

CET 2025-04

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

3.10.2025

*Mauty*

## CONCEPT ÉNERGÉTIQUE TERRITORIAL

# PLQ LES MORAINES DU RHÔNE

## MAÎTRE D'OUVRAGE ET REQUERANT

Implenia Immobilier SA  
Chemin de l'Echo 1  
1213 Onex

Version n°6 du 22.09.25

Rue de Veyrier 9bis  
CH-1227 Carouge/Genève

T +41 (0)22 308 47 00  
[info@ecoservices.ch](mailto:info@ecoservices.ch)

Membre bureau SIA  
Membre USIC



## Tables des matières

|      |                                                                                    |    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.   | Introduction.....                                                                  | 2  |
| 1.1  | Résumé et objectifs .....                                                          | 2  |
| 1.2  | Contexte du PLQ et besoins énergétiques.....                                       | 2  |
| 1.3  | Contenu du Concept Energétique Territorial (CET) .....                             | 3  |
| 2.   | Objectifs énergétiques aux différentes échelles .....                              | 4  |
| 2.1  | Niveau fédéral .....                                                               | 4  |
| 2.2  | Niveau cantonal.....                                                               | 4  |
| 2.3  | Politique énergétique de la Ville d'Onex et démarche Cité de l'énergie .....       | 5  |
| 3.   | Situation du projet .....                                                          | 7  |
| 4.   | Configuration générale .....                                                       | 8  |
| 4.1  | TATTES.....                                                                        | 8  |
| 4.2  | ECHO .....                                                                         | 9  |
| 5.   | Etat des lieux .....                                                               | 10 |
| 5.8  | Évaluation des besoins énergétiques .....                                          | 15 |
| 6.   | Planning.....                                                                      | 18 |
| 7.   | CET .....                                                                          | 18 |
| 7.1  | Le réseau GéniTerre « CADIOM-CADSIG ».....                                         | 18 |
| 7.2  | Géothermie eau/eau (nappe du Rhône).....                                           | 20 |
| 7.3  | Géothermie sol/eau .....                                                           | 22 |
| 7.4  | L'énergie solaire.....                                                             | 25 |
| 7.5  | PAC air/eau .....                                                                  | 28 |
| 7.6  | Récupération de chaleur dans les eaux usées.....                                   | 29 |
| 7.7  | Synthèse des sources d'approvisionnement renouvelables localement pertinentes..... | 30 |
| 8.   | Scénarios d'approvisionnement.....                                                 | 31 |
| 8.1  | GéniTerre « CADIOM-CADSIG » + solaire (projeté) .....                              | 31 |
| 8.2  | Géothermie sol/eau + solaire .....                                                 | 31 |
| 8.3  | Géothermie eau/eau + solaire.....                                                  | 32 |
| 8.4  | Autres scénarios.....                                                              | 32 |
| 8.5  | Comparaison quantitative et qualitative .....                                      | 32 |
| 8.6  | Localisation des équipements.....                                                  | 34 |
| 9.   | Conclusion et perspectives .....                                                   | 36 |
| 10.  | Annexes.....                                                                       | 37 |
| 10.1 | Procès-verbal – OCEN 13.02.2019 .....                                              | 37 |
| 10.2 | Procès-verbal – OCEN 23.11.2020 .....                                              | 38 |

# 1. Introduction

Dans le cadre de l'élaboration du Plan Localisé de Quartier « Les Moraines du Rhône » relatif au périmètre « Echo-Tattes » situé sur la commune d'Onex, Implenia, pilote du projet, a mandaté le bureau Ecoservices SA pour établir le concept énergétique territorial (CET).

## 1.1 Résumé et objectifs

Le concept vise à identifier des stratégies d'approvisionnement énergétique pertinentes et conformes aux objectifs de la politique cantonale et communale pour le complexe de bâtiments appelé à être construit sur ce périmètre. Ce CET intervient en amont de la définition même des caractéristiques et des performances énergétiques précises du futur complexe. Il doit donc être considéré avant tout comme une étape de cadrage permettant :

- d'identifier les principaux enjeux liés à l'approvisionnement énergétique des futurs bâtiments ;
- d'identifier les filières d'approvisionnement pertinentes et anticiper les actions à entreprendre pour ne pas en compromettre la valorisation future.

## 1.2 Contexte du PLQ et besoins énergétiques

Il est projeté de construire des bâtiments de logements, des activités et des commerces de proximité, pour un total SBP de 36'250 m<sup>2</sup> ainsi que des équipements publics.

Le présent rapport a pour but d'établir le concept énergétique pour l'alimentation énergétique (chaud, froid, électricité) de ce nouveau quartier, en tenant compte des différents impératifs inhérents à ce type de projet, tels que part renouvelable, facilité d'exploitation, interaction avec les autres bâtiments, impacts sur la qualité de vie, coûts d'investissements et d'exploitation, etc.

Les accès routiers desservant le quartier sont relativement contraignants. Il sera tenu compte de ce critère dans le choix de la solution retenue.

Plusieurs séances ont eu lieu en 2019 et 2020 avec l'OCEN pour l'élaboration du cahier des charges ainsi que sur la coordination du projet. Les comptes rendus sont présentés en annexe 10.1 et 10.2. Les 2 secteurs sont séparés par un terrain synthétique et ont chacun leur particularité, en l'occurrence, une ancienne décharge se situe en partie sous la parcelle 1992.

### **1.3 Contenu du Concept Energétique Territorial (CET)**

Les PLQ doivent comporter un concept énergétique (L2 30, article 11, alinéa 2). Tel que défini dans la L2 30, le CET est « une approche élaborée à l'échelle du territoire ou à celle de l'un de ses découpages qui vise 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 très 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. » (L2 30, art 6).

## 2. Objectifs énergétiques aux différentes échelles

Ce chapitre, en résumant les objectifs énergétiques de la Confédération, du Canton puis de la Ville d'Onex, permet de situer le contexte dans lequel s'insère ce concept énergétique.

### 2.1 Niveau fédéral

La politique énergétique fédérale se fonde sur les articles 89 à 91 de la Constitution, sur les engagements internationaux pris par la Suisse dans le cadre du Protocole de Kyoto<sup>2</sup>, ainsi que sur les lois sur l'énergie, sur l'approvisionnement en électricité et sur le CO<sub>2</sub>. Elle s'inscrit en outre dans la vision à long terme que représente la "Société 2000 watts", qui correspond à une division par 3 à 4 de nos consommations actuelles.

Le 21 mai 2017, le peuple suisse a accepté la loi révisée sur l'énergie. Celle-ci vise à réduire la consommation d'énergie, à améliorer l'efficacité énergétique et à promouvoir les énergies renouvelables.

Les objectifs visés à moyen terme par le Conseil fédéral à l'horizon 2050 sont les suivants<sup>1</sup> :

- La consommation moyenne finale d'énergie par personne et par an doit diminuer de 43 % d'ici 2035, par rapport à l'an 2000 (année de référence)
- La consommation d'électricité moyenne par personne et par an doit diminuer de 13 % d'ici 2035, par rapport à l'an 2000 (année de référence)
- La production annuelle moyenne d'électricité issue de nouvelles énergies renouvelables (sans la force hydraulique) doit, dans la mesure du possible, atteindre au moins 14'500 GWh en 2035
- La production annuelle moyenne d'électricité issue de la force hydraulique doit atteindre au moins 37'400 GWh en 2035

### 2.2 Niveau cantonal

Axée sur l'objectif de la "Société à 2000 watts sans nucléaire", la politique énergétique du Canton de Genève est basée sur les articles 167 à 170 de la Constitution cantonale ainsi que sur la Loi sur l'énergie et son règlement. Dans le cadre de la dernière révision de cette loi, diverses dispositions ont été adoptées qui doivent être prises en compte pour la présente étude. On relèvera notamment :

- L'obligation de réaliser des concepts énergétiques territoriaux pour certains projets d'aménagement ainsi que sur tout périmètre désigné comme pertinent par l'autorité compétente (Art. 11 L 2 30)
- L'accroissement des exigences relatives à toute nouvelle construction ou rénovation (Art. 15)
- L'accroissement des exigences concernant les performances énergétiques des bâtiments et installations des collectivités publiques (Art. 16)

La Conception Générale de l'Energie (CGE) et le Plan Directeur de l'Energie (PDE) ont fait l'objet d'une évaluation en vue d'adaptations visant à poursuivre les avancées vers la Société à 2000 watts sans nucléaire. Le PDE a été adopté par le Conseil d'Etat en décembre 2020. Une mise à jour de la carte du plan de déploiement des réseaux thermiques structurants a été adoptée par le Conseil d'Etat le 17 mai 2023. Elle

<sup>1</sup> <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politik/energiestrategie-2050.html>

présente la vision du déploiement des réseaux thermiques structurants jusqu'à horizon 2050. Le projet de CGE 2013 a été publié par le Conseil d'Etat le 8 mai 2013 à l'intention du Grand Conseil en vue d'une résolution approuvant cette conception. La nouvelle CGE se cale sur la Stratégie énergétique fédérale 2050 et propose les jalons suivants en matière de consommation d'énergie finale, par rapport au niveau de l'an 2000 :

- Réduire la consommation énergétique annuelle moyenne par personne de 35 % d'ici 2035
- Réduire la consommation d'énergie thermique (combustibles et chaleur) par personne de 37 % d'ici 2035
- Réduire la consommation d'électricité par personne de 9 % d'ici 2035

Le Conseil d'Etat souhaite que le canton contribue de manière substantielle au développement des énergies renouvelables, notamment :

- La production photovoltaïque
- La valorisation énergétique des eaux de surface
- Le solaire thermique
- La géothermie à faible profondeur

Finalement d'après la Loi sur l'énergie (Len, L 2 30) les projets situés dans la zone de déploiement des réseaux thermiques structurants doivent être obligatoirement raccordés dans le cadre de demandes d'autorisation de construire ou de changement d'installation de production thermique (art. 22). Des dérogations peuvent être accordées si le raccordement aux RTS ne permet pas une utilisation plus rationnelle de l'énergie que d'autres sources envisageables et que celui-ci ne respecte pas le principe de proportionnalité pour l'utilisateur (art. 22 al. 6).

### **2.3 Politique énergétique de la Ville d'Onex et démarche Cité de l'énergie**

La Ville d'Onex développe sa politique énergétique dans le cadre des principes fédéraux et cantonaux et leurs dispositions législatives. Elle adhère aux objectifs pour les Cités de l'énergie sur la voie de la Société à 2000 watts, objectifs compatibles avec la politique climatique suisse d'ici 2050.

Plusieurs études de planification énergétique ont été effectuées :

- CET 2010-05 (a et b) : Planification territoriale de la Ville d'Onex.
- CET 2011-34 : Concept énergétique du PLQ 29'796 (chemin du Pré-Longet).
- CET 2011-36 : Concept énergétique du PLQ 29'764 (chemin de l'Avenir).
- Mise à jour du chapitre énergie dans la révision partielle du PDCom en 2023.
- Plan directeur communal de l'énergie de la Ville d'Onex (en cours d'élaboration, objectif fin 2024).

La Commune veut atteindre les objectifs de la société à 2000W et la neutralité carbone d'ici 2050. Le PDCom a été révisé partiellement en 2023 avec les données sur l'énergie, le parc immobilier d'Onex représente actuellement 1030 W/hab, dont 680 W/hab d'énergie non renouvelable. Pour atteindre l'objectif de Société 2000W, il est nécessaire de diminuer la part non-renouvelable d'énergie primaire à 317 W/hab.

Les actions-clés sont les suivantes :

- Dynamique de rénovation selon le standard THPE-rénovation
- Imposer aux nouvelles constructions le standard THPE 2000 W
- Elimination des chaudière gaz et mazout d'ici 2050 par des PAC, chaudières à bois ou par une connexion au CAD
- Augmenter la part du renouvelable du CAD à 100 % d'ici 2050 (cf fiche 5.3 PDE 2020-2030)

### 3. Situation du projet

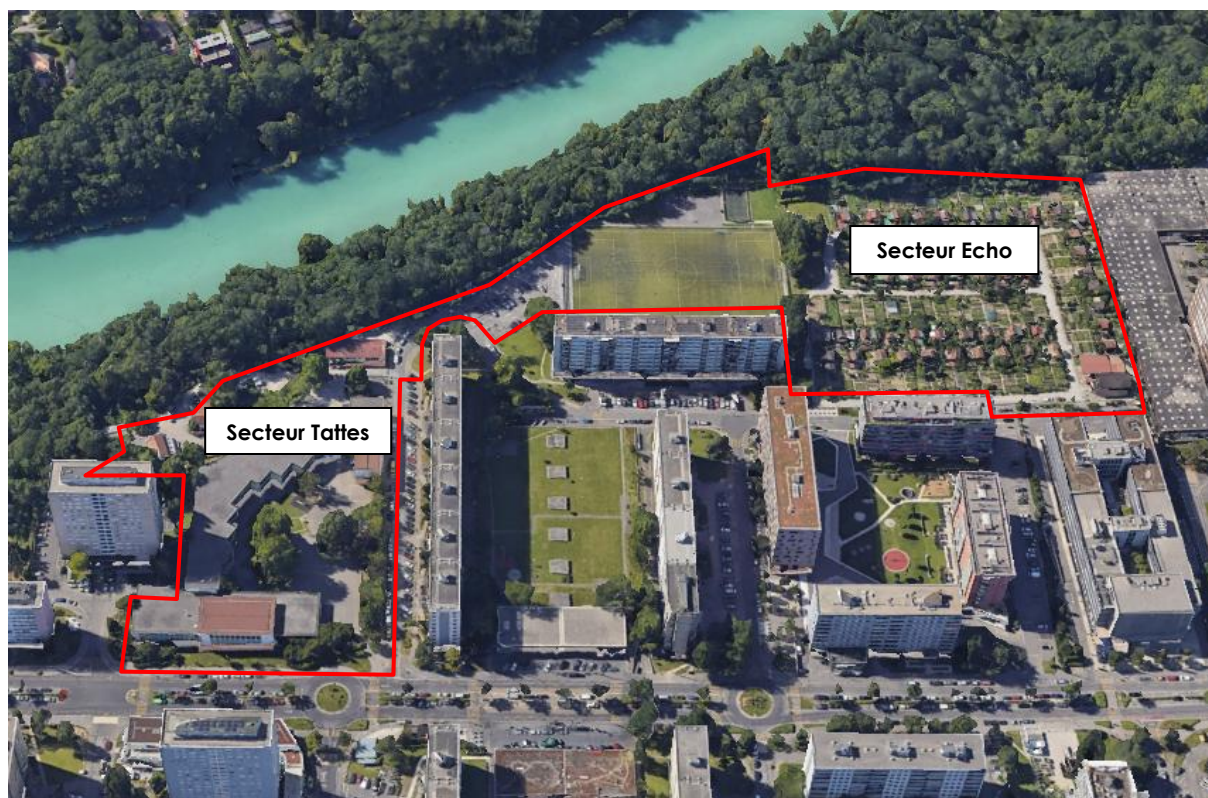


Figure 1: Vue aérienne du projet. Source : Google Earth.

