

Office de l'urbanisme

**PDQ Bernex Est** 

# 1ère phase de planification du Grand Projet Bernex Nord

Concept Energétique Territorial Septembre 2013

> CET 2014-03 OFFICE CANTONAL DE L'ENERGIE

Rue du Puits-Saint-Pierre 4 Case postale 3920 1211 Genève 3

11 AVR. 2014



Office de l'urbanisme

**PDQ Bernex Est** 

# 1ère phase de planification du Grand Projet Bernex Nord

Concept Energétique Territorial Septembre 2013

Version	-	a	b
Document	SF7453.03-RN004_CET PDQ Bernex Est_Lpg		
Date	4 septembre 2013		
Elaboration	Loïc Lepage Luc Girardin		
Visa	Frank Doppenberg		
Collaboration			
Distribution	Office de l'urbanisme OCEN SIG		

© BG



l'able des matières	Page
Résumé exécutif	2
<ol> <li>Introduction</li> <li>Contexte de la mission</li> <li>Enjeux et objectifs globaux</li> <li>Contenu</li> <li>Méthodologie</li> </ol>	5 5 6 7 7
<ol> <li>Contexte énergétique</li> <li>Périmètre d'étude</li> <li>Périmètre élargi</li> <li>Cadre et objectifs suisses</li> <li>Cadre et objectifs cantonaux</li> <li>Cadre et objectifs communaux (Bernex)</li> <li>Bernex-Est: concept énergétique (PDQ n°29724)</li> <li>Grand Projet Bernex Nord – étude énergétique</li> </ol>	8 8 8 9 12 14
4. Analyse environnementale du site	22
<ul> <li>5. Richesse énergétique du PDQ</li> <li>5.1 Ressources disponibles</li> <li>5.2 Disponibilité et localisation des ressources énergétiques</li> <li>5.3 Focus CADIOM</li> <li>5.4 Focus sur la ressource géothermie</li> <li>5.4.1 Forages tests</li> <li>5.4.2 Orientations technologiques</li> <li>5.5 Potentiel énergétique des ressources</li> </ul>	22 22 24 25 25 25 27 28
<ul> <li>6. Besoins énergétiques du PDQ Bernex Est</li> <li>6.1 Hypothèses</li> <li>6.2 Phasage et affectations du PDQ Bernex Est</li> <li>6.3 Surfaces brutes de plancher (SBP)</li> <li>6.4 Bilans énergétiques actuels et futurs</li> <li>6.5 Représentation du bilan dans le périmètre élargi</li> <li>6.5.1 Localisation des demandes thermiques</li> <li>6.5.2 Premières remarques</li> </ul>	29 29 30 32 33 34 37 37
<ul> <li>7. Concept énergétique</li> <li>7.1 Grands principes</li> <li>7.2 Concept énergétique proposé</li> <li>7.3 Planification proposée pour l'application du concept énergétic</li> </ul>	39 39 40 42
8. Acteurs et rôles	44
9. Conclusions	49



10.	Propositions de suites à donner	50		
11.	Glossaire	51		
12.	Références	53		
Anne	exes			
Annexe 1 : Périmètre d'étude et planification prévue Annexe 2 : Carte de disponibilité des ressources hors solaire Annexe 3 : Carte des besoins énergétiques en niveaux de température Annexe 4 : Concept énergétique proposé Annexe 5 : Planification des étapes de mise en œuvre du concept énergétique				



Résumé exécutif

Dans la mesure où le PDQ Bernex Est s'inscrit dans le cadre du Grand projet dans un processus qui s'étale sur une période de 20 ans, l'approche élaborée est, à ce stade de l'étude, forcément évolutive. En effet, dans le contexte du périmètre du PDQ, l'évaluation des demandes énergétiques dépend des valeurs, des typologies, de la localisation et du phasage temporel des surfaces brutes de plancher (SBP) à construire acceptées actuellement. Néanmoins, comme l'inventaire, le potentiel et la localisation des ressources énergétiques sont attachées à la nature du territoire, les lignes directrices du concept énergétique proposé restent valables, indépendamment du dimensionnement des infrastructures et des équipements de conversion d'énergie.

#### **Contexte**

Les objectifs énergétiques des Plans Directeurs de Quartier sont inscrits dans les engagements légaux et directeurs aux trois niveaux; du national au communal, en passant par le cantonal.

Le périmètre du PDQ hérite du contexte énergétique établi aux échelons territoriaux supérieurs. C'est donc dans le Plan Directeur Communal des Energies [3] que sont fixés les objectifs de politique énergétique. Le PDComE demande à l'horizon 2030 une réduction de la consommation d'énergies fossiles de 10%, une augmentation de la consommation d'électricité limitée à 5%, ainsi que le raccordement au réseau de distribution Cadiom du secteur Bernex-Est.

Afin d'atteindre ces objectifs, la politique proposée vise progressivement à privilégier le captage de l'énergie solaire thermique puis photovoltaïque d'une part et, d'autre part, de ne conserver les chaudières à gaz/mazout que dans la mesure ou le raccordement au réseau thermique, ou l'utilisation de pompes à chaleur performantes, n'est pas possible.

Le concept énergétique proposé ici doit rester en corrélation avec ces objectifs mais doit également préciser le concept énergétique rendant possible la valorisation maximale des ressources locales.

#### Richesse énergétique du PDQ

L'analyse environnementale du périmètre élargi [1] a permis de mettre en évidence et de localiser les ressources énergétiques disponibles sur le PDQ Bernex Est. Les ressources phares identifiées sont le solaire, la géothermie (sondes verticales, champs de sondes et stockage saisonnier), la nappe du Rhône, et les eaux usées ou traitées.

Le périmètre est donc riche de ressources et présente également des infrastructures réseaux permettant de mettre en œuvre des solutions transitoires, des éventuels appoints de production et une distribution allant au-delà du périmètre d'étude, via le réseau CADIOM et le réseau de gaz présents.

SF7453.03-RN004 CET PDQ Bernex Est Lpg

4 septembre 2013



Demande énergétiques

Ces observations montrent l'importance du concept énergétique à mettre en œuvre étant donné les représentations importantes des besoins des projets de développement. L'image actuelle du bilan de la commune étant fortement fossile [1], il est non seulement possible, avec un concept énergétique valorisant au maximum les ressources locales et renouvelables, de modifier l'approvisionnement d'1/3 du bilan énergétique futur de la commune, mais surtout de créer un concept qui doit également permettre d'aller vers la transition énergétique des 70% restants, du fossile vers du renouvelable, et la réduction des émissions de GES et de polluants.

# Orientations de développements énergétiques

Le concept énergétique issu de la corrélation offre-demande, en tenant compte des opportunités et contraintes territoriales et extraterritoriales, est représenté sous forme cartographique (

Figure 22 et Annexe 4).

Il est proposé selon des principes directeurs de performance énergétique des bâtiments, de développement des réseaux thermiques multitubes à différents niveaux de température, de captage maximale des ressources locales (géothermie et solaire), de construction de stocks thermiques saisonniers et de création d'une centrale énergétique de production et de distribution.

Ce concept est proposé en ce sens que le périmètre du PDQ présente un nombre très important d'opportunités locales et extraterritoriales, qu'il faut valoriser.

#### Conclusions

Le concept énergétique a pour vocation de tendre vers l'autonomie énergétique du périmètre via la valorisation maximale des énergies renouvelables. Compte-tenu du phasage et de la richesse énergétique du périmètre du PDQ Bernex Est et de son périmètre élargi, le concept énergétique proposé permet d'atteindre cet objectif et le dépasser, soit :

- anticiper la réalisation du Grand Projet dans sa totalité, par la préparation des infrastructures de production et de distribution d'énergie;
- tendre vers la transition énergétique de la commune de Bernex, dont le taux de dépendance fossile est aujourd'hui majeur;
- lui donner une dimension stratégique régionale.

Le territoire du PDQ Bernex Est présente pour cela des opportunités techniques multiples en synergie avec les autres contraintes ou opportunités des disciplines connexes, qui constituent le concept énergétique territorial.

Ainsi, au vu de cette étude, le périmètre du PDQ Bernex Est et son périmètre élargi présentent la plus grande capacité de nœud et de transition énergétique pour la commune de Bernex et pour le Canton.

SF7453.03-RN004 CET PDQ Bernex Est Lpg

4 septembre 2013



Suites à donner

Dans le but d'affirmer le concept énergétique, il serait préférable dans un premier temps de :

- 1. Identifier et impliquer les acteurs dans un processus d'aide à la décision via une analyse multicritères du concept énergétique
- 2. Lever les incertitudes sur les caractéristiques de la nappe du Rhône pour préciser :
  - Localisation d'un doublet géothermique (Nord)
    - Réalisation de 2 forages destructifs (jusqu'à 5m dans la molasse) au nord du forage de reconnaissance S1
  - Localisation des stocks, des champs de sondes et des sondes géothermiques verticales
    - 1 forage destructif au Sud (proche Tunnel et terrains agricoles), dont la localisation reste à préciser, pour notamment valider la capacité du sol à accueillir un stock thermique saisonnier
    - Localisation et réalisation de forages de reconnaissances avec l'aide d'un géologue pour les champs de sondes et sondes géothermiques verticales



#### 2. Introduction

#### 2.1 Contexte de la mission

Dans le cadre de la mission de maîtrise d'œuvre urbaine ayant pour objectif de développer, de manière concertée et coordonnée, les programmes immobiliers privés et publics ainsi que les équipements collectifs sur le Grand Projet Bernex Nord (ex-PSD Bernex Nord), et d'aboutir à l'édification d'un "plan guide", image directrice d'aménagement dans le temps et l'espace, une étude énergétique a été réalisée par BG Ingénieurs Conseils SA [1], en collaboration avec le groupement des 9 mandataires piloté par MSV architectes, et en dialogue constant avec les différents services de l'Office de l'Urbanisme (définition des politiques d'aménagement et de développement) et de l'Office de l'Energie (OCEN).

Dans le prolongement de ce "plan guide" le PDQ Bernex Est traite de la première phase de planification. Un concept énergétique territorial a donc été demandé à BG Ingénieurs Conseils.

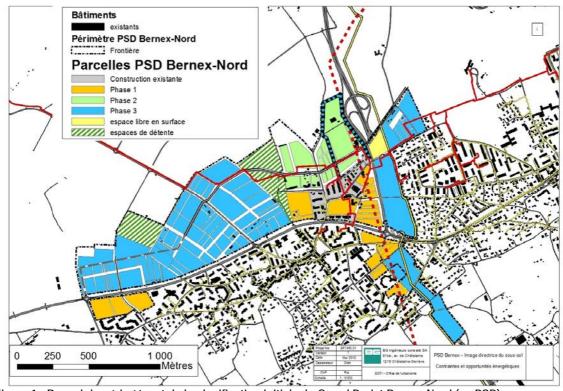


Figure 1 : Rappel du périmètre et de la planification initiale du Grand Projet Bernex Nord (ex-PSD).

Ce rapport est donc le concept énergétique territorial du PDQ Bernex Est proposé par BG Ingénieurs Conseils, qui reprend une partie du travail réalisé sur le Grand Projet Bernex Nord, et qui traite de manière approfondie la première phase de planification.

Les concepts énergétiques sont proposés selon le niveau d'avancement actuel de la planification du PDQ Bernex Est, en tenant compte du périmètre élargi constitué par le Grand Projet dans sa globalité, mais aussi par la commune de Bernex, et par le Canton.



Les modifications apportées ultérieurement au PDQ en termes d'affectations et de densités pourront faire évoluer les besoins de la zone, ce qui pourra influencer les concepts énergétiques envisagés dans ce rapport.

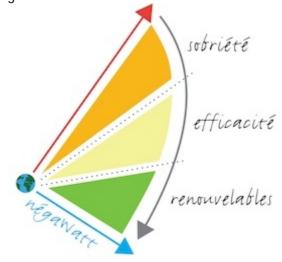
#### 2.2 Enjeux et objectifs globaux

Le réchauffement climatique, l'épuisement des ressources, et l'affaiblissement de la biodiversité sont les conséquences, entre autres et en majorité, d'une surconsommation énergétique de ressources fossiles dans les pays développés ou émergents.

Cette situation n'est pas compatible avec les objectifs de développement durable fixés par les objectifs de Kyoto, et la dépendance aux ressources fossiles pèse de plus en plus lourd sur les bilans économiques et environnementaux de toutes les nations.

Il est donc indispensable d'imaginer des scénarios de transition énergétique pour assurer la pérennité de la société humaine. Le scénario Negawatt est un exemple de la représentation de la transition énergétique qui doit s'opérer, à travers la démarche ordonnée suivante :

- La sobriété énergétique (diminution des besoins, réduction de la demande),
- L'efficacité énergétique (amélioration des rendements, des performances des technologies de transformation),
- L'utilisation des énergies renouvelables



Cette démarche est complexe et trouve tout son sens au niveau du territoire et des activités qu'il génère. La notion de territoire est elle-même variable : de la région au quartier, en passant par les communes et agglomérations. Dans l'esprit de cette démarche, nous nous appliquerons à donner les orientations énergétiques valorisant au maximum :

- les ressources locales et renouvelables disponibles,
- la performance énergétique et environnementale,
- la réduction de la dépendance fossile et fissile,
- l'utilisation des infrastructures existantes et à venir,
- l'adéquation offre-demande en fonction de la planification des projets.



2.3 Contenu

Conformément au cahier des charges, le bureau BG livre le concept énergétique territorial du PDQ Bernex Est sous la forme d'un rapport technique et de cartographies associées.

#### 2.4 Méthodologie

La méthodologie propose une approche générale en 5 étapes :

- 1. L'analyse du contexte énergétique du PDQ Bernex Est dans un périmètre élargi, c'est-à-dire la connaissance du cadre institutionnel et réglementaire dans lequel le projet se trouve (Plan Directeur Cantonal, Plan Directeur Communal, Concepts énergétiques Territoriaux définis).
- 2. L'analyse environnementale du site permettant d'identifier et localiser les ressources énergétiques disponibles, mais aussi les infrastructures du périmètre de l'étude (réseaux de chauffage à distance, réseaux de gaz et d'électricité...). Cet état des lieux est réalisé à partir de l'observation du Système d'Information géographique du Territoire Genevois (SITG). Il permet également de mettre en évidence les contraintes et opportunités du territoire et de proposer une carte synthétique des possibilités de valorisation des ressources.
- 3. La mise en évidence de la richesse énergétique du PDQ Bernex Est à partir de la mise en corrélation des besoins et des ressources énergétiques transformées (intervention des technologies). L'objectif étant d'évaluer si le PDQ est globalement dans une situation de richesse ou de pauvreté énergétique (renouvelable et non renouvelable).
- 4. La qualification, la localisation et l'estimation des besoins énergétiques existants et futurs. L'existant est repéré grâce au Système d'Information géographique du Territoire Genevois (SITG). Les demandes énergétiques futures sont estimées sur la base des standard Minergie (SIA) et des surfaces/types de bâtiments à construire tirées de la version du plan guide Bernex Nord (Grand Projet ou PSD BEN) en vigueur lors de la réalisation de l'étude (§6.3).Ceci permet entre autre l'évaluation de l'impact des nouvelles demandes du PDQ dans le bilan énergétique Communal à l'horizon 2030.
- 5. La mise en évidence de concepts énergétiques sectorisés (et de variantes) tenant compte des possibilités de valorisation des ressources locales, des types de services énergétiques à délivrer (chauffage, eau chaude sanitaire, rafraichissement, électricité), et du phasage prévisionnel. Les concepts proposés sont issus d'une analyse de corrélation basée sur les cartes de ressources et les cartes de demandes énergétiques.

