

PLAN LOCALISÉ DE QUARTIER "LES VERNETS",
À GENÈVE
CONCEPT ÉNERGÉTIQUE TERRITORIAL

VERSION 2.0

Carouge, le 1^{er} septembre 2016
GE1595.300

CET n°2016-14
OFFICE CANTONAL
DE L'ÉNERGIE
Rue du Puits-Saint-Pierre 4
Case postale 3920
1211 Genève 3
24.11.2016

CSD INGENIEURS SA
Avenue Industrielle 12
CH-1227 Carouge
t +41 22 308 89 00
f +41 22 308 89 11
e geneve@csd.ch
www.csd.ch

P

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE	1
1.1	Bases légales et réglementaires	3
1.2	Périmètre d'étude restreint	4
1.3	Périmètre d'étude élargi	7
2.	ÉTAT DES LIEUX ÉNERGÉTIQUE	8
2.1	Structure qualitative et quantitative des besoins énergétiques futurs	8
2.1.1	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire	8
2.1.2	Besoins de froid	9
2.1.3	Besoins d'électricité	9
2.1.4	Pourcentage minimal d'approvisionnement en énergies renouvelables	10
2.2	Infrastructures énergétiques existantes et projetées	10
2.2.1	Réseaux	10
2.2.2	Chaudières existantes	10
2.3	Potentiel des ressources énergétiques renouvelables et locales	11
2.3.1	Qualité de l'air et possibilité d'implantation de centrale à bois	11
2.3.2	Valorisation du potentiel solaire local	12
2.3.3	Conditions géologiques et hydrogéologiques et possibilités d'exploitation de ressources géothermiques	14
2.3.4	Rejets de chaleur et stockage saisonnier	15
2.3.5	Hydrothermie – Lac Léman (Réseau GéniLac)	16
2.4	Rôle des acteurs concernés	16
2.5	Synthèse de l'état des lieux	18
3.	PROPOSITIONS ET ANALYSE DE STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES LOCALES	19
4.	SYNTHÈSE DES ORIENTATIONS ET DES RECOMMANDATIONS POUR LES ACTEURS CONCERNÉS	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Principales caractéristiques des bâtiments du PLQ Les Vernets – OPTION 1	6
Tableau 2 : Principales caractéristiques des bâtiments du PLQ Les Vernets – OPTION 2	6
Tableau 3 : Puissance des chaudières installées dans les bâtiments existants	10
Tableau 4 : Potentiel géothermique maximal pour l'option 1 et l'option 2	14
Tableau 5 : Rejets de chaleur du site Rolex	16
Tableau 6 : Tableau de synthèse des acteurs du concept énergétique et de leur rôle	17
Tableau 7 : Caractéristiques de la stratégie retenue	22

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de situation	1
Figure 2 : Périmètre restreint du PLQ « Les Vernets » au sein du périmètre élargi du PDQ PAV	2
Figure 3 : Bâtiments projetés du PLQ	5
Figure 4 : Projets avoisinants et périmètre élargi	7
Figure 5 : Besoins de chaleur pour le chauffage et l'ECS du PLQ « Les Vernets » OPTION 1	8
Figure 6 : Besoins de chaleur pour le chauffage et l'ECS du PLQ « Les Vernets » OPTION 2	9
Figure 7 : Besoins d'électricité pour l'éclairage, la ventilation et la climatisation du PLQ « Les Vernets »	9
Figure 8 : Périmètre d'étude considéré pour l'hygiène de l'air et cadastre des immissions de NO ₂ (moyenne sur l'année 2014)	11
Figure 9 : Scénario 1 - Evaluation du potentiel de production d'énergie solaire thermique et photovoltaïque des Vernets	13
Figure 10 : Scénario 2 - Evaluation du potentiel de production d'énergie solaire thermique et photovoltaïque des Vernets	14
Figure 11 : Schéma de principe de la boucle d'anergie proposée	19

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 sont pas remplies, CSD décline 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.

1. Introduction et mise en contexte

Dans le cadre de l'élaboration du Plan Localisé de Quartier (PLQ) « Les Vernets », situé sur la commune de Genève, le Département de l'Aménagement, du Logement et de l'Énergie (DALE) de l'État de Genève a mandaté CSD Ingénieurs SA en septembre 2015 pour l'établissement du Concept Énergétique Territorial (CET) du PLQ.

Le périmètre du PLQ « Les Vernets », situé entièrement sur le territoire de la Ville de Genève, entre la route des Acacias au sud-est, la rue Hans-Wilsdorf au nord-ouest, la rue François-Dussaud au sud-ouest et le quai des Vernets au nord-est, présente une surface d'environ 6 hectares (Figure 1).

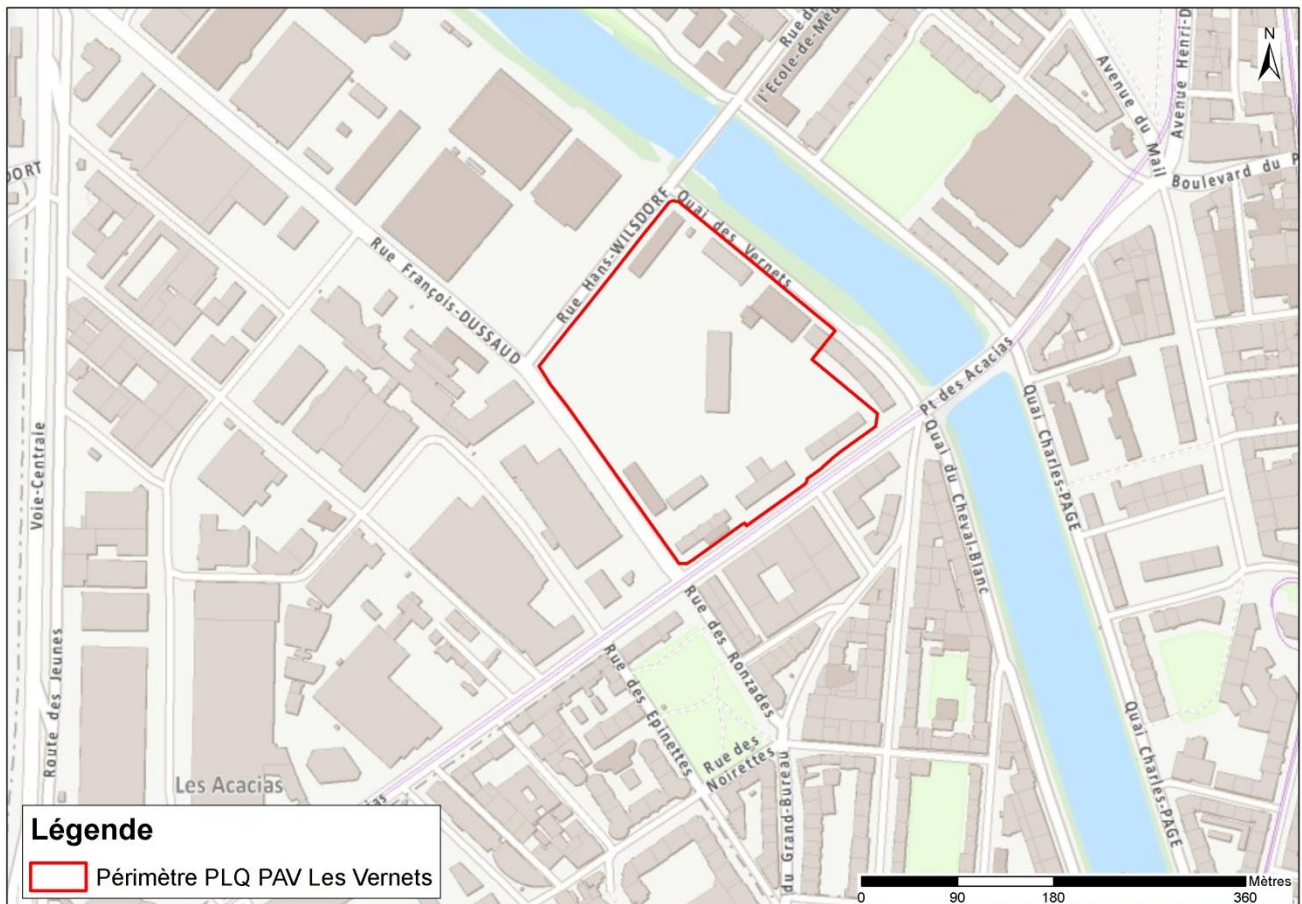


Figure 1 : Plan de situation

Le site du PLQ « Les Vernets » est inclus dans le périmètre du Plan Directeur de Quartier (PDQ) Praille-Acacias-Vernets (PAV) qui a pour but de développer de manière cohérente l'ensemble des plans localisés de quartier compris dans cette zone. La Figure 2 ci-après présente le périmètre restreint du PLQ « Les Vernets » au sein du périmètre élargi du PDQ PAV. Ainsi, l'ensemble de ce rapport se base sur les principes énoncés dans le CET PAV n°2012-14.

Le quartier des Vernets est l'une des premières opérations de mutation urbaine du PAV à se concrétiser.