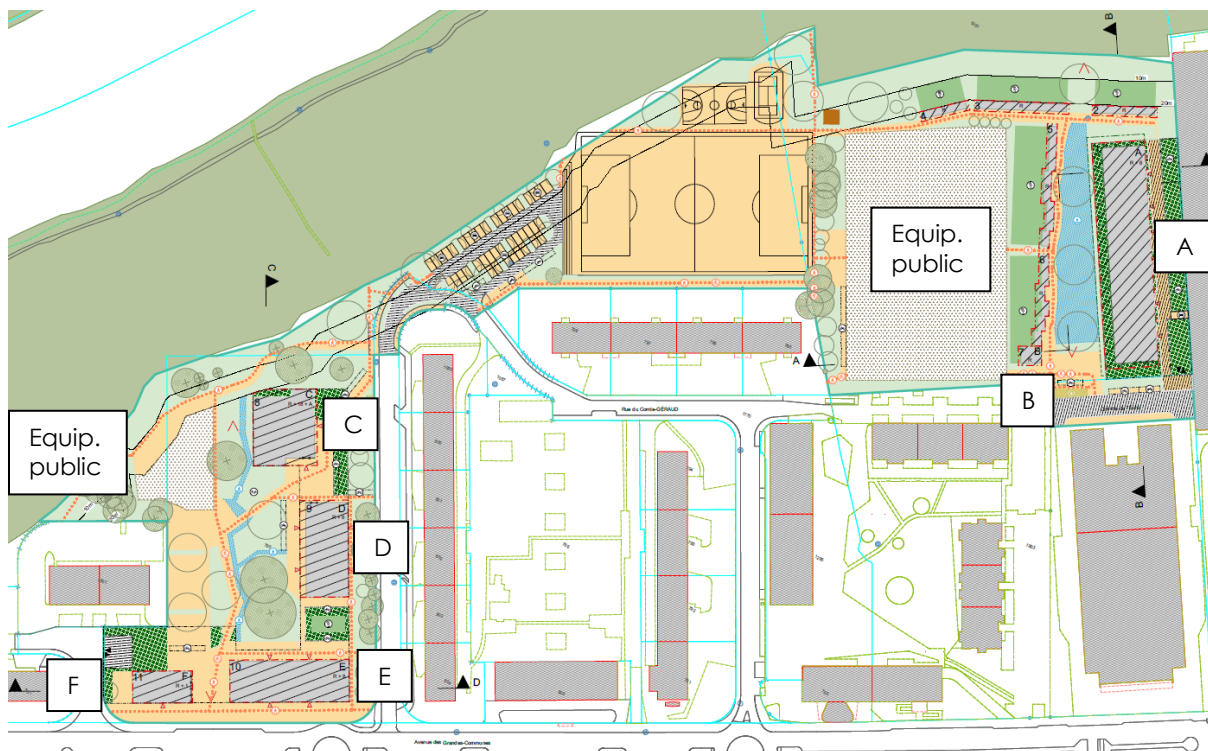


Figure 2 : Périmètre du projet et bâtiments projetés. Source : Plan du PLQ.

## 4. Configuration générale

### 4.1 TATTES

L'école des Tattes existante sera démolie et fera place à des immeubles de logements, surfaces d'activités et un équipement public (Ville d'Onex).

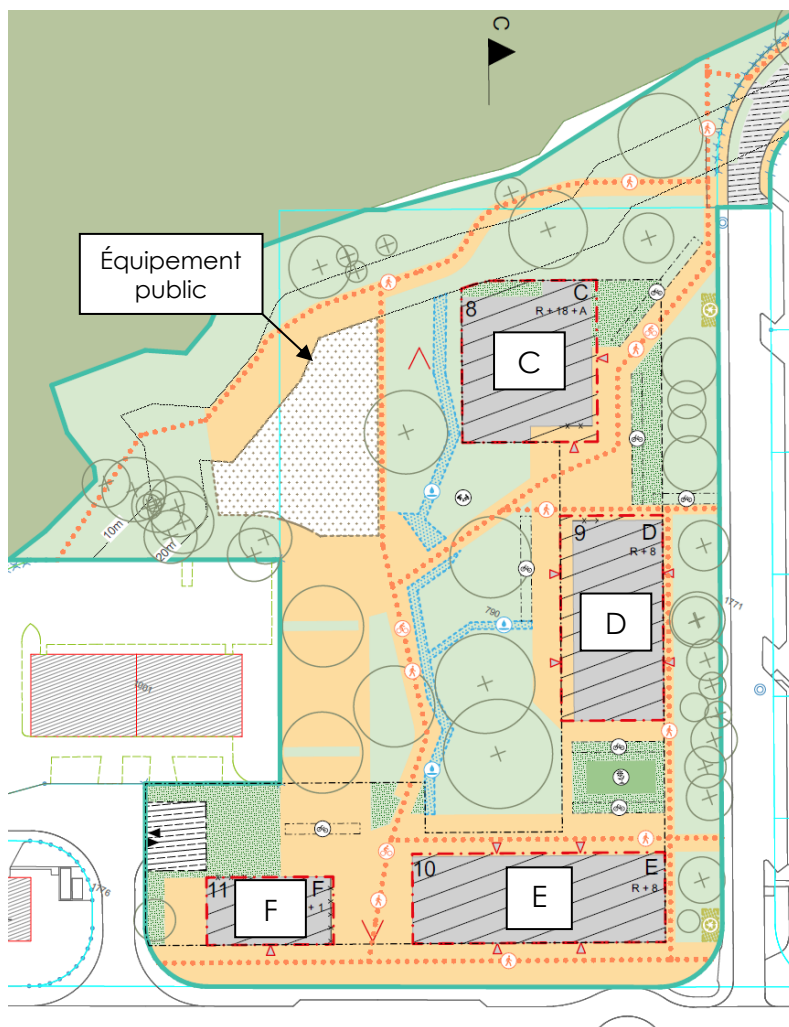


Figure 3 : Secteur TATTES. Source Plan du PLQ.

Tableau 1 : SRE prises en compte.

| Bâtiments    | Affectation           | Surfaces brutes de plancher (SPB) [m <sup>2</sup> ] | Niveaux |
|--------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------|
| C            | Logements + Activités | 10'650 + 1'000                                      | R+18+A  |
| D            | Logements + Activités | 4'180 + 1'020                                       | R+8     |
| E            | Logements + Activités | 5'100 + 1'260                                       | R+8     |
| F            | Activités             | 540                                                 | R+1     |
| -            | Équipement public     | 1'240 <sup>2</sup>                                  | R+1     |
| <b>Total</b> |                       | <b>24'990 m<sup>2</sup></b>                         |         |

La SBP correspond approximativement à la SRE « Surface de Référence Energétique » :

<sup>2</sup> Surface de plancher estimative.

- SRE Logements : 19'930 m<sup>2</sup>
- SRE Activités : 3'820 m<sup>2</sup>  
(Hypothèse : 2990 m<sup>2</sup> commerces, 830 m<sup>2</sup> bureaux).
- SRE Equipements publics : 1'240 m<sup>2</sup>

## 4.2 ECHO

Il est prévu de construire sur la parcelle 1992 un bâtiment de logements, un équipement public (groupe scolaire) et un local pour les jardins familiaux qui seront réaménagés.

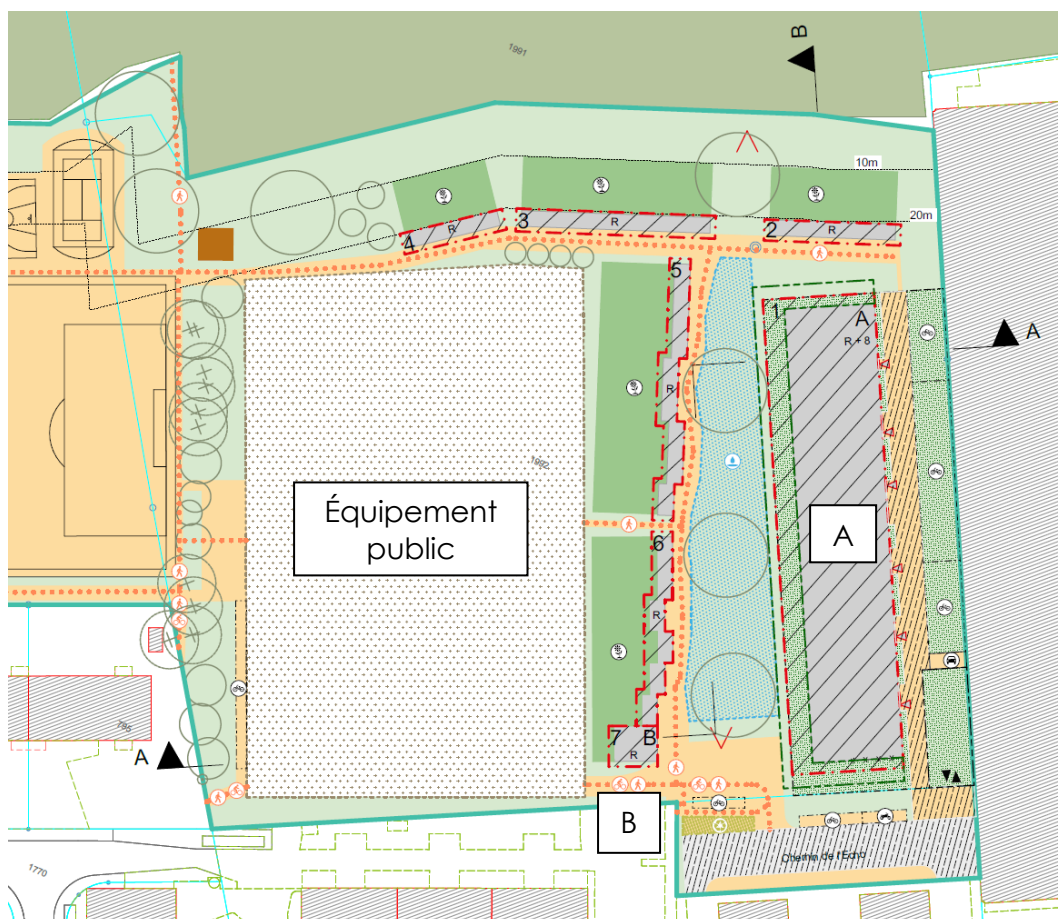


Figure 4 : Secteur ECHO. Source : Plan du PLQ.

Tableau 2 : SRE prises en compte.

| Bâtiments    | Affectation                    | Surfaces brutes de plancher (SPB) [m <sup>2</sup> ] | Niveaux |
|--------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|
| A            | Logements                      | 12'500                                              | R+8     |
| B            | Local <sup>3</sup>             | -                                                   | R       |
| -            | Équipement public <sup>4</sup> | 8'850                                               | R/R+2   |
| <b>Total</b> |                                | <b>21'350 m<sup>2</sup></b>                         |         |

SBP correspond approximativement à la SRE « Surface de Référence Energétique » :

- SRE Logements : 12'500 m<sup>2</sup>
- SRE Equipements publics : 8'850 m<sup>2</sup>

<sup>3</sup> Le local ne produit pas de SBP, il a une surface de 60 m<sup>2</sup>.

<sup>4</sup> Surface de plancher estimative.

## 5. Etat des lieux

L'état des lieux permet de mettre en évidence et de quantifier les différents paramètres dont il convient de tenir compte lors de l'élaboration d'un concept énergétique. Ces paramètres concernent :

- Les concepts énergétiques préexistants englobant le projet de PLQ
- La qualité de l'air
- L'analyse des acteurs
- Les infrastructures existantes
- Les énergies locales/renouvelables disponibles
- Les besoins énergétiques

### 5.1 Rapport d'étude du concept énergétique territorial CET 2010-5b

Le CET, réalisé par BG Ingénieurs, montre que la commune d'ONEX est riche en infrastructures de réseaux (CADIOM, gaz, électricité, etc) ce qui permet d'envisager une large couverture des besoins énergétiques actuels et futurs. La commune bénéficie donc d'un fort potentiel de transition énergétique.

