



DALE
Office de l'Urbanisme
Rue David Dufour, 5
1205 Genève

PLQ Michée Chauderon

Concept énergétique territorial

Janvier 2016

CET 2016-05

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

24 juin 2016

Mandataire

Daniel Gasser
ENERCORE
81, avenue Louis-Casà
1216 Cointrin

Table des matières

1	Résumé	1
2	Introduction	4
3	Mise en contexte	5
3.1	Situation géographique et territoire concerné	5
3.2	Contexte foncier.....	7
3.3	Acteurs en présence et phasage de développement.....	7
3.3.1	Configuration des acteurs de l'aménagement	7
3.3.2	Configuration des acteurs de l'énergie	8
3.3.3	Phasages de développement	8
3.4	Contexte énergétique	10
3.5	Contexte environnemental	11
3.6	Objectifs du concept énergétique.....	12
4	Ressources et filières renouvelables, locales et régionales	13
4.1	Géothermie	13
4.1.1	Basse profondeur	13
4.1.2	Moyenne et grande profondeur.....	14
4.2	Bois-énergie	14
4.3	Solaire	15
4.4	Eaux usées.....	15
4.5	Air.....	16
4.6	Rejets thermiques.....	16
5	Infrastructures énergétiques disponibles ou en développement.....	17
6	Synthèse intermédiaire – choix d'un périmètre d'étude	18
7	Structure quantitative des besoins énergétiques	20
7.1	Données et hypothèses de calcul.....	20
7.1.1	Programme du PLQ	20
7.1.2	Secteur jardins du Rhône	21
7.2	Résumé des besoins totaux.....	21
7.3	Décomposition des besoins en énergie thermique.....	22
7.4	Décomposition des besoins en puissance thermique spécifique.....	22
7.5	Niveau de température des besoins en chaleur	23
8	Définition d'objectifs stratégiques dans le périmètre d'étude	24

8.1	Objectifs de développement des ressources et des réseaux	24
8.2	Objectifs énergétiques quantitatifs.....	25
9	Mise en œuvre de scénarios d’approvisionnement dans le périmètre d’étude	26
9.1	Objectif 1 : raccordement au réseau CADSIG.....	26
9.2	Objectif 2 : valorisation de l’hydro-géothermie	27
9.3	Evolutions possibles des scénarios.....	30
10	Synthèse et recommandations	34

Tableaux

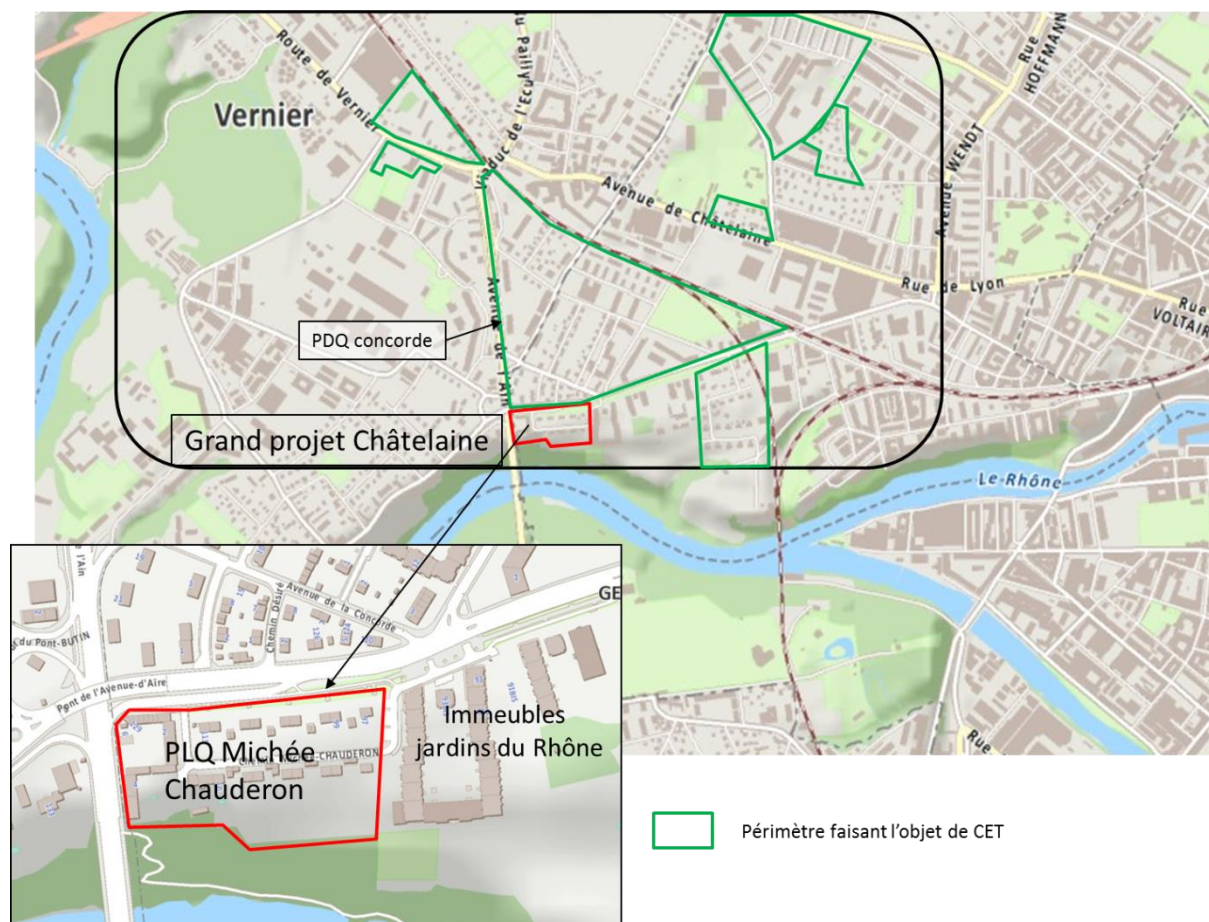
Tableau 1 : acteurs potentiels de l’aménagement du PLQ.....	8
Tableau 2 : caractéristiques et potentiel de la nappe d’accompagnement du Rhône.....	14
Tableau 3 : potentiel solaire	15
Tableau 4 : synthèse des ressources	18
Tableau 5 : ratios appliqués pour les besoins en énergie.....	20
Tableau 6 : Résumé des besoins totaux	21
Tableau 7 : niveaux incertitudes	31

Figures

Figure 1 : Situation et programme du PLQ – deux scénarios de forme urbaine (2 ou 3 bâtiments en L).....	4
Figure 2 : contexte urbain et géographique	6
Figure 3 : état des propriétés foncières.....	7
Figure 4 : phasages de développement – configurations 2L et 3 L – selon l’étude du bureau LRS architectes.....	9
Figure 5 : contexte actuel des approvisionnements thermiques dans un périmètre élargi autour du PLQ	10
Figure 6 : DD en cours dans le PLQ Eidguenots.....	11
Figure 7 : évolution des particules fines (moyenne annuelle des PM 10) – source Service de Protection de l’Air ..	11
Figure 8 : immissions de NO2 – moyenne de 2007 à 2014 –source SITG	12
Figure 9 : position du PLQ par rapport à la nappe d’accompagnement du Rhône.....	13
Figure 10 : collecteur primaire d’eau usée	16
Figure 11 : réseaux thermiques et de gaz dans un périmètre élargi	17
Figure 12 : choix d’un périmètre d’étude	19
Figure 13 : besoins annuels en énergie thermique – haut : périmètre d’étude – bas : détail sur le PLQ	22
Figure 14 : besoins en puissance thermique spécifique – haut : périmètre d’étude – bas : détail sur le PLQ.....	23
Figure 15 : objectif 1 – raccordement au CADSIG	27
Figure 16 : objectif 2 : parcelles pouvant accueillir un forage test (propriétés de la FPLC et de la coopérative d’habitation des falaises).....	28
Figure 17 : objectif 2 : mode de valorisation par pompage sur nappe phréatique (en haut) ou sur aquifère profond (en bas).	29
Figure 18 : objectif 2 – implantation des infrastructures – la position des puits de captage et de rejet est indicative	30
Figure 19 : scénario possible pour l’objectif 1	32
Figure 20 : scénario possible pour l’objectif 2	33

1 Résumé

Un projet de plan localisé de quartier (PLQ dit Michée-Chauderon), situé sur le territoire de la commune de Genève-petit-Saconnex est actuellement en cours d'élaboration. Le secteur concerné est en bordure des falaises du Rhône, et il est délimité par l'avenue d'Aire, l'avenue de l'Ain et les immeubles Jardins du Rhône (voir ci-dessous)



Il s'agit d'une opération de renouvellement urbain complet avec, selon les données de base, la construction d'environ 33'200 m² de logements et 800 m² de commerces au RDC (IUS de 1,5). Deux scénarios de forme urbaine sont proposés pour l'aménagement du PLQ (2 bâtiments en L ou 3 bâtiments en L).

Le PLQ se situe dans une zone en fort développement de la couronne suburbaine. Il est localisé au sud du grand projet châtelaine (défini comme prioritaire au niveau cantonal), et en limite sud du périmètre de la concorde qui est actuellement en pleine mutation.

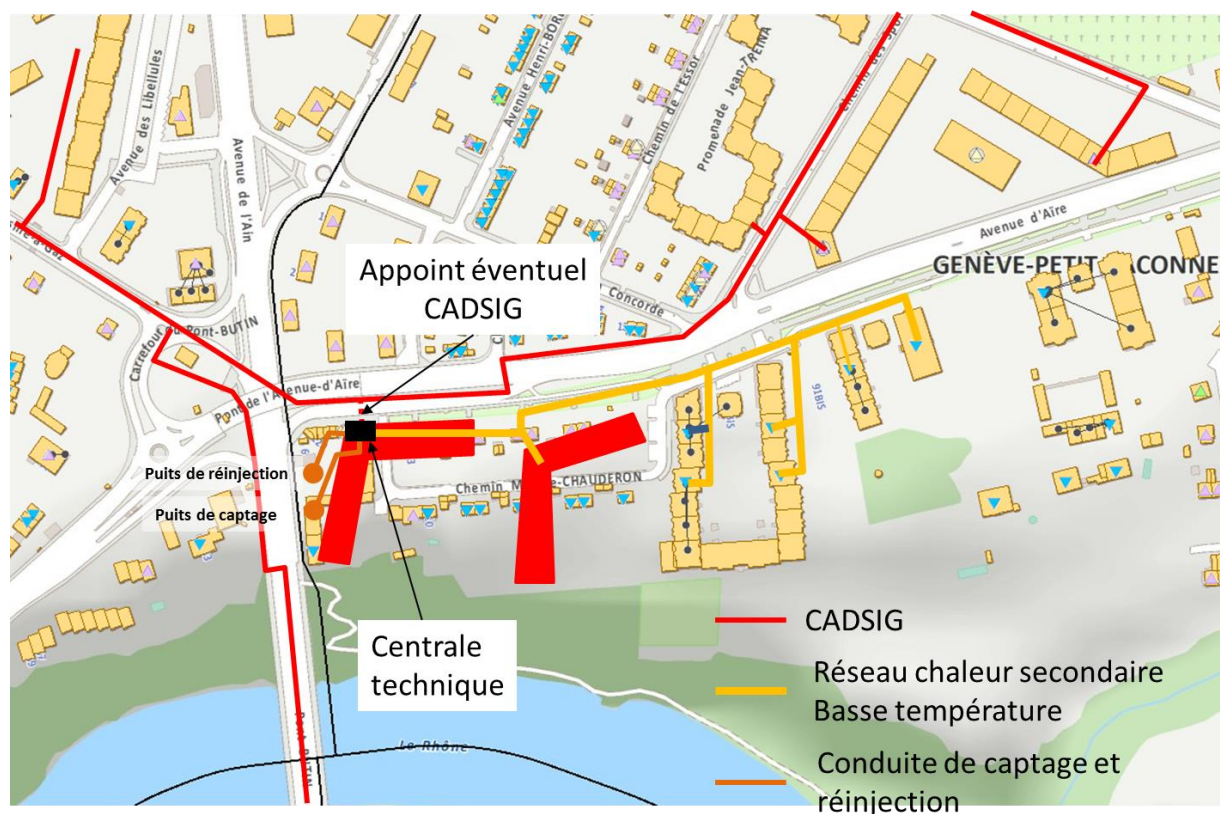
La situation foncière du PLQ est encore très morcelée avec un mélange de propriétés privées individuelles et coopératives (FPLC et coopérative d'habitation des falaises). Aussi, le développement du programme du PLQ se fera-t-il par morceaux (au fur et à mesure des cessions/acquisitions de parcelles) avec des phasages temporels qui sont encore assez flous. Les futurs acteurs du développement du PLQ ne sont pas encore formellement déclarés, mais l'on peut supposer qu'il y

aura un mélange de promoteurs/investisseurs privés et d'investisseurs publics/coopératifs, étant donné que, selon la répartition des droits à bâtir, 40% des logements devra être à loyer modéré.

Du point de vue du contexte et des ressources énergétiques, le PLQ est marqué par la présence du réseau CADSIG qui passe à proximité immédiate, ainsi que du potentiel éventuellement exploitable de la géothermie : basse profondeur avec la nappe d'accompagnement du Rhône ou l'emploi de sondes verticales par exemple, mais aussi, moyenne ou grande profondeur car, dans le cadre du programme GEothermie2020, une réflexion est en cours notamment en lien avec le périmètre de la concorde, et des forages tests à 500-1000 m de profondeurs pourraient intervenir en 2016-2017 (la zone du PLQ Michée-Chauderon serait une bonne candidate pour de tels forages). L'énergie solaire reste évidemment et toujours une ressource valorisable.

Les objectifs énergétiques, fixés dans un périmètre incluant le PLQ ainsi que la copropriété des jardins du Rhône, sont les suivants :

1. Raccordement au réseau CADSIG
2. Valorisation de l'hydro-géothermie (doublet avec puits de captage et de réinjection – voir ci-dessous) avec un objectif allant de l'utilisation d'un aquifère à grande profondeur, au pompage sur la nappe d'accompagnement du Rhône. Le choix devant s'appuyer sur des forages tests réalisés dans le cadre du programme GEothermie2020.



