

CSDINGENIEURS+

INGÉNIEUX PAR NATURE

PDZIA LES ROUETTES - BERNEX

CONCEPT ÉNERGÉTIQUE TERRITORIAL

CET 2022-02
OFFICE CANTONAL
DE L'ÉNERGIE
Rue du Puits-Saint-Pierre 4
Case postale 3920
1211 Genève 3

11.10.2022

Carouge, le 13.02.2020, mis à jour le 26.10.2021 et actualisé le 22 août 2022.
GE01878.100

CSD INGÉNIEURS SA
Chemin des Semailles, 50
CH-1212 Grand-Lancy
+41 22 308 89 00
geneve@csd.ch
www.csd.ch

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1
2. MISE EN CONTEXTE	2
2.1 Bases légales et réglementaires	2
2.2 Périmètre d'étude restreint	3
2.3 Périmètre d'étude élargi	4
2.3.1 Plan directeur cantonal 2030	4
2.3.2 Plan directeur de l'énergie (PDE) et Plan directeur des énergies de réseaux (PDER)	4
2.3.3 Plan directeur des énergies de la commune de Bernex (2010)	5
2.3.4 Concept énergétique territorial du plan directeur de quartier Bernex Est (2013)	8
2.3.5 Concepts énergétiques territoriaux	9
3. ÉTAT DES LIEUX ÉNERGÉTIQUES	10
3.1 Structure qualitative et quantitative des besoins énergétiques futurs	10
3.1.1 Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire	10
3.1.2 Besoins de froid	11
3.1.3 Besoins d'électricité	11
3.2 Infrastructures existantes et projetées	12
3.3 Potentiel des ressources énergétiques renouvelables et locales	13
3.3.1 Qualité de l'air et possibilité d'implantation d'une centrale à bois	13
3.3.2 Récupération de chaleur sur les eaux usées	14
3.3.3 Valorisation du potentiel solaire local	14
3.3.4 Air ambiant	15
3.3.5 Rejets de chaleur	16
3.3.6 Exploitation des ressources géothermiques	17
3.3.7 Énergies de réseaux	18
3.4 Rôle des acteurs concernés	19
4. PROPOSITIONS ET ANALYSE DE STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES LOCALES	20
4.1 Stratégie 1 – Réseau de chaleur	20
4.2 Stratégie 2 – CAD quartier ou boucle d'anergie	20
4.3 Stratégie 3 – Individuelle	21
5. ORIENTATIONS ET RECOMMANDATIONS	22

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du périmètre du PDZIA Les Rouettes	1
Figure 2 : Périmètre d'étude restreint	3
Figure 3 : Déploiement des réseaux thermiques structurants (PDE, 2020)	4
Figure 4 : Agrandissement de la carte n°11 du PDCn	6
Figure 5 : Carte du PDComE de Bernex représentant les ressources disponibles sur la commune	7
Figure 6 : Carte de synthèse du CET du PDQ Bernex Est	8
Figure 7 : Emplacements des CET existants à proximité du PDZIA Les Rouettes	9
Figure 8 : Besoins énergétiques du site en énergie	10
Figure 9 : Réseaux énergétiques existants et projetés à proximité du PDZIA Les Rouettes	12
Figure 10 : Immissions NO ₂ sur la maille kilométrique de référence	13
Figure 11 : Potentiel de production d'énergie solaire sur le PDZIA Les Rouettes	15
Figure 12 : Schéma de besoins annuels et des rejets de chaleur valorisables	16
Figure 13 : Contexte géothermique à proximité du PDZIA des Rouettes	17

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Potentiel maximal de la géothermie sur nappe	18
Tableau 2 : Tableau de synthèse des acteurs du concept énergétique et de leur rôle	19
Tableau 3 : Comparaison qualitative des différentes stratégies proposées (+ avantage, - inconvénient, 0 neutre)	22

PRÉAMBULE

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

CSD se fonde sur les prémisses que :

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

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

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

1. Introduction

En lien avec la mise en œuvre du grand projet Bernex, le secteur des Rouettes a été identifié dans le Plan Directeur Cantonal 2030 (PDCant 2030) pour assurer le développement d'activités industrielles et artisanales dans cette partie du territoire.

Un plan directeur de zone industrielle (PDZIA) est donc en cours d'élaboration sur le territoire de la commune de Bernex, et le bureau CSD Ingénieurs SA a été mandaté pour établir le concept énergétique territorial (CET) du site des Rouettes qui fait l'objet de ce rapport.

Le projet se situe sur la commune de Bernex (GE) à l'ouest de l'échangeur de l'autoroute, entre le Chemin des Rouettes et le Chemin des Abarois (futur Boulevard des Abarois) (Figure 1).

Le présent rapport consiste à définir de manière coordonnée, un concept énergétique territorial à l'échelle de ce périmètre d'une surface d'environ 93'000 m².



Figure 1 : Localisation du périmètre du PDZIA Les Rouettes

L'objectif du présent document est de déterminer les différentes possibilités d'approvisionnement énergétique du PDZIA Les Rouettes, en favorisant l'utilisation rationnelle de l'énergie et le recours aux énergies renouvelables, tout en considérant les contraintes et opportunités d'un périmètre élargi autour de ce périmètre d'étude. L'étude proposée vise à répondre aux exigences de l'Office Cantonal de l'Énergie (OCEN) et de la loi cantonale sur l'énergie.

Le présent document constitue une version actualisée du CET initialement édité le 13.02.2020, qui tient compte des remarques formulées par l'OCEN, SIG et le conseil administratif, et des modifications du projet. Pour faciliter la lecture, un trait dans la marge est visible lorsque des parties ont été modifiées

2. Mise en contexte

2.1 Bases légales et réglementaires

La politique énergétique du canton de Genève est régie par la loi cantonale sur l'énergie du 7 novembre 1987 (RSG L 2 30 ; LEn) et son règlement d'application du 22 septembre 1988 (RSG L 2 30.01 ; REn). Les exigences relatives à la planification énergétique territoriale sont quant à elles définies dans la Directive relative aux concepts énergétiques territoriaux du 4 août 2010.

Les grandes orientations de la politique énergétique du canton sont définies dans l'art. 1 de la loi sur l'énergie et leur stratégie de mise en œuvre est définie dans le Plan Directeur de l'Energie (PDE) 2020-2030 :

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

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

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

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

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

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

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

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

Par ailleurs, toute nouvelle construction sur le territoire du canton doit au minimum respecter les standards de Haute Performance Énergétique (HPE-neuf), définis dans l'art. 12B du REn. De plus, les constructions des collectivités publiques, des établissements et fondations de droit public et de leurs superficières, doivent satisfaire à un standard de Très Haute Performance Énergétique (THPE-2000W).

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

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

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

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

2.2 Périmètre d'étude restreint

Le PDZIA Les Rouettes s'étend sur un périmètre d'environ 93'000 m². Le programme prévoit la construction de nouveaux bâtiments représentant environ 88'573 m² de surface brute de plancher (SBP) et accueillants des activités industrielles et artisanales sur quatre aires d'implantation réparties comme suit :

- Aire d'implantation A : Services d'entreprises d'environ 8'541 m² de SBP ;
- Aire d'implantation B : Caran d'Ache et Hominal représentant environ 43'241 m² de SBP ;
- Aire d'implantation C : Équipements cantonaux et autres entreprises d'environ 27'367 m² de SBP ;
- Aire d'implantation D : Village d'entreprises d'environ 9'424 m² de SBP.

Les différentes aires d'implantation sont représentées dans la Figure 2 ci-après.

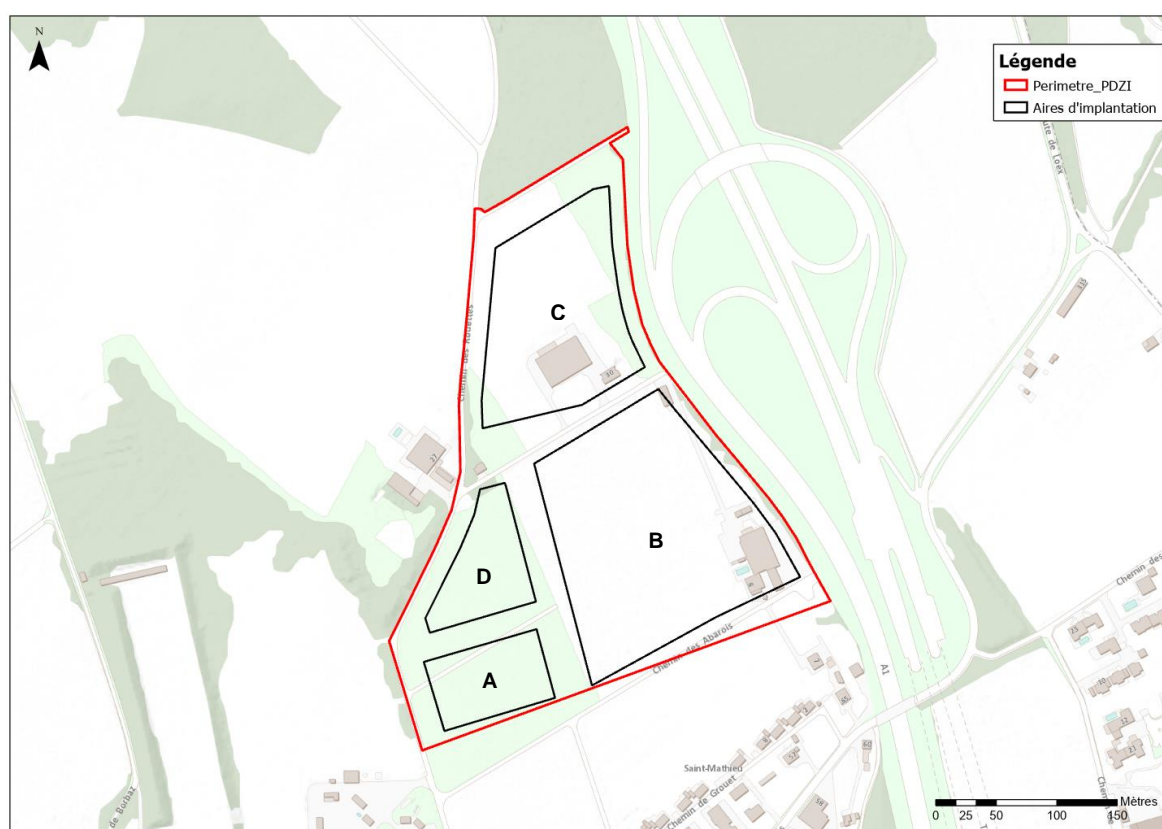


Figure 2 : Périmètre d'étude restreint

Les futures entreprises qui vont venir s'implanter étant encore incertaines à l'état actuel du projet, des hypothèses sont posées quant à la part respective des futures affectations :

- 20% d'administratif, soit environ 17'710 m² de SBP ;
- 60% d'industries, soit environ 53'140 m² de SBP ;
- 20% de dépôts, soit environ 17'710 m² de SBP.