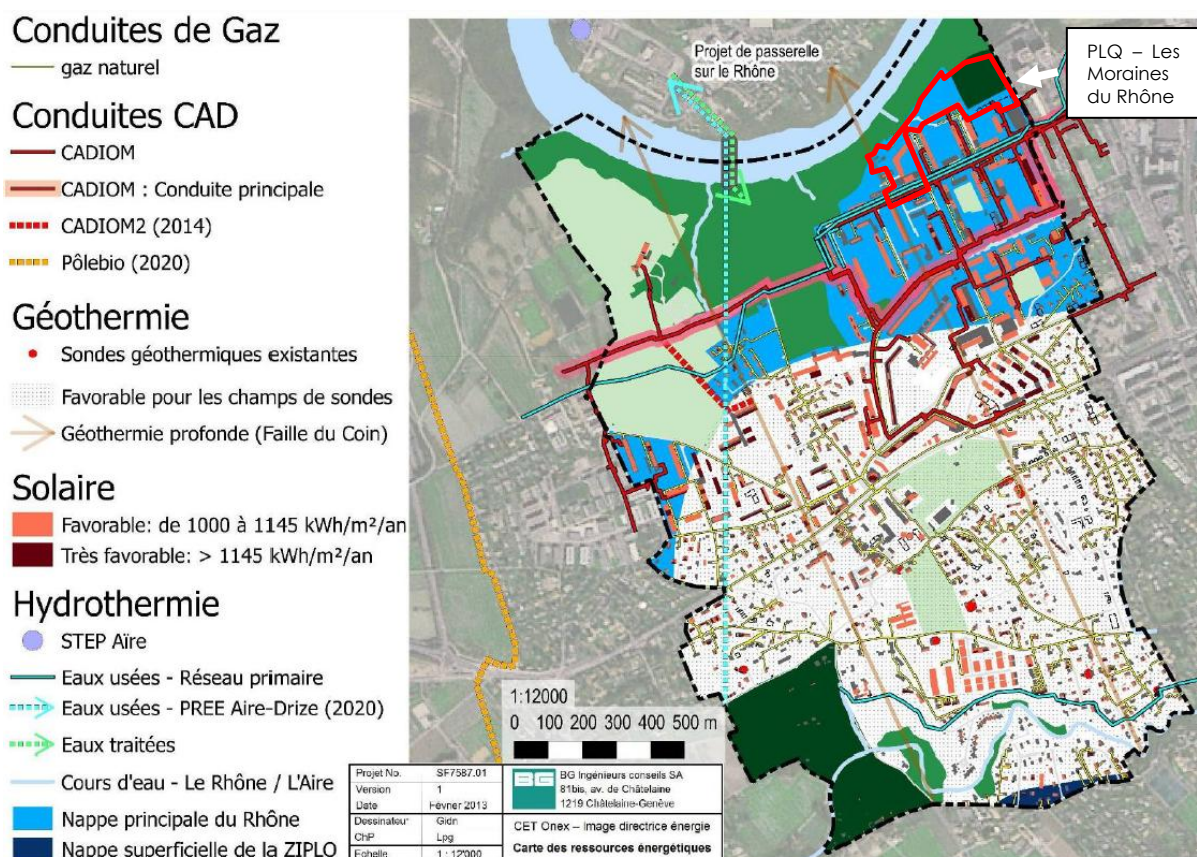


Figure 5 : Localisation des ressources énergétiques, en rouge – Source CET n° 2010-5b, p.20.

Le périmètre du PLQ recouvre une emprise d'environ 4.6 hectares sur la commune d'Onex, délimité par la commune de Lancy à l'est, une lisière de forêt au nord et respectivement par les chemins suivants au sud :

- Chemin de l'Echo
- Rue du Comte-Géraud
- Avenue des Grandes-Communes

- Zone de développement 3
- Zone de développement 3 affectée à de l'équipement public
- Zone sportive
- Zone de verdure

Le respect de l'Ordonnance sur la Protection de l'Air (OPair) se base principalement sur les immissions de deux polluants déterminants, qui sont le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et les poussières fines (PM<sub>10</sub>).

> La valeur limite à long terme pour les PM<sub>10</sub> est de 20 µg/m<sup>3</sup>.

Le SABRA assure un suivi de la qualité de l'air dans le canton de Genève à partir d'un réseau de capteurs passifs de NO<sub>2</sub> et de stations équipées de moniteurs (stations ROPAG).

Comme l'indique la figure ci-dessous, les concentrations de NO<sub>2</sub> restent limitées dans la zone étudiée : les valeurs se situent en effet entre et 15 et 21 µg/m<sup>3</sup> pour l'année 2022.

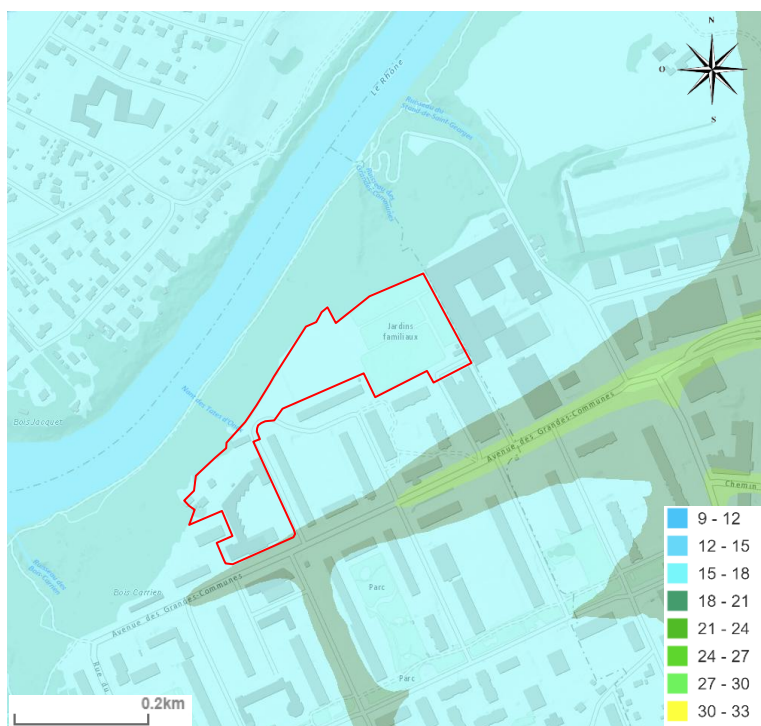


Figure 6 : Immissions moyennes NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup> 2022. Source : SITG.

## 5.5 PM<sub>10</sub>

Les données relatives à la concentration de l'air en PM<sub>10</sub> sont fournies par les 7 stations de mesures fixes du service de protection de l'air. La figure ci-dessous présente la localisation de ces stations. Malheureusement, aucune station ne se situe à proximité du périmètre étudié, la plus proche étant celle de Meyrin.

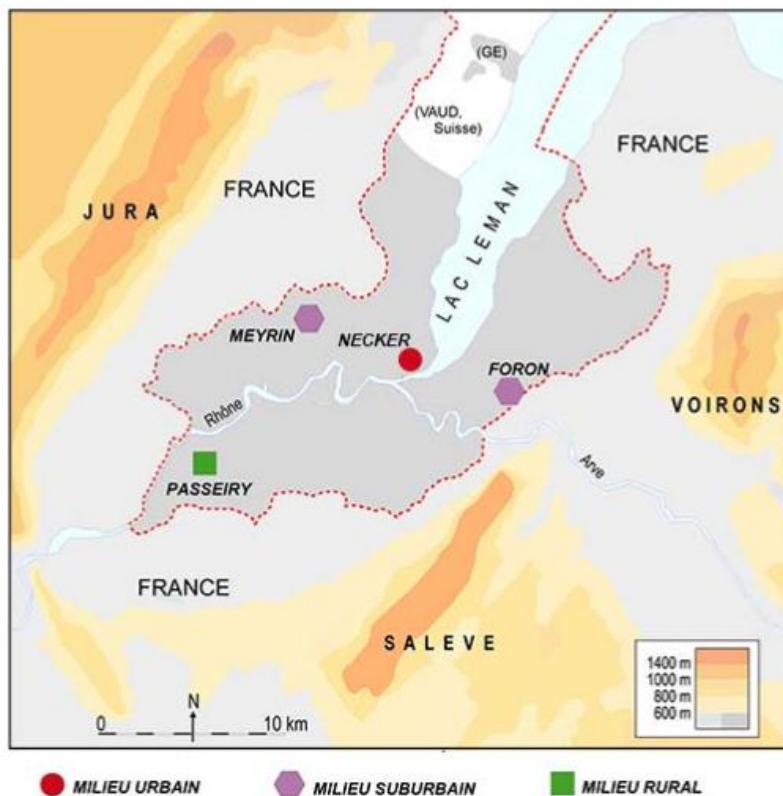


Figure 7 : Localisation des stations de mesure de la qualité de l'air sur le Canton de Genève.

Comme le montre la figure qui suit, les valeurs moyennes de concentration en PM<sub>10</sub> tendent à diminuer au fil des années et ne font plus l'objet de dépassements du seuil légal (20 µg/m<sup>3</sup>). Seule une légère augmentation est relevée en 2022.

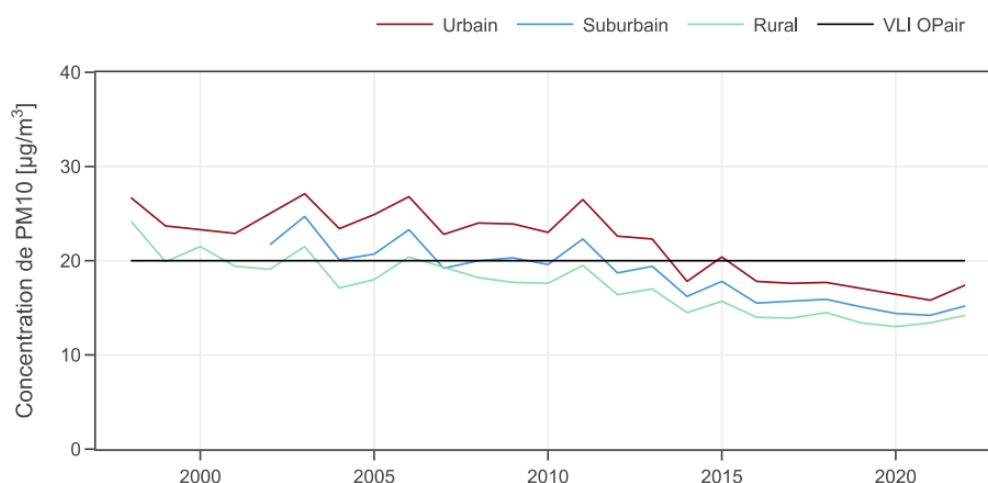


Figure 8 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en particules fines (en µg/m<sup>3</sup>) à Genève depuis 1998. Source : Rapport SABRA, 2023.

## 5.6 Acteurs

Le tableau suivant présente les principaux acteurs concernés par les choix et les procédures de mise en œuvre d'une stratégie d'approvisionnement énergétique pour le PLQ. Cet inventaire des acteurs a pour objectif de contribuer à une bonne coordination entre les parties prenantes. Il doit notamment aider le maître d'ouvrage à anticiper des prises de contact avec des acteurs dont l'accord est nécessaire pour la mise en œuvre des filières d'approvisionnement souhaitées.

Etant donné la variété des acteurs qui peuvent être amenés à intervenir tout au long de la vie du projet, le tableau ci-dessous doit être considéré comme évolutif pour le maître d'ouvrage.

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des intervenants dans le cadre du CET.

| Catégories d'acteurs                              | Liste des acteurs et fonction                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Enjeux liés à l'énergie dans le cadre de ce PLQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autorités publiques                               | <p>Office de l'urbanisme (OU) : Validation du PLQ, concertation publique</p> <p>Office cantonal de l'énergie (OCEN) : Validation du CET</p> <p>Service cantonal de protection de l'air : Contraintes relatives aux installations de combustion</p> <p>Service cantonal « géologie-sols-déchets » (GESDEC): Contraintes relatives à la valorisation géothermique du sous-sol, du stockage saisonnier</p> <p>Commune - Conseil Administratif et Commission d'Urbanisme : suivi de la procédure, participation à la concertation publique</p> | <p>OCEN : assurer la cohérence globale des orientations et en lien avec la politique cantonale énergétique.</p> <p>GESDEC : Autorisation formelle d'installation de sondes géothermiques (concession de pompage).</p> <p>Commune : assurer la cohérence du CET avec les recommandations du Plan directeur communal</p>                                                                                                                                                          |
| Opérateurs énergétiques/ gestionnaires de réseaux | <p>SIG : Entreprise de droit public en charge de la fourniture de gaz, électricité, chaleur et eau potable, traitement des déchets et eaux usées</p> <p>CADIOM : société à capital mixte exploitant le réseau de chauffage à distance à partir de l'usine de valorisation des déchets des Cheneviers.</p> <p>Autres opérateurs énergétiques : Prestations énergétiques non soumises au monopole : réseaux thermiques hors ceux propriétés des SIG, production / rachat d'électricité renouvelable.</p>                                     | <p>SIG : Approvisionnement en électricité, en eau et en gaz<br/>Développement et mise en œuvre d'un concept de valorisation des rejets thermiques estivaux des Cheneviers (via CADIOM).</p> <p>Contracteur potentiel pour la distribution de chaleur via un réseau CAD.</p> <p>CADIOM : Distribution de la chaleur directement depuis le réseau CAD ou via le stockage saisonnier dans les sondes.</p> <p>Autres opérateurs : Contracteurs pour la distribution de chaleur.</p> |

## **5.7 Infrastructures**

Cette section inventorie les infrastructures existantes et projetées, en lien avec l'approvisionnement énergétique. Les infrastructures suivantes sont analysées :

- > Les réseaux énergétiques actuels et prévus
- > Les réseaux techniques souterrains susceptibles de contraindre l'installation d'infrastructures souterraines de valorisation énergétique

### **5.7.1 Réseaux énergétiques actuels et futurs**

#### **Réseaux thermiques actuels**

Le réseau GéniTerre (CADIOM-CADSIG) est situé à proximité immédiate du périmètre du PLQ :

- Secteur Tattes

Le réseau est présent le long de l'avenue des Grandes-Communes et s'étend en direction du n°15 rue du Comte-Géraud.

