

Bellevue
european energy award



COMMUNE DE BELLEVUE
PLAN DIRECTEUR COMMUNAL DE L'ENERGIE
Concept énergétique territorial



Mise à jour

janvier 2017

Impressum

Maître d'ouvrage	Commune de Bellevue Mme Enrica D'Alfonso Route de Lausanne 329 CH 1293 Bellevue Tél. +41 22 959 88 20 Fax. +41 22 959 88 21
Mandataire	 B+S ingénieurs conseils SA Chemin Rieu 8 1208 Genève Tél. +41 22 735 55 45 Fax. +41 22 786 00 91 http://www.bourquin-stencek.ch/
Rédaction	Maria Wägli, ing dipl. EPF
Distribution	Géraldine Chollet, OCEN Enrica D'Alfonso, commune de Bellevue
Versions	Version 8
Date	19 janvier 2017
Intitulé	C:\Users\mwaegli\Documents\MANDATS\Bellevue\PDE_Bellevue_V4.docx

Table des matières

1.	INTRODUCTION	1
1.1	Enjeux globaux	1
1.2	Missions / Objectifs / Méthodologie.....	1
2.	Contexte énergétique et climatique	3
2.1	Cadres de référence	3
2.1.1	Niveau fédéral : stratégie énergétique 2050.....	3
2.1.2	Adaptation aux changements climatiques – Plan d'action 2014-2019 – Deuxième volet de la stratégie du Conseil fédéral.....	3
2.1.3	Niveau cantonal.....	4
2.2	Périmètre d'étude et horizons	10
2.2.1	Le plan directeur cantonal Genève 2030	10
2.2.2	Périmètre élargi.....	12
2.2.3	Plan directeur communal et les projets d'aménagement.....	13
2.2.4	Définition des horizons considérés	16
3.	Richesse énergétique du territoire.....	17
3.1	Etat des lieux environnemental.....	17
3.1.1	Qualité de l'air	17
3.1.2	Sous-sol et protection des eaux souterraines	18
3.1.3	Mesures de protection des bâtiments et des sites	19
3.1.4	Parcelles polluées	21
3.1.5	Bruit	22
3.1.6	Synthèse de l'état des lieux environnemental	23
3.2	Ressources énergétiques renouvelables	23
3.2.1	Solaire	23
3.2.2	Géothermie	25
3.2.3	Air	28
3.2.4	Eau du lac : GeniLac® et exploitation de la station de pompage existante.....	28
3.2.5	Cours d'eau.....	29
3.2.6	Biomasse.....	30
3.2.7	Valorisation des rejets thermiques existants ou potentiels.....	30
3.3	Synthèse des ressources disponibles	31
4.	Infrastructures énergétiques actuelles et projetées	36
4.1	Réseau gaz	36

4.2	Réseaux CAD.....	36
4.3	GeniLac® et la station de pompage.....	37
5.	BESOINS ÉNERGÉTIQUES DU TERRITOIRE	38
5.1	Hypothèses considérées.....	38
5.2	Estimation des surfaces de référence énergétique (SRE)	38
5.2.1	Bâtiments existants	38
5.2.2	Rénovation des bâtiments à l'horizon 2030.....	39
5.2.3	Nouveaux bâtiments à horizon 2030	40
5.3	Bilan des consommations d'énergie finale.....	42
5.4	Bilan des consommations d'énergie utile	43
5.4.1	Répartition des demandes par services énergétiques	43
5.4.2	Répartition des agents énergétiques dans la demande d'énergie utile	45
5.5	Corrélation entre ressources énergétiques et besoins à horizon 2030	47
5.6	Localisation des demandes énergétiques de la commune	49
5.6.1	Carte des demandes de chauffage	49
5.6.2	Carte des demandes d'eau chaude sanitaire	51
5.7	Carte des secteurs énergétiques	53
6.	Concepts énergétiques proposés.....	54
6.1	Concept "maîtrise de l'énergie"	54
6.2	Concept "Pompage de l'eau du lac - extension CAD communal "	55
6.3	Concept "autonomie énergétique"	56
6.4	Concept "zone villas".....	57
7.	Politique énergétique.....	58
7.1	Programme de politique énergétique.....	58
7.1.1	Vision en matière de politique et de développement durable	58
7.1.2	Principes directeurs.....	58
7.1.3	Objectifs généraux.....	58
7.1.4	Objectifs spécifiques.....	59
7.1.5	Volet opérationnel.....	60
7.2	Bilan énergétique prévisionnel de la commune.....	60
7.2.1	Hypothèses	60
7.2.2	Bilan énergétique actuel 2014.....	61
7.2.3	Bilan énergétique prévisionnel 2030.....	62
7.2.4	Vérification de l'atteinte des objectifs	64

7.3	Définition des scénarios tests d'actions	64
7.3.1	Scénario « Extension CAD-Lac »	65
7.3.2	Scénario « PAC-Géothermie »	65
7.3.3	Scénario « Transition renouvelable »	65
7.4	Synthèse sur les objectifs à atteindre	67
7.4.1	Part d'énergie renouvelable	67
7.4.2	Part d'énergie non renouvelable (société à 2000 watt en 2050)	67
7.4.3	Emissions de CO2	67
7.4.4	Energie primaire globale	67
8.	Rôle des différents acteurs et mise en œuvre des stratégies	69
9.	Conclusions.....	71

GLOSSAIRE

CAD : Chauffage à distance

CCF : Couplage chaleur-force

CGE : Conception générale de l'énergie

CP : Comité de pilotage

ECS : Eau chaude sanitaire

GESDEC : Service cantonal de géologie, sols et déchets

LEn : Loi sur l'énergie

OCEN : Office cantonal de l'énergie

OCSTAT : Office cantonal de la statistique

OFS : Office fédéral de la statistique

PAC : Pompe à chaleur

PACA : Projet d'aménagement coordonné d'agglomération

PDCom : Plan directeur communal

PDE : Plan directeur communal de l'énergie

PLQ : Plan localisé de quartier

RegBL : Registre fédéral des bâtiments et logements

REn : Règlement d'application de la loi sur l'énergie

SIG : Services industriels genevois

SITG : Système d'information du territoire genevois

ZDIA : Zone de développement industriel et artisanal

1. INTRODUCTION

1.1 Enjeux globaux

Le réchauffement climatique et l'épuisement des ressources 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 et la démarche suivante doit être adoptée :

- 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. Les communes, territoires soumis à des développements importants d'ici 2030, représentent une échelle territoriale et politique stratégique pour les questions de consommation et d'approvisionnement énergétiques.

1.2 Missions / Objectifs / Méthodologie

La commune de Bellevue se caractérise par une volonté formalisée de développer sa politique énergétique territoriale à moyen et long terme.

L'adhésion à l'association Cité de l'énergie® du programme fédéral SuisseEnergie pour les communes en 2004, et l'obtention du label du même nom pour la première fois en 2006, ont été les premiers pas de la commune vers la mise en place d'une politique énergétique. Avec la création d'un comité de pilotage (CP) en novembre 2009, intégré dans le règlement du Conseil Municipal, Bellevue innove par la démarche transversale de cette nouvelle entité, qui se veut proche de la vie communale.

Pour une gestion efficace et durable de l'énergie sur son territoire, il manquait à la commune un outil de gestion, de suivi et de planification énergétique. C'est pourquoi Bellevue a décidé d'établir un **Plan directeur communal de l'énergie (PDE)**, objet de ce présent document.

L'élaboration du présent PDE n'a pas d'obligation légale. Elle s'insère néanmoins dans le nouveau contexte légal cantonal où, selon l'article 12A, alinéa 1, du règlement d'application de la loi sur l'énergie (REn), « *peuvent faire l'objet d'un concept énergétique territorial, en application de l'article 11, alinéa 3, de la loi, les portions de territoire qui présentent d'importants enjeux énergétiques ou environnementaux en relation avec l'utilisation de l'énergie* ».

La commune de Bellevue souhaite que le présent PDE remplisse également cette fonction. De ce fait, ce PDE devra respecter la **directive relative au concept énergétique territorial** et sera soumis à la validation de l'Office cantonal de l'énergie (OCEN).

Après une mise en contexte (politique, environnemental), un état des lieux énergétique est réalisé. Cet état des lieux concerne les ressources énergétiques renouvelables et locales, les besoins énergétiques actuels et futurs, les acteurs concernés, et les infrastructures énergétiques existantes et projetées. Des propositions de stratégies énergétiques locales sont ensuite présentées et analysées. Sur la base de ces conclusions, des objectifs de développement énergétique ont été définis pour la commune.

D'après la loi sur l'énergie (LEn) article 6, alinéa 12, un concept énergétique territorial est une « *approche élaborée à l'échelle du territoire [...] qui vise à :*

- a) **Organiser les interactions** en rapport avec l'environnement entre les acteurs d'un même territoire [...] notamment entre les acteurs institutionnels, professionnels et économiques ;
- b) **Diminuer les besoins en énergies**, notamment par la construction de bâtiments répondant à un standard de haute performance énergétique et par la mise en place de technologies efficaces pour la transformation de l'énergie ;
- c) **Développer des infrastructures et des équipements efficaces** pour la production et la distribution de l'énergie ;
- d) **Utiliser le potentiel énergétique local renouvelable et les rejets thermiques** ».

De par son échelle communale, le PDE a également pour but de **présenter la vision, les principes directeurs, les objectifs de développement, ainsi que les moyens de mise en œuvre, essentiels pour une gestion efficace et durable de l'énergie sur le territoire de la commune**. Il permet d'avoir une vision globale de la problématique de l'énergie sur le territoire, et doit donner les moyens à la commune de mettre en place les mesures identifiées afin de remplir les objectifs fixés. L'une des missions est notamment de chiffrer ces objectifs, par l'évaluation des besoins actuels et futurs, ainsi que par l'analyse des potentiels énergétiques sur le territoire.

Afin d'être utilisé et valorisé au mieux, il ne doit pas rester figé mais est destiné à évoluer et à être adapté régulièrement. Il doit donner les moyens à la commune d'assurer la coordination entre les différents services de l'administration et les milieux externes et assurer une vue d'ensemble de tous les domaines et de toutes les actions de la commune qui ont une influence sur l'énergie.

2. Contexte énergétique et climatique

2.1 Cadres de référence

Les questions énergétiques sont traitées à tous les échelons politiques : au niveau de la Confédération, des cantons, et des communes. Le PDE s'inscrit donc dans les cadres de référence fédéraux et cantonaux et doit contribuer à atteindre les objectifs en matière d'énergie fixés à ces deux niveaux.

2.1.1 Niveau fédéral : stratégie énergétique 2050

Le non-remplacement des centrales nucléaires exige une réorientation de la stratégie énergétique de la Suisse pour compenser la part de l'offre d'électricité d'origine nucléaire. Les priorités suivantes sont ainsi fixées:

1. Baisse de la consommation d'énergie

Les nouvelles perspectives énergétiques montrent que, sans un renforcement des mesures d'économie, la demande d'électricité pourrait grimper à environ 70 milliards de kWh par année à l'horizon 2050 (2014: 57,5 milliards de kWh). L'explication réside avant tout dans la croissance démographique, la redondance des équipements dans les ménages (p. ex. deuxième téléviseur), les nouveaux appareils et applications, davantage de surfaces habitables par personne et, enfin, l'électrification croissante des transports.

2. Elargissement de l'offre d'électricité

Il s'agira avant tout de développer l'hydraulique et les nouvelles énergies renouvelables. Leur part au mix d'électricité doit être massivement développée. A cet égard, la rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC) constitue un outil prépondérant. La production d'électricité à base de combustible fossile par le couplage chaleur-force (d'abord) et la construction de centrales à gaz à cycle combiné (ensuite) peuvent aussi contribuer à couvrir la demande.

3. Maintien des importations d'électricité
4. Extension des réseaux électriques
5. Intensification de la recherche
6. Rôle des projets phares
7. Encouragement de la collaboration internationale

2.1.2 Adaptation aux changements climatiques – Plan d'action 2014-2019 – Deuxième volet de la stratégie du Conseil fédéral

Ce plan d'action présente les mesures d'adaptation des offices fédéraux permettant de saisir les opportunités offertes par les changements climatiques, de minimiser les risques et d'augmenter la capacité d'adaptation de la société, de l'économie et de l'environnement. Il constitue le deuxième volet de la stratégie du Conseil fédéral «Adaptation aux changements climatiques en Suisse». Le premier volet comprenant les objectifs, les défis, et les champs d'action a été approuvé par le Conseil fédéral le 2 mars 2012.

Sur les 63 mesures du plan d'action, 54 concernent les secteurs suivants: gestion de l'eau, gestion des dangers naturels, agriculture, gestion des forêts, énergie, tourisme, gestion de la biodiversité, santé et développement territorial. Les mesures sont élaborées et mises en œuvre dans le cadre des différentes politiques sectorielles. Cette approche sectorielle permet de coordonner le mieux possible les mesures avec les instruments politiques existants en la matière et de les intégrer dans les stratégies des différents secteurs.

Les changements climatiques auront des effets à la fois positifs et négatifs sur la production et la consommation d'énergie. Des adaptations s'imposent en ce qui concerne l'exploitation des centrales, la sécurité des infrastructures de production et de transport, ainsi que les exigences minimales applicables aux bâtiments et aux appareils. Sauf indication contraire, la conduite des mesures d'adaptation dans le secteur de l'énergie incombe à l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).

Figure 4.1 Défis transversaux dans le cadre de l'adaptation aux changements climatiques en Suisse.^d

	Gestion des eaux	Gestion des dangers naturels	Agriculture	Gestion des forêts	Energie	Tourisme	Gestion de la biodiversité	Santé	Développement territorial
Accentuation des fortes chaleurs dans les agglomérations et les villes									
Accroissement de la sécheresse estivale									
Aggravation du risque de crues									
Fragilisation des pentes et recrudescence des mouvements de terrain									
Élévation de la limite des chutes de neige									
Dégradation de la qualité de l'eau, des sols et de l'air									
Modification des milieux naturels, de la composition des espèces et des paysages									
Propagation d'organismes nuisibles, de maladies et d'espèces exotiques									
Suivi et détection précoce									
Réduction des incertitudes et consolidation des connaissances									
Sensibilisation, information et coordination									
Besoins en ressources et financement									

^d Dans la matrice, les interfaces sont marquées selon les mesures de l'annexe et diffèrent de celles du premier volet.

2.1.3 Niveau cantonal

1. Constitution de la République et canton de Genève du 14 octobre 2012

Selon l'article 167, la politique cantonale est fondée sur:

- un approvisionnement en énergie
- la réalisation d'économies d'énergie
- le développement prioritaire des énergies renouvelables et indigènes
- le respect de l'environnement
- l'encouragement de la recherche.

En vertu de l'article 169 le canton s'oppose à l'installation de centrales nucléaires, de dépôts de déchets hautement et moyennement radioactifs et d'usines de retraitement sur le territoire du canton et alentours.

2. Conception générale de l'énergie

La **Conception générale de l'énergie (CGE)** définit les orientations durables de la politique cantonale avec des objectifs en termes d'émissions de CO₂ et de consommation globale d'énergie fossile et électrique pour le canton.

Les objectifs de la politique énergétique genevoise se fondent sur:

- les constitutions fédérale et genevoise
- les lois sur l'énergie et le CO₂
- les obligations contractées par la Suisse dans le cadre du protocole de Kyoto
- les principes du développement durable
- la vision à long terme d'une société à 2000 watts

La CGE porte principalement sur:

- la situation du canton en matière énergétique et ses engagements à moyen et long termes
- les objectifs de la politique énergétique cantonale et ses priorités
- le plan directeur de l'énergie du canton
- les mesures d'application permettant de réaliser les objectifs de la politique énergétique

**La politique énergétique genevoise est basée sur les principes
de la société à 2000 watts sans nucléaire.**

La modification de la loi sur l'énergie doit permettre d'atteindre les objectifs que Genève s'est fixé dans sa Conception générale de l'énergie basée sur le principe de la société à 2000 watts sans nucléaire.

3. Plan directeur cantonal de l'énergie

Le **Plan directeur cantonal de l'énergie** reprend les orientations de la Conception générale de l'énergie et les traduit en objectifs chiffrés. Il établit également l'inventaire des actions nécessaires à leur réalisation. La révision des textes légaux, notamment de la loi sur l'énergie, représente l'un des programmes phares du plan directeur 2005-2009.

Les priorités du Plan directeur cantonal de l'énergie sont:

- la maîtrise et la réduction des consommations pour tous les usages, grâce à des bâtiments à haute performance énergétique et des équipements plus efficaces
- des systèmes de transformations efficaces (ex: couplage* chaleur-force)
- un usage local des énergies renouvelables et des rejets thermiques
- un approvisionnement en énergies certifiées de bonne qualité

Le Plan directeur cantonal de l'énergie actuel s'articule autour de 13 programmes d'actions:

- **Filières énergétiques** efficaces et basées sur des sources renouvelables
- **Planification énergétique territoriale** et développement des réseaux
- **Mesures obligatoires**: application des prescriptions légales, des procédures de décision, de contrôle et de sanction
- **Mesures d'incitations**: subventions pour bien construire et bien rénover
- **Mesures volontaires**: maîtrise de la consommation d'énergie (secteur privé)
- **Exemplarité** de l'Etat et des collectivités publiques
- **Mobilité**: mobilité douce, éco-drive, exonération de taxe
- **Information et sensibilisation** des professionnels et du grand public
- **Formation** des professionnels et sensibilisation des jeunes
- **Révision des textes légaux**, mise à jour et élaboration de standards énergétiques
- **Développement** d'un système d'information et de suivi des mesures de la politique cantonal
- **Optimisation** de l'utilisation des ressources de l'OCEN
- **Coordination** des politiques publiques et renforcement des réseaux de relations et partenariats

Les **objectifs** cantonaux pour 2010 par rapport à 2005, par habitant, étaient les suivants¹ :

- Réduire la consommation d'énergie fossile de 200 watts/habitants (-6.25%)
- Augmenter l'approvisionnement en énergies renouvelables de 100 watts/habitant (+11%)
- D'ici 2010, ramener la consommation d'électricité par habitant au niveau de celle de 1990
- Persévérer dans un approvisionnement non nucléaire.

Ces objectifs se fondent sur la constitution fédérale et genevoise, sur les lois sur l'énergie (en vigueur avant août 2010) et sur le CO₂,² sur les principes du développement durable ainsi que sur les obligations contractées par la Suisse sur le plan international.

La planification énergétique territoriale est l'un des programmes d'action figurant dans le plan directeur cantonal de l'énergie. La mise en œuvre de ce programme s'articule autour de deux axes principaux, d'une part le développement des infrastructures énergétiques et des réseaux, et d'autre part, la création d'éco-quartiers³. Concernant le premier axe, « il s'agit de favoriser l'utilisation de tout le potentiel des réseaux de chauffage à distance ou les rejets de chaleur produits par des installations lorsque cela est raisonnablement possible. ».

Au-delà de ces objectifs, qui constituent une première étape, des **perspectives à plus long terme** ont été proposées à l'horizon 2035 et 2050 pour répondre à la vision à long terme d'une **société à 2'000 watts**. Pour atteindre cet objectif ambitieux, la Conception générale de l'énergie 05-09 a adopté l'objectif global suivant :

« Réduire la consommation en énergie primaire par personne par rapport à celle de 1990 de 26% à l'horizon 2035, soit de la moitié jusqu'en 2010 et des 13% restants entre 2010 et 2035, et réduire le

¹ Source : plan directeur cantonal de l'énergie 2005-2009, p15, Genève.

² Loi fédérale du 8 octobre 1999 sur la réduction des émissions de CO₂

³ Plan directeur cantonal de l'énergie 2005-2009, p. 41.

recours aux sources d'énergies fossiles jusqu'en 2010 de 6% par rapport à 2005 et de 27% entre 2010 et 2035. »⁴

Elle fixe également les objectifs suivants, en fonction de l'utilisation de l'énergie :

Chauffage

- Réduire la consommation en énergie thermique par personne de 8% jusqu'en 2010, l'année de référence étant 1990, et de 24% de 2010 à l'horizon 2035.
- Augmenter la part des énergies renouvelables pour la production de chaleur à 4% en 2010 et à 22% en 2035.

Electricité

- Ramener jusqu'en 2010 la consommation d'électricité par personne à la valeur de 1990, et réduire cette consommation de 6% entre 2010 et 2035.
- Maintenir un approvisionnement en électricité d'origine non nucléaire.
- Augmenter l'approvisionnement en électricité d'origine renouvelable de 4% de 2005 à 2010, ce qui correspond à une progression de la part des sources renouvelables de 84% en 2005 à 88% en 2010, et de 1% entre 2010 et 2035, soit 89% de l'électricité produite par des sources renouvelables en 2035.
- Augmenter la production du canton en électricité d'origine renouvelable de 6% d'ici 2010 et de 62% entre 2010 et 2035 ; favoriser la consommation de cette énergie localement.

Carburants

- Réduire le besoin en carburants par personne de 17% jusqu'en 2010 par rapport à la consommation par personne en 1990 et de 12% entre 2010 et 2035.
- Augmenter la part des biocarburants à 2% en 2010 et à 10% en 2035.

4. Références légales

Les références légales sont les suivantes :

Constitution, art. 160^E (Cst) : politique cantonale en matière d'approvisionnement, de transformation, de distribution et d'utilisation de l'énergie fondée, dans les limites du droit fédéral sur :

- La conservation de l'énergie : réduction de la demande énergétique ;
- Le développement prioritaire des sources d'énergies renouvelables : augmentation de l'offre renouvelable.

⁴ Conception générale de l'énergie 05-09, p. 5

Loi cantonale sur l'énergie LEn L 2 30 : les principaux objectifs sont les suivants :

- Suivre la consommation énergétique et assainir les mauvais bâtiments ;
- Généraliser la planification énergétique territoriale (PET) ;
- Renforcer les exigences des bâtiments neufs et des rénovations ;
- Inciter en augmentant la capacité de financement des travaux énergétiques et en particulier les rénovations soumises à la LDTR (Loi sur les démolitions, transformations et rénovations de maisons d'habitation) ;
- Renforcer l'exemplarité des collectivités publiques et des institutions de droit public et de leurs caisses de pension.

Concrètement, la loi impose notamment aux nouveaux bâtiments et aux extensions de bâtiments existants de respecter des standards de haute performance énergétique (Minergie ou équivalent) ainsi que diverses prescriptions définies dans le règlement d'application.