Il s'agit bien d'hypothèses de travail pour l'élaboration du CET, et en particulier le calcul des besoins énergétiques. Ces hypothèses seront à ajuster en fonction des affectations réelles. Les conséquences de la répartition des différentes affectations sur les besoins énergétiques seront analysées dans la suite de ce rapport.

2.3 Périmètre d'étude élargi

Le territoire du grand projet Bernex se situe à un carrefour stratégique pour le canton de Genève. Par conséquent, des études existantes à plus large échelle intègrent ce périmètre. Ce chapitre présente les principales conclusions de ces études qui peuvent déterminer les orientations énergétiques à suivre dans le cadre du PDZIA Les Rouettes.

2.3.1 Plan directeur cantonal 2030

La carte n°11 en annexe du plan directeur cantonal (PDCn) représente les principales infrastructures énergétiques, existantes ou projetées, sur l'ensemble du canton. Un zoom sur la commune de Bernex et le secteur d'étude est visible sur la Figure 4 ci-après.

La principale infrastructure existante à proximité du PDZIA est le réseau CADIOM (trait plein brun). Une autre infrastructure majeure en réflexion est un nouveau réseau de chaleur à distance (CAD) (traitillé brun) alimenté soit par la STEP d'Aire (C12), soit par un forage géothermique moyenne profondeur (I5). Une piste de stockage saisonnier est également en réflexion à proximité du site d'étude (I21).

2.3.2 Plan directeur de l'énergie (PDE) et Plan directeur des énergies de réseaux (PDER)

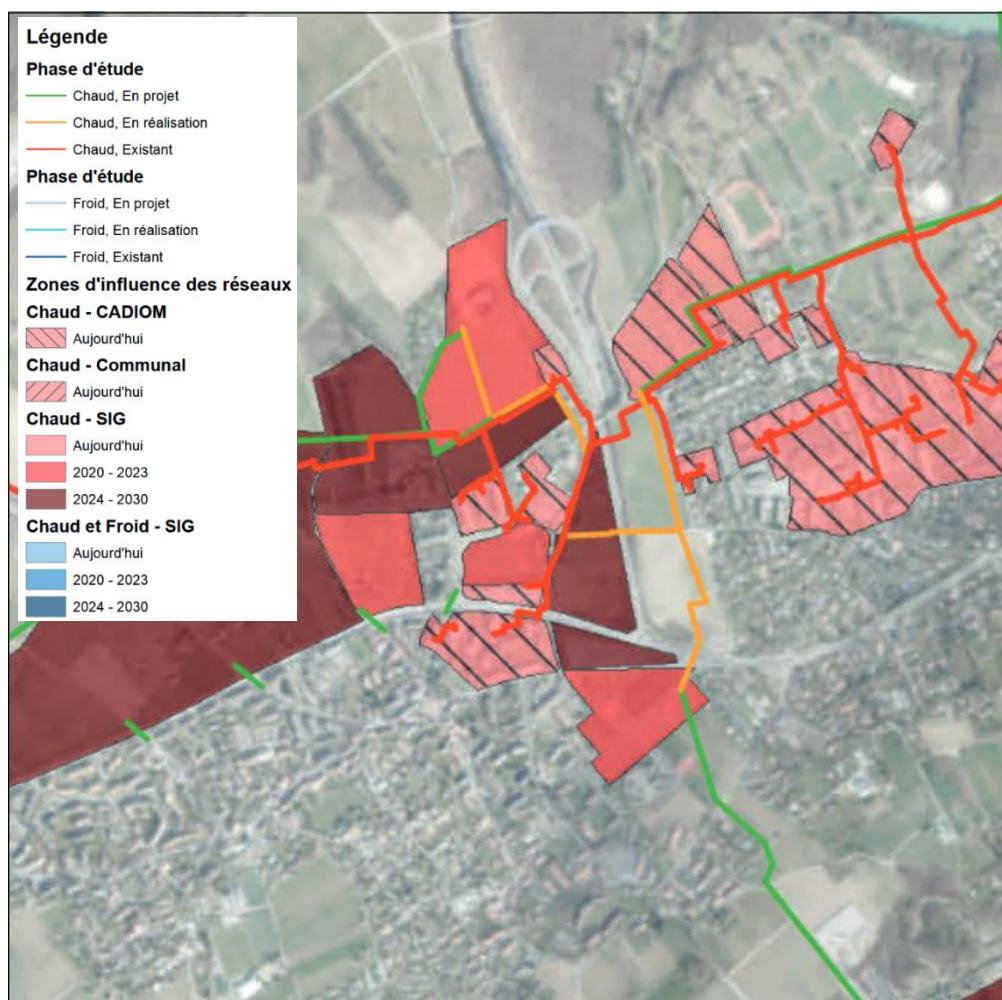


Figure 3 : Déploiement des réseaux thermiques structurants (PDE, 2020)

Le Plan directeur des énergies, adopté en décembre 2020 mentionne la réalisation d'un réseau structurant chaud passant sur le périmètre du PDZI.

2.3.3 Plan directeur des énergies de la commune de Bernex (2010)

Dans son plan directeur communal des énergies (PDComE), la commune de Bernex a fait réaliser un état des lieux des ressources énergétiques disponibles (Figure 5).

Le PDComE propose les orientations énergétiques suivantes :

- Privilégier le réseau CADIOM si ce dernier est présent ;
- Choisir le réseau gaz lorsque le recours à des pompes à chaleur, un réseau de quartier ou à CADIOM n'est pas possible ;
- Réserver les pompes à chaleur aux bâtiments qui peuvent être chauffés à basse température ;
- Dans le cas de bâtiments ayant des besoins de froid, privilégier le recours à des pompes à chaleur sur sondes géothermiques ;
- Évaluer les potentiels de production centralisée liés à la récupération sur les eaux usées ou à la biomasse ;
- Privilégier le solaire thermique sur les bâtiments de logements et le solaire photovoltaïque sur les bâtiments administratifs.

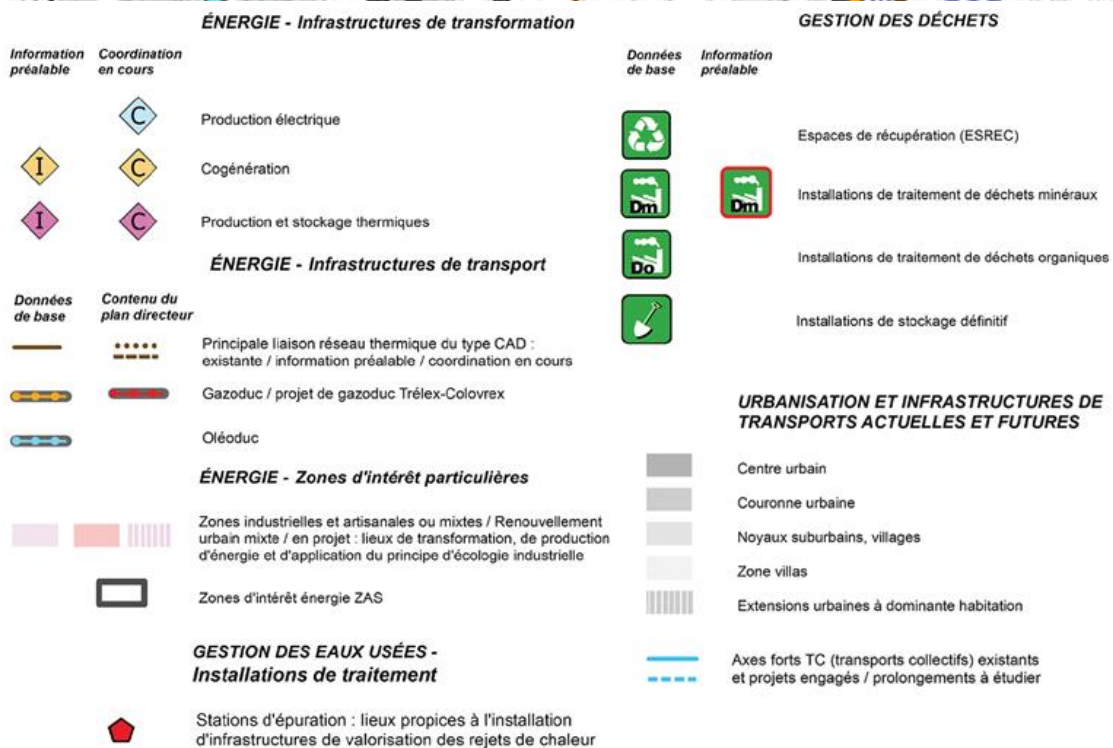
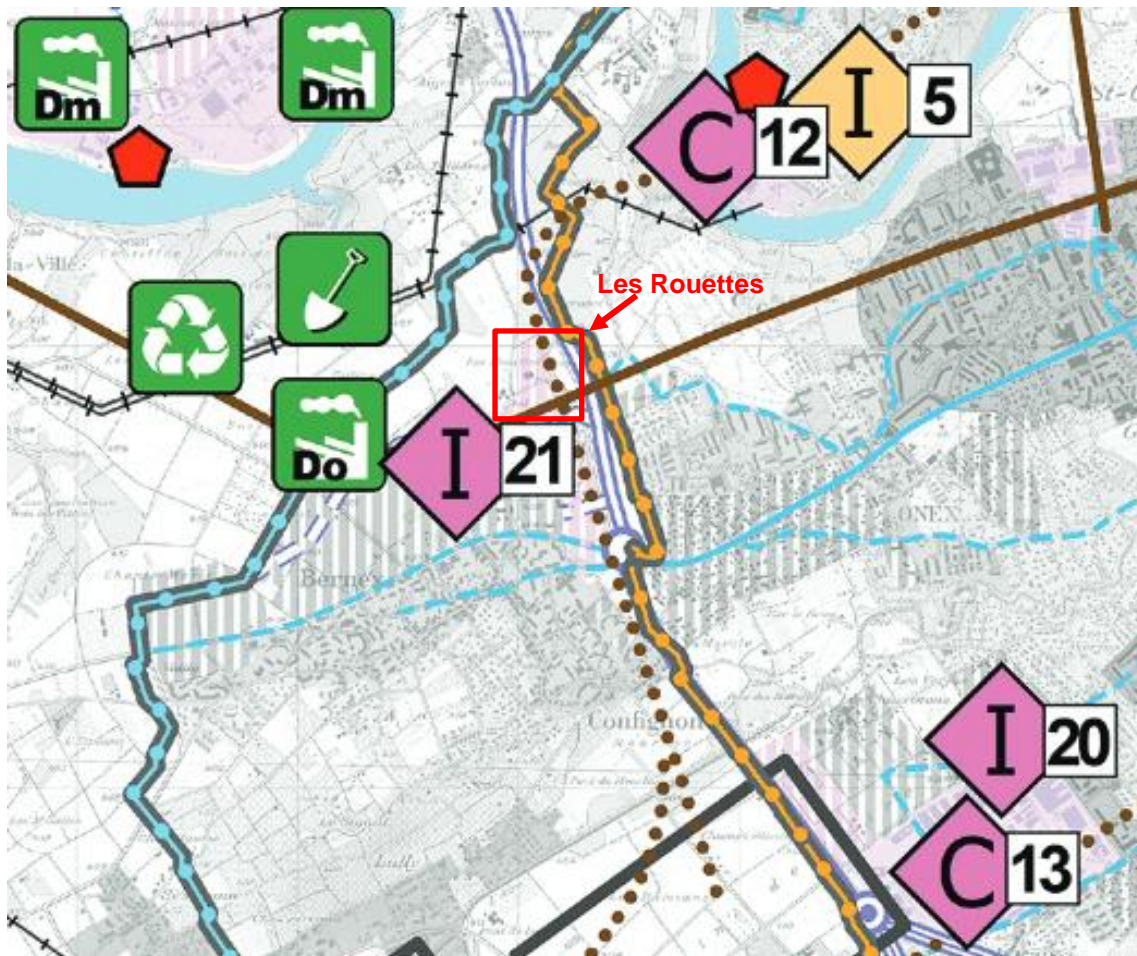