- Secteur Echo

Le réseau passe au niveau de l'avenue des Grandes-Communes n°20F et est également présent rue du Comte-Géraud au niveau du n°10. Le CO des Grandes Communes est également relié par une conduite passant le long du chemin de l'Echo côté est.

Des conventions de servitudes devront être signées entre les propriétaires des parcelles et GéniTerre en vue de la pose de conduites pour étendre le réseau dans le cadre du projet. En contrepartie, les propriétaires pourront bénéficier de la garantie du droit de raccordement. Une coordination a eu lieu au stade du CET avec les SIG à ce sujet. Les conventions de raccordement devront être finalisées dans le cadre des requêtes en autorisation de construire.

#### **Réseau gaz**

Le réseau est bien développé autour du périmètre. La solution n'est pas recommandée dans le cadre du futur projet car n'est pas ressource renouvelable et non compatible avec les standards énergétiques HPE/THPE et le PDCom.

### **5.7.2 Ensemble des réseaux souterrains susceptibles de contraindre l'approvisionnement énergétique**

Le cadastre des réseaux souterrains a été consulté. Le périmètre est relativement peu encombré excepté dans le secteur Tattes sur l'avenue des Grandes-Communes et sur la rue du Comte-Géraud. La partie Echo, comme indiqué précédemment, est située sur un réseau d'assainissement existant de l'ancienne décharge.

Dans la perspective d'un réseau thermique de quartier, il s'agira également de vérifier si l'espace en sous-sol des réseaux routiers environnants est suffisant pour accueillir ce réseau.

## 5.8 Évaluation des besoins énergétiques

Cette section a pour objectif l'évaluation des besoins énergétiques thermiques (chauffage, ECS et rafraîchissement) et électriques des immeubles prévus sur le futur PLQ. Les surfaces de référence énergétique (SRE) prises en compte sont résumées dans le tableau ci-dessous. Pour les calculs l'hypothèse est que la SRE=SBP.

Tableau 4 : SRE pris en compte pour les deux secteurs.

| Affectations        |                       |                       |                       |       |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
|                     | C, D, E, F            | A, C, D, E            | Equipements publics   | %     |
| Logements           |                       | 32'430 m <sup>2</sup> | -                     | 70 %  |
| Activités           | 3'820 m <sup>2</sup>  |                       | -                     | 8 %   |
| Equipements publics | -                     | -                     | 10'090 m <sup>2</sup> | 22 %  |
| <b>Total</b>        | 46'340 m <sup>2</sup> |                       |                       | 100 % |

La catégorie équipements publics désigne le groupe scolaire et la maison des jardiniers de la Ville d'Onex. Comme défini dans le cahier des charges les calculs sont effectués d'après le standard THPE 2000W et le critère du choix 2 selon l'OCEN. Le scénario HPE est également étudié selon les critères du choix 4 selon OCEN.

### 5.8.1 Scénario standard THPE 2000W<sup>5</sup>

Facteur de forme : Selon la norme SIA 380/1. Hypothèse conservatrice =1<sup>6</sup>.  
 Chauffage : Selon les exigences THPE (60 % des valeurs limites de la SIA 380/1 de l'affectation concernée).  
 ECS : Selon les valeurs limites de la norme SIA 380/1 de l'affectation concernée.  
 Part renouvelable : minimum 80 % des besoins de chaleur.  
 Froid : Valeurs standard selon cahiers techniques SIA 2024 pour la ventilation et le rafraîchissement (Salle d'école, bureau paysagé, magasins divers). Pas de refroidissement dans les logements.  
 Electricité<sup>7</sup> : Valeurs standards selon cahiers techniques de la SIA 2024.

Base THPE :

Électricité consommée : 20 kWh/m<sup>2</sup>

Consommation thermique (chauffage) : 16.8 kWh/m<sup>2</sup>

ECS :

Logements : 21 kWh/m<sup>2</sup>

Commerces/Bureaux : 7 kWh/m<sup>2</sup>

Refroidissement :

Commerces : 21 kWh/m<sup>2</sup>

Bureaux : 25.2 kWh/m<sup>2</sup>

École : 11.6 kWh/m<sup>2</sup>

Durée d'utilisation de la puissance DUP : 1'600 h/an

<sup>5</sup> <https://www.ge.ch/dossier-energetique-nouvelle-construction-extension/nouvelle-construction-standard-thpe-2000w>.

<sup>6</sup> Facteur plus faible en réalité. Exemple bâtiments D,E : 0.8.

<sup>7</sup> Eclairage, appareils et ventilation.

Tableau 5 : Consommations et puissances selon standard THPE.

|                                         |                  | Chauffage          |              |                | Refroidissement          |                | Electricité |
|-----------------------------------------|------------------|--------------------|--------------|----------------|--------------------------|----------------|-------------|
| Affectations                            | SBP [m²]         | Chauffage [MWh/an] | ECS [MWh/an] | Puissance [kW] | Refroidissement [MWh/an] | Puissance [kW] | [MWh/an]    |
| Logements Echo                          | 12'500 m²        | 210                | 263          | 295            | 0                        | 0              | 250         |
| Logements Tattes                        | 19'930 m²        | 335                | 419          | 471            | 0                        | 0              | 399         |
| Activités (commerces)                   | 830 m²           | 14                 | 6            | 12             | 17                       | 11             | 17          |
| Activités (bureaux)                     | 2'990 m²         | 50                 | 21           | 44             | 75                       | 47             | 60          |
| Equipements publics Echo <sup>8</sup>   | 8'850 m²         | 149                | 62           | 132            | 103                      | 64             | 177         |
| Equipements publics Tattes <sup>8</sup> | 1'240 m²         | 21                 | 9            | 18             | 31                       | 20             | 25          |
| <b>Total</b>                            | <b>46'340 m²</b> | <b>779</b>         | <b>780</b>   | <b>972</b>     | <b>226</b>               | <b>142</b>     | <b>928</b>  |

### 5.8.2 Scénario HPE<sup>9</sup>

Facteur de forme : Selon la norme SIA 380/1. Hypothèse conservatrice =1.  
 Chauffage : Selon les exigences THPE (80 % des valeurs limites de la SIA 380/1 de l'affectation concernée).  
 ECS : Selon les valeurs limites de la norme SIA 380/1 de l'affectation concernée.  
 Part renouvelable : minimum 50 % des besoins de chaleur.  
 Refroidissement : Valeurs standards selon SIA 2024 pour la ventilation et le rafraichissement (Salle d'école, bureau paysagé, magasins divers). Pas de refroidissement dans les logements.  
 Electricité<sup>10</sup> : Valeurs standards selon cahiers techniques de la SIA 2024.

Base HPE :

Électricité consommée : 20 kWh/m²  
 Consommation thermique (chauffage) : 22.4 kWh/m²  
 ECS :

Logements : 21 kWh/m²  
 Commerces : 7 kWh/m²  
 Bureaux : 7 kWh/m²

Refroidissement :

Commerces : 21 kWh/m²  
 Bureaux : 25.2 kWh/m²  
 École : 11.6 kWh/m²

Durée d'utilisation de la puissance DUP : 1'600 h/an

<sup>8</sup> Surface estimée.

<sup>9</sup> <https://www.ge.ch/dossier-energetique-nouvelle-construction-extension/nouvelle-construction-standard-hpe>.

<sup>10</sup> Éclairage, appareils et ventilation.

Tableau 6 : Consommations et puissances selon standard HPE.

|                                     |                  | Chauffage          |              |                | Refroidissement          |                | Electricité |
|-------------------------------------|------------------|--------------------|--------------|----------------|--------------------------|----------------|-------------|
| Affectations                        | SBP [m²]         | Chauffage [MWh/an] | ECS [MWh/an] | Puissance [kW] | Refroidissement [MWh/an] | Puissance [kW] | [MWh/an]    |
| Logements Echo                      | 12'500 m²        | 280                | 263          | 339            | 0                        | 0              | 250         |
| Logements Tattes                    | 19'930 m²        | 446                | 419          | 541            | 0                        | 0              | 399         |
| Activités (Commerces)               | 830 m²           | 19                 | 6            | 15             | 17                       | 11             | 17          |
| Activités (Bureaux)                 | 2'990 m²         | 67                 | 21           | 55             | 75                       | 47             | 60          |
| Equip. publics Echo <sup>11</sup>   | 8'850 m²         | 198                | 62           | 163            | 103                      | 64             | 177         |
| Equip. publics Tattes <sup>11</sup> | 1'240 m²         | 28                 | 9            | 23             | 31                       | 20             | 25          |
| <b>Total</b>                        | <b>46'340 m²</b> | <b>1038</b>        | <b>780</b>   | <b>1136</b>    | <b>226</b>               | <b>142</b>     | <b>928</b>  |

<sup>11</sup> Surface estimée.

## 6. Planning

Le planning de réalisation du projet se fera d'abord avec la construction du secteur Echo à l'horizon 2027-2029 afin de permettre le transfert des élèves dans la nouvelle école. Dans un deuxième temps la déconstruction de l'école des Tattes aura lieu puis la construction des autres bâtiments projetées sur le secteur Tattes entre 2029-2032.

## 7. CET

Les pistes suivantes ont été explorées afin de correspondre au cahier des charges établi par l'OCEN lors de la séance du 13.02.2019 (voir 10.1) :

1. GéniTerre « CADIOM-CADSIG »
2. L'énergie solaire
3. Géothermie sol/eau
4. Géothermie eau/eau (nappe du Rhône)
5. PAC air/eau
6. Récupération de chaleur dans les eaux usées

### 7.1 Le réseau GéniTerre « CADIOM-CADSIG »

Le réseau Géniterre regroupe les réseaux de chauffage à distance CAD qui utilisent l'énergie de l'usine des Cheneviers ainsi que des chaudières à gaz des SIG. Il fonctionne en acheminant de l'eau chaude directement vers les infrastructures permettant de couvrir leur besoin en chauffage ou eau chaude sanitaire. L'activité du réseau contribue à diminuer l'empreinte environnementale, car sa technique de chauffage se substitue partiellement à l'utilisation d'agents énergétiques fossiles émetteurs de CO<sub>2</sub>. Ainsi, elle permet de réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre à Genève. Le réseau présente actuellement un taux d'énergies non fossiles de 50 % qui devrait atteindre 80 % d'ici à 2030 (85 % d'ici 2035). Comme décrit précédemment (5.7.1) le réseau est présent sur la commune d'Onex de par sa proximité avec l'usine des Cheneviers. Il est prévu de le développer les réseaux thermiques structurants dont GéniTerre sur les prochaines décennies sur le territoire genevois. Ci-dessous l'état de déploiement et de densification prévu aux alentours de 2030 (Figure 9). Le secteur du PLQ Les Moraines du Rhône se situe dans la zone d'influence des réseaux thermique structurants. Il est donc soumis à l'obligation de raccordement au réseau GéniTerre.

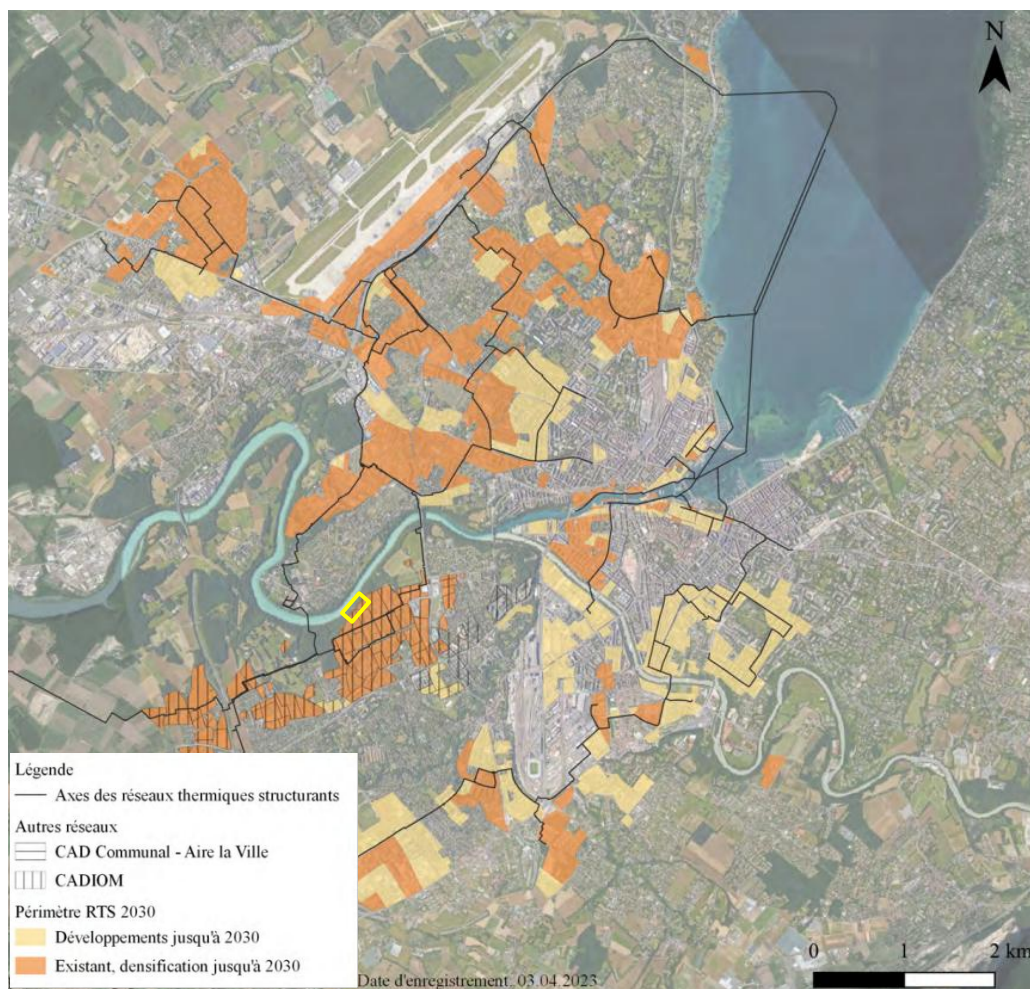


Figure 9: Carte des réseaux thermiques structurant à l'horizon 2030. Localisation du PLQ en jaune.  
Source : PDE 2020-2030.