De plus, les nouveaux bâtiments et les extensions de bâtiments existants doivent désormais être équipés de capteurs solaires thermiques, lesquels couvrent au minimum 30% des besoins de chaleur admissibles pour l'eau chaude sanitaire.

Règlement d'application de la loi sur l'énergie REn L 2 30.01 et ses nouvelles modifications entrées en vigueur le 5 août 2010.

5. Normes et prescriptions

- Modèle de Prescriptions Énergétiques des Cantons (MoPEC, 2014)
- Norme SIA 380/1 (2009) : énergie thermique dans le bâtiment (Cette norme s'applique à Genève depuis le 1^{er} janvier 2010)
- Règlements Minergie® (Minergie (-ECO), Minergie-P (-ECO), Minergie-A (-ECO))

6. Guide pratique pour les communes – Protéger l'air et le climat

Ce manuel a été piloté et validé par un groupe de travail constitué de délégués des communes genevoises, ainsi que de représentants de différents services de l'administration cantonale.

Les recommandations retenues dans ce guide doivent permettre de réduire les émissions de polluants les plus problématiques en lien direct avec les activités des administrations communales. Cinq domaines d'action sont ainsi définis :

- Construction et rénovation (fiches 1 à 4)

Les communes doivent gérer leur parc immobilier. En tant que maîtres d'ouvrage, elles peuvent :

- veiller à ce que la construction ou la rénovation de ces bâtiments entraîne un minimum d'impacts sur la qualité de l'air et le climat.
- limiter les émissions de certaines substances comme les composés organiques volatils (COV)* (fiche 1)

- optimiser la gestion des chantiers communaux en exigeant des prestataires le respect de certaines contraintes (choix des véhicules, matériaux, etc.) (fiche 2)
- privilégier l'efficacité énergétique des bâtiments (isolation, etc.) (fiche 3)
- mener des audits énergétiques et introduire une stratégie de rénovation efficace au niveau de leur parc (fiche 4).
 - Énergie (fiches 5 à 6)

Les performances énergétiques des bâtiments ainsi que le choix des sources d'énergie proprement dites ont une influence directe sur le type et le volume de rejets polluants dans l'atmosphère. Les communes peuvent:

- privilégier une utilisation plus rationnelle de l'énergie en appliquant des certificats et labels officiels (fiche 5)
- réduire les impacts sur l'environnement en développant des stratégies globales d'approvisionnement et de distribution de chaleur et en privilégiant le recours aux énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire (fiche 6).
 - Gestion des bâtiments (fiches 7 à 10)

Le fonctionnement des bâtiments communaux présente un grand potentiel d'amélioration au niveau des émissions de polluants atmosphériques. Les communes peuvent:

- optimiser le suivi et l'entretien des chaudières afin de réduire les émissions nocives (fiche 7)
- assurer un bon confort thermique tout en réduisant la consommation d'énergie ainsi que les rejets polluants (fiche 8)
- réduire l'impact des opérations de nettoyage en reconsidérant le choix des produits ainsi que des techniques employées (fiche 9)
- introduire un nouveau mode de gestion des espaces verts et revoir le choix des machines et des carburants (fiche 10).
 - Mobilité (fiches 11 à 15)

Les transports sont une source majeure de pollution atmosphérique et les communes peuvent agir sur divers plans pour réduire ces impacts:

- intégrer des critères environnementaux dans l'achat et le renouvellement de son parc de véhicules, favoriser le recours à l'éco-conduite* pour son personnel comme pour ses administrés et optimiser la gestion des garages communaux (fiche 11)
- mettre en place un plan de mobilité du personnel, en favorisant les transports publics et la mobilité douce au détriment des transports individuels motorisés (fiche 12)
- optimiser les déplacements des élèves sur son territoire ainsi que ceux liés aux activités scolaires (fiche 13)
- encourager la population et les entreprises à opter pour une mobilité plus respectueuse de l'environnement grâce à diverses mesures d'information, de promotion et d'incitation (fiche 14)

- reconsidérer l'impact des livraisons de marchandises et du ramassage des déchets en optimisant son organisation interne ou en introduisant des critères spécifiques à l'attention des prestataires (fiche 15).
- Événements (fiche 16)

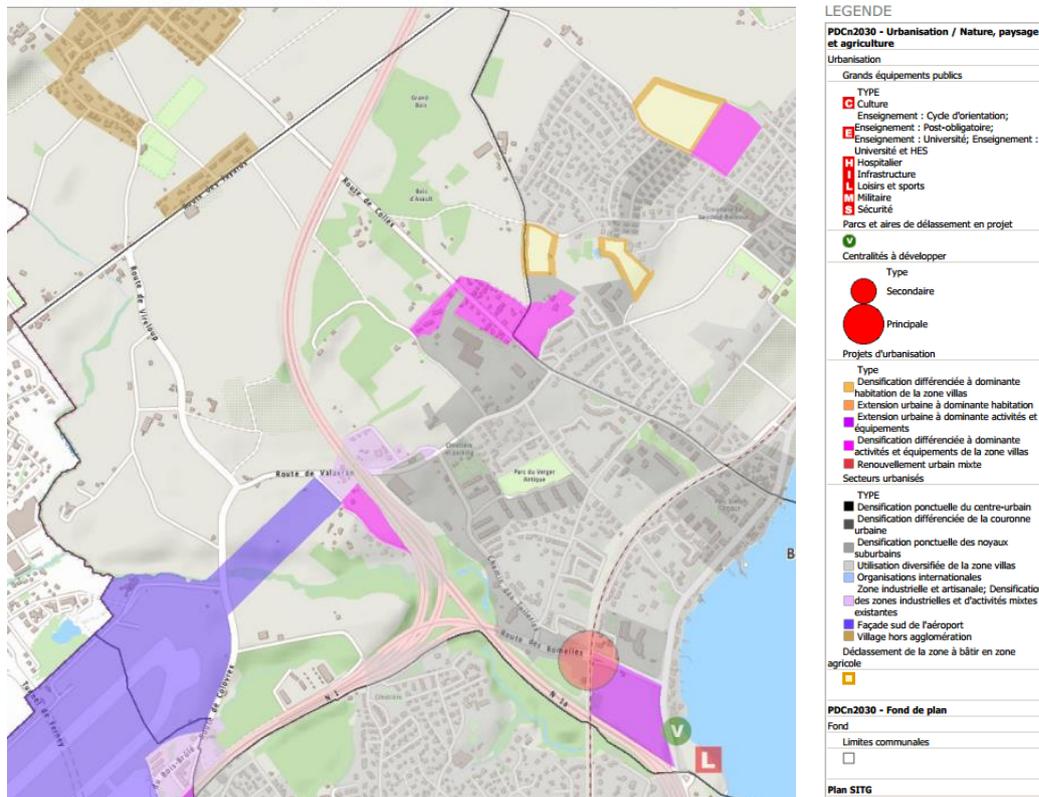
Les manifestations organisées par la commune ou sur le territoire communal entraînent divers impacts sur la qualité de l'air (transports, énergies de chauffage et d'éclairage, infrastructures, etc.). Les communes peuvent prendre différentes mesures – en amont des événements ou pendant leur déroulement – pour limiter les émissions de polluants atmosphériques.

2.2 Périmètre d'étude et horizons

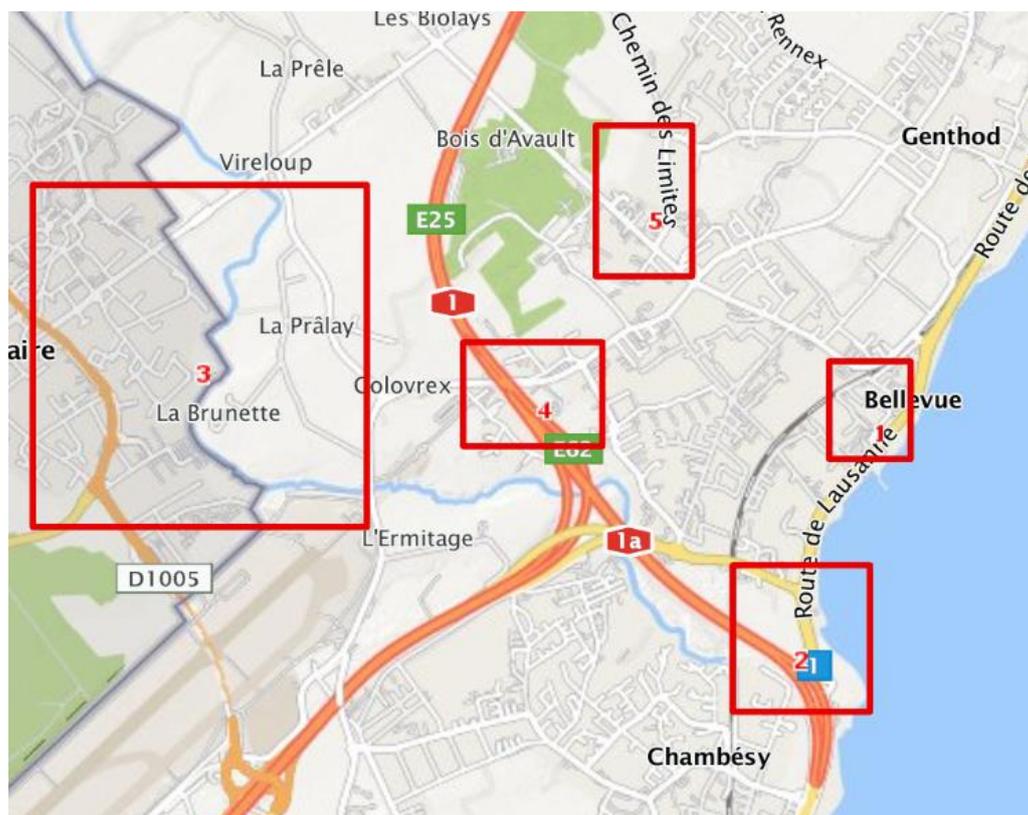
2.2.1 Le plan directeur cantonal Genève 2030

L'objectif majeur du plan directeur cantonal Genève 2030 est de tenir l'engagement de construire 50'000 logements à l'horizon 2030. Il prend en compte les orientations du projet d'agglomération transfrontalier, en contribuant à la constitution d'une agglomération compacte, verte et multipolaire.

Pour réussir ce défi, quatre grandes catégories d'objectifs sont développées dans le concept de l'aménagement et sont traduites en mesures dans le schéma directeur : l'urbanisation, la mobilité, l'espace rural et les objectifs transversaux.



Les 5 secteurs de Bellevue les plus impactés par le plan directeur cantonal 2030.



1. Secteur centre du village - halte CFF de Genthod-Bellevue : le centre de Bellevue devient un pôle de développement secondaire avec de nouveaux équipements publics tels que la crèche intercommunale, le complexe parascolaire et les immeubles d'habitation (La Tuilière).
2. Secteurs Vengeron - halte CFF des Tuileries : la traversée du lac par une autoroute, via un pont ou un tunnel, est prévue sur le site du Vengeron qui accueillera une base de loisirs et une zone de délassément.
3. Secteur Colovrex – Brunette – Poterie : un projet stratégique de développement transfrontalier (PSD 05), baptisé « Genève-Voltaire », est prévu dans cette région agricole qui pourrait devenir un centre logistique avec de vastes entrepôts. Une piste cyclable est envisagée le long de la route de Colovrex et une voie verte reliera Genève au pays de Gex via Chambésy.
4. Secteur Chânets - Planet – Tuileries : des deux côtés de l'autoroute, seront construits des bâtiments destinés à des activités industrielles et artisanales. Un PDZIA concernant ces 3 secteurs a été préavisé favorablement par le Conseil municipal. La renaturation du cours d'eau « Marquet-Gobé-Vengeron » est également prévue au sud de cette zone qui devrait s'urbaniser.
5. Secteur route de Collex - chemin des Limites : le « Bois d'Avault » sera conservé et classé réserve naturelle alors que le « Nant des Limites » devrait être renaturé sur une partie de son

parcours située le long de la route de Collex. Toutefois, une zone de développement d'activités est prévue dans cette région champêtre.

2.2.2 Périmètre élargi

Il est indispensable de placer le territoire de Bellevue dans un périmètre élargi, soit en termes de politique énergétique, mais aussi en termes de ressources et d'infrastructures énergétiques.

Bellevue est incluse dans le PACA Genève-St.-Genis-Gex (Périmètres d'Aménagement Coordonnés d'Agglomération), territoire transfrontalier.

Le cadre et les grands projets énergétiques suisses et du Canton de Genève sont donc rappelés ici :

1. L'étude énergétique stratégique, communauté de commune du pays de Gex et PACA Genève-St-Genis-Gex, étapes 1 (état des lieux) et 2.

L'objectif défini par le Projet d'agglomération franco-valdo-genevois et décliné par les différents PACA (Périmètres d'Aménagement Coordonnés d'Agglomération) est de créer une agglomération compacte, multipolaire et verte, basée sur les principes suivants :

- comme principe général, la coordination entre urbanisation et transports ;
- comme principe environnemental, la préservation des paysages et du cadre de vie ;
- comme principe concernant les déplacements, un système de transports renforcé.

Les principes d'aménagement définis visent à limiter l'étalement urbain, renforcer les centres régionaux, améliorer la desserte en transports publics et les conditions de mobilité douce, sauvegarder les grandes entités paysagères significatives en matière de valeurs naturelles et agricoles, préserver les cours d'eau et les surfaces d'expansion des crues et aménager des espaces publics de qualité. Afin de concrétiser ces principes, le développement de l'urbanisation doit se focaliser sur des polarités présentant des caractéristiques favorables à la mise en œuvre d'un urbanisme durable incluant une desserte optimale par les transports collectifs.

A l'échelle du PACA Genève – Saint-Genis – Gex, le développement doit se focaliser sur les zones de densification ou d'extension urbaines identifiées par les 11 Périmètres stratégiques de développement (PSD).

2. Les ressources d'envergure comme la géothermie profonde, Evaluation du potentiel géothermique du Canton de Genève, Groupe de travail PGG, CET 2011-07, Janvier 2011.

3. Les infrastructures existantes et évolutives

Voir Chapitre 4 : infrastructures énergétiques

4. Plan directeur de zone industrielle et artisanale « Bois-Brûlé » sur les communes de Bellevue et du Grand-Saconnex

Concept énergétique territorial, CSD Ingénieurs SA, mandat de la FTI, août 2014.

2.2.3 Plan directeur communal et les projets d'aménagement

A partir du Plan Directeur Communal en vigueur et approuvé par le conseil municipal le 26 septembre 2000, notre étude traitera des implications du PDCoM sur les besoins en approvisionnement énergétique de la commune. Nous prendrons en compte l'existant, les orientations d'aménagement, et en déduirons les enjeux énergétiques stratégiques, ainsi que les objectifs réalistes que la commune pourra se fixer. Le Plan Directeur Communal de Bellevue est en cours de révision.

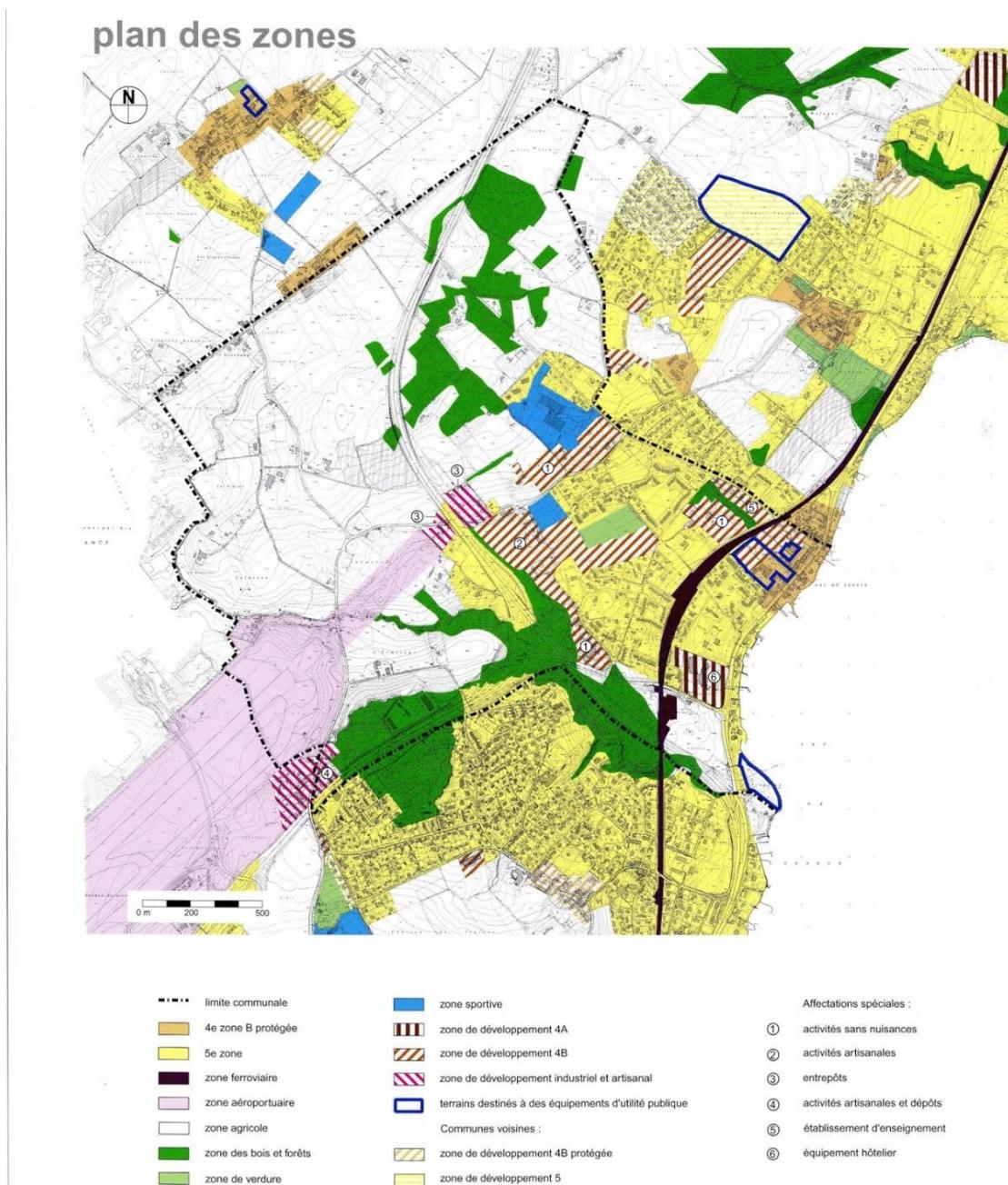


Figure 1 : Extrait du PDCoM de la commune de Bellevue

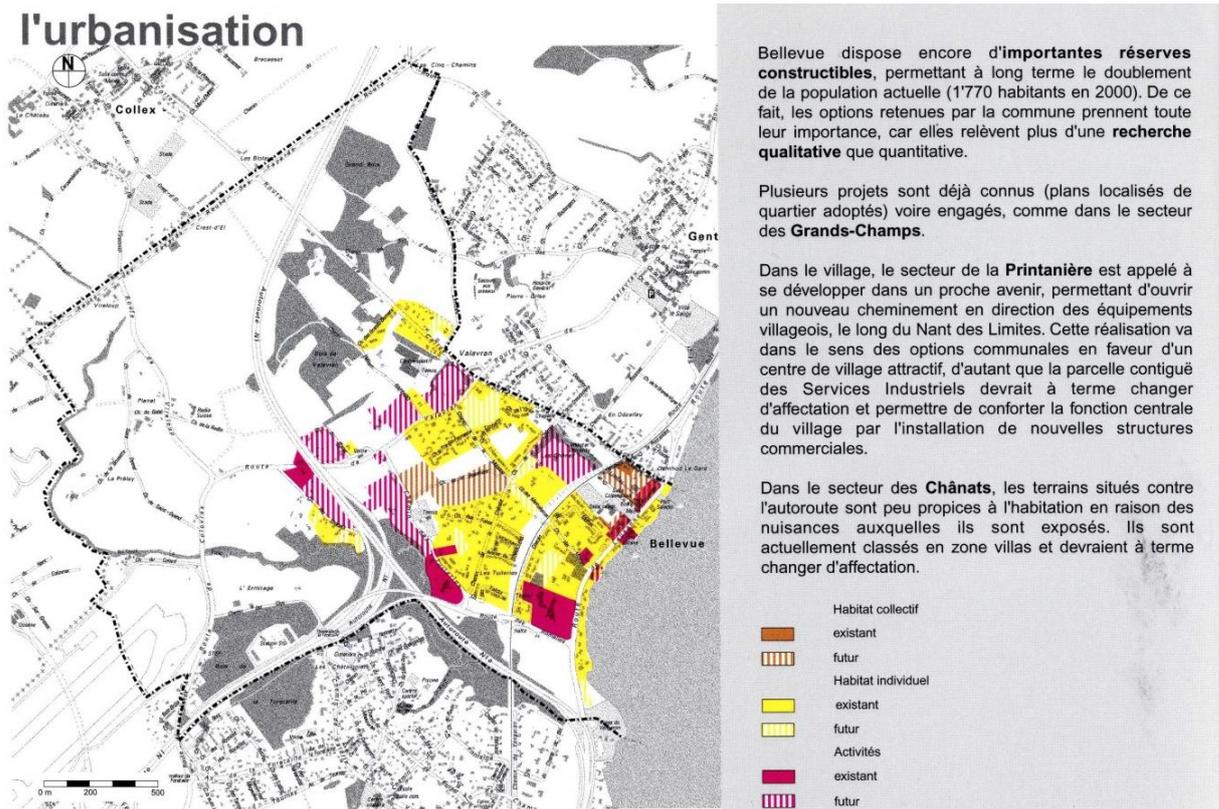


Figure 2 : Carte du développement et des classements des secteurs de la Commune à l'horizon 2030.

L'étude sur l'évolution des besoins énergétiques futurs de la commune est également basée sur les données du PDCOM mais aussi sur les perspectives de l'étude PACA Genève-St-Genis-Gex.

La vocation de la commune est essentiellement résidentielle et il s'y pratique quelques activités sans nuisances. Pour ce qui est de son développement futur, il devrait se poursuivre dans cette même perspective. Le territoire communal se caractérise par une forte présence de surfaces boisées et de surfaces agricoles utiles. La volonté de la commune est de conserver ce patrimoine de verdure.