Si l'objectif 1 est facilement réalisable, car ne nécessitant que peu de planification, l'objectif 2 est encore incertain car il demande une planification importante, or, le flou règne encore sur les phasages de réalisation du PLQ ainsi que sur les acteurs qui vont se déclarer. Toutefois, l'objectif 2 doit être maintenu à ce stade car, d'une part, la situation foncière du PLQ peut se clarifier une fois

que celui-ci sera approuvé et, d'autre part, les délais nécessaires pour la réalisation de forages tests ne perturberaient pas la réalisation future du programme du PLQ.

Les actions principales à mettre en œuvre sont dans l'immédiat :

- de favoriser la meilleure communication possible avec les acteurs du PLQ (notamment les propriétaires fonciers) afin de promouvoir l'idée de réaliser des forages tests sur des parcelles à déterminer.
- De valider avec les SIG et dans le cadre du programme GEothermie2020, l'intérêt de réaliser des forages tests à l'horizon fin 2016/début 2017.
- Prise de contact avec la copropriété des jardins du Rhône afin de communiquer sur ces orientations énergétique.

2 Introduction

Un projet de plan localisé de quartier (PLQ dit Michée-Chauderon), situé sur le territoire de la commune de Genève-petit-Saconnex (à limite de la commune de Vernier) est actuellement en cours d'élaboration et sa procédure d'adoption doit être lancée en 2016. Le secteur concerné est en bordure des falaises du Rhône, et il est délimité par l'avenue d'Aire, l'avenue de l'Ain et les immeubles Jardins du Rhône (Figure 1).

Il s'agit d'une opération de renouvellement urbain complet avec, selon les données de base, la construction d'environ 33'200 m² de logements et 800 m² de commerces au RDC (IUS de 1,5). Deux scénarios de forme urbaine sont proposés pour l'aménagement du PLQ (2 bâtiments en L ou 3 bâtiments en L).

Un concept énergétique territorial est présenté dans ce rapport, conformément à la directive de l'OCEN.

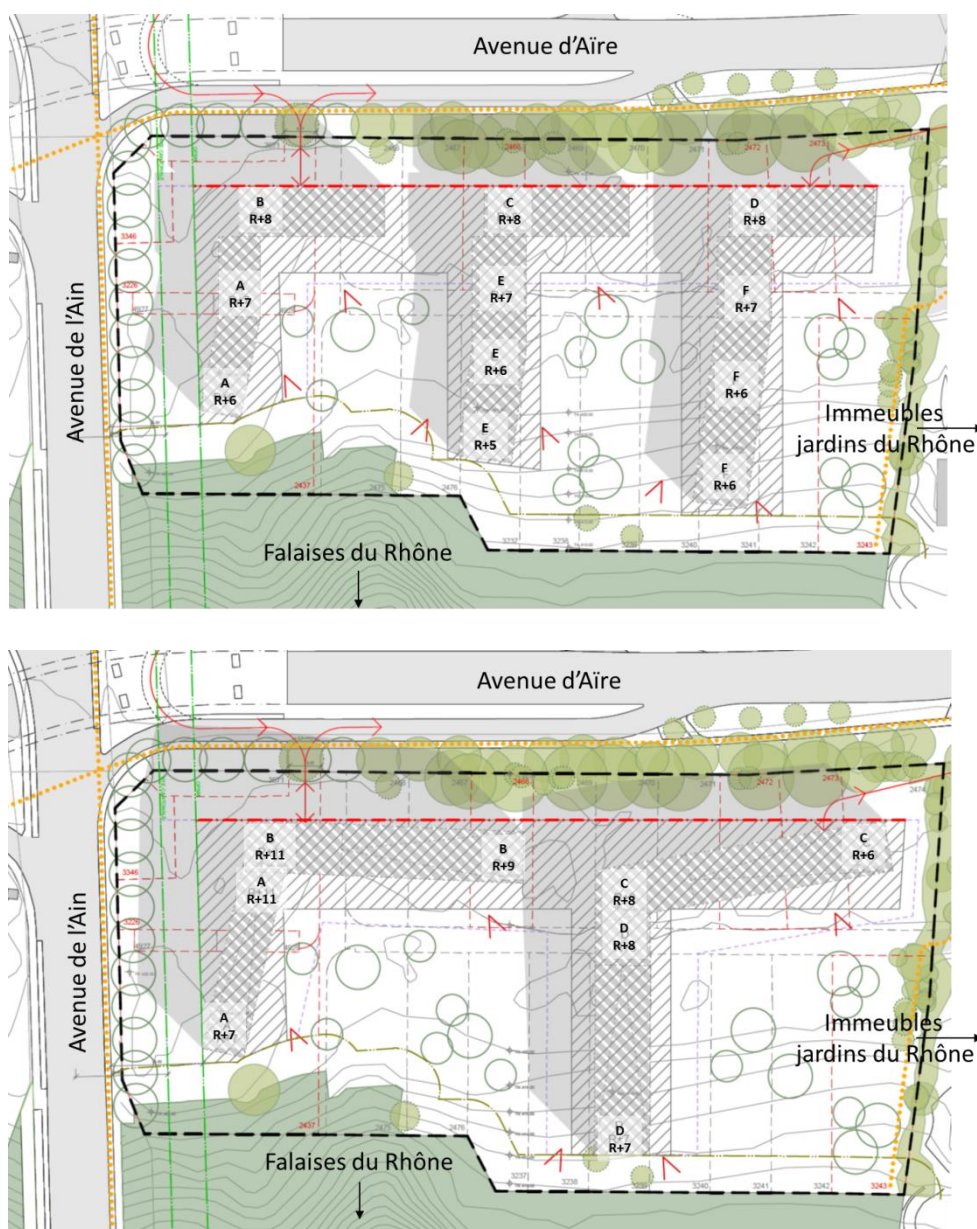


Figure 1 : Situation et programme du PLQ – deux scénarios de forme urbaine (2 ou 3 bâtiments en L)

3 Mise en contexte

3.1 Situation géographique et territoire concerné

Le PLQ se situe dans une zone en fort développement de la couronne suburbaine. Il est localisé au sud du périmètre du grand projet châtelaine (défini comme prioritaire au niveau cantonal), vers les falaises situées en bordure du Rhône (Figure 2).

Le contexte géographique et urbain du PLQ est marqué par les aspects suivants :

- La présence des falaises du Rhône au Sud
- Le périmètre limitrophe du PDQ concorde au Nord, dont plusieurs secteurs sont en cours de renouvellement urbain (plusieurs projets verront le jour à court terme)
- A l'est et en bordure du Rhône : l'ensemble des immeubles des jardins du Rhône gérés en copropriété, un secteur de grande propriétés familiales (campagne Masset), puis le périmètre du PLQ des Eidguenots qui est en cours de réalisation.
- Au nord-ouest, la présence d'une vaste zone industrielle et artisanale (ZILI et ZI la Renfile).
- Immédiatement à l'Ouest, de l'autre côté de l'avenue de l'Ain, se trouve une zone villas.

Les études énergétiques territoriales réalisées dans un périmètre élargi, et utiles à mentionner sont les suivantes :

- Le CET 2011-12 du PDQ concorde (et sa récente mise à jour) dont plusieurs secteurs feront l'objet d'un renouvellement urbain pour un total de 120'000 m² de SBP à terme. Plusieurs secteurs sont proches d'aboutir (demande d'autorisation en cours ou concours d'architectes déjà attribués).
- Le CET 2011-19 du PLQ des Eidguenots (32'200 m² de logements prévu), dont plusieurs bâtiments sont déjà en cours d'autorisation.
- Le plan directeur des énergies de la commune de Vernier (CET 2015-08).

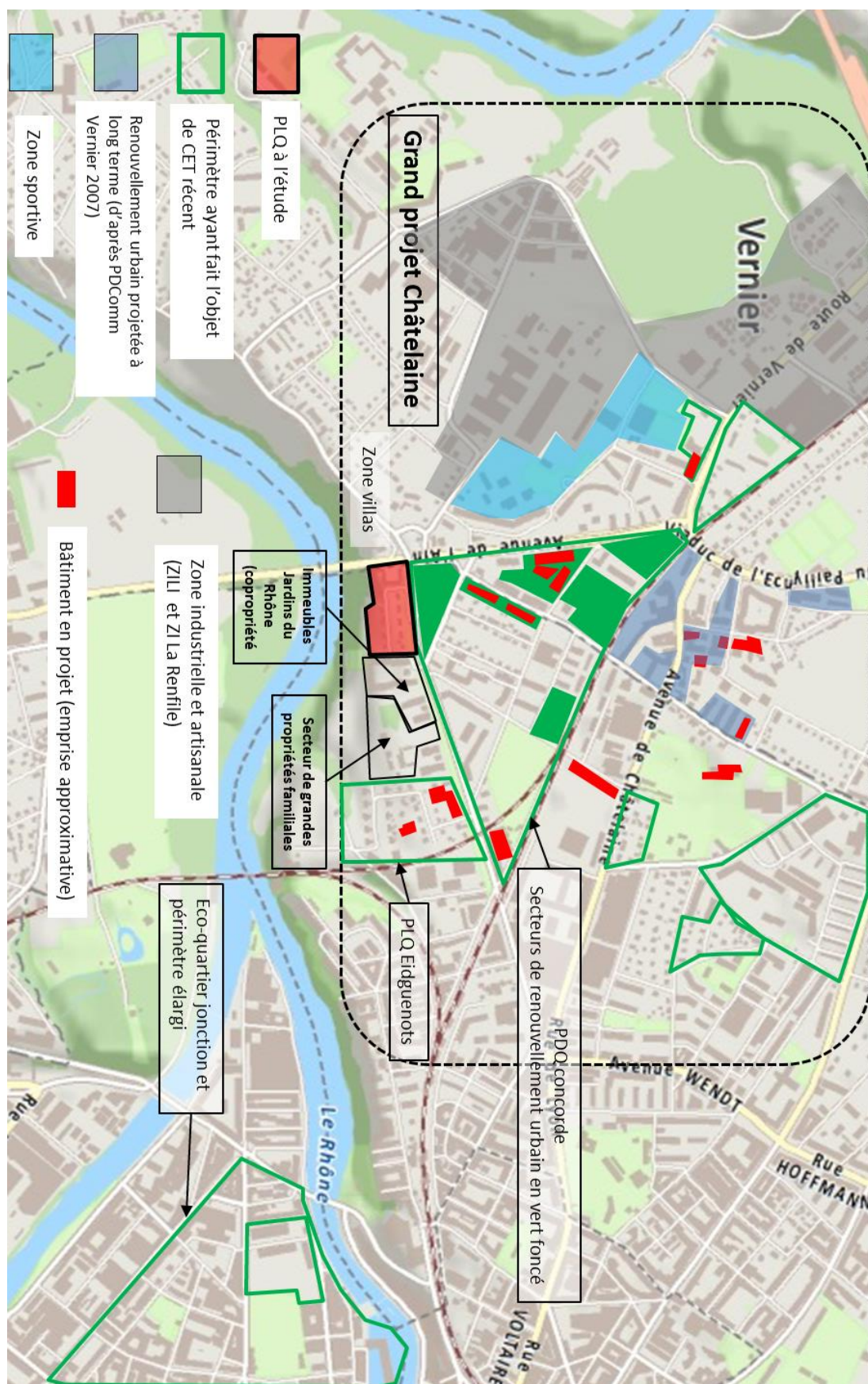
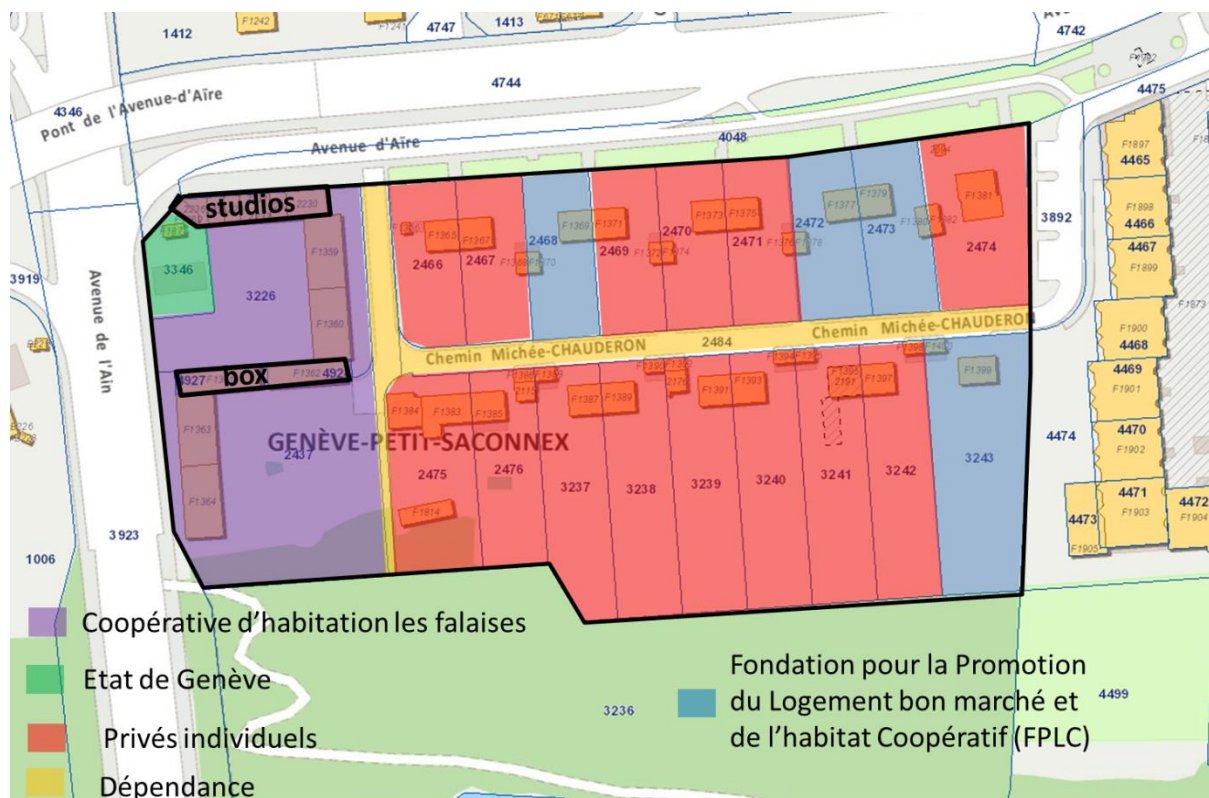


Figure 2 : contexte urbain et géographique

3.2 Contexte foncier

La Figure 3 indique l'état actuel des propriétés foncières, sur le périmètre du PLQ.



