

CET 2014-05

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

16.07.2014

**QUARTIER
DE L'ETANG**
PLAN LOCALISE DE
QUARTIER
**CONCEPT
ENERGETIQUE
TERRITORIAL**
15 NOVEMBRE 2013

Dominique Perrault Architecture

 **edms** ingénieurs

PRIVERA 
CONSTRUCTION MANAGEMENT

DPA
DOMINIQUE PERRAULT ARCHITECTURE

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	5
2	PERIMETRE DE L'ETUDE	6
3	ETAT DES LIEUX	7
3.1	PERIMETRE D'AMENAGEMENT COORDONNE D'AGGLOMERATION (PACA)	7
3.2	AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET URBANISME	8
3.3	IDENTIFICATION DES PLQ A PROXIMITE DU PROJET	10
3.4	IDENTIFICATION DES PROJETS EN DEVELOPPEMENT	11
3.5	IDENTIFICATION DES CET A PROXIMITE DU PROJET	12
3.6	IDENTIFICATION DES PROPRIETAIRES PUBLICS	13
3.7	IDENTIFICATION DES BATIMENTS D'IMPORTANCE	14
3.8	REPRESENTATION DES AGENTS ENERGETIQUES ET IDC DU SECTEUR	15
3.9	CONTEXTE PATRIMONIAL	16
3.10	DEFINITION DU PERIMETRE ELARGI	17
3.11	QUALITE DE L'AIR	18
3.12	PROTECTION DES EAUX SOUTERRAINES	19
3.13	ZONES POLLUEES	20
3.14	SYNTHESE DE L'ETAT DES LIEUX	21
4	RESEAUX	22
4.1	RESEAU ELECTRIQUE	22
4.2	RESEAU GAZ	23
4.3	ELEMENTS DE CONDUITE	23
4.4	CHAUFFAGE A DISTANCE	24
4.5	RESEAU D'EAUX USEES	25
4.6	GENILAC® BRANCHE URBAINE (GLU)	26
4.7	GALERIES TECHNIQUES	26
5	EVALUATION DES BESOINS ENERGETIQUES DU FUTUR QUARTIER	27
5.1	OBJECTIF D'OPTIMISATION ENERGETIQUE	27
5.2	DECOUPAGE PAR AFFECTATION	28
5.3	INTEGRATION DES ENERGIES RENOUVELABLES	29
5.4	DECOUPAGE DU FUTUR QUARTIER	29
5.5	ESTIMATION DES BESOINS DE CHALEUR	30
5.6	ESTIMATION DES PUISSANCES	30
5.7	ESTIMATION DES BESOINS ELECTRIQUES	31

6	ANALYSE DES RESSOURCES LOCALES	32
6.1	LA GEOTHERMIE	32
6.1.1	EXPLOITATION DE LA NAPPE	34
6.1.2	FORAGES VERTICAUX	35
6.2	SOLAIRE	36
6.3	EOLIEN	38
6.4	BOIS - BIOMASSE	40
6.5	EAUX USEES	41
6.6	L'AEROTHERMIE	43
6.7	REJETS THERMIQUES	43
6.8	RESEAU GENILAC®	44
6.9	CAD LIGNON	44
6.10	SYNTHESE DES POTENTIELS	45
7	STRATEGIE D'APPROVISIONNEMENT	48
7.1	METHODE	48
7.2	MESURES POUR LIMITER LA DEMANDE ENERGETIQUE	49
7.3	SCENARII D'APPROVISIONNEMENT	51
7.3.1	HYPOTHESES ET ARBITRAGES GENERAUX	51
7.3.2	SCENARIO DE BASE	52
7.3.3	SCENARIO ALTERNATIF	58
8	PHASAGE DU PROJET	59
9	ANALYSE DES ACTEURS	60
9.1	CARACTERISATION DES ACTEURS	60
10	CONCLUSION	63

ANNEXES

Annexe 1 :

Plan n° 2 du bureau edms SA « Placement des sondes ».

Annexe 2 :

Taux de renouvelable mensuel dans le réseau CAD SIG en 2015 pour deux scénarii de vente de chaleur

Annexe 3 :

Méthode de calcul pour l'estimation des besoins ECS et chauffage.

PRINCIPALES ABREVIATIONS

CET :

Concept Energétique Territorial

CAD :

Chauffage à distance

CCF / COGÉNÉRATION :

Couplage chaleur force / installation produisant simultanément électricité et chaleur

COP :

Coefficient de performance d'une pompe à chaleur

ECS :

Eau chaude sanitaire

GES :

Gaz à effet de serre

NO₂ :

Dioxyde d'azote

OPAIR :

Ordonnance fédérale sur la protection de l'air

PAC :

Pompe à chaleur

PACA :

Périmètre d'aménagement coordonné d'agglomération

PLQ :

Plan localisé de quartier

PM 10 :

Particules fines

GP :

Grand Projet

OCEN :

Office Cantonal de l'Energie, Genève

SIA :

Société suisse des ingénieurs et architectes

SPB :

Surface brute de plancher

SRE :

Surface de référence énergétique

GP VMA

Grand Projet Vernier - Meyrin - Aéroport

SITG

Système d'Information du Territoire à Genève

IDC :

Indice de Dépense de Chaleur

BT ; MT ; HT :

Basse Température ; Moyenne Température ; Haute Température

GWh :

Gigawatt heure

EU

Eaux Usées

1 INTRODUCTION

Le présent concept énergétique territorial (CET) accompagne le PLQ du Quartier de l'Étang et a pour objectif d'apporter des éléments de réponse afin de déployer une stratégie énergétique cohérente. Il permet d'avoir une réflexion à grande échelle et d'intégrer des projets d'envergure. L'approche de ce concept se base sur la directive relative au concept énergétique territorial et prétendra à :

- L'organisation des relations entre les acteurs en rapport avec leur environnement ;
- La diminution des besoins en énergie en visant un standard de haute ou très haute performance énergétique (HPE ou THPE) ;
- Le développement d'infrastructures et équipements efficaces pour la production et la distribution d'énergie ;
- La valorisation du potentiel énergétique local renouvelable et des rejets thermiques.

2 PERIMETRE DE L'ETUDE

Le projet du Quartier de l'Etang se trouve sur la Commune de Vernier. Le périmètre de celui-ci s'étend de la route de Meyrin au chemin de l'Etang pour une surface d'environ 11 hectares. La carte ci-dessous représente le périmètre d'entrée qui servira de base au PLQ. Pour ne pas établir un simple concept énergétique, un périmètre élargi sera déterminé dans le chapitre 3.10 afin de définir des stratégies à plus grande échelle.

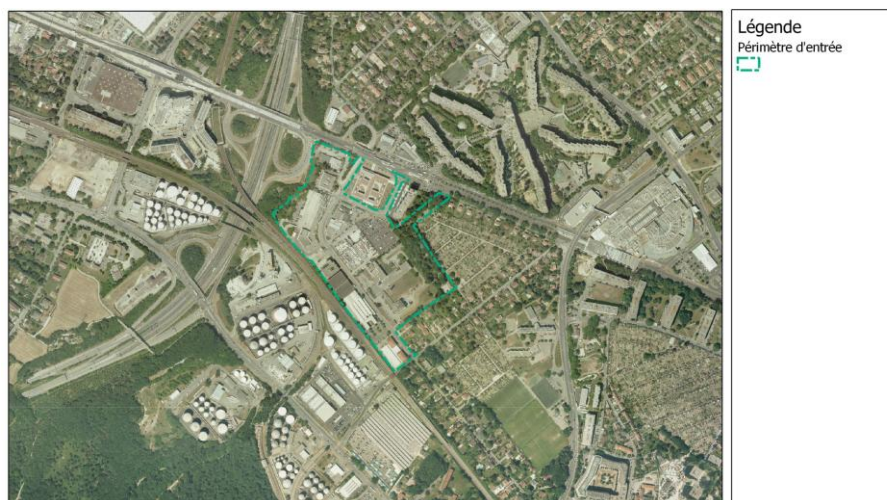


FIGURE 1 : DEFINITION DU PERIMETRE D'ENTREE

3 ETAT DES LIEUX

Le projet du Quartier de l'Etang se trouve dans une zone en forte mutation avec des développements importants à proximité. Nous pouvons identifier les projets PACA, les Grands Projets (GP) et les divers PLQ. Les chapitres ci-dessous présenteront les différents projets d'envergure pouvant avoir des relations avec le Quartier de l'Etang.

3.1 PERIMETRE D'AMENAGEMENT COORDONNE D'AGGLOMERATION (PACA)

Les PACA représentent des périmètres d'études menées dans le cadre du projet d'agglomération Franco-Valdo-Genevois. Entre 2008 et 2011, des études stratégiques d'aménagement ont été réalisées à échelle de ces périmètres, représentés ci-dessous, et sont à l'origine d'un certain nombre de Grands Projets (GP).

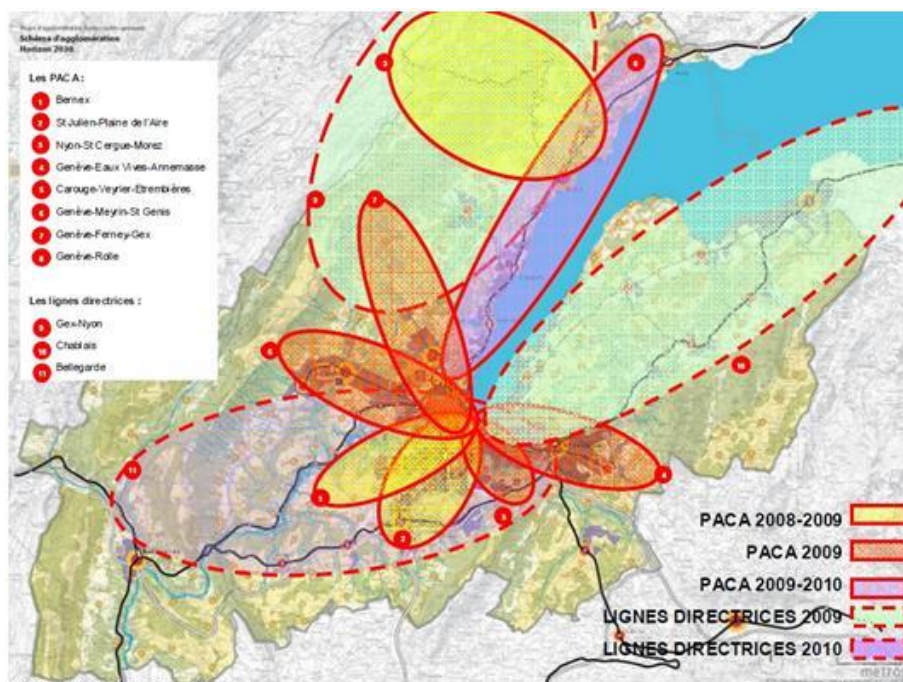


FIGURE 2 : CARTE DES DIFFERENTS PACA

Le PACA Genève - Meyrin - Saint Genis intègre le périmètre du Quartier de l'Etang. Ce PACA, lancé en janvier 2009, est arrivé à son terme. Les résultats ont été restitués le 18 février 2010 et un certain nombre de recommandations ont été fournies. Ces dernières abordent les thématiques de l'urbanisme, de la mobilité, du paysage - nature - environnement, et de la démarche à suivre pour mener à bien les considérations.

Concernant le PACA Genève - Saint Genis - Gex, trois secteurs stratégiques énergétiques ont été identifiés et le Quartier de l'Etang se trouve sur le secteur « central ». D'après les orientations de l'étape 2, ce secteur présente un excédent de potentiel pour la basse température et un déficit pour la haute température. Pour cette raison, il faudra tendre vers un système d'approvisionnement fonctionnant en basse température.

3.2 AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET URBANISME

S'agissant du contexte local actuel, la présente étude doit également tenir compte du fait qu'une large partie du périmètre analysé est concernée par deux « Grands Projets » (GP), résultant des démarches du projet d'agglomération Franco-Valdo-Genevois. Il s'agit des GP « Vernier - Meyrin - Aéroport », et « Châtelaine », représentés ci-dessous.

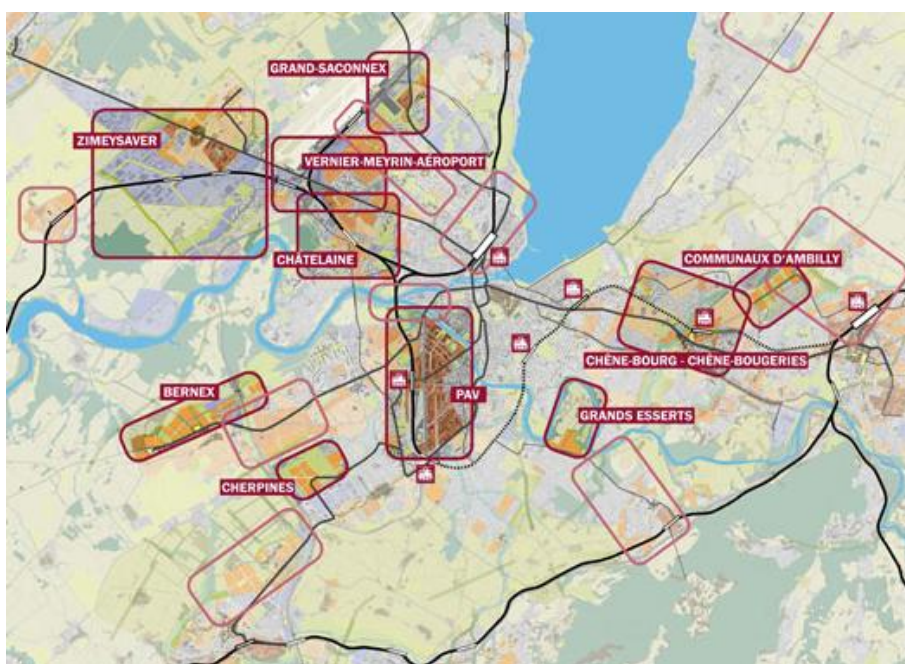


FIGURE 3 : IDENTIFICATION DES GRANDS PROJETS

Ces grands projets ont pour objectif de « faciliter l'assemblage des multiples enjeux et procédures d'aménagement » au niveau local. L'énergie et les émissions de GES comptant parmi les thématiques à prendre en compte.

Le GP « Vernier - Meyrin - Aéroport » correspond à la partie Sud-Ouest de la façade Sud de l'aéroport pour une surface d'environ 60 ha. Le but de ce GP est la valorisation, le renforcement du secteur et la densification en relation avec la façade Sud de l'aéroport. Les principaux enjeux sont les suivants :

- Assurer la cohérence d'ensemble des nombreux projets situés autour du nœud autoroutier ;
- Etablir les liens entre les secteurs d'activité et le cœur de l'agglomération ;
- Requalifier l'avenue Louis - Casai ;
- Construire des quartiers denses de logements par la transformation des quartiers de villas Cointrin Ouest et Cointrin Est, et la mutation du secteur de l'Etang.

Le GP « Châtelaine » s'étale sur une surface de 230 ha et se trouve à proximité du Quartier de l'Etang. Les principaux objectifs sont d'augmenter l'offre de transports publics et de services, tout en apportant de nouveaux logements. Les enjeux se structurent autour de trois grands thèmes :

- Urbanisme ;
- Mobilité ;
- Environnement et paysage.

Cependant, l'état d'avancement des deux Grands Projets situés à proximité du Quartier de l'Etang ne permet pas de donner d'orientations sur sa stratégie énergétique. Il est toutefois important de prendre en compte ces projets dans une optique de planification supérieure.

3.3 IDENTIFICATION DES PLQ A PROXIMITE DU PROJET

Le périmètre du projet du Quartier de l'Etang est au centre de plusieurs PLQ relativement importants. Après consultation de ces derniers sur le site SITG, nous constatons que les plus gros projets ont déjà été réalisés.