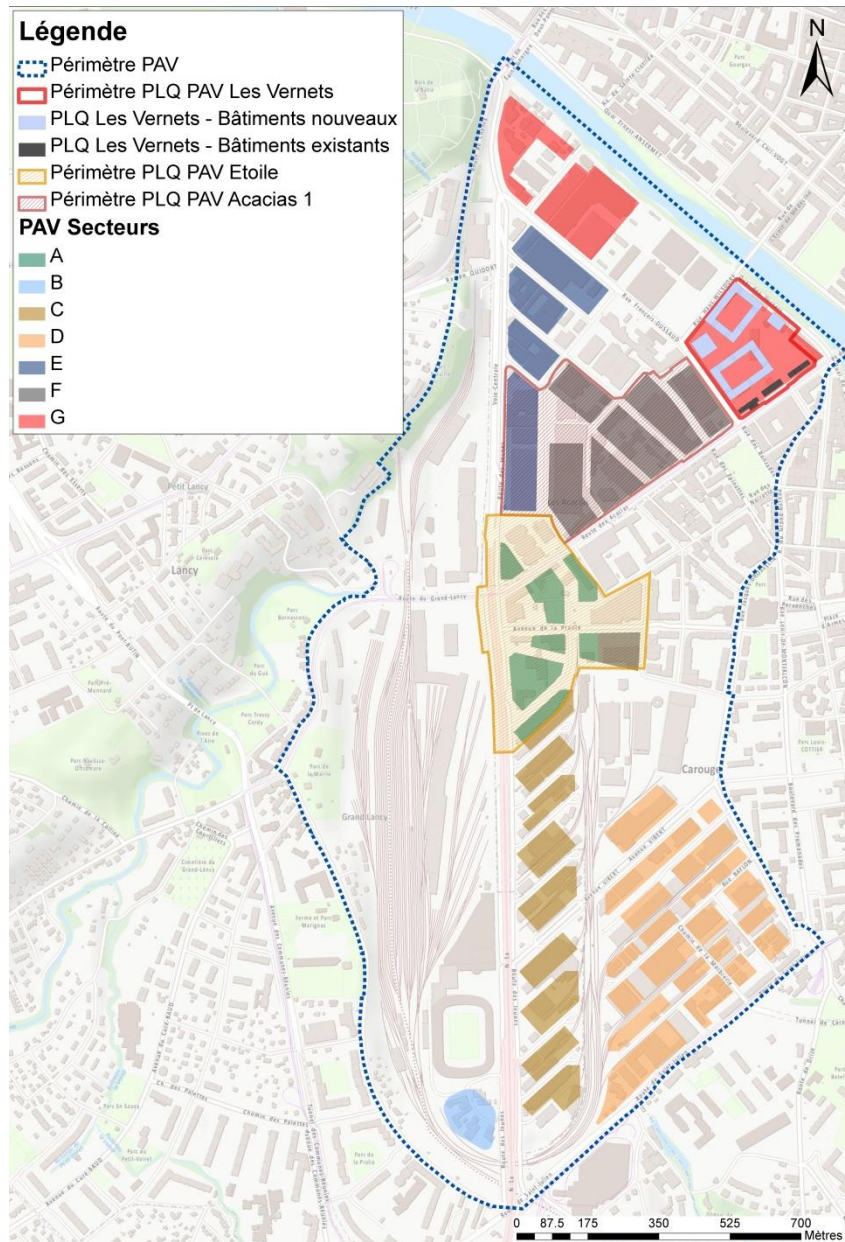


Figure 2 : Périmètre restreint du PLQ « Les Vernets » au sein du périmètre élargie du PDQ PAV

Selon la Directive relative au concept énergétique territorial, « *Le concept énergétique territorial se présente sous la forme d'un rapport présentant des propositions de stratégies et solutions techniques mais visant, également, à poser des jalons susceptibles de faciliter la mise en œuvre d'un projet territorial* ».

Les objectifs définis par le CET du PDQ PAV doivent également être considérés, soit en particulier les points suivants :

- Répondre aux objectifs de la société à 2000 W en minimisant les besoins en énergie et en assurant une utilisation rationnelle de l'énergie ;
- Tendre vers un quartier à énergie positive afin de mettre le potentiel en ressources énergétiques disponibles sur le périmètre au bénéfice de la transition énergétique d'un périmètre élargi ;
- Réaliser un quartier exemplaire d'un point de vue environnemental.

Le présent document constitue une version actualisée du CET initialement éditée le 9 mai 2016, qui tient compte des remarques formulées dans les préavis du SERMA et de la Ville de Genève dans le cadre de l'enquête technique. Afin de faciliter la lecture du document, les éléments modifiés par rapport à la version précédente sont mis en évidence par une bordure grise dans la marge.

Les diverses informations nécessaires à l'élaboration de ce concept énergétique territorial proviennent des données de base transmises par le Groupement Ensemble (maître de l'ouvrage) et son mandataire énergie (Amstein+Walthert), ainsi que d'échanges avec la Ville de Genève, l'Office cantonal de l'énergie (OCEN) et les Services Industriels de Genève (SIG). Par ailleurs, des séances de coordination ont été organisées par la Direction du projet PAV avec la participation de l'OCEN et des responsables/mandataires des trois PLQ Vernets, Acacias et Etoile, afin de coordonner l'approche énergétique de ces trois PLQ développés en parallèle au nord de la route des Acacias.

1.1 Bases légales et réglementaires

La réalisation du présent CET est régie par la loi cantonale sur l'énergie (L 2 30, 1987) et son règlement d'application (L 2 30.01, 1988), modifiés respectivement le 7 et le 31 août 2010. 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 à l'article 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.

Dans ce cadre, la loi exige désormais la mise en œuvre d'une planification énergétique territoriale (art. 6, al. 12), dont les buts sont définis 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 périmètre du quartier des Vernets est assujéti à la mise en œuvre d'un concept énergétique territorial (CET), qui fait l'objet du présent rapport. La directive relative au concept énergétique territorial précise les buts de tels concepts, qui visent à :

- 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; 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 ;

- Développer des infrastructures et des équipements efficaces pour la production et la distribution de l'énergie ;
- Utiliser le potentiel énergétique local renouvelable et les rejets thermiques.

Par ailleurs, toute nouvelle construction sur le territoire du canton doit respecter les standards de Haute Performance Énergétique (HPE), définis dans l'art. 15 al. 1 de la Len, et doit également pouvoir satisfaire 30% des besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire (ECS) à partir d'énergies renouvelables, en principe des panneaux solaires thermiques (L 2 30 - art. 15).

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:

Energie thermique : norme SIA 380/1 :2009 « L'énergie thermique dans le bâtiment » et norme SIA 180 « Isolation thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments » ;

Energie électrique (éclairage, ventilation,...) : recommandation SIA 380/4 « L'énergie électrique dans le bâtiment », et recommandation EN 12464-1 pour l'éclairage.

Energie de refroidissement (refroidissement et climatisation) : norme SIA 382/1 « Installations de ventilation et de climatisation – Bases générales et performances requises » et norme SIA 382/2 « Bâtiments climatisés – Puissance requise et besoins d'énergie ».

Les objectifs définis par le CET du PDQ PAV doivent également être considérés comme mentionné dans le chapitre précédent.

1.2 Périmètre d'étude restreint

Le PLQ Les Vernets projeté prévoit la réalisation ou conservation d'un total de 174'989 m² de surfaces brutes de plancher (SBP) répartis comme suit :

- 159'700 m² de nouvelles SBP dans le cadre de la réalisation de l'**Opération Les Vernets** ;
- 15'289 m² de SBP conservés ou démolis/reconstruits au niveau des trois **bâtiments existants situés le long de la route des Acacias**.

Le projet du nouveau quartier Opération les Vernets est concrétisé par le groupe « Ensemble » composé de 8 investisseurs et piloté par les bureaux Pillet SA et Losinger Marazzi.

Ce projet prévoit la réalisation de quatre nouveaux bâtiments totalisant une surface brute de plancher de 159'700 m² répartis comme suit :

- 130'000 m² voués aux logements ;
- 26'400 m² voués aux activités et aux commerces de proximité ;
- 3'300 m² voués aux équipements publics.

Ces surfaces sont réparties sur 2 îlots d'habitation, désignés sous les lettres A et B, de gabarit R+9, un hôtel d'activité, désigné sous la lettre C, de gabarit max R+15, et une tour, désignée sous la lettre D de gabarit max R+26 (Tableau 1 ci-après).

A ce stade du projet, la réalisation du quartier est planifiée selon les quatre phases suivantes :

- Phase 1 : réalisation de la Tour D avec son sous-sol
- Phase 2 : réalisation de l'îlot A et du parking souterrain sous l'îlot
- Phase 3 : réalisation de l'îlot B et du parking souterrain sous l'îlot
- Phase 4 : réalisation de la tour d'activité C avec son sous-sol

Ce phasage de réalisation du PLQ reste incertain et dépend du développement du projet.

Les horizons de réalisation de ces quatre phases ont été définis selon un planning global, établi par le Groupement Ensemble, et la phase de réalisation de l'ensemble du PLQ est comprise entre 2019 et 2024.

Il est également prévu la réalisation d'un parking souterrain sur 2 niveaux, sous l'emprise des îlots A et B. Le parking est dimensionné pour 1'010 à 1'090 places de stationnement selon les hypothèses de mutualisation, répartis entre stationnement voiture public et privé. Il contient aussi 400 places pour les motos et 1'200 places pour les vélos.

Une surface d'environ 7'000 m² est réservée au centre du quartier pour des équipements publics. Il est prévu que cette surface accueille une école primaire de 16 à 20 classes, qui fera l'objet d'un concours ultérieur organisé par la Ville de Genève.