Figure 3 : Vue aérienne de la commune de Bellevue

La commune de Bellevue compte au 5 janvier 2016, 3'318 habitants et 1'249 emplois en 2014, dont près de 90% dans le secteur tertiaire. En termes de logement, la commune compte 480 maisons individuelles, soit près de 75% des bâtiments et 158 immeubles locatifs, pour un total de 1'166 appartements.

Bellevue est membre de l'association Cité de l'énergie depuis 2004. Le label « Cité de l'énergie » lui a été octroyé pour la première fois en 2006 et celui-ci a été renouvelé en 2010 et 2014.

Quelques projets sont actuellement en cours sur le territoire communal.

1. Zone de développement industriel et artisanal de Valavran (ZDIA)

Plusieurs projets de construction, prévoyant environ 600 nouveaux emplois. La zone est destinée à des activités moyennement sensibles au bruit et aux turbulences des avions, telles que des locaux d'entreposage ou des ateliers. Le programme du plan directeur de la zone industrielle et artisanale, PDZIA prévoit une surface d'environ 17'000 m² (SBP). Dans ce cadre un concept énergétique territorial a été élaboré (Nägeli Energie Sàrl, mandat de la FTI).

2. PLQ 29'902 Champ-du-Château

La parcelle du Champ-du-Château, bordée par les routes des Romelles et de Lausanne, ce projet de haute densité⁵ deviendra une zone d'activités sur laquelle seront construits des bâtiments administratifs, des hôtels et des logements, soit 68'000 m² (SBP)⁶. Environ 970 nouveaux habitants et 2'300 employés 2'000 travailleront sur ce site qui se trouve à proximité du futur P+R des Tuileries d'une capacité de 900 places qui sera accessible par l'autoroute.

3. Extension du siège de Richemont

Nouveau bâtiment administratif et pour la formation avec 500 nouveaux emplois.

4. Tuilerie 25, nouvel immeuble administratif

Il comptera 300 nouveaux emplois sur 4'918 m² (SBP).

5. Densification de la zone 5 de 511'500 m²

Cette densification se situe dans la zone Chânat- Route de Collex. Le taux passe de 0.20 à 0.44. Elle permettra la construction de 24'000 m² (SBP) et l'accueil de 640 nouveaux habitants.

6. Fondation pour la construction et la gestion de logements (FLB), projet au chemin des Tuilots.

Bâtiment de 3'760 m² (SBP) avec 100 nouveaux résidents.

7. Nouvelles habitations

5 nouvelles villas seront construites au 7 Chemin Aux-Folles et 12 nouvelles villas au Chemin de l'Argile, soit au total 51 nouveaux résidents.

2.2.4 Définition des horizons considérés

Les horizons temporels définis sont les suivants :

- Etat actuel : basé sur les données disponibles relatives à l'année 2014 ou légèrement antérieures pour certains types de données.
- Etat futur : horizon 2030 en cohérence avec l'horizon de planification défini par les démarches PACA du projet d'agglomération et l'objectif du plan directeur cantonal Genève 2030.

⁵ concept énergétique territorial a été élaboré CET n°2013-09

⁶ selon l'étude d'impact sur l'environnement de mai 2015

3. Richesse énergétique du territoire

Cette partie comprend 3 phases :

- L'état des lieux environnemental qui permet de mettre à jour les contraintes et opportunités de valorisation énergétique (qualité de l'air, de l'eau, des sols, nuisances, faune et flore, infrastructures, sous-sol, végétation...). Cette analyse est basée sur l'interprétation des couches du Système d'Information du Territoire Genevois (SITG);
- L'état des lieux des ressources énergétiques, qui permet de localiser les ressources énergétiques et les infrastructures énergétiques actuelles et futures disponibles sur le périmètre d'étude;
- L'analyse d'adéquation entre l'état des lieux environnemental et des ressources énergétiques disponibles qui permet d'établir une carte synthétique des disponibilités de ressources valorisables.

3.1 Etat des lieux environnemental

3.1.1 Qualité de l'air

Le respect de l'Ordonnance sur la Protection de l'Air (OPair) se base principalement sur les immissions de deux polluants déterminants, qui sont le dioxyde d'azote (NO₂) et les poussières fines (PM₁₀).

- La valeur limite à long terme pour le NO₂ est de 30 [mg/m³].
- La valeur limite à long terme pour les PM₁₀ est de 20 [mg/m³].

Le SPAir assure un suivi de la qualité de l'air dans le canton de Genève à partir d'un réseau de capteurs passifs de NO₂ et de stations équipées de moniteurs (stations ROPAG).

Le territoire de la commune de Bellevue présente une valeur des immissions NO₂ (2012) inférieure à 26 µg/m³. Les installations productrices de chaleur alimentées au bois ou aux dérivés de bois sont a priori autorisées. Les conditions à respecter sont fixées dans l'annexe 1 de la Directive de l'OCEN relative aux projets d'installations techniques.

Aucune donnée relative à la concentration de l'air en particules fines PM₁₀ n'est disponible à proximité du périmètre d'étude mais on constate qu'elles sont excessives dans toute la zone urbaine et péri-urbaine de Genève par rapport à la Valeur Limite OPair de 20 mg/m³.

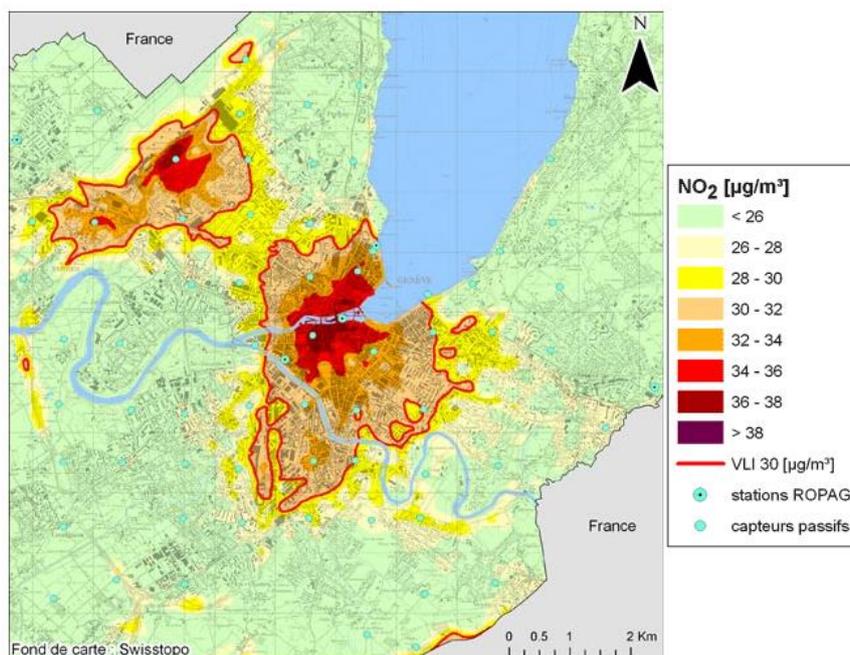


Figure 4 : Qualité de l'air: mesure de NO₂ en µg/m³ moyenne 2005-2012 (source : SITG)

3.1.2 Sous-sol et protection des eaux souterraines

Le puit de captage des Biolays, le seul du territoire est actuellement hors service.

La zone de littoral est classée en secteur Ao de protection des eaux superficielles. D'après l'annexe 4 de l'Ordonnance sur la protection des eaux (RS 814.201), dans les secteurs Ao, « *on ne mettra pas en place des installations qui présentent un danger particulier pour les eaux* ».

Une partie du territoire (zone Nord-ouest) est classée en secteur B de protection des eaux souterraines, c'est la nappe de Montfleury. Bien que La nappe phréatique de Montfleury ne fasse aujourd'hui plus l'objet d'une exploitation pour l'eau potable, le GESDEC considère cette nappe comme **une ressource stratégique d'eau potable qu'il s'agit de protéger par précaution dans une vision de long terme.** (cf concept énergétique territorial du PDZIA de Valavran).

La nappe phréatique de Montfleury ne peut donc pas être utilisée pour une valorisation énergétique pour les raisons suivantes :

- Les sondes géothermiques ne doivent en aucun cas pénétrer dans la nappe.
- L'étendue de la nappe n'étant pas connue de manière précise, des investigations supplémentaires sont nécessaires pour mieux préciser le potentiel géothermique.
- Un contrôle et un suivi minutieux sont nécessaires pour tous travaux en lien avec l'installation de sondes géothermiques.

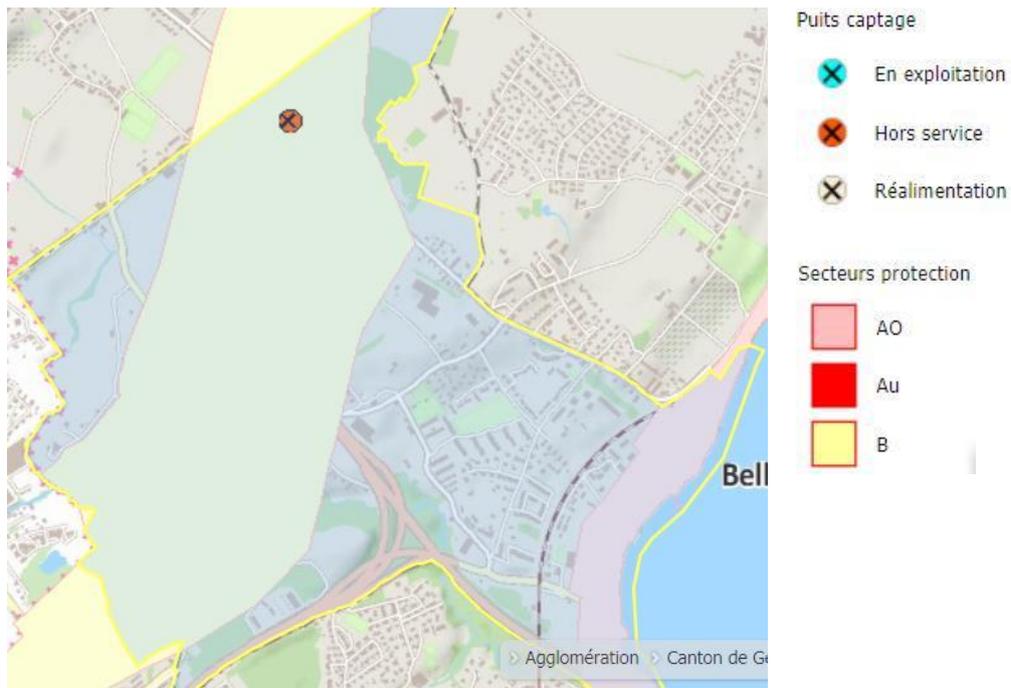


Figure 5 : Nappe de Montfleury, secteur de protection des eaux et puit de captage.

3.1.3 Mesures de protection des bâtiments et des sites

Il y a deux périmètres protégés sur le territoire de Bellevue : les rives du lac et le bois d'Avault au nord de la commune, comme le montre la figure suivante. Dans ces zones, l'utilisation des lieux, les constructions, la circulation et les activités de loisirs sont soumises à des restrictions afin de garantir le maintien de leurs valeurs naturelles.

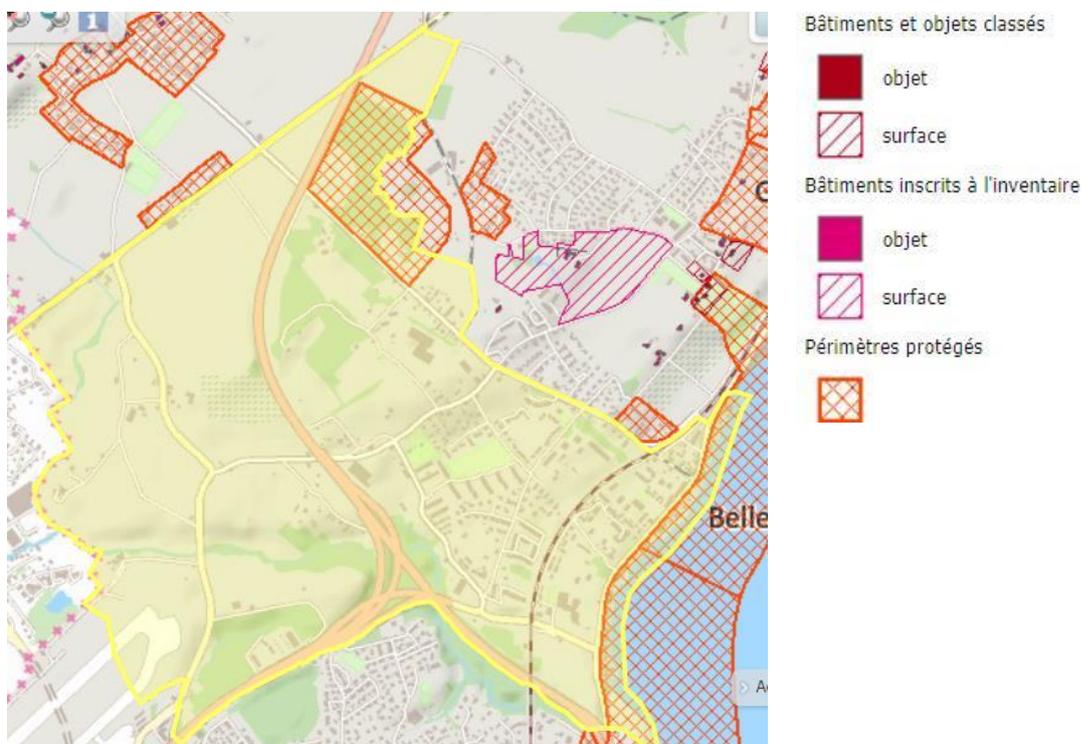


Figure 6 : Mesures de protection

Aucun bâtiment n'est répertorié publiquement comme « classé » ou « inscrit à l'inventaire ». En revanche, le site palafittique de Bellevue, n° 2014-43767 est inscrit au Classement, MS-c273B, Conseil d'Etat, 18.6.2014 en tant que « fiche privée ». Cette station est attribuée principalement au Néolithique final et au Bronze final, d'après les objets conservés au musée de Genève. Quelques pièces indiquent deux autres éventuelles occupations: au Néolithique moyen et au Bronze ancien.



De plus, Bellevue compte trois bâtiments inscrits dans la protection des biens culturels en cas de conflit armé (PBC). Leur degré d'importance est de niveau régional. Ces édifices doivent être protégés en priorité selon notre constitution et la convention de la Haye de 1954.

La Confédération édicte une législation spécifique, décide des principes généraux et édite l'inventaire suisse des biens culturels en collaboration avec le Comité suisse de la protection des biens culturels. Le Comité suisse de la protection des biens culturels, investi par le Conseil fédéral, se compose au maximum de 25 membres qui représentent les milieux intéressés par la PBC. La responsabilité opérative incombe à la Section de la protection des biens culturels de l'Office fédéral de la protection de la population.

A l'instar des autres cantons, Genève est responsable de l'exécution, pour autant qu'elle ne soit pas du ressort de la Confédération. Pour mener à bien les missions qui lui incombent, Genève dispose d'un Office cantonal pour la PBC intégré au Service de la protection civile de la Sécurité civile et d'une commission officielle pour la protection des biens culturels en cas de conflit armé. Cette dernière, composée de huit membres, est présidée par le directeur de la Sécurité civile. Elle fixe les lignes directrices et définit les axes prioritaires.

Voici les bâtiments :

- Le Domaine De-Riencourt « Bellevue » qui se trouve sur la rte de Lausanne 305-307, se trouvant sur la parcelle 2492 – N° 2388 importance B est inscrit sur les inventaires fédéraux.
- La Villa Bella Vista – Consulat Général d'Algérie qui se situe également sur la rte de Lausanne 308, se trouvant sur la parcelle 1936 – N° inventaire 2387 – importance B est inscrit sur les inventaires fédéraux.
- Le Domaine des Chênes qui se trouve sur le chemin des Mastellettes 2, sur la parcelle 2648 – N° 2389 importance B est inscrit sur les inventaires fédéraux.

Les fortins se trouvant aux carrefours rte des Fayard/Rennex et à proximité de la forêt Grand-Bois, sur les parcelles n°s 2599 et 2604, sont inscrits à l'inventaire. La loi cantonale sur la protection des monuments et des sites (LPMNS) du 4 juin 1976 (L4 05) en définit les détails. Les immeubles inscrits à l'inventaire doivent être maintenus et leurs éléments dignes d'intérêts préservés.

3.1.4 Parcelles polluées

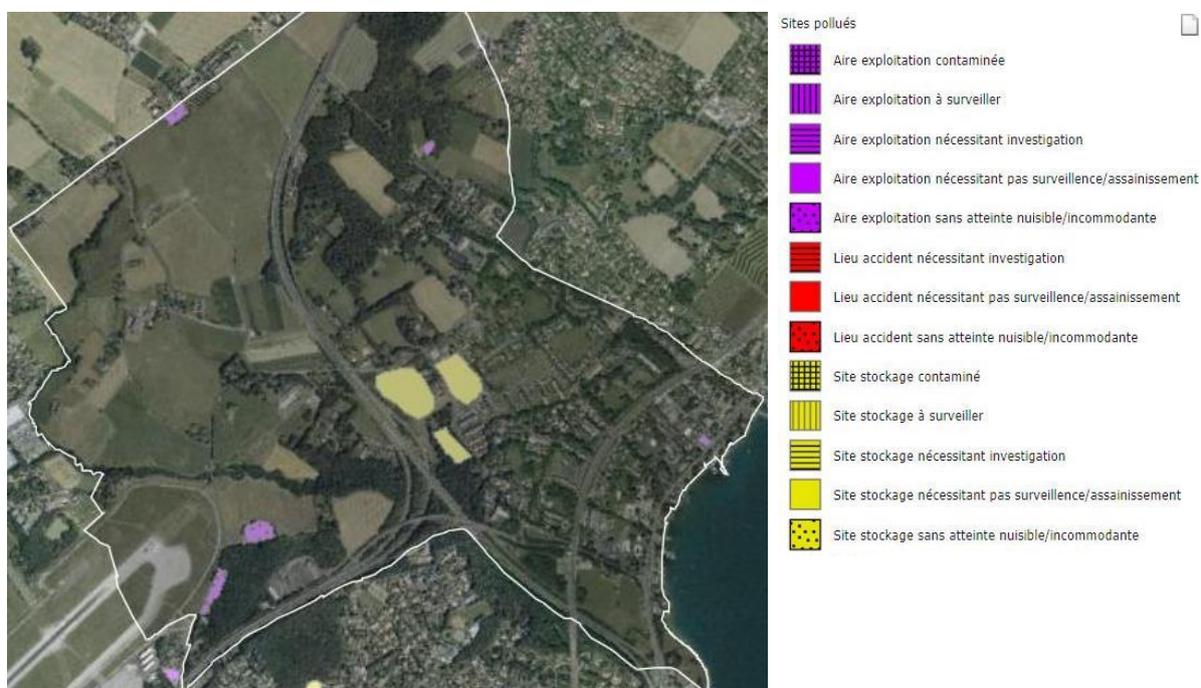
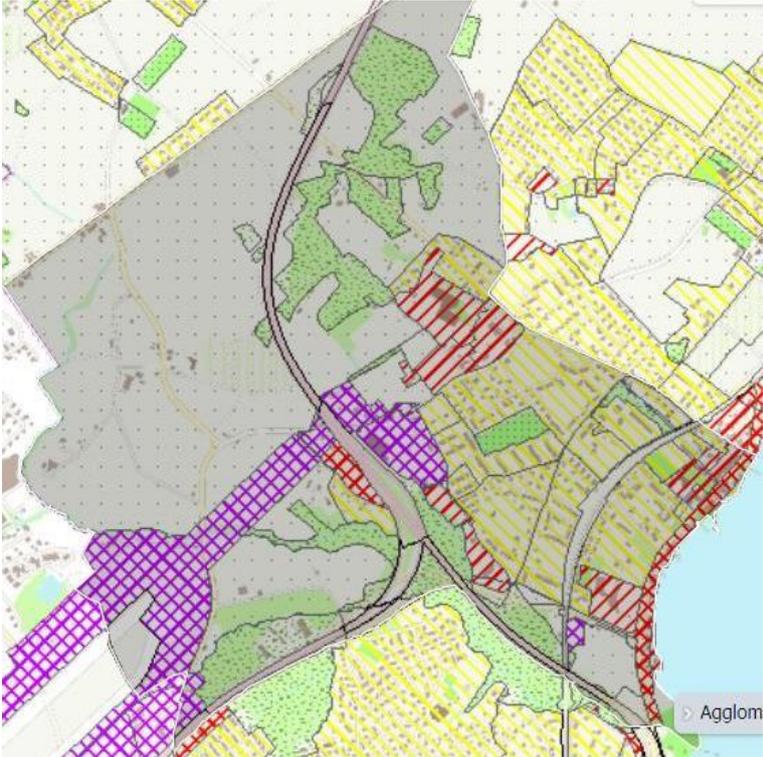


Figure 7 : Sites pollués

3.1.5 Bruit



- Bruit - Rayonnement - Degrés de sensibilité au bruit OPB
- DS I
 - DS IdII
 - DS II
 - DS IdIII
 - DS III
 - DS IV
 - DS II* ou III* (zone de verdure)
 - DS II*, III* ou IV* (Prot. Rives Rhône)
 - DS III* (zone agricole)
 - DS III* (zone de bois et forêts)
 - DS non attribué

3.1.6 Synthèse de l'état des lieux environnemental

Thème	Observation réalisée	Résultante possible
Air	<ul style="list-style-type: none"> Immissions NO2 (2012) inférieure à la limite maximale fixée par l'OPair (30 µg/m³). Particules fines excessives dans toute la zone urbaine et péri-urbaine de Genève par rapport à la Valeur Limite OPair de 20 mg/m³. 	Implantation de chaufferie biomasse autorisée à priori.
Eau	<ul style="list-style-type: none"> Puit de captage des Biolays Zone de littoral : Ao de protection des eaux Nord-Ouest : nappe de Montfleury, ressource stratégique d'eau potable pas exploitée à ce jour mais à protéger dans une vision à long terme. 	Nappe de Montfleury ne peut pas être utilisée pour une valorisation énergétique sous réserve d'investigations supplémentaires.
Périmètres protégés	<ul style="list-style-type: none"> Les rives du lac et le bois d'Avault au nord de la commune. 	Restriction de l'utilisation
Sol	<ul style="list-style-type: none"> Sites répertoriés 	Investigations techniques lors de projets de géothermie pour éviter la migration des polluants lors des travaux ou ultérieurement.
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> Zone critique de bruit provoquée par les aéronefs Sensibilité au bruit importante entre DSII et DSIV pour environ le 1/3 du territoire commune. 	-
Végétation	<ul style="list-style-type: none"> Bois d'Avault au nord de la commune Les rives du lac 	Dans ces zones, l'utilisation des lieux, les constructions, la circulation et les activités de loisirs sont soumises à des restrictions afin de garantir le maintien de leurs valeurs naturelles.