La présente note technique expose les résultats de ces 5 étapes.

Le concept énergétique territorial du PDQ, dont le périmètre est à priori riche en ressources énergétiques et partiellement bâti, se propose de fournir les éléments de réflexion nécessaires pour orienter les prises de décisions à venir en matière d'infrastructures énergétiques. Il doit permettre de mettre en évidence le degré de liberté énergétique du PDQ, et son rôle dans le cadre du périmètre énergétique élargi constitué par le Grand Projet Bernex Nord, la commune de Bernex et le Canton de Genève.



# 3. Contexte énergétique

#### 3.1 Périmètre d'étude

Le périmètre d'étude et la planification considérés sont illustrés dans la figure suivante. Cette carte est également produite en Annexe 1.

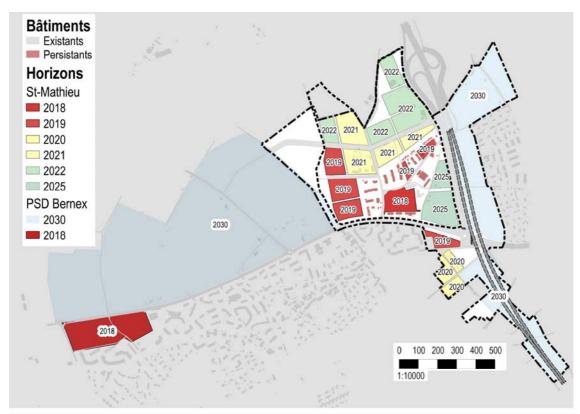


Figure 2 : Périmètre d'étude du PDQ Bernex Est

#### 3.2 Périmètre élargi

Il est indispensable de placer le PDQ dans un territoire élargi, soit en rapport avec le cadre et les grands objectifs énergétiques suisses, du Canton de Genève, de la commune de Bernex et du Grand Projet Bernex Nord, à travers leurs grandes orientations énergétiques.

#### 3.2.1 Cadre et objectifs suisses

La politique énergétique fédérale se fonde sur les articles 89 à 91 de la Constitution, sur les engagements internationaux pris par la Suisse dans le cadre du Protocole de Kyoto, ainsi que sur les lois sur l'énergie, sur l'approvisionnement en électricité et sur le CO2 (actuellement en révision). Elle s'inscrit en outre dans la vision à long terme que représente la "Société 2000 watts", qui correspond à une division par 3 à 4 de nos consommations actuelles.

Afin de concrétiser cette politique, le Conseil Fédéral a adopté en 2007 une nouvelle stratégie énergétique reposant sur quatre piliers : efficacité énergétique, énergies renouvelables, centrales électriques et politique énergétique étrangère. De cette stratégie ont découlé en 2008 deux plans



d'actions pour l'efficacité énergétique et la promotion des énergies renouvelables. Ceux-ci visent à atteindre, d'ici 2020 et par rapport à 1990, une réduction des consommations d'énergies fossiles de 20% ainsi qu'une augmentation de la part des énergies renouvelables de 50%. Ils visent en outre à limiter à 5% l'augmentation de la consommation d'électricité entre 2010 et 2020, puis stabiliser celle-ci après 2020.

Le programme SuisseEnergie est l'un des éléments clés de la mise en œuvre de cette politique. Faisant suite aux programmes "Energie 2000" et à la première phase de Suisse Energie (2000-2010), le concept SuisseEnergie 2011-2020 déplace quelque peu ses priorités antérieures. Ainsi "l'activité doit être élargie dans les trois champs prioritaires de la mobilité, des appareils et moteurs électriques et de l'industrie et des services". Le thème de l'électricité occupera ainsi une place centrale dans le programme, avec la recherche d'une utilisation plus rationnelle de celle-ci, dans le cadre de systèmes énergétiques complets. En contrepartie, SuisseEnergie réduit son engagement dans les domaines du bâtiment et des énergies renouvelables, deux domaines dont la mise en œuvre relève en grande partie des cantons, et qui bénéficient de l'affectation partielle des produits de la taxe sur le CO<sub>2</sub> ainsi que, pour l'électricité renouvelable, du système de rétribution à prix coûtant du courant injecté.

#### 3.2.2 Cadre et objectifs cantonaux

Axée sur l'objectif de la "Société 2000 Watts sans nucléaire", la politique énergétique du canton de Genève est basée sur l'article 160E de la Constitution cantonale ainsi que sur la loi sur l'énergie et son règlement. Dans le cadre de la récente révision de cette dernière, diverses dispositions ont été adoptées qui doivent être prises en compte pour la présente étude. On relèvera notamment :

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

Si la loi fixe le cadre dans lequel la politique énergétique cantonale doit s'inscrire, c'est à travers la Conception Générale de l'Energie (CGE) – dont la dernière a été adoptée à l'unanimité du Grand Conseil début 2008 – qu'est définie une stratégie de politique publique. Cette dernière trouve ensuite sa concrétisation dans le Plan Directeur Cantonal de l'Energie, véritable programme d'actions opérationnelles, qui fixe les étapes et les moyens nécessaires, ainsi que les partenaires concernés par la mise en œuvre de la Conception Générale.

Dans ce Plan Directeur qui, à l'instar de la CGE, est révisé lors de chaque législature, priorité est donnée aux actions permettant de maîtriser et de réduire la consommation d'énergie pour tous les usages. Il s'agit également de repenser les filières d'approvisionnement de notre système énergétique afin de les rendre plus efficaces, et d'intégrer des énergies renouvelables au fur et à mesure de leur développement.



10

En février 2013, le Conseil d'Etat a adopté le projet de Plan Directeur Cantonal 2030 (PDCant 2030). Le projet du PDCant 2030 se compose de deux volets:

- Le concept cantonal d'aménagement;
- Le schéma directeur cantonal comprenant lui-même des fiches de mesures et de projets, ainsi qu'une carte situant l'ensemble des mesures proposées<sup>1</sup>, notamment la carte de "Gestion des ressources, des déchets et des eaux usées" dans laquelle figurent les lignes directrices d'infrastructures énergétiques (Figure 3). On y distingue notamment l'axe Nord-Sud traversant le secteur du PDO Bernex-Est.

Notons que le Plan Directeur des Energies de Réseau ou PDER (Annexe au Plan Directeur Cantonal de l'Energie) est en cours d'élaboration. Le Conseil d'Etat a validé le 15 mai 2013 l'idée de la création d'un groupe de travail multidisciplinaire. Actuellement, les travaux de préparation relatifs à ce groupe de travail sont en cours. Le PDER est attendu pour le 30 juin 2015.

Trois programmes phares sont cependant au cœur du dernier Plan directeur cantonal :

- Le programme de maîtrise de la demande d'électricité, dont l'objectif est de retrouver d'ici 2011 la consommation par habitant de 1990 (objectif à priori non atteint);
- La planification énergétique territoriale, qui prend systématiquement en compte l'énergie dans les projets d'aménagement du territoire et qui planifie le déploiement des infrastructures énergétiques et des réseaux à l'échelle des communes et des quartiers ;
- La révision, désormais acquise, de la loi sur l'énergie.

Conception Générale et Plan Directeur de l'Energie feront, durant la législature actuelle (2010-2014), l'objet d'une évaluation et d'adaptations visant à poursuivre les avancées vers la Société 2000 Watts sans nucléaire.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> http://etat.geneve.ch/dt/amenagement/projet\_pdcn\_geneve\_2030-686-4369.html



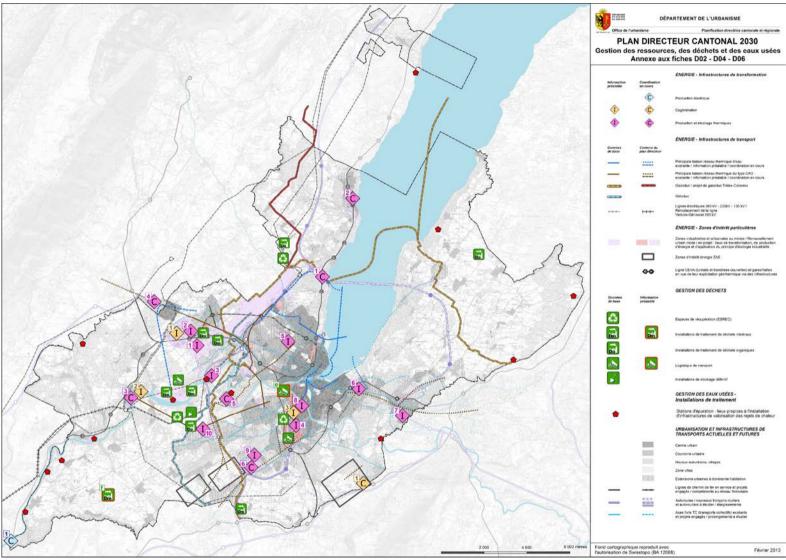


Figure 3 : Carte de gestion des ressources, des déchets et des eaux usées. Source: http://etat.geneve.ch/geodata/SIAMEN/PDCn/PDCn CE Ann11 Ressources dechets eaux usees.pdf

12

#### 3.2.3 Cadre et objectifs communaux (Bernex)

Le Plan Directeur Communal des Energies [3] nous apprend que la commune de Bernex a construit une véritable politique énergétique qui se traduit par des objectifs concrets d'ici 2030 :

- Atteindre les objectifs du programme Suisse Energie entre 2000 et 2010.
- Réduction de la consommation d'énergies fossiles et des émissions de CO<sub>2</sub> à hauteur de 10%;
- Augmentation de la consommation d'électricité inférieure ou égale à 5%;
- Raccordement à Cadiom de la zone de développement « Bernex Est », soit environ 1'700 emplois et 700 logements.

L'état des lieux des ressources et contraintes a été réalisé à l'échelle communale pour la réalisation du PDCom des Energies. La carte suivante résume les possibilités de valorisation énergétique sur la commune.



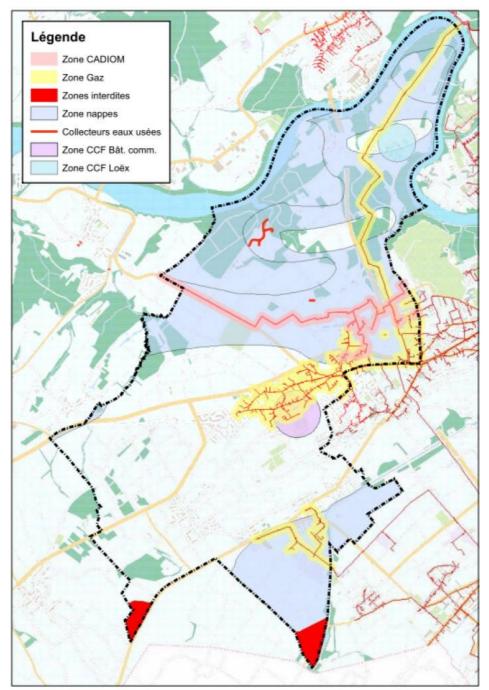


Figure 4 : Carte synthétique des typologies énergétiques possibles sur la commune de Bernex (PDCom)

## Le PDCom propose les orientations suivantes :

- Privilégier le réseau Cadiom si ce dernier est présent et pour les fortes puissances.
- Choisir le réseau Gaz si ce dernier est présent lorsque le recours à des pompes à chaleur, à 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 ce qui permettra d'atteindre des coefficients de performance élevés.

14

- Dans le cas de bâtiments qui présentent des besoins en froid et de conception récente ou rénovés, privilégier le recours à des pompes à chaleur à sondes géothermiques verticales (utilisation du froid direct en été permettant également une recharge du terrain).
- Evaluer de manière plus approfondie les potentiels de production centralisée liés à la récupération sur les eaux usées ou à la biomasse.
- Dans tous les cas, privilégier le solaire thermique (production d'eau chaude sanitaire voire chauffage) au niveau des bâtiments de logements neufs ou existants.
- Dans tous les cas, privilégier le solaire photovoltaïque de grande puissance, soit au niveau des bâtiments administratifs ou au niveau de toitures de surface importante.
- Dans tous les cas, remplacer en priorité les installations fonctionnant au mazout puis celles fonctionnant au gaz par des systèmes plus respectueux de l'environnement.

Ces orientations doivent être en corrélation avec les orientations stratégiques données aux échelles inférieures.

#### 3.2.4 Bernex-Est: concept énergétique (PDQ n°29724)

Les conclusions du concept énergétique de quartier réalisé par B+C nous indiquent que l'utilisation de champs de sondes verticales donne les meilleurs résultats en termes de consommation d'énergie, de valorisation de la ressource locale et d'émissions de polluants. Cependant cette solution engendre une forte consommation électrique, il est donc recommandé de privilégier le raccordement à Cadiom dans les zones desservies.

Ceci étant, le développement de l'interconnexion des réseaux thermiques devrait induire, à moyen terme, une évolution du contenu énergétique renouvelable et des émissions de CO<sub>2</sub> du réseau Cadiom. Par exemple, l'interconnexion entre les réseaux Cadiom et CAD Lignon permet déjà de valoriser davantage, à travers le CAD Lignon en période estivale et en mi-saison, l'énergie issue de l'usine d'incinération des Cheneviers.

Le solaire thermique ou photovoltaïque est envisagé dans tous les cas, en fonction de besoins. Les niveaux de température issus de la valorisation thermique ou transformation des ressources doivent être pris en compte pour la couverture des besoins énergétiques, afin d'obtenir les meilleures performances.

Ces orientations doivent être en corrélation avec les orientations stratégiques données aux échelles inférieures.

#### 3.2.5 Grand Projet Bernex Nord – étude énergétique

L'étude réalisée par BG Ingénieurs Conseils SA [1] dans le cadre de l'élaboration du Plan Guide du Grand Projet Bernex Nord a permis de proposer les éléments suivants.

#### 3.2.5.1 Grands principes énergétiques

La richesse énergétique du Grand Projet est caractérisée par un fort potentiel géothermique, à proximité de la route de Chancy, et par la proximité de réseaux de distribution de chaleur et de qaz disponibles comme appoints.

Il existe une superposition spatiale des besoins de chaud et de froid sur une partie du territoire, notamment en bordure de la route de Chancy, qui favorise la mise en œuvre de sondes géothermiques sous les bâtiments (gestion de la charge/décharge du sol).