## 7.2 Géothermie eau/eau (nappe du Rhône)

La proximité du projet avec le Rhône permet d'étudier la possibilité d'une géothermie eau/eau ou appelée géothermie sur nappe. Le principe de fonctionnement est d'utiliser un ou plusieurs puits de pompage et de restitution afin d'exploiter l'énergie de la nappe via une pompe à chaleur. Le principal avantage de la technique est d'utiliser directement la chaleur de la nappe sans passer par un fluide caloporteur comme c'est le cas pour les sondes géothermiques. Le schéma de principe d'une installation est présenté ci-dessous (Figure 10). Les installations peuvent également être utilisées pour produire du froid en été par refroidissement passif (geocooling).

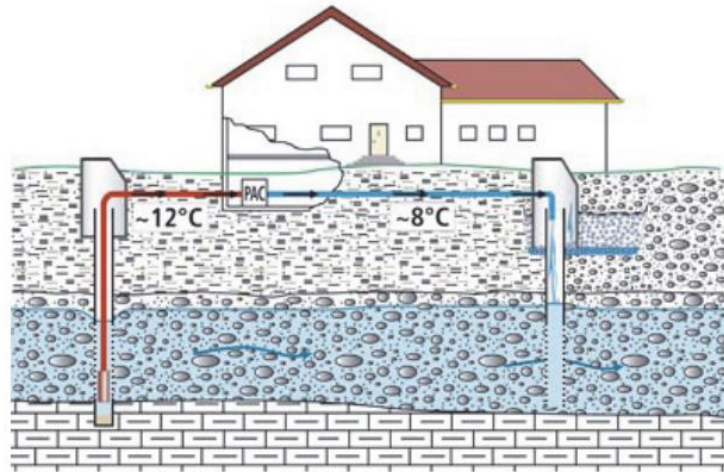


Figure 10: Principe d'une géothermie eau-eau. Source : Potentiel Géothermique Genevois. Vol. 1.

Le potentiel de la nappe dépend de ses caractéristiques et du mode d'exploitation. Les principales caractéristiques influant sur le potentiel énergétique de la nappe sont :

- La profondeur de la nappe et son épaisseur
- la température de la nappe et sa variabilité au cours des saisons
- la vitesse et la direction d'écoulement
- la perméabilité du sol qui détermine la capacité de pompage

Le rapport final sur le potentiel géothermique genevois<sup>12</sup> donne des informations sur la nappe du Rhône présente au droit du projet ainsi que des données de dimensionnement. La figure ci-dessous montre la profondeur moyenne à laquelle se trouve la nappe (Figure 11). D'une manière générale elle est proche de la surface le long des rives si la topographie est favorable. Sinon elle peut se trouver à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Au droit du projet la profondeur de la nappe est estimée à environ 40 m en raison de la topographie en terrasse.

<sup>12</sup> <https://www.ge.ch/document/energie-evaluation-du-potentiel-geothermique-du-canton-geneve-pgg>

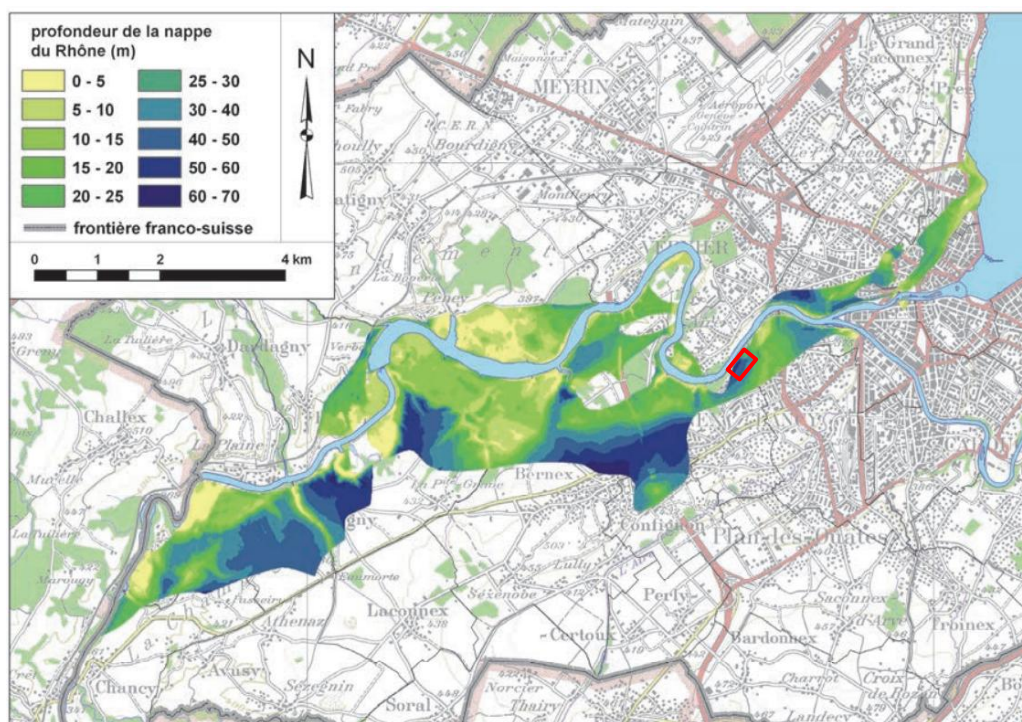


Figure 11: Localisation de la nappe du Rhône par rapport à la surface. Source PGG, vol.1.

La nappe du Rhône offre un potentiel unitaire<sup>13</sup> de 1.87 W/m<sup>2</sup>. Le potentiel indiqué est un potentiel moyen mais il dépend en réalité des caractéristiques propres au site et notamment de l'épaisseur et du débit qui peut être exploité sur la nappe. Il est possible d'estimer le potentiel thermique en utilisant des données présentes dans le rapport du PGG. Les calculs sont effectués en tenant compte des débits théoriques atteignables de la nappe avec un rabattement de 20 %<sup>14</sup>.

Tableau 7: Calcul du potentiel d'exploitation de la nappe du Rhône.

| Paramètre                                                     | Valeur             |     |      | Unité |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|-----|------|-------|
| Perméabilité                                                  | 5.10 <sup>-4</sup> |     |      | m/s   |
| Porosité efficace                                             | 15                 |     |      | %     |
| Gradient                                                      | 0.2 - 1            |     |      | %     |
| Epaisseur                                                     | 5                  | 10  | 30   | m     |
| Débit théorique                                               | 200                | 700 | 3000 | l/min |
| Puissance exploitable chaud <sup>15</sup> ou froid (Δ T= 3 K) | 42                 | 146 | 628  | kW    |

Le potentiel de puissance dépend du débit ainsi que de la température (hypothèse ici de 3°C exploitable). Les besoins en chaud et froid en THPE sont de 972 kW et 142 kW respectivement. Une épaisseur de nappe de 30 m permettrait de couvrir minimum 65 % des besoins en chaud. Les besoins de froid étant uniquement de 142 kW le potentiel de recharge via geocooling serait limitant pour la pérennité de l'exploitation de la nappe. Une épaisseur de nappe de 10 m permettrait une

<sup>13</sup> Source: PGG vol. II Annexes.

<sup>14</sup> Source: PGG vol. 1 p. 166.

<sup>15</sup> La performance supérieure si on tient compte d'une PAC avec COP de 5.

couverture limitée des besoins en chaleur (15 %) mais devrait couvrir les besoins de froid et donc atteindre un équilibre thermique plus facilement.

✚ L'avantage est que le puisage sur la nappe permet d'obtenir une ressource thermique à un niveau de température relativement élevé pour les besoins de chaleur, induisant une meilleure efficacité des PAC, et suffisamment basse pour les besoins de froid. Cette ressource est également disponible à relative faible profondeur et donc à un coût réduit (par rapport à un champ de sondes géothermiques).

- La capacité de pompage de la nappe n'est pas connue à ce stade. De plus les limites de la nappe ne sont pas clairement définies et devront être vérifiées.

Il faudra s'assurer que l'exploitation de la nappe n'entraîne pas une dérive de plus de 3°C à 100 m des installations.

La nappe est située à une profondeur d'environ 40 m et entraînera des coûts de forage et pompage à prendre en compte dans la rentabilité de l'installation.

En résumé la nappe du Rhône peut constituer une ressource d'énergie renouvelable intéressante pour le projet. Une étude hydrogéologique devrait spécifier le potentiel réel afin de pouvoir intégrer cette ressource renouvelable dans la stratégie d'approvisionnement du projet.

### **7.3 Géothermie sol/eau**

La conductivité thermique moyenne entre 0 et 300 m est bonne avec une valeur de 2.3 W/m.K, ce qui permet un bon transfert de chaleur du sol aux sondes. La capacité calorifique moyenne entre 0 et 300 m est assez faible avec 2.2 MJ/m<sup>3</sup>/K. C'est la capacité du sol à emmagasiner ou restituer la chaleur.

Il existe une restriction à l'usage des sondes géothermiques comme le montre la figure ci-dessous (Figure 12). En effet la présence de la nappe du Rhône en profondeur interdit la mise en place des sondes verticales. Selon le préavis du SERMA du 25.05.2022 une dérogation peut être accordé si la nappe du Rhône est inexistante au droit des futures sondes (voir également 7.2).

Par ailleurs la parcelle 1'992 (Echo) se situe sur l'ancienne décharge et un renforcement du système de dégazage a été étendu début 2019. De ce fait, cette parcelle ne sera pas prise en compte pour le calcul du champ de sondes.

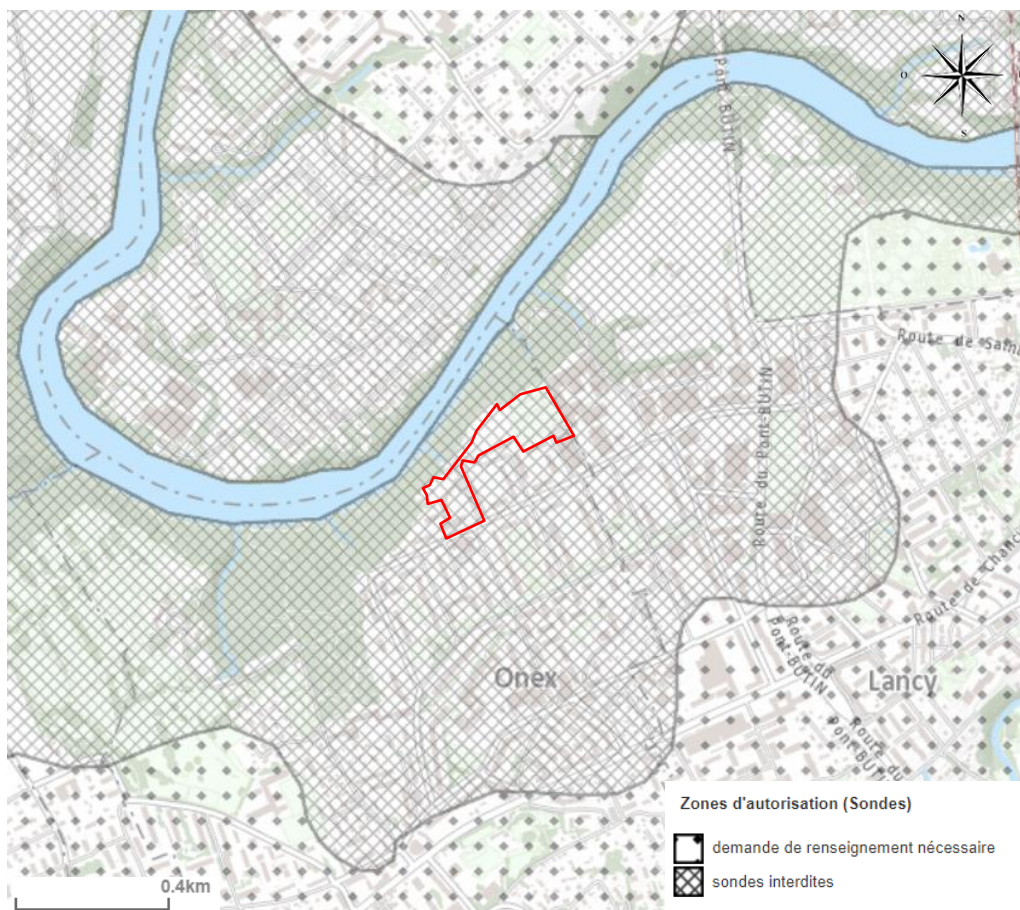


Figure 12 : Zones d'autorisation pour les sondes géothermiques, PLQ en rouge. Source : SITG, 2024.