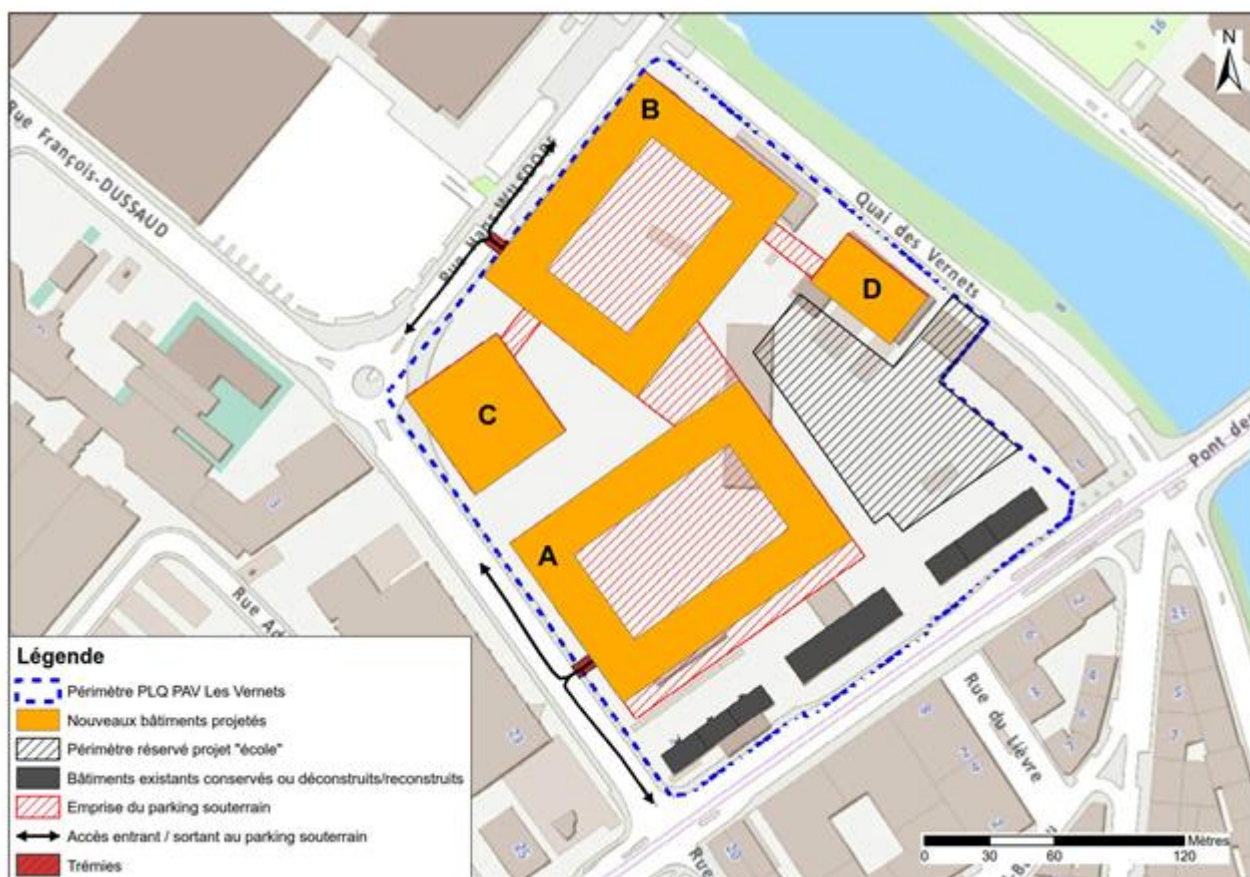


Figure 3 : Bâtiments projetés du PLQ

Le périmètre du PLQ Les Vernets comprend également trois groupes de bâtiments existants le long de la route des Acacias. Deux options sont étudiées dans ce rapport :

- Option 1 : conservation en l'état du bâti existant le long de la route des Acacias, démolition des autres bâtiments existants, SBP totale de 15'289 m² dont :
 - 12'386 m² voués aux logements ;
 - 1'803 m² voués aux activités et aux commerces de proximité ;
 - 1'100 m² voués aux équipements publics.
- Option 2 : démolition des bâtiments existants et reconstruction dans le même gabarit.

La répartition de ces surfaces est présentée dans le Tableau 1 et le Tableau 2 ci-après.

Bâtiments conservés	Niveau	Affectation	SBP totale [m ²]
rte Acacias 3-5-7-9	R à R+6	Habitation / Activités	5'018
rte Acacias 11	R à R+6	Habitation / Activités	5'733
rte Acacias 17-19-21	R à R+6	Habitation / Equipements publics	4'538
TOTAL PLQ BÂTI CONSERVÉ			15'289

Bâtiments neufs	Niveau (maximum)	Affectation	SBP totale [m ²]
A	R+9	Habitation / Activités / Equip. public	57'800
B	R+9	Habitation / Activités / Equip. public	54'900
C	R+15	Activités / Equip. public	22'000
D	R+26	Habitation / Activités / Equip. public	25'000
TOTAL PLQ À BÂTIR			159'700

TOTAL PLQ	174'989
------------------	----------------

Tableau 1 : Principales caractéristiques des bâtiments du PLQ Les Vernets – OPTION 1

Bâtiments reconstruits	Niveau	Affectation	SBP totale [m ²]
rte Acacias 3-5-7-9	R à R+6	Habitation / Activités	5'018
rte Acacias 11	R à R+6	Habitation / Activités	5'733
rte Acacias 17-19-21	R à R+6	Habitation / Equipements publics	4'538
TOTAL PLQ À RECONSTRUIRE			15'289

Bâtiments neufs	Niveau (maximum)	Affectation	SBP totale [m ²]
A	R+9	Habitation / Activités / Equip. public	57'800
B	R+9	Habitation / Activités / Equip. public	54'900
C	R+15	Activités / Equip. public	22'000
D	R+26	Habitation / Activités / Equip. public	25'000
TOTAL PLQ À BÂTIR			159'700

TOTAL PLQ	174'989
------------------	----------------

Tableau 2 : Principales caractéristiques des bâtiments du PLQ Les Vernets – OPTION 2

1.3 Périmètre d'étude élargi

Le PLQ « Les Vernets » s'inscrit dans le périmètre du PAV qui contient différents secteurs. Le projet de quartier des Vernets est situé à proximité de futurs PLQ. Il s'agit notamment du PLQ PAV Etoile et du PLQ PAV Acacias 1. La Figure 4 ci-après présente les périmètres de ces différents projets.

Il est à noter la présence d'importants consommateurs d'énergie à proximité immédiate du PLQ « Les Vernets » à savoir Rolex et le Centre sportif des Vernets comprenant une piscine et une patinoire. Rolex et la patinoire disposent de rejets de chaleur importants dus à leur consommation de froid. Le site de la Voirie de la Ville de Genève est également à prendre en compte dans le cadre d'une approche énergétique territoriale élargie.

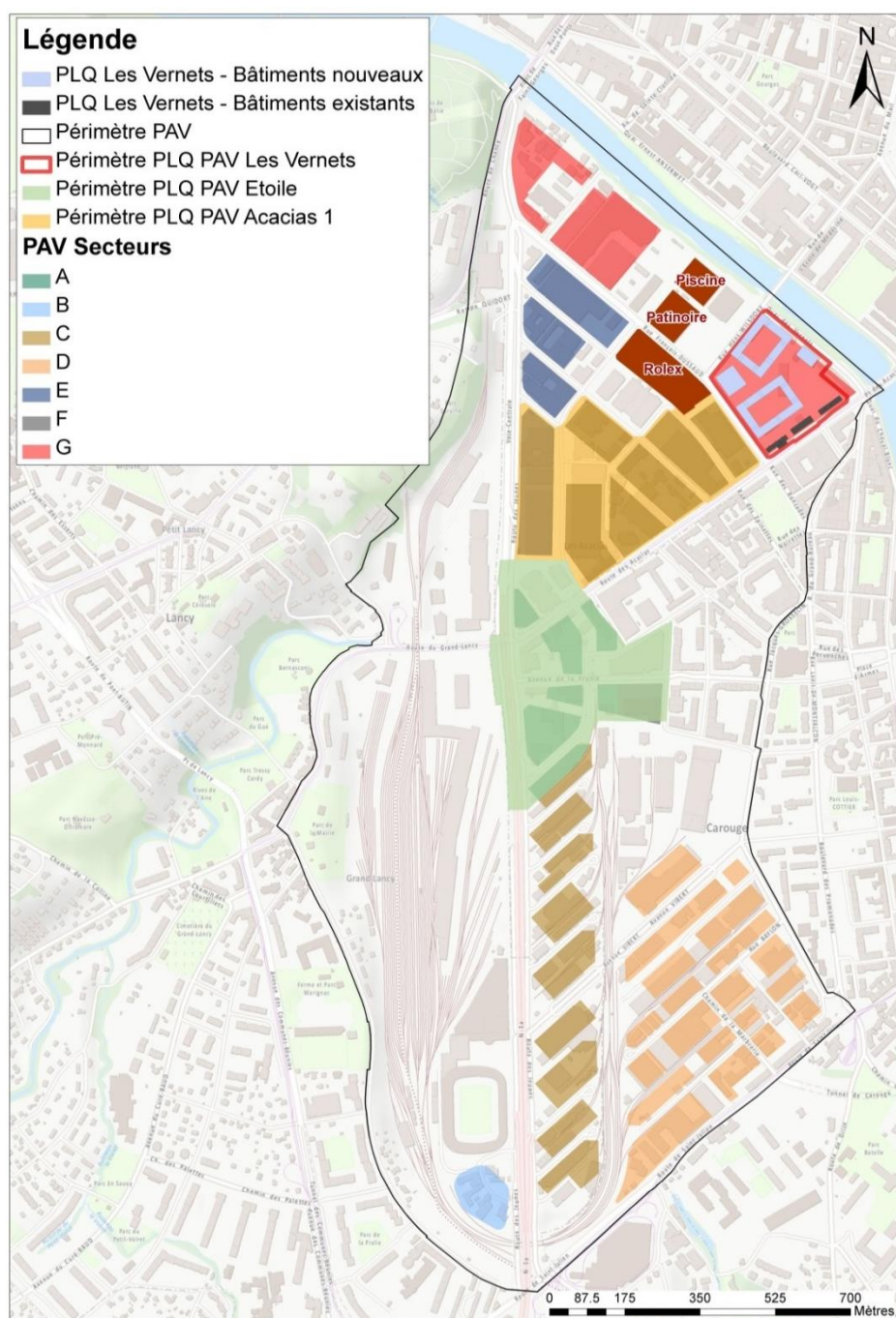


Figure 4 : Projets avoisinants et périmètre élargi

2. État des lieux énergétique

2.1 Structure qualitative et quantitative des besoins énergétiques futurs

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

Les surfaces brutes de plancher planifiées par le PLQ « Les Vernets » sont présentées au chapitre 1.2 *Périmètre d'étude restreint*. Les surfaces de référence énergétique (SRE) calculées correspondent à 90% de la SBP.

Afin de respecter les exigences de Haute Performance Énergétique (HPE) au sens de l'art. 15 al. 1 de la Loi sur l'Énergie, les bâtiments neufs du PLQ « Les Vernets » devront être construits de façon à ne consommer au maximum que 80% des besoins de chaleur $Q_{h,i}$ définis par la norme SIA 380/1 ou devront respecter le standard MINERGIE®.

L'évaluation des besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire (ECS) des bâtiments neufs du PLQ est basée sur la norme SIA 380/1, en considérant un besoin spécifique de 75 MJ/m² pour l'affectation « habitat » et 25 MJ/m² pour les affectations « activités » et « équipements publics », avec une charge de 2 heures par jour.

Le groupement ENSEMBLE s'engage à réaliser le développement puis les ouvrages de l'Opération les Vernets en fonction des exigences de constructions durables suivantes :

- Label site 2'000 watts
- Label Minergie-Eco pour les bâtiments A, B et D
- Standard de construction durable suisse SNBS pour les bâtiments A, B, C et D
- Nature en ville pour le périmètre de l'Opération les Vernets

Les besoins de chaleur actuels pour le chauffage et l'ECS des bâtiments existants ont été calculés à partir des informations recueillies sur le site SITG (indice de dépense de chaleur (IDC)). Ces données sont utilisées dans le cas où les bâtiments existants sont conservés en l'état (option 1). Il est important de distinguer les besoins de chaleur des bâtiments neufs et des bâtiments existants car ces derniers n'ont pas les mêmes besoins en température. En effet, les bâtiments neufs ont des besoins basse température pour le chauffage, alors que les bâtiments existants ont des besoins haute température.