Figure 4 : Agrandissement de la carte n°11 du PDCn

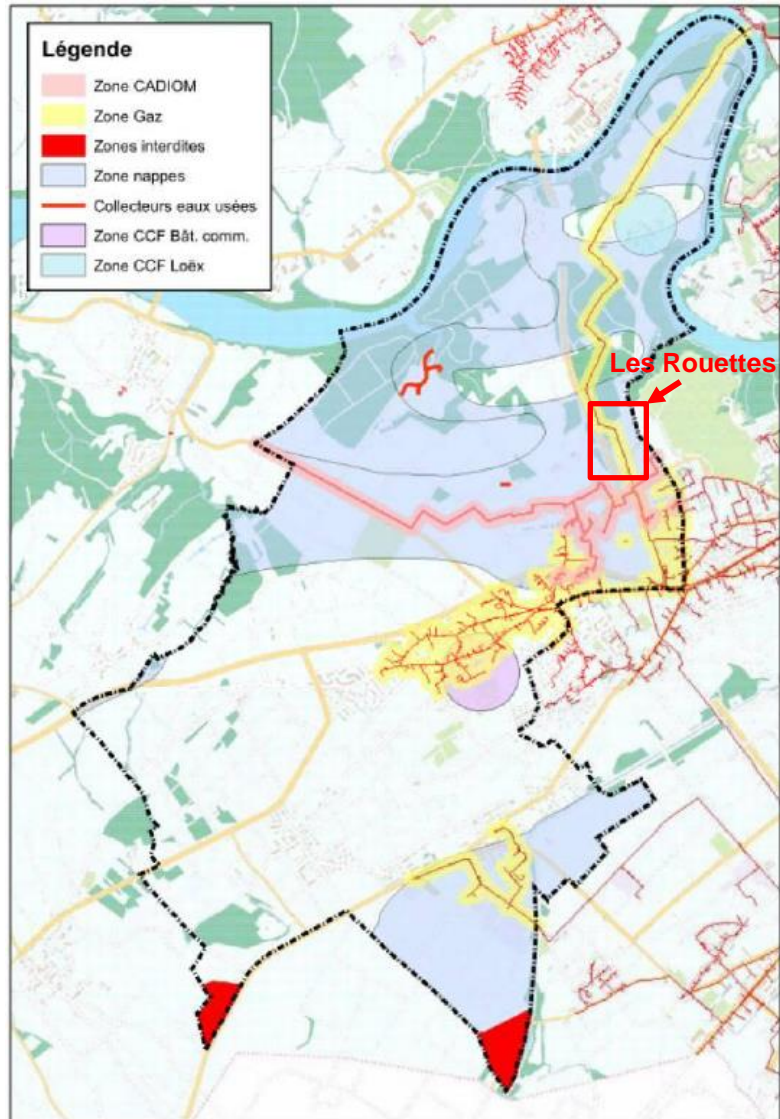


Figure 5 : Carte du PDCoME de Bernex représentant les ressources disponibles sur la commune

2.3.4 Concept énergétique territorial du plan directeur de quartier Bernex Est (2013)

Le concept énergétique territorial (CET) n°2014-03 du plan directeur de quartier (PDQ) Bernex Est reprend les grands principes des études citées et met l'accent sur la stratégie énergétique à mettre en place dans le périmètre plus restreint de Bernex Est.

La carte de synthèse qui décline spatialement les grands principes du CET 2014-03 est présentée ci-après (Figure 6).

Le CET Bernex Est propose les orientations énergétiques suivantes :

- Développement des réseaux thermiques (réseaux « intelligent », CADIOM) ;
- Captage des ressources locales (solaire, géothermie, nappe, eaux usées) ;
- Construction de stocks thermiques saisonniers ;
- Centrale énergétique (production combinée chaleur et électricité via des centrales solaires et une centrale chaleur force (CCF)).

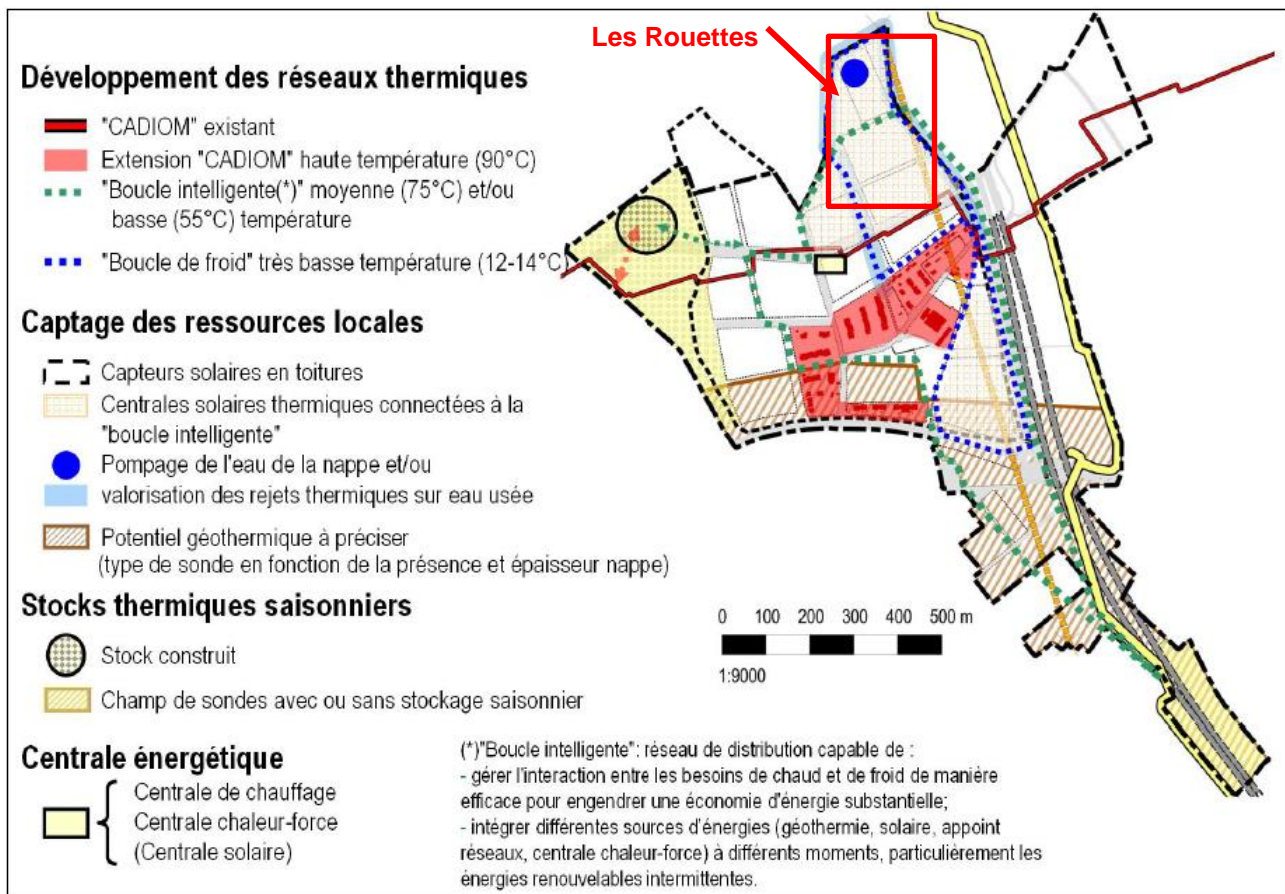


Figure 6 : Carte de synthèse du CET du PDQ Bernex Est

2.3.5 Concepts énergétiques territoriaux

Deux CET ont déjà été validés dans le périmètre du projet Bernex Est (Figure 7) :

- Le CET 2016-08 du PLQ Saint-Mathieu ;
- Le CET 2017-17 du PLQ Le Grouet.

Le CET 2016-08 Saint-Mathieu propose deux types de stratégies énergétiques :

- Raccordement à un réseau moyenne température :
 - o réseau de déstockage des rejets des Cheneviers,
 - o réseau des rejets de la STEP d'Aïre,
 - o réseau de la nappe du Rhône,
 - o réseau CADIOM en solution transitoire.
- Raccordement à un réseau basse température (boucle d'énergie) :
 - o réseau de la nappe du Rhône,
 - o ICESOL + appoint CADIOM.

Le CET 2017-17 Le Grouet recommande quant à lui de s'orienter vers un principe de boucle d'échange à basse température (anergie) qui peut être alimentée via différentes ressources locales (géothermie, solaire, groupe froid). Cependant, une alternative à cette solution est proposée en fonction du développement des réseaux de valorisation des rejets des Cheneviers et de la STEP d'Aïre.