Il n'est normalement pas conseillé de mettre des sondes sous les bâtiments et dans le parking souterrain. En effet, en cas de sonde hors d'usage en sous-sol, il n'est pas possible d'installer une sonde de remplacement à proximité. De plus, pour éviter la remontée de gaz géogènes, des sondes placées sous un bâtiment doivent être déviées à l'horizontale sous le radier, et ensuite être raccordées au collecteur.

Dans la pratique, les sondes sont régulièrement placées sous les bâtiments car le terrain disponible autour des bâtiments n'est pas suffisant par rapport à la quantité du nombre de sondes requises.

Concernant les surfaces disponibles pour l'installation de sondes, la superficie totale du périmètre Tattes est d'environ 15'000 m<sup>2</sup> (Figure 13). De cette surface il faut retrancher les surfaces correspondant au tracé des futures conduites techniques en sous-sol mais aussi liées aux arbres. Pour l'estimation les sondes sont considérées en souterrain des bâtiments et au niveau du parking souterrain. La surface correspondante disponible<sup>16</sup> est d'environ 6000 m<sup>2</sup>.

<sup>16</sup> En tenant compte de la surface dédiée à de l'équipement public.



Figure 13 : Secteur Tattes localisation des arbres conservés (rond noir) et prévus (croix) ainsi que l'emprise du parking souterrain en traitillés. Source : Plan du PLQ.

Les besoins du secteur Tattes sont de 874 MWh/an pour le chaud et 124 MWh/an pour le froid dans la variante THPE. Les hypothèses retenues pour le potentiel des sondes géothermiques sont les suivantes :

- Les sondes sont espacées de 9 m les unes des autres
- La puissance extraite est de 30 W/ml et l'énergie de 48 kWh/ml/an
- Taux de recharge 60 % soit une énergie injectée de 29 kWh/ml/an
- La profondeur est de 300 m par sonde

Tableau 8 : Potentiel géothermique et surfaces des sondes Tattes.

| Données                                     | Valeur               |
|---------------------------------------------|----------------------|
| Nombre de sondes                            | 74                   |
| Surface de terrain disponible               | 6'000 m <sup>2</sup> |
| Puissance extraite                          | 594 kW               |
| Energie extraite                            | 1067 MWh/an          |
| Energie fournie par la PAC <sup>17</sup>    | 1301 MWh/an          |
| Energie d'injection pour la recharge à 60 % | 644 MWh/an           |

Selon ces résultats :

- Les sondes géothermiques permettraient de satisfaire 149 % des besoins en chaleur sur le secteur Tattes dans le scénario THPE (besoins 874 MWh/an).
- Le ratio des besoins en froid/chaleur sur le secteur Tattes est relativement faible (0.14) ce qui n'est pas favorable au geocooling. Il faudra s'assurer que la recharge soit suffisante ou complétée par d'autres énergies le cas échéant.
- La couverture des besoins de chaleur par de la géothermie implique un champ de sondes de taille assez importante uniquement pour la partie Tattes (74 sondes) impliquant des contraintes techniques.
- Les sondes ne constitueront qu'une partie d'un mix énergétique global du PLQ étant donné que la partie Echo n'est pas exploitable.

## 7.4 L'énergie solaire

Selon l'article 12 C REn, pour toute nouvelle construction en THPE ou HPE une autoproduction est demandée en photovoltaïque ainsi qu'en solaire thermique. Les panneaux hybrides permettent actuellement de générer les deux conjointement, avec des rendements quelque peu affaiblis pour la production de chaleur. Les toits des nouvelles constructions seront des toits plats, ce qui devrait faciliter la mise en place de panneaux solaires.

Les toits auront les caractéristiques suivantes :

- Plantes à faibles croissances qui forment des tapis denses et aussi verts que possible, par exemple plantes extensives (mousses, plantes grasses)
- Eviter les plantes qui prolifèrent rapidement
- Une grande variété d'espèces et une grande tolérance à la sécheresse sont également souhaitées
- La végétation doit être différente selon l'endroit, c'est-à-dire au soleil ou à l'ombre
- Une surélévation du bord du module au-dessus de la surface du toit est à prévoir (ordre de 30 cm)

---

<sup>17</sup> COP : 4.5.



Figure 14 : Exemples de « toit vert-énergétique ». Source : [www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)

Les hypothèses du potentiel de production solaire sont les suivantes :

- L'ensoleillement annuel<sup>18</sup> sur surface horizontale pour Genève est d'environ 1'208 kWh/m<sup>2</sup>.
- La surface de toiture disponible est de 7'893 m<sup>2</sup> (3'256 m<sup>2</sup> Tattes, 4'637 m<sup>2</sup> Echo). Néanmoins pour les calculs et en intégrant le système « vert-énergétique », 80 % de ces surfaces sera prise en compte soit 6'316 m<sup>2</sup>.
- Pour des panneaux inclinés à 30° (Solaire thermique), le rapport entre la surface des panneaux installés et la surface de toit utile est de 0.45.
- Pour des panneaux inclinés à 10° (Solaire PV ou hybride), le rapport entre la surface des panneaux installés et la surface de toit utile est de 0.7.
- Rapport puissance/production 1kW = 1000 kWh/an.

Les rendements et performances suivants sont utilisés :

- Indice de performance : 79 %
- Efficacité panneaux photovoltaïques (monocristallin) : 23<sup>19</sup> %
- Panneaux hybrides :
  - Rendement thermique 250 kWh/m<sup>2</sup>/an<sup>20</sup>
- Panneaux solaires thermiques :
  - Rendement 400 kWh/m<sup>2</sup>/an pour 100 % ECS, 475 kWh/m<sup>2</sup>/an pour 50 % ECS et 500 kWh/m<sup>2</sup>/an pour 30 % ECS<sup>21</sup>.
- Pertes liées au conduites et stockages 90 % (Thermique).

<sup>18</sup> [http://ge.ch/sitg/geodata/SITG/CATALOGUE/INFORMATIONS\\_COMPLEMENTAIRES/RAPPORT\\_CADASTRE\\_SOLAIRE\\_PHASE\\_1\\_2011.pdf](http://ge.ch/sitg/geodata/SITG/CATALOGUE/INFORMATIONS_COMPLEMENTAIRES/RAPPORT_CADASTRE_SOLAIRE_PHASE_1_2011.pdf)

<sup>19</sup> [www.trinasolar.com](http://www.trinasolar.com).

<sup>20</sup> [www.dualsun.ch](http://www.dualsun.ch).

<sup>21</sup> [www.suisseenergie.ch](http://www.suisseenergie.ch)

Tableau 9 : Potentiels de production solaire sur le PLQ.

|                                                                                       | Production<br>Chaleur | Production<br>Electricité |      | Couverture<br>besoins<br>électricité | Couverture<br>besoins<br>chaleur ECS<br>THPE | Surface<br>Panneaux | Surface<br>toiture<br>utile |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|------|--------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Production                                                                            | [MWh/an]              | [MWh/an]                  | [kW] | [%]                                  | [%]                                          | [m²]                | [m²]                        |
| Photovoltaïque                                                                        |                       | 970                       | 970  | <b>105</b>                           |                                              | 4421                | 6316                        |
| Photovoltaïque<br>THPE 30 W/m² SRE                                                    |                       | 1394                      | 1394 |                                      |                                              | 6353                | 9076                        |
| Photovoltaïque<br>Moins la surface<br>dédiée à 50 % de<br>l'ECS (2027 m²)             |                       | 659                       | 659  |                                      |                                              | 3002                | 4289                        |
| Besoins manquants<br>en PV pour<br>atteindre THPE si<br>utilisation de 50 %<br>en ECS |                       | 735                       | 735  |                                      |                                              | 3349                | 4784                        |
| Panneaux hybrides                                                                     | 995                   | 707                       | 707  | <b>76</b>                            | <b>64</b>                                    | 4421                | 6316                        |
| Solaire thermique<br>(100 % ECS)                                                      | 1023                  |                           |      |                                      | <b>66</b>                                    | 2842                | 6316                        |
| Solaire thermique<br>(50 % ECS)                                                       | 390                   |                           |      |                                      |                                              | 912                 | 2027                        |
| Solaire thermique<br>(30 % ECS)                                                       | 234                   |                           |      |                                      |                                              | 520                 | 1156                        |

La production photovoltaïque permet une production propre d'environ 20.9 W/m² SRE. Afin d'atteindre le minimum requis des 30 W/m² SRE pour le standard THPE un solde de 424 kW serait à trouver en autoproduction (ou 1932 m² de panneaux, 2760 m² toiture utile). Il s'agira de trouver des alternatives notamment d'étudier la faisabilité d'utiliser les façades pour couvrir ces besoins en tenant compte des pertes d'ensoleillement liés aux panneaux verticaux.

L'utilisation de capteurs solaires thermiques pour couvrir 50 % des besoins en ECS demande l'utilisation d'environ 2027 m² soit 32 % de la surface utile des toitures. Cela diminue en revanche la surface de toiture pour le PV seul. Ainsi la production de PV tombe à 659 MWh/an. Les besoins en PV pour atteindre le standard THPE doivent être complétés à hauteur de 735 kW (3349 m² de panneaux 4784 m² de toiture utile).

Les panneaux solaires hybrides permettent de combiner production électrique et de chaleur, mais avec un rendement moindre pour la partie chaleur. Leur mise en place sur toute la surface permet de couvrir 76 % des besoins en électricité et 64 % des besoins en ECS. Leur mise en place est compatible avec le standard THPE mais il manquera également des surfaces pour la production PV.

HPE : les calculs montrent que les exigences seront remplies pour le solaire thermique et le PV avec la surface de toiture projetée.

THPE : le 50 % des besoins en ECS peut être couvert assez facilement mais augmente la surface nécessaire pour atteindre 30 W/m² SRE d'autoproduction.

Pour la bonne réalisation d'un toit vert énergétique, une coordination en amont entre les planificateurs, les installateurs solaires, les jardiniers, les étancheurs et les maîtres d'œuvre devra être planifiée.

## 7.5 PAC air/eau

En ce qui concerne le chauffage des locaux, l'énergie contenue dans l'air ambiant représente une ressource énergétique intéressante. Cette dernière est omniprésente et sa valorisation à l'aide d'une pompe à chaleur se fait facilement. À cela, on peut ajouter que les coûts des systèmes de pompes à chaleur air/eau sont moins élevés que les systèmes sol/eau (pas de structure géothermiques).

La contrainte majeure est que cette énergie dépend de la quantité d'air qu'il est nécessaire de faire circuler et donc de la taille des conduites.

Néanmoins, les pompes à chaleur air/eau ont des rendements inférieurs allant jusqu'à 30 % moins bons que les pompes à chaleurs sol/eau. Ceci a pour conséquence une consommation plus élevée d'électricité. En été, cette consommation supplémentaire d'électricité est compensée par la production d'ECS.

En effet, la température de l'air étant en principe plus élevée en été que la température des eaux de surface, le COP d'un système air/eau peut s'avérer meilleur en été, que celui d'un système eau/eau.

+ Les pompes à chaleur air/eau sont faciles à installer et à utiliser.

- Les pompes à chaleur air/eau sont les pompes à chaleur avec le moins bon rendement. D'autre part, il est difficile de supprimer complètement le bruit lié l'aspiration de l'air, même avec des caissons d'insonorisation. Cet inconvénient peut cependant être largement atténué en plaçant les PAC en toiture, ce qui implique toutefois de l'espace nécessaire en toiture pour installer la PAC. Un autre inconvénient est la taille des installations qui peut être un facteur limitant pour développer la puissance nécessaire à l'échelle d'un quartier.

L'énergie de l'air présente un potentiel à prendre en considération en l'absence de possibilités d'approvisionnement renouvelable recourant à des systèmes plus performants.

## 7.6 Récupération de chaleur dans les eaux usées

Il existe deux options pour la valorisation thermique des eaux usées :

- 1) Récupération directement dans le collecteur public avec l'installation d'un échangeur de chaleur directement dans le collecteur. Les contraintes ci-dessous sont à prendre en compte :
  - a. Un débit minimum des EU de 15 l/s<sup>22</sup>.
  - b. Les collecteurs doivent disposer d'un diamètre supérieur ou égale à 800 mm.
  - c. L'abaissement de température des eaux usées ne doit pas affecter le fonctionnement des STEP.