La répartition sur le territoire de bâtiments publics administratifs, scolaires et universitaires est propice à l'installation de panneaux solaires thermiques et photovoltaïques en toitures.

Les espaces verts prévus, tel que les espaces de détentes, peuvent être exploités comme zones de stockage thermique saisonnier en terre ou artificiels (stockage hydraulique), en fonction des caractéristiques et de la valorisation possible du sous-sol (graviers), alors que certains espaces libres en surface pourraient accueillir des installations techniques de production et de stockage journalier.

Le projet urbain est aussi axé sur deux concepts phares :

- Le préverdissement des aménagements extérieurs
- La superposition des fonctions pour la valorisation foncière

### 3.2.5.2 Concepts énergétiques et planification

Suivant ces grands principes, les concepts énergétiques ont été élaborés selon 4 orientations possibles et 3 grandes phases de développement à des fins pédagogiques. Cependant, après étude du contexte très favorable du périmètre et considérant l'existence d'un consensus sur la nécessité d'un développement axé sur l'exploitation des gisements d'énergies renouvelables locales et sur la sécurité d'approvisionnement, le secteur du Grand Projet réunit les conditions de mise en œuvre d'orientations majoritairement novatrices qui priorisent la valorisation des ressources solaire et géothermique.

Pour mémoire, les différentes orientations de concepts sont les suivantes :

<u>Orientation conservatrice</u>, qui tend à prolonger la situation énergétique existante (tendance ou référence actuelle observée au niveau des agents énergétiques, taux de rénovation, performance);

<u>Orientation opportuniste</u>, qui saisit l'opportunité d'utilisation d'offres et d'infrastructures existantes; <u>Orientation évolutive</u>, qui prévoit une infrastructure permettant, en tout temps, d'évoluer vers des solutions novatrices;

<u>Orientation novatrice</u>, qui tend vers l'autonomie énergétique par la valorisation maximale des ressources renouvelables et locales.

Hors orientation conservatrice, les autres orientations ne s'excluent pas mutuellement mais se complètent.

Les différents concepts proposés dans le cadre de l'élaboration du Plan Guide du Grand Projet sont présentés dans les figures suivantes. Il faut souligner que ces cartes (Figure 5, Figure 6, Figure 7, Figure 8) ont été réalisées dans le cadre de l'élaboration du Plan Guide du Grand Projet Bernex Nord. D'autres cartes seront produites, notamment pour tenir compte de la localisation de la centrale de chauffe en couverture autoroutière, non retenue dans le PDQ actuel.



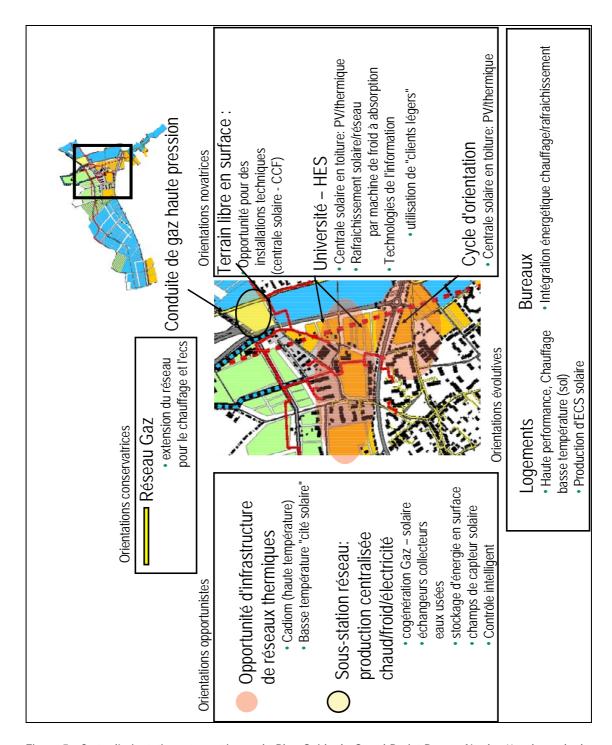


Figure 5 : Carte d'orientations énergétiques du Plan Guide du Grand Projet Bernex Nord – 1ère phase de développement - Secteur sud-est



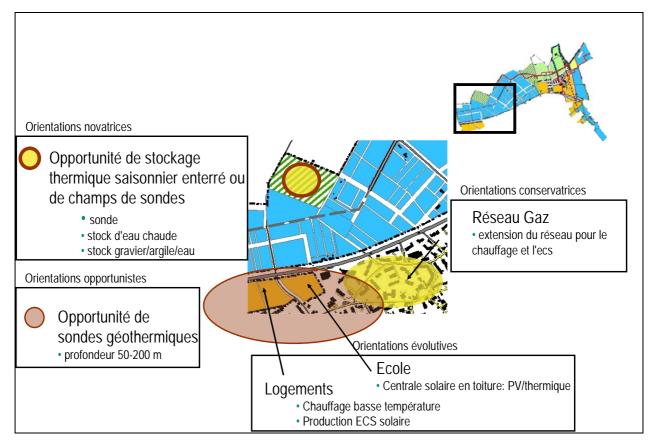


Figure 6 : Carte d'orientations énergétiques du Plan Guide du Grand Projet Bernex Nord – 1ère phase de développement - Secteur sud-ouest



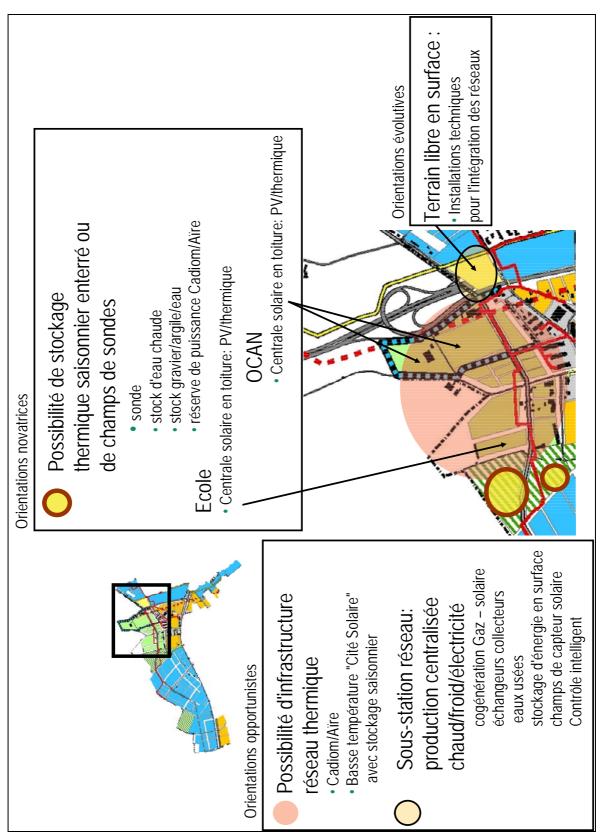


Figure 7 : Carte d'orientations énergétiques du Plan Guide du Grand Projet Bernex Nord -  $-2^{\text{ème}}$  phase de développement



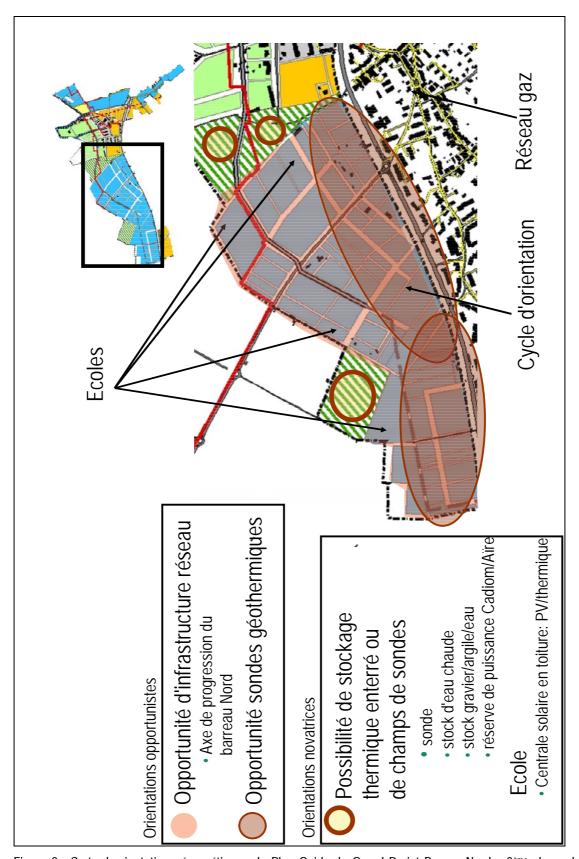


Figure 8 : Carte d orientations énergétiques du Plan Guide du Grand Projet Bernex Nord –  $3^{\text{ème}}$  phase de développement



#### 3.2.5.3 Plan stratégique de développement énergétique

Les éléments principaux du plan stratégique de développement énergétique sont :

- Le développement de concepts innovants basés sur un réseau de chaleur "intelligent", afin d'intégrer les besoins saisonniers de chaleur/froid et les sources d'énergies renouvelables intermittentes, notamment l'énergie géothermique et le solaire;
- La mise en œuvre de bâtiments performants chauffés à basse température, afin de minimiser les pertes thermiques du réseau de transport et l'investissement des conduites;
- La réalisation d'un système de distribution de chaleur multitube qui permet d'éviter le gaspillage d'énergie et de valoriser le potentiel des ressources renouvelables du périmètre;
- L'utilisation et l'optimisation de l'infrastructure réseau existante (Cadiom) pour favoriser les synergies entre producteurs, consommateurs et stocks thermiques afin de valoriser au mieux les ressources renouvelables locales;
- La superposition des fonctions techniques (réseau d'eau, de communication, d'électricité, de froid, de chauffage, des voiries, de la collecte des déchets) permettant l'optimisation du foncier et la mutualisation des investissements, grâce à un territoire totalement vierge;
- La réalisation d'un territoire producteur et exportateur d'énergie, notamment d'énergie électrique, par le développement de centrales solaires photovoltaïques et/ou de moteur de cogénération couplés à des pompes à chaleur sur sondes géothermiques.

• La réalisation d'une infrastructure permettant de tendre vers la transition énergétique du parc existant dans un périmètre élargi, et en particulier celui de la commune de Bernex.

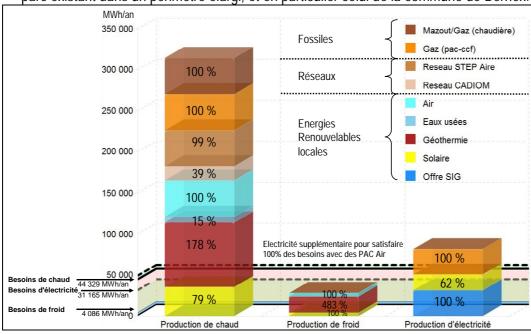


Figure 9 : Richesse énergétique du PSD comparée aux demandes des nouveaux bâtiments à construire.



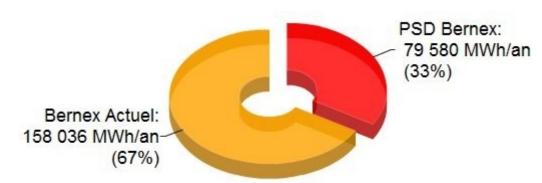


Figure 10 : Répartition des besoins énergétique futurs

Le résultat de cette étude a montré que le territoire du Grand Projet Bernex Nord est important pour la politique énergétique du Canton, compte-tenu des avantages qu'il présente. Ce territoire doit être considéré comme :

- Un potentiel de projets pilotes pour le stockage thermique saisonnier
- Un lieu de croisement des réseaux de distribution d'énergie
- Un lieu de réflexion sur la création de liaisons avec le périmètre élargi (import/export d'énergie)

Le concept énergétique territorial élaboré pour le PDQ Bernex Est doit tenir compte des ces caractéristiques remarquables.



# 4. Analyse environnementale du site

Le tableau ci-dessous est la synthèse des observations du périmètre d'étude. Une grande partie de son contenu est issue de l'étude énergétique du Grand Projet [1].

Table 1 : Synthèse de l'état des lieux environnemental

	ese de l'état des lieux environnemental	Décultante naccible
Thème ob-	Observation réalisée	Résultante possible
servé		
Air	<ul> <li>Concentrations NO2: tout le quartier au-dessous de la limite max d'immission annuelle fixé par l'OPair (30 µg/m³)</li> <li>Particules fines excessives dans toute la zone urbaine et péri-urbaine de Genève. À Bernex, la charge en poussière fine a été estimée à 22 µg/m³ ce qui est légèrement supérieur à la limite OPair (20 µg/m³)</li> </ul>	Limite d'implantation de chauf- feries biomasse (surcharge par- ticules fine en sus des émis- sions du trafic)
Eau	<ul> <li>Zone extrême nord (lieux-dits Bossonnette, Prêle, stand, Borbaz, Rouettes, Barois): Secteur B de protection des eaux souterraines</li> <li>Pas de proximité avec cours d'eau</li> <li>Nord du périmètre présence de la nappe d'accompagnement du Rhône</li> </ul>	<ul> <li>Exploitation de la nappe à étu- dier (doublet géothermique, charge des sondes géothermi- ques verticales)</li> </ul>
Sol	<ul> <li>Pratiquement pas de site pollué sur le périmètre</li> <li>Sol de fondation de type A, B et E</li> <li>Forages géothermiques autorisés</li> </ul>	<ul> <li>Ne limite pas la valorisation du sous-sol par sondes géothermi- ques, stockage, ou forages</li> <li>Géostructures énergétiques peu probables</li> </ul>
Bruit	<ul> <li>Route de Chancy très fréquentés. Autres routes à proximité immédiates peu fréquentées</li> <li>Pas dans la one critique de bruit provoqué par les aéronefs</li> <li>Sensibilité au bruit : DS II; DS III pour la partie autour de la Route de Chancy</li> <li>Influence du barreau nord prévu (trafic)</li> </ul>	Approvisionnement du site par camions (biomasse) peu sensi- ble à l'heure actuelle mais sen- sible à plus long terme compte- tenue du développement atten- du du périmètre élargi (densifi- cation et barreau nord)
Gazoducs/	Un gazoduc longe la frontière est du périmètre	À considérer pour la mise en
Oléoducs	L'oléoduc longe la limite nord-ouest du périmètre	œuvre d'infrastructures nouvel- les (CAD)
Végétation	<ul> <li>Deux zones de 15'000 m² (lieu-dit Borabaz) et 5'500 m² à la Croisée de Bernex</li> </ul>	Influence sur masques solaires et valorisation du sous-sol pour la géothermie (disponibilité des terrains)
Faune et flore	• Le site n'est pas sujet à une protection particulière de la faune. Pas de réserve naturelle	Ouverture à la valorisation mul- tiple

# 5. Richesse énergétique du PDQ

# 5.1 Ressources disponibles

Le tableau ci-dessous est la synthèse des observations du périmètre d'étude.