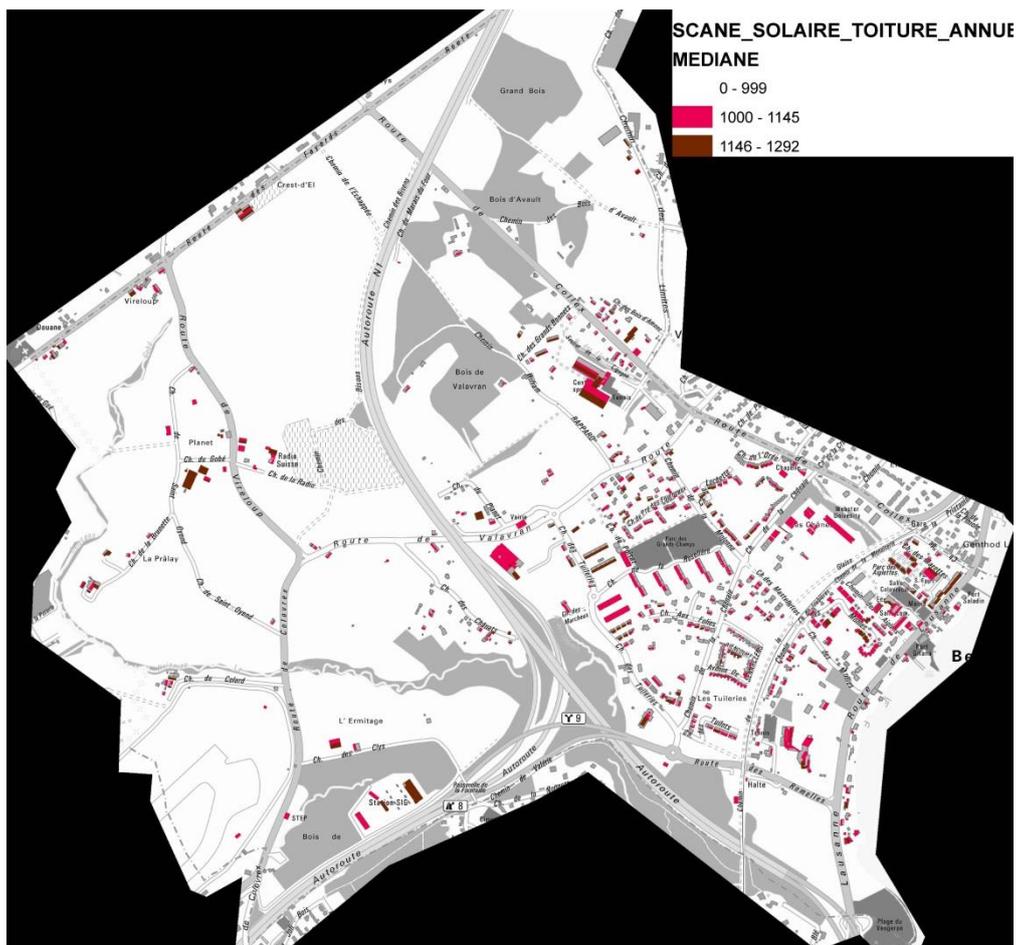
Tableau 1 : Synthèse de l'état des lieux environnemental

3.2 Ressources énergétiques renouvelables

3.2.1 Solaire

Le potentiel solaire thermique et photovoltaïque de la Commune est estimé à partir de la couche OCEN-SITG de l'irradiation solaire annuelle sur les toitures des bâtiments en ne considérant que les toits favorables (irradiation entre 1'000 et 1'145 kWh/m²) et très favorables (irradiation supérieure à 1'145 kWh/m²) et de surface supérieure à 20 m².

50% de la surface de toitures est considérée pour l'installation de panneaux solaires, en raison des contraintes de mise en œuvre ou d'installations techniques existantes.



La surface de toitures considérée est de 87'192 m², dont **38'939 m²** (34%) sont propices à l'installation de panneaux solaires. L'équipement de ces toitures se traduit par une production électrique par le biais de capteurs photovoltaïques ou de production de chaleur par le biais de capteurs thermiques.

	Potentiel minimal	Potentiel maximal
Surface maximale de capteurs thermiques ou panneaux PV	38'939 m ²	38'939 m ²
Production spécifique des panneaux photovoltaïques	130 kWh _{él} /m ² /a	130 kWh _{él} /m ² /a
Production spécifique des capteurs thermiques	540	540
Potentiel valorisable (=fonction des besoins et du stockage)	400 kWh _{th} /m ² /a	540 kWh _{th} /m ² /a
Potentiel solaire PV (si 100% PV)	5'062 MWh_{él}/a	5'062 MWh_{él}/a
Potentiel solaire thermique (si 100% thermique)	15'576 MWh_{th}/a	21'027 MWh_{th}/a

Tableau 2 : Evaluation du potentiel solaire

Sur la base des données calculées par l'OCEN via le SITG, la production électrique annuelle totale sur la surface des capteurs solaire photovoltaïque est évaluée à 5.9 GWh/an.

Une installation solaire thermique permet de transformer le rayonnement solaire en chaleur. La chaleur ainsi produite peut être utilisée pour participer à la production d'eau chaude sanitaire et/ou au chauffage des locaux. Il existe plusieurs types de capteurs qui permettent de produire de la chaleur pour différentes applications, par l'intermédiaire d'un fluide caloporteur.

Type de capteurs	Température du fluide caloporteur	Applications
Capteurs plans non vitrés	35°C à 50°C	Chauffage d'eau de piscine
Capteurs plan vitrés	50°C à 80°C	Production d'ECS Chauffage des locaux
Capteurs sous vide	80°C à 100°C	Production d'eau chaude sanitaire ou industrielle Production de chaleur pour actionner des machines de production de froid
Capteurs à air (fluide caloporteur = air)		Chauffage des locaux

Tableau 3 : Caractéristiques des capteurs solaires thermiques

Les possibilités de valorisation du solaire thermique dépendent des besoins de chaleur du périmètre considéré et des capacités de stockage de la chaleur.

Actuellement, la commune compte 19 installations de solaire thermique, soit une surface totale de 151 m² de capteurs, sur son territoire.

Il est à noter que le potentiel énergétique des panneaux photovoltaïques installés sur les façades de bâtiments n'est pas intégré dans les calculs ci-dessus. Il dépendra des dimensions et de l'orientation des façades. Ce potentiel n'est pas négligeable et pourra même dépasser celui des toitures. Il nécessite une bonne intégration architecturale.

Actuellement sur la commune, 14 installations d'une puissance totale de 150.7 kW sont installées. Elles assurent la production de près de 110 MWh/an d'électricité, revendue aux SIG. Depuis 2008, l'école « Menuiserie » possède en toiture la plus grosse installation photovoltaïque de la commune (73.9 kW installés pour une production de 75 MWh/an). Malheureusement cette installation a rencontré de gros problèmes de fonctionnement et ne produit plus depuis 2012. Citons également l'initiative des habitants du lotissement « Coin de Terre » qui a entraîné, en 2007-2008, l'installation d'une dizaine de petites installations sur les toits des villas du lotissement.

En raison de la situation d'une partie du territoire de Bellevue sous l'axe de l'aéroport, entre autre la zone industrielle et artisanale de Valavran, il y a certaines contraintes de sécurité à respecter dans le cadre de la mise en place de panneaux solaires. En particulier, il s'agit d'utiliser des panneaux vitrés « antireflets » et de veiller à une orientation des panneaux qui ne soit pas perpendiculaire à l'axe de l'aéroport. Il est recommandé de contacter le service TGCP de l'AIG lors de l'avant-projet de panneaux solaires (cf concept énergétique territorial du PDZIA de Valavran).

3.2.2 Géothermie

Dans le cadre du programme GEothermie 2020 lancé en juin 2014, l'Etat de Genève et SIG entreprennent une vaste campagne de prospection sur l'ensemble du territoire cantonal genevois. Ce travail de terrain a pour but d'améliorer la connaissance du sous-sol afin de sélectionner les endroits les plus propices à la géothermie. L'ensemble de ce travail permettra de modéliser les zones

pressenties pour les premiers forages exploratoires, prévus dès 2018. Quant à la phase d'exploitation, elle débutera ultérieurement en fonction des résultats.

Le développement de la géothermie de moyenne profondeur sera planifié en fonction des besoins énergétiques du canton, que ce soit pour des quartiers existants ou pour des grands projets urbanistiques à venir, comme par exemple Praille-Acacias-Vernets. Une utilisation pour le chauffage de serres agricoles est également possible.

3.2.2.1 Sondes Géothermiques Verticales (SGV)

Le potentiel géothermique dépend de la surface réellement disponible pour les sondes géothermiques, des caractéristiques géologiques du sous-sol et des caractéristiques techniques des sondes.

La nappe de Montfleury étant protégée par précaution pour une éventuelle future exploitation d'eau potable, il est strictement interdit de traverser la nappe phréatique par des sondes géothermiques. Il est en principe possible et autorisé d'exploiter la chaleur du sous-sol dans les parties du sous-sol situées en dehors de la nappe (horizontalement et verticalement). C'est-à-dire, il est également possible d'installer des sondes au-dessus de la nappe.

L'étendu horizontal et vertical de la nappe de Montfleury n'est cependant pas connu de manière précise. Lors de tout projet d'implantation de sondes géothermiques, il est indispensables de réaliser quelques sondages carottés qui permettront de déterminer l'étendu horizontal et la profondeur exacte de la nappe.

L'évaluation du potentiel géothermique nécessite également une petite analyse des formations géologiques au cas par cas.

En fonction de l'épaisseur réelle de la moraine würmienne (comme « couche de protection » de la nappe) à l'endroit des sondages envisagés, la longueur des sondes doit être évaluée. Pour notre évaluation ci-dessous, une profondeur moyenne d'environ 20 m sur la partie de la zone située au-dessus de la nappe a été envisagée, laissant ainsi une marge pour la protection de la nappe. Sur les zones en dehors de la nappe de Montfleury, des sondes plus profondes (par exemple de 200m) peuvent être envisagées. En pratique, la distance entre les sondes doit être supérieure à 5 m (SIA 384/6), mais un espacement minimal de 7 à 8 m est recommandé.

Les surfaces favorables sont calculées par exclusion des zones d'interdiction, des surfaces construites (bâtiments existants, sous-sol, routes, conduites diverses, piscines), des forêts et des zones agricoles. L'emprise des champs de sonde a été estimée à 30% des surfaces favorables à l'implantation de sondes géothermiques, voir le tableau ci-dessous.

	Partie sur nappe	Partie hors nappe
Surface de parcelle favorable	185'000 m ²	1'120'000 m ²
Emprise des champs de sonde	55'500 m ²	336'000 m ²
Longueur utile par forage	<u>20 m</u>	<u>200 m</u>
Espacement des sondes	8 m	8 m
Nombre potentiel de forages	1'200	7'000
Puissance linéaire en chauffage (avec PAC)	30 W/m	
Quantité de chaleur annuelle extraite par mètre linéaire (2'000h/an)	60 kWh/m/a	
Potentiel annuel d'extraction de chaleur du sous-sol par des sondes géothermiques	<u>1'445 MWh/an</u>	<u>84'000 MWh/an</u>
Puissance linéaire en refroidissement	22 W/m	
Quantité de chaleur annuelle injectée par mètre linéaire (1'000h/an)	22 kWh/m/a	
Potentiel annuel d'injection de chaleur dans le sous-sol pour le rafraîchissement	<u>530 MWh/an</u>	<u>30'800 MWh/an</u>
Electricité requise (PAC avec COP=3.9)	506 MWh/an	29'436 MWh/an

Tableau 4 : Hypothèses et potentiel énergétique des sondes géothermiques

L'équilibre entre l'extraction et l'apport de chaleur dans le sous-sol doit être garanti pour maintenir la température moyenne du sous-sol stable à long terme. Ainsi, le potentiel pour le rafraîchissement dépend de la chaleur extraite pour le chauffage et la préparation de l'eau chaude sanitaire.

3.2.2.2 Géothermie grande profondeur

Bien que la connaissance des structures tectoniques des formations géologiques les plus profondes du bassin genevois est actuellement encore très lacunaire. Des investigations par méthode géophysique pour l'établissement d'un modèle 3D du sous-sol profond et la réalisation de forages tests sont bien en discussion au niveau du Canton de Genève pour identifier le meilleur emplacement pour une exploration à l'horizon 2020.

Le respect de cet agenda permettrait d'envisager une exploitation de la géothermie profonde vers l'horizon 2030 à Genève, sachant que :

- les cantons et communes intéressés par l'exploitation géothermique des aquifères profonds ne sont pas à même de supporter seuls le financement de forages profonds, relativement coûteux;
- la couverture du risque géologique (échec de l'exploitation) doit être assumée par la collectivité;
- il existe des risques sismiques lors de la mise en œuvre, ce qui désavantage les zones urbanisées.

Ainsi, il est plus rationnel de considérer un scénario dans lequel l'exploitation du potentiel géothermique profond Genevois est mutualisé au niveau Cantonal et rendu accessible à la commune par le biais du réseau de chauffage à distance. Selon l'étude « Evaluation du potentiel géothermique du Canton de Genève, Groupe de travail PGG, Janvier 2011 », le potentiel local d'un doublet géothermique de moins de 3 kms de profondeur, est estimé entre **3 300 et 11 000 MWh/an.**

3.2.3 Air

Pour le chauffage des locaux, l'énergie contenue dans l'air ambiant représente une ressource énergétique intéressante. Elle est omniprésente, pour ainsi dire infinie, et sa valorisation à l'aide d'une pompe à chaleur se fait aisément. De plus, les pompes à chaleur air/eau sont moins coûteuses à l'investissement que les pompes à chaleur sol/eau, du fait qu'il ne faut pas de structures géothermiques. Cependant les pompes à chaleur air-eau sont génératrices de bruit et l'emplacement en milieu urbain doit respecter les exigences légales en la matière.

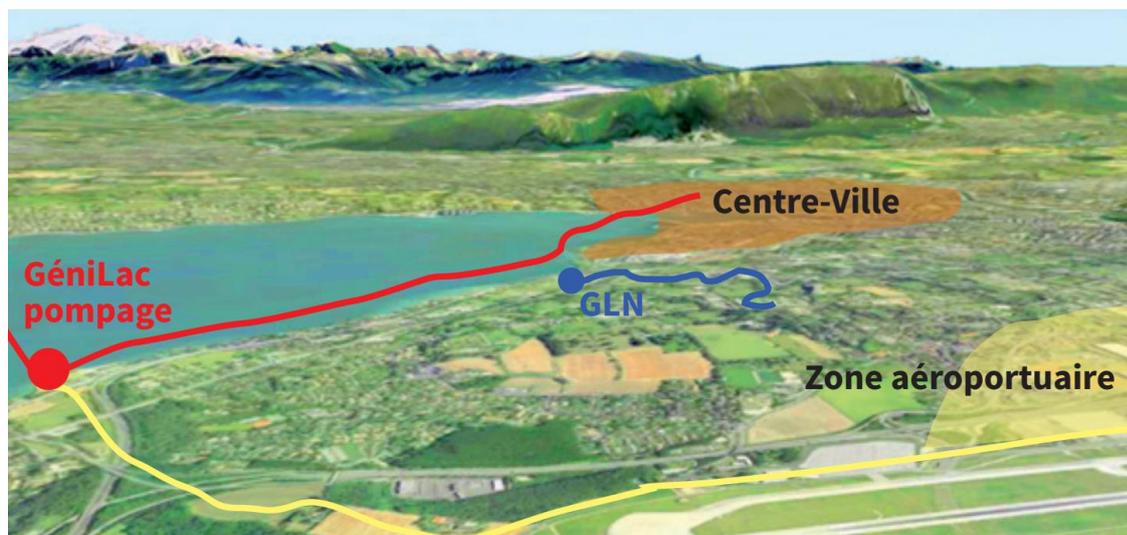
Plutôt que d'utiliser l'air extérieur, il est plus judicieux d'exploiter la chaleur provenant des parkings ou de garages souterrains. En effet la chaleur dégagée par les véhicules dans les parkings réchauffe la température de l'air des parkings déjà plus élevée que celle de l'air extérieur puisqu'en sous-sol. Cet air chaud peut être acheminé vers un échangeur de chaleur et une pompe à chaleur qui fera remonter la température d'un caloporteur à un niveau exploitable pour du chauffage basse température. L'eau sanitaire peut également être chauffée de cette manière via des pompes à chaleur haute température.

Il est également possible de récupérer de l'énergie sur l'air extrait par la ventilation, par la ventilation double-flux avec récupération d'énergie, ou l'installation de pompes à chaleur sur air extrait. A l'heure actuelle, il n'est pas possible de chiffrer ces potentiels, mais il est possible de localiser les parkings souterrains et de travailler sur cette ressource de manière opportuniste au cas par cas et si d'autres solutions plus efficaces ne sont pas applicables.

3.2.4 Eau du lac : GeniLac® et exploitation de la station de pompage existante

3.2.4.1 GeniLac®

S'inspirant des succès de Genève Lac Nations (GLN), le projet GeniLac®, utilisera l'eau du lac pour rafraîchir en été et chauffer en hiver des habitations et bâtiments d'entreprises. Ce nouveau réseau hydro-thermique concernera en priorité le centre-ville et la zone de l'aéroport. Après utilisation dans les habitations et immeubles, elle est restituée dans son milieu originel à une température semblable, respectant ainsi le biotope naturel.



L'eau est pompée dans le lac à 45 mètres de profondeur à une température stable toute l'année. La situation de la station de pompage est encore imprécise mais se situerait probablement sur la commune de Chambésy.

Ses caractéristiques techniques:

- Potentiel de puissance à raccorder : par phases de 20 MWth jusqu'à 250 MWth
- Pompage : jusqu'à 6.8 m³/s (24'500 m³/h)

GeniLac® est le scénario qui a été retenu dans le cadre du développement du PLQ 29'902 Champ-du-Château⁷. La mise en activité du réseau est prévu pour 2022.

Une réfection de la chaussée Rte de Lausanne est prévue et permettrait l'installation des conduites de GeniLac®.

3.2.4.2 Exploitation de la station de pompage existante

Une station de pompage actuellement équipée pourrait être remise en exploitation. Elle se situe à la hauteur du Port Saladin, le long du Nant des Limites. Une remise en exploitation serait envisageable et permettrait à court terme (env. 2020) d'approvisionner le centre de Bellevue en énergie renouvelable. Cette solution permettrait une alimentation transitoire de réseaux CAD existants en attendant la mise en fonction de GeniLac® pour un couplage ultérieur des 2 systèmes d'alimentation.

La commune de Bellevue souhaite profiter du développement de ces réseaux pour alimenter les bâtiments de la rue de Lausanne et éventuellement y raccorder son CAD. Des discussions avec les SIG sont en cours et cette volonté de la commune est intégrée dans la planification du réseau SIG.

3.2.5 Cours d'eau

Les cours d'eau peuvent être exploités pour la **production d'énergie électrique**, grâce à la construction de centrales hydrauliques de petite taille au fil de l'eau.

Deux principaux cours d'eau circulent sur le territoire de la commune : le Marquet-Gobé-Vengeron et le Nant des Limites.

Le Marquet-Gobé-Vengeron désigne en fait trois cours d'eau se jetant l'un dans l'autre. Le Gobé et le Vengeron coulent sur Bellevue, le Marquet coule en amont. Du fait de sa localisation dans un environnement subissant la pression de l'urbanisation de l'agglomération genevoise, il doit faire face à des étiages très sévères, auxquels se succèdent des crues violentes. Il est également fortement influencé par le réseau d'assainissement (déversoirs d'orage, mauvais branchements, eaux de ruissellement polluées). En plus d'un impact sur la qualité physico-chimique, les matières en suspension déversées par les réseaux d'eaux pluviales et de drainage agricole sur le cours amont engendrent un colmatage du lit. Cette situation fait que la qualité biologique de l'ensemble du Marquet-Gobé-Vengeron est insatisfaisante sur tout son itinéraire. De plus, une partie de son cours est canalisé. De ce fait, il est décrit comme « une rivière en danger⁸ » et est concerné par le Contrat de

⁷ voir Concept énergétique territorial du 10 septembre 2013, Construction Perret SA, PLQ 29'902 – Champ-du-Château

⁸ Source : Fiche rivière n°12, Etat de Genève, 2009

rivière Pays de Gex-Léman signé en 2004 qui engage les partenaires à réaliser diverses actions visant à améliorer la situation critique actuelle.

Le Nant des Limites est un petit cours d'eau de 882 mètres de long, en partie canalisé.

D'après ces informations, les cours d'eau ne se prêtent pas à l'installation de centrales hydrauliques. La récupération de l'énergie des courants fluviaux à leur embouchure est également une technique naissante, mais elle n'est pour l'instant pas adaptée aux petits cours d'eau.

3.2.6 Biomasse

Sur le canton de Genève, le potentiel forestier sur le domaine public est déjà complètement exploité. L'exploitation des parcelles privées et la consommation de bois en provenance de la France voisine ou du canton de Vaud représentent les principales possibilités d'approvisionnement en bois énergie.

Grâce à l'exploitation des parcelles forestières privées, la quantité de bois disponible à moins de 5 minutes sur route est estimée à environ 18'000 m³, soit environ **18 GWh** (1 m³ apparent de plaquettes = 1'000 kWh).

Près de 70% du territoire communal est composé de surfaces boisées ou de surfaces agricoles utiles⁹.

Le GICOR, groupement intercommunal de compostage des communes de la rive droite permet aux communes et aux entreprises de déposer leurs déchets verts « secs » (sans les déchets de cuisine) afin qu'ils soient valorisés en compost. Ceci représente un tonnage moyen de 3'200 t/an. Une étude de faisabilité est en cours pour la mise en place d'une filière de valorisation de la biomasse. La biomasse agricole est assez conséquente et peut être valorisée par production de biogaz ou par combustion.