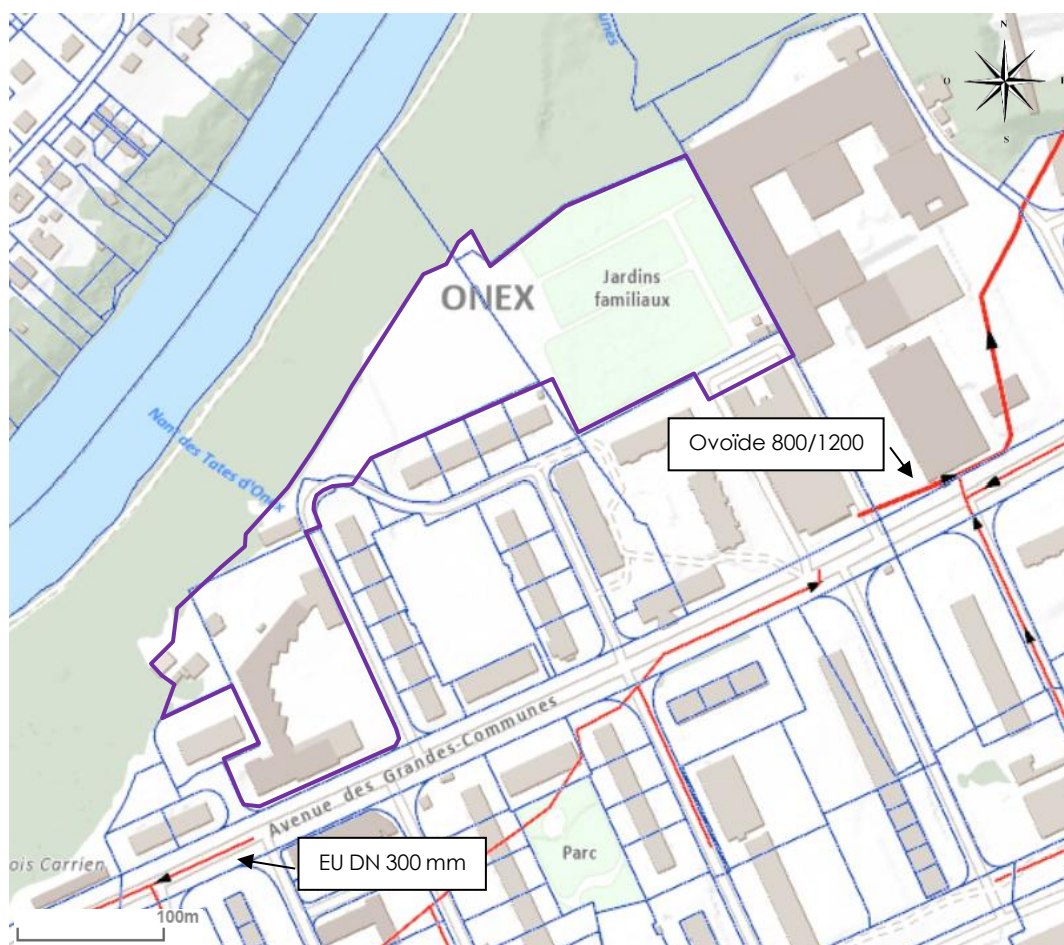


Figure 15 : Réseaux public EU (rouge) présents à proximité du périmètre PLQ (violet). Source : SITG, 2024.

- 2) Récupération de chaleur au niveau du bâtiment lui-même. Ceci nécessite une installation d'un système de récupération (système type, HUBER ThermWin, FEKA, etc). Il est rentable que pour des immeubles à partir de 60 habitants environ, donc lorsque la production d'eaux usées du bâtiment est importante. Ce système n'est pas adapté pour des bâtiments administratifs.

La première option (échangeur sur collecteur) n'est pas envisageable sur le collecteur vers le chemin de l'Echo, le débit minimal n'est pas atteint.

<sup>22</sup> [https://www.arpea.ch/wp-content/uploads/2018/04/SeminaireAquaPro2018-05\\_Khoury.pdf](https://www.arpea.ch/wp-content/uploads/2018/04/SeminaireAquaPro2018-05_Khoury.pdf)

La deuxième option concerne spécialement les bâtiments affectés aux logements. Les EU peuvent être récoltées et valorisées avec les systèmes de récupération soit individuellement par bâtiment ou par bloc de bâtiments ou de façon centralisée pour tous les bâtiments neufs, ceci impliquant une PAC centralisée. L'option optimale sera le dernier cas présenté, ceci permettra de garantir un débit et une puissance suffisante.

Tableau 10 : Puissance utile continue potentiellement fournie par les rejets des eaux-usées au condenseur de la PAC.

| Secteur      | Nb hab            | Type de système | Ressources EU |       | Puissance PAC [kW] |
|--------------|-------------------|-----------------|---------------|-------|--------------------|
|              |                   |                 | [l/j]         | [l/s] |                    |
| Echo         | 313 <sup>23</sup> | Individuel      | 50'080        | 0.59  | 44                 |
| Tattes       | 598               | Centralisé      | 95'680        | 1.11  | 83                 |
| <b>Total</b> |                   |                 |               |       | 127                |

Le tableau indique le débit<sup>24</sup> d'eaux usées et la puissance pouvant être générée au niveau de la PAC centrale. Cette puissance est mise en perspective avec les besoins de puissance selon les standards énergétiques.

Le calcul de puissance ne se base que sur la température moyenne des eaux-usées (relativement constante toute l'année) en sortie des bâtiments est de 23°C et qu'après échange de chaleur, la température du fluide ne doit pas tomber en dessous de 5°C. Il en résulte un  $\Delta T$  potentiel de 18°C.

Ce système de récupération, en combinaison avec un système d'appoint (par ex : CAD) pour couvrir les besoins de pointe peut être une alternative voire un complément pour le quartier.

## 7.7 Synthèse des sources d'approvisionnement renouvelables localement pertinentes

Les principales ressources identifiées comme pertinentes pour l'approvisionnement du PLQ sont donc les suivantes :

- Solaire : thermique pour satisfaire une partie des besoins d'ECS, PV (besoins électriques), hybride (production à la fois d'eau chaude et d'électricité).
- Géothermie sol/eau : le potentiel est limité par la décharge et la nappe du Rhône.
- Géothermie eau/eau : le potentiel est important pour les besoins de chaleur et froid. Une étude hydrogéologique avec essai de pompage devra être effectuée pour étudier la faisabilité du système.
- PAC air/eau : Ressource intéressante mais avec rendements moindres et présentant des contraintes techniques d'emprises.
- Eaux-usées : Le potentiel est relativement faible. Mais peut servir d'appoint dans un mix énergétique plus varié.

<sup>23</sup> 1 logement = 100 m<sup>2</sup> = 2,5 habitants

<sup>24</sup> Débit moyen : 160 l/j/hab

## 8. Scénarios d'approvisionnement

### 8.1 GéniTerre « CADIOM-CADSIG » + solaire (projeté)

Le déploiement du réseau implique de faibles coûts d'investissement et de maintenance. Les besoins de chaleur peuvent être assurés par un simple échangeur de chaleur entre le CAD et le système de distribution de chaleur du bâtiment. Cet échangeur prend moins de place qu'une chaudière ou une pompe à chaleur.

Afin de respecter le REn et le standard THPE le scénario doit être complété par l'installation de panneaux solaires PV et thermiques.

Le réseau CAD ne présente pas encore les performances demandées par la Loi sur l'énergie, mais l'OCEN indique que celui devrait passer de 50 à 80 % renouvelable d'ici 2030. L'OCEN valide le principe du THPE-2000 Watts pour les bâtiments de ce projet et autorise une période transitoire de quelques années, sous condition qu'un contracting thermique puisse être conclu entre l'opérateur énergétique et le porteur du projet (voir annexe 10.2).

Le raccordement au réseau CAD serait également en accord avec le chap. 5.5.3 du PDCom indiquant le déploiement de ce réseau dans le Nord de la commune ainsi que la création de nouvelles installations solaires PV.

Un test a été effectué à l'aide du formulaire EN\_101b pour vérifier la comptabilité du projet au respect des 70 % des besoins d'énergie pondérée en chauffage, ECS, refroidissement et ventilation. En tenant compte d'une source à plus de 75 % de renouvelable pour le CAD et une couverture de 50 % des besoins en ECS par les panneaux solaires thermiques la valeur calculée est aux alentours de 25 kWh/m<sup>2</sup>/an. Le CAD permet d'être donc compatible avec le THPE sous réserve d'une part d'énergie renouvelable suffisante.

### 8.2 Géothermie sol/eau + solaire

Ce scénario utilise l'énergie géothermique du sol via un réseau de sondes verticales alimentées par un fluide caloporteur. Elle offre de bonnes performances environnementales en termes d'empreinte carbone.

Le scénario peut être combiné avec le solaire thermique pour permettre une recharge du stock de chaleur (voir par exemple le système 2sols<sup>25</sup>). Il permet de collecter la chaleur solaire durant l'été, de la stocker et de la consommer en hiver pour se chauffer. Les panneaux solaires hybrides peuvent produire en même temps de l'eau chaude et de l'électricité.

Le scénario bien qu'intéressant semble compromis par la présence de la nappe du Rhône sur la surface du projet<sup>26</sup>.

<sup>25</sup> <https://www.2sol.ch/fr/systeme/composants>.

<sup>26</sup> Étendue et profondeur de la nappe à confirmer par une étude hydrogéologique.

### 8.3 Géothermie eau/eau + solaire

Ce mode d'approvisionnement permet également une faible empreinte carbone pour l'approvisionnement énergétique. L'énergie géothermique est utilisée encore plus efficacement et les rendements des pompes à chaleur sont supérieurs à ceux d'une géothermie sol/eau (COP de 5). Elle ne nécessite pas de fluide caloporteur et réduit également les risques de pollution des eaux souterraines.

L'énergie de la nappe est utilisée en hiver pour le chauffage et une recharge par géocooling s'effectue l'été.

### 8.4 Autres scénarios

D'autres variantes ou compléments, non détaillés dans ce chapitre, pourraient également être considérés et faire l'objet d'analyses complémentaires, en particulier :

- > PAC air/eau
- > Système (eaux-usées) avec appoint via CAD

### 8.5 Comparaison quantitative et qualitative

Tableau 11 : Critères de comparaison qualitatifs.

| Scénario                     | Avantages                                                                                                                                                                        | Inconvénients                                                                                                                                                                                   | Investissement | Coûts annuels | Energie renouvelable |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|----------------------|
| GéniTerre + solaire          | Facilité de mise en œuvre.<br>Peu coûteux.<br>Présent dans le périmètre.                                                                                                         | Part renouvelable du CAD relativement faible.                                                                                                                                                   | +              | +             | +/-                  |
| Géothermie sol/eau + solaire | Utilisation de ressources renouvelables.<br>Rendements via PAC intéressants.                                                                                                     | Système assez complexe et coûteux.<br>Forte emprise des sondes en sous-sol.<br>Nécessite l'absence de nappe au droit des sondes.<br>Equilibre thermique à atteindre à long terme.               | --             | ++            | ++                   |
| Géothermie eau/eau + solaire | Utilisation de ressources renouvelables.<br>Rendements via PAC intéressants.<br>Emprises réduites par rapport à une géothermie sol/eau.<br>Concept innovant d'approvisionnement. | Système assez complexe et coûteux.<br>Dépend du potentiel d'exploitation de la nappe au droit du projet. Nécessite des études complémentaires.<br>Equilibre thermique à atteindre à long terme. | --             | ++            | ++                   |

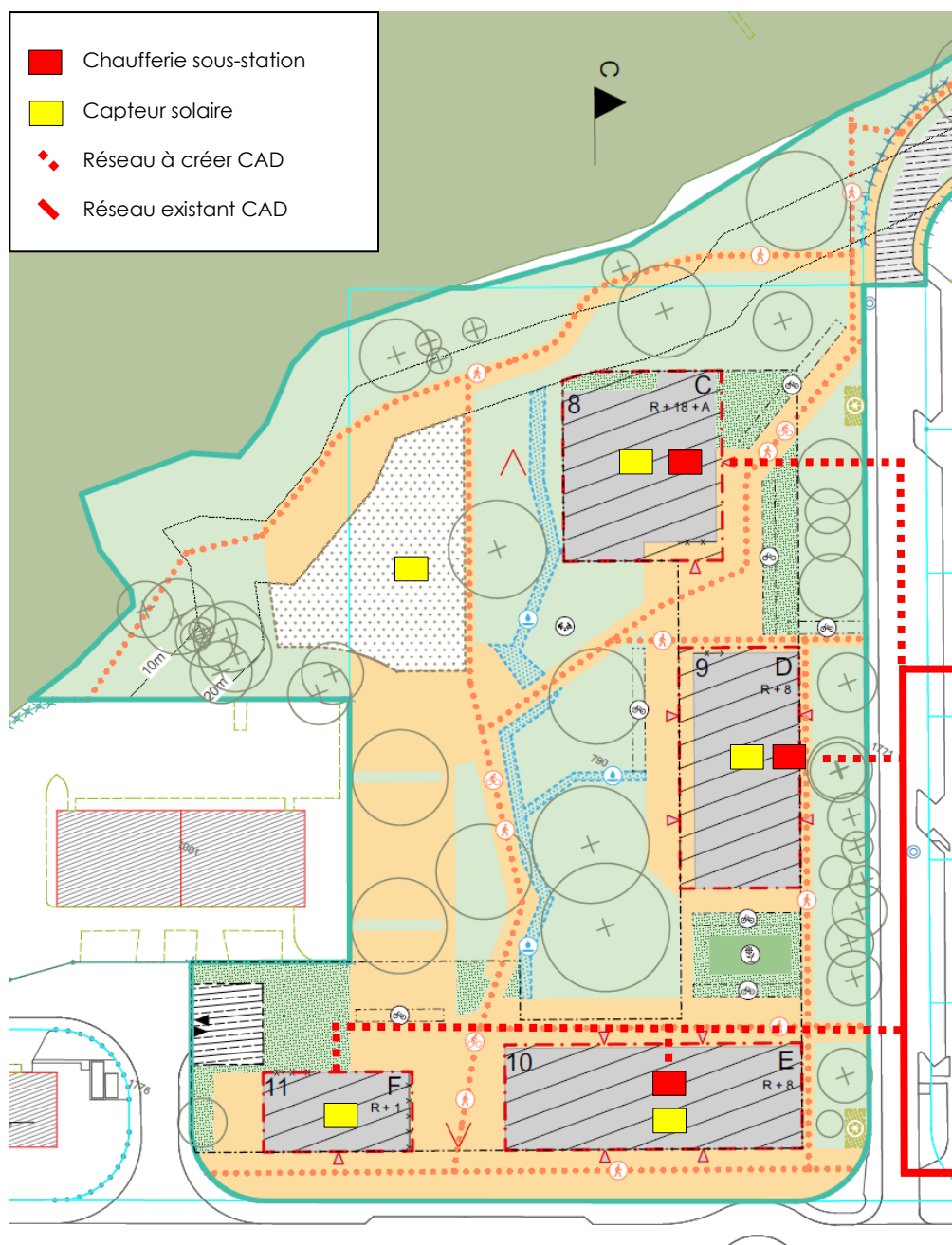
Le tableau ci-dessus montre la comparaison entre les scénarios basés sur le CAD GèniTerre et la géothermie. Le CAD est plus facile à mettre en œuvre et moins coûteux. Avec un taux de renouvelable en 2035 de 85 % il sera également intéressant du point de vue environnemental. Pour les autres scénarios la géothermie présente également un potentiel important mais présente des limitations dues aux incertitudes de potentiel et liées à l'équilibre thermique à atteindre sur le long terme.