Table 2 : Synthès	se de la présence de ressources énergétiques locales et	renouvelables
Ressource	Observation	Perspectives de valorisation
observée		·
Bois	<ul> <li>Ressource non exploitable sur le canton (forêts protégées)</li> <li>Filière bois pour l'instant inexistante à proximité directe, seulement 4-5 hectares de bois communaux sans filière.</li> <li>Volonté de la Ville de Genève de garder ses propriétés forestières pour ses propres installations.</li> <li>Ressource disponible en France voisine dans le département de l'Ain</li> </ul>	Ressource abondante et disponible en France voisine, distance d'approvisionnement acceptable au regard de la neutralité du bilan CO2 (<50 kms) Ressource à valoriser dans un périmètre élargi (St Julien-Planles-Ouates) pour interconnexion des réseaux CAD Approvisionnement du site par camion peu sensible actuellement mais potentiellement sensible dans un futur proche
Biomasse agricole/ déchets	<ul> <li>Exploitations agricoles et viticoles sur la commune.</li> <li>Existence de l'installation de biométhanisation de Châtillon à 600 m au nord du périmètre, mais dépla- cement probable à Pôle bio</li> </ul>	Valorisation possible pour un projet sur le périmètre élargi (Pole Bio) pour interconnexion des réseaux CAD
Solaire thermique et photovoltaïque	<ul> <li>Pas de contrainte particulière à part les ombrages locaux (colline de Bernex)</li> <li>Mix photovoltaïque et thermique envisageable</li> <li>Accueil de nouvelles grandes surfaces de toiture (Université, administration cantonale)</li> </ul>	Valorisation intensive à prévoir, nécessite un travail approfondi d'intégration aux bâtiments (structure, ombrages)
Géothermie basse enthalpie	Forages géothermiques autorisés	<ul> <li>Utilisation en chauffage et rafraîchissement basse température.</li> <li>Equilibre du terrain à long terme à gérer si hors nappe.</li> <li>À réserver aux bâtiments neufs ou bien rénovés pouvant être alimentés en basse température.</li> </ul>
Géothermie haute enthalpie	<ul> <li>Etudes en cours pour le canton, forages exploratoires à réaliser.</li> <li>Ressource considérée stratégique évaluée au niveau cantonal.</li> <li>Commune ne faisant pas partie des zones d'intérêt pour les explorations.</li> </ul>	Pourra être utilisée à long terme dans un réseau CAD si existant
Eaux de surface	Nappe du Rhône présente	Valorisation à vérifier par un forage
Eaux usées	<ul> <li>Collecteurs d'importance présents et nouveaux collecteurs prévus</li> <li>Collecteur d'eaux usées en galerie prévu de Cherpines à STEP d'Aïre, ou nouveau réseau Nord-Sud basse ou moyenne température provenant des effluents de la STEP</li> </ul>	<ul> <li>Valorisations ponctuelle et sectorisée envisageables</li> <li>Contraintes sur la température de rejet et impact sur traitement STEP (accord exploitant) dans le cas de l'utilisation des collecteurs</li> </ul>
Eolien	Potentiel faible dans la région, protection du paysage  Pos de roiets thermiques identifiés sur la zone et	Micro-éolien intégré envisagea- ble      Das de valerisation
Rejets thermiques	Pas de rejets thermiques identifiés sur la zone et son périmètre élargi.	Pas de valorisation
Réseaux et infrastructures	Conduite primaire Cadiom	Valorisation du réseau indis- pensable



#### 5.2 Disponibilité et localisation des ressources énergétiques

La disponibilité des ressources énergétiques valorisables dans le périmètre du PDQ Bernex Est est présentée dans la Figure 11 sous la forme d'une carte de localisation des ressources favorables (hors solaire dont la disponibilité est retenue sur l'ensemble du périmètre), issue de l'analyse de l'adéquation entre état des lieux environnemental et ressources disponibles. On peut y observer plus particulièrement :

- Les conduites de chauffage à distance Cadiom existantes;
- Le réseau de distribution de gaz existant;
- Les conduites principales d'eaux usées pouvant être valorisées;
- La conduite potentielle d'un futur CAD provenant de la valorisation des rejets thermiques de la STEP d'Aïre ou du nouveau collecteur provenant des Cherpines, prévu vers 2014;
- Les zones potentiellement favorables à des doublets géothermiques, voire à des sondes verticales via la localisation de la nappe du Rhône;
- Les zones potentiellement favorables à des champs de sondes géothermiques et au stockage saisonnier.

Cette carte est également visible en Annexe 2.

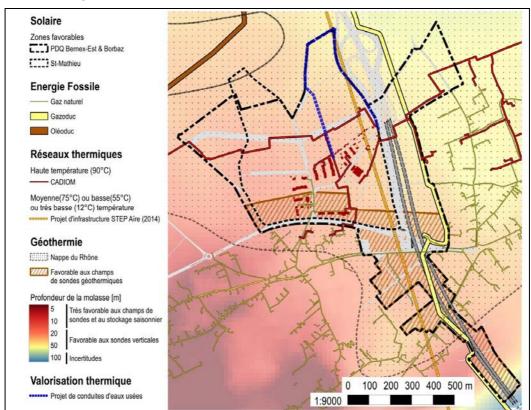


Figure 11 : Carte de localisation des potentiels énergétiques retenus hors solaire

25

#### 5.3 Focus CADIOM

Le réseau Cadiom distribue la chaleur issue de l'incinération des déchets ménagers aux Cheneviers. Cette chaleur est distribuée par un réseau hydraulique à 120°C. Le réseau traverse le site de Bernex avec une conduite primaire conséquente. La puissance actuelle est utilisée dans sa totalité l'hiver mais est sous-exploitée l'été. En effet, les rejets thermiques estivaux de Cadiom sont en grande majorité évacués dans le Rhône.

C'est pourquoi, deux pistes de réflexion sont possibles :

- Le raccordement de bâtiments existants de Bernex, sous réserve de puissance suffisante, donc d'un couplage avec des projets de rénovation thermique des bâtiments déjà raccordés, permettant de substituer de l'énergie locale en partie renouvelable à des énergies fossiles
- La valorisation des rejets estivaux, via un système de stockage saisonnier, permettant d'utiliser ces rejets thermiques en hiver.

#### 5.4 Focus sur la ressource géothermie

#### 5.4.1 Forages tests

Le modèle géologique numérique existant (GESDEC-SITG) comporte des incertitudes engendrées par le faible nombre de forages profonds existants sur le périmètre d'étude. C'est pourquoi une étude géologique complémentaire, basée d'abord sur une reconnaissance géotechnique et l'infiltration d'eau, a été menée. Cette étude nous a permis de réaliser un forage carotté profond (S1 sur la Figure 12) qui a montré que :

- Le toit molassique est plus haut que prévu (40m au lieu de 70m);
- L'épaisseur de la nappe est de seulement 2 m au point de forage S1 et le débit extractible est très faible (12 à 13 l/min);
- La température de l'eau de la nappe et d'environ 12°C;

A partir des coupes et des résultats de ce forage, nous pouvons dire que :

- L'épaisseur minimale requise pour l'exploitation d'un doublet géothermique (plus de 30 m), pourrait être atteinte au Nord du forage S1, selon les périmètres proposés sur la Figure 12;
- La position du toit molassique est à réévaluer sur l'ensemble du périmètre, ce qui donne des surfaces favorables au stockage saisonnier en terre et aux champs de sondes géothermiques plus importantes;
- Le seul moyen de lever les incertitudes sur la valorisation possible de la nappe ou le stockage géothermique est de réaliser d'autres forages de reconnaissance.



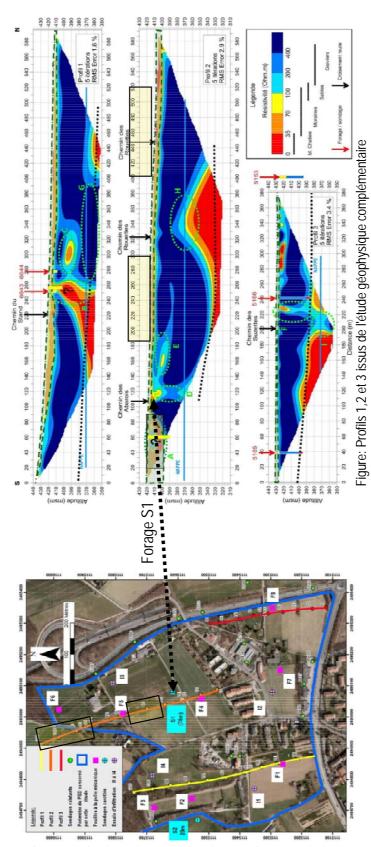


Figure 12 : Emplacement des forages tests et localisation de nouveaux forages exploratoires



# 5.4.2 Orientations technologiques

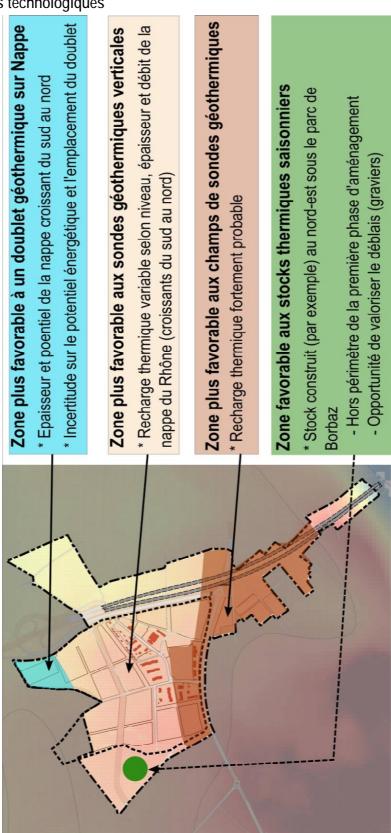


Figure 13 : Précisions sur les orientations technologiques pour la ressource géothermie



La Figure 13 illustre les orientations technologiques à suivre pour la ressource géothermie, en fonction de l'analyse de l'état des lieux environnemental, des ressources disponibles et des études complémentaires (forage test).

Il faut souligner qu'un stock saisonnier en terre au sud du périmètre reste une option théorique, car la zone est destinée à rester non bâtie, avec un enjeu majeur pour la pérennité agricole et paysagère à l'échelle de agglomération franco-valdo-genevoise. Notons qu'il y a effectivement incompatibilité entre le stockage thermique et l'activité agricole.

De plus, la présence du tunnel autoroutier à 20-30m de profondeur est une contrainte qu'il faut prendre en compte. Un stock ne pourra être implanté à proximité du tunnel, d'autant plus qu'il est envisagé son élargissement à long terme.

Il est cependant important, à ce stade, de montrer l'ensemble des possibles du site, dont la valorisation sera bien sûr dépendante des contraintes plus ou moins restrictives.

## 5.5 Potentiel énergétique des ressources

L'évaluation du potentiel des ressources énergétiques, qui rend compte de la richesse énergétique territoriale, a été réalisée à l'échelle du Grand Projet Bernex Nord et a montré que :

- La valorisation intensive des ressources via les réseaux existants et futurs (Cadiom et STEP Aïre), la récupération de chaleur des eaux usées, le couplage d'une centrale chaleur force avec des pompes à chaleur à air et sur sondes géothermiques pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire, ainsi que l'utilisation de champs de sondes pour le rafraîchissement, permet de couvrir 7 fois les besoins de chaleur, 3.4 fois les besoins de rafraichissement et 2.5 fois les demandes en électricité du Grand Projet. Cette richesse énergétique a été illustrée sur la Figure 9.
- Si l'accès aux ressources partagées comme les réseaux thermiques, le gaz et l'électricité permettent théoriquement de couvrir largement les besoins, la compétition avec d'autres secteurs en développement du Canton constitue un facteur limitant sur l'approvisionnement qui n'est pas abordé à ce stade de l'étude. Un autre facteur limitant à considérer est la compétition entre panneaux solaires thermiques et photovoltaïques pour l'usage des surfaces de toitures. Les réseaux thermiques existants constituent néanmoins une opportunité d'infrastructure de transport nécessaire à la valorisation des richesses énergétiques locales.
- Principale voie vers l'autonomie énergétique et l'utilisation intensive des énergies renouvelables, des surfaces favorables à l'établissement de champs de sondes géothermiques et aux stocks thermiques saisonniers enterrés ont été localisées. Cette analyse a permis de montrer l'important degré de liberté énergétique du périmètre d'étude.

Il n'a pas été jugé utile de reproduire la richesse énergétique quantifiée du PDQ Bernex Est étant donné l'importance de la couverture énergétique locale et renouvelable potentielle selon les estimations faites pour le Grand Projet.



# 6. Besoins énergétiques du PDQ Bernex Est

Ce chapitre permet de rendre compte de la dimension spatiale et temporelle de l'intensité des demandes énergétiques du PDQ Bernex Est. Moyennant quelques hypothèses (§6.1), il devient dès lors possible :

- de distinguer la part des services énergétiques à délivrer sur le territoire (§6.4);
- de prévoir l'évolution des demandes dans le temps afin d'élaborer une stratégie de développements par phase, basée sur l'importance chronologique des services énergétiques à délivrer (§6.4);
- de localiser l'intensité des demandes énergétiques (§6.5.1) afin de proposer des configurations opportunes de développements d'infrastructures de distribution et de conversions d'énergie capables de répondre aux objectifs de planification (§6.2);
- de mesurer l'impact dans le bilan énergétique communal afin de dégager les degrés de liberté et d'irréversibilité engendrés par le choix des objectifs de planification (§6.5).

#### 6.1 Hypothèses

Comme les besoins énergétiques dépendent de l'évolution des surfaces et des typologies de bâtiments (catégories et années de construction), il est nécessaire de disposer au préalable :

- du phasage prévu pour le développement du PDQ (§6.2);
- d'une évaluation préliminaire des surfaces de plancher du parc construit (§6.3);
- de valeurs de besoins énergétiques pour chaque type de surface [1].

De plus comme la connaissance du nombre de personnes est requise pour des tâches de planification, telle que la gestion des déchets [14], le nombre d'emplois et d'habitants par unité de surface est estimé par la même occasion [1].



## 6.2 Phasage et affectations du PDQ Bernex Est

Selon le plan guide du Grand Projet Bernex Nord en l'état [6], le développement temporel du périmètre du PDQ se fait en plusieurs phases. La localisation et l'affectation des parcelles, prévues pour chaque phase, sont reportées dans la carte de la Figure 14. Le déploiement sur le périmètre élargi de Bernex Nord figure sur la carte de la Figure 15.