Toutefois, à ce jour, aucun acteur ne s'est encore déclaré. L'adoption du PLQ, d'ici fin 2016 en principe, devrait éclaircir la situation. Etant donné que le PLQ se situe en zone de développement, soumise à la LGZD, il y aura de toute façon des acteurs de type public ou coopératif dans la mesure ou une certaine proportion de logements à loyer modéré devra être réalisée (40% selon la répartition des droits à bâtir).

Les objectifs, contraintes, opportunités et horizons temporels des deux principales typologies d'acteurs potentiels sont résumés dans le Tableau 1.

Typologie d'acteur	Objectifs	Opportunités/contraintes	horizon temporel
FPLC/ Coopérative d'habitation des falaises/ou équivalent	Contribution à la réalisation du PLQ. Ouvert à des solutions énergétiques efficaces	Réalisation aussi exemplaire que possible/Contraintes budgétaires et économique liées à la réalisation d'un habitat bon marché	Court/moyen terme
Investisseur/promoteur privé	Rentabilité économique. Ouvert à des solutions énergétiques efficaces	Rentabilité économique mais avec un intérêt à promouvoir des solutions efficaces/Contraintes d'investissement et de rentabilité	Court/moyen terme

Tableau 1 : acteurs potentiels de l'aménagement du PLQ

3.3.2 Configuration des acteurs de l'énergie

Le premier acteur potentiel est évidemment Service Industriel de Genève, d'autant plus que le réseau de chaleur CADSIG est présent, non loin du PLQ, et que son extension est envisageable.

Toutefois, SIG n'a pas forcément vocation à venir assurer l'alimentation thermique directe de chaque bâtiment. Un réseau secondaire pourrait donc se déployer ce qui laisse l'opportunité à d'autres acteurs de se profiler :

- Société tierce investissant en vue d'un contrat de vente de l'énergie (qui pourrait être SIG lui-même via une structure spécifique, éventuellement en partenariat avec d'autres).
- Investissement direct d'un ou plusieurs acteurs de l'aménagement dans une infrastructure locale.

3.3.3 Phasages de développement

Au stade actuel, les phasages de développement sont encore incertains. Toutefois des scénarios, selon la forme urbaine retenue (2L ou 3L), sont proposés par le bureau d'architecte LRS (en charge de la conception du PLQ). Ceux-ci tiennent compte de la dureté foncière actuelle, ils sont restitués tel quel dans la Figure 4. On constate que dans les deux cas, les phasages de construction nécessitent une réalisation du PLQ par bouts, qui est plutôt malaisée, d'autant plus qu'un parking souterrain doit être construit.

Dans les grandes lignes, nous pouvons toutefois supposer que :

- Les phases 1 et 2 se réalisent dans des délais assez proches (i.e. court/moyen terme), étant donné qu'elles concernent des parcelles de la FPLC (phase 1) et de la coopérative d'habitation des falaises (phase 2). Pour la phase 2, il faudra notamment que les propriétaires des box et des studios acceptent de vendre leur bien.
- Les phases 3 et suivantes viennent ensuite dans des délais qui restent encore très flous (parcelles privées individuelles) selon les intentions des propriétaires.

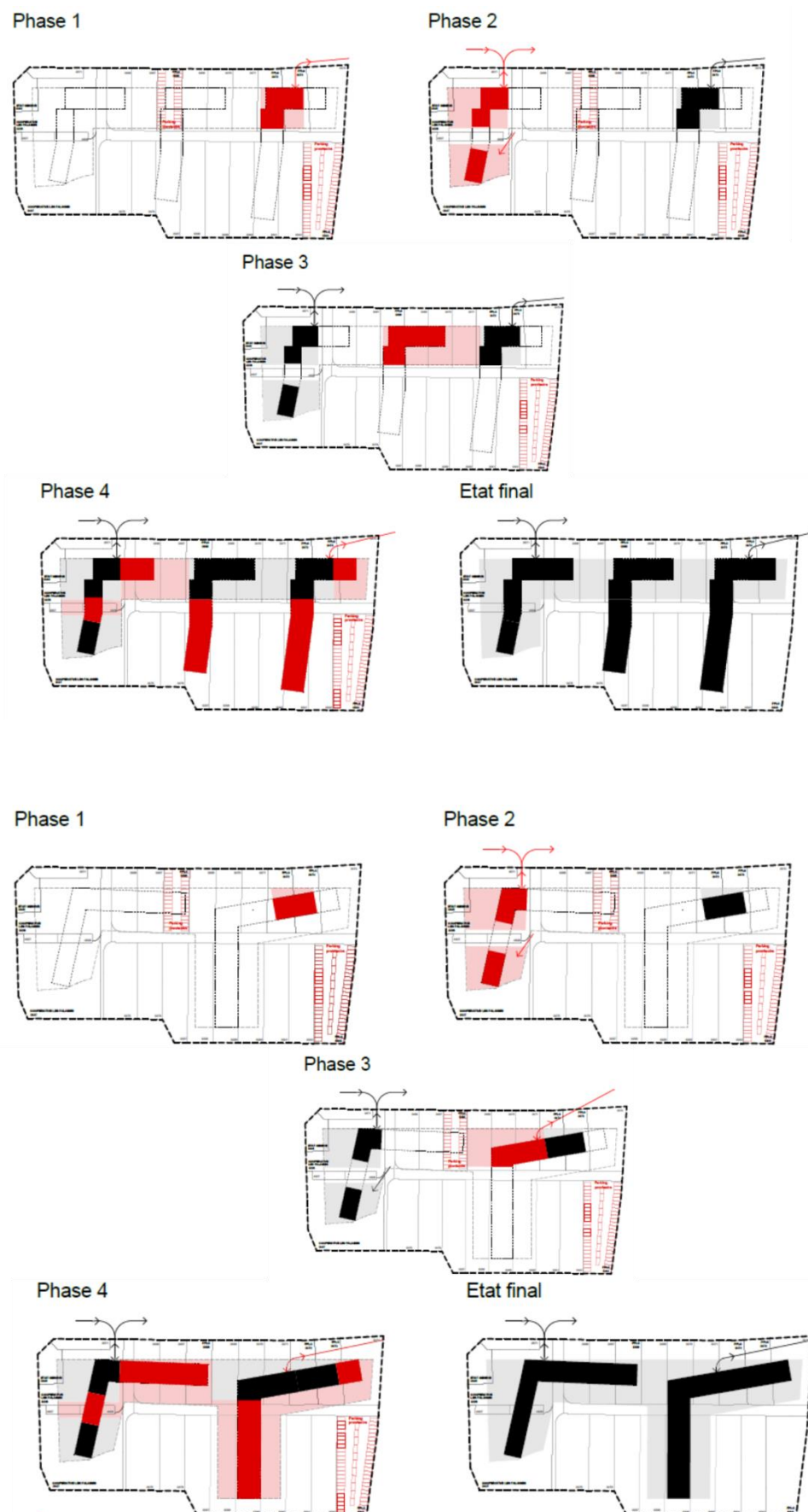


Figure 4 : phasages de développement – configurations 2L et 3 L – selon l'étude du bureau LRS architectes

3.4 Contexte énergétique

Du point de vue de l’approvisionnement thermique, le PLQ et son environnement immédiat est marqué, par un raccordement majoritaire au réseau de gaz avec quelques chaudières au mazout. Par ailleurs le réseau CADSIG passe en bordure du PLQ mais n’alimente que des bâtiments situés au nord de l’avenue d’Aire (Figure 5).

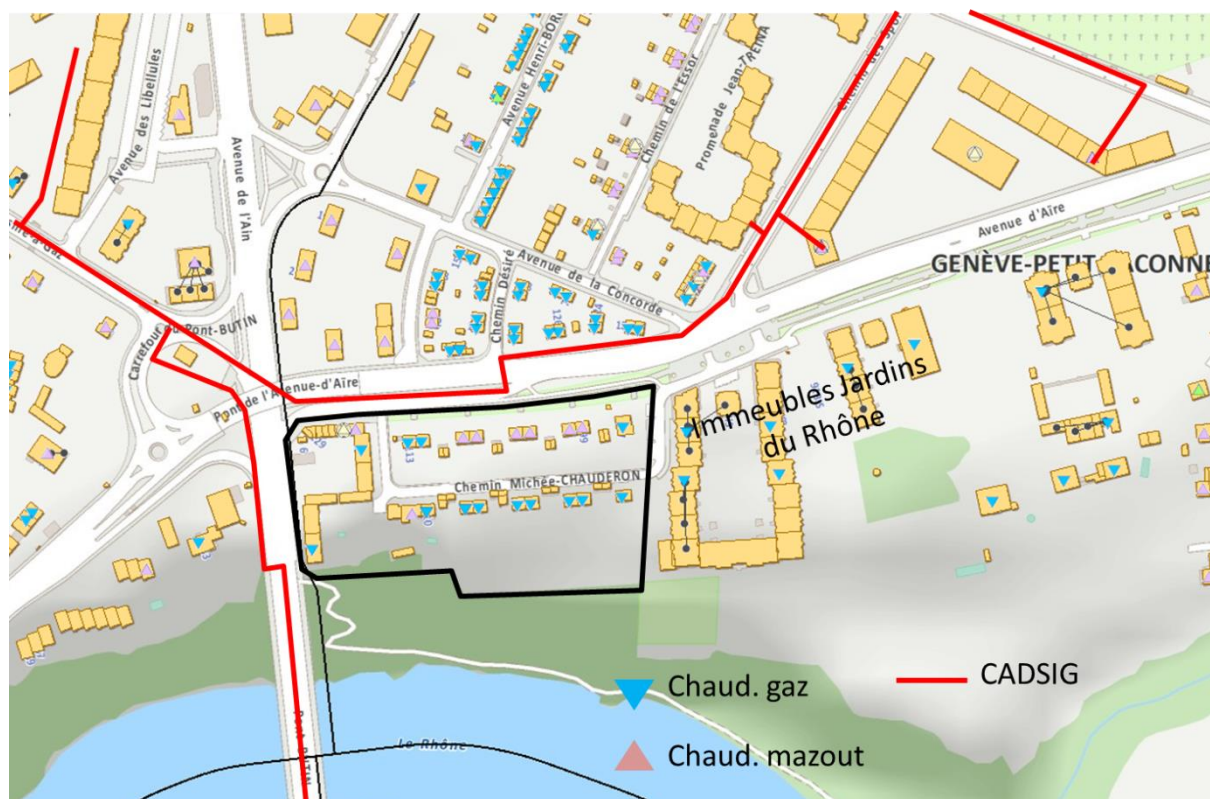
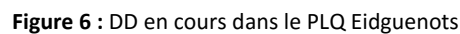


Figure 5 : contexte actuel des approvisionnements thermiques dans un périmètre élargi autour du PLQ

En ce qui concerne les développements énergétiques en cours dans le périmètre élargi, nous pouvons citer :

- Dans le périmètre du PDQ Concorde, selon les recommandations du CET, le développement d’un réseau de chaleur secondaire, connecté à CADSIG, est à l’étude.
- Dans le périmètre du PLQ Eidguenots (dont le CET recommande l’emploi de sondes géothermiques couplés à des pompes à chaleur avec panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques), nous trouvons (cf Figure 6) :
 - Une demande définitive (DD 107528 – 3 immeubles de logements) est en force et prévoit l’implantation de sondes géothermiques avec panneaux solaires.
 - Deux demandes définitives (DD 108167 et 108168 – 2 immeubles de logements) ont été déposées en août 2015.



Du point de vue de la qualité de l'air, on constate que les concentrations moyennes annuelles en particule fines (Figure 7), mesurées à proximité (Necker est la station la plus proche) ont, depuis 2014 (date du début des mesures), été au-dessous ou à la limite de la valeur maximum fixée par l'ordonnance sur la protection de l'air ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Il faut noter que la station Necker (située vers le pont de la coulouvrenière) enregistre certainement des valeurs plus défavorables que la réalité au niveau du PLQ qui est plus éloigné du centre urbain de Genève.