Pour les autres scénarios : la récupération de chaleur dans les eaux usées est aussi une ressource renouvelable innovante mais dont le potentiel semble encore limité. L'utilisation de PAC air/eau est facile d'implémentation mais il s'agira de vérifier son rendement et sa consommation d'énergie.

Au vu de ce qui précède la solution de raccordement au réseau GèniTerre couplée à l'énergie solaire est retenue pour le projet. Elle permettra également de respecter les dispositions de l'article 22 de la Loi sur l'énergie sur le raccordement aux réseaux thermiques structurants.

## 8.6 Localisation des équipements

Les figures ci-dessous présentent le déploiement du scénario projeté « GèniTerre + solaire » (Figure 16, Figure 17).



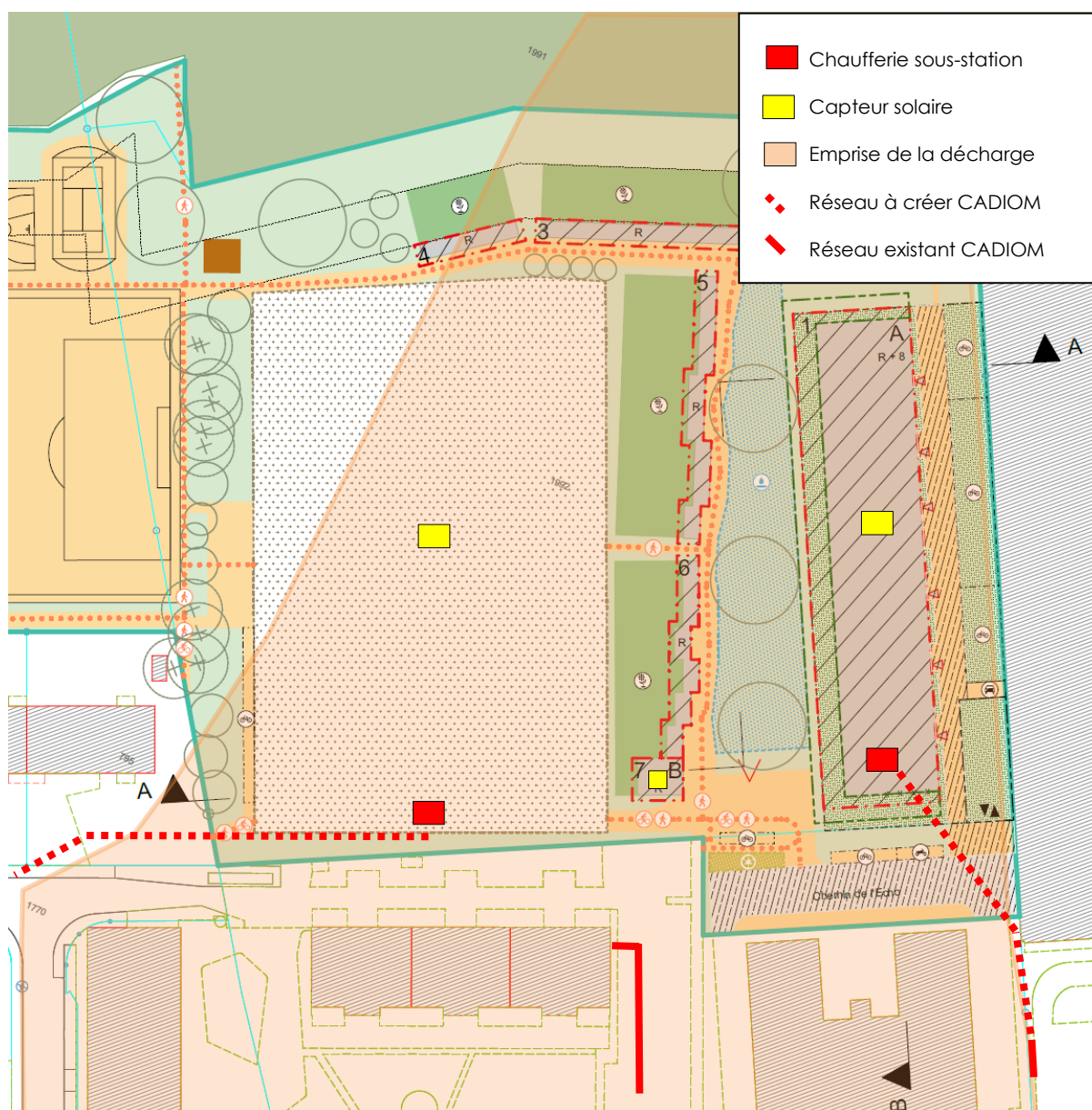


Figure 17 : Approvisionnement énergétique secteur Echo. Source : Plan du PLQ.

## 9. Conclusion et perspectives

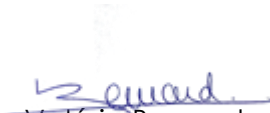
Ce concept énergétique territorial (CET) du PLQ les Moraines du Rhône a permis de rappeler les principales orientations en matière énergétique définies aux échelons supérieurs (fédéral, cantonal, communal), de faire un état des lieux des besoins futurs selon THPE/HPE et des ressources énergétiques disponibles autour du site.

Le scénario projeté combine le réseau CADIOM-CADSIG (GéniTerre) de l'utilisation de l'énergie solaire. Il permet de respecter les dispositions légales de la Loi sur l'énergie tout en garantissant une source d'énergie renouvelable à long terme. Un approvisionnement par géothermie a aussi été étudié mais est soumis d'une part à des contraintes de réalisation par la présence de l'ancienne décharge et d'autre part nécessite une étude hydrogéologique pour caractériser de manière précise le potentiel d'exploitation de la nappe. Finalement il a été montré que le projet présente un bon potentiel pour la mise en place de panneaux (PV, hybrides ou thermiques).

L'OCEN valide le principe du THPE-2000 W pour les bâtiments du projet et autorise une période transitoire de quelques années, sous condition qu'un contracting thermique puisse être conclu entre l'opérateur énergétique et le porteur du projet. Les critères du THPE (choix 2) sont notamment remplis pour le projet avec alimentation via le CAD pour le chauffage et 50 % de l'ECS. Des pistes de réflexion sont à mener sur l'autoproduction solaire, le photovoltaïque faisant concurrence au solaire thermique. L'utilisation de 100 % des surfaces en PV ou hybride ne permet pas de remplir le critère d'autoproduction et un complément serait à étudier sur les façades par exemple. Finalement, il s'agira lors des autorisations de construire de contrôler que la variante choisie respecte la valeur cible des besoins en THPE de 25 kWh/m<sup>2</sup>/an (Ren 12C al. 1 let c).

Carouge, le 22.09.25

### Ecoservices SA

  
Valérie Bernard  
Membre du comité  
de direction

  
Gaëtan Maechler  
Ing. dipl. EPFL

## 10. Annexes

### 10.1 Procès-verbal – OCEN 13.02.2019



REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE  
Département du territoire  
Office cantonal de l'énergie

DT-OCEN  
Case postale 3920  
1211 Genève 3

Par Courrier A +

Aigle  
N/ref : CP/09\_19\_03\_pf  
EGID :

Genève, le 20.02.19

**Concerne : Séance pour le projet : " les moraines du Rhône – Onex"**

Madame, Monsieur,

Par la présente, nous vous remercions pour votre participation à la séance du 13.02.2019 tenue dans le cadre du dossier susmentionné.

Ont assisté à cette séance, M. Morina (Ecoservices), Mme Pinto ( DGPA), M. Scherrer ( Fossatti architectes)

Les points suivants ont été abordés lors de cette réunion, à savoir :

- Vérifier avec la société CADIOM SA les conditions de raccordement sur le CAD
- Etudier la possibilité d'utiliser la nappe du Rhône
- Construire des bâtiments efficients de type THPE pour limiter les besoins
- Prendre en compte la stratégie énergétique exprimée dans le PDCom d'Onex

Il a été décidé ce qui suit :

- Intégrer les éléments, discutés lors de la séance, dans le CET (potentiel nappe phréatique, champs de sonde, capacité CADIOM...)
- Estimer la faisabilité économique et technique d'une variante de chauffage basée uniquement sur des solutions renouvelables

Le présent courrier vaut pour procès-verbal de la séance.

Veuillez agréer, Madame, Monsieur l'assurance de notre considération distinguée.

## 10.2 Procès-verbal – OCEN 23.11.2020



### LES MORAINES DU RHÔNE – Secteur Echo, ONEX (GE)

#### Notes de séance du 23.11.2020

##### Présents

|                            |                                      |                                                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| M. Olivier Nigg            | OCEN                                 | <a href="mailto:olivier.nigg@etat.ge.ch">olivier.nigg@etat.ge.ch</a>             |
| Mme Françoise Berdal Strub | Implenia Real Estate Development RED | <a href="mailto:francoise.berdal@implenia.com">francoise.berdal@implenia.com</a> |
| M. Benoît Klein            | Implenia Sustainability              | <a href="mailto:benoit.klein@implenia.com">benoit.klein@implenia.com</a>         |

|            |                                                     |
|------------|-----------------------------------------------------|
| date       | 27 novembre 2020                                    |
| objet      | Echo Logements et Echo Ecole – Standard énergétique |
| réunion du | 23 novembre 2020                                    |
| lieu       | Séance téléphonique                                 |

#### 1. Objet de la séance

Vérifier la compatibilité du projet ECHO (Ecole + Logements) avec CADIOM dans le cas d'un projet standardisé THPE-2000 Watts, y compris accès aux subventions du programme bâtiment.

#### 2. Informations générales apportées par Implenia :

- PLQ Les Moraines du Rhône au stade d'enquête technique
- Superposition des procédures PLQ et DD pour le dépôt des permis de construire pour le secteur de l'Echo et comprenant :
  - o Groupe scolaire de 20 classes avec salle de gym pour le compte de la Ville d'Onex
  - o Standard THPE selon l'art. 16 de la Loi sur l'Energie
  - o Immeuble de 114 logements pour Ina Invest actuellement standard HPE
- La commune souhaite développer le réseau Cadiom qui passe à proximité du site.
- Le développeur immobilier souhaiterait planifier les deux projets selon THPE 2000 Watts si cela est possible.

#### 3. Position de l'OCEN

- L'OCEN est conscient de la problématique des projets qui vont se construire d'ici à 2030, et qui proposent une qualité d'enveloppe thermique, des solutions techniques et architecturales selon THPE-2000 Watts alors que le réseau à proximité ne présente pas encore les performances demandées par la loi sur l'énergie (ex : Transition de 50 à 80% renouvelable pour Cadiom d'ici à 2030).
- L'OCEN valide le principe du standard THPE-2000 Watts pour ces projets, il autorise une période transitoire de quelques années, sous conditions qu'un contracting thermique puisse être conclu entre l'opérateur énergétique et le porteur du projet. Cet engagement sous forme de contracting offre la garantie d'un raccordement à un réseau structurant sur le long terme et de bénéficier à l'horizon 2030 d'un réseau performant (80% renouvelable). La compensation par des certificats biogaz durant cette période serait un plus mais n'est pas une condition.

### Echo Logements OTP 700'523 et Echo Ecole OTP 704'623

---

- L'OCEN confirme que l'accès aux subventions du programme bâtiment serait possible si le standard THPE-2000 Watts est préavisé favorablement pour ces bâtiments. L'OCEN rappelle qu'une attention particulière sera portée par les services instructeurs de l'Etat quant à la valorisation des toitures. Le minima de 100 kWc de puissance photovoltaïque par bâtiment est aussi confirmé par l'OCEN pour le THPE-2000 Watts, cependant le porteur du projet doit aussi démontrer que la production électrique et thermique (Panneaux hybrides recommandés) aie bien été étudiée et que le maximum de production énergétiques *insitu* soit bien atteint.
- La dérogation au solaire thermique n'est pas automatique, l'OCEN prendra position sur la base du concept énergétique global proposé pour chaque bâtiment. Un projet raccordé au cadom et dont la toiture serait valorisée à son maximum quant au photovoltaïque pourrait bénéficier de cette dérogation.
- L'OCEN rappelle que le porteur du projet est libre de travailler avec l'opérateur énergétique de son choix. Cela présente cependant un risque pour le porteur du projet puisque si la solution d'approvisionnement énergétique retenue est jugée à terme, équivalente ou moins performante au réseau, la loi sur l'énergie pourra obliger le MO à un raccordement ultérieur.
- L'OCEN confirme que la demande de subventions auprès du programme bâtiment cantonal peut être effectué au moment du dépôt de permis de construire.

Fin du compte rendu