Figure 14 : Carte des affectations parcellaires du PDQ Bernex Est



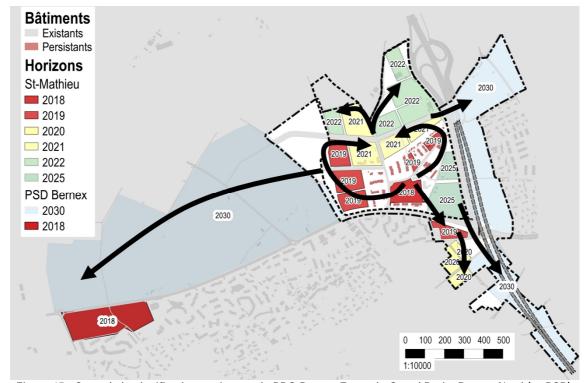


Figure 15 : Carte de la planification envisagée du PDQ Bernex Est et du Grand Projet Bernex Nord (ex PSD)



# 6.3 Surfaces brutes de plancher (SBP)

Les surfaces brutes de plancher (SBP) sont calculées d'une part pour les bâtiments existants (parc persistant futur) et d'autre part pour les nouveaux bâtiments, suivant les hypothèses de phasage et d'occupations parcellaires admises dans le plan guide du Grand Projet Bernex Nord [5],[6]. Une extraction du périmètre du PDQ Bernex Est est présentée dans le tableau suivant.

Table 3 : Répartition des surfaces de planchers pour le PDQ Bernex Est

N°secteur	Nº llot	Nature	Surface [m <sup>2</sup> ]	IUSª	Surface SBP <sup>b</sup> [m <sup>2</sup> ]	Ratio logement <sup>c</sup>	Nonbre logements	horizon de réalisation
Н	1	Logement / activité	10080	0	0	0%	0	2022
Н	2	Logement / activité	20600	1	20600	50%	110	2021
Н	4	Ecole / piscine	13307	0	8000		0	2019
Н	5	Logement / activité	18528	1.1	20380	50%	108	2021
Н	8	Logement / activité	15679	1.4	21951	80%	187	2019
Н	9	Logement / activité	12722	1.6	20355	80%	173	2019
Н	12	Déjà bâti	9479	-	5066		0	persistant
Н	13	Déjà bâti	9647		4775		0	persistant
I	1	Industrie / activité	12508	1	12508		0	2022
l	2	Industrie / activité	36715	1	36715		0	2022
l	3	Industrie / activité	12199	1	12199		0	2022
ı	9	Logement / activité	10251	1	10251		0	2021
ı	10	Industrie / activité	11282	1	11282		0	2021
J	2	Déjà bâti	14677	-	10777		0	persistant
J	3	Logement / activité	2389	1	2389	90%	23	2019
J	4	Déjà bâti	11152	-	5009	6.0000000000	0	persistant
J	5	Logement / activité	4569	1	4569	90%	44	2019
J	7	Déjà bâti	3583	-	956		0	persistant
J	8	Déjà bâti	3501	-	0		0	persistant
J	9	Déjà bâti	8578	1	6482			persistant
J	10	Déjà bâti	1962	-	0		0	persistant
J	12	Logement / activité	18461	1.5	27692	70%	206	2018
J	14	Déjà bâti	6067	*	5127		0	persistant
J	15	UNI	10537	0	35000		0	2025
J	16	UNI	27248	0	35000		0	2025
L	1	Logement / activité	8171	1.6	13074	30%	42	2019
L	3	Logement / activité	8415	1	8415	80%	72	2020
L	4	Logement / activité	5109	1	5109	70%	38	2020
L	7	Logement / activité	6963	1	6963	90%	67	2020

a source MSV, avec hypothèse SRE~SBP pour les nouveaux bâtiments et SBP=0.8 SRE pour l'existant.

<sup>&</sup>lt;sup>b</sup> source : calcul BG (en vert/grisé) sur la base des bâtiments persistants (MSV) et des hypothèse du PSD de juin 2012 pour la SBP des écoles et de l'université (en vert).

<sup>&</sup>lt;sup>c</sup> hypothèse BG pour les SBP activités : 50% administratif, 25% commerces et 25% restauration.



#### 6.4 Bilans énergétiques actuels et futurs

Etant donné le contexte quasi "vierge" du périmètre de travail, les besoins actuels ne sont pas détaillés, mais sont pris en compte dans l'établissement des besoins futurs.

Les besoins énergétiques futurs sont estimés sur la base des indices de demande énergétique des bâtiments existants et des standards énergétiques des bâtiments à construire, et selon les hypothèses des § 6.2 et 6.3.

Le standard énergétique de haute performance énergétique est appliqué par hypothèse pour tous les bâtiments neufs. Les besoins énergétiques futurs du PDQ, sans rénovation de l'existant, sont résumés dans les graphiques suivants (Figure 16 et Figure 17).

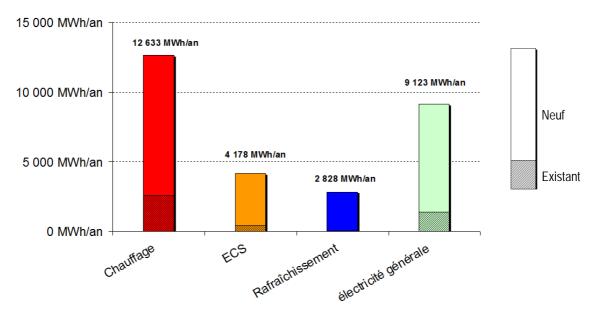


Figure 16: Besoins énergétiques futurs du PDQ



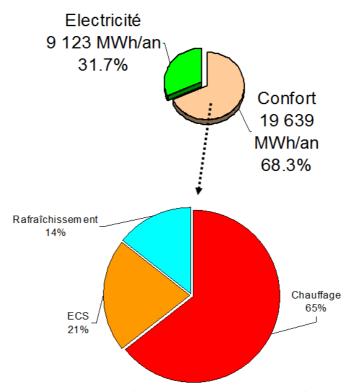


Figure 17 : Répartition des besoins énergétiques futurs du PDQ

#### Notons en complément que :

- Le parc existant, avec une surface de référence énergétique d'environ 29 000 m<sup>2</sup>, représentera près de 18% des besoins en chauffage et eau chaude sanitaire du périmètre avec presque 342 000 m<sup>2</sup> de SRE;
- La part d'énergie thermique chaude représentera 58.5% de la demande, suivie des besoins en électricité (31.7%) et des demandes de froid (9.8%).

#### 6.5 Représentation du bilan dans le périmètre élargi

Nous avons comparé le bilan énergétique du PDQ Bernex Est dans les bilans de son périmètre élargi, soit par rapport au Grand Projet Bernex Nord (ex-PSD) et par rapport à la commune de Bernex. Les estimations chiffrées, issues de ce CET et des estimations faites dans l'étude [1] sont présentées dans le tableau suivant. Les représentations graphiques de ces comparaisons sont représentées dans la Figure 18, Figure 19, et Figure 20.

Table 4 : Répartition des besoins énergétiques par périmètre et temporalité

	PDQ Bernex Est	% Bernex Nord	Bernex Nord	% commune Bernex futur	Commune Bernex actuel	Commune Bernex futur	% évolution
besoin thermique	19 639 MWh	40.6%	48 415 MWh	27.3%	129 036 MWh	177 451 MWh	37.5%
besoin électrique	9 123 MWh	29.3%	31 165 MWh	51.8%	29 000 MWh	60 165 MWh	107.5%
besoin global	28 762 MWh	36.1%	79 580 MWh	33.5%	158 036 MWh	237 616 MWh	50.4%



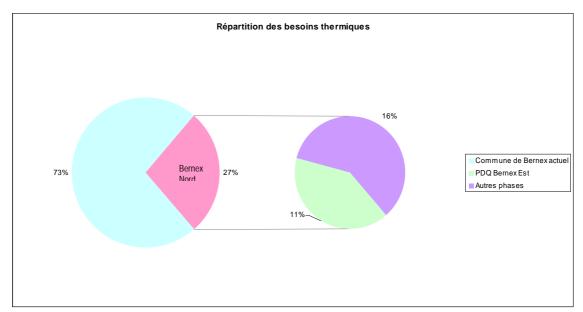


Figure 18 : Répartition des besoins thermiques par périmètre et temporalité

Le PDQ Bernex Est représente 11% du bilan thermique futur de la commune, et quasiment la moitié du bilan thermique de Bernex Nord. Les besoins thermiques de la commune seront augmentés d'environ 50% d'ici 2030.

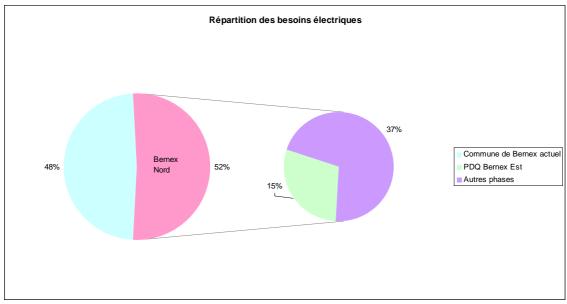


Figure 19 : Répartition des besoins électriques par périmètre et temporalité

Le PDQ Bernex Est représente 15% du bilan électrique futur de la commune, et environ 30% du bilan thermique de Bernex Nord. Les besoins électriques de la commune seront doublés d'ici 2030.



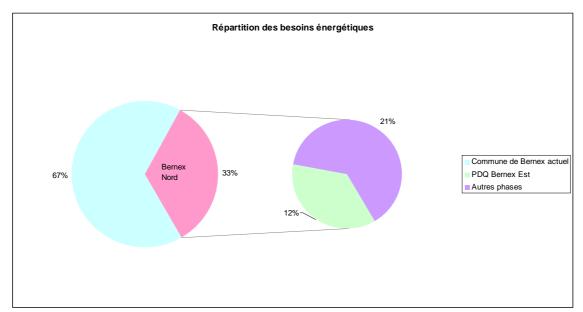


Figure 20 : Répartition des besoins globaux par périmètre et temporalité

Le PDQ Bernex Est représente 12% du bilan énergétique futur de la commune, et environ 35% du bilan de Bernex Nord. Les besoins énergétiques de la commune seront augmentés d'environ 30% d'ici 2030.

Ces observations montrent l'importance du concept énergétique à mettre en œuvre étant donné les représentations importantes des besoins des projets de développement. L'image actuelle du bilan de la commune étant fortement fossile [1], il est non seulement possible, avec un concept énergétique valorisant au maximum les ressources locales et renouvelables, de modifier l'approvisionnement d'1/3 du bilan énergétique futur de la commune, mais surtout de créer un concept qui doit également permettre d'aller vers la transition énergétique des 70% restants, du fossile vers du renouvelable, et la réduction des émissions de GES et de polluants.

#### 6.5.1 Localisation des demandes thermiques

La localisation des demandes thermiques est synthétisée sous une seule carte (Figure 21 et Annexe 3) représentant les différentes demandes exprimées en niveaux de température et intensités (en kWh/an). Les densités énergétiques sont également calculées mais non représentées graphiquement.

Les niveaux de température proviennent de la traduction des hypothèses suivantes :

- Les bâtiments neufs ont des besoins de chauffage moyenne température (25-50°C);
- Les bâtiments existants ont des besoins de chauffage haute température (45-75°C);
- Les besoins d'eau chaude sanitaire sont distingués et exprimés en haute température (60°C);
- Les bâtiments administratifs et commerciaux, ainsi que l'université, ont des besoins de rafraîchissement basse température (0-20°C)

Cette représentation permet de prévoir les zones prioritaires pour le développement des infrastructures de transport et de conversion d'énergie thermique, et de prendre la mesure de la taille relative des équipements techniques. De plus, la mise en corrélation de cette carte avec celle des ressources envisagées révèlera les orientations énergétiques possibles du territoire proposées au chapitre 7.

#### 6.5.2 Premières remarques

Le pôle d'enseignement supérieur se profile comme le plus grand consommateur potentiel de chauffage, étant donné l'importance des surfaces projetées.

La densité des demandes de rafraichissement met clairement en perspectives les zones à vocations administratives et commerciales, ainsi que l'université dans la mesure où les salles y sont climatisées.



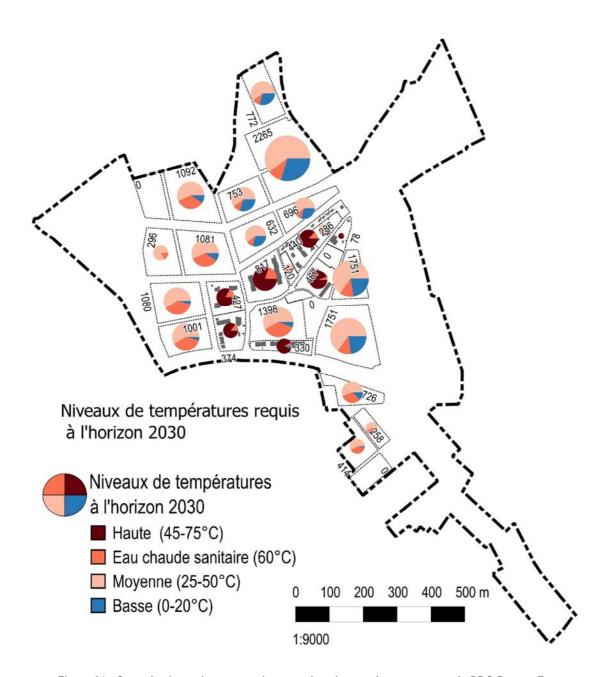


Figure 21 : Carte des intensités énergétiques et des niveaux de température du PDQ Bernex Est



#### 7. Concept énergétique

Les propositions d'orientations énergétiques du PDQ Bernex Est sont issues de l'analyse des opportunités et contraintes résultant de la superposition des cartes de demandes, de ressources et de la planification envisagée.

#### 7.1 Grands principes

#### Performance énergétique des bâtiments

- Mise en œuvre de bâtiments performants chauffés à basse température, afin de maximiser l'exploitation de la chaleur de l'environnement (géothermie, solaire) et de minimiser les pertes thermiques du réseau de transport et l'investissement des conduites;
- Prise en compte des réservations et prédispositions dans le design des futurs bâtiments (orientation et structure porteuse favorable au solaire, locaux techniques suffisants, systèmes hydrauliques...).

#### Captage des ressources locales

 Réservations à prévoir pour captage solaire, champs de sondes géothermiques et infrastructures de production et distribution de chaleur.

#### Construction de stocks thermiques saisonniers

• Exploitation optimale des ressources disponibles, gestion locale du déphasage entre offre et demande thermique.

#### Développement des réseaux thermiques

- Adéquation géographique entre la demande et l'offre énergétique, notamment en niveaux de températures;
- Optimisation du foncier et mutualisation des investissements par la superposition des fonctions techniques (réseau eau, communication, électrique, rafraichissement, chauffage, routes, déchets);
- Réseau de chaleur "intelligent"<sup>2</sup>: gestion des besoins saisonniers chaud/froid et des énergies renouvelables intermittentes (géothermie et solaire);
- Utilisation de Cadiom et du gaz pour les constructions existantes à court terme (transitoire) et en appoint des réseaux intelligents à long terme.

#### Centrale énergétique : production et exportation

 Développement de centrales solaires photovoltaïques et/ou de moteur de cogénération pour faire du périmètre un territoire producteur/exportateur d'énergie (le moteur de cogénération alimente le périmètre à la fois en chaleur et en électricité, dont une partie serait utilisée pour alimenter les pompes à chaleur géothermiques de bâtiments du périmètre hors de portée du réseau thermique).