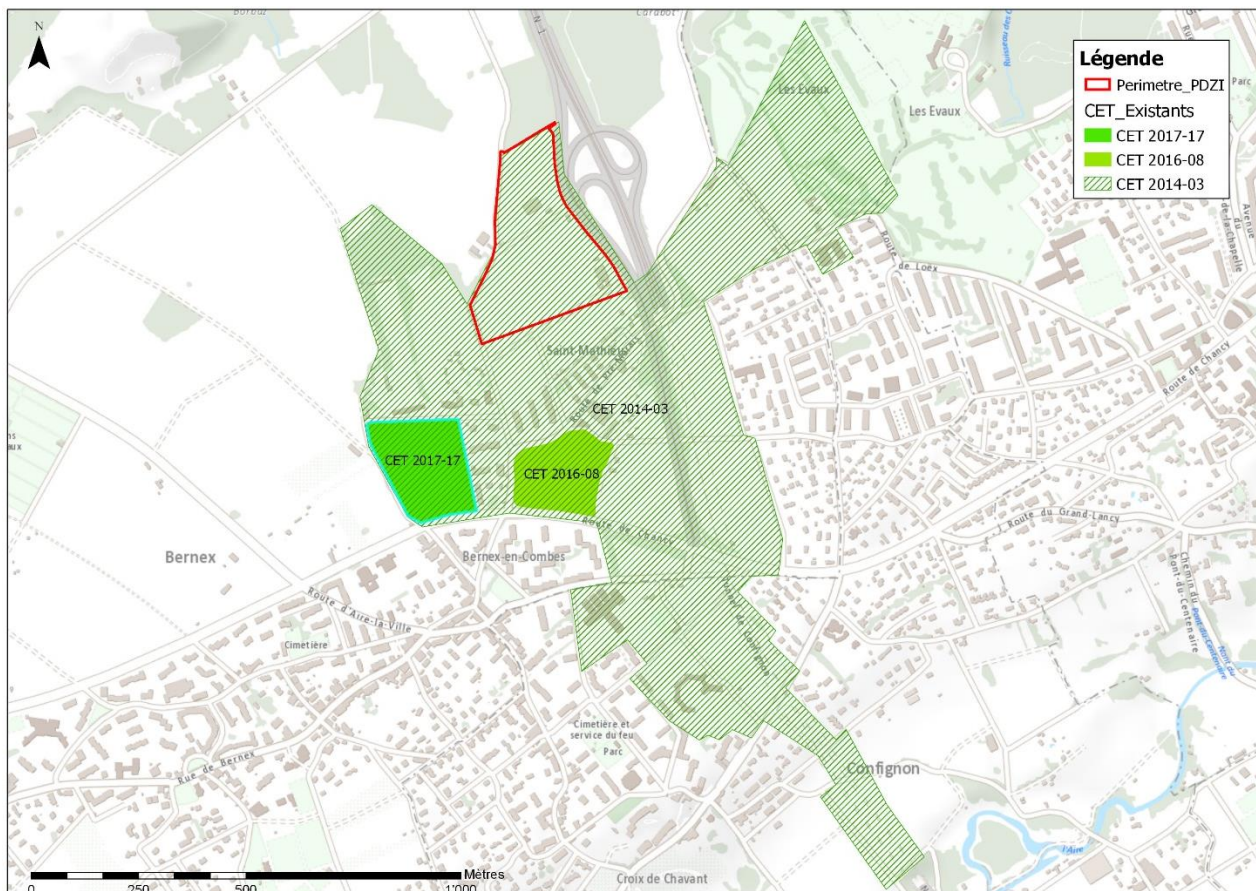


Figure 7 : Emplacements des CET existants à proximité du PDZIA Les Rouettes

3. État des lieux énergétiques

3.1 Structure qualitative et quantitative des besoins énergétiques futurs

Dans le cadre d'une zone industrielle telle que Les Rouettes, deux types de besoins sont présents : les besoins de confort, qui sont les besoins de base liés aux bâtiments, et les besoins de procédés, qui sont des besoins complémentaires liés aux activités des entreprises.

Les besoins de confort sont calculés selon les différentes normes en vigueur. Les besoins de procédés quant à eux sont difficiles à estimer car ils dépendent des besoins spécifiques de chaque entreprise. Ne connaissant pas les futures entreprises qui vont venir s'implanter sur le site, les éventuels besoins de procédés de ces entreprises ne sont pas pris en considération. Cependant, à l'heure actuelle, il est fort probable que Caran d'Ache vienne s'installer sur le site. Or, les besoins de procédés de Caran d'Ache sont connus (étude du bureau Amstein & Walthert) et sont donc pris en compte dans le calcul des besoins.

Dans l'état actuel des connaissances des futures entreprises qui vont venir s'implanter, les hypothèses posées précédemment sur les différentes affectations sont utilisées pour le calcul des besoins énergétiques du site des Rouettes. Pour rappel, ces hypothèses sont :

- 20% d'administratif, soit environ 17'710 m² de SBP ;
- 60% d'industries, soit environ 53'140 m² de SBP ;
- 20% de dépôts, soit environ 17'710 m² de SBP.

L'ensemble des besoins de chaleur, de froid et d'électricité du site selon ces hypothèses sont présentés dans la Figure 8 ci-dessous.

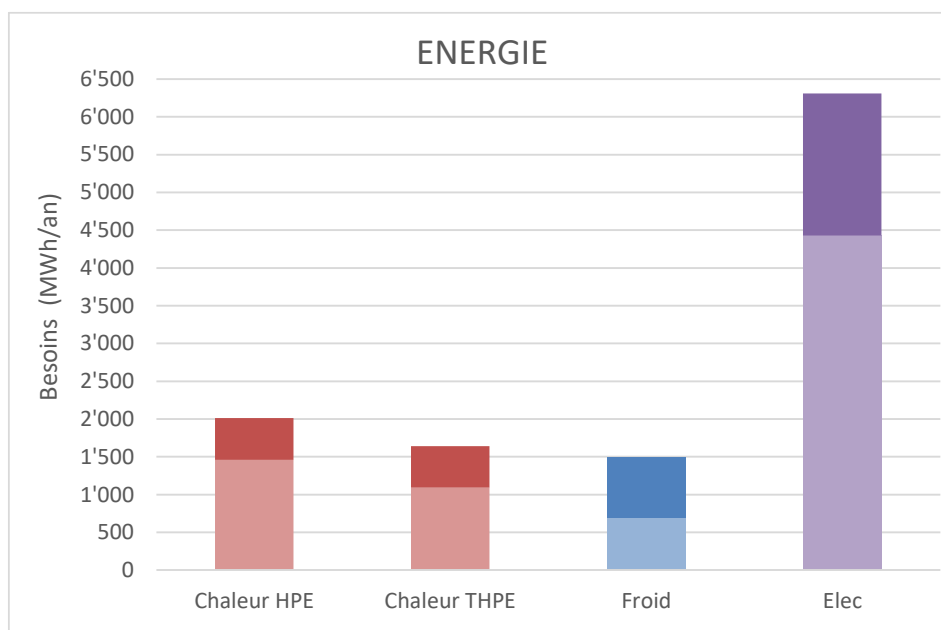


Figure 8 : Besoins énergétiques du site en énergie

Comme il s'agit ici d'hypothèses de travail, une variation de la proportion de ces affectations est réalisée dans les paragraphes suivants afin d'analyser la sensibilité de ces dernières sur les différents besoins énergétiques.

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

Les besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire du site Les Rouettes devront respecter les normes et lois en vigueur.

Selon les hypothèses posées, les besoins de chaleur de confort des bâtiments des Rouettes sont estimés à 1'460 MWh/an pour le chauffage en standard HPE, 1'090 MWh/an pour le chauffage en standard THPE et 460 MWh/an pour l'ECS. Cela correspond à une puissance totale de 870 kW pour un standard HPE et 710 kW pour un standard THPE.

Lorsque l'on augmente de 20% la part d'administratif par rapport à la part d'industries, les besoins de chauffage augmentent d'environ 2% tandis que les besoins d'ECS restent constants. Les besoins de chaleur totaux augmentent donc d'environ 2%. Parallèlement, si l'on augmente de 20% la part de dépôts par rapport à la part d'industries, les besoins de chauffage augmentent d'environ 2% tandis que les besoins d'ECS diminuent de 15%. Les besoins de chaleur totaux diminuent donc d'environ 2%. Ces différences sont négligeables et le type d'affectation n'a donc que très peu d'influence sur les besoins de chaleur du site.

Les besoins de chaleur pour les procédés s'élèvent à 550 MWh/an. Ainsi, les besoins totaux de chaleur s'élèvent à 2'010 MWh/an pour un standard HPE et 1'640 MWh/an pour un standard THPE.

3.1.2 Besoins de froid

Bien que l'installation de systèmes de refroidissement pour le confort soit asservie à des conditions constructives et doit faire l'objet d'une justification selon la norme SIA 382/1, la pratique montre que pour des locaux d'activités, les charges internes importantes nécessitent souvent l'installation de tels systèmes.

Selon les hypothèses posées, les besoins de froid de confort du site Les Rouettes ont été estimés à 690 MWh/an, soit une puissance de 2'040 kW.

Lorsque l'on augmente de 20% la part d'administratif par rapport à la part d'industries, les besoins de froid augmentent d'environ 10%. Parallèlement, si l'on augmente de 20% la part de dépôts par rapport à la part d'industries, les besoins de froid diminuent d'environ 20%. Ainsi, une modification de 20% dans la répartition du type d'affectation influencent les besoins de froid de confort entre -20% et +10%.

Les besoins de froid pour les procédés s'élèvent à 800 MWh/an. Ainsi, les besoins totaux de froid du site sont compris entre 1'360 MWh/an et 1'560 MWh/an.

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

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

3.1.3 Besoins d'électricité

Les besoins d'électricité du site Les Rouettes devront respecter les normes et lois en vigueur.

Selon les hypothèses posées, les besoins d'électricité pour l'ensemble des bâtiments du site peuvent être estimés à environ 1'820 MWh/an pour les appareils, 1'930 MWh/an pour l'éclairage, 680 MWh/an pour la ventilation, soit un total de 4'430 MWh/an.

Lorsque l'on augmente de 20% la part d'administratif ou la part de dépôts par rapport à la part d'industries, les besoins d'électricité pour les appareils, l'éclairage et la ventilation diminuent d'environ 15%.

Les besoins électriques pour les procédés s'élèvent à 1'880 MWh/an. Ainsi, les besoins totaux d'électricité du site sont compris entre 5'540 MWh/an et 6'310 MWh/an.

3.2 Infrastructures existantes et projetées

Le présent PDZIA se situe à proximité de différents réseaux énergétiques existants et projetés qui sont résumés dans le présent chapitre et sur la Figure 9 ci-dessous.