Dans le cas où les bâtiments existants sont détruits et reconstruits (option 2), les hypothèses de base pour les bâtiments neufs citées ci-avant sont appliquées.

Par conséquent, dans l'option 1, les besoins de chaleur s'élèvent à 4.7 GWh/an, dont 2.1 GWh/an pour l'ECS pour les bâtiments neufs, et à 1.8 GWh/an, dont 0.6 GWh/an pour l'ECS pour les bâtiments existants. Cela correspond à une demande en puissance de 3 MW pour les bâtiments neufs, et 1.1 MW pour les bâtiments existants (Figure 5).

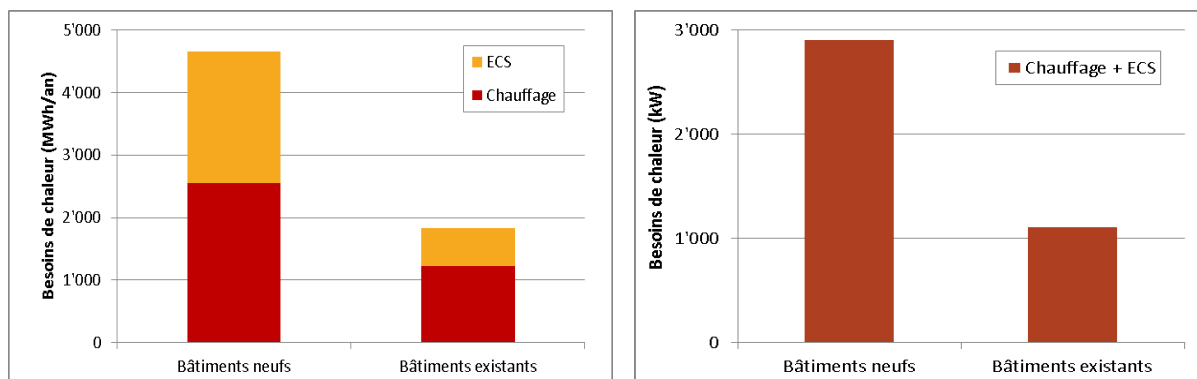


Figure 5 : Besoins de chaleur pour le chauffage et l'ECS du PLQ « Les Vernets » OPTION 1

Dans l'option 2, les besoins de chaleur des bâtiments neufs s'élèvent à 5.2 GWh/an, dont 2.4 GWh/an pour l'ECS. Cela correspond à une demande en puissance de 3.2 MW (Figure 6).

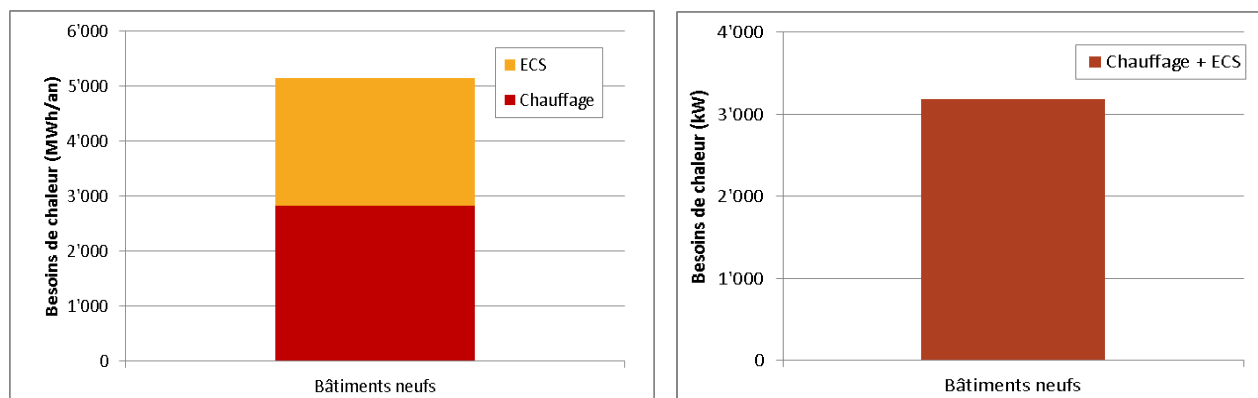


Figure 6 : Besoins de chaleur pour le chauffage et l'ECS du PLQ « Les Vernets » OPTION 2

2.1.2 Besoins de froid

Bien que l'installation de systèmes de refroidissement de bâtiments soit asservie à des conditions constructives et doit faire l'objet d'une justification selon la norme SIA 382/1, la pratique montre que pour des locaux d'activités, les charges internes importantes nécessitent souvent l'installation de tels systèmes. Par conséquent, en considérant une puissance de froid de 30 W/m² et une durée de refroidissement de 900 heures, pour 50% des locaux d'activités (hors surfaces de couloirs, toilettes, etc.), la consommation d'énergie de refroidissement pour l'ensemble du PLQ « Les Vernets » est estimée au maximum à 0.4 GWh/an, soit 0.5 MW. L'installation d'une telle production de froid doit faire l'objet d'une demande d'autorisation auprès de l'office cantonal de l'énergie (OCEN).

2.1.3 Besoins d'électricité

Les besoins d'électricité du PLQ « Les Vernets » devront respecter l'art. 12B, al. 2 let. c du règlement d'application de la loi sur l'énergie, qui stipule que : « 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 ».

En prenant en compte cette exigence légale, l'évaluation des besoins d'électricité pour l'éclairage et la ventilation/climatisation de l'ensemble des bâtiments du PLQ « Les Vernets » s'élève à environ 5.6 GWh/an, répartis entre l'éclairage et la ventilation de la manière suivante :

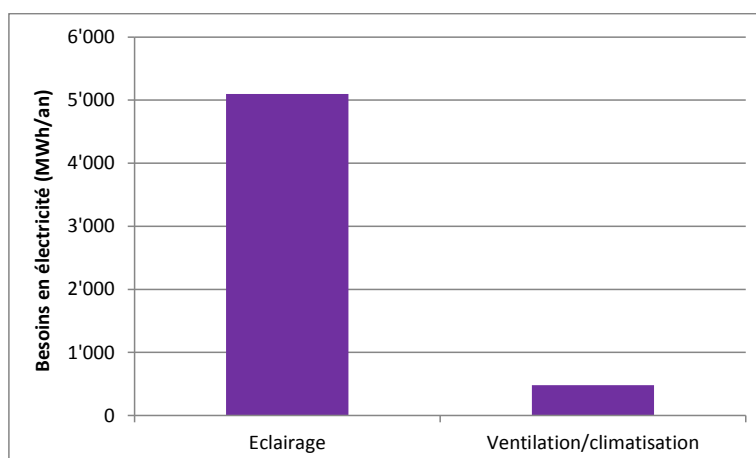


Figure 7 : Besoins d'électricité pour l'éclairage, la ventilation et la climatisation du PLQ « Les Vernets »

2.1.4 Pourcentage minimal d'approvisionnement en énergies renouvelables

La construction de bâtiments au standard HPE implique le respect de deux exigences quant au pourcentage minimum d'approvisionnement énergétique par des sources renouvelables, stipulées dans l'art. 12B al 2 let. b du REn et l'art 15 al 2 de la LEn :

- « 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 » art 12B al 2 let c REn
- « Tout nouveau bâtiment ou toute extension d'un bâtiment existant sont en principe équipés de capteurs solaires thermiques, lesquels couvrent au minimum 30% des besoins de chaleur admissibles pour l'eau chaude sanitaire. Le règlement prévoit des exceptions, notamment lorsque ces besoins sont couverts par d'autres énergies renouvelables, ou en cas de toiture mal orientée, de locaux inoccupés pendant l'été ou de faible besoin en eau chaude sanitaire en raison notamment de l'affectation de l'immeuble. ».art. 15 al 2 LEn.

Ainsi, la part maximale d'énergie non renouvelable admissible pour un standard HPE peut être respectée par différentes mesures qui doivent être judicieusement combinées entre elles : une excellente enveloppe thermique, une ventilation avec récupération de chaleur et une couverture des besoins par des énergies renouvelables.

2.2 Infrastructures énergétiques existantes et projetées

2.2.1 Réseaux

L'ensemble de la zone est desservie par le réseau électrique et par le réseau gaz.

En revanche, aucun réseau thermique, de chauffage à distance ou d'énergie n'est présent, ni projeté, à l'intérieur ou à proximité du périmètre du PLQ.

2.2.2 Chaudières existantes

Les bâtiments existants situés dans le périmètre du PLQ sont alimentés par des ressources fossiles. Les bâtiments le long de la route des Acacias sont alimentés par des chaudières mazout. Les bâtiments sont regroupés en trois lots, il y a donc trois chaudières. Les puissances totales des chaudières sont présentées dans le Tableau 3 ci-après.

Adresse	Parcelle	Bâtiment	P. chaudière (kW)
rte Acacias 3-5	4084	K772	330
rte Acacias 7		K773	
rte Acacias 9		1'489	
rte Acacias 11	2812	K801	460
rte Acacias 11bis		K802	
rte Acacias 17 19 21	4088	K960	320
		K749	
		1'490	
		1'491	

Tableau 3 : Puissance des chaudières installées dans les bâtiments existants

2.3 Potentiel des ressources énergétiques renouvelables et locales

Le contexte environnemental dans lequel s'inscrit le PLQ « Les Vernets » est décrit en détail dans le rapport d'impact sur l'environnement, établi par nos soins, en parallèle du CET. Sur cette base, et au vu des enjeux spécifiques relatifs au concept énergétique de quartier, certains éléments influençant les orientations possibles du concept énergétique, déjà discutés dans le CET du PDQ PAV, sont présentés ici. Il s'agit notamment des conditions actuelles de pollution de l'air et hydrogéologiques au droit du site.

2.3.1 Qualité de l'air et possibilité d'implantation de centrale à bois

Conformément aux conditions de simulations du modèle Cadero (vs 2.2.5) employé par le Service de l'air, du bruit et des rayonnement non-ionisants (SABRA) pour l'évaluation des émissions atmosphériques, la pollution induite par le PLQ « Les Vernets » est évaluée dans un périmètre d'une surface de 1 km² centré sur le projet (maille kilométrique représentative englobant le projet et les principaux axes de circulation sollicités). Ce périmètre est présenté dans la Figure 8 ci-après.