11

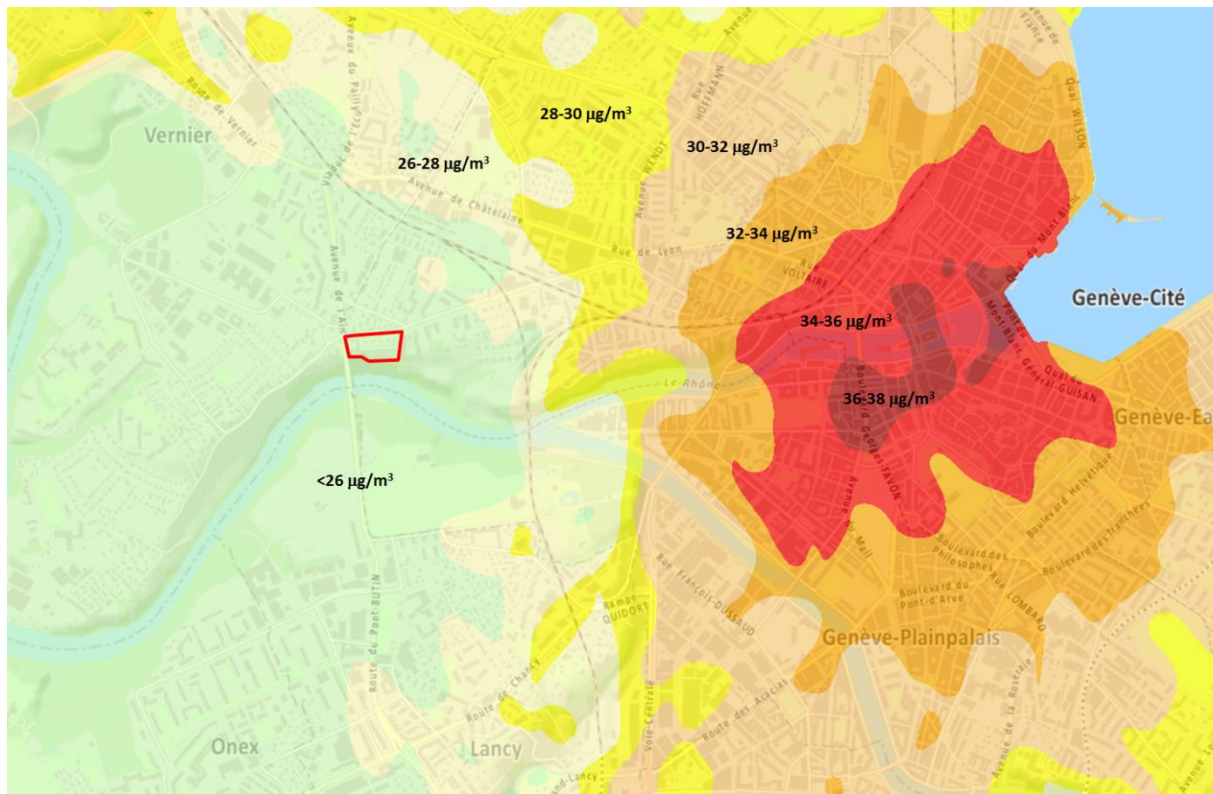


Figure 8 : immissions de NO₂ – moyenne de 2007 à 2014 –source SITG

Le périmètre du PLQ est donc dans un environnement plutôt favorable du point de vue de la pollution.

3.6 Objectifs du concept énergétique

L'objectif du concept énergétique est de définir, en amont de l'opération d'aménagement, des orientations à court et long terme sur des solutions d'approvisionnements comprenant notamment :

- Une valorisation aussi large possible des ressources renouvelables locales
- La mise en œuvre de techniques privilégiant l'efficacité énergétique
- La description des infrastructures à prévoir en termes d'implantation et de contrainte spatiale
- La mise en évidence des acteurs impliqués et des contraintes temporelles pour la mise en œuvre des solutions proposées.

4 Ressources et filières renouvelables, locales et régionales

4.1 Géothermie

4.1.1 Basse profondeur

Du point de vue de l'utilisation de la géothermie basse profondeur, le secteur du PLQ, ainsi que son périmètre immédiat sont caractérisés par les éléments suivants :

- L'implantation de sondes géothermiques verticale est autorisée.
- Le secteur est couvert par la nappe d'accompagnement du Rhône, dans une zone où celle-ci est toutefois plus restreinte (voir Figure 9).

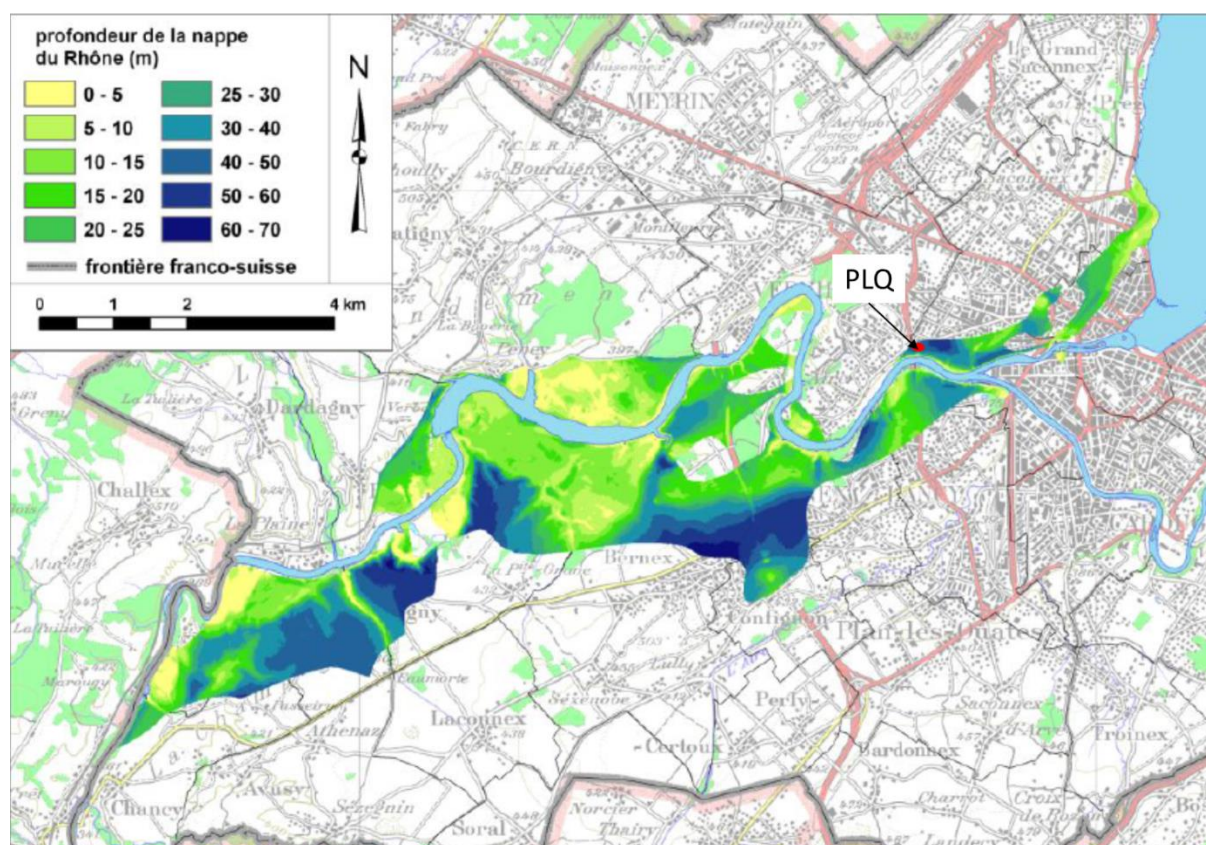


Figure 9 : position du PLQ par rapport à la nappe d'accompagnement du Rhône¹

Aussi, le potentiel de la géothermie est-il évalué selon deux modes de valorisation possible :

- L'implantation de champs de sondes verticales associées à des pompes à chaleur (PAC). On suppose l'emploi de sondes de 100 à 250 mètres de profondeur avec un espacement moyen de 10 m et une puissance linéique de 25 W/m. Il faut noter que selon la profondeur des sondes et les caractéristiques hydrauliques de la nappe du Rhône, les performances des sondes peuvent être très variables. Par exemple, si la nappe est en fort écoulement, cela pourrait être avantageux pour une extraction de chaleur continue (et aussi une production de froid), sans se soucier de la recharge thermique du terrain.

¹ La cartographie est tirée du rapport : *Evaluation du potentiel géothermique du canton de Genève – Volume 1*, élaboré par le groupe de travail PGG

- Le pompage de l'eau de la nappe phréatique du Rhône associé à l'emploi de pompes à chaleur. Les caractéristiques principales et le potentiel thermique de la nappe est estimé dans le Tableau 2 en utilisant les indications données dans le rapport du groupe de travail PGG. D'après la Figure 9, le PLQ se situerait dans une zone où la profondeur de la nappe est supérieure à 20 m, il serait donc possible d'obtenir un potentiel thermique intéressant. Mais il s'agit là d'un calcul théorique qui ne peut rester qu'à l'état de spéculation tant qu'un essai de pompage n'a pas été réalisé. En effet, les paramètres utilisés, pour le calcul des débits dans le Tableau 2, sont des valeurs moyennes qui peuvent être assez éloignées de la configuration réelle de la nappe au niveau du PLQ.

puissance thermique exploitable selon la surface de la nappe	1,87			W/m ²
Perméabilité moyenne	5.E-04			m/s
Epaisseur moyenne de la nappe	5	à	30	m
Débit théorique avec 20% de rabattement	200	à	3000	litre/min
puissance thermique extraite avec un $\Delta T=3$ K (chaud ou froid)	42	à	627	kW

Tableau 2 : caractéristiques et potentiel de la nappe d'accompagnement du Rhône

4.1.2 Moyenne et grande profondeur

Dans le cadre du programme GEothermie2020, plusieurs réseaux de faille, susceptibles de drainer de l'eau en profondeur, ont été identifiés. Certaines de ces failles pourraient passer au droit du périmètre du PLQ, avec notamment un sommet des couches calcaires se situant vers 500-1000 m. Ces couches sont favorables pour y trouver des circulations d'eau intéressantes. Aussi, avant de lancer les grands forages exploratoires (plus de 1500 m) prévus à l'horizon 2020, la stratégie des SIG pourrait être de tester des forages de moins grande profondeur (500 à 1000 m maximum), et cela dès 2016-2017, pour lesquels des entreprises locales ont déjà un savoir-faire. Ces forages seraient situés dans des zones où un potentiel de demande existe (c'est le cas du PLQ), et ils permettraient aussi, avec un risque financier plus limité, de commencer à vérifier les indications données par les mesures de géophysique.

Le programme Geo2020 pourrait aussi prendre en charge (pour un coup finalement marginal) un autre forage, testant les capacités de pompage de la nappe d'accompagnement du Rhône.

Les informations données dans cette section sont issues d'une discussion téléphonique avec Michel Meyer (en décembre 2015), responsable du programme Geo2020 à SIG.

4.2 Bois-énergie

L'emploi du bois-énergie est envisageable, car des filières, pouvant approvisionner les besoins des bâtiments prévus dans le PLQ, existent :

- Filière de recyclage de déchets de bois industriels (scierie, menuiserie ...) avec un combustible sous forme de granulés.
- Filière d'exploitations forestières avec un combustible sous forme de plaquettes (ou éventuellement de bûches). Il faut toutefois noter que pour cette filière, le potentiel des forêts du canton est actuellement saturé, donc une provenance, principalement de France voisine, voire du canton de Vaud est à considérer.

4.3 Solaire

En ce qui concerne l'énergie solaire, on estime son potentiel en considérant que celui-ci est valorisé par l'installation de panneaux thermiques ou photovoltaïques sur les toits des bâtiments. Les hypothèses et conditions d'implantations suivantes sont utilisées :

- La surface utile disponible sur les toits pour les capteurs solaire (compte tenu des servitudes et de l'emprise brute des panneaux) correspond à 30% de la surface au sol.
- Des panneaux thermiques sont installés prioritairement sur les toits des bâtiments et couvrent 40% des besoins en eau chaude sanitaire pour une productivité moyenne de 500 kWh/m²/an. Le reste de la surface disponible est couverte par des panneaux photovoltaïques.
- Des panneaux photovoltaïques sont installés sur les surfaces restantes.
- La productivité annuelle des panneaux photovoltaïques est prise à 120 kWh/m².

Les potentiels annuels thermiques et électriques ainsi évalués sont résumés dans le Tableau 3.

potentiel solaire thermique	310'350	kWh
Potentiel solaire électrique	79'600	kWh

Tableau 3 : potentiel solaire

Il est utile de noter que les proportions optimales de panneaux thermiques et photovoltaïques à installer sur les toits sont aussi tributaires du concept énergétique qui sera retenu (par exemple : utilisation de pompes à chaleur avec compensation de la consommation électrique par l'énergie photovoltaïque ou bien raccordement à un réseau CAD ne justifiant pas l'emploi de panneaux thermiques).

4.4 Eaux usées

Il est toujours possible d'utiliser directement les eaux usées des bâtiments à construire comme énergie thermique d'appoint dans un système décentralisé. Cette solution peut se mettre en œuvre sans de trop grandes contraintes de planification.

Une autre option est d'envisager une récupération thermique plus centralisée sur un collecteur primaire d'eaux usées de grande capacité qui se trouverait à proximité, ce qui est ici le cas. En effet, au droit du PLQ, passe le collecteur terminal d'alimentation de la STEP d'Aire (Figure 10). Celui-ci récupère notamment les eaux usées de tout le centre urbain de Genève (rive droite et gauche). Il a été réalisé dans les années 60 en micro-tunnelier, sa hauteur est de 3,95 m et la largeur de 3,25 m. Le débit moyen sur l'année qui y circule est de 2000 à 3000 litre/s (source SIG) ce qui représente potentiellement une puissance thermique extractible de plus de 3MW , en supposant un ΔT de 0,5 K. Ces données a priori très séduisantes sont toutefois à nuancer pour les raisons suivantes :

- au niveau du PLQ, le collecteur est enterré à environ 15 m de profondeur, et il n'est actuellement accessible qu'au niveau de la station de pompage de Saint-Jean ou de la STEP d'Aire.

- aujourd'hui, l'extraction de puissance sur un collecteur primaire est limitée à 500 kW. On pourrait toutefois imaginer que dans le cas présent, étant donné la taille du collecteur, la limite puisse être relevée.
- Il existe un gros projet de récupération de chaleur (par PAC) au niveau de la STEP d'Aire (sous l'égide des SIG). Une récupération en amont, telle qu'elle est envisagée ici, pourrait s'avérer redondante.

En tout état de cause, une récupération thermique sur ce collecteur, étant donné les investissements et l'infrastructure qui l'accompagnerait (notamment un puit d'accès de 15 m), ne pourrait pas s'envisager autrement que comme une source de chaleur principale pour le PLQ et ses environs (et non comme un appoint).

