières, lesquelles sont généralement très intensives en appel de puissance électrique.

Cette stratégie d'approvisionnement est entièrement compatible avec le concept architectural proposé, en particulier en ce qui concerne l'enveloppe thermique des bâtiments du COE et les systèmes de distribution de chaleur envisagés (dalles actives et chauffage au sol). En effet, les niveaux de température de distribution, déterminants, sont parfaitement adaptés à ce type de réseau renouvelable (froid distribué à haute température et chaud distribué à basse température).

Couplé à la stratégie d'approvisionnement énergétique via l'extension « Boucle Trèfle » du réseau hydrothermique GLN existant et à l'installation éventuelle de panneaux solaires photovoltaïques, le projet architectural proposé correspond dans l'ensemble à des standards constructifs de grande qualité. Du point de vue de sa qualité énergétique, le projet vise au minimum un standard HPE ou Minergie[®], ce qui n'exclut pas d'envisager leurs homologues plus exigeants THPE ou Minergie-P[®]. Nous estimons que du point de vue énergétique et environnemental, l'ensemble des exigences des standards HPE ou du label Minergie[®] permettent déjà d'obtenir des constructions de très bonne qualité et très bien intégrée à leur environnement : enveloppe et efficacité énergétique globale et taux de couverture renouvelable.

L'adoption du standard THPE ou du label Minergie-P[®] apporte évidemment une meilleure efficacité, en comptant des coûts de réalisation environ 5 % supérieurs par rapport au standard de base : le choix de viser cet objectif devra donc se faire en fonction des sensibilités du Maître d'Ouvrage. Cela n'empêche pas que l'on porte une attention particulière, en plus à la qualité de l'enveloppe, à d'autres critères qui pourraient apporter de la valeur ajoutée aux

bâtiments, tels que la qualité des équipements électroménagers et des systèmes d'éclairage, ou encore l'étanchéité de l'enveloppe.

De manière à ce que le projet soit conforme aux niveaux d'exigences énergétiques escomptés, un suivi du fonctionnement du bâtiment est fortement préconisé, cela quelle que soit la labellisation retenue. En effet, les retours d'expérience montrent que pour ce type de constructions à faibles consommations, les dérives peuvent être importantes. Seuls un suivi de 2-3 ans après la mise en service et un ajustement des modes d'exploitation peuvent être garants de la conformité de la réalisation et de son efficacité effective.

Echallens, le 14 octobre 2014, ddl/pav



Feuille de validation et suivi des modifications du concept énergétique territorial

Cette feuille faite partie intégrante du CET validé

CET 2015-05 associé au PLQ n°29'981, Conseil Œcuménique des Eglises, Grand-Saconnex

Commentaires de l'OCEN

- Ce CET doit être mis en regard de l'état d'avancement **du projet de réseau "Boucle Trèfle"**, en cours de développement par les Services Industriels de Genève.
- Ce CET doit également être mis en regard du **Plan Directeur des Energies de la Commune de Grand-Saconnex**, de ses objectifs et de ses actions proposées en matières de politique énergétique.
- Finalement, ce CET doit être mis en regard des programmes sur les bâtiments (rénovation, extensions, etc...) des différentes Organisations Internationales présentes dans le secteur du Jardin des Nations.

Bon pour validation:

Date: 21.04.2015

Visa: 

Martin Clerc de Senarclens
Adjoint scientifique