Renseignements sur la qualité de l'air sur le site des Vernets (Genève) en 2014

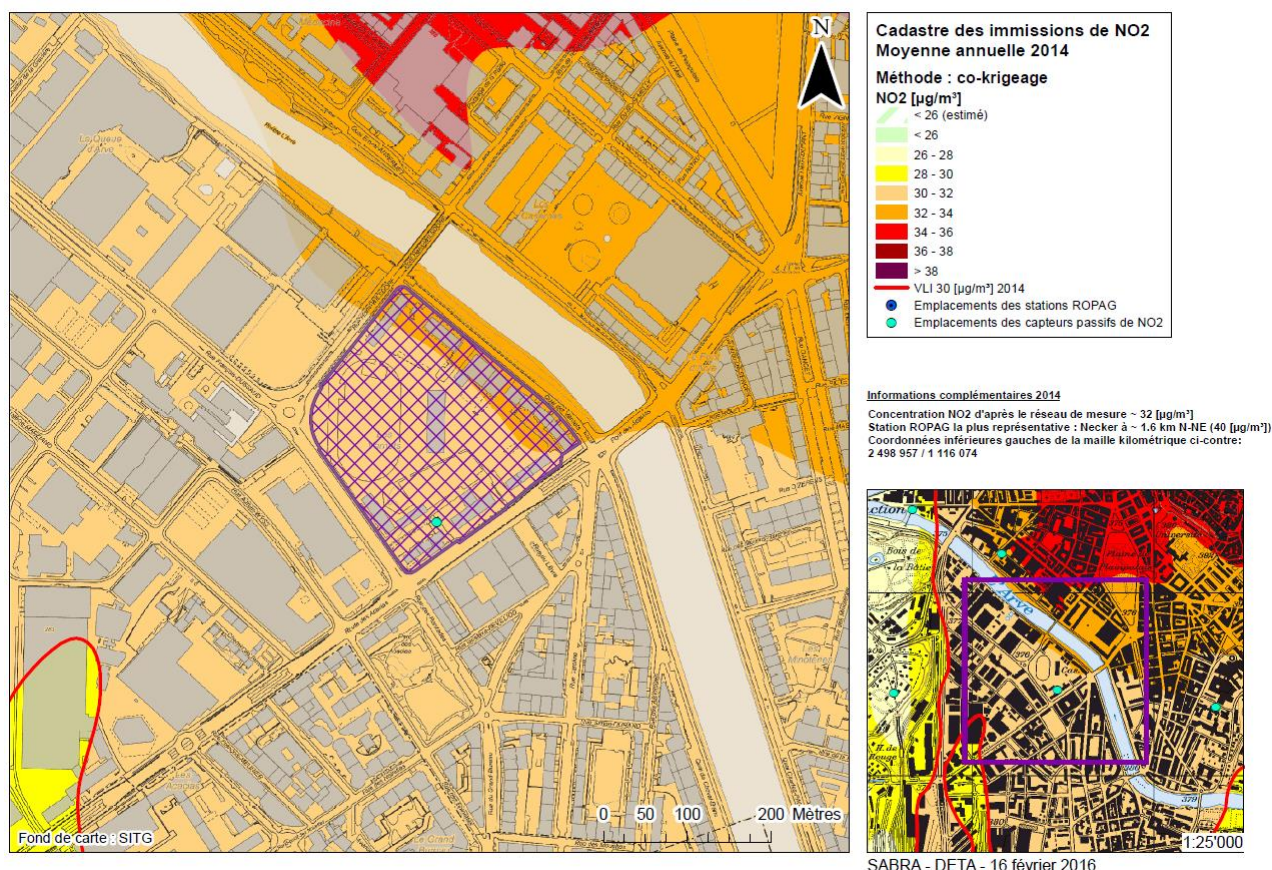


Figure 8 : Périmètre d'étude considéré pour l'hygiène de l'air et cadastre des immissions de NO₂ (moyenne sur l'année 2014)

Selon les informations transmises par le SABRA, le réseau des capteurs passifs indique une moyenne annuelle des émissions de NO₂ s'élevant à 32 µg/m³ en 2014 sur la maille kilométrique de référence.

La station ROPAG de Necker, située quant à elle à environ 1.6 km au Nord/Nord-Est du périmètre du projet présente une moyenne annuelle des immissions de NO₂ s'élevant à 40 µg/m³.

Le périmètre du PLQ « Les Vernets » se trouve donc dans un secteur qui présente une concentration de NO₂ supérieure à la valeur limite d'immissions de l'OPair, fixée à 30 µg/m³/an.

Les immissions de poussières en suspension (PM10) sont légèrement inférieures à la valeur limite de l'OPair (fixée à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), avec 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau de la station ROPAG de Necker.

Les immissions d'ozone (O_3) relevées par la station ROPAG de Necker, mettent en évidence la non-conformité du site par rapport à la valeur fixée par l'OPair (1 $\text{Nb}_h > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) avec 30 dépassements sur l'année 2014.

Le quartier des Vernets présentant déjà des valeurs d'immissions de NO_2 supérieures à la valeur limite fixée par l'OPair, il n'est pas possible d'installer une nouvelle centrale thermique à base de bois de chauffage dans le périmètre.

2.3.2 Valorisation du potentiel solaire local

Dans le cadre de nouvelles constructions, l'implantation de capteurs solaires thermiques et/ou photovoltaïques est possible dans tous les cas de figure, en prenant en compte d'éventuels conflits d'utilisation des toitures pour d'autres besoins (architecture, ventilation, etc.). Dans le cadre de constructions existantes, plusieurs paramètres doivent être pris en compte, comme le poids supporté par la toiture et la possibilité de se raccorder à la production d'énergie existante.

Dans le cas de l'option 1, nous allons considérer que l'installation de panneaux solaires n'est possible que sur les bâtiments neufs. Dans le cas de l'option 2, l'installation de panneaux solaires est possible sur tous les bâtiments.

Deux scénarios d'exploitation du potentiel solaire local ont été envisagés. Le 1^{er} scénario consiste à exploiter le potentiel avec des capteurs solaires thermiques et/ou des panneaux solaires photovoltaïques. Le 2nd scénario consiste à exploiter le potentiel solaire local avec des panneaux solaires hybrides, c'est-à-dire produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur.

Concernant le 1^{er} scénario, le potentiel de production d'énergie solaire pour le PLQ « Les Vernets » a été évalué sur la base des hypothèses suivantes :

- Installation possible uniquement en toiture, dont la surface brute s'élève à environ 17'100 m^2 pour l'option 1 et 19'400 m^2 pour l'option 2 ;
- Seulement 70% de la surface de toiture est utilisable (encombrement par d'autres infrastructures techniques) ;
- En considérant un angle de pose de 30°, la surface brute de toiture nécessaire pour l'installation de 1 m^2 de panneau solaire thermique est de 3 m^2 ;
- En considérant un angle de pose de 15°, la surface brute de toiture nécessaire pour l'installation de 1 m^2 de panneau solaire photovoltaïque est de 1.5 m^2 ;
- La production de chaleur annuelle moyenne spécifique des panneaux solaires thermiques est de 400 kWh/m^2 de panneau installé ;
- La production d'électricité annuelle moyenne spécifique des panneaux solaires photovoltaïques est de 125 kWh/m^2 de panneau installé.

Sur la base de ces hypothèses, et en prenant compte du 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 en toiture est de :

- pour le solaire thermique : environ 4'000 m^2 pour l'option 1 et 4'500 m^2 pour l'option 2 ;
- pour le solaire photovoltaïque : environ 8'000 m^2 pour l'option 1 et 9'100 m^2 pour l'option 2.

L'évaluation de la production potentielle d'énergie solaire du PLQ « Les Vernets » est présentée dans la Figure 9 ci-après.

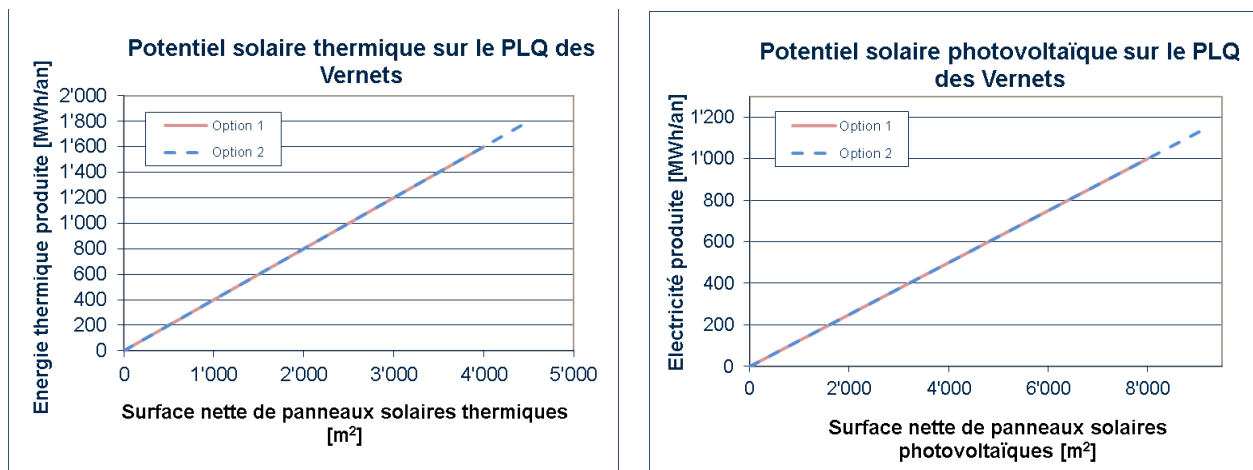


Figure 9 : Scénario 1 - Evaluation du potentiel de production d'énergie solaire thermique et photovoltaïque des Vernets

Concernant le premier scénario, le potentiel solaire thermique maximal s'élève ainsi à 1'600 MWh/an pour l'option 1 et à 1'800 MWh/an pour l'option 2. Le potentiel solaire photovoltaïque maximal s'élève quant-à-lui à 1'000 MWh/an pour l'option 1 et 1'100 MWh/an pour l'option 2.

Concernant le second scénario, sachant qu'un panneau solaire photovoltaïque standard perd en efficacité à mesure qu'il s'échauffe, l'ajout d'un circuit hydraulique sous ce panneau permet de le refroidir et ainsi maintenir un meilleur rendement. De plus, la chaleur dégagée par le panneau peut être récupérée et utilisée, notamment pour le préchauffage de l'ECS. Ainsi, les capteurs hybrides permettent de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur et à un meilleur rendement qu'au premier scénario.