3.2.7 Valorisation des rejets thermiques existants ou potentiels

3.2.7.1 Eaux usées

Sur le territoire communal, il serait possible de récupérer de la chaleur au niveau de deux portions de collecteurs des eaux usées par le biais d'un échangeur de chaleur placé dans ces canalisations :

- Route de Collex : collecteur d'eaux usées ovoïde (700 x 1050 mm) : faisabilité à confirmer par un spécialiste étant donné la largeur du collecteur inférieure à 80 cm
- Route de Lausanne : collecteur d'eaux usées ovoïde (900 x 1350 mm) en amont de l'ouvrage de récupération

L'utilisation de pompes à chaleur permet ensuite d'assurer la production d'eau chaude jusqu'à 65°C pour **l'eau chaude sanitaire** ou le **chauffage**. Pour ce faire, il est indiqué que les collecteurs doivent avoir un diamètre de 80 cm minimum.

⁹ Source : Plan Directeur Communal, 2000

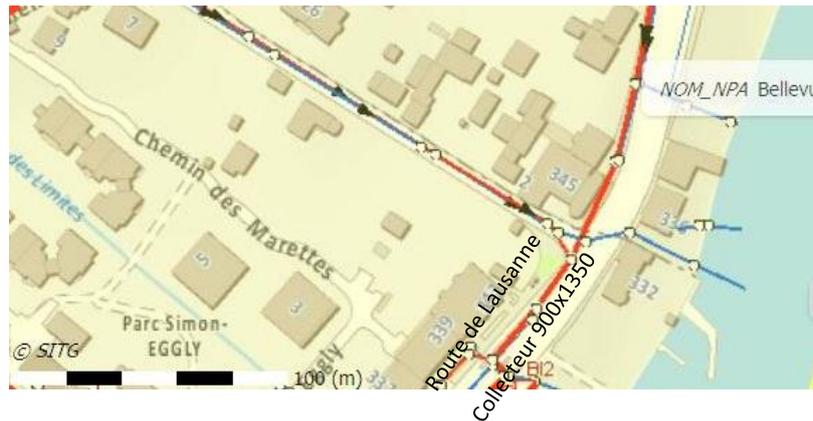


Figure 8 : Situation du collecteur 900X1350, route de Lausanne

La faisabilité d'une telle récupération de chaleur est donc à étudier de manière plus approfondie, d'autant plus qu'il existe des besoins énergétiques importants le long de ces routes. En effet, d'autres contraintes sont à respecter (débit minimum de 15 l/s, température des eaux supérieure à 10°C).

L'intégration d'un échangeur de chaleur dans un collecteur étant généralement réalisée lors de l'assainissement de ce collecteur, il serait également important de connaître si un tel assainissement est prévu à court terme.

Il est également possible de valoriser la chaleur des eaux usées à l'échelle du bâtiment, en stockant temporairement les eaux usées directement à la sortie des habitations. Cette possibilité est à prendre en compte au stade de la planification énergétique des plans localisés de quartier (PLQ).

3.2.7.2 Autres rejets

La commune n'héberge pas d'activités industrielles susceptibles d'être à l'origine de rejets thermiques.

3.3 Synthèse des ressources disponibles

Le tableau qui suit fait la synthèse des ressources énergétiques renouvelables et locales et de leur potentiel de développement sur Bellevue.

Ressource	Avantages	Inconvénients	Possibilité / Pertinence sur Bellevue	Perspectives de valorisation
Biomasse	Renouvelable Locale Bilan CO ₂ favorable Valorisation de déchets agricoles	Ressource limitée Filière de valorisation à définir Emissions polluantes locales Livraison et stockage	A approfondir	Besoins haute température 18 GWh _{th} /an pour le bois
Air	Omniprésence PAC air-eau facile à installer et à utiliser Susceptible de couvrir une grande proportion des besoins de chaleur	Nuisance sonore pour les zones en DSII Rendements énergétiques 30% moins bons que les pompes à chaleur sol-eau Pas de potentiel pour les besoins de froid	Oui	Besoins basse température A étudier au cas par cas
Eolien	Renouvelable	Les aéronefs Potentiel faible protection du paysage	A approfondir	/
Solaire thermique	Renouvelable Technologie fiable et maîtrisée Retour sur investissement rapide Pas de bâtiment classé ou inscrit à l'inventaire A privilégier pour la production d'eau chaude sanitaire	Variations journalières et saisonnières Eventuels ombrages locaux	Oui	Besoins haute température 16 à 21 GWh _{th} /an
Solaire photovoltaïque	Renouvelable Technologie fiable et maîtrisée Revente d'électricité à prix coutant Production décentralisée d'électricité	Rendements faibles Intermittence Investissement important Eventuels ombrages Concurrence avec solaire thermique	Oui	5 GWh _{elec} /an
Géothermie	Renouvelable Locale Possibilité de valoriser la chaleur et le froid Constance des températures en sous-sol Potentiel conséquent	Interdiction de traverser la nappe phréatique Déséquilibre du terrain Gestion hydraulique complexe	A approfondir dans le périmètre de la nappe de Montfleury	Sur nappe : 1.4 GWh _{th} /an 84 GWh _{frig} /an Hors nappe : 84 GWh _{th} /an 31 GWh _{frig} /an

Ressource	Avantages	Inconvénients	Possibilité / Pertinence sur Bellevue	Perspectives de valorisation
Lac	Renouvelable Locale Prestations de rafraîchissement et de chaleur	Dépendant du raccordement au réseau en cours de développement	Oui	Besoins basse température A approfondir (potentiels consommateurs à identifier) 250 MWh _{th} /an
Cours d'eau	Renouvelable	Risque de perturber le milieu naturel	Non	/
Rejets thermiques	Valorisation d'une énergie perdue	Nécessite l'existence d'installations adéquates	Sur collecteur : Etude de faisabilité à réaliser A envisager à l'échelle du bâtiment	A approfondir
Géostructures	Pour des infrastructures souterraines Proximité de la molasse	Aucun ouvrage envisagé	Non	/

Tableau 5 : Synthèse des ressources renouvelables et locales

Ressources énergétiques de la commune de Bellevue



Légende

- Puits de pompage
- Sondes géothermiques
- Esquisse du tracé du projet Génilac
- Gaz naturel
- ▨ CAD communal et CAD de la Fondation
- Potentiel solaires photovoltaïques
- Nappes d'eau souterraines

0 255 510 Mètres



Fond de plan : source SITG
Novembre 2015

L'analyse environnementale du périmètre d'étude a permis de mettre en évidence et de localiser les ressources énergétiques disponibles et la richesse énergétique locale renouvelable de la Commune.

Les principales pistes vers l'utilisation intensive et immédiate (court terme) des énergies renouvelables locales sont les champs de sondes géothermiques, le solaire et les PACs. A moyen terme, les ressources à valoriser sont celles des infrastructures existantes et en devenir comme le CAD au Lac GeniLac®.

A plus long terme, des concepts plus innovants allant vers l'autonomie énergétique complète pourront être mis en œuvre sur des secteurs qui semblent pour le moment favorables et en phase avec la planification et la performance des projets de construction à venir.

Cette analyse permet donc de mettre en relief la richesse énergétique quantitative et qualitative de la Commune, soit de montrer son fort potentiel de transition énergétique.

4. Infrastructures énergétiques actuelles et projetées

4.1 Réseau gaz

La commune est desservie pour le réseau de gaz naturel. Un gazoduc traverse la commune, du lac jusqu'à l'aéroport. La construction du nouveau gazoduc entre Trélex (canton de Vaud) et Colovrex (Commune de Bellevue, canton de Genève) s'est étendue de juin 2012 à décembre 2013. Il a été mis en service le 7 mars 2014. D'une longueur d'environ 24 kilomètres, cette conduite haute pression est interconnectée d'un côté au gazoduc Transjura reliant La Cure à Gland, à la hauteur de Trélex et, de l'autre côté, au gazoduc Genève-sud. L'objectif de cet ouvrage est de répondre à l'augmentation de consommation de gaz naturel, mais aussi de renforcer la sécurité d'approvisionnement de la Suisse occidentale. Ce gazoduc n'alimente pas Bellevue.

Il vise à répondre à la demande croissante en gaz et garantir l'approvisionnement en Suisse occidentale.



Extrait site web de GazNat.

4.2 Réseaux CAD

Il existe actuellement plusieurs réseaux de chauffage à distance (CAD).

- Réseau de la fondation : alimenté par 2 chaudières de 225W au mazout.
- Réseau Belleviste : alimenté par une centrale de chauffe au gaz de 391 W qui dessert les trois écoles et les bâtiments communaux (quartier Gitana).
- Réseau du quartier des Arbres (chemin des Mollies, nombre pair) a également un CAD alimenté par 2 chaudières à mazout.

La commune souhaiterait étendre ces réseaux aux bâtiments de la route de Lausanne et de La Tuilière et envisager le raccordement au réseau GeniLac®.

5. BESOINS ÉNERGÉTIQUES DU TERRITOIRE

Ce chapitre permet de rendre compte de la dimension spatiale et temporelle de l'intensité des demandes énergétiques. En formulant des hypothèses, il est alors possible :

- de distinguer la part des services énergétiques à délivrer sur le territoire ;
- de prévoir l'évolution des demandes dans le temps afin d'élaborer une stratégie de développements ;
- de localiser la densité et l'intensité des demandes énergétiques afin de proposer des configurations opportunes de développements d'infrastructures de distribution ;
- de mesurer l'impact du développement prévu et le choix des objectifs de planification.

5.1 Hypothèses considérées

Le calcul des besoins énergétiques, qui dépendent de la surface et des typologies de bâtiments (catégories et années de construction). Leur calcul s'appuie sur :

- le phasage prévu pour le développement des zones de la Commune;
- l'évaluation préliminaire des surfaces de plancher du parc construit;
- les valeurs de besoins énergétiques pour chaque type de surface.

Les données du Système d'Information du Territoire Genevois (SITG) pour les bâtiments de la Commune (hauteur des bâtiments, nombre de niveaux, surfaces) ont été exploitées.

Afin de connaître les besoins énergétiques actuels de la commune, les énergies consommées ont été recensées et les consommations évaluées. Ont été pris en compte : les énergies de réseau (électricité, gaz) ainsi que le mazout, les énergies renouvelables (bois, solaire, géothermie), et les carburants.

Dans le cas des énergies de réseau, les données de consommation sont connues avec exactitude (données fournies par les SIG); pour les autres agents énergétiques, des estimations ont été réalisées sur la base des informations à disposition.

Nos calculs se basent sur les données géoréférencées fournies par les SITG et sur les informations fournies par l'OFS, l'OCSTAT et l'OCEN. Chaque estimation ou évaluation est clairement explicitée pour chacun des agents énergétiques.

On constate que les mesures des surfaces de référence énergétique (SRE), des agents énergétiques et des consommations de chaleur ne sont disponibles que pour une part des bâtiments de la commune. Une méthode de reconstitution des besoins et consommations pour 2014 a donc été établie.

5.2 Estimation des surfaces de référence énergétique (SRE)

5.2.1 Bâtiments existants

Les surfaces de référence énergétique (SRE) des bâtiments existants sont issues en priorité de la couche des indices de dépense de chaleur moyens sur 2 ans des bâtiments (OCEN – scane_indice_moyennes, 15.01.2015). Pour les bâtiments qui n'y sont pas référencés, les surfaces brutes de plancher (SBP) sont calculées sur la base de l'emprise au sol, du nombre de niveaux ou des

hauteurs (3.5 m de hauteur par étage) donnés dans le SITG. La SRE est ensuite estimée par application d'un facteur de réduction de 0.8 ($SRE = 0.8 \cdot SBP$).

5.2.2 Rénovation des bâtiments à l'horizon 2030

Nous avons réalisé une étude prédictive des bâtiments de la commune candidats à la rénovation énergétique selon les critères de la Loi sur l'énergie (REn L 2 30.01, article 12K, cf. Figure ci-dessous).

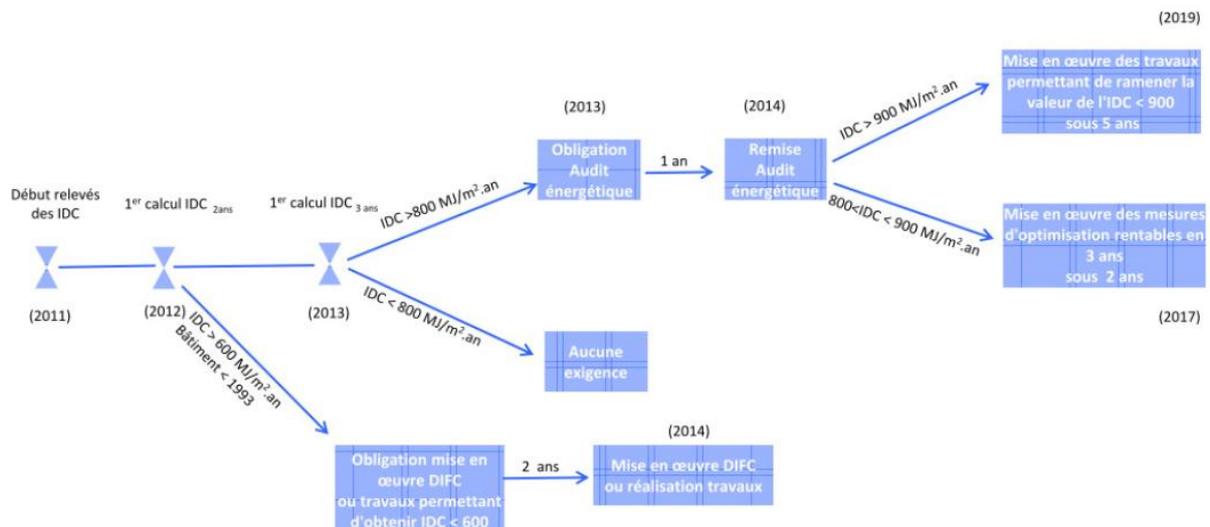
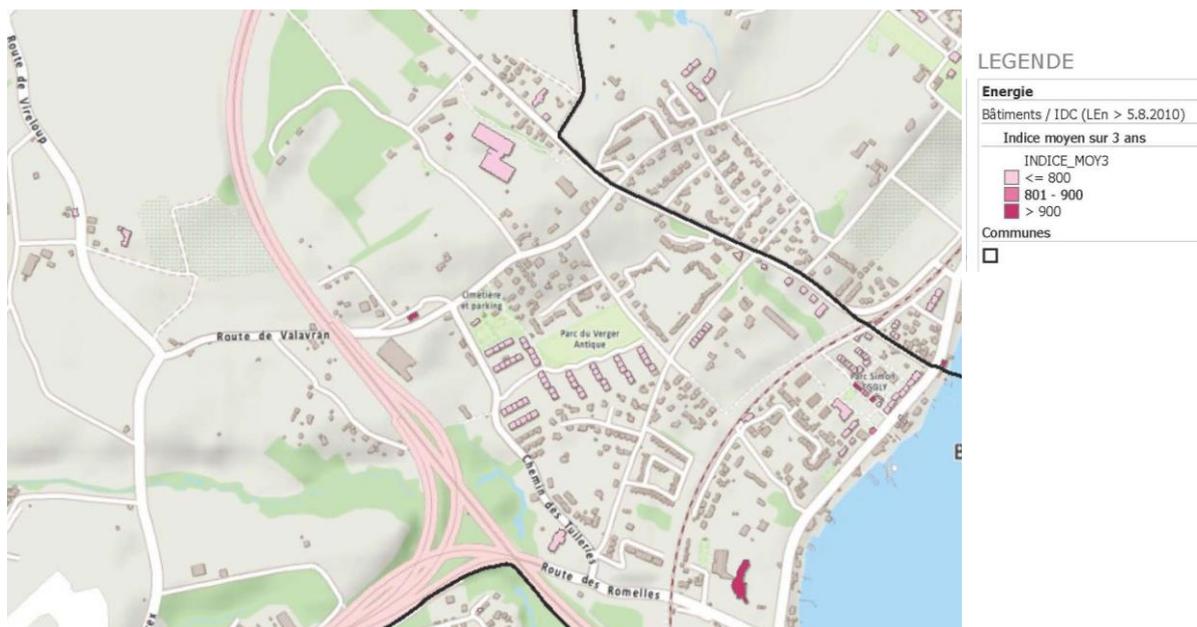


Figure 6 : Logigramme des dispositions d'application de la Loi sur l'énergie pour les bâtiments de plus de 5 preneurs (REn L 2 30.01, article 12K). Source: OCEN.

Cette étude a été dans un premier temps effectuée sur les bâtiments pour lesquels l'IDC a été calculé au cours des 3 dernières années (SCANE_INDICE_MOYENNES_3_ANN). **Les résultats montrent que 23 blocs de bâtiments représentant 26'780 m² SRE sont potentiellement concernés par une rénovation.**



Dans un 2^{ème} temps, pour les bâtiments qui n'y sont pas référencés, les IDC ont été évalués sur la base de la date de construction des bâtiments. **Les résultats montrent que 185 bâtiments représentant 45'099 m2 SRE sont potentiellement concernés par une rénovation.**

5.2.3 Nouveaux bâtiments à horizon 2030

Les surfaces brutes de plancher des bâtiments ont été recensées suite à une demande définitive ou de renseignement déposée auprès du canton et collectées.

Ainsi en 2030, le bâti neuf (114'361 m² SRE, voir détail au 2.2.4) devrait représenter une augmentation de la surface brute de plancher d'environ 38% par rapport à 2014. Le nombre d'habitants devrait également augmenter du même ordre et passer à 5'000 habitants.

Commune de Bellevue

Secteurs et projets en développement à l'horizon 2030



5.3 Bilan des consommations d'énergie finale

Le bilan des consommations d'énergie finale par agent énergétique est basé sur les informations de l'OCEN pour les chaudières à gaz et mazout, des SIG.

Le tableau ci-dessous récapitule les consommations énergétiques sur le territoire communal sur la base des données de consommation 2014.

La méthode de reconstitution des consommations 2014 est la suivante :

1. Base sur les mesures de l'indice de dépense énergétique de l'OCEN
2. Application des besoins standards (norme SIA 380/1)
3. Remplacement des agents énergétiques inconnus par Equilibre gaz-mazout : affectation des agents énergétiques selon mesures des sous-secteurs statistiques (OCEN)

Tableau 7 : Consommations énergétiques (énergie finale) sur le territoire communal en 2014

Electricité	Electricité hors aéroport	Energie thermique						Carburants
		Gaz	Mazout	Bois	Solaire	PAC	Electricité	
75.2 GWh	14.6 GWh	18.4 GWh	24.1 GWh	0.4 GWh	0.1 GWh	0.6 GWh	2.2 GWh	13.0 GWh

La colonne « PAC » (Pompe à chaleur) inclut tous les types de pompes à chaleur.

La commune de Bellevue alimente en électricité l'aéroport international de Genève (bien que celui-ci soit situé principalement sur le territoire des communes de Meyrin et du Grand-Saconnex), à hauteur de 60.5 GWh/an (données SIG 2011). La consommation de l'aéroport, trois fois plus importante que la consommation d'électricité de la commune, est donc très pénalisante dans son bilan énergétique, c'est pourquoi elle a été sortie des données propres à la commune.

Comme le montre le graphique ci-dessous, les combustibles fossiles représentent la principale source d'énergie thermique.

Les consommations 2014 sont très proches de celles de 2012, seule la consommation de carburant a diminué de 2 GWh (15%).

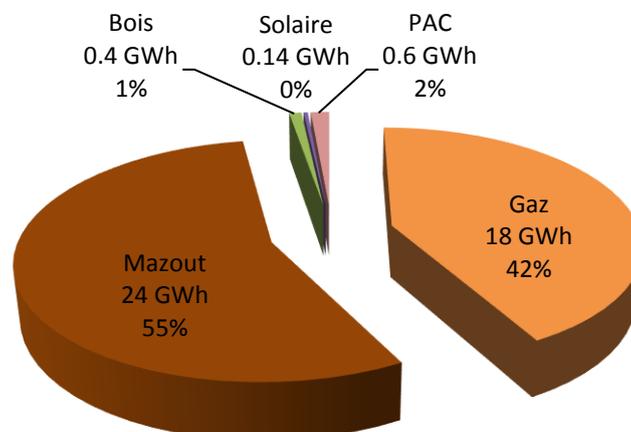


Figure 9 : Couverture des besoins thermiques (2014)

La composition des agents énergétiques actuelle des demandes thermiques de la Commune montre que le mazout et le gaz couvrent à eux deux 97% des besoins. Le bois, la géothermie et le solaire thermique représentent actuellement 3% des agents énergétiques.

5.4 Bilan des consommations d'énergie utile

5.4.1 Répartition des demandes par services énergétiques

Les besoins énergétiques sont estimés d'une part à partir des indices de dépense de chaleur et, d'autre part, à l'aide des surfaces de références énergétiques pondérées par les indices de demandes énergétiques des bâtiments.

Les besoins énergétiques futurs de la Commune sont résumés dans le Tableau ci-dessous et explicités dans le graphique ci-après.

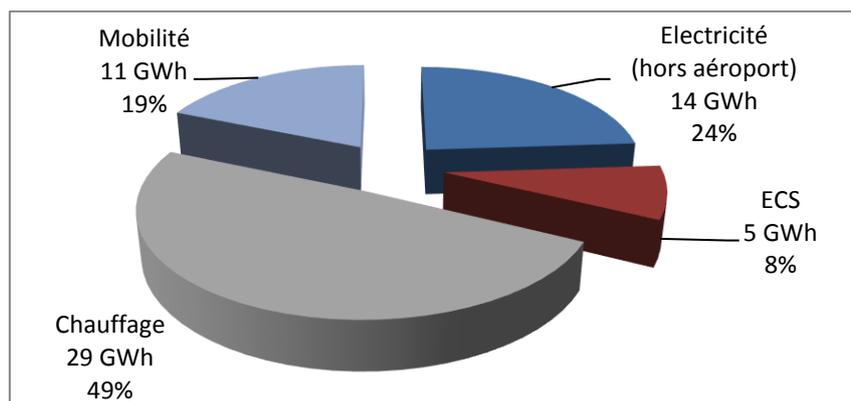
Les valeurs adoptées pour les demandes énergétiques spécifiques par mètre carré de SRE sont issues:

- du standard Minergie pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments rénovés;
- des valeurs de la norme SIA 380/1 corrigées par des facteurs d'ajustement.