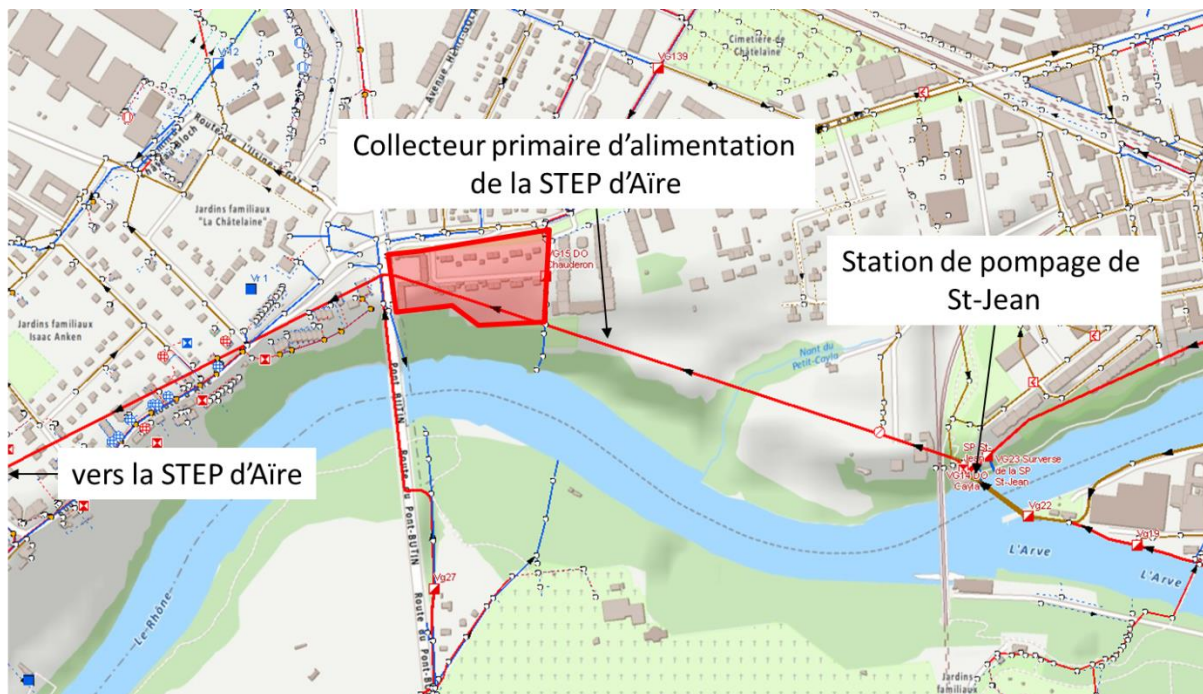


Figure 10 : collecteur primaire d'eau usée

4.5 Air

L'utilisation de l'air comme ressource thermique, valorisée par des pompes à chaleur, est possible.

4.6 Rejets thermiques

Aucun rejet thermique significatif n'a été identifié dans un périmètre élargi.

5 Infrastructures énergétiques disponibles ou en développement

Les infrastructures énergétiques présentes dans la zone du PLQ sont (voir aussi Figure 11) :

- Le réseau électrique.
- Le réseau de gaz qui est largement présent.
- Le réseau CAD SIG, qui passe le long du PLQ (conduite de l'avenue d'Aire). Les niveaux de températures sont de 120/70°C en hiver et 85/70°C en été². Un raccordement aux bâtiments prévus pour le PLQ est tout à fait possible.
- Dans le secteur de la jonction (qui est toutefois bien éloigné du périmètre), on peut citer à titre d'information, le raccordement futur prévu de Genilac au CAD Eco-Jonction.

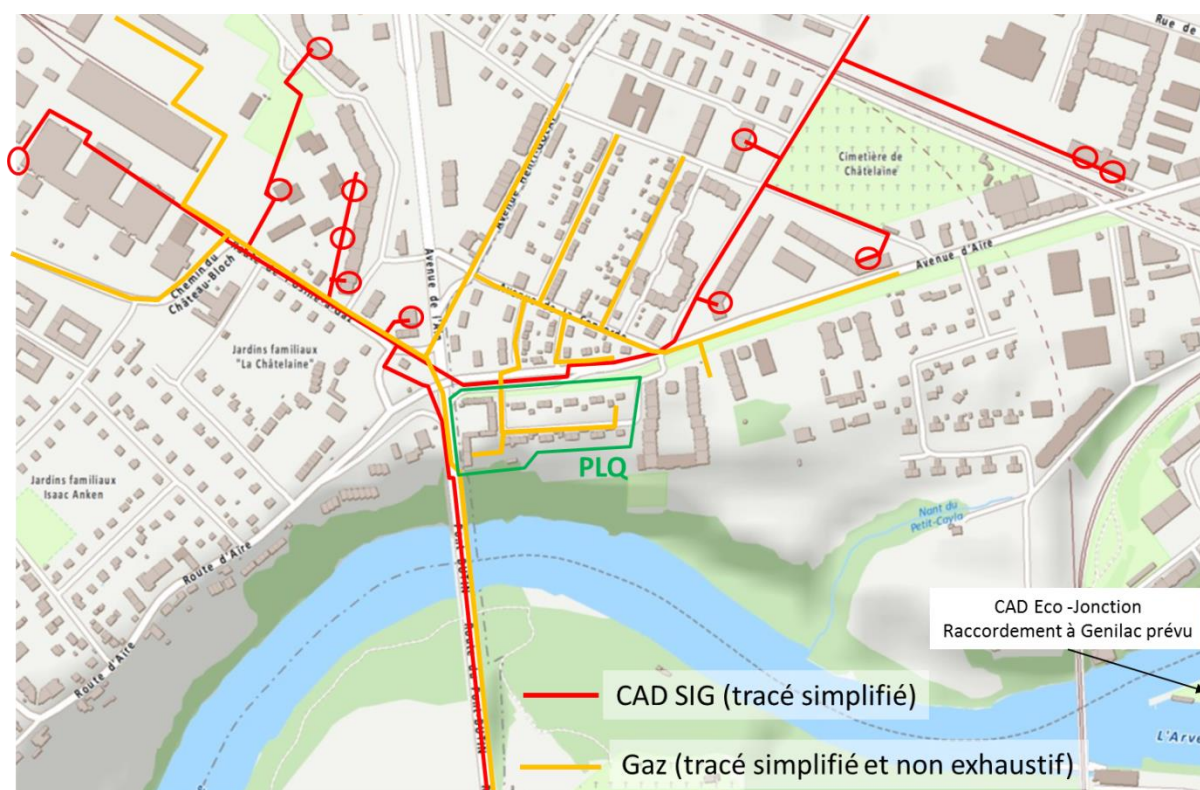


Figure 11 : réseaux thermiques et de gaz dans un périmètre élargi

² Selon informations recueillies auprès des SIG

6 Synthèse intermédiaire – choix d'un périmètre d'étude

Le Tableau 4 présente une synthèse des ressources valorisables qui ont été identifiées. En vert il est indiqué celles qui sont envisageables, en rouge celles qui ne le sont pas.

Ressources/ filiales/Réseaux	Flux	Type de production d'énergie possible	Remarques/contraintes d'utilisation
Sondes géothermiques verticales	continu	Thermique à 5-15°C	Utilisation pour la production de chaleur et éventuellement le rafraîchissement/Contrainte d'usage par rapport à l'emplacement et la structure des bâtiments
Nappe d'accompagnement du Rhône	continu	Thermique à 5-15°C	Potentiel théorique intéressant, mais doit être confirmé par un essai de pompage
Géothermie grande et moyenne profondeur	continu	Thermique à 60- 200°C Electrique possible selon température	Des forages à 500 – 1000 m pourraient être envisagés en 2016-2017, afin de tester un potentiel hydro-thermique à moyenne température.
Bois-énergie	continu	Thermique à 300°C et plus Electrique	Ressource régionale qui ne doit pas être privilégiée dans un contexte où d'autres ressources locales sont disponibles
Solaire	saisonnier	Thermique à 40-80°C Electrique	L'énergie thermique est valorisée directement sur place – l'énergie électrique est de préférence injectée sur le réseau
Eaux usées	fluctuant	Thermique à 10-20°C	Récupération thermique décentralisée en appoint sur les eaux usées des bâtiments ou Récupération thermique centralisée en source principale sur le collecteur primaire d'alimentation de la STEP d'Aire.
Aérothermie	continu	Thermique à 0-30°C	Potentiel illimité mais uniquement en source d'appoint
CADSIG	continu	Thermique 80-120°C	Approvisionnement en chaleur des bâtiments – extension possible

Tableau 4 : synthèse des ressources

La Figure 12 résume les principaux éléments, liés au contexte de l'aménagement et de l'énergie, qui ont été analysés précédemment.

En ce qui concerne l'aménagement, on constate que le secteur de la copropriété des jardins du Rhône constitue une bonne continuité avec le PLQ. Il est utile de mentionner que cette copropriété³ est gérée par une seule régie (Privera), ce qui peut faciliter l'accès à l'ensemble des parties prenantes.

³ Constituée de PPE et de locatif

En ce qui concerne l'énergie, la présence proche du CAD SIG peut constituer un aspect structurant au-delà du PLQ, vers le secteur des jardins du Rhône, de même que la nappe d'accompagnement du Rhône qui, même si elle n'est pas utilisée de façon directe, pourrait conférer des caractéristiques thermiques favorables au sous-sol à basse profondeur. Dans le même ordre d'idée, un forage à moyenne profondeur pourrait révéler un potentiel hydro-thermique intéressant, et, là encore, structurer un périmètre d'approvisionnement énergétique.

A partir de ces éléments, nous proposons un périmètre d'étude, englobant le PLQ et les jardins du Rhône, dans lequel des objectifs énergétiques stratégiques et des scénarios de mise en œuvre, seront développés dans la suite du rapport.

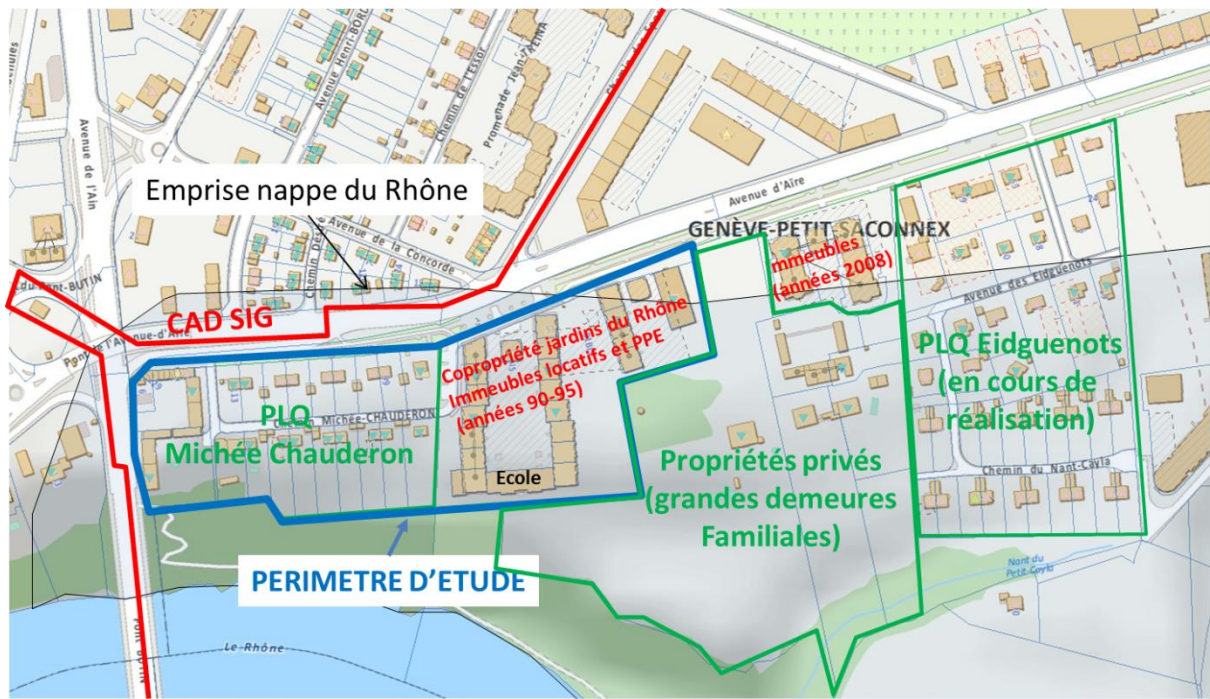


Figure 12 : choix d'un périmètre d'étude

7 Structure quantitative des besoins énergétiques

Les besoins énergétiques sont calculés à l'intérieur du périmètre d'étude défini dans la section 6. Celui-ci comprend le PLQ et le secteur des jardins du Rhône.

7.1 Données et hypothèses de calcul

7.1.1 Programme du PLQ

Afin de ne pas alourdir inutilement le rapport avec un trop grand nombre de chiffres, la structure des besoins en énergie sur le périmètre du PLQ est évaluée sur la configuration avec trois bâtiments en L. Le calcul des besoins est réalisé sur les bases et hypothèses suivantes :

- Pour les besoins de chauffage (Q_h), on considère deux standards de construction possibles (HPE et THPE), appliqués selon les valeurs limites d'exigence primaire par rapport à la norme SIA 380/1. On rajoute toutefois un facteur de surconsommation de 20% qui semble être une moyenne statistique observée.
- Les puissances de chaleur spécifiques sont calculées à partir des besoins en chauffage annuels (Q_h) en supposant un temps de fonctionnement à pleine charge de 1300 heures par an.
- Les besoins en rafraîchissement ne sont pas pris en compte étant donné le caractère largement résidentiel du programme.
- La part de besoins en eau chaude sanitaire (Q_{ww}) est calculée sur la base de la norme SIA 380/1.
- Les besoins électriques sont estimés sur la base d'une application de la norme SIA 380/4 selon l'affectation des bâtiments, et en prenant en compte, l'éclairage, la climatisation/ventilation et les équipements.