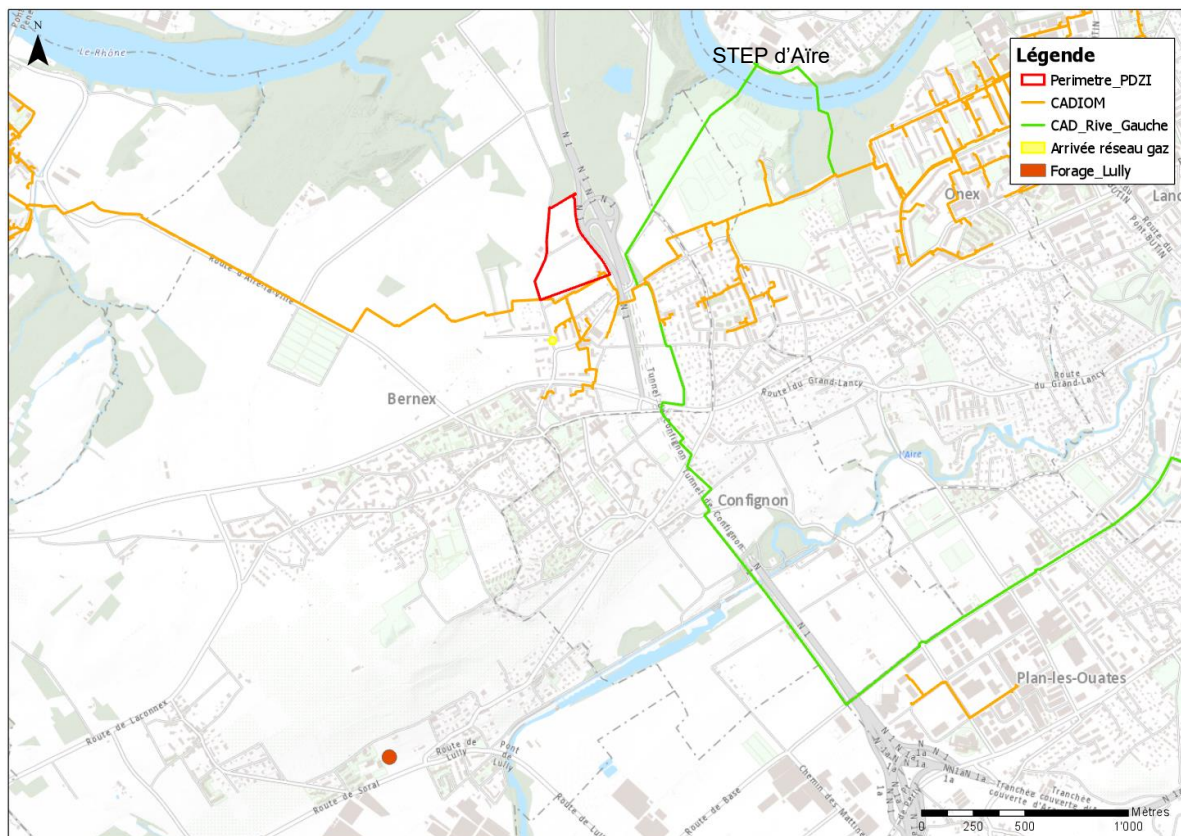


Figure 9 : Réseaux énergétiques existants et projetés à proximité du PDZIA Les Rouettes

Le réseau de chauffage à distance CADIOM passe à proximité immédiate du périmètre des Rouettes. Il est alimenté par les rejets de chaleur de l'usine d'incinération des Cheneviers. Depuis 2012, il est raccordé au réseau CAD SIG, qui lui-même est alimenté par quatre grosses chaudières gaz. Actuellement, le réseau CAD SIG global présente un mix composé d'environ 50% d'énergie non fossile (renouvelable et récupération), avec un objectif de fournir 80% d'énergie non fossile à l'horizon 2030.

Le déploiement du CAD SIG sur la Rive gauche est actuellement en cours et devrait passer à proximité immédiate du périmètre des Rouettes. Le réseau CAD SIG sera alimenté par les principales énergies suivantes : chaleur fatale des déchets (Cheneviers et STEP d'Aire), géothermie, bois-déchets. Il fournira à terme une part de 80% d'énergie non fossile (renouvelable et récupération).

Une sous-station d'échange est nécessaire sur ce secteur afin de réaliser une connexion hydraulique entre le réseau CADIOM et le réseau CAD SIG, tous deux présents dans ce périmètre, et ainsi assurer un bon équilibrage en température du réseau commun. L'emplacement de cette sous-station n'est pas encore décidé mais le PDZIA des Rouettes semble être la localisation idéale, et notamment sur l'aire d'implantation C prévue pour des équipements publics.

Le réseau de gaz quant à lui n'arrive pas directement sur le périmètre des Rouettes. Il s'arrête un peu plus au sud-ouest au niveau du chemin du Stand.

L'étude d'opportunité réalisé par les SIG démontre la possibilité de réaliser sur ce site une CC centralisée.

La phase de faisabilité pourra considérer le PDZIA dans son périmètre, en prenant en compte les conditions suivantes :

- La centrale thermique doit être implantée dans la PU C
- Le dimensionnement de la surface nécessaire et la pertinence des équipements énergétiques doivent être justifiées par l'OCEn lors de la DD
- La faisabilité technique et la pertinence de réalisation d'une cheminée avec point culminant 10m au-dessus des bâtiments environnants sera à démontrer lors du projet et à évaluer dans le cadre de la DD. (en fonction des projets en cours/ réalisés aux alentours ou éventuellement en proposant un régime dérogatoire des gabarit max fournies par le PDZIA).

3.3 Potentiel des ressources énergétiques renouvelables et locales

L'analyse des ressources énergétiques disponibles pour le site des Rouettes est effectuée à la lumière du potentiel de chacune.

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

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

Selon les informations transmises par le SABRA, le réseau des capteurs passifs indique une moyenne annuelle des émissions de NO₂ sur l'année 2016 d'environ 21 µg/m³ sur la maille kilométrique de référence (Figure 10). L'état des lieux 2020 n'a pas ou peu évolué et les données recueillies lors de l'enquête technique 1 restent valables.

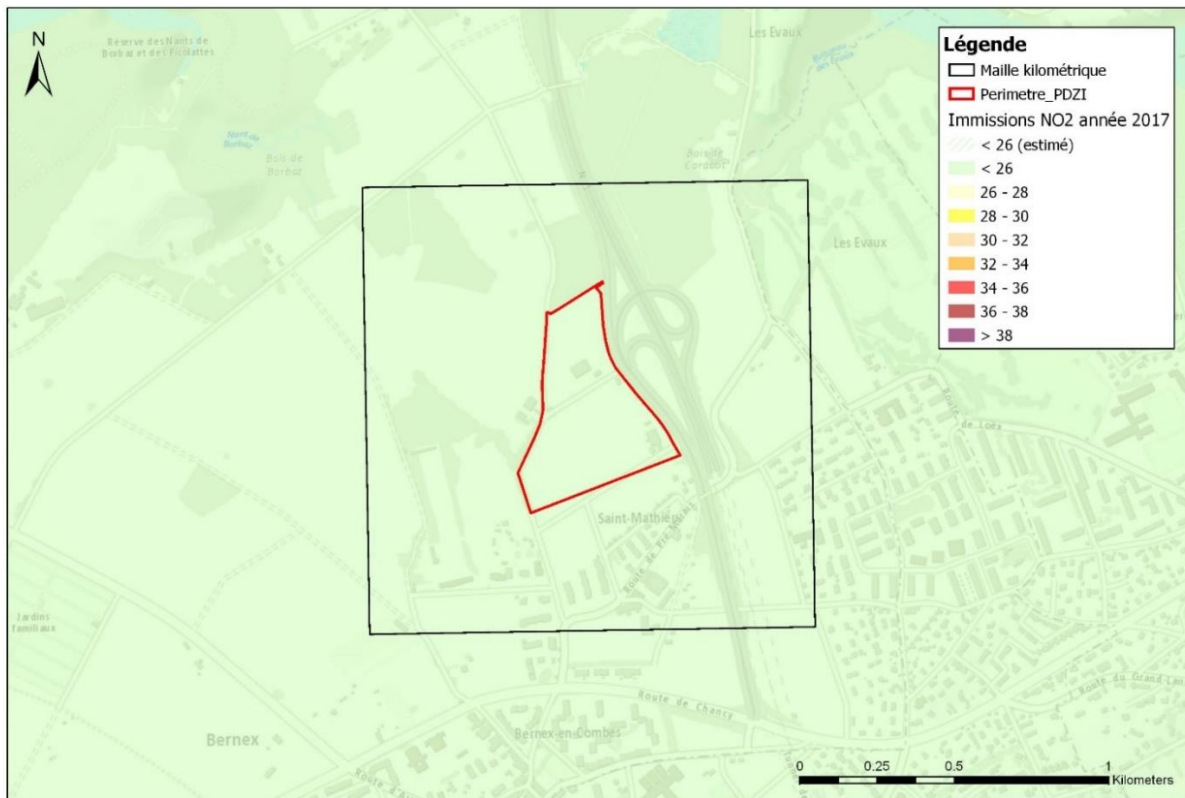


Figure 10 : Immissions NO₂ sur la maille kilométrique de référence

Selon les données enregistrées à la station du Réseau d'Observation de la Pollution de l'Air à Genève (ROPAG) de Meyrin (située à 5 km au nord du site), les immissions moyennes annuelles en NO₂ atteignent 18.8 µg/m³

Le périmètre d'étude se trouve donc dans un secteur qui présente une concentration de NO₂ inférieure à la valeur limite d'immissions de l'OPair, fixée à 30 µg/m³/an.

Les immissions de poussières en suspension (PM10) sont inférieures à la valeur limite de l'OPair (fixée à 20 µg/m³), avec 14.7 µg/m³ enregistrés au niveau de la station ROPAG de Meyrin.

Les immissions d'ozone (O₃) relevées par la station ROPAG de Meyrin, mettent en évidence la non-conformité du site par rapport à la valeur fixée par l'OPair (1 Nb_h > 120 µg/m³) avec 215 dépassements sur l'année 2017. Ces immissions excessives découlent d'une problématique régionale, causée par de fortes émissions de polluants primaires (oxydes d'azote - NO_x et composés organiques volatils - COVs) au niveau de l'agglomération genevoise et de la région dans son ensemble.

Le PDZIA Les Rouettes présente des valeurs d'immissions de NO₂ et de PM10 inférieures aux valeurs limites fixées par l'OPair. Seules les immissions d'O₃ dépassent la valeur fixée par l'OPair. Cependant, le projet ne se situe pas dans une zone à immissions excessives et il pourrait donc être alimenté énergétiquement par une centrale thermique à base de bois de chauffage, moyennant la mise en place de filtres adaptés et efficaces pour limiter les émissions de polluants atmosphériques.