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Système de distribution de chaleur multitubes (basse, moyenne et haute température) pour optimiser la valorisation des ressources énergétiques renouvelables du périmètre.



 Mise en œuvre d'une centrale de chauffe en lien avec les réseaux de distribution de chaleur SIG existants et futurs (dimension stratégique régionale). Cela peut être une centrale de production CCF alimentée au gaz et permettant à la fois de soutenir le réseau CAD existant (production thermique) et d'alimenter les pompes à chaleur installées dans le futur ou plus généralement de couvrir une partie des besoins électriques (production électrique solaire ou CCF).

#### 7.2 Concept énergétique proposé

Le concept énergétique issu de la corrélation offre-demande, en tenant compte des opportunités et contraintes territoriales et extraterritoriales, est représenté sous forme cartographique (Figure 22 et Annexe 4).

Notons que les infrastructures techniques sont données à titre indicatif car leur localisation exacte ne peut être connue à ce stade. Cependant des indications sont données sur l'emprise de ce type d'installations :

- Pour le forage de captage de l'eau de la nappe, il faut réserver une surface d'environ 150 m² (estimée depuis la surface du puits de captage Peney III), tandis que l'emprise au sol des installations thermiques sera entre 500 et 1'000 m² (estimé depuis les installations SIG de Laurana Parc).
- Pour la centrale de chauffe, qui doit contenir l'ensemble des échangeurs thermiques, les raccordements avec les réseaux et les chaudières d'appoints éventuels. Une réserve d'emprise entre 5'000 et 10'000 m² doit être envisagée.
- Pour le stockage thermique saisonnier, tout dépend de l'énergie que l'on souhaitera stockée.
   A titre indicatif un stock en terre relié à une production solaire thermique nécessite 10 m³/m² de capteurs. La surface de capteurs indicative est de 2.4 m²/MWh annuel. Pour une charge par CAD, reste à déterminer.



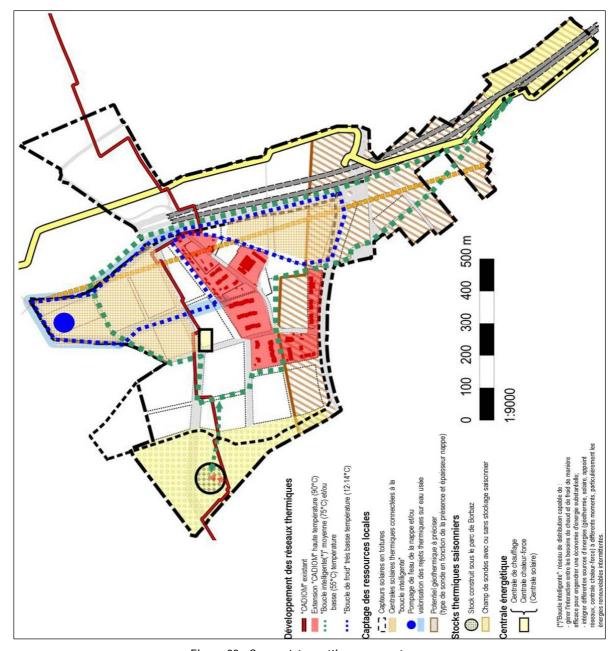


Figure 22 : Concept énergétique proposé



#### 7.3 Planification proposée pour l'application du concept énergétique

La mise en œuvre du concept énergétique proposé se réalise en plusieurs étapes chronologiques. Ces étapes sont proposées dans le Table 5 et l'Annexe 5.

SF7453.03-RN004\_CET PDQ Bernex Est\_Lpg



Table 5 : Planification des étapes de mise en œuvre du concept énergétique

Infrastructures	Dès 2014	Dès 2020	Dès 2025
Transformation locale d'énergie	Equiper les toitures existantes de panneaux solaires thermiques     Choix de l'exploitation ou non d'un doublet sur nappe     Détermination des surfaces de toitures des futures constructions à équiper en panneaux PV/thermiques (ratio optimum), et précaution à prendre (structure porteuse, ombres portées)     Etudier la faisabilité et le lieu d'implantation d'une centrale de chauffe (centrale chaleurforce) interconnectée au réseau existant (CADIOM haute température) et futur (basse ou moyenne température) et déterminer le rôle du PV (compensation PAC ou électricité spécifique)     Etudier et déterminer le type et la localisation des stocks thermiques saisonniers     Etudier et déterminer le type et la localisation des sondes géothermiques verticales et/ou des champs de sondes     Equiper les nouveaux bâtiments de sondes géothermiques verticales dans les zones favorables	<ul> <li>Equiper les nouveaux bâtiments publics de centrales solaires thermiques</li> <li>Construction, mise en charge et utilisation des stocks thermiques</li> <li>Installation des champs de sondes géothermiques</li> <li>Equiper les nouveaux bâtiments de sondes géothermiques verticales dans les zones favorables</li> <li>Construction de la centrale de chauffe (chaleur-force)</li> </ul>	Equiper les nouveaux bâtiments publics de centrales solaires thermiques (Université)     Installation des champs de sondes géothermiques     Equiper les nouveaux bâtiments de sondes géothermiques verticales dans les zones favorables
CADIOM (haute température 90°C)	Connexion des bâtiments existants	Connexion à la centrale de chauffe     Connexion au stock thermique Nord moyenne température	
Réseau STEP Aïre (niveau de T° à définir, moyenne, basse ou très basse température)	Préciser le tracé envisagé et déterminer le niveau de température de distribution	Connexion du réseau à la "boucle intelligente"	
Boucle "intelligente"" (moyenne 60°C et/ou basse température 35°C)	Réservations et localisation de galeries techniques     Détermination du type de réseau (2 ou 4 tubes) et le niveau de température de distribution	Construction et connexion des nouveaux bâtiments à haute performance énergétique     Connexion aux stocks saisonniers moyenne et/ou basse température (Nord et/ou Sud)	Extension du réseau
Boucle de froid (très basse température 12 °C)	Réservations et localisation de galeries techniques     Localisation du puits de pompage	Construction et connexion des preneurs au Nord du périmètre	Extension du réseau vers l'Université/HES

SF7453.03-RN004\_CET PDQ Bernex Est\_Lpg



#### 8. Acteurs et rôles

Trois niveaux d'acteurs sont d'abord identifiés pour l'application des principes du concept énergétique :

- Les autorités nationales et cantonales (Confédération et canton de Genève);
- Les autorités locales (Commune de Bernex)
- Les Maîtres d'ouvrage, les gestionnaires de biens immobiliers et les propriétaires.

Leurs implications et préoccupations sont résumées dans le tableau ci-après :

Table 6 : Implications et préoccupations des acteurs principaux

rable 6. Implications et preoccu	pations des acteurs principaux	<u> </u>
Confédération et Canton de Genève	Commune de Bernex	Maître d'Ouvrages Gestionnaires de biens im- mobiliers
		Propriétaires
Prescriptions légales et réglementaires (SIA)	Prescriptions au niveau des règlements d'urbanisme	Mise en œuvre et suivi des prescriptions
Politique énergétique (So-	Mise en œuvre de conditions	Optimisation des dépenses
ciété 2000W)	cadre	Pérennité des revenus
Déclinaison du CET aux niveaux supérieurs et infé-	Déclinaison du CET aux niveaux supérieurs et inférieurs	
rieurs	Incitations fiscales (impôt fon-	
Subventions	cier)	
Incitations fiscales	Exemplarité en tant que Maître	
Exemplarité en tant que	d'Ouvrage public	
Maître d'Ouvrage public	Cohérence avec les objectifs de la Commune	
	Identification d'opportuni- tés/synergies en lien avec les autres actions de la Commune	

Plus précisément, la mise en œuvre du concept énergétique proposé nécessite la mobilisation des acteurs suivants selon les mesures envisagées :





Table 7 : Mobilisation des acteurs selon orientations des concepts énergétiques

Mesures	Acteurs concernés	Rôle		
	Architectes	Favorisent la mise en œuvre des capteurs solaires : orientation et inclinaison des toitures et façades, structures porteuses adaptées (toit et façade).		
	Office Cantonal de l'Energie (OCEN)	Fait respecter l'obligation de couverture de 30% des besoins d'eau chaude sanitaire par du solaire (Len 2-30). Le cas échéant, fixe les mesures compensatoires.		
Valorisation du potentiel solaire sur les bâtiments	Commune de Bernex	A des règles d'urbanisme favorisant la mise en œuvre de capteurs solaires		
ies patiments	Promoteurs et maîtres d'ou- vrage	Investissent dans des centrales solaires		
	Société d'exploitation (SIG)	Atteint ses objectifs stratégiques de réduction des émissions de CO <sub>2</sub> et d'augmentation de la production renouvelable thermique		
	Office de l'urbanisme (OU)	Réserve des emplacements pour les infrastructures énergétiques : galeries techniques, centrale de chauffe, stocks thermiques, centrales solaires		
	Conseil d'état (pour une centrale de grande taille)	Autorise le projet sur la base de son acceptation par les parties prenantes : impact environnemental, émissions de CO <sub>2</sub> et choix du site d'implantation		
	Office Cantonal de l'Energie (OCEN)	Maintient une production d'électricité sans nucléaire		
		Définit des critères de compensation CO <sub>2</sub> et des mesures compensatoires.		
		Assure l'adéquation avec les PLQ et autres procédures de planification qui viendront après le PDQ		
Implantation d'une centrale de chauffe chaleur force (CCF) et/ou	Commune de Bernex	Accepte le projet et maîtrise le processus d'autorisation de construire		
solaire		S'assure de la compétitivité du coût de la chaleur et de l'électricité produite		
	Société d'exploitation (SIG)	Atteint ses objectifs stratégiques de production de 50% des besoins en électricité genevois (2020), et poursuit la substitution du mazout par le gaz (+15%).		
		Assure la sécurité de l'approvisionnement des réseaux thermiques, si nécessaire avec des centrales d'appoints		
	Promoteurs et maîtres d'ou- vrage	Obtiennent un prix compétitif pour la satisfaction et le confort des occupants		



		10
	Commune de Bernex	Prend en compte et soutient la mise en œuvre
Développement des sondes géo-	Promoteurs et maîtres d'ou- vrage	Intègrent et financent les projets
thermiques verticales	Service de Géologie, des sols et déchets (GESDEC)	Valide les lieux d'implantation et autorise les forages
	Bureau d'ingénieur	Dimensionne et met en œuvre les sondes géothermiques
	Architectes	Conçoivent des bâtiments à basse consommation énergétique
	Office Cantonal de l'Energie (OCEN)	Promeut et coordonne un projet pilote au niveau cantonal et national
	Commune de Bernex	Apporte un soutien politique au projet
Développement de stocks thermi-	Instituts de recherche (EPFL/UNIGE/HES-SO Ge- nève) et sous-traitants spé- cialistes	Effectuent la validation théorique et pratique de la performance du système par la modélisation thermique dynamique des stocks (en terre ou construits). Testent le système sur une maquette
ques saisonniers	Service de Géologie, des sols et déchets (GESDEC)	Valide le lieu d'implantation des stocks, la valorisation des sols et délivre les autorisations de construire
	Promoteurs et maîtres d'ouvrage	Définissent un surcoût admissible pour le système de capteurs solaires et le stockage par rapport à une variante conventionnelle de chauffage
	Société d'exploitation (SIG)	Organise le financement des installations
	Office de l'Urbanisme (OU)	Inscription dans les planifications ultérieures
	Bureau d'ingénieur	Dimensionne et met en œuvre les stocks
Utilisation de l'eau de la nappe dans une boucle froide	Service de Géologie, des sols et déchets (GESDEC)	Réalise un forage test supplémentaire. Autorise le forage et l'exploitation de l'eau de la nappe
	Fondation pour les terrains	Favorise l'implantation et le développement des entreprises avec des besoins de froid dans la zone pro- che du forage
	industriels de Genève (FTI)	Promeut les principes de l'écologie industrielle (exploitation des synergies, utilisation des énergies renouvelables, efficience énergétique)
	Commune de Bernex	Promeut l'implantation et le développement d'activités impliquant des processus de froid (grandes surfaces commerciales, stockage agro-alimentaire, lieux de rassemblements, etc.) à proximité du forage



	Down and All and Callerin	One Control to the last of the Control of the Contr
	Bureau d'ingénieur	Confirme le potentiel d'exploitation de la nappe par l'analyse des résultats du forage test.
		Réserve et dimensionne la boucle de froid : le PDQ pourrait prévoir une réservation sous les chemins et routes à créer (ou à requalifier). Etude de faisabilité (coûts) d'éventuelles galeries techniques
	Office de l'Energie (OCEN)	Valide le concept d'utilisation de la nappe (ressource renouvelable locale)
	Université de Genève (UNIGE)	Adoptent une architecture informatique basée sur des terminaux informatiques légers ("thin client") qui dépendent d'un centre de traitement de données ("data center") regroupé sur le campus de Bernex.
	Hautes écoles de Genève (Hes-so Genève)	Souscrivent/réservent de la puissance sur la boucle de froid pour le rafraîchissement des locaux, des salles de conférence et le refroidissement permanent du centre de traitement des données ("data center").
	Office cantonal des véhicules (OCV)	Souscrivent/réservent de la puissance de rafraîchissement sur la boucle de froid pour le rafraîchissement
	Entreprises et bureaux implantés	des locaux et le fonctionnement des machines frigorifiques.
	Office de l'Urbanisme (OU), Direction Générale du Génie Civil (DGGC), Département de l'Intérieur, de la Mobilité et de l'Environnement (DIME)	Valident le tracé et le concept de galeries techniques et délivrent les autorisations de construire
Développement d'une boucle thermique "intelligente basse (35°C) ou	Office Cantonal de l'Energie (OCEN)	Soutient et promeut un système innovant, efficace et intelligent
moyenne température (60°)"	Commune de Bernex	Accepte et soutient le projet
	Bureau d'ingénieur	Réserve et dimensionne la boucle intelligente: le PDQ pourrait prévoir une réservation sous les chemins et routes à créer (ou à requalifier). Etude de faisabilité (coûts) d'éventuelles galeries techniques
	Promoteurs et maîtres d'ou- vrage	Investissent dans un système performant, centralisé et intelligent pour réduire les coûts annuels d'exploitation
	Société d'exploitation (SIG)	Incite les propriétaires à remplacer les chaudières existantes par une connexion au réseau.
Extension du réseau CADIOM haute	Propriétaires des bâtiments existants	Remplacent les chaudières existantes par des connexions au réseau
température (90°C)	Commune de Bernex	Poursuit les objectifs du Plan Directeur Communal des Energies par le raccordement des bâtiments existants sur la commune



Connexion au réseau "STEP Aïre"	Société d'exploitation (SIG)	Confirme la réservation du tracé indicatif et les niveaux de température pour le réseau en lien avec la Step d'Aïre
---------------------------------	------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



#### 9. Conclusions

Le concept énergétique a pour vocation de tendre vers l'autonomie énergétique du périmètre via la valorisation maximale des énergies renouvelables. Compte-tenu du phasage et de la richesse énergétique du périmètre du PDQ Bernex Est et de son périmètre élargi, le concept énergétique proposé permet d'atteindre cet objectif et le dépasser, soit :

- anticiper la réalisation du Grand Projet dans sa totalité, par la préparation des infrastructures de production et de distribution d'énergie;
- tendre vers la transition énergétique de la commune de Bernex, dont le taux de dépendance fossile est aujourd'hui majeur;
- lui donner une dimension stratégique régionale.