Les ratios ainsi appliqués sont détaillés dans le Tableau 5.

	Logements - PLQ			Commerces -PLQ		
	ratio chauffage + ECS	ratio ECS	ratio électriques	ratio chauffage + ECS	ratio ECS	ratio électriques
	kWh/m ²			kWh/m ²		
HPE	59	23	55	42	8	40
THPE	47			31		

	Logements - PLQ		Commerces - PLQ	
	Puissance spécifique chauffage		Puissance spécifique chauffage	
	W/m ²		W/m ²	
HPE	28		27	
THPE	18		18	

Tableau 5 : ratios appliqués pour les besoins en énergie

7.1.2 Secteur jardins du Rhône

Les besoins sont calculés sur les bases et hypothèses suivantes :

- La quantification des besoins de chaleur bénéficie du calcul des IDC sur tous les bâtiments, à l'exception de l'école. Pour cette dernière, on considère un ratio moyen de 90 kWh/m², en rapport à ceux déterminés par les relevés sur les autres bâtiments.
- Pour tous les bâtiments (qui sont alimentés au gaz), on applique un rendement de 85% sur les relevés de consommation de combustible afin de calculer une consommation d'énergie thermique utile.
- La part de consommation pour l'ECS est calculée avec la norme SIA 380/1
- Les puissances thermiques spécifiques sont calculées à partir des besoins utiles annuels en chaleur (chauffage + ECS), en supposant un temps global de fonctionnement à pleine charge de 2300 heures par an.
- Les besoins globaux en froid sont marginaux, on ne les prendra donc pas en compte.
- Les besoins électriques sont calculés sur la base d'une moyenne statistique observée dans les données par sous-secteur.

7.2 Résumé des besoins totaux

Les besoins totaux du périmètre d'étude, calculés pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire (ECS), et l'électricité sont donnés dans le Tableau 6. Selon les hypothèses de calcul présentées précédemment, les différences entre les standards HPE et THPE ne s'appliquent que pour les besoins de chauffage.

	SRE	besoins chauffage	besoins ECS	Besoins électriques	P chauffage
	m ²	kWh			kW
PLQ - HPE	34'052	1'224'670	775'876	1'860'842	942
PLQ -THPE		816'447			628
Jardins du Rhône	35'138	3'470'568	843'330	1'923'704	1'876

Tableau 6 : Résumé des besoins totaux

7.3 Décomposition des besoins en énergie thermique

Les besoins annuels en chauffage et ECS sont montrés sous forme d'histogramme, pour l'ensemble du périmètre d'étude, et selon les deux standards de construction (Figure 13).

Le haut de la figure regroupe l'ensemble du périmètre d'étude (PLQ + jardins du Rhône). Le bas de la figure décompose les besoins du PLQ selon les trois bâtiments en L (A+B, C+E, D+F – cf Figure 1).

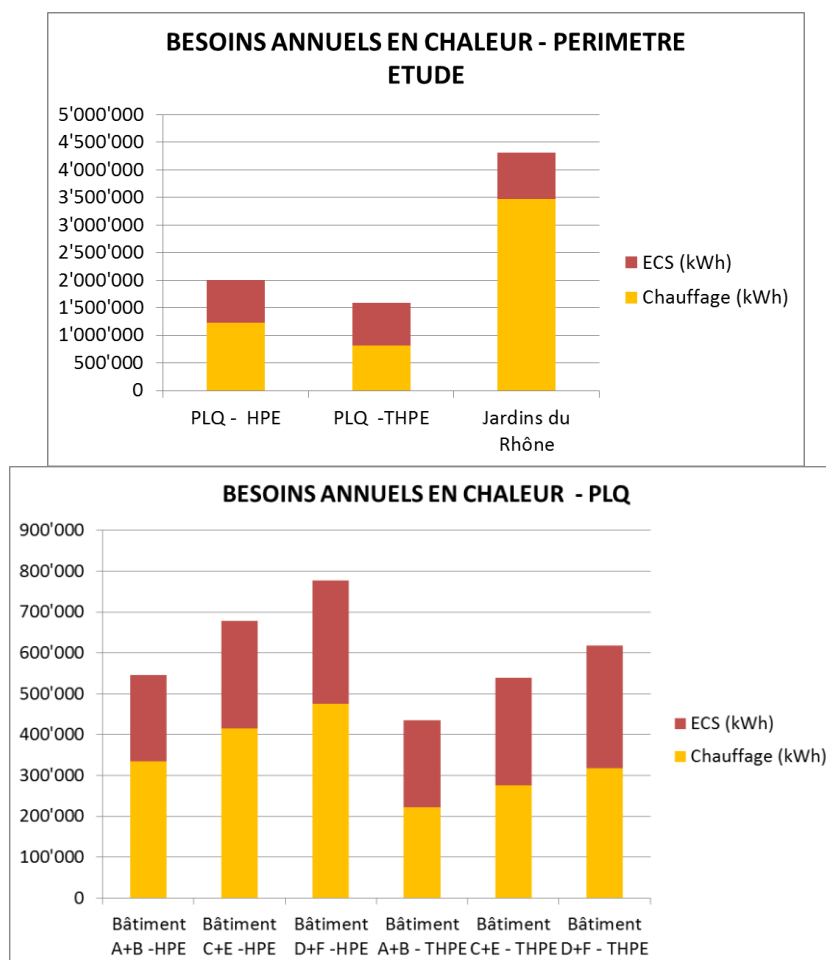


Figure 13 : besoins annuels en énergie thermique – haut : périmètre d'étude – bas : détail sur le PLQ

7.4 Décomposition des besoins en puissance thermique spécifique

Les besoins en puissance thermique spécifique sont montrés sous forme d'histogramme, pour l'ensemble du périmètre d'étude, et selon les deux standards de construction (Figure 14).

Le haut de la figure regroupe l'ensemble du périmètre d'étude (PLQ + jardins du Rhône). Le bas de la figure décompose les besoins du PLQ selon les trois bâtiments en L (A+B, C+E, D+F – cf Figure 1).

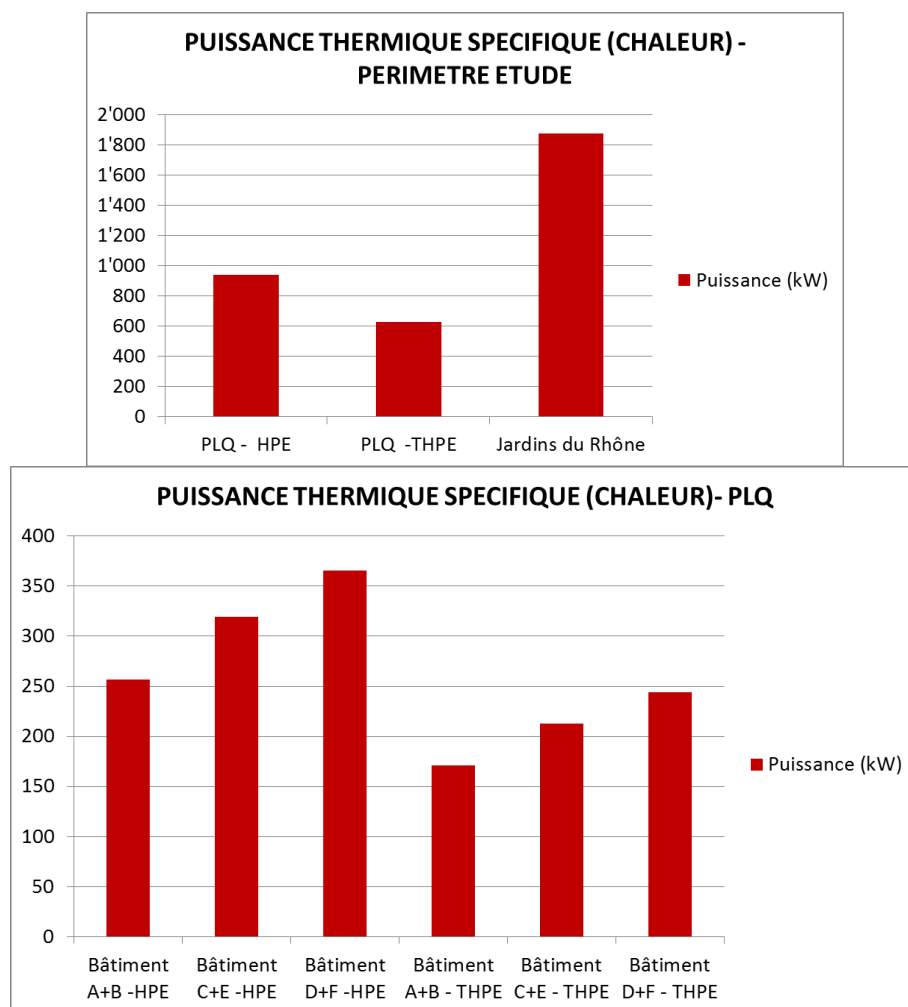


Figure 14 : besoins en puissance thermique spécifique – haut : périmètre d'étude – bas : détail sur le PLQ

7.5 Niveau de température des besoins en chaleur

Dans le secteur du PLQ, les niveaux de température correspondent naturellement à ceux des standards en vigueur : chauffage <40°C, ECS <=60°C.

Dans le secteur des jardins du Rhône, les immeubles sont relativement récents. Selon les informations obtenues, ceux-ci sont équipés de radiateurs avec une température maximale de l'eau de chauffage ne dépassant pas toutefois 60°C.

8 Définition d'objectifs stratégiques dans le périmètre d'étude

8.1 Objectifs de développement des ressources et des réseaux

Le phasage de développement du PLQ qui est envisagé aujourd'hui (cf 3.3.3) ne facilite pas la mise en œuvre de ressources qui nécessitent une forte planification en amont, ainsi qu'un investissement de départ important. Par exemple, il s'agirait, selon le Tableau 4, de l'emploi de sondes géothermiques, du pompage éventuel sur la nappe du Rhône, de la récupération de chaleur centralisée sur le collecteur d'eaux usées alimentant la STEP d'Aïre, voire de l'utilisation d'un aquifère chaud à moyenne profondeur (si des tests étaient concluants).

L'utilisation de ressources nécessitant le moins de planification possible serait le plus simple. Il s'agirait (toujours selon le Tableau 4) de l'extension du CADSIG, de l'emploi massif de l'énergie solaire, de l'aérothermie ou de la récupération thermique décentralisée sur les évacuations d'eaux usées des bâtiments. Dans ce deuxième cas de figure, le raccordement au réseau CADSIG représenterait l'option à privilégier car elle permet, sur le long terme, de renforcer le potentiel de substitution au fossile.

Au stade actuel, il ne paraît cependant pas judicieux de figer un seul objectif, en termes de développement de ressource, car le contexte d'aménagement du PLQ peut encore évoluer. En effet :

- d'une part, la situation foncière sur le PLQ présente une marge d'évolution qui permettrait d'éclaircir le phasage de développement par rapport à la situation actuelle⁴ et rendre ainsi plus aisée la mise en œuvre de ressources nécessitant une forte planification en amont.
- d'autre part, la présence du secteur existant des jardins du Rhône peut faciliter une planification à l'échelle du périmètre d'étude.

Nous proposons donc de laisser ouvert deux objectifs principaux :

1. Raccordement au réseau CADSIG
2. Valorisation de l'hydro-géothermie avec un objectif allant de l'utilisation d'un aquifère à grande profondeur, identifié dans le cadre du programme geo2020, au pompage sur la nappe d'accompagnement du Rhône. Le choix final devrait s'appuyer sur les résultats de forages tests, ainsi qu'il est proposé dans la section 4.1.2. L'utilisation de sondes verticales n'est pas privilégiée, d'une part, parce que leur mise en œuvre serait plus complexe d'un point de vue foncier et, d'autre part, les besoins étant essentiellement en chaud, la seule possibilité de recharge thermique serait l'utilisation de panneaux solaires qui est une solution très coûteuse. La possibilité d'une récupération de chaleur centralisée sur le collecteur d'eau usée alimentant la STEP d'Aïre est aussi mise de côté.

Dans les deux cas, la construction d'un réseau thermique basse température centralisée à l'échelle du périmètre d'étude est à privilégier, étant donné que la densité des besoins est supérieure à 100 kWh/m². Au final, les deux objectifs proposés pourraient d'ailleurs être complémentaires si CADSIG devait être employé en tant qu'énergie d'appoint de la ressource géothermique. Cela aurait du sens étant donné la très grande proximité du réseau par rapport au périmètre d'étude.

⁴ Par exemple, toutes les parcelles de la coopérative d'habitation des falaises (voir Figure 3) pourraient être construites en une seule phase.

8.2 Objectifs énergétiques quantitatifs

En ce qui concerne l'option 1, le raccordement d'un bâtiment neuf au réseau CADSIG présente actuellement un mix énergétique de 22% pour la combustion des déchets et 78% pour le gaz⁵.

En ce qui concerne l'option 2, un objectif de part renouvelable supérieure à 60% est tout à fait réaliste, si les résultats des forages tests sont concluants.

⁵ Source – *Rapport REMUER* – UNIGE- SIG

9 Mise en œuvre de scénarios d’approvisionnement dans le périmètre d’étude

9.1 Objectif 1 : raccordement au réseau CADSIG

Le réseau CADSIG qui passe en limite du PLQ peut être très simplement prolongé. Il est recommandé d’installer une sous-station centralisée alimentant l’ensemble du périmètre d’étude, défini sur la Figure 12, par un réseau secondaire à plus basse température (typiquement 60°C). Dans le secteur des jardins du Rhône, les bâtiments seraient raccordés au niveau des emplacements des distributions hydrauliques (i.e. dans les locaux des chaudières actuelles).

L’emplacement de la sous-station sur la Figure 15 est donné à titre indicatif. Elle devrait être installée dans la première portion de bâtiment qui serait construite, afin de tout de suite prévoir une alimentation du secteur des jardins du Rhône, avant même que le PLQ ne soit abouti. Les mesures conservatoires à prévoir pour une sous-station avec des échangeurs ne présentent quasiment aucune contrainte.