Il est à noter que Caran d'Ache présente d'importants déchets de bois (sciure) liés à son activité. Par ailleurs, une volonté de valorisation de ces déchets est soutenue par l'entreprise. Sur son site actuel de production, environ 490 MWh/an de chaleur sont produits via un incinérateur à copeaux. Cela représente 90% des besoins de chaleur de procédés de Caran d'Ache, et environ 25% des besoins totaux de chaleur du site. Cette valorisation de déchets devrait également se réaliser sur leur nouveau site de production aux Rouettes, que le système soit centralisé ou individuel.

3.3.2 Récupération de chaleur sur les eaux usées

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

Le premier concept nécessite un diamètre de collecteur d'au moins 80 cm et un débit minimum de 15 l/s. Ces valeurs ne sont atteintes qu'à partir de 5'000 à 8'000 habitants. Ce système n'est donc pas adapté au périmètre des Rouettes. De plus, le collecteur de diamètre 80 cm existant à proximité du site est un collecteur d'eaux mélangées (eaux usées + eaux pluviales). La chaleur est donc complètement diluée et ne peut être récupérée.

Le second système s'adapte particulièrement bien aux projets de logements et n'est pas concurrentiel pour des affectations hors résidents. Bien qu'une station de pompage, récupérant l'ensemble des eaux usées du quartier des Rouettes, soit prévue au nord du périmètre, le système de fosse ne peut être adapté car le périmètre des Rouettes ne présente aucune habitation.

La récupération de chaleur sur les eaux usées ne présente donc aucune opportunité dans ce cas particulier et ne sera pas retenu dans la suite de l'étude. Cependant, si une valorisation des eaux usées était réalisée sur le périmètre élargi du site et développée sous forme de réseau, elle pourrait éventuellement couvrir une partie des besoins de chaleur du site.

3.3.3 Valorisation du potentiel solaire local

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

- Installation possible uniquement en toiture dont 30% de la surface brute n'est pas utilisable (encombrement par d'autres infrastructures techniques).

- En considérant un angle de pose de 30°, la surface brute de toiture nécessaire pour l'installation d'1 m² de capteur solaire thermique est de 3 m².
- En considérant un angle de pose de 15°, la surface brute de toiture nécessaire pour l'installation d'1 m² de panneau solaire photovoltaïque est de 1.5 m².
- La production de chaleur annuelle moyenne spécifique des capteurs solaires thermiques est de 400 kWh/an par m² de panneau.
- La production d'électricité annuelle moyenne spécifique des panneaux solaires photovoltaïques est de 125 kWh/an par m² de panneau.

Sur la base de ces hypothèses, et prenant en compte le fait que les panneaux installés sont soit de type thermique, soit de type photovoltaïque, la surface nette totale de panneaux solaires pouvant potentiellement être installés en toiture est de 8'420 m² pour le solaire thermique et 16'850 m² pour le solaire photovoltaïque.

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

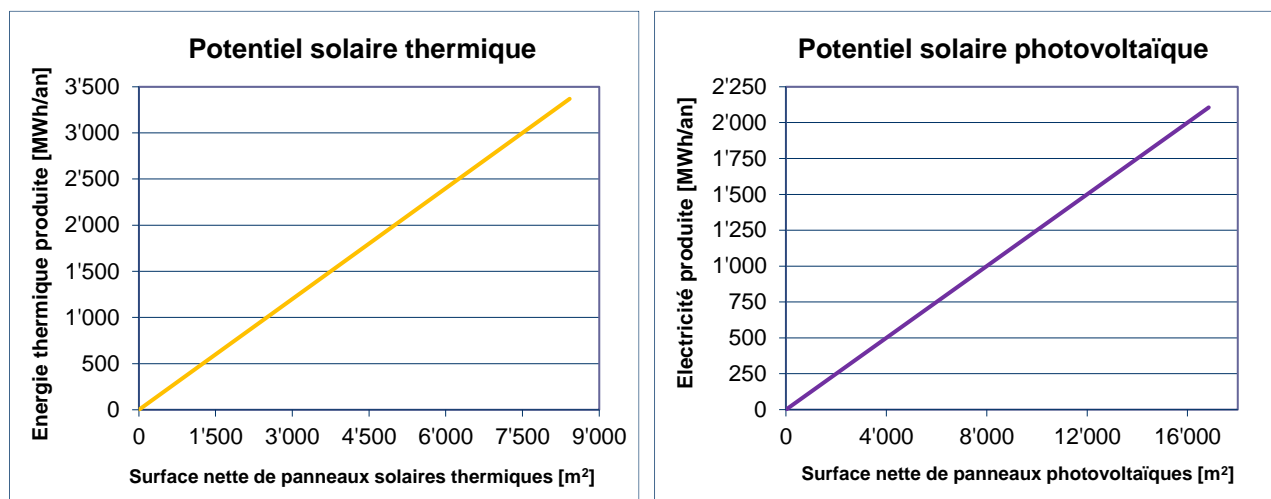


Figure 11 : Potentiel de production d'énergie solaire sur le PDZIA Les Rouettes

Le potentiel solaire thermique maximal s'élève ainsi à 3'370 MWh/an, soit plus que les besoins de chaleur du site. Le potentiel solaire photovoltaïque maximal s'élève quant-à-lui à 2'110 MWh/an, soit environ 50% des besoins d'électricité (hors procédés) du site.

Il s'agit bien ici du potentiel solaire maximal des toitures. Dans la stratégie d'approvisionnement énergétique mise en œuvre, la surface de panneaux à installer devra bien entendu tenir compte de la loi sur l'énergie du canton de Genève qui exige pour un standard HPE une valorisation de l'enveloppe thermique des bâtiments par une production propre d'électricité de 10 W/m² de SRE et une valorisation de la toiture par des capteurs solaires thermiques qui couvrent au moins 30% des besoins de chaleur pour l'ECS. Ces ratios s'élèvent à respectivement 30 W/m² et 50% pour un standard THPE.

3.3.4 Air ambiant

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

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

Sur cette base, il est tout à fait envisageable de répondre aux besoins énergétiques du site via des pompes à chaleur sur air haute performance. L'avantage de ces dernières est qu'elles peuvent être réversibles afin de subvenir également aux besoins de froid des bâtiments.

3.3.5 Rejets de chaleur

Le périmètre d'étude présente d'importants besoins de froid dont la production va par conséquent engendrer d'importants rejets de chaleur. Ces rejets de chaleur peuvent alors être valorisés en les utilisant pour participer à la production de chauffage et d'ECS.

Cependant, en règle générale, les besoins de froid de confort sont surtout présents en été lorsque les besoins de chaleur sont les plus faibles. Les rejets de chaleur de la production de froid sont alors difficilement valorisables. Au contraire, les besoins de froid de procédés sont en général quasiment constants tout au long de l'année. Les rejets de chaleur de cette production de froid peuvent alors être plus facilement valorisés pour la production de chaleur, notamment en hiver (Figure 12).

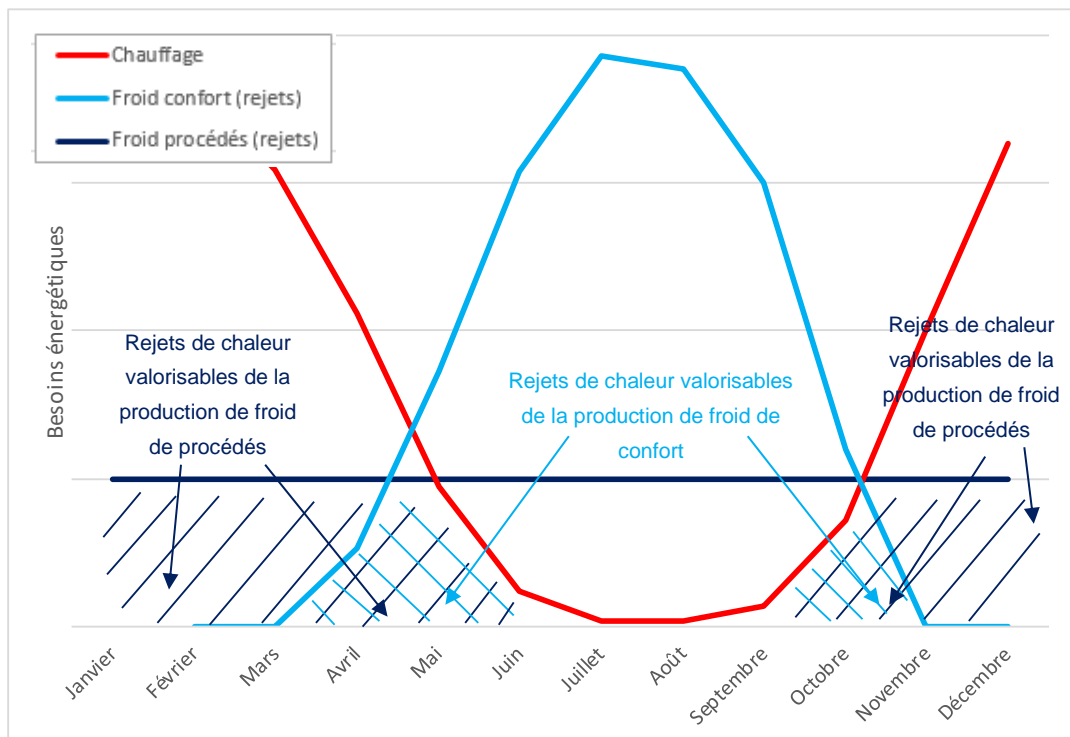


Figure 12 : Schéma de besoins annuels et des rejets de chaleur valorisables

Selon l'étude du bureau Amstein + Walther, les rejets de chaleur valorisables de la production de froid de procédés de l'entreprise Caran d'Ache sont estimés à environ 385 MWh/an, soit 20% des besoins totaux de chaleur du site des Rouettes.

Ces rejets de chaleur sont difficiles à garantir tant au niveau quantitatif que dans la durée. C'est pourquoi cette solution ni constante ni pérenne ne doit pas être retenue comme une solution d'approvisionnement à part entière.

3.3.6 Exploitation des ressources géothermiques

L'emprise du PDZIA Les Rouettes est située dans une zone où l'implantation de sondes géothermiques est soit interdite, soit soumise à une demande de renseignements complémentaires auprès du service de géologie sols et déchets (GESDEC). En effet, le périmètre se situe en partie au-dessus de la nappe phréatique du Rhône (Figure 13).