FIGURE 4 : LOCALISATION DES PLQ (SOURCE SITG)

3.4 IDENTIFICATION DES PROJETS EN DEVELOPPEMENT

Le projet de l'Etang se trouve dans un secteur dynamique et en développement. A proximité de celui-ci, nous avons identifié deux projets en cours, à savoir un hôtel haut de gamme et un équipement public sportif.

Pour le premier, un concept énergétique (CET 2013-06) a déjà été réalisé et prévoit la construction d'un bâtiment d'environ 20'000 m². Le concept énergétique territorial de celui-ci oriente l'approvisionnement énergétique sur la géothermie et le solaire. Cependant, il introduit la possibilité de se connecter au Quartier de l'Etang si le système énergétique le permet. Une discussion avec le responsable du Grand Projet « Vernier - Meyrin - Aéroport » nous a appris que le projet de l'équipement public sportif est au stade de réflexion et qu'aucunes données concrètes ne sont encore disponibles.

La carte suivante identifie les deux projets qui se trouvent à proximité du Quartier de l'Etang.

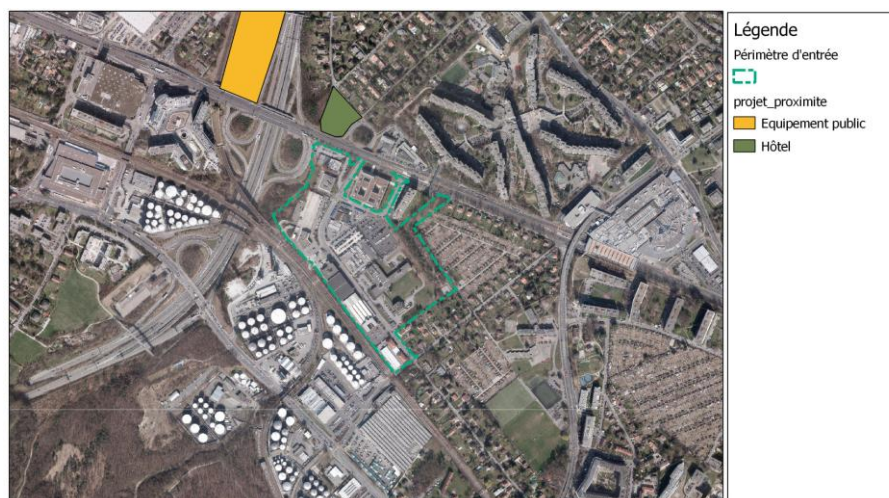


FIGURE 5 : PROJETS EN DEVELOPPEMENT

3.5 IDENTIFICATION DES CET A PROXIMITE DU PROJET

Afin de prendre en considération l'ensemble des projets en développement aux alentours de notre périmètre d'entrée, nous avons fait ressortir les Concepts Energétiques Territoriaux validés. La consultation des rapports permet de coordonner les réflexions sur la stratégie énergétique à plus grande échelle et non pas seulement à un niveau macro.



FIGURE 6 : LOCALISATION DES CET (SOURCE SITG)

Comme nous pouvons le constater, le Quartier de l'Etang est partiellement concerné par le CET 2011-07 relatif à l'évaluation du potentiel géothermique de la nappe de Montfleury et donne ainsi une estimation quant à la disponibilité pour le Quartier de l'Etang.

La présence du PLQ 29'906 (CET 2013-06) du chemin du Ruisseau 1 validé le 23 avril 2013 par l'OCEN, et du PLQ 29'847 (CET 2011-31) de la route de Vernier validé en octobre 2011, constitue un autre point intéressant concernant la stratégie énergétique.

Le PLQ chemin du Ruisseau 1 s'oriente sur un approvisionnement énergétique avec une mixité d'agents énergétiques qui graviteraient autour de la géothermie, du solaire et du GeniLac®, signifiant que le niveau de température sera de type basse et parfaitement compatible avec un maximum de sources énergétiques.

La stratégie du PLQ route de Vernier s'oriente également vers une alimentation en basse température. Les agents énergétiques envisagés sont la géothermie et le solaire.

3.6 IDENTIFICATION DES PROPRIETAIRES PUBLICS

La carte ci-dessous répertorie l'ensemble des propriétés des collectivités publiques dans le secteur de l'Etang. Concernant le Quartier de l'Etang, nous pouvons constater que le foncier est maîtrisé par des propriétaires privés.



FIGURE 7 : IDENTIFICATION DES DIFFRENTS PROPRIETAIRES PUBLICS (SOURCE SITG)

3.7 IDENTIFICATION DES BATIMENTS D'IMPORTANCE

Comme nous venons de le voir, le projet est au centre de plusieurs PLQ ayant donné suite à la construction de bâtiments d'importance, c'est-à-dire avec une SRE importante, comme le bâtiment IKEA ou le quartier des Avanchets. La carte ci-dessous définit les différentes affectations aux alentours du projet et permet de constater que les zones « habitat individuel » sont nombreuses.

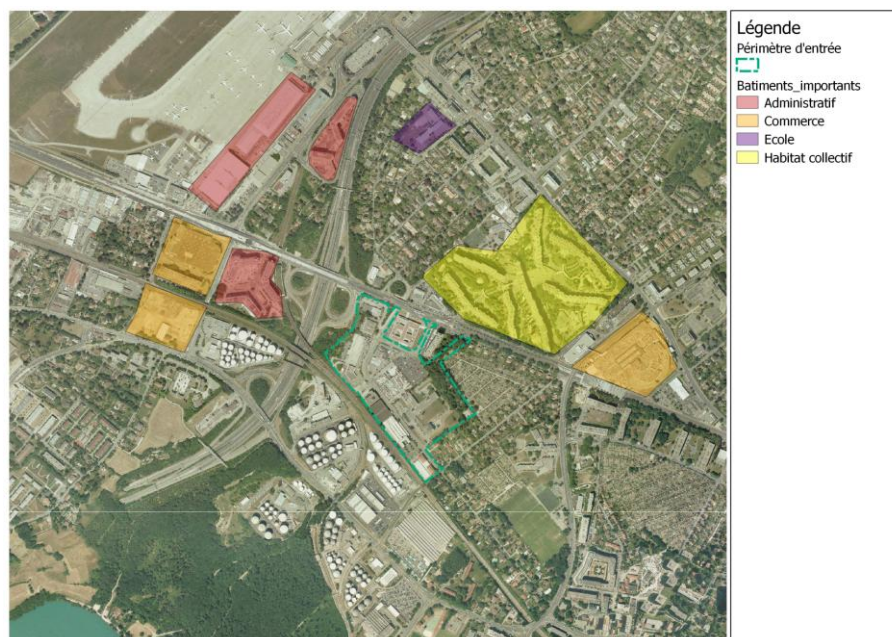


FIGURE 8 : REPRESENTATION DES DIFFERENTES AFFECTATIONS



FIGURE 9 : DEFINITION DES BATIMENTS D'IMPORTANCE

3.8 REPRESENTATION DES AGENTS ENERGETIQUES ET IDC DU SECTEUR

Les deux cartes suivantes permettent de faire ressortir les agents énergétiques du secteur et l'IDC des bâtiments disponibles.

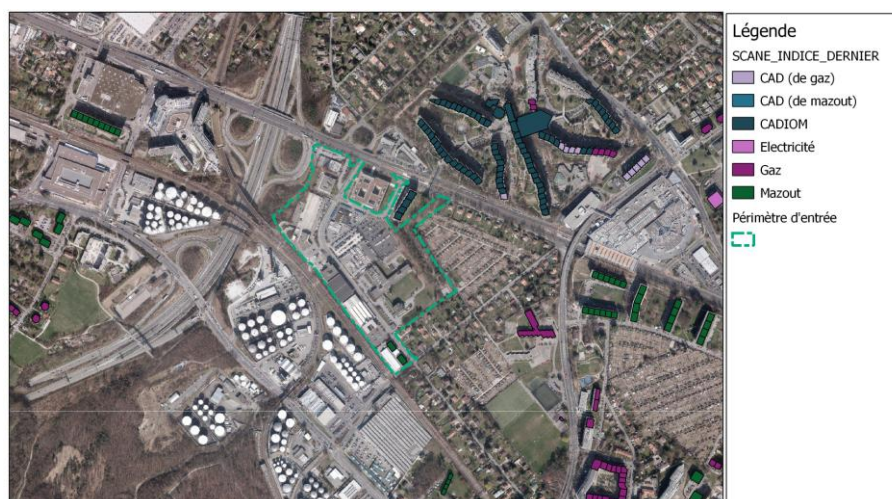


FIGURE 10 : REPARTITION DES AGENTS ENERGETIQUES (SOURCE SITG)

Nous pouvons constater une forte influence des chauffages à distance dans le secteur des Avanchets. Les autres agents majoritairement présents à l'Est de notre projet sont le mazout et le gaz, deux agents énergétiques utilisés pour la production de chaleur de type haute température. De ce fait, avant de penser à mutualiser les énergies, il semble pertinent d'apporter une réflexion d'assainissement afin d'abaisser les besoins des quartiers existants. Cette réflexion est en cours d'analyse sur le GP Châtelaine, mais celle-ci n'est pas finalisée.



FIGURE 11 : IDC 3 ANS (SOURCE SITG)

A la lecture de cette carte, il ressort que la majorité des bâtiments se trouve dans la fourchette de 300 à 600 MJ/m². Cette information permet d'appuyer l'importance de la rénovation du parc immobilier avant même de vouloir y intégrer des énergies renouvelables.

3.9 CONTEXTE PATRIMONIAL

L'un des bâtiments du Quartier de l'Étang est recensé au cadastre du patrimoine industriel (RPI) avec un intérêt secondaire. La carte ci-dessous localise les bâtiments concernés, tant dans le périmètre du projet qu'aux alentours.

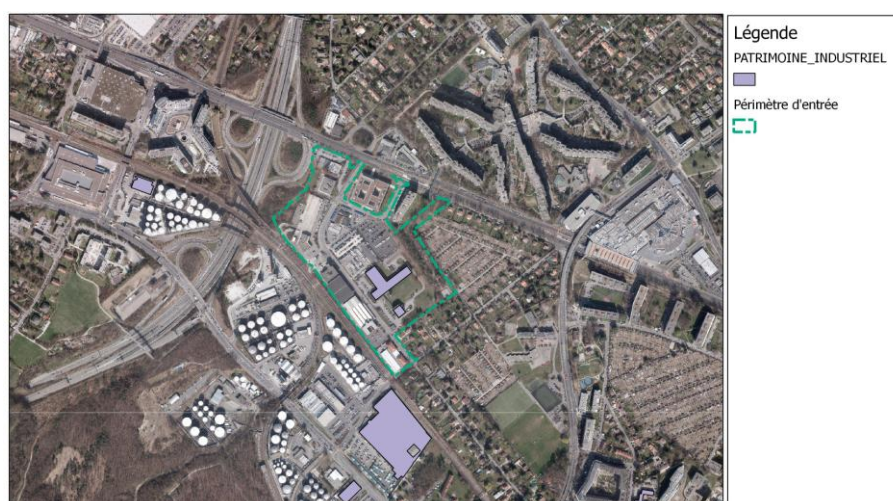


FIGURE 12 : RECENSEMENT DU PATRIMOINE INDUSTRIEL (SOURCE SITG)

3.10 DEFINITION DU PERIMETRE ELARGI

Ce tour d'horizon des différents acteurs nous a permis de définir un périmètre d'étude élargi. Le but de ce dernier est de faire ressortir des stratégies énergétiques permettant de valoriser au maximum les synergies à une échelle élargie, et ne pas mener une réflexion uniquement à l'échelle du quartier.

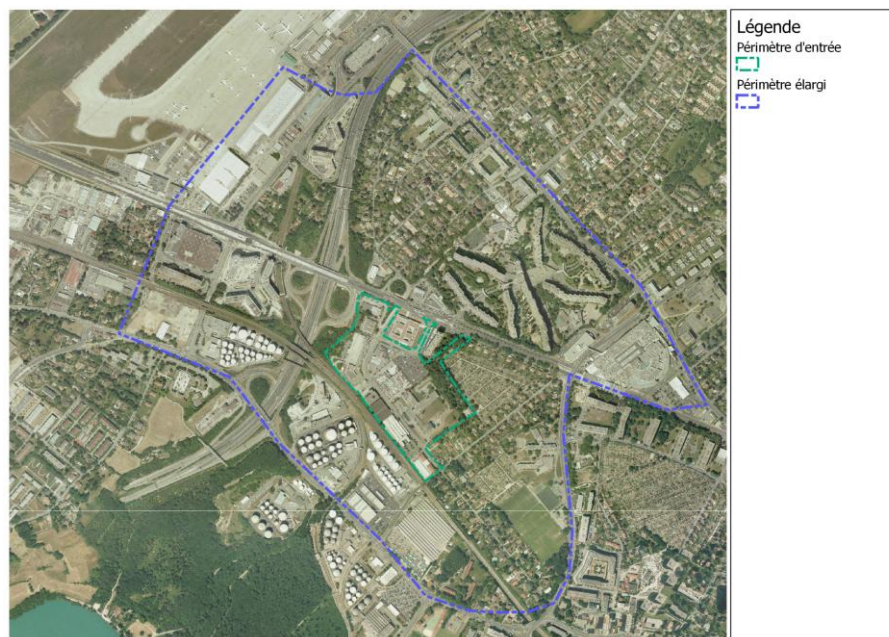


FIGURE 13 : DEFINITION DU PERIMETRE ELARGI

3.11 QUALITE DE L'AIR

La qualité de l'air dans un projet de cette taille est importante, et doit être étudiée avec précaution afin d'évaluer la pertinence de certains modes d'approvisionnement énergétiques qui émettent des NO₂ et des particules fines.

L'objectif est d'intégrer et d'évaluer l'impact des futures installations à l'échelle du périmètre du quartier et du périmètre élargi, sachant que la limite fixée par l'OPair concernant les NO₂ est de 30 µg/m³. La carte ci-dessous représente les immissions de NO₂.

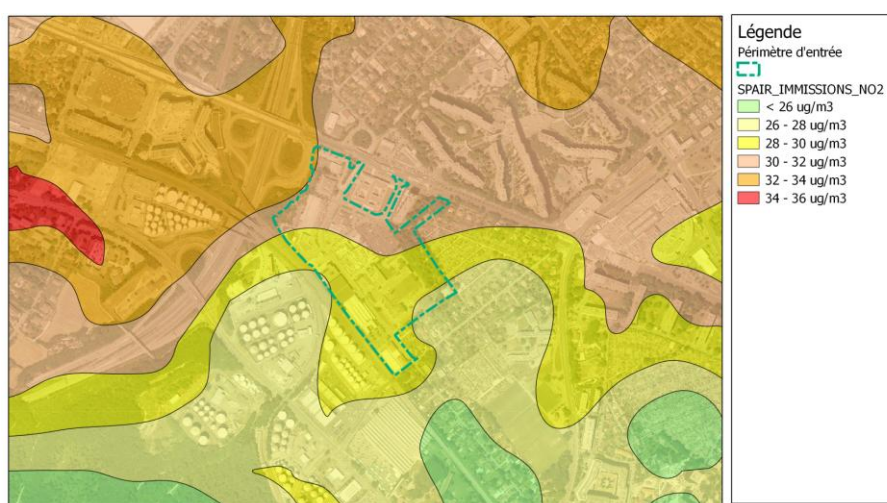


FIGURE 14 : CARTE DES IMMISSIONS DE NO₂ (SOURCE SITG)

Si nous analysons les immissions sur notre périmètre d'entrée, nous constatons que 40 % de la surface du projet se situe au-dessus des limites de l'OPair, et que 60 % se trouve à la limite (entre 28 et 30 µg/m³). Cela se traduit par une surveillance dans le choix de l'approvisionnement énergétique afin de ne pas dégrader la qualité de l'air dans ce secteur.