Le potentiel de production d'énergie solaire pour le PLQ « Les Vernets » a été évalué sur la base des hypothèses suivantes :

- Les surfaces de toiture disponibles sont identiques au premier scénario ;
- En considérant un angle de pose compris entre 15° et 30°, la surface brute de toiture nécessaire pour l'installation de 1 m² de panneau solaire hybride est de 2 m² ;
- La production de chaleur annuelle moyenne spécifique des panneaux solaires hybrides est de 450 kWh/m² de panneau installé ;
- La production d'électricité annuelle moyenne spécifique des panneaux solaires hybrides est de 150 kWh/m² de panneau installé.

Sur la base de ces hypothèses, et en prenant compte le fait que les panneaux installés sont de type hybrides, la surface nette totale de panneaux solaires pouvant potentiellement être installée en toiture est de 6'000 m² pour l'option 1 et 6'800 m² pour l'option 2.

L'évaluation de la production potentielle d'énergie solaire du PLQ « Les Vernets » est présentée dans la Figure 10 ci-après.

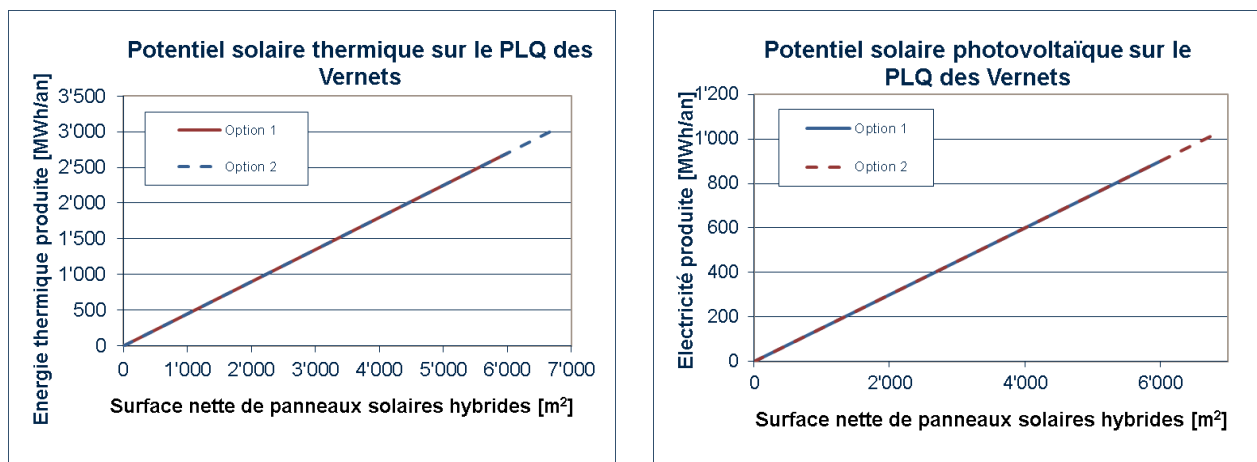


Figure 10 : Scénario 2 - Evaluation du potentiel de production d'énergie solaire thermique et photovoltaïque des Vernets

Concernant le second scénario, le potentiel solaire thermique maximal s'élève ainsi à 2'700 MWh/an pour l'option 1 et à 3'100 MWh/an pour l'option 2. Le potentiel solaire photovoltaïque maximal s'élève quant-à-lui à 900 MWh/an pour l'option 1 et 1'000 MWh/an pour l'option 2.

Le second scénario permettant de produire plus d'énergie que le premier scénario, il sera privilégié.

2.3.3 Conditions géologiques et hydrogéologiques et possibilités d'exploitation de ressources géothermiques

La zone du PLQ « Les Vernets » n'est pas située dans une zone où l'implantation de sondes géothermiques est interdite ou une zone où il est nécessaire de demander auprès du service de géologie sols et déchets (GESDEC) des renseignements complémentaires.

Géothermie faible profondeur (250 m)

Dans le cas de l'option 1, il est possible d'implanter des sondes sur l'ensemble du périmètre du PLQ hormis sous l'emprise des bâtiments existants situés le long de la route des Acacias, y compris sous les emprises des bâtiments et sous-sols projetés. Dans le cas de l'option 2, les bâtiments existants étant considérés comme démolis puis reconstruits, il est également possible de prévoir l'implantation de sondes au-dessous de ces derniers.

Le potentiel maximal de la géothermie faible profondeur a été calculé en considérant que des sondes géothermiques pouvaient être implantées sur 100% de la surface disponible pour chaque option, sur une profondeur de 250 m, avec une emprise de 80 m² par sonde (espacement de 10 mètres entre chaque sonde) et une puissance moyenne de 45 W/ml (Tableau 4).

	Surface PLQ (m²)	Surface exploitable (m²)	Qté de sondes (n)	Longueur de sondes (ml)	P. soutirable au sol (kW)	E. soutirable au sol (kWh)
Option 1	58'300	50'000	625	156'250	7'031	14'062'000
Option 2	58'300	52'300	653	163'250	7'346	14'692'000

Tableau 4 : Potentiel géothermique maximal pour l'option 1 et l'option 2

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 2.3 MW, soit 4.7 GWh/an pour l'option 1 et 2.5 MW, soit 4.9 GWh/an

pour l'option 2, afin de fournir au total 9.4 MW, soit 18.8 GWh/an de chaleur dans le 1^{er} cas et 9.9 MW, soit 19.6 GWh/an dans le 2^{ème} cas.

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.

Afin de conserver cet équilibre, il est nécessaire de ne pas trop prélever d'énergie afin que le terrain se recharge naturellement et/ou de réinjecter la même quantité d'énergie que ce qu'on lui a prélevée. Pour cela, nous pouvons réinjecter les rejets de chaleur provenant notamment de la production de froid dans le sol. Dans notre cas d'étude, les besoins de chaud sont nettement supérieurs aux besoins de froid, il serait donc nécessaire de réinjecter la chaleur des panneaux solaires dans le sol. De plus, un déséquilibre entre les besoins de chaud et de froid n'est pas optimal du point de vue économique.

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

Le programme GEothermie 2020 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 envisager l'exploitation de la géothermie moyenne profondeur (700-1'800 mètres). Sur quelques sites sélectionnés d'ici à l'horizon 2020.

À l'échelle du périmètre PAV, la synthèse des données disponibles et les investigations géophysiques préliminaires réalisées en 2015 montre que le potentiel le plus intéressant se situerait avant tout dans la partie sud du périmètre, en lien avec les caractéristiques géologiques mais également de la cohérence territoriale d'exploiter une nouvelle ressource « haute température ». C'est dans ce secteur que les phases suivantes du programme GEothermie 2020 vont se déployer au cours de ces prochaines années. L'exploitation de la ressource géothermique moyenne ou grande profondeur ne constitue donc pas une option à considérer pour le CET du PLQ Les Vernets.

2.3.4 Rejets de chaleur et stockage saisonnier

Les principaux rejets de chaleur à proximité immédiate du PLQ « Les Vernets » sont ceux de Rolex et du Centre sportif des Vernets. Ce sont tous deux des importants consommateurs de froid, qui ont par conséquent des rejets de chaleur importants. Il existe donc un potentiel de synergies entre ces acteurs et les besoins du nouveau quartier des Vernets.

Selon l'étude « Projet Rolex-Vernets – Phase D » réalisée par le bureau Amstein+Whalthert en janvier 2011¹, la patinoire des Vernets valoriserait quasiment entièrement ses rejets de chaleur à l'interne et ils ne seraient donc plus disponibles. En effet, 15% de ces derniers seraient valorisés directement par la patinoire pour les besoins d'eau chaude sanitaire, et les 85% restants seraient valorisés pour les importants besoins de chauffage de la piscine.

Cependant, lors d'une séance en janvier 2016 avec le Service de l'énergie de la ville de Genève, il a été affirmé que les rejets de chaleur de la patinoire n'étaient actuellement que très peu valorisés avec seulement 15% de valorisation pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire à l'interne. Ainsi, les 85% restants seraient potentiellement disponibles pour couvrir une partie des besoins de chaleur du quartier des Vernets.

Les rejets de chaleur de Rolex sont quant à eux potentiellement disponibles. Cependant, selon les données de l'étude « Projet Rolex-Vernets – Phase D » réalisée par le bureau Amstein+Whalthert en janvier 2011, ces derniers ne sont pas constants sur l'année. Ces rejets présentent un bandeau relativement

¹ Amstein+Walthert ; *Projet Rolex-Vernets – Service Cantonal de l'Energie – Services Industriels de Genève – Projet sur mandat du ScanE et des SIG – Phase D : Boucle d'anergie* ; Janvier 2011

constant sur l'année en étant toutefois plus importants en été qu'en hiver (Tableau 5). La puissance moyenne de ces rejets thermiques est de 920 kW, soit environ 8'000 MWh/an².

	Puissance (kW)	Energie (MWh)
Eté	1'754	7'703
Hiver	87	384
TOTAL	921	8'087

Tableau 5 : Rejets de chaleur du site Rolex

Ces rejets de chaleur étant plus importants lorsque les besoins de chauffage sont faibles, leur valorisation optimale implique de pouvoir stocker la chaleur de ces rejets afin de pouvoir la réutiliser lors de la période de chauffe. Le sous-sol peut alors servir de stockage saisonnier. La chaleur des rejets peut être injectée dans le sol via des sondes géothermiques. Au vu du potentiel géothermique calculé précédemment, les rejets de chaleur de Rolex peuvent être entièrement stockés dans le sol sur le périmètre du PLQ PAV.

2.3.5 Hydrothermie – Lac Léman (Réseau GéniLac)

Le projet actuel de GéniLac développé par SIG prévoit le déploiement le long du Rhône d'une branche desservant le quartier de La Jonction.

Cette infrastructure ne présentera cependant pas une capacité suffisante pour envisager son extension au niveau du périmètre PAV.

Néanmoins, au vu du potentiel représenté par le développement progressif de l'ensemble du périmètre PAV, les SIG sont conscient de l'intérêt stratégique à développer le réseau GéniLac dans ce secteur.

Une étude préliminaire de faisabilité et d'opportunité relative à la réalisation d'une nouvelle branche d'environ 1,8 km, réalisée sous la forme d'une galerie profonde en tunnelier, qui pourrait relier le lac (p.ex. au large du Jardin-Anglais) jusqu'à l'entrée du périmètre PAV, à proximité du pont Hans Wilsdorf devrait être prochainement lancée par SIG afin d'en confirmer l'intérêt et d'en préciser les conditions de mise en œuvre.