Etant donné la densité thermique, une rentabilité économique pourrait être obtenue dès le raccordement des jardins du Rhône.

Du point de vue de la réalisation, les SIG prennent en charge la prolongation du réseau CAD jusqu’à la sous-station (i.e. les brides de sortie de l’échangeur de chaleur). Le reste, c’est-à-dire le réseau secondaire, serait a priori pris en charge :

- soit par le ou les maîtres d’ouvrages des bâtiments à construire dans le PLQ ainsi que les propriétaires des jardins du Rhône
- soit par une structure d’investissement dans l’infrastructure, afin de vendre la chaleur (les SIG pourraient en faire partie eux-mêmes).

On rappelle les ordres de grandeurs des puissances thermiques spécifiques :

- PLQ : 600 à 1000 kW selon les standards de construction
- Jardins du Rhône : 1900 kW.

L’installation éventuelle de panneaux solaires photovoltaïques sur les toits des bâtiments peut être planifiée au fur et mesure de la construction, sans influence directe sur le dimensionnement du raccordement au CADSIG.

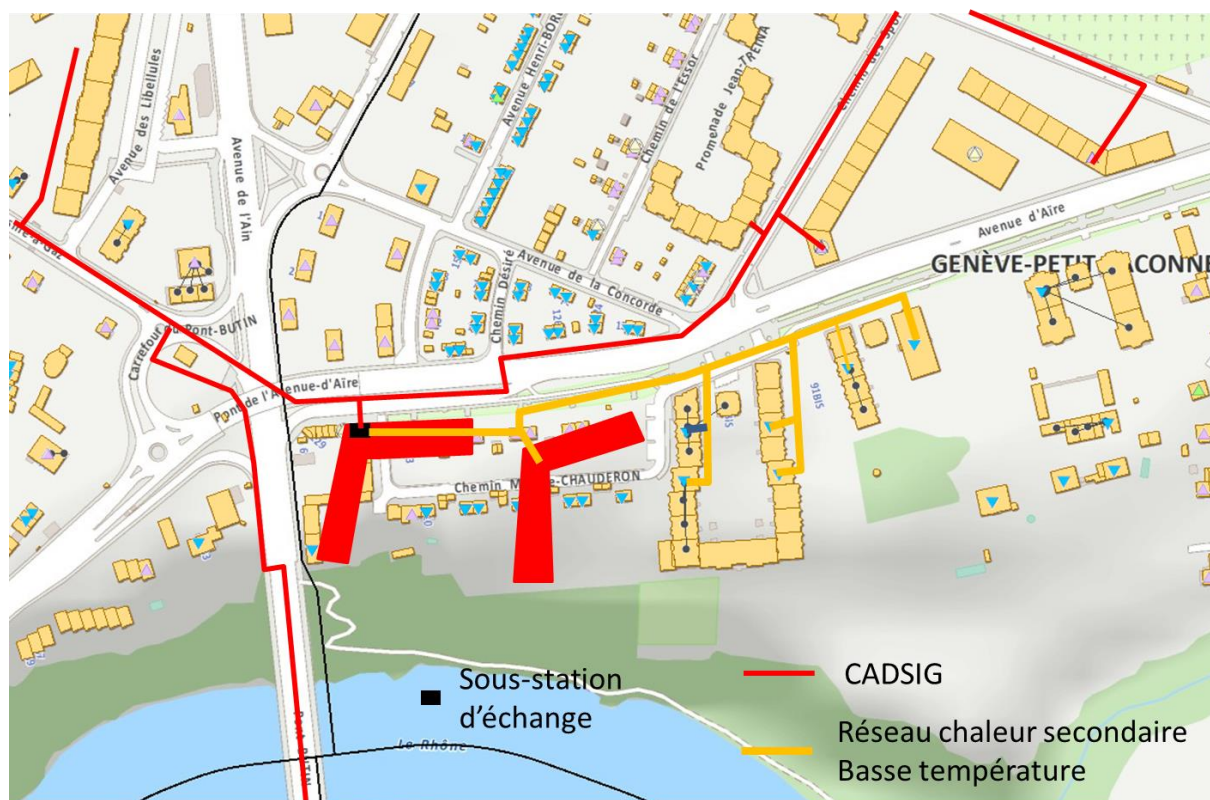


Figure 15 : objectif 1 – raccordement au CADSIG

9.2 Objectif 2 : valorisation de l'hydro-géothermie

La réalisation de cet objectif implique une forte planification.

Dans un premier temps, des études et forages tests sont à prévoir. Ceux-ci seraient réalisés dans le cadre du programme GEothermie2020. Il y aurait deux types de forage :

- L'un destiné à tester les capacités de pompage de la nappe d'accompagnement du Rhône
- L'autre destiné à tester la présence d'aquifères à moyenne ou grande profondeur. Celui-ci devrait être calibré, d'une part, en coordination avec les réflexions en cours dans le périmètre de la concorde, et d'autre part, selon les résultats des campagnes de géophysiques qui devraient se tenir dans le secteur d'ici la fin du premier semestre 2016.

Dans le cadre de la procédure d'adoption du PLQ, un certain nombre de parcelles pourraient être éligibles pour accueillir un forage test, c'est-à-dire celles qui muteraient le plus rapidement (voir Figure 16). Ces forages tests, dont la surface au sol requise ne dépasse pas 300 m², seraient provisoires et ne contraindraient en aucune manière les futurs programmes de construction.

Ces forages pourraient avoir lieu, une fois le PLQ approuvé et le choix d'une ou plusieurs parcelles effectués, soit, idéalement, courant 2017.

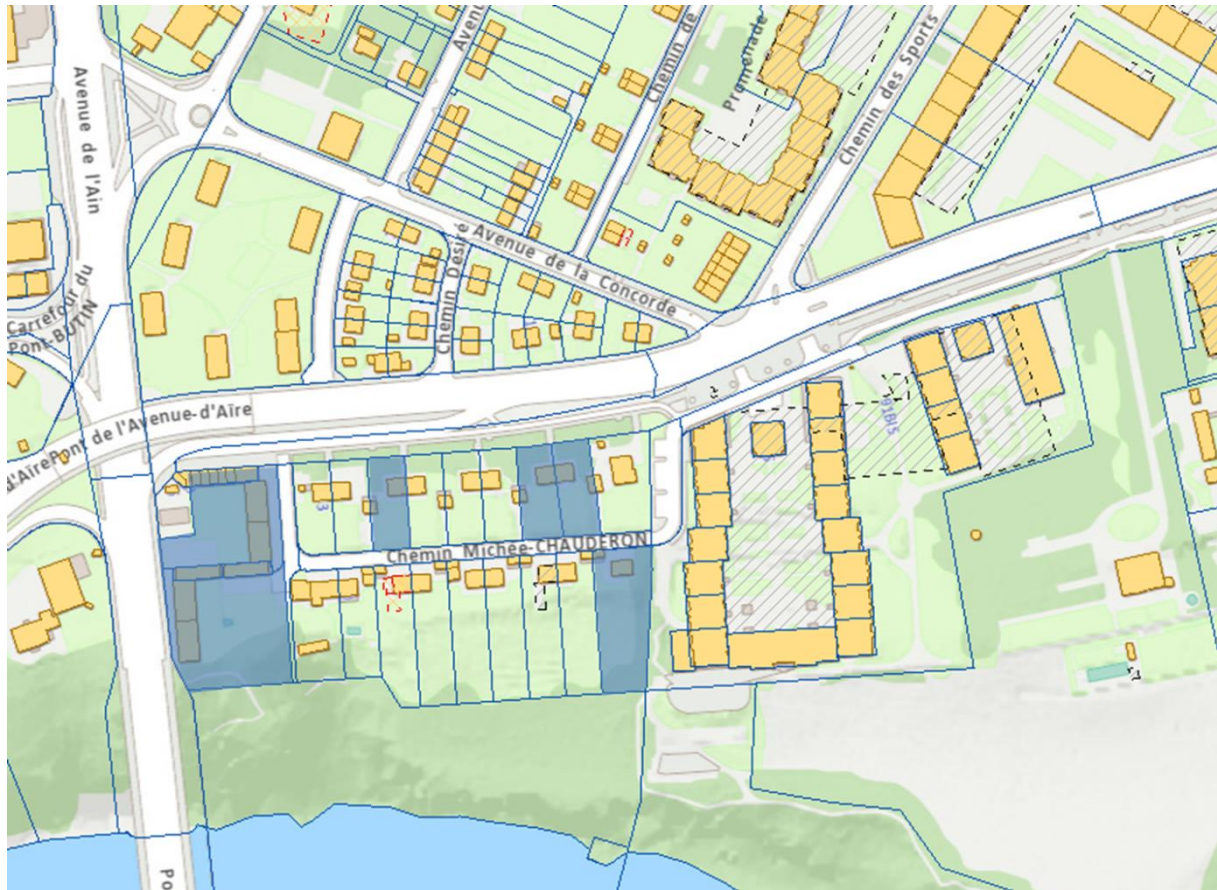


Figure 16 : objectif 2 : parcelles pouvant accueillir un forage test (propriétés de la FPLC et de la coopérative d'habitation des falaises)

Selon les résultats des tests, un choix serait fait entre deux principaux modes de valorisation possible (Figure 17) :

- L'un avec pompage sur la nappe d'accompagnement du Rhône, nécessitant l'emploi de pompe à chaleur (PAC) pour relever le niveau de température.
- L'autre avec pompage dans un aquifère à moyenne ou grande profondeur permettant une utilisation directe de la chaleur.

Dans les deux cas, un appoint au gaz ou par raccordement au CADSIG est possible.

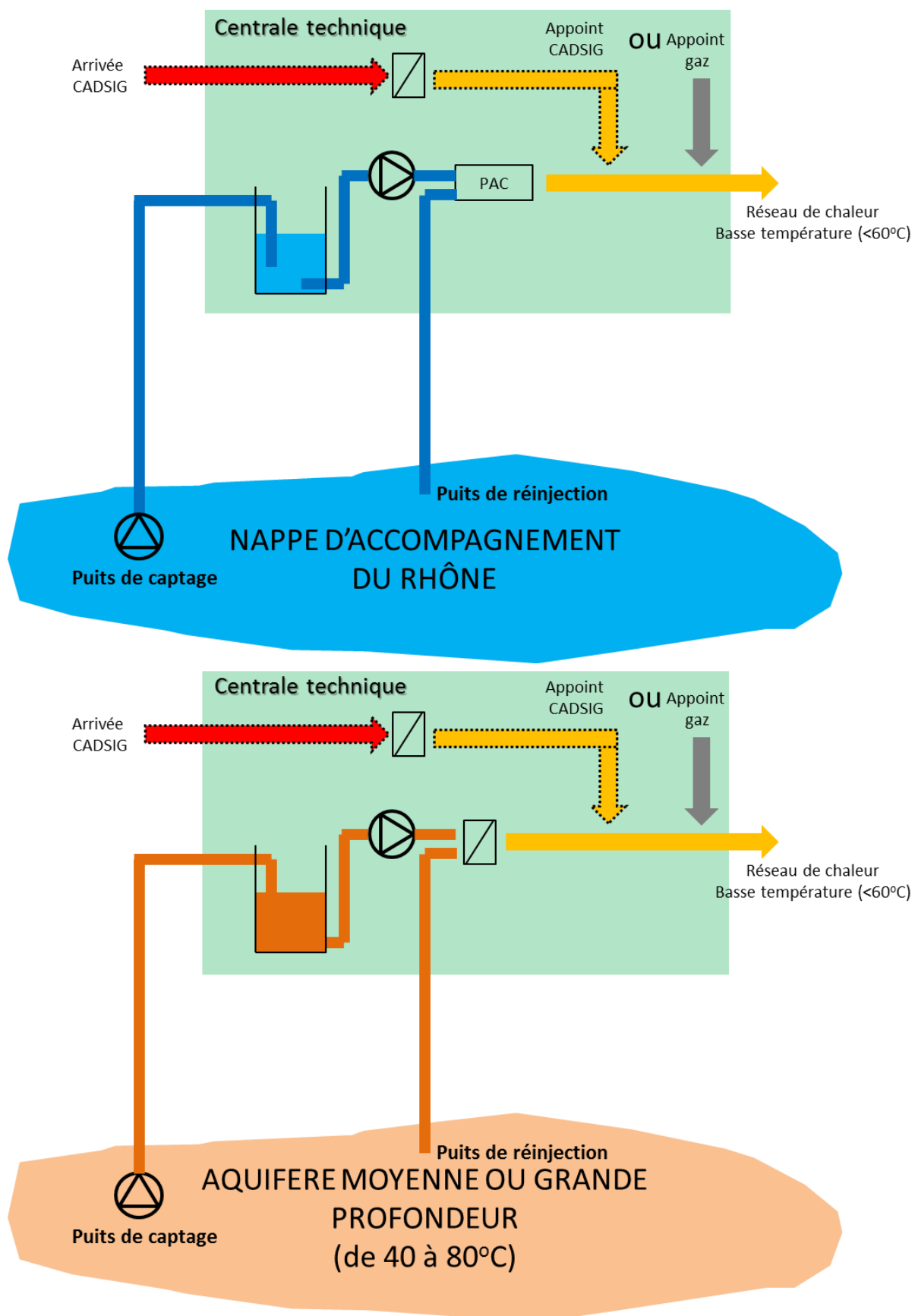


Figure 17 : objectif 2 : mode de valorisation par pompage sur nappe phréatique (en haut) ou sur aquifère profond (en bas).

Une fois le mode de valorisation choisi, une infrastructure pourrait être déployée selon le schéma de la Figure 18. L'emplacement de la centrale technique est donné à titre indicatif. Comme pour l'objectif 1, celle-ci devrait être installée dans la première portion de bâtiments qui serait construite, afin de tout de suite prévoir une alimentation du secteur des jardins du Rhône, avant même que le PLQ ne soit abouti. Des mesures conservatoires seraient à prévoir afin de pouvoir alimenter ultérieurement le PLQ.