Un autre point important à analyser concerne les immissions de particules fines (PM10) qui ont une valeur limite annuelle d'immissions de 20 µg/m³. Dans notre cas, nous nous baserons sur la station de Meyrin qui est la plus représentative de notre quartier. Nous constatons que les immissions atteignent la valeur limite en 2012, et en sont relativement proches dans les autres cas. Comme pour les NO₂, il faudra contrôler le choix de l'agent énergétique afin de ne pas amplifier la concentration de PM10 dans ce secteur.

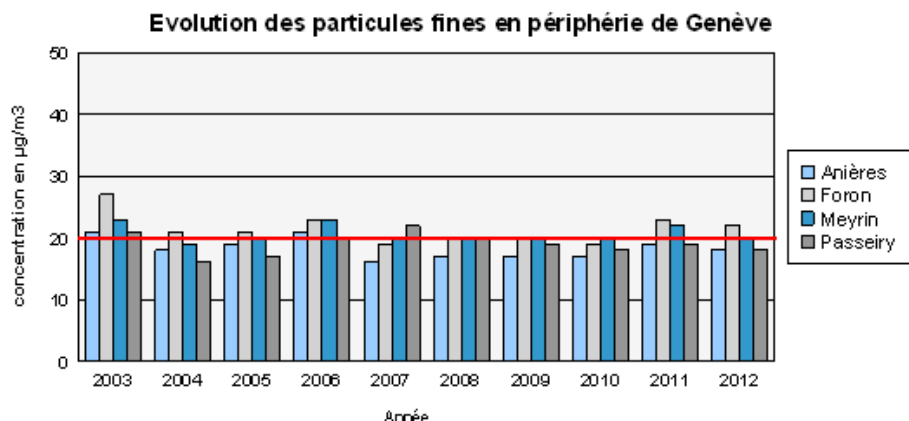


FIGURE 15 : GRAPHIQUE DES IMMISSIONS DE PM10 (SOURCE ETAT DE GENEVE)

3.12 PROTECTION DES EAUX SOUTERRAINES

Notre périmètre d'entrée n'est soumis à aucune interdiction de forage géothermique sur sa globalité. En revanche, une partie est en secteur B de protection des eaux souterraines, ne posant toutefois pas de problème pour la géothermie. Le secteur B est défini comme englobant des régions dans lesquelles les nappes d'eaux souterraines, compte tenu de leur qualité et/ou de leur quantité, ne présentent qu'un faible intérêt pour l'approvisionnement en eau. La carte ci-dessous représente la zone de protection.



FIGURE 16 : DEFINITION DU SECTEUR DE PROTECTION DES EAUX (SOURCE SITG)

Notre secteur se trouve également sur la nappe de Montfleury qui pourra faire l'objet d'une exploitation thermique car celle-ci n'est pas exploitée pour l'eau potable. La carte ci-dessous représente la zone concernée par la présence de la nappe sur le quartier de l'Étang (3.5 ha).



FIGURE 17 : LOCALISATION DES NAPPES (SOURCE SITG)

3.13 ZONES POLLUEES

Le périmètre d'entrée, qui s'étend sur environ 11 hectares, présente des zones polluées. Dans notre cas, il est nécessaire de réaliser des investigations supplémentaires afin de définir plus précisément la teneur et le type de polluants présents dans les sous-sols. Des investigations ont été effectuées par le bureau Karakas & Français SA à plusieurs endroits du périmètre, afin de déterminer la nature des pollutions. Pour cela, 5 fouilles d'une profondeur de 1 à 5 m ont été réalisées (voir rapport B.10 « Qualité des sols », Karakas & Français SA). La carte suivante présente les zones polluées.

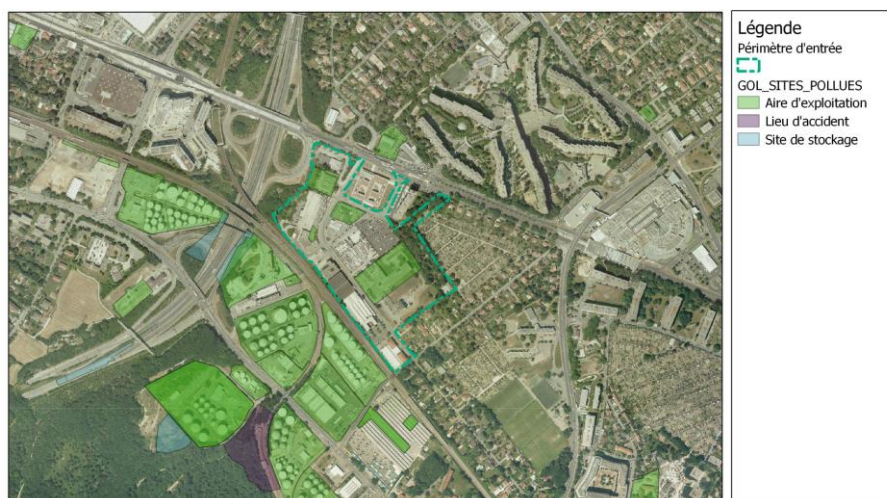


FIGURE 18 : IDENTIFICATIONS DES SITES POLLUES (SOURCE SITG)

3.14 SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX

Le projet s'inscrit dans une zone à caractère industriel. D'un point de vue énergétique, ce périmètre est majoritairement orienté sur les énergies fossiles. Toutefois, dans un futur proche, des projets de développement urbains (le Grand projet Châtelaine et le Grand Projet « Vernier - Meyrin - Aéroport ») contribueront, avec le Quartier de l'Etang, à doter ce périmètre d'une mixité d'activités et de logements. Ces développements futurs ainsi que l'évolution des grands complexes existants sont autant d'opportunités de proposer une transition énergétique vers les énergies renouvelables.

Fort de ce constat, l'un des objectifs du CET du Quartier de l'Etang est d'orienter son développement vers des techniques qui permettent de mettre en réseau les consommateurs d'une manière flexible et extensible.

4 RESEAUX

Les chapitres suivants vont aborder les différents réseaux qui ont été localisés dans le périmètre élargi. A savoir le GéoLac Urbain, le réseau de chauffage à distance existant, les réseaux gaz, etc. Le but est de faire ressortir les éléments importants pouvant avoir une influence sur le projet.

4.1 RESEAU ELECTRIQUE

La carte ci-dessous démontre la présence du réseau électrique sur l'ensemble du Quartier de l'Etang.



FIGURE 19 : ILLUSTRATION DU RESEAU ELECTRIQUE (SOURCE SIG)

4.2 RESEAU GAZ

La figure suivante montre que le réseau gaz est également présent sur l'ensemble du périmètre d'entrée du Quartier de l'Etang.



FIGURE 20 : ILLUSTRATION DU RESEAU GAZ (SOURCE SIG)

4.3 ELEMENTS DE CONDUITE



FIGURE 21 : ILLUSTRATION DES ELEMENTS DE CONDUITE (SOURCE SITG)

4.4 CHAUFFAGE A DISTANCE

Le réseau de chauffage à distance du Lignon passe actuellement dans le périmètre de notre étude, ce qui signifie que le Quartier de l'Etang se situe dans son périmètre d'influence. Son tracé devra donc être considéré dans le développement du futur quartier.



FIGURE 22 : ILLUSTRATION DU CAD LIGNON (SOURCE SITG)

L'intérêt du chauffage à distance réside dans sa flexibilité quant à ses sources d'approvisionnement. Ce qui veut dire qu'une fois le réseau en place, il peut évoluer en intégrant d'autres agents énergétiques.

Par exemple, le CAD Lignon était alimenté par des chaudières gaz et a évolué depuis peu en intégrant une connexion avec le CADIOM. Grâce à cette interconnexion, sa part de renouvelable a pu être améliorée, notamment en été.

4.5 RESEAU D'EAUX USEES

Afin d'identifier les différents réseaux d'eaux usées dans le périmètre du futur Quartier de l'Etang, nous avons fait apparaître les canalisations dans la carte suivante.

Pour permettre la récupération de chaleur sur le réseau d'eaux usées, la section de la canalisation doit être supérieure à 800 mm pour rendre possible l'installation d'un échangeur de chaleur.

D'après la Direction Générale de l'Eau, 34'000 EH (équivalent habitant) sont raccordés sur le collecteur passant au niveau du Quartier de l'Etang, auxquels s'ajoutent environ 20'000 EH de l'Est Gessien. Nous avons donc un ordre de grandeur de 64'000 EH et pouvons ainsi établir comme hypothèse que la production atteint 180 l/jour*EH qui, ramenée sur 16 heures, donne un débit moyen d'environ 200 l/s.

Ici, nous pouvons constater que le collecteur principal est très intéressant pour effectuer de la récupération de chaleur car celui-ci est très linéaire sur environ 400 m de long.

La carte ci-dessous localise le conduit primaire ayant un diamètre > 800 mm et un débit estimé à 200 l/s.



FIGURE 23 : SCHEMA DU RESEAU PRIMAIRE (SOURCE SITQ)

4.6 GENILAC® BRANCHE URBAINE (GLU)

Le GeniLac® est un projet en cours de développement par les SIG. Ce système permet la valorisation de l'eau du lac et possède deux branches : la première branche pour le centre ville et la seconde pour la zone aéroportuaire. Si nous regardons le périmètre d'influence du GLU, le Quartier de l'Etang est clairement en lien avec celui-ci.

Suite à la séance du 19 juin 2013 avec les SIG représentés par M. Durler, nous avons récolté des informations sur son tracé et sa puissance. Le nouveau réseau GLU devrait atteindre une capacité de l'ordre de 80 MW (à confirmer) de puissance et fonctionnera en boucle fermée.

Ses tracés, présentés ci-dessous, restent hypothétiques et ne sont pas encore validés par les SIG. Actuellement, ces derniers analysent deux possibilités qui pourraient arriver soit du côté de Blandonnex, soit par le côté des Avanchets. Au moment de notre séance, le tracé le plus probable restait celui utilisant la galerie électrique 130 kV (tracé bleu de la carte) car l'infrastructure est existante et pourrait recevoir les conduites.



FIGURE 24 : TRACE HYPOTHETIQUE DU GENILAC

4.7 GALERIES TECHNIQUES

Comme nous venons de le voir dans le chapitre traitant du GLU, celui-ci pourrait être introduit dans la galerie 130 kV. De ce fait, les galeries techniques ne sont pas des infrastructures énergétiques à part entière, mais permettent de mettre en place des réseaux simplement et à moindre frais car elles sont d'ores et déjà existantes. Il est donc pertinent d'intégrer les galeries techniques dans la stratégie énergétique de planification territoriale.

5 EVALUATION DES BESOINS ENERGETIQUES DU FUTUR QUARTIER

5.1 OBJECTIF D'OPTIMISATION ENERGETIQUE

Pour évaluer les futurs besoins du quartier, nous allons utiliser le programme détaillé par affectations et les évaluer en suivant les standards énergétiques HPE et THPE. La loi sur l'énergie du Canton de Genève (L2 30) impose le standard HPE comme minimum légal. Pour notre estimation, nous avons évalué tous les bâtiments de la même façon : soit HPE, soit THPE. En revanche, lors de la planification, certains bâtiments pourront être THPE (par exemple l'administration) et d'autres HPE (par exemple l'industrie). A ce stade du projet, le choix du standard n'est pas encore sélectionné.

La température de départ pour le chauffage des bâtiments devra être la plus faible possible, à savoir environ 30° C. En revanche, la température de départ pour la production de froid sera quant à elle de l'ordre de 10° C.

Concernant la ventilation des bâtiments, il faudra respecter un renouvellement standard en lien avec les normes actuelles. En revanche, le double flux ne sera pas une obligation et devra faire l'objet d'études au cas par cas. Par exemple, le bâtiment administratif, proche de l'autoroute, pourrait justifier l'installation du double flux. A l'inverse, les bâtiments industriels, qui ont souvent les portes d'accès ouvertes, pourront être équipés d'un système simple flux, plus en adéquation avec leur utilisation.

Les besoins énergétiques futurs qui sont évalués dans les chapitres suivants sont basés sur des hypothèses de programmation du PLQ, mais aussi des normes SIA.

- Chauffage :
 - Facteur de forme selon la norme SIA 380/1 ;
 - Choix des affectations selon la norme SIA 380/1 ;
 - Besoins spécifiques selon la norme SIA 380/1 selon affectation ;
 - Cahier technique SIA 2028 Genève ;
 - Besoin Qh pour le standard HPE 80 % Qh,li ;
 - Besoin Qh pour le standard THPE 60 % Qh,li .

- Eau chaude sanitaire :
 - Besoins spécifiques selon la norme SIA 380/1 par affectation ;
 - Choix des affectations selon la norme SIA 380/1.
- Electricité :
 - Besoins spécifiques selon la norme SIA 380/4 annexe B ;
 - Cahier technique SIA 2024 (données de base).
- Rafrachissement :
 - Cahier technique SIA 2024 ;
 - Besoins spécifiques : min 10 kWh/m²/an / max 15 kWh/m²/an ;
 - Annexe B de la norme SIA 380/4 pour le découpage type des bâtiments.

5.2 DECOPAGE PAR AFFECTATION

Le découpage par affectation est décrit dans le tableau ci-dessous. Le programme respectera la norme 380/1 pour l'évaluation des besoins et pour la terminologie des affectations.

Affectation selon programme PLQ	Affectation selon 380/1	SBP [m ²]
Logement + hotel + Appart Hotel	Habitat collectif	128'073
Bureaux / administratif + médical + bureaux industriels	Administration	80'410
Espace EVE	Ecole	750
Commerce + activité é RDC	Commerce	26'652
	Restauration	1'270
Artisanat + Garage	Industrie	5'076
Loisirs	Lieux de rassemblement	4'635
Piscine	Piscine	1'770
Total		248'635

TABLEAU N° 1 : PROGRAMME PAR AFFECTATION

A noter que pour l'évaluation des besoins, nous considérons une surface totale de 254'910 m² qui inclus l'école.

5.3 INTEGRATION DES ENERGIES RENOUVELABLES

Le projet du Quartier de l'Etang est relativement important par sa surface brute de plancher, de l'ordre de 255'000 m². Son objectif est de maximiser les énergies renouvelables pour la couverture de ses besoins énergétiques.

Pour permettre d'intégrer le plus tôt possible l'aspect du financement des modes d'approvisionnement énergétique, il sera nécessaire d'en identifier les sources. Il devient intéressant de savoir si celui-ci sera pris en charge par le client, ou si la gestion énergétique s'effectuera par un contracting.

5.4 DECOUPAGE DU FUTUR QUARTIER

Le futur Quartier de l'Etang s'étire sur un périmètre de l'ordre de 11 hectares avec, comme nous venons de le voir, plusieurs affectations. La répartition des surfaces se fait sur plusieurs îlots avec un front d'industrie le long de la ligne CFF et d'un groupement de bureaux le long de l'autoroute. L'école et l'habitat collectif se trouvent centrés sur le projet.

Actuellement, le projet consiste en un découpage en îlots pour l'approvisionnement énergétique. Ce choix correspond à une analyse et un fonctionnement avec des installations par îlot. Dans le cas d'une production centralisée et alimentée par un chauffage à distance ou par la prise en charge d'un contracting, ce découpage ne serait plus forcément valable. La carte ci-dessous illustre le découpage hypothétique en îlots pour le futur Quartier de l'Etang.



FIGURE 25 : EXEMPLE DE DECOUPAGE EN ILOT

5.5 ESTIMATION DES BESOINS DE CHALEUR

Le tableau suivant synthétise de manière quantitative les besoins de chaleur globaux du futur quartier. Ceux-ci sont calculés d'après le programme actuel pour une SBP de 254'910 m², qui devra être affinée.

Les besoins de froid sont considérés uniquement pour les affectations « administratif », « hôtel », « restaurant » et « commerce ». Les besoins sont estimés grâce aux normes SIA 380/4, SIA 382/1 et le cahier technique 2024.