Cependant, même en cas d'issue favorable, cette infrastructure ne serait vraisemblablement pas mise en exploitation à l'horizon de mise en service du PLQ Les Vernets.

La possibilité de bénéficier d'un raccordement au réseau GeniLac doit donc être prise en compte en tant qu'opportunité ultérieure éventuelle dans le cadre de l'élaboration du CET du PLQ Les Vernets.

2.4 Rôle des acteurs concernés

Au vu des infrastructures énergétiques existantes et projetées, ainsi que des projets d'urbanisation connexes, nous pouvons établir un tableau de synthèse des acteurs concernés et de leur rôle, donné dans le Tableau 6 ci-après.

Le nombre important d'acteurs impliqués dans le projet a déjà nécessité un travail de coordination important qui devra se poursuivre lors des étapes ultérieures de concrétisation des aménagements prévus par le PLQ.

² Amstein+Walthert ; *Projet Rolex-Vernets – Service Cantonal de l'Energie – Services Industriels de Genève – Projet sur mandat du ScanE et des SIG – Phase D : Boucle d'anergie* ; Janvier 2011

Acteur	Rôle général pour la concrétisation du PLQ Les Vernets	Rôle particulier quant au CET et sa concrétisation
Investisseurs du PLQ des Vernets – Groupement ENsemble	Investisseurs du PLQ des Vernets	Pilotage de la conception et de la mise en œuvre des infrastructures nécessaires. Définition de la structure opérationnelle du projet (mise en œuvre et exploitation et financement)
État de Genève – DALE – OU puis OAC	Création des conditions-cadre du développement du PLQ	Coordination administrative des acteurs concernés
État de Genève – DALE – OCEN	Intégration adéquate des enjeux énergétiques dans les orientations générales et pesées d'intérêt	Validation du CET et des volets énergétiques es DD Coordination et facilitation dans la mise en œuvre de solutions nécessitant la coordination avec des acteurs externes
Ville de Genève – Service d'urbanisme et Service de l'Energie	Accompagnement du projet urbain, préavis dans le cadre des requêtes en autorisation	Coordination entre aménagement urbain et mise en œuvre des infrastructures énergétiques
Ville de Genève – Propriétaire et exploitant d'importantes installations environnantes : Patinoire/Piscine/Centre de Voirie		Préciser les possibilités de synergies énergétiques à l'état actuel et en tenant compte des évolutions futures. Définir les conditions cadre techniques et organisationnelles permettant de les concrétiser
Rolex	Mise à disposition de ses rejets de chaleur	Préciser les conditions cadre d'intégration au concept (conditions de valorisation des rejets y.c. scénarios d'évolution future possibles ; intérêt des nouvelles infrastructures pour le site Rolex)
Services Industriels de Genève (SIG)		Opérateur des réseaux gaz et électricité Développement potentiel d'infrastructures majeures (extension GéniLac ; GEothermie 2020) Contracteur énergétique local potentiel
Gestionnaire réseau/contracteur		Conception détaillée, réalisation et le cas d'échéant exploitation des infrastructures sur mandat du Groupement des investisseurs

Tableau 6 : Tableau de synthèse des acteurs du concept énergétique et de leur rôle

2.5 Synthèse de l'état des lieux

L'état des lieux présenté dans le présent chapitre a permis de mettre en évidence les points suivants à prendre en compte dans le cadre de l'établissement du concept énergétique territorial du PLQ « Les Vernets » :

- Les besoins de chaleur pour le chauffage et l'ECS de la totalité du PLQ s'élèvent à 6.5 GWh/an (4.1 MW) dans le cas où les bâtiments existants le long de la route des Acacias sont conservés en l'état et à 5.2 GWh/an (3.2 MW) dans la cas où les bâtiments le long de la route des Acacias sont détruits et reconstruits ;
- Les besoins de froid du PLQ « Les Vernets » sont estimés à 0.4 GWh/an (0.5 MW).
- Les besoins en électricité pour l'éclairage, la ventilation et la climatisation du périmètre sont estimés à 5.6 GWh/an.
- La réalisation d'une nouvelle centrale de production de chaleur à base de bois n'est pas envisageable sur le périmètre ;
- La pose de panneaux solaires est possible. Plusieurs scénarios sont envisageables :
 - La pose de panneaux solaires thermiques sur la totalité des toitures qui couvriraient alors plus de 60% des besoins d'ECS des bâtiments.
 - La pose de panneaux solaires photovoltaïques sur la totalité des toitures qui couvriraient environ 20% des besoins en électricité pour l'éclairage, la ventilation des bâtiments et le refroidissement des locaux d'activités.
 - Un mix entre panneaux solaires thermiques et panneaux solaires photovoltaïques.
 - La pose de panneaux solaires hybrides sur la totalité des toitures permettant de couvrir à la fois plus de 100% des besoins d'ECS des bâtiments et 16% de leurs besoins en électricité.
- L'implantation de sondes géothermiques faible profondeur (250 ml) est envisageable sur le périmètre. Elles permettent de couvrir largement les besoins de chaleur du site. Compte tenu de la nette prépondérance de besoins de chaleur par rapport à ceux de froid au niveau du PLQ, une injection de chaleur (panneaux solaires, rejets thermiques) est nécessaire afin de préserver l'équilibre thermique du sous-sol. Elles peuvent également servir au stockage saisonnier des rejets de chaleur.
- La géothermie moyenne profondeur n'est pas envisagée d'être développée à l'horizon de concrétisation du PLQ Les Vernets dans ce secteur du périmètre PAV selon les récents développements du programme GEothermie 2020 ;
- L'entreprise Rolex et potentiellement la patinoire des Vernets, situés à faible proximité du PLQ « Les Vernets », constituent des sources de chaleur disponible avec d'importants rejets de chaleur répartis sur l'année provenant de leur production de froid.
- L'éventualité de réaliser une nouvelle branche du réseau GéniLac jusqu'au périmètre PAV est potentiellement envisagée par SIG qui prévoit d'engager des études de faisabilité et d'opportunité à ce propos.

3. Propositions et analyse de stratégies énergétiques locales

Pour rappel, deux options ont été analysées dans le présent rapport concernant le PLQ « Les Vernets » :

- Option 1 : conservation en l'état du bâti existant le long de la route des Acacias, démolition des autres bâtiments existants et construction de quatre nouveaux bâtiments ;
- Option 2 : démolition des bâtiments existants, reconstruction des bâtiments le long de la route des Acacias et construction de quatre nouveaux bâtiments.

Comme mentionné précédemment, l'extension du réseau GéniLac est envisagée et il passerait à proximité du PLQ « Les Vernets ». Cependant, son extension est encore très incertaine et ne sera certainement pas réalisée à l'horizon de construction des premiers bâtiments du PLQ « Les Vernets ». Une stratégie de raccordement à ce réseau afin d'assurer les besoins énergétiques des bâtiments du site ne peut donc pas être retenue à ce stade du projet.

Au vu des potentiels des ressources énergétiques locales développées ci-avant (solaire, rejets de chaleur, stockage saisonnier), une boucle d'anergie constitue la solution optimale pour l'approvisionnement énergétique du PLQ Les Vernets. Ce concept a été retenu par Le Groupement Ensemble à ce stade d'élaboration du projet sur la base d'une approche développée par le bureau Amstein+Walthert.

Elle consiste en une boucle maintenue entre 12 et 15°C dans laquelle les preneurs puisent ou injectent leur énergie. Cette boucle serait reliée à des sondes géothermiques utilisées uniquement pour réaliser un stockage d'énergie saisonnier dans le sol (stockage de l'énergie des rejets thermiques et des panneaux solaires). L'énergie contenue dans la boucle serait ensuite valorisée par l'usage de pompes à chaleur. La Figure 11 ci-après présente de façon schématisée le principe de la stratégie de boucle d'anergie proposée.

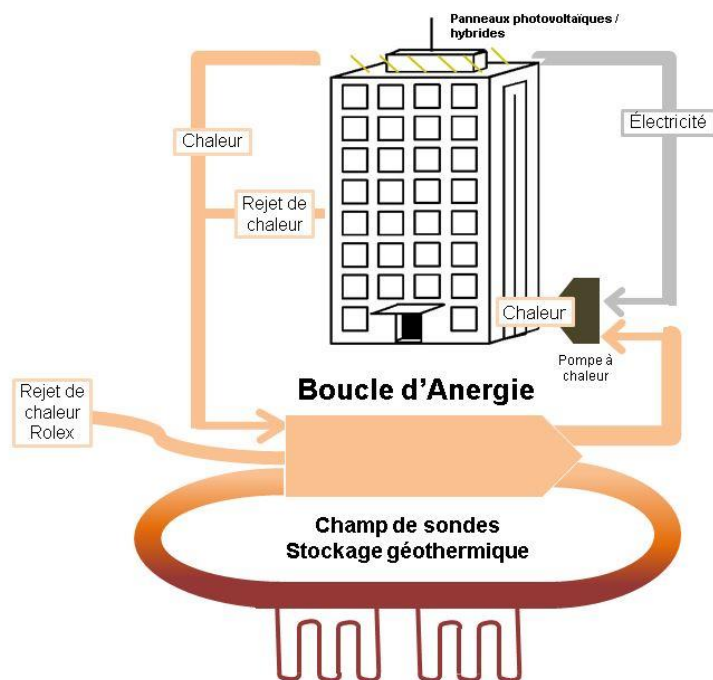


Figure 11 : Schéma de principe de la boucle d'anergie proposée

Chaque bâtiment neuf et reconstruit serait équipé d'une pompe à chaleur dont la source froide serait cette boucle d'anergie afin de répondre à ses besoins de chaleur. Cette solution n'est malheureusement pas réalisable pour les bâtiments existants conservés en l'état (option 1) et dont les besoins en température sont trop importants. Dans ce cas précis, les bâtiments peuvent soit continuer de fonctionner avec leur chaudière actuelle, soit utiliser une pompe à chaleur air/eau qui préchaufferait l'eau et dont la température serait ensuite rehausser par la chaudière.

Ce concept de boucle d'anergie couplée à des PAC présentant un COP de 4 pourrait couvrir la totalité des besoins de chaleur du PLQ Les Vernets (4.7 GWh/an pour l'option 1 et 5.2 GWh/an pour l'option 2) en injectant uniquement les rejets de chaleur de Rolex dans la boucle. Ainsi, environ 50% des rejets de chaleur de Rolex seraient injectés dans la boucle d'anergie. Dans ce cas, l'implantation de panneaux photovoltaïques en toiture permettrait de produire environ 85 % des besoins en électricité pour le fonctionnement des PAC.