Pour les bâtiments mesurés, les demandes d'énergie utile sont obtenues par application du facteur d'efficacité de chauffage de 85% pour les chaudières à mazout et gaz. L'efficacité de production d'eau chaude sanitaire est supposée de 40%.

Remarque : Nous n'avons pas pu, avec les moyens mis à notre disposition, évaluer les besoins de froid sur le territoire.

Le graphique ci-dessous présente la répartition en 2014 des demandes utiles de services énergétiques du territoire de la commune.



La moitié des besoins énergétiques utiles sont des besoins de chaleur. L'électricité représente un quart des besoins, et la mobilité environ 20%.

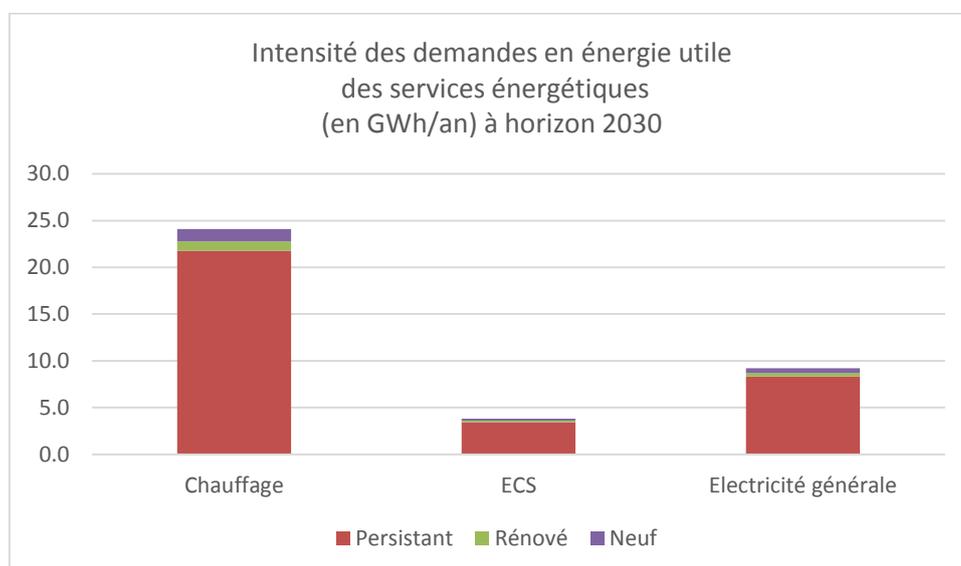
Cette répartition correspond à la structure des besoins énergétiques constatée sur le canton (environ 50% pour l'énergie thermique, 25% pour l'électricité, et 25% pour la mobilité).

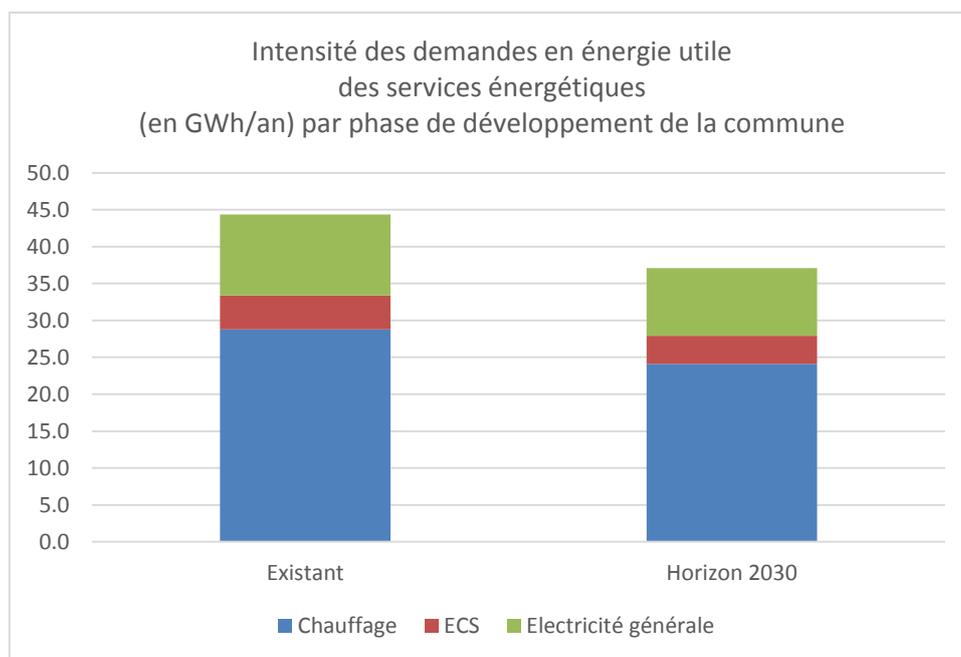
Le parc immobilier persistant représentera la majeure partie (93.3%) de la demande énergétique à l'horizon 2030, dont 75% sous forme de demande thermique et 25% électrique.

les besoins totaux thermique du parc représenteront près de 76% de la demande d'énergie de l'ensemble de la Commune.

Tableau 8 : Estimation des demandes annuelles d'énergie utile par service pour la commune à Horizon 2014 et 2030.

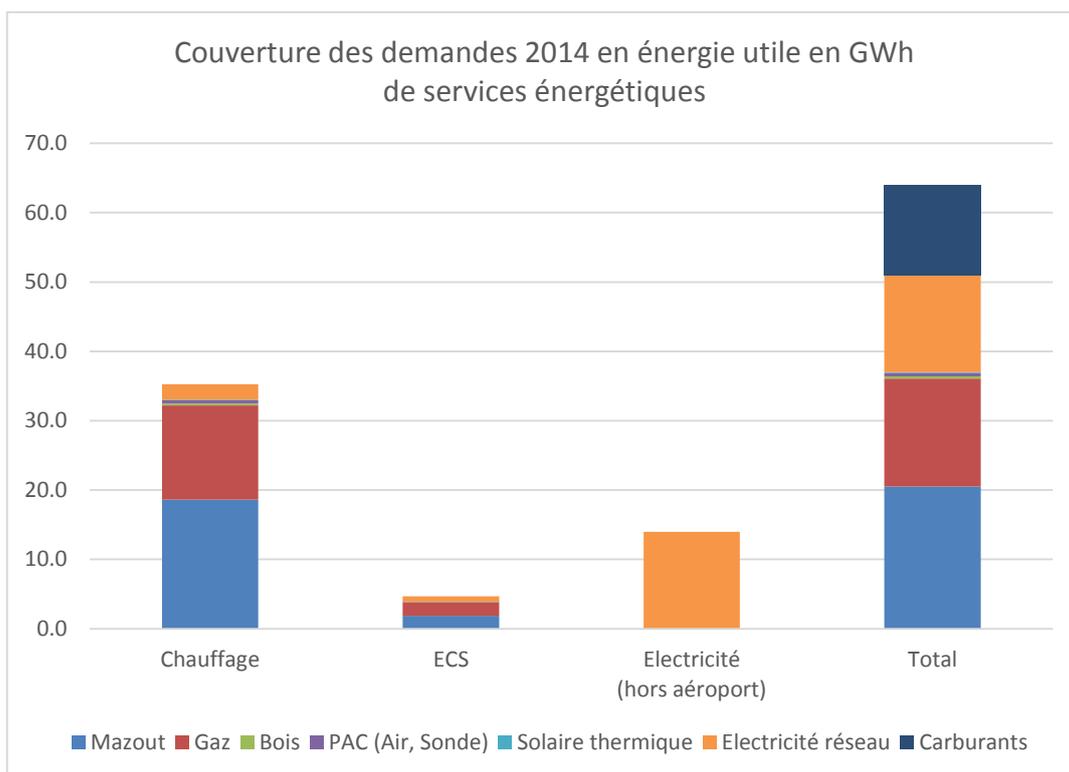
Services / Demande	Energie utile GWh/an				
	Total existant	Persistant	Rénové	Neuf	Total 2030
Chauffage	28.8	21.8	1.0	1.3	24.1
ECS	4.6	3.4	0.2	0.2	3.8
Electricité générale	11.0	8.3	0.4	0.5	9.2
Total thermique	33.4	25.2	1.2	1.5	27.9
Total électrique	11.0	8.3	0.4	0.5	9.2
TOTAL	44.4	33.5	1.5	2.1	37.1



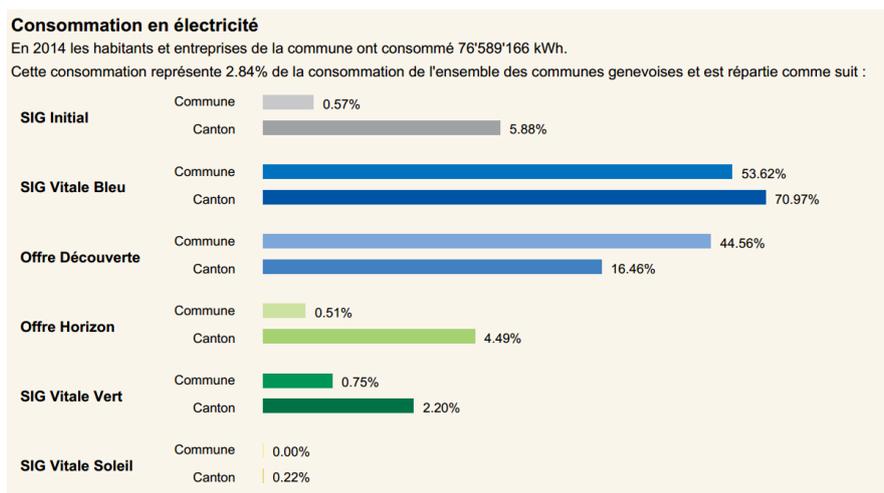


5.4.2 Répartition des agents énergétiques dans la demande d'énergie utile

Services / agents énergétiques	Energie utile (GWh/an)						
	Mazout	Gaz	Bois	PAC (Air, Sonde)	Solaire	Electricité	Carburants
Chauffage	18.6	13.6	0.3	0.5	0.1	2.2	-
ECS	1.9	2	0.02	0.05	0.02	0.7	-
Electricité* (hors aéroport)	0	0	0	0	0	14	-
Mobilité	0	0	0	0	0	0	13
Total	20.5	15.6	0.3	0.5	0.1	14	13

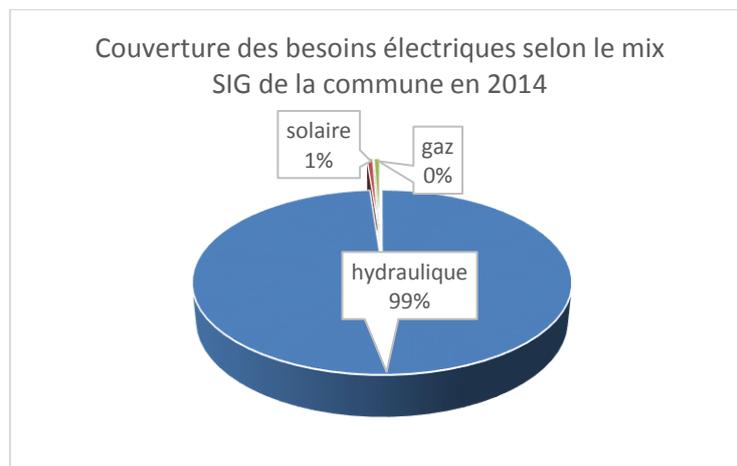


A l'heure actuelle, les habitants de la Commune font le choix d'une consommation d'électricité verte qui privilégie l'énergie hydraulique, comme montré dans le graphique ci-dessous. Aucune production d'électricité photovoltaïque locale n'est recensée.



En termes de bilan électrique, pour 2014, ceci se traduit par une couverture de la demande par 99% d'énergie hydraulique, 0% de gaz et 1% de solaire photovoltaïque. Ce bilan ne tient pas compte de la

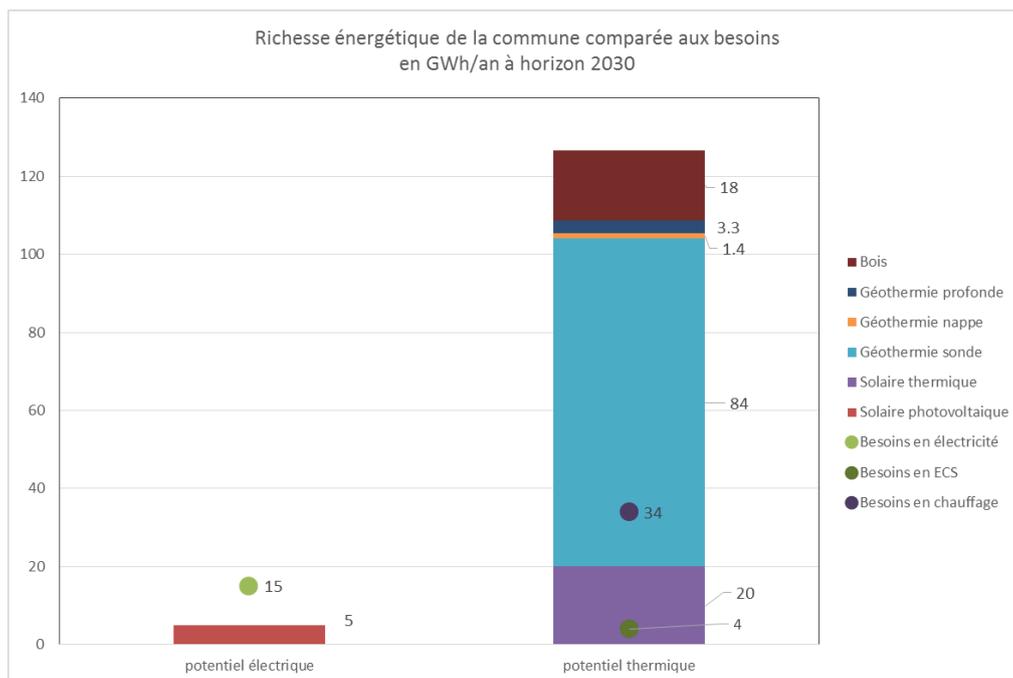
production photovoltaïque indigène, vendue sur le réseau et partagée ensuite via des offres commerciales comme celles des SIG.



5.5 Corrélation entre ressources énergétiques et besoins à horizon 2030

La Figure ci-dessous résume, pour chaque service énergétique, le potentiel exploitable à l'horizon 2030 des ressources renouvelables locales par rapport aux demandes (en point dans le graphique) de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire (45.4 GWh/an) et d'électricité (14.6 GWh/an) des bâtiments. Il faut noter, d'une part, que l'utilisation de pompes à chaleur pour relever la température des ressources, engendre des besoins supplémentaires d'électricité qui, dans le bilan, correspondent à l'électricité requise pour exploiter l'intégralité du potentiel identifié. D'autre part, comme l'exploitation du potentiel solaire photovoltaïque (en rouge) et le thermique (en violet) sont en concurrence, les deux potentiels ne pourront être conservés en totalité.

On observe que la valorisation maximale de toutes les ressources disponibles permettrait de couvrir plus de 100% des demandes de chaleur mais seulement 35% des demandes électriques.



Remarques :

- Cette figure ne fait pas apparaître les potentiels qui n'ont pas pu être quantifiés : GeniLac® et la chaleur ambiante (pour fonctionnement de PAC air-eau) principalement.
- Les potentiels ont été calculés à l'année. L'énergie n'est pas forcément disponible au moment où elle doit être consommée (exemple pour le solaire thermique : la production de solaire thermique est la plus importante en été alors que les besoins de chauffage sont en hiver).

Les besoins en électricité sont plus importants que le potentiel de production locale (solaire photovoltaïque). En outre, le report de consommations de combustibles fossiles en consommations électriques (utilisation de PAC pour le chauffage) n'ira pas dans le sens d'une amélioration de la situation.

→ La commune doit donc agir pour réduire ses consommations électriques. De plus, les installations de solaire photovoltaïque doivent être encouragées. Favoriser un approvisionnement en éco-électricité (Offre Vitale Vert des SIG) permettra également de contribuer au développement de la production d'électricité solaire sur le canton, d'alimenter un fonds destiné à la revalorisation écologique et d'encourager la recherche dans le domaine des nouvelles énergies renouvelables.

Remarque : les bâtiments communaux sont déjà tous alimentés en éco-électricité.

En matière d'énergie thermique, le potentiel en énergie renouvelable est globalement plus important que les besoins futurs, mais l'analyse doit se baser sur la disponibilité temporelle de cette énergie et sur les niveaux de températures.

En effet, toutes les ressources peuvent répondre aux besoins en ECS et en chauffage BT. En revanche, les besoins en chauffage HT nécessitent généralement l'utilisation de combustible (besoins énergétiques de pointe).

→ Il faut donc diminuer les besoins en chauffage HT au profit des besoins en chauffage BT. Les besoins en chauffage BT et en ECS pourront être couverts en priorité par le solaire thermique et par la géothermie. Les besoins en chauffage HT pourront être couverts en priorité par des PAC pour l'énergie de ruban (chaleur ambiante et géothermie), et par le bois et en dernier recours les ressources conventionnelles (chaudières gaz à condensation) pour les besoins de pointe.

Si les PAC sont principalement utilisées pour satisfaire des besoins de chauffage en basse température (température de départ de 35°C), l'évolution rapide de cette technologie permet désormais de fournir également une température de départ de 60°C utilisée dans les dispositifs de chauffage « haute température » avec des COP satisfaisants. Le tableau ci-après présente quelques valeurs indicatives de coefficients de performance en fonction des températures de la source froide et de la température de départ du chauffage :

Source froide	T source froide [°C]	T départ [°C]	COP [-]
Air	7	35	4.7
	2	35	3.5
	-7	35	3.1
	-10	55	2.1
Eau	10	35	6
	10	60	3
Sol	0	35	4.5
	10	35	5.5
	10	60	3

Tableau 18 : Evaluation des COP des pompes à chaleurs

Une alternative serait le recours au stockage saisonnier envisageable pour un bâtiment à haute performance énergétique et chauffage BT.

5.6 Localisation des demandes énergétiques de la commune

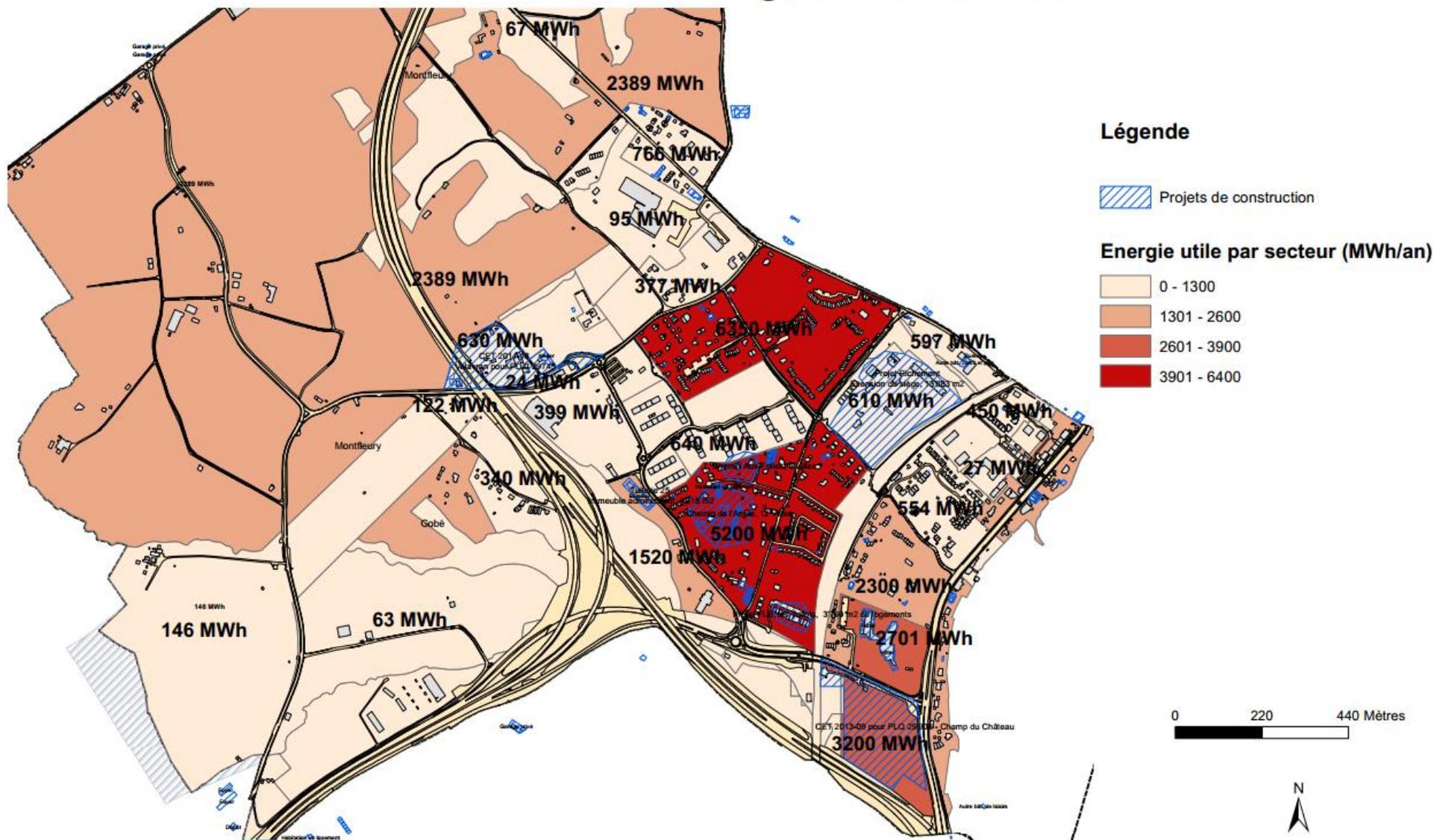
Les cartes de demandes énergétiques à l'horizon 2030 permettent de localiser l'intensité des demandes énergétiques, exprimée en MWh/an. Ces cartes sont obtenues sur la base des SRE projetées de chaque parcelle, supposée bâtie au standard Minergie. La graduation de couleurs met en évidence les zones à forte densité. Cette représentation permet de prévoir les zones prioritaires pour le développement des infrastructures de transport et de conversion d'énergie, ainsi que de prendre la mesure de la taille relative des équipements techniques. De plus, la mise en corrélation des cartes de demandes avec celles des ressources localisées révèle les orientations énergétiques possibles du territoire discutées au Chapitre 4.3.