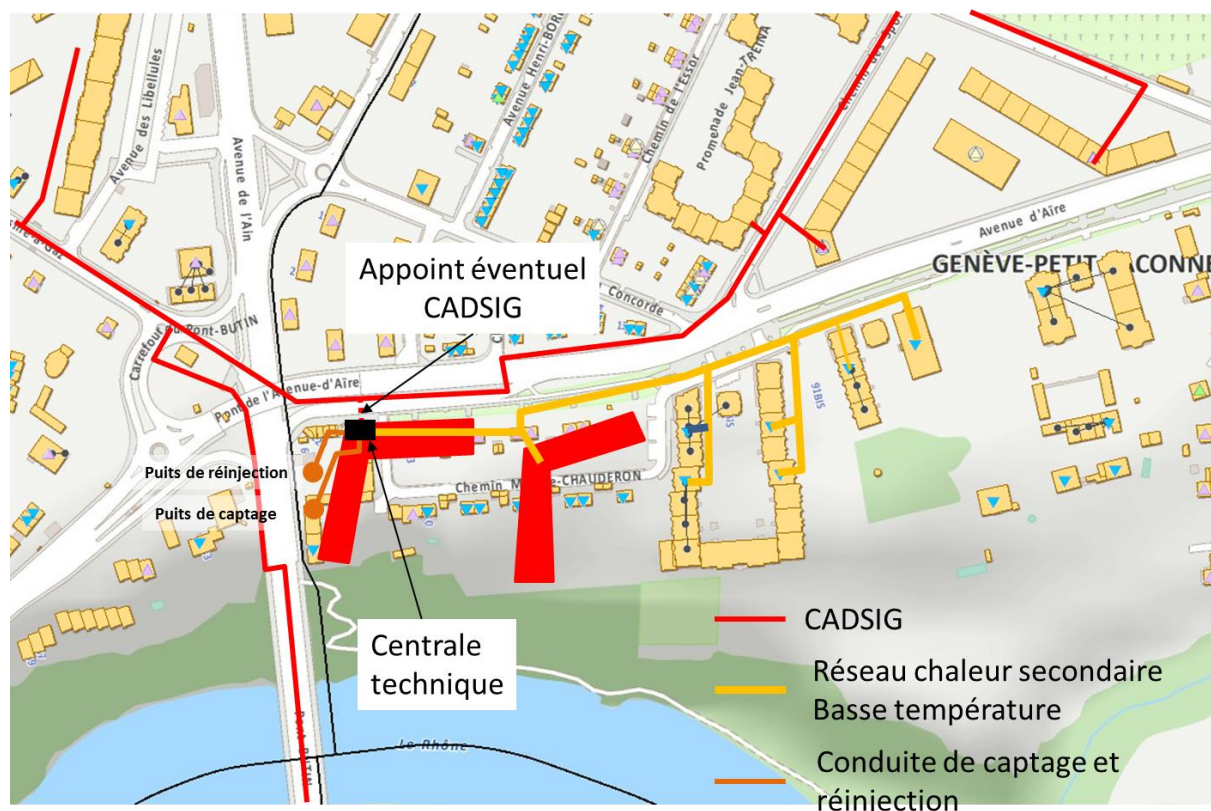


Figure 18 : objectif 2 – implantation des infrastructures – la position des puits de captage et de rejet est indicative

Afin d'obtenir une part renouvelable supérieure à 60%, il faudrait, compte tenu des besoins, que la puissance thermique assurée par la géothermie soit d'environ 700 kW, soit :

- Un débit de 42 l/s extrait sur la nappe d'accompagnement du Rhône (hypothèse $\Delta T = 3$ K et $COP = 4$)
- Un débit de 17 l/s extrait sur un aquifère profond (hypothèse $\Delta T = 10$ K).

9.3 Evolutions possibles des scénarios

Les deux scénarios proposés comportent un certain nombre d'incertitudes. Celles-ci sont répertoriées selon 6 catégories de la dynamique territoriale :

- Catégorie 1 - aménagement, urbanisme : temporalité du développement, espaces disponibles, demande énergétique effective.
- Catégorie 2 - état de l'art scientifique et technique : performance énergétique des systèmes, connaissance de la capacité réelle des ressources, impacts physiques.
- Catégorie 3 – économie : maîtrise des coûts, rentabilité des investissements.

- Catégorie 4 - social : le comportement, les motivations ou les valeurs de tous les acteurs qui sont liés, de près ou de loin, à la mise en œuvre des scénarios.
- Catégorie 5 - organisationnel : organisation fonctionnelle d'acteurs pour conduire les scénarios de façon opérationnelle.
- Catégorie 6 - état et politique : cohérence de la législation et des institutions avec les objectifs visés.

Les incertitudes par catégories sont évaluées de manière quantitative selon trois niveaux :

- 1 : pas de contraintes ou d'incertitudes particulières
- 2 : présence d'une incertitude qu'il est possible de maîtriser selon divers moyens. Par exemple : investigations complémentaires, acteurs à fédérer
- 3 : présence d'une forte incertitude sur laquelle il n'y a aucune maîtrise au stade actuel des scénarios.

Le Tableau 7 présente cette évaluation selon les deux objectifs proposés.

CATEGORIES	Niveaux incertitudes (Objectif 1)	Niveaux incertitudes (Objectif 2)
1. AMENAGEMENT, URBANISME	1 - pas d'obstacle au raccordement progressif de CADSIG	2 – Incertitudes sur les parcelles utilisées pour des forages tests – négociations possibles avec les propriétaires.
2. ETAT DE L'ART SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE	1 - pas d'incertitude technique sur la faisabilité	3 – Aucune connaissance du potentiel hydro-thermique effectif.
3. ECONOMIE	2 – Modèle économique classique, mais qui reste clarifier.	3 – Coûts encore très aléatoires selon la nature du sous-sol
4. SOCIAL	1 - pas d'opposition probable à une infrastructure habituelle.	2 - réticence possible des maîtres d'ouvrage par rapport aux contraintes de planification. Peurs éventuelles liés à la géothermie profonde – Des actions pédagogiques d'information sont possibles.
5. ORGANISATIONNEL	2 - les modalités d'organisation pour le développement d'un réseau dans le périmètre d'étude sont à définir (réseau secondaire, quel investisseur)	3 - les modalités d'organisation sont inconnues. La peur de se lancer dans un projet jamais réalisé auparavant peut générer un blocage.
6. ETAT ET POLITIQUE	1 - possibilité de la part des autorités d'imposer un raccordement au réseau CADSIG sans trop de difficultés	2 - difficultés de la part des autorités à imposer le raccordement à l'infrastructure selon les conditions économiques et le mode d'organisation. Des leviers existent, par exemple mise en place de subventions.

Tableau 7 : niveaux incertitudes

La mise en œuvre de l'objectif 1 comporte évidemment les plus faibles incertitudes avec finalement un seul jalon principal qui serait le choix du mode d'organisation et du modèle d'investissement. La mise en œuvre de l'objectif 2 comporte plusieurs jalons à franchir, allant du choix des parcelles pour la mise en œuvre des forages, jusqu'à la mise en place d'une organisation opérationnelle de projet.

Les Figure 19 et Figure 20 représentent, de façon schématique, l'évolution des scénarios vers les objectifs 1 ou 2, chaque jalon marquant le passage d'une incertitude à un niveau inférieur, jusqu'à atteindre le niveau 1.

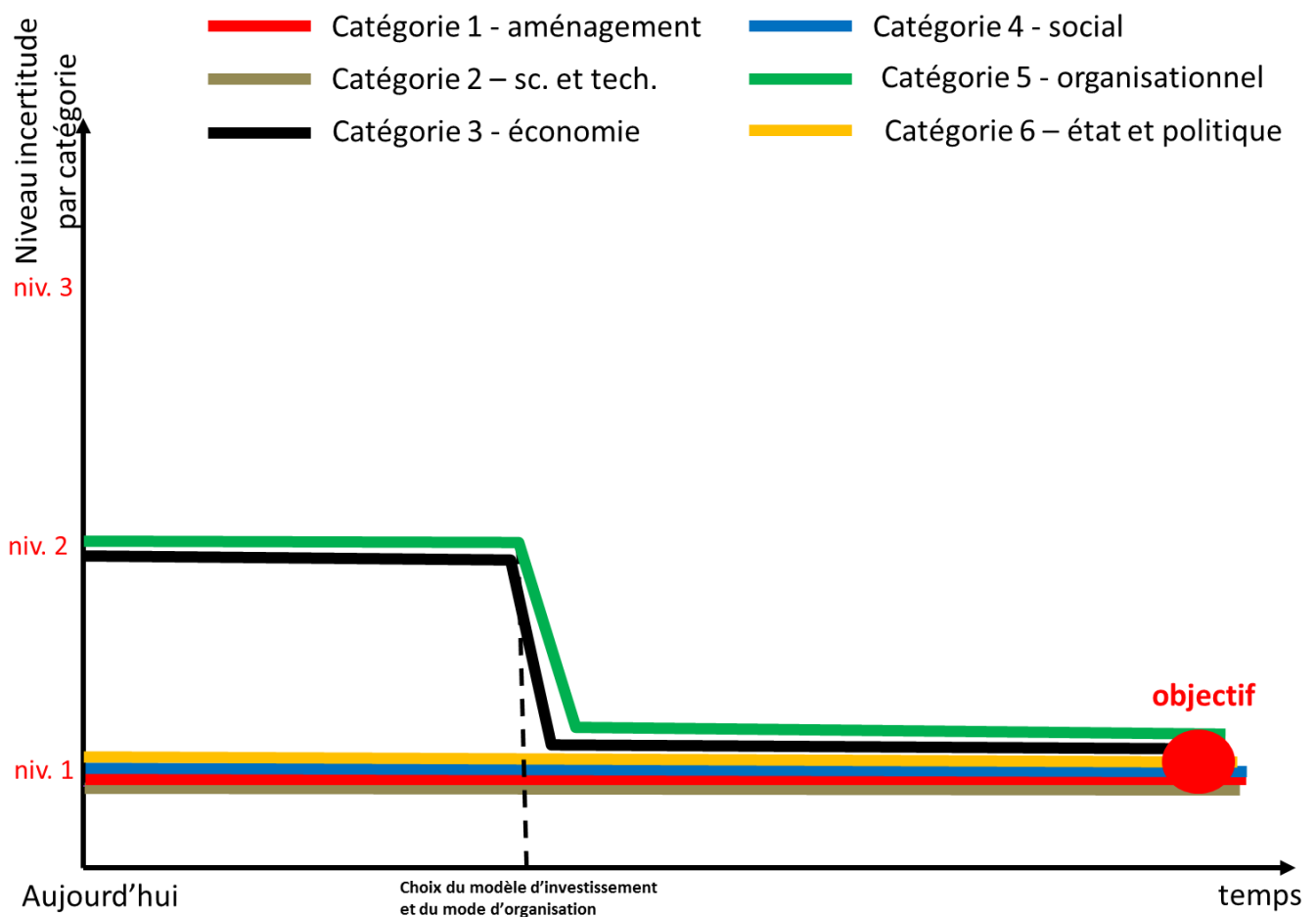
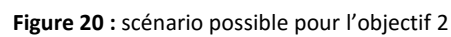


Figure 19 : scénario possible pour l'objectif 1



10 Synthèse et recommandations

Le CET propose de laisser ouvert deux objectifs principaux, en termes d’approvisionnement énergétique :

1. Raccordement au réseau CADSIG
2. Valorisation de l’hydro-géothermie (pompage sur la nappe d’accompagnement du Rhône ou sur un aquifère profond).

L’objectif 1 est évidemment le plus simple à mettre en œuvre.

Toutefois, l’objectif 2 doit être aujourd’hui maintenu afin de tirer parti des réflexions en cours qui ont lieu dans le cadre du programme GEothermie2020. En effet, celles-ci pourraient aboutir à des résultats opérationnels, moyennant des tests, dans un délai correspondant à la procédure d’adoption du PLQ.

Les actions principales à mettre en œuvre sont dans l’immédiat :

- de favoriser la meilleure communication possible avec les acteurs du PLQ (notamment les propriétaires fonciers) afin de promouvoir l’idée de réaliser des forages tests sur des parcelles à déterminer.
- De valider avec les SIG et dans le cadre du programme GEothermie2020, l’intérêt de réaliser des forages tests à l’horizon fin 2016/début 2017.
- Prise de contact avec la copropriété des jardins du Rhône afin de communiquer sur ces orientations énergétiques (notamment le déploiement d’un réseau CAD secondaire).



Feuille de validation et suivi des modifications du concept énergétique territorial

Cette feuille fait partie intégrante du CET validé

CET 2016-05 associé au PLQ 29833 Michée Chauderon

Commentaires de l'OCEN

- Lors d'une prochaine mise-à-jour du CET 2016-05, préalablement à l'élaboration des concepts énergétiques de bâtiments et des premières autorisations de construire, il sera pertinent de définir le positionnement des acteurs du PLQ et du périmètre élargi (copropriété des jardins du Rhône) afin de promouvoir les stratégies d'approvisionnement énergétique (forages tests, déploiement d'un réseau CAD secondaire).
- Les stratégies d'approvisionnement énergétique en fonction de critères technico-économiques et environnementaux (bilan CHF/m² chauffé an, émissions de CO₂) devront être étudiées à ce moment-là.
- Le périmètre du PDQ Concorde (PDQ 29816) au nord du PLQ Michée Chauderon est l'un des secteurs prioritaires pour les forages géothermiques de moyenne profondeur dans le cadre du programme GEothermie 2020 (prospection détaillée). Les résultats de ces forages tests devront être pris en compte pour définir la stratégie d'approvisionnement énergétique du futur PLQ.

Bon pour validation:

Date: 24.06.2016

Visa: 

Alejandro Lago Gomez
Responsable stratégie énergétique