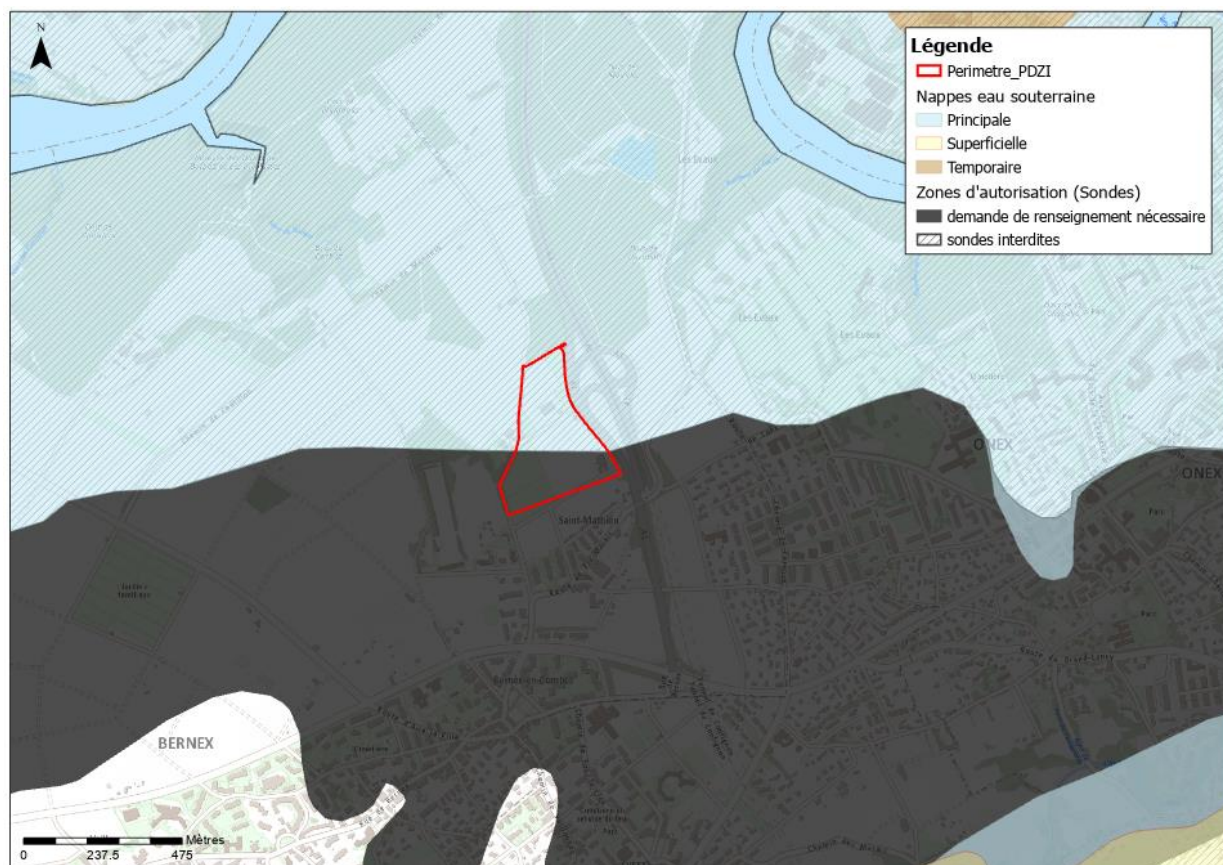


Figure 13 : Contexte géothermique à proximité du PDZIA des Rouettes

Ainsi, la géothermie sur sondes géothermiques faible profondeur ne sera pas envisageable dans le secteur. Toutefois, deux autres types de valorisation de la ressource géothermique sont possibles : la géothermie sur nappe phréatique et la géothermie sur sondes moyenne et grande profondeur.

Géothermie sur nappe

Le périmètre des Rouettes se situe en partie sur la nappe principale du Rhône qui offre un potentiel unitaire de 1.87 W/m^2 selon le rapport d'évaluation du potentiel géothermique du canton de Genève – PGG, datant d'octobre 2011.

En reliant le potentiel de la nappe du Rhône à l'utilisation de PAC présentant un COP de 5, le potentiel énergétique global de la géothermie sur nappe sur le site serait d'environ 115 kW, soit 230 MWh/an (Tableau 1). Ce résultat est relativement faible comparé aux besoins de chaleur du site des Rouettes qui s'élèvent à 2'010 MWh/an.

Potentiel unitaire [W/m ²]	Surface PDZI [m ²]	Puiss. soutirable [kW]	Energie soutirable [MWh]	Puissance électrique [kW]	Energie électrique [MWh]	Puissance totale [kW]	Energie totale [MWh]
1.87	49'340	92	185	23	46	115	231

Tableau 1 : Potentiel maximal de la géothermie sur nappe

Cependant, une étude approfondie de la nappe du Rhône est en cours. Cette étude, qui prévoit un forage exploratoire à proximité immédiate du périmètre des Rouettes, devrait permettre de confirmer ou infirmer le potentiel estimé et ainsi permettre de savoir si la nappe pourrait être utilisée dans ce secteur.

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

Le programme GEothermie 2020 a été engagé par le Canton de Genève et SIG afin de disposer des connaissances du sous-sol genevois nécessaires à la mise en œuvre opérationnelle de la géothermie moyenne profondeur, puis de grande profondeur le cas échéant.

Le but de ce programme est de pouvoir définir les secteurs du Canton les plus favorables à l'exploitation de cette ressource et envisager l'exploitation de la géothermie moyenne profondeur sur quelques sites sélectionnés d'ici à l'horizon 2020.

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

La commune de Bernex héberge le deuxième forage de moyenne profondeur (1'100 m) à Lully depuis novembre 2019. Les débits rencontrés ne permettent pas une exploitation, mais les résultats encourageants (forte pression et présence d'eau) gardent le fort potentiel de cette ressource sur ce secteur tout à fait d'actualité. Ce potentiel pourra être précisé sur la base de la campagne sismique 3D prévue à l'automne 2021.

De plus, le programme GEothermie 2020 étant toujours à la recherche d'opportunités, il n'est pas exclu qu'un forage exploratoire soit réalisé à proximité immédiate du périmètre d'étude.

A l'heure actuelle il n'est donc pas possible de conclure sur le potentiel de la géothermie moyenne et grande profondeur. Toutefois, au cas où un potentiel pour l'exploitation de cette ressource serait mis en évidence, il s'agit de veiller à maintenir son exploitabilité à plus long terme en prévoyant des mesures conservatoires, notamment des prises en attentes au niveau des bâtiments ou de réseaux, ainsi que potentiellement une surface pour implanter une centrale commune.

3.3.7 Énergies de réseaux

Comme expliqué dans le paragraphe 3.2 Infrastructures existantes et projetées p.12, des réseaux thermiques sont existants et projetés à proximité immédiate du périmètre des Rouettes.

Le réseau de chauffage à distance CADIOM, bien que passant sur le périmètre du PDZIA des Rouettes ne peut malheureusement pas subvenir aux besoins de chaleur du périmètre car ce dernier manque actuellement de puissance.

Le réseau CAD SIG, en projet, devrait être mis en œuvre et passer à proximité immédiate du périmètre des Rouettes. Ce réseau prévoit de fournir une chaleur à 80% d'énergie renouvelable et de récupération en valorisant de multiples ressources renouvelables. Une interconnexion des deux réseaux CAD SIG et CADIOM est envisagée dans ce secteur des Rouettes.

Enfin, il est également possible de réaliser un réseau thermique au sein même du périmètre du PDZIA Les Rouettes. En effet, un tel réseau interne pourrait être alimenté par les diverses ressources locales et renouvelables disponibles sur le site et présentées dans les chapitres précédents.

3.4 Rôle des acteurs concernés

Le Tableau 2 ci-après présente une synthèse des acteurs concernés par le choix et la mise en œuvre d'une stratégie énergétique pour le PDZIA Les Rouettes. Les différents acteurs inventoriés devront se coordonner entre eux afin d'assurer la bonne mise en œuvre des filières d'approvisionnement énergétiques souhaitées.

Acteur	Rôle général pour la concrétisation du PDZIA	Rôle particulier quant au CET et sa concrétisation
Propriétaires des parcelles du PDZIA	Vente des terrains aux Maîtres d'Ouvrage	
Maîtres de l'ouvrage du PDZIA	Investisseurs du PDZIA, développement du projet	Pilotage de la conception et de la mise en œuvre des infrastructures nécessaires Définition de la structure opérationnelle du projet (mise en œuvre, exploitation et financement)
État de Genève – Office de l'urbanisme (OU)	Création des conditions-cadre du développement du PDZIA	Coordination administrative des acteurs concernés
État de Genève – Office cantonal de l'énergie (OCEN)	Intégration adéquate des enjeux énergétiques dans les orientations générales et pesées d'intérêts	Validation du CET Coordination et facilitation dans la mise en œuvre de solutions nécessitant la coordination avec des acteurs externes
État de Genève – Service cantonal géologie-sol-déchets (GESDEC)	Contraintes relatives à la valorisation géothermique du sous-sol	Autorisation d'installation de sondes géothermiques
État de Genève – Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants (SABRA)	Contraintes relatives aux installations de combustion	Autorisation d'installation de chaudières bois / fossiles
Commune de Bernex	Suivi de la procédure	Suivi de la procédure
Opérateurs énergétiques	Gestionnaire réseau / contracteur (SIG, CADIOM, autres opérateurs) Fourniture de gaz, eau, électricité, chaleur	Fourniture en énergie thermique Conception détaillée du réseau, réalisation et le cas échéant exploitation des infrastructures.
Groupement projet PLQ Saint-Mathieu	Réalisation des PLQ des parcelles voisines	Possibilité de synergies futures (mutualisation des infrastructures) ou conflits

Tableau 2 : Tableau de synthèse des acteurs du concept énergétique et de leur rôle

4. Propositions et analyse de stratégies énergétiques locales

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

- Dans la mesure où cela est économiquement réalisable, les ressources renouvelables locales doivent être exploitées au maximum en tenant compte de leurs limites et conflits d'usage ;
- L'accès aux ressources locales doit être garanti pour une valorisation future : les irréversibilités doivent être évitées ;
- Les ressources non renouvelables ne doivent être utilisées qu'en dernière priorité, notamment comme énergie d'appoint ou de transition.

Au vu des éléments présentés auparavant, trois stratégies peuvent être envisagées pour le PLQ Les Rouettes :

- **Stratégie 1 – Raccordement au réseau structurant CAD SIG**
- **Stratégie 2 – CAD quartier ou boucle d'énergie**
- **Stratégie 3 – Individuelle**

Ces trois stratégies sont détaillées dans les paragraphes suivants.