Nous avons souhaité faire ressortir les deux standards énergétiques, avec des valeurs qui proviennent des différentes normes et un calcul avec un facteur d'expérience qui comprend les différents dysfonctionnements (pertes techniques, mauvaise utilisation, etc.)

	HPE		THPE	
	Normé	Facteur expérience	Normé	Facteur expérience
Besoin de chauffage	10 GWh	12 GWh	7.5 GWh	8.5 GWh
Besoin en Eau Chaude Sanitaire	5 GWh	5.5 GWh	5 GWh	5.5 GWh
Besoin de froid	4 GWh	5.5 GWh	4 GWh	5.5 GWh

TABEAU N° 2 : ESTIMATION DES BESOINS DE CHALEUR

5.6 ESTIMATION DES PUISSANCES

Le tableau n° 3 synthétise les puissances chaud et froid pour l'ensemble du projet. Elles sont également évaluées d'après le programme de 254'910 m².

	HPE		THPE	
	Normé	Facteur expérience	Normé	Facteur expérience
Puissance chaud	8 MW	9.5 MW	6 MW	8 MW
Puissance frigorifique	4 MW	5 MW	4 MW	5 MW

TABEAU N° 3 : ESTIMATION DES PUISSANCES

5.7 ESTIMATION DES BESOINS ELECTRIQUES

Le tableau n° 4 synthétise les besoins électriques pour l'ensemble du projet. L'éclairage est le plus difficile à apprécier car nous ne pouvons pas le maîtriser dans les logements.

Pour estimer les besoins électriques, nous avons utilisé la norme SIA 380/4 « L'énergie électrique dans le bâtiment », en nous référant à ses différentes annexes

	Besoin	Unités
Eclairage	10'000	MWh _{él}
Ventilation	1'500	MWh _{él}
Rafrâichissement	1'000	MWh _{él}
Equipement	3'500	MWh _{él}
Total	16'000	MWh _{él}

TABEAU N° 4 : EVALUATION DES BESOINS ELECTRIQUES

L'éclairage des bâtiments étant le poste ayant le plus gros besoin en électricité, il devra faire l'objet d'une attention particulière. Il devra être le plus sobre possible énergétiquement parlant et respecter les exigences ECO 21 au minimum. Les deux orientations possibles pour ce futur quartier afin de réduire les consommations sont :

- L'éclairage LED ;
- L'éclairage fluo-compact.

6 ANALYSE DES RESSOURCES LOCALES

Le but de ce chapitre est d'identifier les énergies renouvelables disponibles et mobilisables dans le périmètre d'entrée du PLQ. Il s'agit de définir les ressources locales qui pourront alimenter le futur quartier et d'identifier le pourcentage que celles-ci pourront couvrir.

Il en ressort les ressources énergétiques suivantes :

- La géothermie ;
- Le solaire ;
- Les eaux usées ;
- Le bois - biomasse ;
- L'éolien ;
- L'aérothermie ;
- Les rejets thermiques ;
- Le réseau GeniLac® Urbain® et le CAD Lignon.

6.1 LA GEOTHERMIE

Notre périmètre d'entrée n'est soumis à aucune interdiction de forage géothermique sur son ensemble.

Pour le Quartier de l'Etang, deux systèmes d'exploitation géothermiques seront étudiés : le doublet géothermique et les forages verticaux. Le doublet géothermique utilisera la chaleur de la nappe et les forages verticaux (300 m de profondeur) utiliseront la chaleur du sol. Une recharge par stockage saisonnier pourra aussi être étudiée.

Les cartes ci-dessous précisent les différentes zones d'exploitation géothermique que nous allons évaluer (la zone pour le doublet géothermique et la zone pour des forages verticaux de 300 m).



FIGURE 26 : DEFINITION DES ZONES DE GEOTHERMIE



FIGURE 27 : DEFINITION DES ZONES DE GEOTHERMIE VERTICALE

Pour l'estimation des potentiels géothermiques, comme nous venons de le voir, il y aura deux systèmes à évaluer. Deux cas se présentent :

- Cas n° 1 : le doublet géothermique pour l'exploitation de la nappe de Montfleury ;
- Cas n° 2 : les forages verticaux (profondeur de 300 m).

Pour le cas n° 1, nous évaluerons le potentiel de la nappe qui est localisée dans notre périmètre d'entrée.

Pour le cas n° 2, nous évaluerons deux scénarii qui consisteront à faire ressortir le potentiel maximum théorique et le potentiel maximum réaliste. Le potentiel maximum théorique correspond à la surface totale de l'emprise du bâtiment pouvant recevoir des forages. Pour le potentiel maximum réaliste, celui-ci correspond à 80 % de la surface totale de l'emprise des bâtiments. Dans les 20 % supprimés, nous avons comptabilisé les zones ayant des porteurs, la proximité des murs et/ou poteaux, etc.

6.1.1 EXPLOITATION DE LA NAPPE

Le périmètre d'entrée de notre projet se trouve en partie sur la nappe de Montfleury. Le potentiel thermique de celle-ci est estimé dans le rapport «Evaluation du potentiel géothermique de la nappe de Montfleury» validé par l'OCEN en 2011. Sa capacité pour la production de chaleur et de froid est de l'ordre de 150 GWh/an, est estimé pour la surface totale de la nappe, à savoir 17'923'444 m². La figure 17 représente la zone exploitable de la nappe de Montfleury.

Concernant notre périmètre, la surface exploitable de la nappe est de l'ordre de 3.5 hectares. Le potentiel en lien avec cette surface est basé sur les hypothèses suivantes : un COP de 5 et une durée d'utilisation annuelle de 1'900 h pour le chauffage uniquement.

Surface totale disponible de la nappe [m²]	Potentiel de chaleur	Potentiel de refroidissement
	Demande de chaleur pouvant être couverte	Demande de froid pouvant être couverte
35'000 m²	0.16 GWh	0.07 GWh

TABEAU N° 5 : EVALUATION DU POTENTIEL GEOTHERMIQUE DE LA NAPPE DE MONTFLEURY

Les hypothèses utilisées ici proviennent de « l'Evaluation du potentiel géothermique de la nappe de Montfleury ». Cependant, ces valeurs présentent une moyenne pour l'ensemble de la nappe et non pour le bras au droit de notre projet.

D'après les forages disponibles sur notre périmètre d'entrée (de l'ordre de 40 ml), il s'avère que la couche des alluvions anciens se trouve à 40 m. Or, la nappe de Montfleury circule dans la partie inférieure des alluvions anciens à une profondeur d'environ 30 m et son épaisseur devrait varier entre 5 et 10 m. De cette épaisseur de nappe, nous avons estimé le débit sur une section transversale du bras de la nappe au droit du projet. Nous avons fait ressortir une valeur optimiste de 30 l/s, ou de 3.75 l/s pour la valeur pessimiste. Dans les deux cas, il semble que le potentiel de nappe à l'échelle de notre projet de quartier ne soit pas intéressant. Pour ce projet, la géothermie faible profondeur sera donc privilégiée (environ 300 m).

6.1.2 FORAGES VERTICAUX

Comme nous venons de le voir dans le chapitre précédent, le potentiel de la nappe étant trop faible, nous préférons la maximisation des forages verticaux.

Afin d'évaluer le potentiel géothermique de notre secteur, nous avons considéré les surfaces d'emprise des bâtiments suivants :

	Surface arrondi [m²]
Ilot A	12'700 m²
Ilot B	3'250 m²
Ilot C	3'350 m²
Ilot D	5'550 m²
Ilot E	5'450 m²
Ilot F	5'100 m²
Total îlots	35'400 m²

TABLEAU N° 6 : EMPRISE DES BATIMENTS PAR ILOT

La surface cumulée théorique pouvant faire l'objet de forages géothermiques est de l'ordre 3.5 hectares. De cette surface, nous avons défini un nombre de sondes et appliqué notre ratio de 80 %, ce qui donne pour le potentiel maximum réaliste une surface de l'ordre de 2.8 hectares.

Pour l'évaluation de notre potentiel géothermique, nous avons considéré un COP de 5, une durée d'utilisation de 1'900 h, un espacement de 10 m entre les sondes et une puissance d'extraction de 30 W/m de sonde. Cette valeur reste pessimiste et devra faire l'objet d'une vérification lors d'un test de réponse thermique. Cette valeur est toutefois raisonnable au vu du retour d'expérience réalisé sur le bâtiment Ikea (séance de discussion du 06.06.2013 avec la société Augsburg Forages qui a réalisé les sondes géothermiques pour ce bâtiment). La profondeur de forage visée est de l'ordre de 300 m afin de pouvoir réaliser la production de chaud, mais aussi la production de froid par le biais du *free cooling*. Le tableau ci-dessous récapitule le potentiel pour les deux scénarii.

L'implantation des sondes a été réalisée et sa représentation est annexée.

	Maximum théorique	Maximum réaliste
Surface disponible sous les bâtiments	35'400 m ² (100 % de la surface bâtie)	28'400 m ² (80 % de la surface bâtie)
Espacement entre sonde	10 m	10 m
Nombre de sondes possible	391	313
Potentiel d'extraction de chaleur annuel	6.5 GWh/an	5 GWh/an

TABLEAU N° 7 : EVALUATION DU POTENTIEL GEOTHERMIQUE VERTICAL

Pour permettre à un système géothermique de durer dans le temps, il doit y avoir impérativement un équilibre thermique (entre soutirage et recharge) afin de garantir la pérennité du système. Dans cette perspective d'équilibre, une étude complémentaire sera menée pour la phase de demande d'autorisation de construire.

6.2 SOLAIRE

L'énergie solaire reste une énergie qui peut être facilement valorisable au travers de deux filières énergétiques : le solaire thermique ou le solaire photovoltaïque. De plus, l'intégration de solaire thermique peut aussi être utilisée pour recharger le sol et ainsi contribuer à l'équilibre thermique pour la géothermie.

Le solaire thermique ayant un rendement plus important que le photovoltaïque, celui-ci sera privilégié. De plus, pour l'évaluation, nous avons choisi de définir la surface de toiture nécessaire pour couvrir 30 % des besoins en ECS (minimum sur le canton de Genève) et également celle pour couvrir 70 % des besoins en ECS. Cependant, si le quartier est alimenté par le CAD Lignon (qui est relié au CADIOM), une dérogation pour l'installation de panneaux solaires thermiques est possible.

Nous avons estimé un besoin pour l'ECS de l'ordre de 5 GWh/an pour un besoin moyen de 60 kWh/an. Pour évaluer la surface nécessaire en panneaux solaires thermiques, nous avons tenu compte de l'orientation de la toiture, des ombres portées et de l'inclinaison de la toiture. De cela, nous avons déduit la surface de toiture favorable à l'implantation de panneaux solaires. Cette surface est de l'ordre 8'700 m², sans avoir supprimé les éventuelles toitures praticables.

Le tableau suivant reprend le potentiel solaire valorisable sur l'ensemble des toitures (y compris les toitures végétalisées) avec une couverture de 30 % (scénario 1) ou 70 % (scénario 2) des besoins.

	Scénario 1	Scénario 2
	Couverture de 30 % des besoins pour l'ECS	Couverture de 70 % des besoins pour l'ECS
Surface toiture avec orientation favorable	6'500 m ²	9'000 m ²
Surface allouée pour le solaire thermique	3'3000 m ²	7'000 m ²
Potentiel thermique	1 GWh/an	2.4 GWh/an

TABEAU N° 8 : EVALUATION DU POTENTIEL SOLAIRE THERMIQUE

Le tableau ci-dessous correspond au potentiel électrique lié à l'installation des panneaux solaires photovoltaïques. La surface allouée à ce système est la soustraction de la surface de solaire thermique à la surface ayant une orientation favorable.

	Si couverture à 30 % pour le préchauffage de l'ECS	Si couverture à 70 % pour le préchauffage de l'ECS
Surface toiture avec orientation favorable	+ 9'000 m ²	+ 9'000 m ²
Surface allouée pour le solaire thermique	- 3'300 m ²	- 7'000 m ²
Surface allouée pour le photovoltaïque	= 5'400 m ²	= 1'900 m ²
Potentiel électrique	0.6 GWh/an	0.23 GWh/an

TABEAU N° 9 : EVALUATION DU POTENTIEL PHOTOVOLTAÏQUE

6.3 EOLIEN

L'éolien est un système qui permet de produire de l'énergie électrique. Pour évaluer la pertinence d'un tel système sur le futur Quartier de l'Etang, nous avons utilisé les données disponibles de « Wind - Data ». La carte ci-dessous illustre la vitesse moyenne du vent à 50 m au dessus du sol sur la Suisse. Le constat pour notre secteur démontre des vents très faibles qui ne permettent pas d'envisager l'installation d'éoliennes. Cependant, il existe des systèmes encore en phase de développement qui fonctionnent sur des vents ayant une faible intensité.



FIGURE 28 : CARTE DES VENTS (SOURCE WIND-DATA)

La carte ci-dessous représente les zones à potentiel éolien disponible sur le site « Wind - Data ».



FIGURE 29 : CARTE POTENTIEL EOLIEN (WIND-DATA)

6.4 BOIS - BIOMASSE

Pour ce qui est du potentiel bois - biomasse, nous avons utilisé les données du projet « Virage ». Ce projet a été lancé pour évaluer les différents potentiels bois - biomasse de l'agglomération franco-valdo-genevoise. Dans cette étude, les différentes filières ont été évaluées séparément.

	Unité	Gisement		Mobilisable	Déjà mobilisée
		Brut	Accessible		
Bois naturel	GWh	1'274	698	43	227
Bois déchets	GWh	227	227	0	130
Coproduits agricoles	GWh	1'522	1'207	49	0
Déchets organiques ménagers	GWh	244	52	13	3
Déchets organiques industriels	GWh	92	34	12	22
Sommes	GWh	3'359	2'218	117	382

TABEAU N° 10 : GISEMENT DE BIOMASSE (SOURCE VIRAGE)

Concernant le projet de l'Etang, nous avons constaté dans l'état des lieux que le périmètre respectait tout juste les limites de l'OPair au niveau des immissions de NO₂. Pour cette raison, ce type d'approvisionnement énergétique semble peu pertinent pour le respect de cette valeur. De plus, pour le Canton de Genève, nous pouvons voir que la demande est supérieure à l'offre et implique d'avoir une stratégie à l'échelle cantonale, plutôt qu'à l'échelle d'un quartier.

6.5 EAUX USEES

Les eaux usées sont une autre ressource énergétique disponible localement. La récupération de chaleur sur le réseau des eaux usées présente un intérêt car la température de l'eau varie peu durant l'année, sur une plage de température comprise entre 10° C et 20° C.

Pour mettre en place un système de récupération de chaleur sur les eaux usées, plusieurs critères doivent être respectés. Il faut tout d'abord un débit supérieur à 15 l/s et un diamètre de conduite supérieur à 80 cm (d'après les données de Suisse Energie).

Le futur projet de l'Etang répond aux deux critères avec un débit théorique de 200 l/s et une conduite d'eaux usées de diamètre 125 cm qui se trouve à proximité du périmètre. Afin d'évaluer le potentiel énergétique sur les eaux usées, nous avons utilisé les hypothèses (sources EDMS) suivantes :

- Durée annuelle d'utilisation : 3'000 heures ;
- Facteur de sécurité usuel : 0.64 ;
- Pertes techniques : 0.9 ;
- Pertes de distribution : 0.9 ;
- COP de 7.5.

La formule utilisée pour déterminer la puissance est la suivante :

$$E_s = \delta \times \Delta T^\circ \times Q \times d$$

$$E_u = E_s \times \left(\frac{COP}{COP - 1} \right) \times \eta$$

Avec :

- ES : Energie soutirable ;
- Δ : Capacité thermique ;
- ΔT° : Delta de température ;
- Q : Débit ;
- d : Durée ;
- Eu : Energie utile ;
- COP : Coefficient de performance ;
- η : Rendement.