5.6.1 Carte des demandes de chauffage

Les demandes de chauffage les plus prononcées sont concentrées au centre du territoire dans « les Grands Champs », et se prolongent sur les rives du lac jusque sur le site « Champ-du-Château ». Les demandes de chauffage par secteurs sont inférieures à 10 000 MWh/an. Pour les nouvelles constructions performantes suivant le standard Minergie, les demandes supplémentaires d'énergie utiles de chauffage à l'horizon 2030 peuvent se contenter de chauffage à basse température (variables entre 25 et 50°C), alors que le parc existant demande en l'état des températures plus élevées (variables entre 45 et 75°C).

Commune de Bellevue

Demands de chauffage à l'horizon 2030



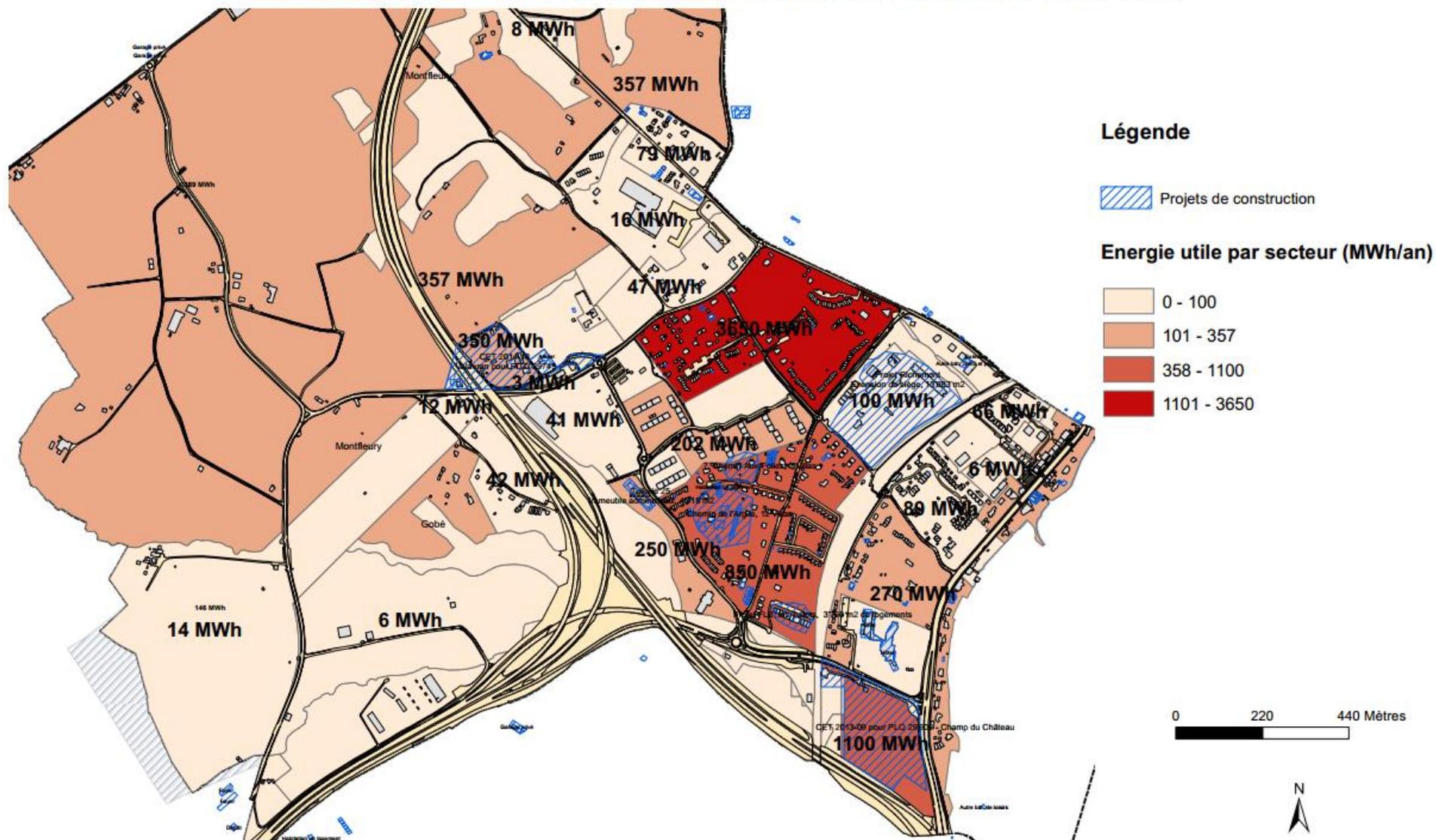
5.6.2 Carte des demandes d'eau chaude sanitaire

La carte des besoins d'eau chaude sanitaire (ECS) est liée à celle du nombre d'habitants, donc au nombre de logements. Ainsi, les zones à forte demande d'ECS correspondent aux zones denses en habitations qui demandent de l'eau chaude sanitaire à une température constante d'environ 65°C.

A l'horizon 2030, les demandes supplémentaires d'énergie utile de production d'ECS seront inférieures à 2000 MWh/an par secteur. D'une manière générale, alors qu'actuellement la production d'ECS représente environ 20% des besoins thermiques, cette part s'élèvera à près de 40% dans les secteurs à bâtir.

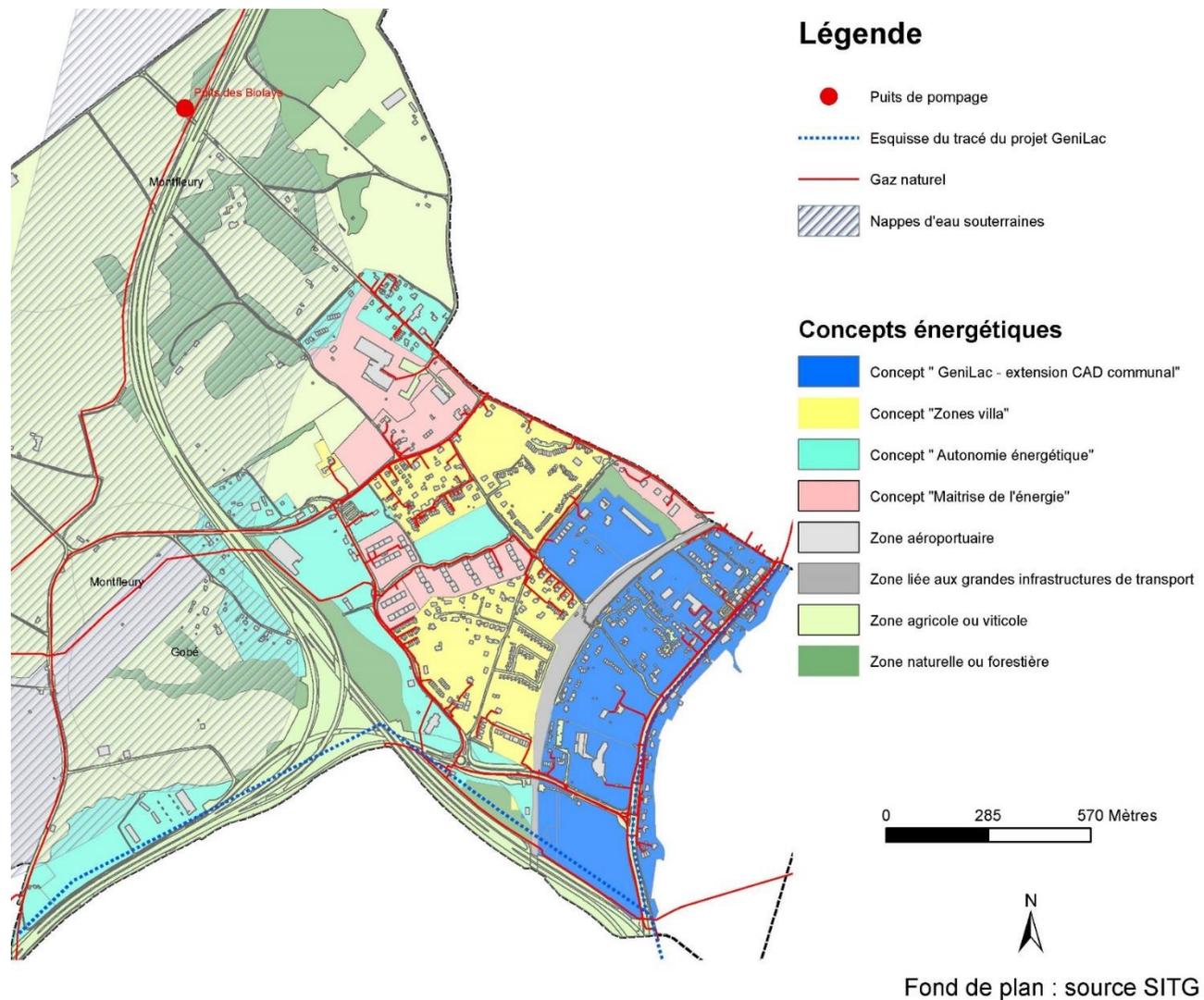
Commune de Bellevue

Demandes en eau chaude sanitaire à l'horizon 2030



Fond de plan : source SITG
Novembre 2015

5.7 Carte des secteurs énergétiques



6. Concepts énergétiques proposés

Le développement de concepts énergétiques est issu de l'identification des opportunités et contraintes résultant de la superposition des cartes de demandes, de ressources et du phasage. Il découle de cette analyse une carte d'orientation synthétique.

Les concepts proposés sont nommés ainsi :

1. Concept "maîtrise de l'énergie"
2. Concept "Pompage de l'eau du lac - extension CAD communal"
3. Concept "autonomie énergétique"
4. Concept "zone villas"

Chaque concept étudié est présenté dans les chapitres ci-dessous. La mise en œuvre des concepts est décrite sous la forme de mesures ou de plan d'actions qui font ressortir les options stratégiques pour chaque zone. La Commune pourra s'approprier le plan d'actions proposé et pourra développer chaque action en fonction de ses priorités et de ses moyens.

6.1 Concept "maîtrise de l'énergie"

Ce concept est basé sur le degré de priorité donné à la rénovation thermique, 1^{er} axe d'une démarche de politique énergétique. Il faut effectivement d'abord agir sur la réduction de la demande énergétique avant de penser aux différents moyens de la couvrir. Ce concept est illustré par la cartographie des bâtiments à rénover selon l'application de la Loi sur l'Energie.

L'ensemble des bâtiments à fort potentiel de rénovation est cartographié dans le paragraphe 5.2.2.

Lors de la construction de nouveaux bâtiments, les besoins énergétiques peuvent être maîtrisés grâce aux choix techniques et architecturaux, à savoir :

- Renforcer et mettre en œuvre correctement l'isolation
- Tirer parti des apports solaires en hiver et limiter les apports solaires en période estivale
- Maîtriser l'aération
- Réfléchir au concept architectural (notamment orientation et rapport de forme)
- Prendre en compte l'énergie grise des matériaux

Pour les bâtiments existants, il faut bien entendu favoriser l'assainissement des bâtiments peu performants.

Pour les bâtiments d'habitat collectif, la mise en œuvre de contrats à la performance entre les régies et les chauffagistes peut permettre de réaliser 10% d'économies sur les consommations d'énergie thermique, simplement grâce à l'optimisation des chaufferies.

Concernant les consommations d'électricité, il faut préconiser l'utilisation d'appareils électroménagers performants (se référer à l'étiquette énergie). La lumière naturelle doit être exploitée au maximum, puis les luminaires fluorescents et les lampes économiques doivent être privilégiés.

L'éclairage public peut également représenter un poste important. Avec la nouvelle loi sur l'énergie entrée en vigueur en août 2010, les communes auront l'obligation d'établir tous les 4 ans un diagnostic en matière d'efficacité énergétique et de pollution lumineuse de leur parc d'installations d'éclairages et d'illuminations publics, et d'élaborer un plan directeur lumière décrivant les mesures à prendre visant à concevoir, maintenir et exploiter les installations de manière exemplaire, en termes d'utilisation rationnelle de l'énergie et de diminution des émissions lumineuses polluantes.

En ce qui concerne la mobilité, il faut favoriser la mobilité douce et les transports publics, notamment en développant les infrastructures et en facilitant le transfert modal.

Type de mesures	Actions	Responsables/acteurs
Rénovation des bâtiments	Les bâtiments pressentis à la rénovation selon application du REN, Art. 12K	Propriétaires Commune
	Réaliser les audits, les concepts de rénovation des bâtiments à rénover et/ou à raccorder	Mandataires
	Remise des audits énergétiques prévus par le règlement d'application de la loi sur l'énergie (Ren, L 2 30.01)	Mandataires
	Mise en œuvre des travaux de rénovation et de raccordement à un réseau thermique si prévu dans le concept	Propriétaires Commune
Développement de l'exploitation du potentiel solaire existant en toiture	Utiliser les surfaces de toitures planes des grands blocs de bâtiments pour y installer des panneaux solaires thermiques (principalement dans la zone à fort potentiel d' "autonomie énergétique") et/ou photovoltaïque (principalement dans la zone d' "extension CAD")	Commune Propriétaire SIG
	Etudes de faisabilité pour le solaire photovoltaïque (structure et rentabilité) sur les bâtiments identifiés	Mandataires
	Travaux et mise en route des installations	Commune Propriétaire SIG
Sobriété énergétique (Encourager une attitude proactive des consommateurs)	Campagne d'incitation à la consommation d'un mix électrique hautement renouvelable (hydraulique, éolien, solaire)	Commune
	Influencer les choix stratégiques d'approvisionnement électrique et d'investissements au niveau du Canton et de la Confédération	Commune

6.2 Concept "Pompage de l'eau du lac - extension CAD communal "

Ce concept est basé sur l'exploitation de la station de pompage (2020), la réalisation du projet GeniLac® (2022) et sur le projet d'extension du CAD communal en prenant soin à ce que cette logique d'extension tienne compte des densités énergétiques les plus importantes (Chauffage et ECS), des demandes en niveau de température les plus élevées et de la localisation des bâtiments jugés prioritaires à la rénovation. Il s'agit d'une proposition de zone d'influence pour l'extension du CAD communal.

Le CAD communal est un petit réseau de chauffage à distance (CAD) alimenté par une chaufferie au gaz naturel, qui dessert les trois écoles et les bâtiments communaux (quartier Gitana). La commune souhaiterait étendre ce réseau aux bâtiments de la route de Lausanne et de La Tuilière.

Type de mesures	Actions	Responsables/acteurs
Extension des énergies de réseau dans le but de : <ul style="list-style-type: none"> • Diminuer émissions de CO2 • Utilisation des énergies renouvelables • Améliorer l'efficacité énergétique 	Définir un programme de remplacement des chaudières et l'appliquer d'ici 2050	Commune SIG OCEN Propriétaires Locataires
	Inciter à l'audit des bâtiments à fort potentiel de rénovation, spécialement dans la zone d'influence du CAD commune et de la station de pompage de l'eau du lac.	Propriétaires SIG
	Identifier les bâtiments à fort potentiel de raccordement à un réseau thermique (CAD communal pour les bâtiments résidentiels existants et station de pompage de l'eau du lac ou GeniLac® pour les bâtiments d'activité et les nouveaux quartiers).	Bureau d'ingénieur
	Pour les bâtiments non raccordés actuellement, élaborer des conditions incitant au raccordement (aides diverses, reprises des installations de chauffage existantes, modification de contrat, etc.)	SIG commune OCEN
Extension du CAD communal et station de pompage existante	Signature des contrats de prestations de services et de raccordement (par exemple, contrat de performance énergétique)	Propriétaires Commune

6.3 Concept "autonomie énergétique"

Ce concept est basé sur une zone particulière cumulant des opportunités qu'il nous a semblé opportun de corrélérer; ces opportunités sont les suivantes :

- Forte concentration des nouvelles constructions;
- Sous-sol favorable à la géothermie
- Potentiel besoin de froid

L'ensemble de ces raisons nous permet de proposer un concept tendant vers une zone autonome selon les règles suivantes :

- Rénovation des bâtiments existants et capteurs solaires thermiques pour couvrir une partie des besoins d'eau chaude sanitaire (ECS);
- Projets neufs à haute et très haute performance énergétique;
- Champs de sondes et stockage saisonnier pour tous les nouveaux projets (couverture des besoins de chauffage et ECS si meilleure efficacité démontrée);
- Capteurs solaires photovoltaïques priorisés sur les projets neufs pour couvrir les consommations des pompes à chaleur, capteurs solaires thermiques pour couvrir les besoins ECS si plus efficaces que les PACs haute température;
- CAD au Lac pour couvrir les besoins de froid en priorité

D'autres zones auraient pu être intégrées à ce concept mais le Concept « Pompage de l'eau du lac – extension du CAD communal » été priorisé pour une viabilité des installations planifiées.

6.4 Concept "zone villas"

Ce concept est sectorisé sur les zones les plus difficiles à toucher car composées de villas disséminées. Même si une densification est prévue sur une partie de ces zones (en grande partie zone 5) il sera difficile d'envisager des infrastructures réseau rentables. Il est donc proposé un concept basé sur l'incitation forte à la rénovation thermique, au changement de chaudières et aux pompes à chaleur sur sondes géothermiques verticales, les zones y étant favorables. Les zones du concept se trouvent dans leur grande majorité en dehors du périmètre de la nappe d'eau permanente de Montfleury. Le solaire thermique est prioritaire pour couvrir les besoins en ECS dans ces zones.

Type de mesures	Actions	Responsables /acteurs
Installation progressive de panneaux solaires thermiques pour réaliser plus de 30% de production d'eau chaude sanitaire et de chauffage	Identifier les installations existantes et le taux d'équipement actuel. Evaluer la marge de manœuvre qui reste à faire pour les bâtiments existants.	Commune OCEN
Transition vers les énergies renouvelables	Favoriser le remplacement des chaudières par des pompes à chaleur sur sondes géothermiques verticales	Propriétaires
Mutualisation des ressources, développement basé sur les infrastructures existantes ou prévues à proximité	Elaboration d'un concept détaillé par sous-secteur à corrélérer avec le Plan directeur cantonal. Les éléments à retenir sont l'époque de construction des bâtiments, les horizons de renouvellement des équipements énergétiques, la localisation précise des densifications, la faisabilité économique de variantes pour le développement de micro-réseaux dans la zone, etc.	Commune

7. Politique énergétique

7.1 Programme de politique énergétique

7.1.1 Vision en matière de politique et de développement durable

La commune de Bellevue, labellisée Cité de l'énergie en 2006, se caractérise par une volonté formalisée de développer sa politique énergétique territoriale à moyen et long terme, en cohérence avec la Conception générale de l'énergie (CGE) du Canton et le programme SuisseEnergie de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).

« Bellevue : ensemble pour en engagement durable »

7.1.2 Principes directeurs

La politique de planification territoriale de Bellevue est basée sur la communication entre tous les acteurs de la vie communale et leur participation au Développement durable. La commune se veut disponible et impliquée et se base sur des principes d'efficacité, d'exemplarité et de durabilité énergétique. Ainsi, la Commune s'engage à :

- Réduire au maximum les impacts environnementaux et climatiques, notamment par une réduction des émissions de CO₂ et autres gaz à effet de serre.
- Augmenter l'efficacité énergétique de ses installations par des mesures concrètes et exemplaires dans ses domaines d'influence (assainissement et optimisation) et à motiver la population et les entreprises à prendre conscience de la question énergétique.
- Promouvoir le recours aux énergies renouvelables par une augmentation de leur utilisation dans ses installations ainsi que par des actions d'information, de sensibilisation, d'échange et d'implication de la population et des entreprises de son territoire.
- Assurer, dans le cadre de démarches participatives et de processus de concertation, un lien de partenariat avec l'ensemble des acteurs locaux (représentants de la société civile), régionaux et cantonaux (services de l'Etat).

Innovatrice, la commune de Bellevue a modifié le règlement de son Conseil municipal le 10 novembre 2009 afin d'institutionnaliser une charte du Développement durable (DD) rédigée par les membres du Groupe de travail du DD et de créer un Comité de Pilotage et un Groupe du DD. Avec ces nouvelles entités, Bellevue adopte une démarche transversale qui se veut proche de la vie communale. En effet, afin de permettre d'entendre et d'intégrer les demandes à tous les échelons, de diffuser et de discuter des propositions, ceci dans un souci d'efficacité et d'équité, le Comité de pilotage et le Groupe du DD sont constitués de membres représentatifs à tous les niveaux, sans oublier d'intégrer des intervenants externes selon l'ordre du jour (population, expert ou autre).

7.1.3 Objectifs généraux

En cohérence avec la politique climatique cantonale et suisse, la commune de Bellevue s'engage sur le chemin de la réduction des émissions de CO₂, pour que, jusqu'en 2030, **la société à 2'000 Watts/hab** puisse être atteinte. Pour cela, elle s'engage à :

- Réduire de 20% les émissions CO₂ en 2030 par rapport à 2011.

- Atteindre 35% d'énergie renouvelable dans la consommation globale en 2030

7.1.4 Objectifs spécifiques

7.1.4.1 Objectifs pour les bâtiments et installations communaux d'ici 2018

Les objectifs ci-dessous concernent les compétences propres de la commune.

Aménagement du territoire

- Le Plan Directeur des Energies comme outil de planification et de suivi

Bâtiments communaux

- Etablissement d'un plan d'assainissement à moyen et long terme

Chaleur

- Exiger des standards de construction exemplaires
- Posséder 50% des bâtiments en catégorie A de Display
- Réduire de 10% les consommations d'énergies fossiles par rapport à la date de mise en place du processus Cité de l'énergie initié en 2005 (améliorer l'efficacité des bâtiments/éclairage et/ou changer d'énergie)

Electricité

- Stabiliser la consommation d'électricité au niveau de 2009 (sous réserve de modification du parc immobilier)
- Couvrir 100% des consommations par des ER

Eau

- Réduire de 5% la consommation d'eau des installations communales

Organisation interne

- Mesures d'information/sensibilisation des collaborateurs au DD et économies d'énergie (2 actions / an)
- Incorporer les collaborateurs dans la démarche du DD en intégrant les lignes directrices du DD et leurs responsabilités dans leur cahier des charges.

7.1.4.2 Objectifs qualitatifs au niveau territorial jusqu'en 2018

Les objectifs ci-dessous couvrent l'ensemble du territoire communal, c'est-à-dire qu'ils incluent tous les acteurs locaux dont dépend la consommation globale d'énergie sur le territoire communal (habitants, commerces, entreprises, gérances, etc.). L'enjeu majeur pour la commune consiste ici à influencer, dans la mesure du possible, leurs décisions de consommation et motiver les changements de comportements. Étant donné le statut de la sphère privée, les données chiffrées ci-dessous ont une valeur indicative et montrent une direction souhaitée par la commune.