4.1 Stratégie 1 – Réseau de chaleur

La première stratégie pouvant être mise en place pour répondre aux besoins énergétiques du site des Rouettes est le raccordement des bâtiments au réseau structurant CAD SIG.

Le réseau CAD SIG en projet devrait être mis en œuvre et passer à proximité immédiate du périmètre des Rouettes et serait interconnecté hydrauliquement avec le réseau CADIOM. Il serait alors tout à fait envisageable de raccorder l'ensemble des bâtiments du périmètre des Rouettes à ce nouveau réseau de chaleur à distance afin de couvrir 100% de besoins de chaleur du site.

L'ensemble des toitures valorisables doivent l'être avec des panneaux solaires photovoltaïques. En effet, dans le cas de bâtiments type industriels les besoins en eau chaude sanitaire sont faibles alors que les besoins en électricité sont très élevés. Les panneaux solaires photovoltaïques permettent donc de produire une partie de l'électricité consommée. De plus, dans le cas d'un réseau de chaleur, la production des capteurs solaires thermiques est difficile à valoriser.

Il est à noter que l'électricité doit provenir le plus possible de source renouvelable.

Le principal inconvénient de cette solution est que les besoins de froid doivent être couverts à 100% par des machines de froid. La valorisation des rejets de chaleur se ferait alors au sein de chaque bâtiment.

4.2 Stratégie 2 – CAD quartier ou boucle d'énergie

La deuxième stratégie envisageable pour répondre aux besoins du site des Rouettes est la mise en œuvre d'un CAD quartier ou d'une boucle d'énergie, qui permet des échanges thermiques à basse température entre les différents bâtiments, sur l'ensemble du périmètre du projet.

Il serait envisageable de mettre en œuvre une chaudière bois centralisée sur le périmètre afin de couvrir les besoins de chaleur du site. Le site de Caran d'Ache valorisant ses déchets bois via ce type de système, il pourrait donc être utilisé à plus large échelle. Les déchets bois de Caran d'Ache ne seraient donc plus valorisés à l'échelle de l'entreprise mais à l'échelle du quartier des Rouettes. Toutefois, il est à noter que l'utilisation de

combustibles en été, bois y compris, n'est pas préconisé par l'OCEN. De plus, cette solution présente également le désavantage que les besoins de froid doivent être couverts à 100% par des machines de froid. La valorisation des rejets de chaleur se ferait alors au sein de chaque bâtiment.

Une autre solution serait alors envisageable, celle d'une boucle d'anergie à l'échelle du quartier. Les sondes géothermiques étant interdites (ou soumise à demande de renseignements) ces dernières ne pourraient pas être utilisées. Toutefois, un autre système peut être envisagé avec des PAC air/eau par exemple. Ces dernières pourraient alimenter une boucle d'anergie qui permettrait également de valoriser les rejets de chaleur des différents preneurs. Un certain équilibre pourrait être trouvé entre les entreprises ayant besoin de froid en hiver ou de chaud en été pour leurs différents procédés et les entreprises ayant des besoins plus standards.

L'ensemble des toitures valorisables doivent l'être soit avec des panneaux solaires photovoltaïques soit avec des capteurs solaires thermiques. En effet, dans le cas de bâtiments type industriels les besoins en eau chaude sanitaire dépendent fortement du type d'activité. Les capteurs solaires thermiques seront à privilégier pour des entreprises présentant des besoins en chaleur élevés en été. Au contraire, les entreprises présentant des besoins en froid importants devront privilégier les panneaux photovoltaïques afin de compenser l'électricité consommée. De plus, le surplus de chaleur produit par les capteurs thermiques peut être injecté dans la boucle d'anergie.

Il est à noter que l'électricité doit provenir le plus possible de source renouvelable.

L'avantage d'une solution type boucle d'anergie est qu'il s'agit d'un concept innovant donnant une image favorable au projet. Elle permet la mutualisation de l'approvisionnement de l'énergie entre les bâtiments et présente une haute efficacité. Elle présente une certaine flexibilité quant aux différents types d'apports thermiques. Cependant, la mise en œuvre d'un tel système est complexe et les retours d'expérience encore peu nombreux. De plus, le phasage fragmenté du développement de cette ZI rendrait difficile la mise en place d'une telle solution.

4.3 Stratégie 3 – Individuelle

La dernière stratégie possible pour répondre aux besoins du site des Rouettes est une stratégie où chaque bâtiment dispose de sa propre production d'énergie. Au vu des ressources à disposition sur le site, cette production peut se réaliser via des PAC air/eau.

L'ensemble des toitures valorisables doivent l'être soit avec des panneaux solaires photovoltaïques soit avec des capteurs solaires thermiques. En effet, dans le cas de bâtiments type industriels les besoins en eau chaude sanitaire dépendent fortement du type d'activité. Les capteurs solaires thermiques seront à privilégier pour des entreprises présentant des besoins en chaleur élevés en été. Au contraire, les entreprises présentant des besoins en froid importants devront privilégier les panneaux photovoltaïques afin de compenser l'électricité consommée.

Une partie des besoins de froid peut être couverte soit par les PAC air/eau. Un appoint pourra être nécessaire par l'installation de machines de froid au sein de chaque bâtiment. Les rejets de chaleur seront valorisés à l'échelle du bâtiment.

La chaudière bois de valorisation des déchets de Caran d'Ache, si mise en place, ne serait dédiée qu'à leur propre production.

Il est à noter que l'électricité doit provenir le plus possible de source renouvelable.

L'avantage principal d'une telle stratégie est qu'elle est très souple vis-à-vis des incertitudes de développement et notamment des différents horizons de construction.

5. Orientations et recommandations

Une comparaison qualitative des différentes stratégies proposée est réalisée dans le Tableau 3 ci-dessous.

Stratégie	1 - Réseau	2 - CAD quartier ou Boucle d'énergie		3 - Individuelle
	CAD SIG / CADIOM	CAD quartier bois	Boucle d'énergie	PAC air/eau
Facilité de mise en œuvre	+ Raccordement à un réseau	0 Installations communes et réseau	- Installations par bâtiment et boucle d'énergie	+ Installations par bâtiment
Performances	0 Pertes distribution	+ Bon rendement mais pertes distribution	0 COP PAC moyen	0 COP PAC moyen
Emprises infrastructures énergétiques	+ Echangeur au sous-sol	- Centrale commune	0 PAC en toiture ou sous sol avec prise d'air extérieur	0 PAC en toiture ou sous sol avec prise d'air extérieur
Souplesse phasage	+ Raccordement à un réseau	- Production centralisée	0 Boucle commune mais production individuelle	+ Production individuelle
Valorisation des rejets de chaleur	- A l'échelle du bâtiment	- A l'échelle du bâtiment	+ A l'échelle du quartier	- A l'échelle du bâtiment
Mutualisation des ressources	+ Production commune	+ Production et valorisation déchets communes	+ Boucle anergie et valorisation rejets communes	- Production individuelle
Valorisation des ressources du périmètre restreint	- Solaire, rejets	0 Solaire, rejets	+ Air, solaire, rejets	+ Air, solaire, rejets

Tableau 3 : Comparaison qualitative des différentes stratégies proposées (+ avantage, - inconvénient, 0 neutre)

Le principal avantage de la stratégie 3, individuelle, par rapport aux deux autres, est sa souplesse par rapport aux incertitudes de phasage. La stratégie 2, basée sur l'échange d'énergie via une boucle de quartier offre une plus-value en matière d'innovation et s'inscrit bien avec les orientations énergétiques définies à un niveau supérieur (PDQ). La stratégie 3 quant à elle est facile à mettre en œuvre du fait qu'il s'agira d'un contracting avec SIG. Le raccordement des bâtiments au réseau CAD peut se faire au fur et à mesure des constructions. Toutefois, ce réseau est actuellement en cours d'étude et il n'est pas garanti que ce dernier soit disponible lors de la construction des premiers bâtiments. Des mesures transitoires devraient alors être mises en place.

Le projet de connexion entre les réseaux CADIOM et CAD SIG est désormais bien avancé et la possibilité d'implanter une sous-station d'échange dans le secteur du projet est une belle opportunité. La sous-station nécessite une surface conséquente qui pourrait être localisée sur l'aire d'implantation C du PDZI des Rouettes. De plus, le projet d'implantation d'un incinérateur à bois dans le secteur de Bernex par les SIG pourrait permettre de valoriser directement les déchets bois de Caran d'Ache et ainsi favoriser l'écologie industrielle en faveur des réseaux de chaleur à distance. C'est pour l'ensemble de ces raisons que la stratégie 1 semble se démarquer des deux autres.

Dans les trois cas, la connectivité du site des Rouettes vers le périmètre élargi doit être garantie. En effet, d'autres potentiels renouvelables, pour le moment incertain, ont été mis en avant dans ce rapport et méritent

une grande attention si l'état des connaissances relatif à leur potentiel venait à évoluer favorablement. Il s'agit de la géothermie sur la nappe du Rhône et de la géothermie moyenne profondeur. Il est donc indispensable de prévoir des mesures conservatoires simples permettant néanmoins de préserver ces potentiels dans le cas où ils venaient à être confirmés, en vue d'une valorisation à moyen ou long terme à l'échelle du périmètre élargi.

Concernant la production photovoltaïque du site, il est important de réfléchir dès à présent à la mise en place d'une communauté d'autoconsommation de l'électricité produite afin de maximiser le taux d'autoconsommation.

Le présent rapport a permis d'évaluer les besoins énergétiques futurs du périmètre des Rouettes, d'identifier les ressources disponibles et de mettre en évidence les éléments déterminants du contexte territorial du projet dans le cadre de son approvisionnement énergétique futur. Le choix définitif de la stratégie énergétique pourra être effectué sur la base des éléments présentés dans le présent CET en intégrant un approfondissement des aspects économiques.

Les conditions issues de l'enquête technique d'octobre 2021 sont à intégrer pour le développement des projets du PDZI :

- Le périmètre du PDZIA Les Rouettes se trouve dans la zone d'influence du réseau thermique structurant GeniTerre
- Le PDZIA est soumis à l'obligation de raccordement au sens de l'article 22 de la Len, L 2 30.s
- Il est nécessaire pour les porteurs des projets de se coordonner avec les SIG, en charge du déploiement des réseaux structurants du canton, pour définir les modalités de raccordement et l'éventuel besoin lors des phases transitoires.
- Il est nécessaire de contacter le programme GEothermies pour préciser les possibilités de valorisation de la géothermie dans le périmètre d'étude, en particulier pour le rafraîchissement des bâtiments.

CSD INGENIEURS SA



pp Nicolas Gouneaud



e.r. Sandrine Veyrat

Genève, le 22 août 2022