De cette formule, nous pouvons établir le graphique suivant :

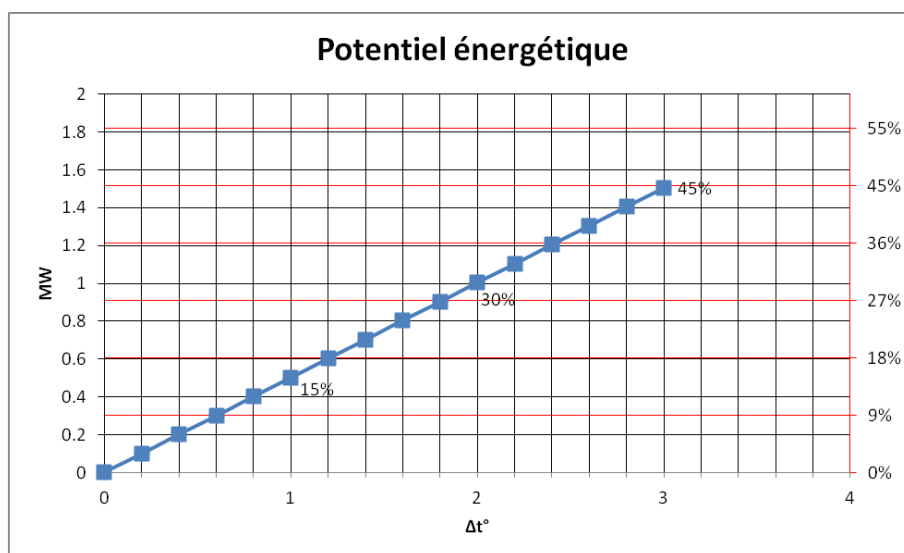


FIGURE 30 : POTENTIEL ENERGETIQUE DES EAUX USEES

Le graphique précédent présente, en fonction de la chaleur prélevée sur la conduite EU primaire, le pourcentage que nous pourrions couvrir par rapport au besoin de chauffage (sur l'axe vertical de droite) et la puissance soutirée (l'axe vertical de gauche).

Pour l'estimation du potentiel, nous retiendrons deux scénarii en rapport avec la récupération de chaleur d'une valeur de 1° C et de 3° C. Le choix de la température soutirée devra faire l'objet d'une validation auprès de l'exploitant des eaux usées. L'objectif étant de valider cette température en lien avec l'étude en cours de l'EPFL (laboratoire LENI).

Limite DGEau Température soutirée aux EU 1° C	Par analogie avec d'autres projets Température soutirée aux EU 3° C
1,5 GWh (15 % des besoins de chauffage HPE), soit une puissance de 0.5 MW	4.5 GWh (45 % des besoins de chauffage HPE), soit une puissance de 1.5 MW

TABEAU N° 11 : EXEMPLES DE POTENTIEL POUR LES VALEURS DE 1°C ET 3°C

6.6 L'AÉROTHERMIE

L'aérothermie est un procédé par lequel les calories contenues à l'état naturel dans l'air sont transformées en source d'énergie permettant de « produire » du chaud et/ou du froid. L'aérothermie permet donc de capter et d'amplifier les calories de l'air par le biais d'une pompe à chaleur, et de les restituer au système de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire.

Ce système de pompe à chaleur (PAC) est depuis récemment un système qui se développe de plus en plus. Le potentiel pour l'aérothermie est important lorsque les températures extérieures restent douces, ce qui rend le système attrayant. De plus, il bénéficie d'un coefficient de performance (COP) qui semble intéressant dans les calculs théoriques.

Si nous prenons le cas d'un bâtiment alimenté par une PAC air/eau (avec plancher chauffant), celui-ci n'est que partiellement autonome et renouvelable car plus d'un tiers de sa consommation de chaleur est d'origine électrique. Cela s'explique par un COP qui chute lorsque les températures sont négatives, et par le fait que les calories de l'air extérieur sont très faibles.

Ce système reste une alternative intéressante, mais ne peut pas être défini comme 100 % renouvelable. Il pourrait être intéressant de le mettre en place pour des bâtiments demandant peu de chauffage ou des bâtiments qui ne seraient utilisés que pendant les périodes de mars à octobre, lorsque que les températures extérieures sont moins froides.

6.7 REJETS THERMIQUES

Après analyse de notre périmètre, nous n'avons pas identifié de rejets thermiques à proximité directe pouvant être exploités pour le Quartier de l'Etang.

Les éventuels rejets thermiques liés aux activités industrielles ou artisanales qui pourraient voir le jour au Quartier de l'Etang (îlot A ou îlot F) devront être valorisées autant que possible. Cette récupération sera prévue lors du concept énergétique de bâtiment.

6.8 RESEAU GENILAC®

Le GeniLac® reste une source d'approvisionnement intéressante pour le futur Quartier de l'Etang.

Suite à une séance en date du 17 avril 2012 avec M. Brasier (SIG), il s'avère que le futur tracé du GeniLac® reste hypothétique et devra faire l'objet d'une validation concernant son emplacement. La réalisation du GeniLac® est prévue a priori pour 2017. Pour ce réseau, la part d'énergie renouvelable est largement supérieure à 75 % et son potentiel est de l'ordre de 80 MW (à confirmer). Cette donnée rend le projet éligible aux subventions, qu'elles soient fédérales par le biais de l'OCEN, ou accordées dans le cadre du concours Européen Concerto. Pour exemple, le GLN a été subventionné à hauteur de 1.5 millions d'euros pour 19 sous-stations.

Le futur Quartier de l'Etang pourrait être raccordé au GeniLac® pour la production de chaud et de froid. Le réseau disposera d'un conduit « aller » pour le froid et un conduit « retour » pour le chaud. La température disponible pour le froid sera de l'ordre de 8.5° C à 10° C, et de 12° C à 16° C pour le chaud.

Cette source d'approvisionnement reste très intéressante car elle permettrait de couvrir l'ensemble des besoins énergétiques, mais son tracé reste cependant à valider.

6.9 CAD LIGNON

Le CAD du Lignon pourrait constituer un autre réseau intéressant. En effet, il traverse le quartier à une température de l'ordre de 120° C et, d'après les informations fournies par les SIG (M. Durler), la puissance actuelle du réseau est de l'ordre de 100 MW. La puissance devrait passer, à l'horizon de 20 ans, à 300 MW pour l'alimentation de plusieurs gros bâtiments. Le CAD Lignon pourra sans problème alimenter le futur Quartier de l'Etang.

Depuis peu, le réseau CAD Lignon a été raccordé avec le CADIOM, permettant ainsi de valoriser les rejets thermiques plus efficacement, notamment en été lorsque la demande de chaleur est plus faible. Cette connexion a aussi augmenté la part de renouvelable.

6.10 SYNTHÈSE DES POTENTIELS

Nous venons de faire le tour d'horizon des énergies renouvelables disponibles pour l'approvisionnement énergétique du futur Quartier de l'Etang. Dans la mesure du possible, il sera intéressant de prioriser l'utilisation des énergies locales dans la stratégie énergétique du quartier.

	Lieu	Potentiels	
Géothermie faible profondeur	Local	6.5 GWh (max théorique)	5 GWh (max réaliste)
Géothermie nappe	Local	0.16 GWh	
Solaire thermique	Local	2.4 GWh (si couverture de 70 % des besoins en ECS)	1 GWh (si couverture de 30 % des besoins en ECS)
Eolien	Local	Pas de potentiel exploitable pour le quartier	
Bois - biomasse	Régional	Système pouvant couvrir l'ensemble des besoins. Système à dimensionner en conséquence.	
Eaux usées	Régional	1.5 GWh (si prise de chaleur de 1° C sur les eaux usées)	4.5 GWh (si prise de chaleur de 3° C sur les eaux usées)
Aérothermie	Local	Système pouvant couvrir l'ensemble des besoins. Système à dimensionner en conséquence.	
Rejets thermiques	Régional	Pas de potentiel à proximité du quartier.	
GeniLac®	Régional	Système pouvant couvrir l'ensemble des besoins. Infrastructure à mettre en œuvre.	
CAD Lignon	Régional	Système pouvant couvrir l'ensemble des besoins. Infrastructure à mettre en œuvre.	

TABEAU N° 12 : RECAPITULATIF DES POTENTIELS

Afin d'avoir une vision globale sur l'ensemble des énergies disponibles, nous avons compléter notre analyse en identifiant le type d'utilisation et la vulnérabilité - contraintes techniques des énergies.

	Type d'utilisation	Vulnérabilité - Contraintes techniques
Géothermie faible profondeur	Chaleur BT Rafraîchissement	Implantation des sondes Equilibre thermique du sol Durabilité de la sonde Durée du chantier Conflit avec d'autres utilisations du sous sol
Géothermique nappe	Chaleur BT Rafraîchissement	Débit de la nappe faible Epaisseur de la couche d'eau faible
Solaire thermique	Chaleur BT/MT	Conflit avec d'autres utilisations des toitures
Bois - biomasse	Chaleur HT Electricité	Respect qualité de l'air Mise en place du système d'approvisionnement Conflit avec d'autres utilisations du bois Provenance du bois
Eaux usées	Chaleur BT	Température minimale de l'eau à l'entrée de la STEP Débit moyen
Aérothermie	Chaleur BT	Rendement des PAC Consommation importante d'électricité
GeniLac®	Chaleur BT Rafraîchissement	Planification temporelle Incertitude de développement du réseau
CAD Lignon	Chaleur BT/HT	Eventuel conflit avec le solaire thermique

Le tableau précédent démontre que le futur Quartier de l'Etang bénéficie de plusieurs options pour son approvisionnement énergétique. Ci-dessous, le tableau présente les sources d'énergie retenues et leurs caractéristiques :

	Quantité disponible	Part renouvelable	Faisabilité technique
Géothermie	50 % du chaud et 50 % des besoins en froid	~75 % pour le chaud et pour le froid avec une PAC* 100 % en direct (freecooling)	Autorisée (attention toutefois au phasage des travaux et à l'éventuel temps supplémentaire de chantier dû aux forages des sondes)
Solaire thermique	0-70 % de l'ECS 0 % du froid	100 %	Le minimum légal est de 30 % (sauf si le quartier utilise le CAD), le maximum technique est à 70 % Le stockage saisonnier dans les sondes géothermiques est à étudier
Eaux usées	14 % du chaud ~ 20 % du froid	~75 % avec une PAC* et 100 % en direct	Toutes les prédispositions techniques sont a priori adaptées : disponibilité de la chaleur, diamètre de la conduite, linéarité de la conduite, débit
CAD	100 % du chaud 0 % du froid	5 % en hiver** et 50 % en été** 13 % en moyenne**	Les SIG confirment la totale disponibilité du CAD (séance du 19 juin 2013)
Gaz	100 % du chaud 0 % du froid	0 %	Aucune restriction
GéniLac®	100 % du chaud 100 % du froid	~75 % pour le chaud avec une PAC* et 100 % sur le froid en direct	Dépend des SIG, étude en cours, résultats prévus au 3 ^{ème} trimestre 2013

TABEAU N° 13 : PRESENTATION DES SOURCES D'ENERGIE (* PART ELECTRIQUE CONSIDEREE COMME NON RENOUVELABLE, ** VOIR ANNEXE 2)

Les autres sources analysées ont été écartées pour les motifs suivants :

- Eolien : coût, peu adapté en milieu urbain ;
- Bois-biomasse : inadapté en zone très urbaine à cause de la qualité de l'air ;
- Géothermie nappe : le bras de la nappe de Monfleury, situé juste sous le quartier, ne présente pas un débit suffisant ;
- L'aérothermie : cette technique ne permet pas d'atteindre des COP satisfaisants et reste peu adaptée en milieu urbain.

7 STRATEGIE D'APPROVISIONNEMENT

7.1 METHODE

La méthode est définie en deux approches: la gestion de la consommation énergétique et la gestion de l'approvisionnement.

La méthode pour la gestion de la consommation énergétique consiste à accompagner l'architecte dans l'élaboration du quartier et dans la définition des enveloppes des bâtiments. Le conseil porte notamment sur le gabarit des bâtiments, l'orientation en vue des gains solaires passifs, les ouvertures des façades, le traitement des ponts thermiques. Ce conseil porte aussi sur les mesures pour limiter la consommation énergétique en conformité avec les objectifs de la société à 2'000 W (voir chapitre 7.2).

La méthode pour la gestion de l'approvisionnement consiste à faire l'inventaire des sources d'énergie disponibles localement ou régionalement et à les évaluer selon les critères suivants (voir chapitre 6.10 « synthèse des potentiels ») :

- Quantité disponible (chaud/froid en fonction de la saison) ;
- Part renouvelable (en fonction de la saison) ;
- Faisabilité technique.

Les sources d'énergie sont ensuite regroupées en fonction de leur compatibilité entre elles. Des scénarii d'approvisionnement sont élaborés. Ils sont ensuite évalués selon les critères suivants :

- Part totale d'énergie renouvelable ;
- Consommation d'électricité ;
- Flexibilité (extension géographique et modification à l'avenir) ;
- Irréversibilité (ce que l'on rend impossible à l'avenir) ;
- Gestion de la distribution ;
- Faisabilité technique et coût.

7.2 MESURES POUR LIMITER LA DEMANDE ENERGETIQUE

Selon l'objectif de la société à 2'000 W, un effort considérable doit être fait aussi bien dans le neuf que dans l'ancien. Pour permettre de répondre aux objectifs de cette société, la baisse des consommations passe d'abord par la réduction du gaspillage énergétique, aussi bien concernant l'aspect chauffage, électricité mais aussi énergie grise. En effet, la meilleure énergie disponible est celle que nous ne consommons pas. En ce qui concerne notre projet, il s'agira de viser des standards énergétiques performants comme HPE, voire THPE. Les deux standards permettent de répondre aux objectifs de la politique énergétique cantonale. Il s'agit notamment de :

- Développer et intégrer des énergies renouvelables ;
- Réduire la demande énergétique à la source ;
- Maximiser l'efficacité énergétique en optimisant l'enveloppe thermique.

Afin de répondre aux différentes exigences, certains points sont à mettre en avant notamment sur l'aspect architectural, mais aussi du point de vue de la technique du bâtiment et dans l'aide au comportement des occupants.

- Isolation renforcée des bâtiments et choix du type d'isolant :

L'isolant dans la construction est un élément primordial qui limite les déperditions thermiques d'un bâtiment. Son choix doit se faire en prenant en compte plusieurs critères tels que sa performance, son empreinte carbone et ses performances de déphasage - stockage de chaleur.

- Lumière naturelle :

La lumière naturelle dans un bâtiment est un facteur qu'il ne faudra pas négliger lors de la phase de conception. En effet, plus le bâtiment sera lumineux, plus sa dépendance à l'ajout de lumière artificielle sera limitée. De ce fait, les apports internes seront réduits, tout comme les consommations électriques pour alimenter l'éclairage artificiel.

- Concevoir des bâtiments bioclimatiques :

En hiver, le solaire étant une énergie gratuite, il devra être valorisé par des choix architecturaux. Il s'agira notamment de favoriser l'implantation de vitrage sur l'orientation Sud-Est / Sud / Sud-Ouest. Grâce à l'optimisation des vitrages sur les orientations favorables, nous pourrons capter l'énergie solaire gratuite, la stocker dans des masses inertielles et la distribuer par rayonnement des matériaux ayant absorbé la chaleur.

En été, à l'inverse, le principal problème est la surchauffe liée aux apports solaires. Pour palier à ce problème, il s'agira de se protéger de l'ensoleillement, de minimiser les apports internes et de dissiper la chaleur grâce à la ventilation naturelle.

– Installation technique :

Dans l'optimisation des installations techniques, plusieurs aspects permettent de réduire le gaspillage d'énergie grise. Dans notre cas, nous pouvons constater une offre en énergie renouvelable importante dans notre périmètre.