Toutefois, afin de ne pas dépendre uniquement des rejets de chaleur de Rolex, il est préférable de considérer d'autres sources de chaleur à injecter dans la boucle d'anergie, comme la chaleur produite par des panneaux solaires thermiques ou hybrides en toiture. Cette chaleur produite, plus importante en été qu'en hiver, peut-être injectée dans la boucle d'anergie et directement utilisée en hiver, ou stockée dans le sol grâce aux sondes géothermiques en été. En considérant la pose de panneaux solaires hybrides sur la totalité des toitures disponibles, la chaleur ainsi injectée dans la boucle associée aux PAC permettrait de couvrir environ 80% des besoins de chaleur du PLQ ce qui impliquerait l'utilisation de moins de 10% des rejets de chaleur de Rolex.

Le présent concept énergétique propose un équilibre entre valorisation des rejets de chaleur de Rolex et utilisation d'une seconde source de chaleur renouvelable, pour diminuer la dépendance de la production de chaleur aux rejets de chaleur de Rolex. Ainsi, la combinaison suivante est proposée :

- Pose de panneaux solaires hybrides sur les toitures des bâtiments C et D, permettant de produire 0.6 GWh/an de chaleur et 0.2 GWh/an d'électricité ;
- Utilisation de 2.9 GWh/an (option 1) à 3.3 GWh/an (option 2) issus des rejets de chaleur de Rolex représentant environ 40% des rejets disponibles.

Cette combinaison entre valorisation des rejets de chaleur disponible et pose de panneaux solaires hybrides permettra de couvrir la totalité des besoins de chaleur du des bâtiments neufs et reconstruits du PLQ Les Vernets (4.7 GWh/an pour l'option 1 et 5.2 GWh/an pour l'option 2). De plus, l'électricité produite par les panneaux hybrides permettra de produire localement une partie de l'électricité consommée par les pompes à chaleur (environ 15%).

Étant donnée l'incertitude liée à la production de froid à ce stade du projet, les rejets de chaleur liés au fonctionnement des groupes de froid n'ont pas été considérés dans nos calculs. Toutefois, il est à noter que cette production potentielle de chaleur, qui peut être estimée à environ 0.4 GWh/an à ce stade du projet, pourrait également être injectée dans la boucle d'anergie et stockée dans le sol via les sondes géothermiques.

Par ailleurs, ce concept permettra de maximiser le refroidissement passif naturel des bâtiments (freecooling) en été, grâce au maintien de la température de l'ordre de 12 à 15 °C de la boucle d'anergie.

Étant donné que l'on ne prélève aucune calorie au sol à proprement parler, mais qu'on ne fait qu'utiliser la chaleur injectée et stockée, l'espacement des sondes dans le sol pourrait a priori être réduit à seulement 8 mètres, en lieu et place d'un espacement de 10 mètres à considérer pour l'exploitation de la géothermie proprement dite. Ainsi, la surface nécessaire pour l'implantation des sondes s'élève à 9'700 m² dans l'option 1 (soit 20% des surfaces exploitables du PLQ) et 10'700 m² dans l'option 2 (soit 20% des surfaces exploitables du PLQ). Dans l'option 2, une partie des sondes pourrait être implantée sur les parcelles des bâtiments reconstruits.

Le concept proposé permettra donc à terme d'assurer la totalité des besoins thermiques du PLQ « Les Vernets » à partir de sources d'énergies 100% renouvelables, apport en électricité réservé. De cette manière le concept énergétique territorial proposé est conforme aux exigences en vigueur, et laisse même à disposition 60% des rejets de chaleur de Rolex pour un autre preneur.

Cette boucle d'anergie est en outre totalement compatible en tant que premier maillon local d'une interconnexion potentielle future avec un raccordement à une nouvelle branche du réseau Génilac

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

Le site du PLQ « Les Vernets » est inclus dans le périmètre du PAV qui a pour but de développer de manière cohérente l'ensemble des plans localisés de quartier compris dans ce périmètre élargi. Le quartier des Vernets est l'un des premiers grands projets du PAV à voir le jour et par conséquent, la planification et le développement des réseaux et des infrastructures prévus à l'échelle globale du périmètre PAV ne sont pas encore concrétisés.

L'approche définie dans le présent concept énergétique territorial intègre les éléments énoncés par le maître de l'ouvrage, le Groupement Ensemble et son mandataire énergie et les résultats des échanges avec la Ville de Genève, les SIG, les responsables des PLQ Acacias 2 et Etoile et l'OCEN.

Les enjeux énergétiques, mis en exergue par le concept énergétique territorial, dépassent le périmètre strict du PLQ. Le concept énergétique territorial pourra faire l'objet d'avenants précisant les conditions de mise en œuvre.

Les nouveaux bâtiments qui verront le jour dans le PLQ devront respecter le standard HPE (ou MINERGIE®) et présenteront ainsi une excellente qualité d'enveloppe thermique. De plus, leurs besoins énergétiques devront être couverts avec une importante part d'énergies renouvelables.

Les bâtiments existants situés au niveau de la Route des Acacias sont destinés soit à rester en l'état, ce qui d'un point de vue énergétique ne serait pas optimal, soit à être détruits et reconstruits. Une rénovation de ces derniers peut également être envisagée. Les deux dernières possibilités permettraient d'améliorer significativement l'enveloppe thermique actuelle des bâtiments, et ainsi de diminuer leurs besoins de chaleur.

Le périmètre du PLQ « Les Vernets » présentant plus de 80% de logements et seulement 20% d'activités et équipements publics, les besoins de chaleur sont très importants comparés aux besoins de froid des bâtiments qui représentent moins de 10% des besoins thermiques des bâtiments.

Le présent rapport a permis d'évaluer les besoins énergétiques du quartier des Vernets, et de mettre en évidence les éléments déterminants du contexte territorial du projet dans le cadre de son approvisionnement énergétique.

Sur cette base, la stratégie de la boucle d'anergie s'est démarquée des autres et peut être considérée comme la plus appropriée. En effet, l'étude des besoins de chaud et de froid des différents preneurs a permis de montrer la complémentarité de ces derniers et ainsi justifier l'intérêt de la boucle d'anergie. Cependant, la chaleur rejetée dans la boucle n'est pas toujours en phase avec les besoins de chaleur du site, d'où l'intérêt de coupler cette boucle d'anergie avec des sondes géothermiques permettant de valoriser la capacité intersaisonnière du terrain.

Les caractéristiques marquantes de cette stratégie sont identifiées dans le Tableau 7 ci-après.

Critères	Stratégie Boucle d'Anergie
Qualité et sécurité d'approvisionnement	Garantie
Besoins de coordination sur le périmètre élargi	Coordination entre le MO du PLQ « Les Vernets » et Rolex
Contribution à la transition énergétique du périmètre élargi	Potentiel de valorisation d'énergie excédentaire possible (60% des rejets de chaleur de Rolex)
Valorisation des rejets thermiques / mise en œuvre des principes d'écologie industrielle	Valorisation de la totalité des rejets thermiques du périmètre du PLQ et valorisation de 40% des rejets thermiques de Rolex
Conso. électrique liée à l'approvisionnement thermique des bâtiments	~ 1'300 MWh/an
Émissions de CO ₂ liées à l'approvisionnement thermique (liées à la consommation d'électricité selon SIG : 12.4 g/kWh)	~ 13 tonnes/an
Valorisation des ressources du périmètre restreint	Potentiel solaires, potentiel de rejets de chaleur et potentiel de stockage géothermique faible profondeur valorisé de manière optimale

Tableau 7 : Caractéristiques de la stratégie retenue

La concrétisation du concept devra répondre non seulement aux besoins du périmètre restreint du PLQ Les Vernets mais également et surtout permettre de concrétiser les opportunités à l'échelle du périmètre élargi.

À terme, la boucle d'anergie peut être un des déclencheurs d'une infrastructure d'envergure pour l'ensemble du périmètre PAV.

La valorisation de la ressource « rejets de chaleur » doit être optimisée en intégrant à terme le périmètre élargi (les besoins énergétiques du PLQ Vernets ne mettent à contribution que 40% des rejets de chaleur de Rolex), soit en particulier le Centre Sportif des Vernets, le site de la Ville, le PLQ Acacias¹, qui peuvent être soit des preneurs ou des fournisseurs d'énergie, ou alternativement les deux, contribuant ainsi à l'exploitation rationnelle d'une infrastructure durable d'envergure.

Cependant, des précisions restent à apporter dans le cadre de la concrétisation de ce projet, sur le plan de l'organisation de la structure en charge de mettre en œuvre et d'exploiter les infrastructures nécessaires, de préciser les conditions cadre permettant d'intégrer cette boucle d'anergie à une mise en réseau élargie au périmètre PAV, mais également en ce qui concerne la capacité effective de stockage thermique du terrain au moyen d'une simulation thermique dynamique du terrain.

Concernant le financement du projet, il pourrait faire l'objet d'un contracting. Cela consiste à confier tous les aspects techniques et financiers d'une prestation choisie à un fournisseur, contre un prix garanti sur la durée du contrat.

Ces réflexions quant à la mise en œuvre opérationnelle du concept ont d'ores et déjà été initiées par le Groupement Ensemble.

Une étude de faisabilité a été établie par Amstein+Walthert en juillet 2016. Le tracé de la boucle d'anergie découle des preneurs et de leurs besoins et rejets de chaleur. L'axe central de la boucle serait la rue François-Dussaud sur lequel deux attentes seraient placées (une au croisement route des Acacias et rue François-Dussaud et l'autre au croisement rue François-Dussaud et rue Boissonnas) afin de prévoir le raccordement futur d'autres entités sur la boucle.

Il est prévu à ce stade de confier la réalisation et l'exploitation de cette infrastructure à un opérateur sous la forme d'un « contracting énergétique », avec le planning prévisionnel suivant :

- Etablissement du cahier des charges du contracting : hiver 2016/2017
- Appel d'offres contracting et choix de l'opérateur : été 2017

- Dépôt des dossiers d'autorisation de construire : 2018
- Réalisation des infrastructures : 2020 - 2023

Le canton et la ville de Genève 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 ce réseau.

CSD INGENIEURS SA



Eric Säuberli



p.o Sandrine Veyrat

Carouge, le 1er septembre 2016