Aménagement du territoire

Sur la base du Plan Directeur des Energies :

- Influencer, appuyer, exiger certains critères tels que énergie, mobilité, déchets, dans le cadre des PLQ et des autorisations de construire.
- Intégrer systématiquement dans les préavis et lors d'entretiens avec des architectes des recommandations offrant des solutions de construction durables

Bâtiment

Par le biais d'informations et en montrant l'exemplarité, influencer le comportement des habitants pour :

- Construire et assainir de manière exemplaire, au-delà des normes actuelles, soit MINERGE P et/ou ECO (informer sur bases légales, conseils, etc.)
- Augmenter le recours aux Energies Renouvelables (chaleur et électricité)
- Promouvoir une utilisation efficace de l'eau

Mobilité

Par l'amélioration des offres, des aménagements et de la communication :

- Améliorer la desserte des trains, des bus et des liaisons lacustres en fonction des développements futurs
- Inciter la population à une complémentarité des modes de transport (pied, vélo, TPG, CFF, co-voiturage, etc.)

Communication

- Afficher davantage le statut de Cité de l'énergie de la commune
- Obtenir le label Gold à l'horizon 2022
- Impliquer les entreprises et la population dans une démarche de type Agenda 21 communal.

7.1.5 Volet opérationnel

Sur la base des objectifs présentés dans le volet stratégique, un plan d'actions a été défini. Ce plan d'action va permettre à la commune de mettre en œuvre sa politique énergétique et son agenda 21 par des actions concrètes. Le plan d'action est fourni en annexe.

7.2 Bilan énergétique prévisionnel de la commune

L'objectif de ce chapitre est de dégager, à partir de l'écobilan communal réalisé dans le cadre du processus « Cité de l'énergie », des scénarios énergétiques conformes aux objectifs de politique énergétique de la Commune.

Ce chapitre traitera les bilans d'exploitation du territoire pour la couverture des besoins énergétiques liés au bâtiment et aux procédés des activités. Elle ne traite pas de la partie mobilité et de l'énergie grise du parc immobilier.

7.2.1 Hypothèses

La traduction des objectifs de politique énergétique communale en termes de valeurs cibles à atteindre en 2020, 2030 et 2050 sont reportés dans le tableau suivant.

Le calcul de l'écobilan et environnemental communal est basé sur les coefficients d'écobilan KBOB donnés dans le tableau ci-dessous. Ces coefficients expriment la quantité d'énergie primaire globale, non renouvelable, renouvelable et les émissions de CO₂, soit par unité d'énergie utile demandée, soit par unité d'énergie finale consommée.

Objectifs / Horizons	Etat initial	Evaluation actuelle	Objectifs futurs		
	2011	2014	2020	2030 (estimés)	2050
Habitants	3'216	3'238	-	5'000	-
SRE (m2)	180'100	184'494	-	Env. 300'000	-
Part d'EnR (thermique)	3%	2.5%	40%	53.3%	80%
Part d'EnR (globale)	26%	39%	20%	35%	65%
Emission de CO ₂ (t. eq.-CO ₂ /hab/an)	100% ou 6.8	5.2	75% ¹⁰ ou 5.7 ¹¹	41.6% ou 4.9	25%
Energie primaire globale (W/hab)	100% ou 4'314	3'468	85% ou 5'350 ¹²	65% ou 4'716	55% ou 3'500
Energie primaire non renouvelable (W/hab)	100% ou 3'192	2'781	80% ou 4'600	2'867	35% ou 2'000

Les agents énergétiques pris en compte ont donc été les suivants :

Tableau 9 : Agents énergétiques pour bilan de Bellevue

Technologies /indicateur	Type d'énergie	Facteur de conversion	Facteur d'énergie primaire	Facteur d'émissions de GES (eq CO ₂ kg/MWh)
Mazout	Finale	1.07	1.24	295
Gaz	Finale	1.11	1.15	241
Bois	Finale	1.08	1.15	11
Solaire thermique	Chaleur utile	1	1.34	29
Pompe à chaleur électrique air-eau (COP 2.8)	Chaleur utile	1	1.61	68
Electricité (mix commune)	Finale	1	1.23	23

Les coefficients adoptés pour l'électricité du réseau sont adaptés aux caractéristiques des mix spécifiques de la commune. Ci-dessous les coefficients d'écobilan appliqués pour le mix électrique de la commune.

Offre SIG	Composition		Mix 2014	Facteur d'énergie primaire globale	Facteur d'émissions de GES (eq CO ₂ kg/MWh)
Initial	100%	Centrale gaz	0.57%	2.97	162
Vitale Bleu	100%	Hydraulique	53.62%	1.22	22
Découverte	80%	Vitale Bleu	44.56%	1.23	23.16
	20%	Vitale Vert			
Horizon	60%	Vitale Bleu	0.51%	1.23	24.31
	40%	Vitale Vert			
Vitale Vert	92.30%	Hydraulique	0.75%	1.25	27.78
	7.70%	Solaire/biomasse			
Mix électrique commune			100%	1.23	23.37

7.2.2 Bilan énergétique actuel 2014

L'écobilan actuel de la commune fait l'objet du tableau ci-après.

¹⁰ Fait référence aux objectifs de réduction de la société à 2'000 watts

¹¹ Fait référence aux valeurs cibles de la société à 2000 watts.

¹² Fait référence aux valeurs cibles de la société à 2000 watts.

La consommation d'énergie primaire globale s'élève à 3'468 W/hab/an, dont 2'781 W/hab/an non renouvelable, ce qui correspond à une part d'énergie renouvelable de 19.8%.

L'efficacité énergétique globale (énergie utile / énergie finale) s'élève à 78.7% avec des émissions annuelles équivalentes de CO₂ de 12'951 t éq. CO₂/hab/an.

7.2.3 Bilan énergétique prévisionnel 2030

Le bilan énergétique prévisionnel de la Commune à l'horizon 2030 fait l'objet du Tableau suivant. Ce bilan est établi sur la base d'un scénario de "Continuité", qui suppose:

- l'adoption du même mix énergétique en 2030 que celui en vigueur actuellement;
- un taux de rénovation en conformité avec la législation (cf. chapitre 5.1.2.2);
- l'adoption du standard de haute performance énergétique (Minergie) pour les rénovations et la construction des nouveaux bâtiments;
- le nombre de 5'000 habitants et 298'855 m² de SRE dans la Commune en 2030.

Selon ces hypothèses, la consommation d'énergie primaire globale s'élève à 1'789 W/hab/an, dont 1'507 W/hab/an non-renouvelable, ce qui correspond à une part d'énergie renouvelable de 25.8%.

L'efficacité énergétique globale (énergie utile/énergie finale) s'élèverait à 78.3% avec des émissions annuelles équivalentes de CO₂ de 2.4 t éq. CO₂/hab/an.

2014 Indicateurs	Energie utile	Energie finale	Energie primaire						Efficacité	Emissions
			Globale		Renouvelable		Non renouvelable			
			[GWh/an]	[W/hab]	[GWh/an]	[%]	[GWh/an]	[W/hab]		
Chauffage	29	34	45	2'277	1.3	3	43.4	2'230	85.3	2.9
ECS	5	12	16	1'258	0.2	1.3	15.6	1'251	41.7	1
Total thermique	34	46	61	2'835	1.5	2.5	59	2'781	73.9	3.9
Total électrique	14	15	18	1'333	18	99	0	0	93.3	2.9
TOTAL	48	61	79	3'468	19.5	19.8	59	2'781	78.7	4.0

2030 Indicateurs	Energie utile	Energie finale	Energie primaire						Efficacité	Emissions
			Globale		Renouvelable		Non renouvelable			
			[GWh/an]	[W/hab]	[GWh/an]	[%]	[GWh/an]	[W/hab]		
Chauffage	21	24	31	1417	0.9	3	30.5	1396	85.3	1.30
ECS	2	4	5	813	0.1	1.5	4.9	811	41.7	0.21
Total thermique	22	28	36	1530	1.0	2.8	35.4	1'507	73.9	1.51
Total électrique	9	9	11	958	11.3	99	1	1	93.3	0.04
TOTAL	31	37	48	1789	12.3	15.7	35.4	1'507	78.3	1.55

Indicateurs	Energie utile	Energie finale	Energie primaire						Efficacité	Emissions
			Globale		Renouvelable		Non renouvelable			
			[GWh/an]	[W/hab]	[GWh/an]	[%]	[GWh/an]	[W/hab]		
TOTAL 2014	48	61	79	3'468	19.5	38.8	59	2'781	78.7	4.0
Objectifs 2030	31	38	49	4'067	17.1	35	31.8	2'867	81	4.9
Prédictions 2030	31	37	48	1'789	12.3	25.8	35.4	2'207	78.3	1.55
Différence	+0	-1	-1	-2278	-4.8	-10%	+3.6	-660	-2.7	-3.3

7.2.4 Vérification de l'atteinte des objectifs

Le tableau précédent relève l'écart entre les objectifs énergétiques et le scénario extrapolé dit "de continuité". En vert, l'objectif est atteint et en rouge l'objectif est non atteint.

On en déduit qu'avec un rythme de rénovation supposé conforme aux dispositions légales :

La part d'énergie non renouvelable de la consommation d'énergie primaire globale serait supérieure de 3.6 aux 31.8 GWh/an à atteindre.

Il est donc indispensable d'agir sur les différents leviers énergétiques pour atteindre les objectifs de la commune de Bellevue, notamment sur la mise en œuvre des concepts proposés pour estimer la marge de manœuvre et les implications techniques sur la Commune. Cela permettra de préciser la dimension des concepts, les priorités et d'éventuellement redéfinir les objectifs de la politique énergétique communale.

Il est donc proposé de tester des actions énergétiques selon des scénarios prédéfinis, objet du chapitre suivant.

7.3 Définition des scénarios tests d'actions

Afin d'atteindre les objectifs de la politique énergétique fixée, nous proposons, en plus du scénario de "continuité", qui intègre de hauts standards énergétiques de construction mais ne modifie pas la répartition des agents énergétiques, quatre autres scénarios énergétiques tenant compte des concepts énergétiques proposés et des ressources locales ou de réseaux disponibles à court et long terme :

- scénario "Extension CAD-Lac"
- scénario "PAC-Géothermie"
- scénario « Transition renouvelable »

Ces scénarios sont détaillés ci-après et permettent de tester l'effet d'actions sur les indicateurs composés par les objectifs de la Ville.

Relevons d'emblée qu'indépendamment des ressources énergétiques, et des technologies, une attention particulière doit être donnée au choix des standards énergétiques de construction des nouveaux bâtiments. En effet, l'objectif de "société à 2000W", qui nécessite un taux de couverture au ¼ renouvelable, sera d'autant plus facile à atteindre que les bâtiments seront performants.

Enfin, on relève que, dans tous les cas, l'installation de panneaux solaires thermiques sur les toits comme appoint à la production d'eau chaude sanitaire constitue aujourd'hui une pratique courante et réglementaire pour tout nouveau bâtiment à usage résidentiel, sauf si une solution plus efficace et locale s'avère concurrentielle.

7.3.1 Scénario « Extension CAD-Lac »

- 30% des besoins d'ECS sont couverts par du solaire thermique sur tous les nouveaux bâtiments.
- 20% des besoins thermiques restants en chauffage et ECS sont couverts par des PACs sur réseau d'eau du Lac.
- La surconsommation électrique des PACs est compensée par l'achat de production d'électricité photovoltaïque certifiée du réseau.

7.3.2 Scénario « PAC-Géothermie »

- 30% des besoins d'ECS sont couverts par du solaire thermique sur tous les nouveaux bâtiments.
- 80% des nouveaux bâtiments sont équipés de PACs sur sondes géothermiques pour couvrir les besoins de chauffage et d'ECS restants.
- La surconsommation électrique des PACs est compensée par l'achat de production d'électricité photovoltaïque certifiée du réseau.

7.3.3 Scénario « Transition renouvelable »

- 30% des besoins d'ECS sont couverts par du solaire thermique sur tous les nouveaux bâtiments.
- Toutes les chaudières à mazout sont remplacées par des chaudières gaz
- 40% des chaudières gaz basculent vers la géothermie (PACs sur sondes)

Indicateurs			Energie primaire						Efficacité	Emissions
	Energie utile	Energie finale	Globale		Renouvelable		Non renouvelable			
	[GWh/an]	[GWh/an]	[GWh/an]	[W/hab]	[GWh/an]	[%]	[GWh/an]	[W/hab]		
Objectifs 2030	31	38	49	4'067	17.1	35	31.8	2'867	81	4.9
« Continuité »	31	37	48	1'789	12.3	25.8	35.4	2'207	78.3	1.55
« Extension CAD - Lac»	27.0	35.4	44.9	1'725	17.9	39.8	27	1'317	81	1.22
« Géothermie-PAC »	29.7	36.1	49.9	1'839	15.2	30.5	34.7	1'492	80	0.0079
« Transition renouvelable »	32.8	37.9	43.4	1'918	44.6	83.6	8.8	900	89	0.6

Indicateurs			Energie primaire						Efficacité	Emissions
	Energie utile	Energie finale	Globale		Renouvelable		Non renouvelable			
	[GWh/an]	[GWh/an]	[GWh/an]	[W/hab]	[GWh/an]	[%]	[GWh/an]	[W/hab]		
Objectifs 2030	31	38	49	4'067	17.1	35	31.8	2'867	81	4.9
« Continuité »	0	-1	-1	-2'278	-5	-9	+4	-660	-3	-3
« Extension CAD - Lac»	-4	-3	-4	-2'342	+1	+5	-5	-1'550	0	-4
« Géothermie-PAC »	-1	-1	-1	-2'228	-2	-5	+3	-1'375	-1	-5
« Transition renouvelable	+1	0	-4	-2'149	+28	+49	-23	-1'967	+8	-4

7.4 Synthèse sur les objectifs à atteindre

7.4.1 Part d'énergie renouvelable

- Atteindre 53% d'énergie renouvelable en 2030 pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (par extrapolation)
- Atteindre 35% d'énergie renouvelable dans la consommation globale en 2030 (par extrapolation).

Ces objectifs sont conformes aux taux prévus pour 2030. Pour la consommation globale, il ne manque que 10%. Pour le domaine thermique, l'objectif de 53% est très ambitieux, il est évalué à 2.8% pour 2030. On s'aperçoit que cet objectif est réalisable dans le cas du **scénario « extension CAD-Lac »** ou le scénario très optimiste de "Transition renouvelable", qui se traduit par une augmentation de 5% ou 49% de la part renouvelable dans la consommation globale en 2030.

La réalité du territoire laisse à penser que cet objectif est très difficile à atteindre pour le seul confort thermique mais il doit être maintenu comme tel, avec un effort à faire sur la part renouvelable attribuée au confort thermique. En effet, l'achat seul d'électricité certifiée permettrait d'augmenter largement cette part.

7.4.2 Part d'énergie non renouvelable (société à 2000 watt en 2050)

Selon les propos précédents qui lient la part d'énergie non-renouvelable à la part renouvelable, cet objectif semble trop ambitieux compte-tenu des capacités du territoire. Cependant, il faut garder cet objectif, car il permet de montrer la nécessité de promouvoir autant que faire se peut des projets d'installations renouvelables.

Pour atteindre l'objectif fixé, il faudrait réaliser le scénario de **« extension CAD-Lac »** ou « Transition Renouvelable ».

7.4.3 Emissions de CO₂

- Réduire de 20% les émissions CO₂ en 2020 par rapport à 2011.
- Fixer un objectif climat communal en t éq.CO₂/hab/an et en W/pers/an en 2017

L'objectif de réduction de 20% des émissions de CO₂ en 2020 ne peut cependant être atteint que dans le cadre d'un scénario de "transition renouvelable".

7.4.4 Energie primaire globale

- société à 3500 watts en 2050.

Cet objectif est toujours atteint s'il n'inclut que l'exploitation du bâti. Dans ces conditions et afin de préciser le périmètre de l'objectif, nous proposons un objectif 2030 de 2000 Watts/hab pour la consommation énergétique liée au logement. Cet objectif est très ambitieux mais est un indicateur phare communiquant.

Les différents objectifs de la politique énergétique actuelle ont été testés selon différents scénarios d'actions (PAC-géothermie, extension CAD-Lac, Transition renouvelable) et ont montré l'importance

des efforts à mener pour atteindre les objectifs fixés, des objectifs ambitieux, mais pouvant être atteints si l'ensemble de la richesse et des opportunités territoriales et extraterritoriales sont exploitées.

8. Rôle des différents acteurs et mise en œuvre des stratégies

Il en ressort deux volets primordiaux pour garantir un approvisionnement énergétique durable du territoire concerné :

1. Réduction de la consommation en énergie primaire et utilisation rationnelle de l'énergie
 - Assainissement énergétique des bâtiments existants
2. Approvisionnement durable avec un recours accru aux ressources renouvelables locales
 - La valorisation optimale du potentiel local en énergies renouvelables, présentes de manière « diffuse » sur l'ensemble du territoire (solaire et géothermie) est indispensable ; elle ne suffira toutefois pas à couvrir la totalité des besoins du territoire
 - La mise à contribution des ressources localisées ou inégalement réparties doit être coordonnée de manière optimale à l'échelle de l'ensemble du périmètre transfrontalier concerné.

L'identification et le rôle des différents acteurs concernés par les 2 volets de la mise en œuvre de cette stratégie énergétique globale sont abordés ci-après.

Pour mettre en application le principe d'utilisation rationnelle de l'énergie lors de nouvelles constructions ou pour inciter l'assainissement énergétique des bâtiments existants, trois niveaux d'acteurs sont identifiés :

- Les autorités nationales et cantonales (Confédération et canton de Genève)
- L'autorité locale : la commune de Bellevue
- Les Maîtres d'ouvrage, les gestionnaires de biens immobiliers et les propriétaires.

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

CONFÉDÉRATION CANTON DE GENÈVE	COMMUNE DE BELLEVUE	MAITRES D'OUVRAGES GESTIONNAIRES DE BIENS IMMOBILIERS PROPRIÉTAIRES
<ul style="list-style-type: none"> • Prescriptions légales et réglementaires (SIA) • Politique énergétique (Société 2000W) • Subventions • Incitations fiscales • Exemplanité en tant que Maître d'Ouvrage public 	<ul style="list-style-type: none"> • Prescriptions au niveau des règlements d'urbanisme • Mise en œuvre de conditions cadre • Incitations fiscales (impôt foncier) • Exemplanité en tant que Maître • d'Ouvrage public 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en oeuvre et suivi des prescriptions • Optimisation des dépenses • Pérennité des revenus

Concernant l'approvisionnement énergétique durable basé sur une mise à disposition et une valorisation systématique des ressources renouvelables locales, le rôle des différents acteurs concernés est appréhendé comme suit en fonction du type de mesures à prévoir :

Mesures	Acteurs concernés
1. Valorisation optimale des ressources locales à l'échelle des périmètres à urbaniser (y.c. raccordabilité sur périmètre élargi)	Autorités: spécifications des règles d'aménagement Maîtres de l'ouvrage périmètres à urbaniser Contracteurs énergétiques
2. Concrétisation mesures de transition énergétique sur périmètres d'influence: <ul style="list-style-type: none"> • Premiers éléments de réseaux • Mesures conservatoires 	Direction équipement /urbanisme Communes Maîtres de l'ouvrage périmètres à urbaniser Contracteurs énergétiques
3. Planification à l'échelle du territoire élargi: <ul style="list-style-type: none"> • Enjeux et opportunités • Faisabilité /plan directeur 	Canton / CCPG Mobilisation acteurs concernés par valorisation rejets de chaleur Soutien: CH / F / région / Interreg
4. Mise en œuvre des infrastructures sur territoire élargi (y.c. mécanisme de financement infrastructures)	Canton / CCPG Communes Mobilisation des mécanismes de soutien Contracteurs

Les Services Industriels de Genève (SIG) est l'opérateur en charge de la construction et de l'exploitation des infrastructures de distribution de gaz et d'électricité pour le Canton de Genève. Sur mandat de l'Etat de Genève, SIG constitue en outre le Maître de l'ouvrage des différentes infrastructures énergétiques projetées ou envisagées, telles que la Centrale Chaleur Force – Gaz, le projet hydrothermique Genève – Lac – Aéroport (en partenariat avec un partenaire privé) et le projet Pôle Bio (en tant que partenaire d'une opération pilotée par une entreprise privée). SIG est en outre associé à la démarche de prospection relative au développement de la géothermie grande profondeur initiée par le Canton de Genève. SIG tend à développer de plus en plus des solutions de « contracting énergétique » en intervenant en tant que répondant unique qui finance, conçoit, réalise, exploite et maintient les infrastructures énergétiques dans le cadre de contrat de fourniture d'énergie de longue durée.

9. Conclusions

Ce document a pour objectif de donner les orientations énergétiques les plus pertinentes à l'heure actuelle compte-tenu :

- Du contexte environnemental de la Commune
- De l'analyse des contraintes et opportunités du périmètre d'étude et de son périmètre élargi (communes proches, Canton)
- Des objectifs de politique énergétique de la Commune
- Des projets de développement d'ici 2030 (Urbanisme).

L'intégration synthétique du contenu de ce rapport dans le Plan Directeur Communal permettra de tenir compte de la couche Energie dans l'aménagement du territoire communal et montre l'importance donnée à cette problématique par les élus.

Les orientations énergétiques proposées dans ce document pourront être diffusées aux porteurs de projets plus locaux (PDQ/PLQ/PQ), afin qu'ils s'en inspirent directement dans leurs propres concepts énergétiques, ou bien qu'ils en proposent de plus adaptés, selon les particularités du site ou la péremption des informations actuelles.

Cette étude a permis de définir la typologie énergétique actuelle du territoire de Bellevue et ses niveaux de relation avec les périmètres proches. Nous avons en effet pu constater que la Commune était dotée d'un secteur à fort potentiel d'autonomie énergétique, basé sur la géothermie, mais aussi sur les infrastructures existantes et projetées favorables à la transition énergétique (GeniLac® et extension du CAD communal).

Nous avons également observé que les objectifs de politique énergétique actuels sont, hormis quelques ajustements et précisions, globalement pertinents. Ils restent cependant très ambitieux et ne sont atteignables que si un scénario de "transition renouvelable" est mené.