Afin d'éviter des sur-installations, il faut, dans un premier temps, les dimensionner convenablement et, dans un second temps, utiliser la bonne énergie pour le bon emploi.

– Consommation domestique (pour l'habitation) :

Dans les bâtiments récents, le constat est flagrant : les consommations énergétiques pour le chauffage ont très largement diminuées. A l'inverse, les consommations électriques n'ont cessé d'augmenter. Cette augmentation s'explique par la multiplication d'appareils nécessitant une alimentation électrique y compris en veille.

Pour permettre de maîtriser au mieux les consommations, une systématisation des appareils de classe A, A+ ou A++ devra être privilégiée.

Un autre moyen d'optimiser les consommations électriques est la mutualisation des laveries pour le linge dans la mesure du possible.

Les lave-linges et lave-vaisselles pourraient être branchés sur l'ECS plutôt que sur l'électricité.

Dans la typologie des bâtiments, l'intégration de balcons ou de jardins d'hiver permet de favoriser un séchage naturel du linge. Ceci permettra de limiter l'utilisation de sèche-linges et des consommations liées à leur utilisation.

– Choix des matériaux :

La construction d'un bâtiment demande des quantités de matériaux importantes. Il sera donc intéressant de choisir les matériaux ayant des consommations d'énergie grise les plus faibles possibles pour les limiter.

7.3 SCENARI D'APPROVISIONNEMENT

L'analyse énergétique territoriale montre que le périmètre élargi est caractérisé par une dépendance aux énergies fossiles. Ce même périmètre est amené à se développer en un territoire plus densément habité. Cette mutation territoriale de l'industriel vers l'urbain induira une mixité d'usage qui perdurera pendant quelques décennies.

Dans ce contexte, une opportunité ne doit pas être manquée : profiter de la réfection des chaussées et des réseaux pour poser une conduite à distance qui relie les différents bâtiments afin de pouvoir mutualiser les infrastructures et de profiter des synergies futures entre les consommateurs de chaud et les consommateurs de froid. C'est pourquoi le scénario de base et ses variantes proposent la mise en place d'un réseau basse température.

7.3.1 HYPOTHESES ET ARBITRAGES GENERAUX

Certaines hypothèses ou arbitrages généraux ont été faits afin de gérer la multitude possible de combinaisons d'approvisionnement et la complexité de leurs interdépendances (complémentarité, concurrence, opportunité, etc.) :

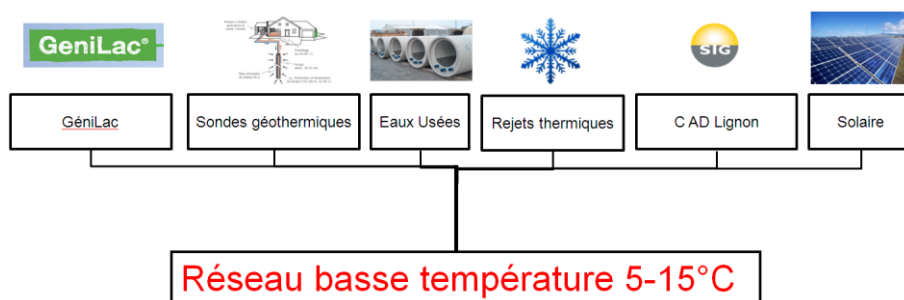
- Les sondes géothermiques sont à favoriser parce qu'elles représentent la seule source locale d'importance. Ne pas en profiter constituerait une diminution irréversible du potentiel régional car il serait impossible d'en placer sous les bâtiments après leur construction ;
- Une source chaude régionale (CAD ou gaz) complémentaire doit être mise en place car le potentiel local ne suffit pas en termes de puissance. De plus, la mise en place d'un approvisionnement plus chaud CAD ou gaz permet :
 - De n'utiliser les PAC que pour produire de la chaleur basse température (l'ECS étant faite avec le CAD/gaz) et de bénéficier ainsi de très bon coefficient de performance ;
 - De sécuriser l'approvisionnement en chaud car le CAD ou le gaz peuvent prendre le relais en cas de panne ou de réfection ;
 - De rester flexible durant toute la vie du quartier à partir de la phase de projet jusqu'à plusieurs décennies après la construction car ces sources sont extensibles et disponibles ;
 - Cela permet aussi une complémentarité avec les énergies renouvelables qui sont disponibles de manière fluctuante comme le solaire, les eaux usées ou la récupération de chaleur sur la climatisation.

Ces éléments doivent être considérés comme une base ferme. Les scénarios ci-après sont des propositions découlant de celle-ci. Ces derniers, basés sur l'état des connaissances actuelles, sont amenés à évoluer en fonction des opportunités concrètes, des contraintes de financement et de la volonté du/des Maître(s) d'Ouvrage futurs et d'un éventuel contracteur énergétique.

7.3.2 SCENARIO DE BASE

Toutes les variantes du scénario de base reposent sur la mise en place d'un réseau basse température reliant les différents consommateurs du quartier, et pouvant s'étendre au périmètre élargi. Ce type de réseau présente de nombreux avantages :

- Mutualisation et extension ;
- Valorisation des rejets thermiques des climatisations, des eaux usées ;
- Production de chaleur avec des PAC décentralisées pour les nouveaux bâtiments, avec des COP élevés ;
- Forte réduction des pertes thermiques du réseau ;
- Utilisation possible de capteurs solaires « basse température » comme approvisionnement annexe.



Des exemples de projet de réseaux existent et sont documentés :

- Projet Suurstoffi Risch Rotkreuz ;
- Réseau Anergie ETH Hönggerberg ;
- Réseau Anergie Kleinbruggen, Chur ;
- Réseau Anergie à Visp.



FIGURE 31 : PROJET DE RESEAU ANERGIE A VISP

VARIANTE 1 (GEOTHERMIE MAXIMUM)

– Description :

La variante « géothermie maximum » repose sur la mise en place d'un maximum de sondes géothermiques, c'est-à-dire environ 300. Ce nombre doit être confirmé par une étude sur le long terme du comportement du champ de sondes en fonction des capacités de recharge et confirmé en fonction des contraintes de projet (travaux spéciaux, implantation des arbres, etc.).

Type de besoin	Part estimée des différents apports	Part renouvelable estimée (voir chapitre 6 tableau n° 13)
Chaud (10 GWh)	50 % sondes géothermiques (300 sondes à 300 m) 15 % récupération sur EU 36 % récupération sur climatisation + récupération sur ventilation + appoint CAD	3.8 GWh (10 GWh*50 %*0.75) 1.1 GWh (10 GWh*15%*0.75) ~1 GWh (estimé)
Froid (4 GWh)	60 % géothermie (<i>free cooling</i>) 40% PAC réversible avec rejet de chaleur dans les sondes et l'EU	2.4 GWh (4 GWh*60 %*1) 1.2 GWh (4 GWh*40 %*0.75)
ECS (5 GWh)	100 % CAD	0.7 GWh (5 GWh*100%*0.13)
		Total = 10.2 GWh = ~54 %

– Forces / Faiblesses :

L'une des forces de cette variante est la part renouvelable élevée et la faible consommation électrique due à la maximisation du *free cooling* géothermique. Une autre force consiste en la possibilité de stocker dans les sondes de la chaleur du CAD, excédentaire en été, pour être réutilisée en hiver. La faiblesse probable de cette variante est la contrainte en termes d'organisation du chantier due au forage des sondes.

– Optimisation possible :

La part fournie par les sondes géothermiques peut être optimisée en fonction de la stratégie de recharge et de stockage saisonnier dans les sondes. Celle fournie par la récupération sur l'EU peut être remplacée par le CAD, toutefois il serait dommage de ne pas valoriser cette ressource locale.

VARIANTE 2 (GEOTHERMIE EQUILIBREE)

– Description :

La variante « Géothermie équilibrée » repose sur un nombre de sondes plus restreint correspondant à un nombre maximum de sondes que l'on peut recharger avec la récupération de chaleur interne au quartier (climatisation, air vicié). Ainsi, le champ de sondes n'a pas à être rechargé, ni avec le CAD, ni avec du solaire. Le pourcentage exact de couverture par les sondes devra être affiné en fonction du développement du projet.

Type de besoin	Part estimée des différents apports	Part renouvelable estimée (voir chapitre 6 tableau n° 13)
Chaud (10 GWh)	25 % sondes géothermiques (150 sondes à 300 m) 15 % récupération sur EU 61 % récupération sur climatisation + récupération sur ventilation + appoint CAD	1.9 GWh (10 GWh*25 %*0.75) 1.1 GWh (10 GWh*15 %*0.75) ~1 GWh (estimé)
Froid (4 GWh)	30 % géothermie (<i>free cooling</i>) 70 % PAC réversible avec rejet de chaleur dans les sondes et l'EU	1.2 GWh (4 GWh*30 %*1) 2.1 GWh (4 GWh*70 %*0.75)
ECS (5 GWh)	100 % CAD	0.7 GWh (5 GWh*100 %*0.13)
		Total = 8 GWh = ~42 %

– Forces / Faiblesses :

L'une des forces de cette variante repose sur un investissement moins important et un chantier moins complexe à gérer que la variante 1. La faiblesse relative de cette variante est une part renouvelable moins élevée et une dépendance accrue au CAD qui est majoritairement fournie par du gaz en hiver (~95 %).

– Optimisation possible :

La part fournie par les sondes géothermiques peut être optimisée en fonction de la stratégie de stockage saisonnier dans les sondes. La part fournie par la récupération sur l'EU peut être remplacée par des sondes supplémentaires, toutefois, il serait dommage de ne pas valoriser cette ressource locale.

VARIANTE 3 (NI CAD NI GENILAC)

– Description :

La variante « Ni CAD, ni GéniLac », a priori non souhaitable, est une variante développée pour le cas, éventuellement provisoire, où les SIG ne seraient pas à même d'approvisionner le quartier ni avec le CAD, ni avec le GéniLac. Reprenant la structure de la variante 2, seul le CAD est remplacé par le gaz. Comme la dérogation à l'obligation de produire 30 % de l'ECS n'est plus admissible, des panneaux solaires thermiques sont disposés en complément.

Type de besoin	Part estimée des différents apports	Part renouvelable estimée (voir chapitre 6 tableau n�� 13)
Chaud (10 GWh)	25 % sondes géothermiques (150 sondes à 300 m) 15 % récupération sur EU 61 % récupération sur climatisation + récupération sur ventilation + appoint gaz	1.9 GWh (10 GWh*25 %*0.75) 1.1 GWh (10 GWh*15 %*0.75) ~1 GWh (estimé)
Froid (4 GWh)	30 % géothermie (<i>free cooling</i>) 70 % PAC réversible avec rejet de chaleur dans les sondes et l'EU	1.2 GWh (4 GWh*30 %*1) 2.1 GWh (4 GWh*70 %*0.75)
ECS (5 GWh)	70 % gaz 30 % solaire thermique	1.5 GWh (5 GWh*30%*1)
		Total = 8.8 GWh = ~46 %

– Forces / Faiblesses

La force de ce scénario est de pouvoir s'appliquer si le gaz présente un avantage financier ou infrastructurel sur le CAD. La faiblesse de ce scénario est de ne pas bénéficier de l'amélioration futur du CAD d'un point de vue qualitatif (pourcentage durable).

– Optimisation possible

La part fournie par les sondes géothermiques peut être optimisée en fonction de la stratégie de stockage saisonnier dans les sondes. La part fournie par la récupération sur l'EU peut être remplacée par des sondes supplémentaires, toutefois, il serait dommage de ne pas valoriser cette ressource locale.

VARIANTE 4 (GENILAC)

– Description

La variante « GéniLac » est la variante 2 modifiée avec toute la production de froid en direct sur l’eau du lac.

Type de besoin	Part estimée des différents apports	Part renouvelable estimée (voir chapitre 6 tableau n� 13)
Chaud (10 GWh)	25 % sondes géothermiques (150 sondes à 300 m) 15 % récupération sur EU 61 % récupération sur climatisation + récupération sur ventilation + appoint CAD	1.9 GWh (10 GWh*25 %*0.75) 1.1 GWh (10 GWh*15 %*0.75) ~1 GWh (estimé)
Froid (4 GWh)	100 % GéniLac (<i>free cooling</i>)	4 GWh (4 GWh*100 %*1)
ECS (5 GWh)	100 % CAD	0.7 GWh (5 GWh*100 %*0.13)
		Total = 8.7 GWh = ~46 %

– Forces / faiblesses

La force de ce scénario est sa flexibilité. En effet, le GéniLac permettrait de remplacer les autres sources basse température comme les sondes ou la récupération sur l’EU (voir discussion ci-dessous). Sa faiblesse est une dépendance accrue à une infrastructure externe. Cette dernière ne sera peut-être pas prête à temps pour le Quartier de l’Etang. En outre, les sondes devront être rechargées par le CAD ou le solaire.

– Optimisation possible

La part fournie par les sondes géothermiques peut être remplacée tout ou partie par le GéniLac sans p jorer la part renouvelable. Bien que ce remplacement soit techniquement possible et probablement moins onéreux à l’investissement, il n’est pas souhaitable d’un point de vue territorial car constitue une irréversibilité dans le sens où il ne sera plus possible de mettre des sondes géothermiques sous les bâtiments une fois ceux-ci construits. La part minimale de sondes peut toutefois être discutée. La part fournie par la récupération sur l’EU peut être remplacée par des sondes supplémentaires ou le GéniLac, toutefois il serait dommage de ne pas valoriser cette ressource locale.

7.3.3 SCENARIO ALTERNATIF

Le scénario alternatif est caractérisé par l'absence de réseau BT. Dans ce cas, chaque îlot utilise de manière indépendante les ressources qu'il possède. La récupération de chaleur sur les eaux usées profite à l'îlot A. Chaque îlot devra disposer d'un nombre suffisant de sondes et éventuellement de panneaux solaires thermiques afin de respecter la part renouvelable minimale exigée par la loi.

8 PHASAGE DU PROJET

Lors des différentes séances de travail avec l'OCEN, la question du phasage est régulièrement mise en avant. De ce fait, dans le cas d'un projet comme celui du Quartier de l'Etang, cette question prend encore plus d'importance de par sa taille, mais aussi par le fait que celui-ci a un fort impact sur les infrastructures.

Le Quartier de l'Etang étant au stade de PLQ, le phasage n'est à ce jour pas connu et devra être intégré le plus rapidement possible. Pour ce qui est du volet énergétique, il s'agira de vérifier si l'agent énergétique est disponible ou non lors de la livraison du bâtiment. Ce point permettra de faire ressortir la nécessité de mettre en place une alimentation provisoire (CAD ou gaz) afin de pallier au décalage de mise à disposition d'une ressource (par exemple le GeniLac, récupération de chaleur sur EU, etc.). Cette flexibilité devra être maintenue lors de la phase de projet.

9 ANALYSE DES ACTEURS

9.1 CARACTERISATION DES ACTEURS

L'objectif de ce chapitre est d'identifier les différents acteurs concernés ainsi que leur implication respective dans le projet. Il s'agira de les impliquer au mieux dans le projet afin de favoriser sa cohérence, tout en tenant compte de son environnement.

Au vu de l'importance du projet, plusieurs acteurs, par leur poids dans les besoins et/ou dans leur rôle au niveau de l'approvisionnement, nécessitent d'y être associés. Nous avons identifié plusieurs acteurs en fonction de leur rôle et de leur niveau d'intervention :

- Définition et contrôle du respect des normes actuellement en vigueur (énergie, air, sol, déchets, mobilité, etc.) : Etat de Genève, commune de Vernier ;
- Planification spatiale sur le périmètre : commune de Vernier ;
- Intervention indirecte :
 - Associations d'habitants ;
 - Bâtiments d'importance ;
- Construction des bâtiments :
 - Propriétaire du foncier (Privera Construction Management) ;
 - Futurs propriétaires ;
 - Maîtres d'œuvre : architectes, ingénieurs, entreprises réalisant la construction.
- Approvisionnement :
 - SIG : propriétaires et gestionnaires du réseau de gaz, d'électricité, d'eau potable et usées, CAD Lignon, Génilac ;
 - Contractor.