Le territoire du PDQ Bernex Est présente pour cela des opportunités techniques multiples en synergie avec les autres contraintes ou opportunités des disciplines connexes :

- La possibilité de réaliser différents stockages saisonniers (en terre ou construit) en valorisant le sous-sol (exploitation des graviers);
- La possibilité d'utiliser les toitures des bâtiments publics (OCV, Université) pour implanter des centrales solaires de grande taille;
- La possibilité de créer des réseaux thermiques multitubes inclus dans des galeries techniques multiréseaux (CAD, telecom, fibre optique, eau, gaz...);
- La possibilité de créer une centrale de production CCF alimentée au gaz et permettant à la fois de soutenir le réseau CAD existant (production thermique) et d'alimenter les pompes à chaleur installées dans le futur ou plus généralement de couvrir une partie des besoins électriques (production électrique solaire ou CCF).

Ainsi, au vu de cette étude, le périmètre du PDQ Bernex Est et son périmètre élargi présentent la plus grande capacité de nœud et de transition énergétique pour la commune de Bernex et pour le Canton.



#### 10. Propositions de suites à donner

Dans le but d'affirmer le concept énergétique, il serait préférable dans un premier temps de :

- 6. Identifier et impliquer les acteurs dans un processus d'aide à la décision via une analyse multicritères du concept énergétique
- 7. Lever les incertitudes sur les caractéristiques de la nappe du Rhône pour préciser :
  - Localisation d'un doublet géothermique (Nord)
    - Réalisation de 2 forages destructifs (jusqu'à 5m dans la molasse) au nord du forage de reconnaissance S1
  - Localisation des stocks, des champs de sondes et des sondes géothermiques verticales
    - 1 forage destructif au Sud (proche Tunnel et terrains agricoles), dont la localisation reste à préciser, pour notamment valider la capacité du sol à accueillir un stock thermique saisonnier

Localisation et réalisation de forages de reconnaissances avec l'aide d'un géologue pour les champs de sondes et sondes géothermiques verticales



#### 11. Glossaire

BT / HT : Basse Température, Haute Température

CAD: Chauffage à Distance

Cadiom : Chauffage à Distance à partir de l'Incinération des Ordures Ménagères

CCF : Cogénération : couplage chaleur force / installation produisant simultanément électricité et

chaleur

CO: Cycle d'orientation CO2 : Dioxyde de carbone

COP : Coefficient de Performance d'une pompe à chaleur COS/CUS : Coefficient d'Occupation/Utilisation du Sol

**COV** : Composés Organiques Volatiles

CVCSER: Chauffage, Ventilation, Climatisation, Sanitaire, Electricité, Régulation

DD: Demande définitive (autorisation construire)

DGAT : Direction Générale de l'Aménagement du Territoire DGNP : Direction Générale de la Nature et du Paysage

ECS: Eau Chaude Sanitaire

Energie primaire : Forme d'énergie disponible dans l'environnement naturel avant transformation (pétrole brut, gaz naturel, biomasse, rayonnement solaire, énergie hydraulique...)

Energie finale : Energie livrée au consommateur pour satisfaire ses besoins (carburant, électricité, mazout, pellets...)

Energie utile : Quantité d'énergie effectivement utilisée sous forme de prestation par le consommateur : chaleur, travail mécanique, éclairage... Les pertes dues à la phase de transformation d'énergie finale en énergie utile sont déduites.

EMS: Etablissement Médico-Social

GE: Genève

GES: Gaz à effet de serre

GIS: Geographical Information System (Système d'Information Géographique

HES: Haute école spécialisée

HPE : Haute Performance Energétique IDC : Indice de Dépense de Chaleur IDE : Indice de Dépense d'Energie IUS: Indice d'utilisation du sol

NO2: Dioxyde d'azote

OFEN : Office fédéral de l'énergie

OFEV : Office fédéral de l'environnement OCV: Office cantonal des véhicules OPair : Ordonnance de Protection de l'Air OPB : Ordonnance de Protection contre le Bruit

ORC: Cycle de Rankine Organique

PAC: Pompe à Chaleur

PAFVG: Projet d'agglomération franco-valdo-genevois

PDCom: Plan Directeur Communal

PDQ/PLQ/PQ: Plan Directeur de Quartier/Plan Localisé de Quartier / Plan de Quartier

PM10 : Particules fines PPE : Propriété Par Etage



PV : Photovoltaïque
REN : Energies renouvelables
SBP : surface brute de plancher
SCanE : Service Cantonal de l'Energie
SIA : société suisse des ingénieurs et architectes
SIG : Services Industriels de Genève

SO2: dioxyde de souffre

SRE : Surface de Référence Energétique STEP : Station de Traitement des Eaux Polluées THPE: Très Haute Performance Energétique

Th : Thermique

USTSC : Union suisse des professionnels de la technique sanitaire et chauffage



#### 12. Références

- [1] Luc Girardin, Loïc Lepage, Olivier Ouzilou, Rapport d'étude énergétique du périmètre PSD Bernex Nord Orientations énergétiques, BG Ingénieurs Conseils SA, Novembre 2012
- [2] Service cantonal de l'énergie (ScanE), Plan directeur cantonal de l'énergie 2005-2009, République et canton de Genève ,Département du territoire.
- [3] Pierre-Jean Duc, Christophe Büchelin, Catherine Lavallez, Plan directeur communal des énergies, Projet sur mandat de la Commune, A+W Ingénieurs Conseils, Version 5, 31 mars 2011.
- [4] Stéphane Verdon, Périmètre d'aménagement coordonné (PAC) Bernex-Est, Plan directeur de quartier (PDQ) n° 29724, B+C Ingénieurs, août 2010.
- [5] Plan-Guide, Bernex Nord PSD BEN, Maîtrise d'œuvre urbaine, MSV architectes urbanistes sàrl, COPRO avril 2012.
- [6] Plan Guide, Bernex Nord PSD Bernex, Maîtrise d'œuvre urbaine, MSV, Affectations et surfaces, juin 2012
- [7] Pascal Piguet, Loïc Lepage, Image directrice de l'énergie du PSD Bernex-Nord- Etat des lieux environnemental, BG Ingénieurs Conseils, Septembre 2011
- [8] Loïc Lepage, Luc Girardin, Image directrice de l'énergie du PSD Bernex-Nord, Scénarios énergétiques globaux, BG Ingénieurs Conseils, Mars 2012,
- [9] Loïc Lepage, Luc Girardin, Image directrice de l'énergie du PSD Bernex-Nord, Premières orientations énergétiques, BG Ingénieurs Conseils, Mai 2012
- [10] Services Industriels de Genève (SIG), Collectivités L'électricité, <a href="http://www.sig-qe.ch/collectivites/electricite/">http://www.sig-qe.ch/collectivites/electricite/</a>
- [11] Etat de Genève, Service de l'organisation et des systèmes d'information (SOSI), Système d'information du territoire genevois (SITG)
- [12] MSV ARCHITECTES URBANISTES SARL, PSD BERNEX ETUDE URBAINE,
- [13] Pascale Ducommun, Pascal Piguet, Nicolas Rist, Eléments relatifs au sous sol du périmètre BEN -Contraintes et opportunités, Note technique n° 1 Novembre 2011
- [14] Simon Pinzelli, Michel Goudard, Nicolas Rist, Rapport d'étude du concept de gestion des déchets du périmètre PSD Bernex Nord, PSD Bernex Nord (BEN) Maîtrise d'œuvre urbaine, BG Ingénieurs Conseils, juillet 2012.
- [15] Jonathan Demierre, Prof. Daniel Favrat, Pompe à chaleur thermique à double cycle de Rankine, Rapport annuel 2010, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Office fédéral de l'énergie OFEN, Programme de recherche Pompes à chaleur, CCF, froid
- [16] D. Favrat, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Progress and perspective in heat pumping technologies and applications, 9th International IEA Heat Pump Conference, 2008, Zürich, Switzerland.
- [17] Outil «Quartiers durables by SméO», Offices fédéraux de l'énergie (OFEN) et du développement territorial (ARE), Canton de Vaud, Ville de Lausanne, <a href="http://www.smeo.ch/">http://www.smeo.ch/</a>

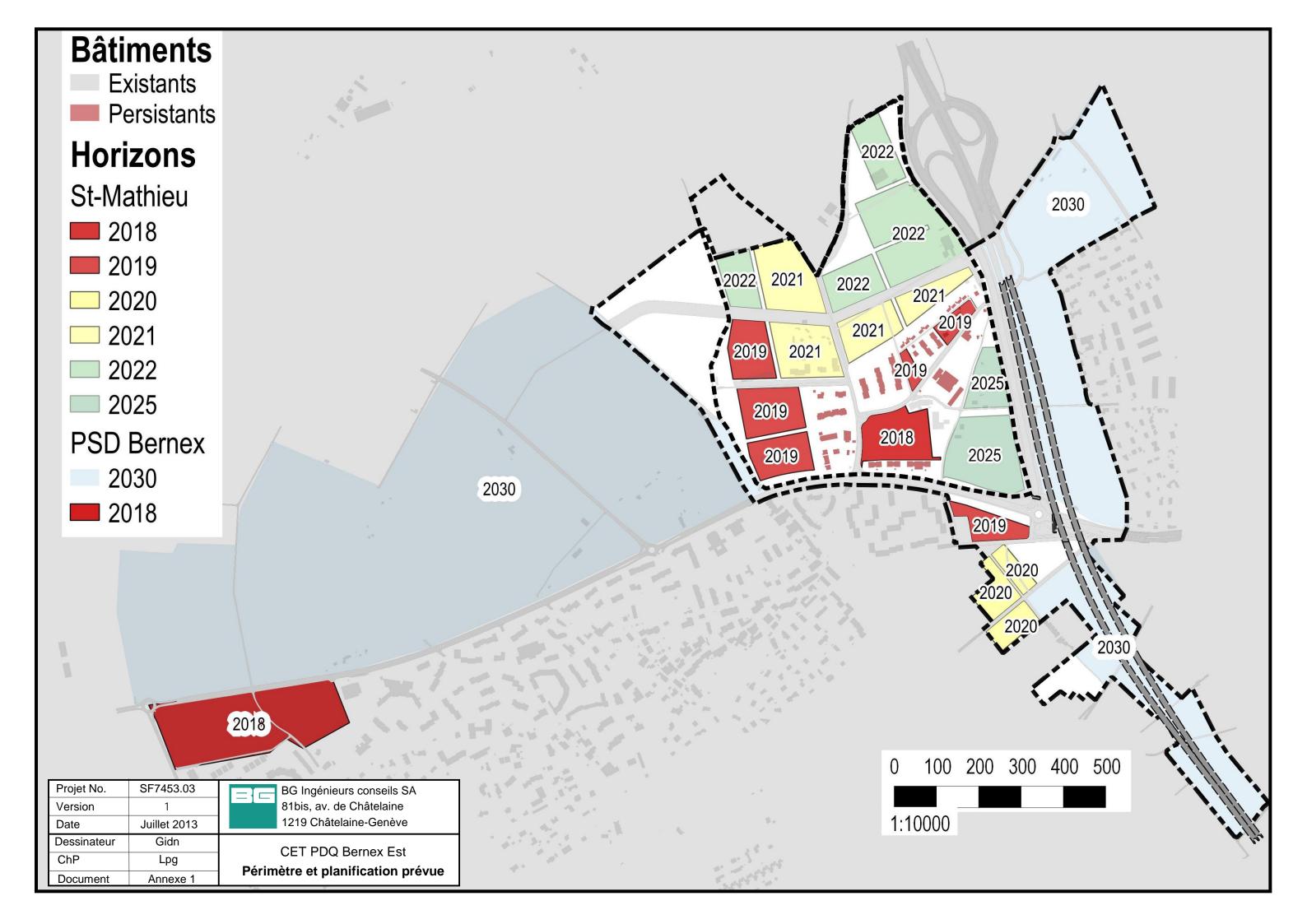




- [18] Luc Girardin, Loïc Lepage, Frank Doppenberg, Caroline Fabre, Olivier Ouzilou, Bernex Nord PSD Bernex, Maîtrise d'œuvre urbaine, Eléments relatifs au stockage solaire saisonnier, Dossier technique PSD Bernex Nord (BEN), BG Ingénieurs Conseils SA, mai 2012
- [19] Office fédéral de l'énergie (OFEN), Office fédéral du développement territorial (ARE), Quartiers durables, <a href="http://quartiers-durables.ch/">http://quartiers-durables.ch/</a>



# **Annexes**



### **Solaire**

Zones favorables

PDQ Bernex-Est & Borbaz

St-Mathieu

# **Energie Fossile**

Gaz naturel

Gazoduc

Oléoduc

# Réseaux thermiques

Haute température (90°C)

---- CADIOM

Moyenne(75°C) ou basse(55°C) ou très basse (12°C) température

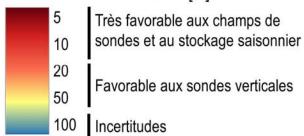
Projet d'infrastructure STEP Aïre (2014)