Le tableau suivant permet de synthétiser les caractéristiques de l'ensemble des acteurs. Nous avons collecté les données ci-dessous par le biais d'informations disponibles ou lors de nos différentes séances avec les acteurs concernés.

Acteurs	Rôles	Recommandations
SIG	– Producteur et fournisseur d'énergie et d'eau ; – Régie de droit public ; – Investissement sur la mise en place du GeniLac® - CAD Lignon.	– Clarifier la faisabilité et la temporalité du GLU ; – Clarifier les conditions contractuelles de fourniture (calendrier et délais d'étude) ; – Réalisation d'un cahier des charges pour le futur contracteur quant aux relations avec les réseaux SIG.
Contractor	– Investisseur ; – Prise en charge des installations énergétiques.	– Discuter les conditions contractuelles de fourniture ; – Proposer un suivi / monitoring des consommations.
Etat de Genève (DGeau, OCen, etc.)	– Collectivité publique permettant le contrôle des lois ; – Définition et mise en place de la politique publique ; – Promotion de l'innovation (subvention - transfert d'expérience) ; – Cartographie de l'information ; – Recommandation sur le concept énergétique ; – Analyse des aspects du PLQ.	– Suivi et échange sur le projet ; – Clarifier le cadre légal de l'exploitation de la chaleur des EU (droits, taxes, limites) ; – Participation aux études pilotes potentielles (récupération sur les EU, stockage saisonnier).
Commune de Vernier	– Collectivité publique ayant la gestion du patrimoine, avec le soutien du canton dans la mise en œuvre de la politique énergétique ; – Planification du projet ; – Exigences sur les performances des bâtiments publics ; – Promotion de l'innovation.	– Suivi et échanges sur le projet ; – Vision partagée.
Futurs propriétaires des bâtiments	– Usagers.	– Prise de position sur l'architecture et le choix des techniques.
Privera	– Actuel propriétaire du foncier ; – Exigence performance des bâtiments ; – Coût globaux.	– Maîtrise du foncier ; – Budget et temps.
Bâtiments d'importance	– Gros consommateurs ; – Améliorer leurs impacts environnementaux ; – Rénovation.	– Documenter leur état des lieux énergétique. – Etudier leurs besoins et les synergies énergétiques possibles.

TABEAU N° 14 : ACTEURS DU PROJET

Dans le présent rapport, nous avons évalué le potentiel énergétique de récupération de chaleur sur les eaux usées. Pour permettre une évaluation pertinente de cette source, nous sommes mis en relation avec la DGeau pour croiser nos informations. Grâce à cela, nous avons pu définir quelle valeur d'abaissement de température des eaux usées était acceptable et les conditions d'utilisation des eaux usées.

Dans l'optique de fédérer un maximum d'acteurs et de favoriser les échanges entre eux, plusieurs séances de travail ont été organisées avec l'OCEN (M. Clerc) et les représentants des Grands Projets (Châtelaine et VMA). Le but étant de croiser les données et de vérifier si le développement des stratégies énergétiques du Quartier de l'Etang restait en accord avec une stratégie à grande échelle. Les séances de travaux se déroulaient lors des réunions de COPIL - DIRPRO pour les Grands Projets et lors de task-force pour le Quartier de l'Etang. Un engagement de principe s'est dégagé sur les points suivants :

- Favoriser la mise en réseau des consommateurs (réseau basse température, CAD, GéniLac) ;
- Etudier le potentiel de récupération de chaleur sur les EU (projet pilote envisagé) ;
- Etudier la possibilité de stocker de la chaleur dans les sondes géothermiques (projet pilote envisagé).

10 CONCLUSION

L'état des lieux a permis de mettre en lumière une importante quantité et diversité de ressources énergétiques présentes sur le site, ainsi que les enjeux liés à la transformation d'un territoire artisanal et industriel en un territoire plus urbain. Cette analyse a permis de faire ressortir l'importance de la flexibilité des infrastructures en vue d'éventuelle extensions, transformations ou de changements dans les usages. Une analyse de la qualité de chaque ressource dans cette perspective territoriale a permis de les hiérarchiser et de formuler des scénarios de développement probable, ainsi que des recommandations pour les futurs acteurs du projet.

La réduction des besoins demeure la stratégie la plus efficace en matière de développement durable. C'est pourquoi une somme de recommandations ont été formulées, dont notamment :

- Travailler l'architecture selon les principes bioclimatiques (rationalité de l'enveloppe, apport solaire passif, ventilation naturelle, limitation des ponts de froid, etc.) ;
- Installer des lumières et des appareils économes en énergie (envisager le branchement des appareils consommant de l'eau chaude sur la production d'ECS du quartier, et non par des résistances électriques) ;
- Choisir des matériaux et des techniques dont le cycle de vie est connu et sobre.

L'approvisionnement du quartier proposé repose sur une stratégie de mutualisation des infrastructures situées dans chaque îlot, via le réseau basse température. Les sources d'énergie renouvelable (sonde géothermique, solaire) ainsi que la valorisation de rejets thermiques (climatisation, EU) contribuent de manière fluctuante et saisonnière à l'approvisionnement. Une source de chaleur haute température (CAD ou gaz) complète l'approvisionnement de manière extensible selon le principe de bivalence. Cette stratégie permet une flexibilité avantageuse au vu des incertitudes demeurant à ce stade (phasage, sécurité de l'approvisionnement, augmentation possible des renouvelables, etc.).

Les étapes futures devront préciser les points stratégiques suivants :

- Définition / création du contracting ;
- Proposition d'études pilotes en anticipation (récupération de chaleur sur les EU, stockage saisonnier dans les sondes géothermiques) ;
- Définition d'une stratégie de monitoring ;

Le projet de l'Etang dispose de nombreuses ressources tant énergétiques qu'opérationnelle. L'échelle du projet et son contexte territorial nécessite toutefois une approche globale et probablement parfois en dehors des usages habituels. Il est dès lors important de favoriser la communication et des solutions non exclusives.

Nicolas Corbisieri

Romain Kilchherr

Roland Mantilleri

ANNEXE 1

**PLAN N° 2 DU BUREAU EDMS SA : « PLACEMENT DES
SONDES »**

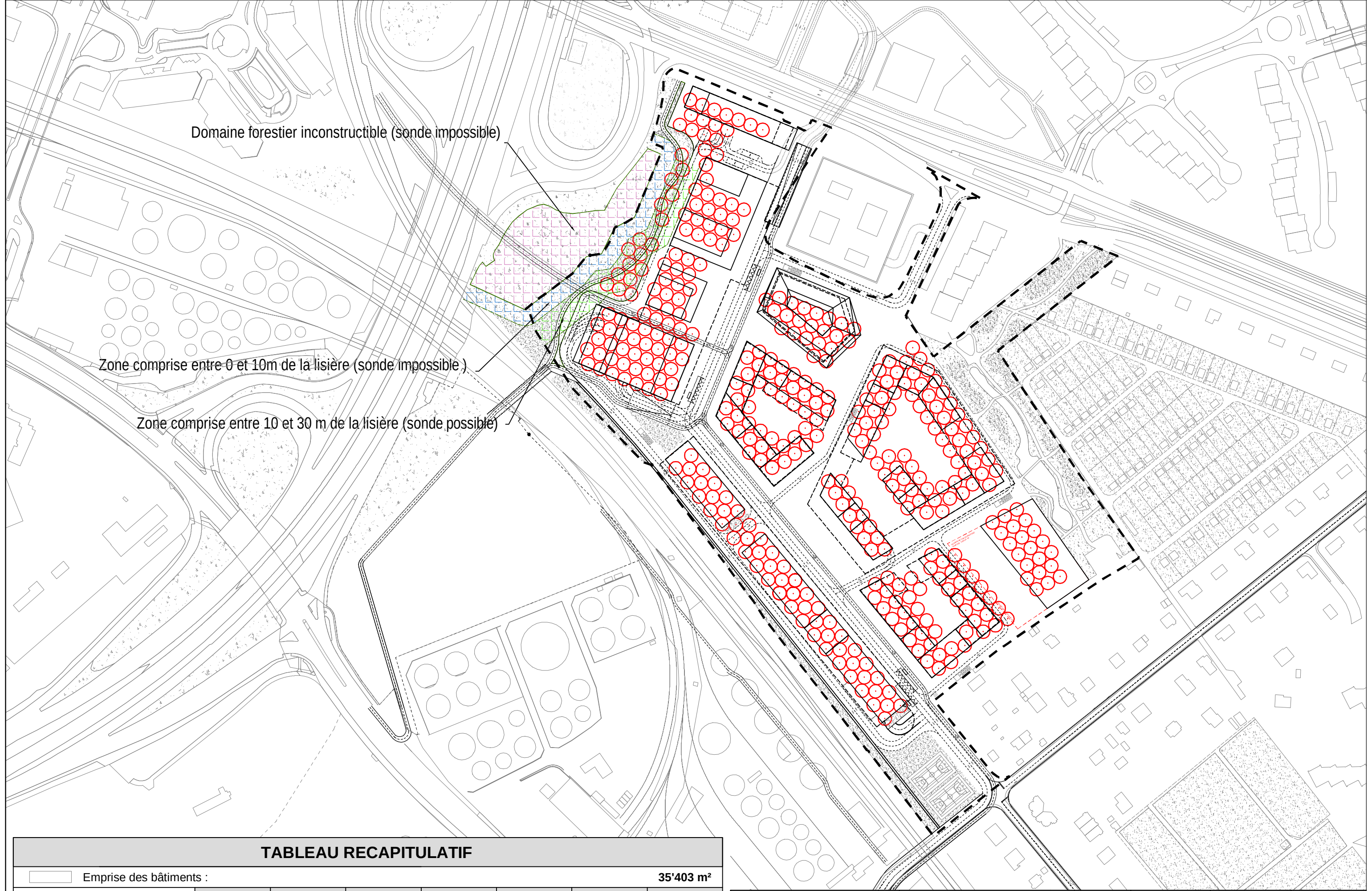
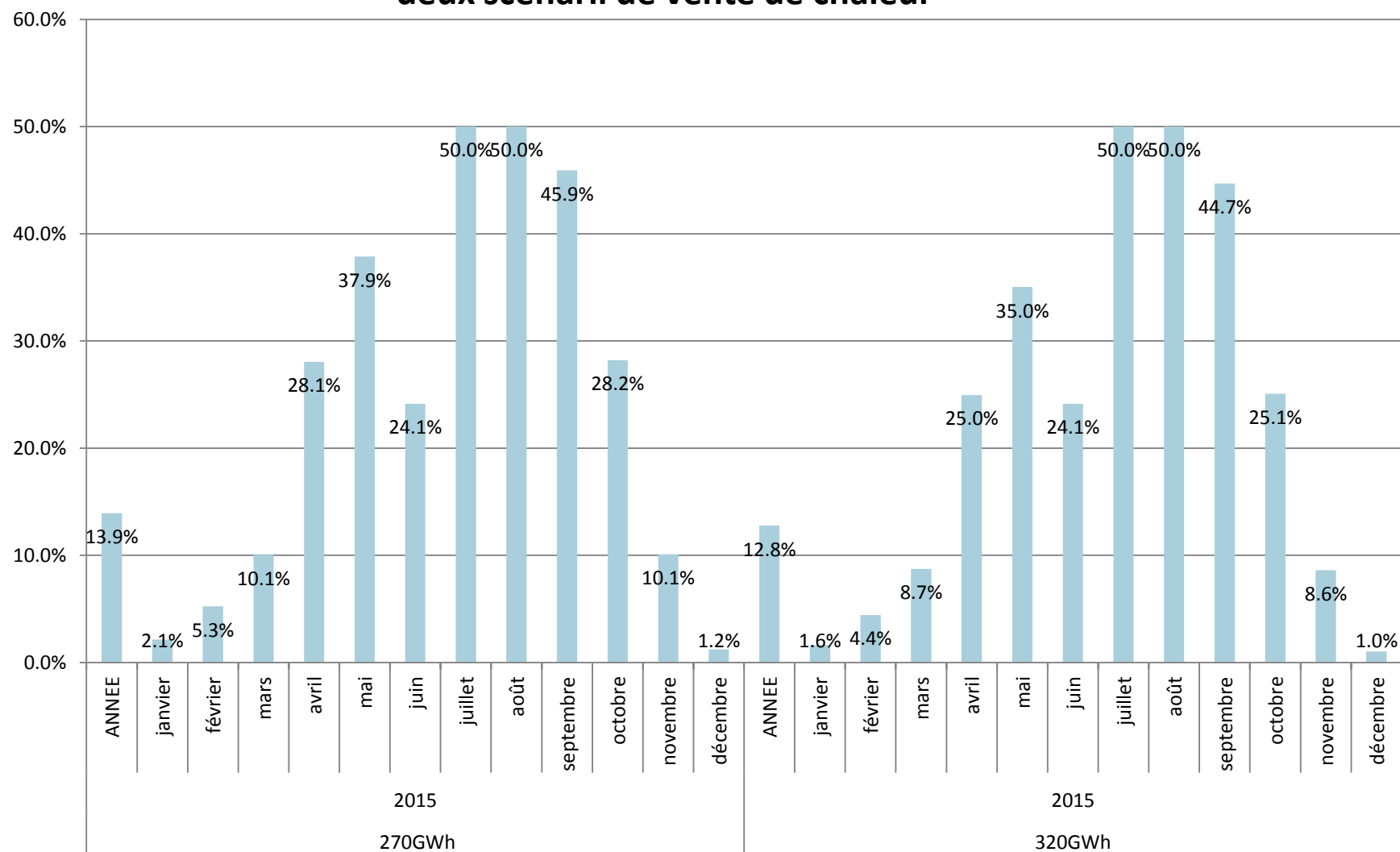


TABLEAU RECAPITULATIF							
	Emprise des bâtiments :						35'403 m²
	Ilot A	Ilot B	Ilot C	Ilot D	Ilot E	Ilot F	TOTAL
Nombre de sonde théorique	111	21	46	86	71	56	391
Nombre de sonde réaliste	88	17	37	69	57	45	313

ANNEXE 2

**TAUX DE RENOUVELABLE MENSUEL DANS LE RESEAU
CAD SIG EN 2015 POUR DEUX SCENARII DE VENTE DE
CHALEUR**

Taux de renouvelable mensuel dans le réseau CAD SIG en 2015 pour deux scénarii de vente de chaleur



ANNEXE 3

METHODE DE CALCUL POUR L'ESTIMATION DES BESOINS ECS ET CHAUFFAGE

METHODE DE CALCUL POUR L'ESTIMATION DES BESOINS ECS

Pour évaluer les besoins en Eau Chaude Sanitaire normés, nous avons utilisé la norme SIA 380/1, et plus particulièrement le tableau 23 définissant les besoins annuels Q_{ww} en MJ/m². Les valeurs sont données sous conditions d'utilisation standard.

	Logement	Administratif	Ecole	Commerce	Restauration	Piscine	Industrie
Besoins annuels de chaleur pour l'ECS [MJ/m ²]	75	25	25	25	200	300	25

Dans le cas des besoins en Eau Chaude Sanitaire avec facteur de correction, nous avons appliqué un facteur de 1.3 qui comprend les pertes techniques, le rendement de l'installation, la surconsommation, etc.

1.1 METHODE DE CALCUL POUR L'ESTIMATION DES BESOINS CHAUFFAGE

Pour l'estimation des besoins de chauffage normés, nous avons utilisé la norme 380/1, notamment pour le calcul de la valeur limite $Q_{h,li}$ en lien avec le tableau 4, dans le cas d'une utilisation standard. Les valeurs du tableau 4 ont été corrigées de 17.7 % car la température annuelle moyenne de Genève (d'après la SIA 2028) est de 10.7°C contre les 8.5°C du tableau 4.

La formule utilisée est la suivante :

$$Q_{h,li} = Q_{h,li0} + \Delta Q_{h,li} \cdot (A_{th}/A_E)$$

Nous avons ensuite pris comme hypothèse le rapport de forme suivant (A_{th}/A_E) :

	Logement	Administratif	Ecole	Commerce	Restauration	Piscine	Industrie
Rapport de forme suivant affectation	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	2.5	1.8

Dans le cas des besoins de chauffage avec facteur de correction, nous avons aussi appliqué un facteur de 1.3 qui comprend la mauvaise utilisation des locaux, le rendement des installations, les pertes techniques, etc.

1.2 METHODE DE CALCUL POUR L'ESTIMATION DES PUISSANCES CHAUD ET ECS

Pour le calcul des puissances pour le chauffage et l'ECS, nous avons utilisé le document « Garantie de performance, Installation techniques, Minergie et Suisse énergie » qui donne des valeurs d'utilisation à pleine charge.

	Logement Restauration Piscine	Administratif Commerce Industrie Ecole
Heures pleine charge	2'300 h	1'900 h

Le nombre d'heures à pleine charge est plus faible pour l'administratif, le commerce, l'industrie et l'école car le taux d'occupation en week-end est réduit puisque ces espaces ne sont pas utilisés.

1.3 METHODE DE CALCUL POUR L'ESTIMATION DES PUISSANCES FROID

Pour le rafraîchissement, nous avons pris comme hypothèse que seules les affectations « Administratif, Restauration et Commerce » seront rafraîchies.

Les puissances de froid ont été évaluées sur la base de la norme SIA 380/4 édition 2006, l'annexe B (ainsi que le tableau 65) et le cahier technique SIA 2024. Pour ce calcul, nous utiliserons les valeurs limites.

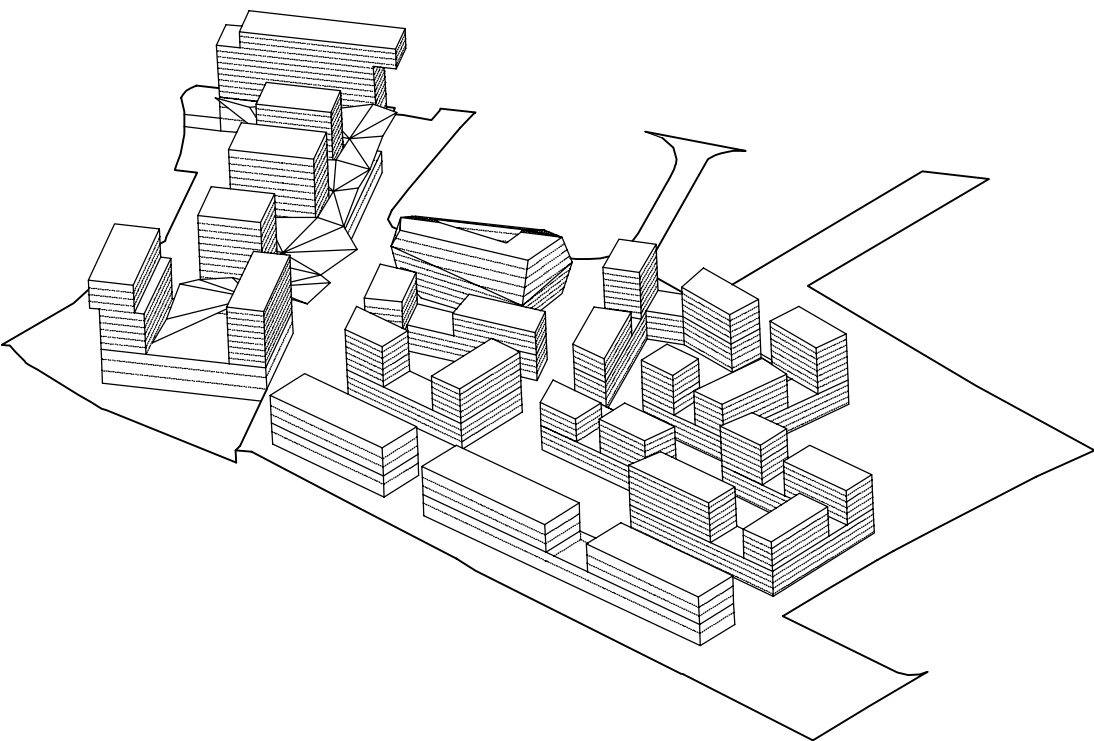
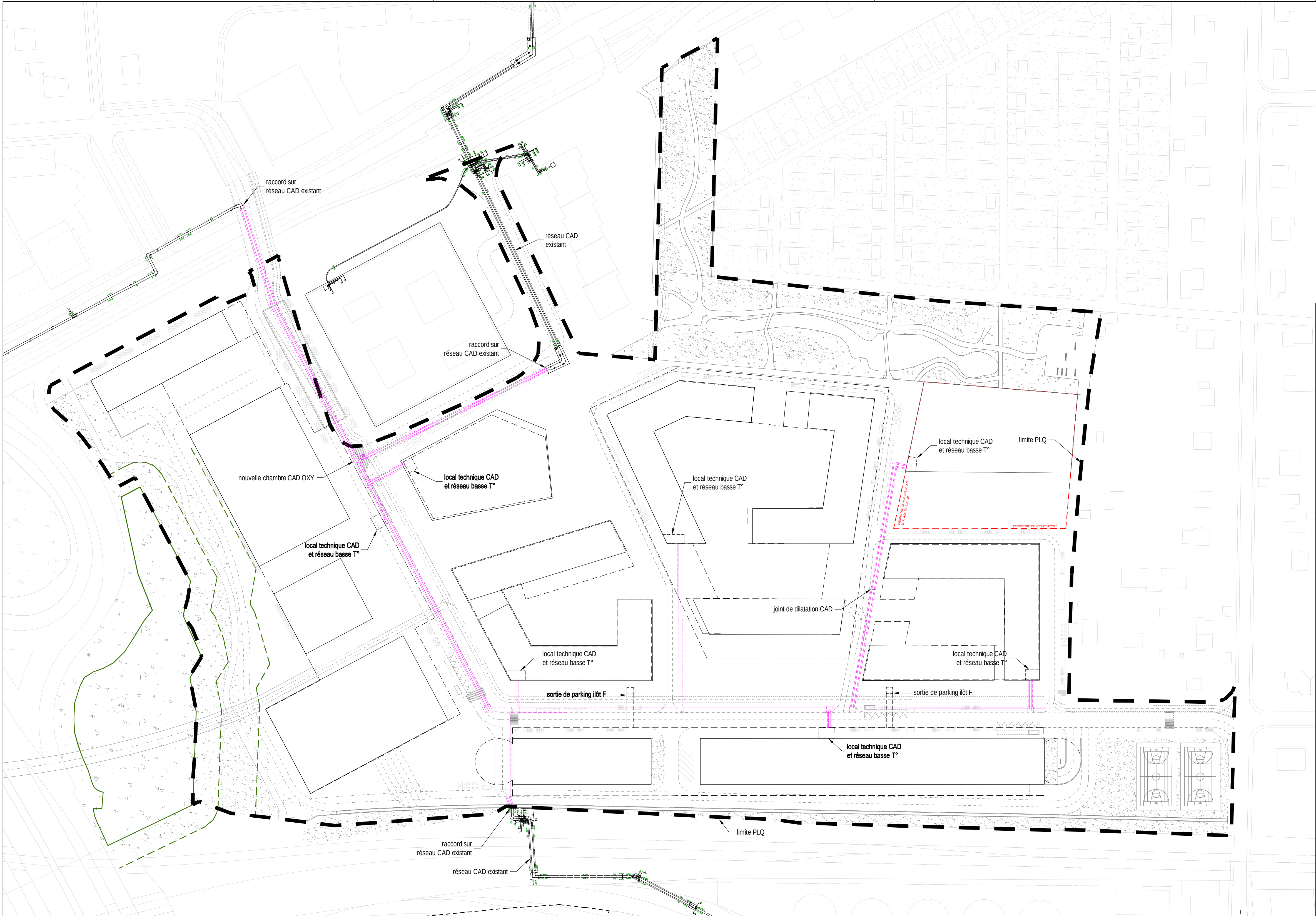
N'ayant pas le détail précis de la composition des bâtiments, nous avons utilisé les bâtiments types décrits dans l'annexe B de la SIA 380/4. Pour ce qui est des heures à pleine charge, celles-ci sont tirées directement du cahier technique SIA 2024.

1.4 METHODE DE CALCUL POUR L'ESTIMATION DU SOLAIRE THERMIQUE

Concernant l'estimation de la surface de solaire thermique, nous avons utilisé les valeurs du tableau du chapitre 4.1 que nous avons multipliées avec les surfaces du tableau du chapitre 2. Pour définir les besoins en ECS.

Pour le rendement des panneaux solaires, nous avons utilisé le formulaire EN-1C qui donne les valeurs suivantes suivant le taux de couverture visé. Les valeurs restent hypothétiques suivant le type de panneau qui sera installé.

	Couverture de 30% des besoins en ECS	Couverture de 50% des besoins en ECS	Couverture de 70% des besoins en ECS
Rendement	500 kWh/m ²	450 kWh/m ²	400 kWh/m ²



QUARTIER DE L'ETANG

RESEAU CAD PROJETE

AVANT PROJET

ind.	date	dess.	modification	12.11.2013	dess.	V.DL.	vf. D.T.	affaire
								4287
								plan n°
								échelle (s)
								1:1000

PROVISOIRE

base: 014287_EtangDessin02_Avant_projet4287_2_RCS_300_sousau_ajout2.dwg



edms sa
chemin des Poteaux 10 • case postale 307
CH-1213 Petit-Lancy 1 • Genève • Suisse
tél: +41 22 884 84 84 • fax: +41 22 884 84 85
email: edms@edms.ch • www.edms.ch

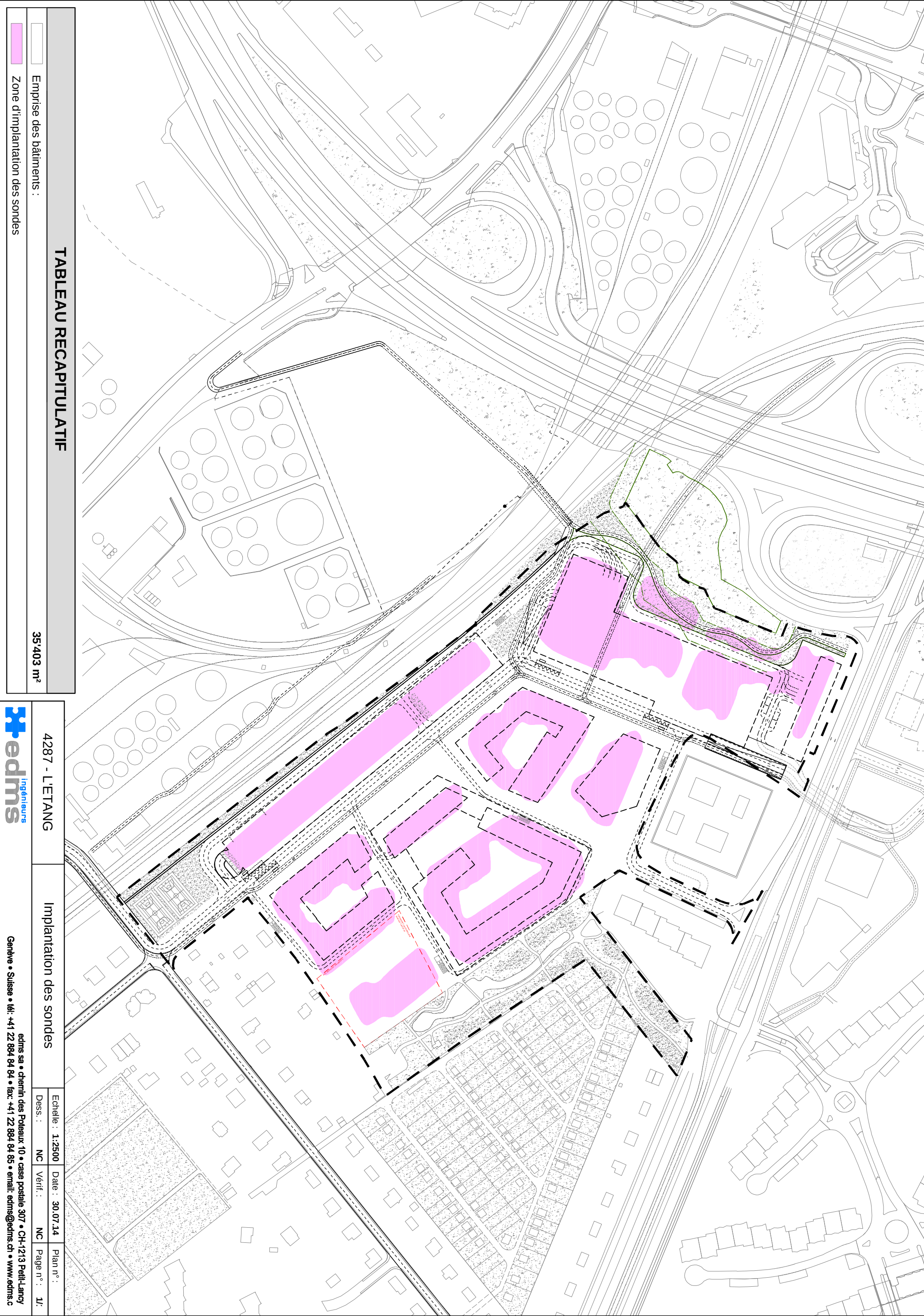


TABLEAU RECAPITULATIF	
	Emprise des bâtiments :
	35'403 m²
	Zone d'implantation des sondes

4287 - L'ETANG		Implantation des sondes				
		Echelle :	1:2500	Date :	30.07.14	Plan n° :
		Dess. :	NC	Vérif. :	NC	Page n° :
edms sa • chemin des Poteaux 10 • case postale 307 • CH-1213 Petit-Lancy Genève • Suisse • tél: +41 22 894 84 84 • fax: +41 22 894 84 85 • email: edms@edms.ch • www.edms.c						



Feuille de validation et suivi des modifications du concept énergétique territorial

Cette feuille faite partie intégrante du CET validé

**CET 2014-05 associé au PLQ 29'947, Chemin de l'Etang, Meyrin,
Vernier**

Commentaires de l'OCEN

- Le projet immobilier du Quartier de l'Etang, porté par la société Privera SA, évolue encore. Le présent concept énergétique constitue une base de réflexion sur les modes d'approvisionnement énergétique possibles. Il fera l'objet de mise-à-jour régulière en fonction des orientations privilégiées par les porteurs du projet.
- Certaines informations, notamment concernant le projet d'amenée d'eau du lac Genilac®, porté par les Services Industriels Genevois (SIG), ne sont pas à jour. Celles-ci feront l'objet de mise-à-jour régulières en fonction de l'avancée de ce projet connexe ainsi que d'une prise de positions par les SIG.
- Le Quartier de l'Etang, en appliquant les principes de l'écologie industrielle, peut devenir un périmètre à énergies positive. A priori, deux points d'interconnexion à la boucle d'échange thermique seront disponibles au Nord-Est et au Sud du périmètre. Ces éléments seront également précisés dans les futures mises-à-jour du CET.
- La valorisation thermique des eaux usées devra faire l'objet d'une prise de position formelle de la part du gestionnaire de réseau et du service cantonal compétent.

Bon pour validation:

Date: 16.07.2014

Visa: 

Martin Clerc de Senarclens
Adjoint scientifique