### Géothermie

Nappe du Rhône

Favorable aux champs de sondes géothermiques

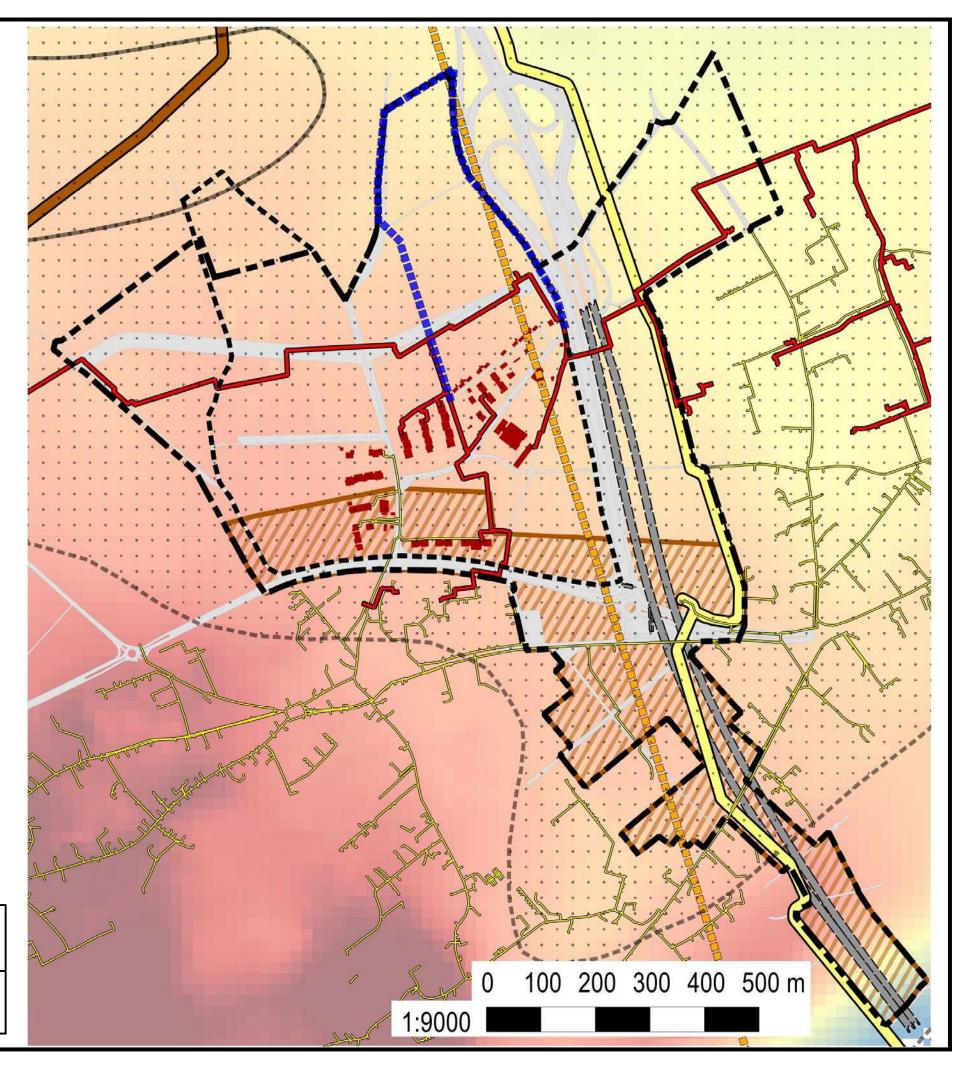
### Profondeur de la molasse [m]

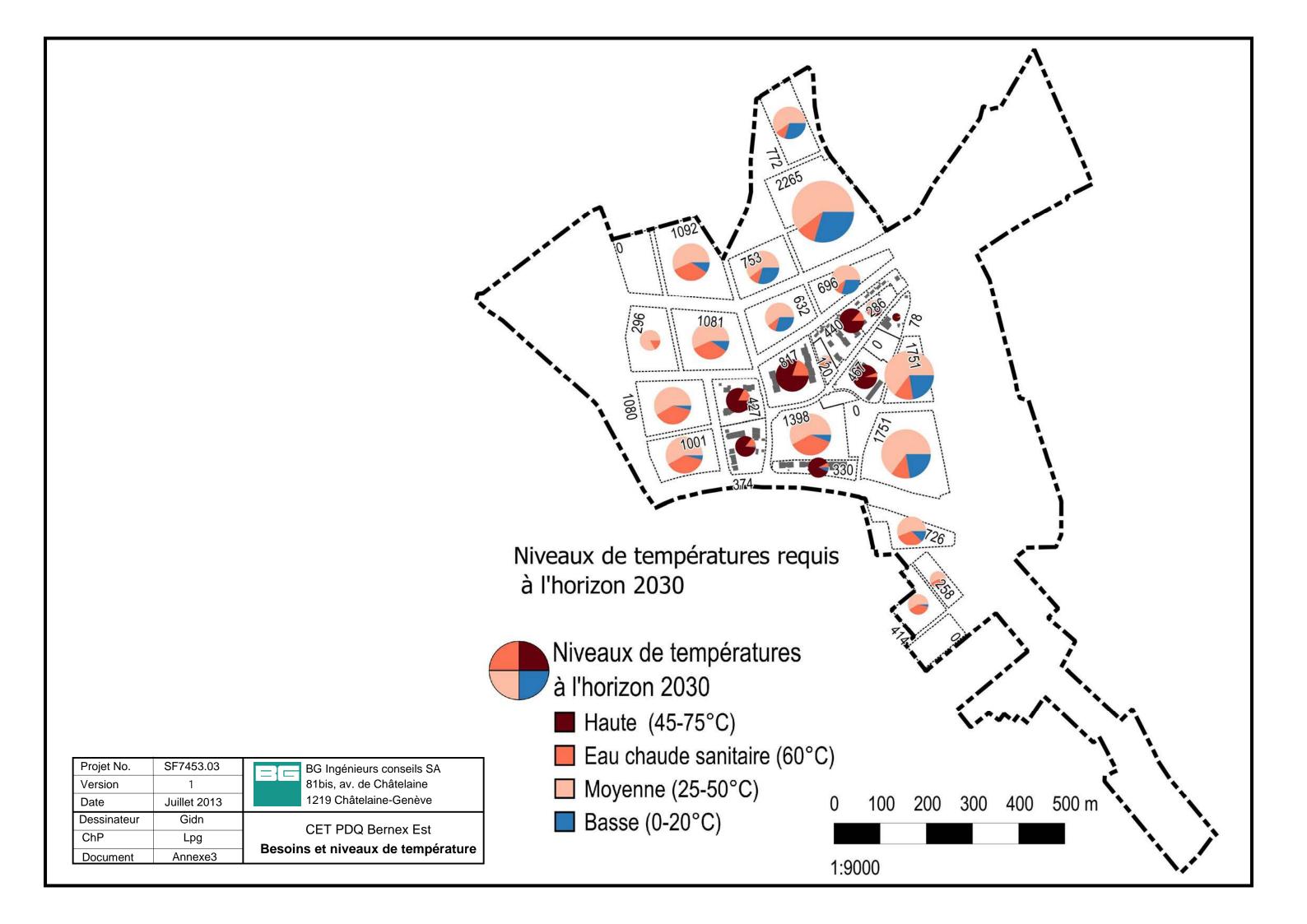


# Valorisation thermique

Projet de conduites d'eaux usées

Projet No.	SF7453.03	BG Ingénieurs conseils SA
Version	1	81bis, av. de Châtelaine
Date	Juillet 2013	1219 Châtelaine-Genève
Dessinateur	Gidn	CET PDQ Bernex Est
ChP	Lpg	
Document	Annexe 2	Localisation des ressources





Projet No. Version	SF7453.03	BG Ingénieurs conseils SA 81bis, av. de Châtelaine
Date	Sept 2013	1219 Châtelaine-Genève
Dessinateur	Gidn	CET PDQ Bernex Est
ChP	Lpg	
Document	Annexe4	Concept énergétique proposé

### Développement des réseaux thermiques

"CADIOM" existant

Extension "CADIOM" haute température (90°C)

"Boucle intelligente(\*)" moyenne (75°C) et/ou basse (55°C) température

"Boucle de froid" très basse température (12-14°C)

### Captage des ressources locales

Capteurs solaires en toitures

Centrales solaires thermiques connectées à la "boucle intelligente"

Pompage de l'eau de la nappe et/ou

valorisation des rejets thermiques sur eau usée

Potentiel géothermique à préciser (type de sonde en fonction de la présence et épaisseur nappe)

### Stocks thermiques saisonniers

Stock construit sous le parc de Borbaz

Champ de sondes avec ou sans stockage saisonnier

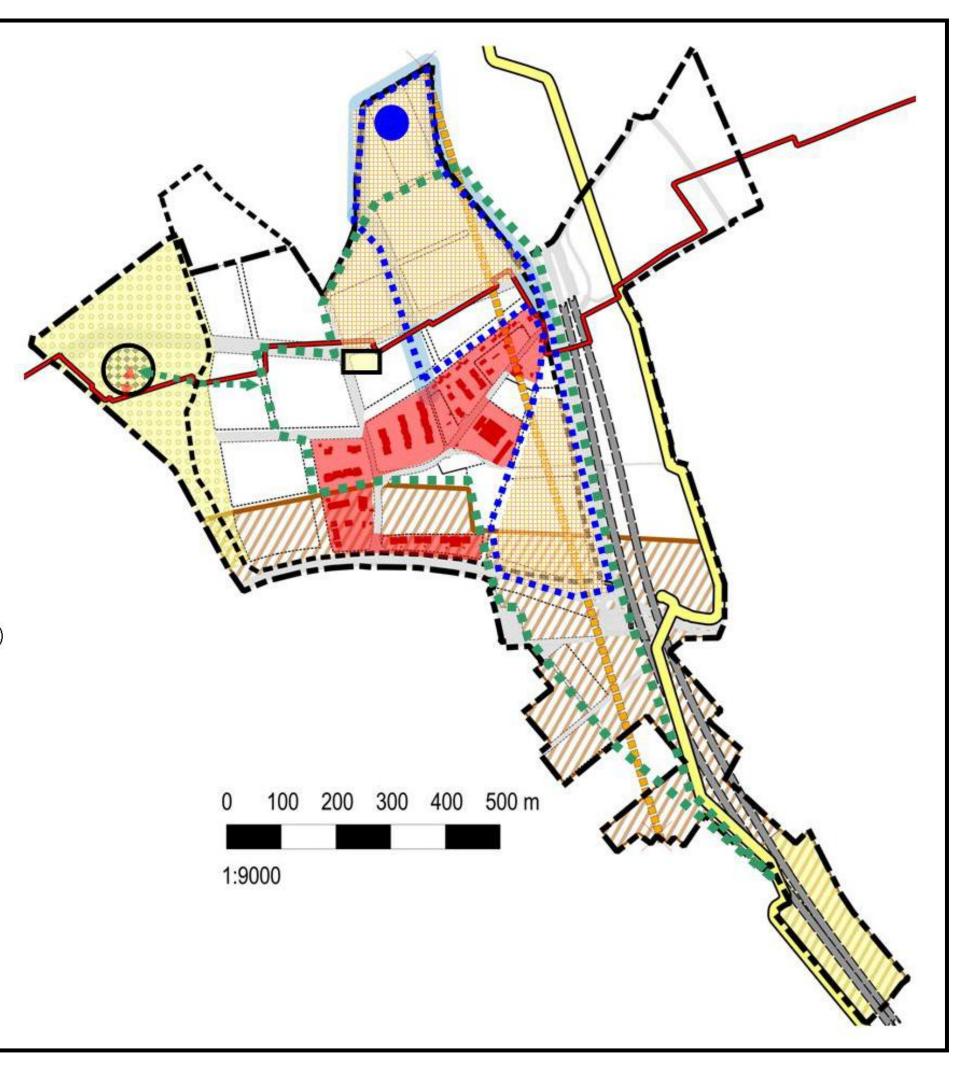
# Centrale énergétique

Centrale
Centrale

Centrale de chauffage Centrale chaleur-force (Centrale solaire)

(\*)"Boucle intelligente": réseau de distribution capable de :

- gérer l'interaction entre les besoins de chaud et de froid de manière efficace pour engendrer une économie d'énergie substantielle;
- intégrer différentes sources d'énergies (géothermie, solaire, appoint réseaux, centrale chaleur-force) à différents moments, particulièrement les énergies renouvelables intermittentes.



Projet No.	SF7453.03	BG Ingénieurs conseils SA
Version	1	81bis, av. de Châtelaine
Date	Sept 2013	1219 Châtelaine-Genève
Dessinateur	Gidn	CET PDQ Bernex Est
ChP	Lpg	· ·
Document	Annexe5	Planification de mise en œuvre

Infrastructures	Dès 2014	Dès 2020	Dès 2025
Transformation locale d'énergie	<ul> <li>Equiper les toitures existantes de panneaux solaires thermiques</li> <li>Choix de l'exploitation ou non d'un doublet sur nappe</li> <li>Détermination des surfaces de toitures des futures constructions à équiper en panneaux PV/thermiques (ratio optimum), et précaution à prendre (structure porteuse, ombres portées,)</li> <li>Etudier la faisabilité et le lieu d'implantation d'une centrale de chauffe (centrale chaleurforce) interconnectée au réseau existant (CADIOM haute température) et futur (basse ou moyenne température) et déterminer le rôle du PV (compensation PAC ou électricité spécifique)</li> <li>Etudier et déterminer le type et la localisation des stocks thermiques saisonniers</li> <li>Etudier et déterminer le type et la localisation des sondes géothermiques verticales et/ou des champs de sondes</li> <li>Equiper les nouveaux bâtiments de sondes géothermiques verticales dans les zones favorables</li> </ul>	<ul> <li>Equiper les nouveaux bâtiments publics de centrales solaires thermiques</li> <li>Construction, mise en charge et utilisation des stocks thermiques</li> <li>Installation des champs de sondes géothermiques</li> <li>Equiper les nouveaux bâtiments de sondes géothermiques verticales dans les zones favorables</li> <li>Construction de la centrale de chauffe (chaleur-force)</li> </ul>	<ul> <li>Equiper les nouveaux bâtiments publics de centrales solaires thermiques (Université)</li> <li>Installation des champs de sondes géothermiques</li> <li>Equiper les nouveaux bâtiments de sondes géothermiques verticales dans les zones favorables</li> </ul>
CADIOM (haute température 90°C)	Connexion des bâtiments existants	<ul> <li>Connexion à la centrale de chauffe</li> <li>Connexion au stock thermique Nord moyenne température</li> </ul>	
Réseau STEP Aïre (niveau de T° à définir, moyenne, basse ou très basse température)	Préciser le tracé envisagé et déterminer le niveau de température de distribution	Connexion du réseau à la "boucle intelligente"	
Boucle "intelligente"" (moyenne 60°C et/ou basse température 35°C)	<ul> <li>Réservations et localisation de galeries techniques</li> <li>Détermination du type de réseau (2 ou 4 tubes) et le niveau de température de distribution</li> </ul>	<ul> <li>Construction et connexion des nouveaux bâtiments à haute performance énergétique</li> <li>Connexion aux stocks saisonniers moyenne et/ou basse température (Nord et/ou Sud)</li> </ul>	Extension du réseau
Boucle de froid (très basse température 12 °C)	<ul> <li>Réservations et localisation de galeries techniques</li> <li>Localisation du puits de pompage</li> </ul>	<ul> <li>Construction et connexion des preneurs au Nord du périmètre</li> </ul>	Extension du réseau vers l'Université/HES

# Feuille de validation et suivi des modifications du concept énergétique territorial

#### Cette feuille faite partie intégrante du CET validé

### CET 2014-03 associé au PDQ Bernex Est

#### Commentaires de l'OCEN

Le CET est validé par l'OCEN avec la réserve suivante :

 P.16 à 19 notamment : Le CET 2014-03 reprend des éléments issus des études énergétiques pour le Plan Guide du GP Bernex. Il en résulte quelques inexactitudes en raison de changements programmatiques intervenus entretemps, notamment, la couverture autoroutière qui n'a pas été reprise dans le PDQ Bernex Est.

Date: 11.04.2014

Bon pour validation:

Visa:

Fabrice Guignet Adjoint scientifique