

COMMUNE DE GRANDSON

Rapport de planification territoriale énergétique



Rapport pour diffusion

Rapport établi pour :
Commune de Grandson
Rue Basse 57
Case postale 23
CH-1422 Grandson

28 septembre 2016

SOMMAIRE

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Résumé de l'étude | 2 |
| 1.1 | Portrait énergétique de la commune | 2 |
| 1.2 | Potentiels en énergies renouvelables et économies d'énergie pour la chaleur | 2 |
| 1.3 | Découpage du territoire en secteurs homogènes..... | 3 |
| 1.4 | Impact du déploiement d'un chauffage à distance (CAD)..... | 3 |
| 2 | Introduction | 5 |
| 2.1 | Méthodologie | 5 |
| 2.2 | Cadre légal du Canton de Vaud | 6 |
| 2.3 | Energie de quoi parle-t-on ?..... | 8 |
| 2.4 | Concept de la société à 2000 watts..... | 9 |
| 3 | Le portrait énergétique de la commune..... | 10 |
| 3.1 | Les chiffres-clés du territoire..... | 10 |
| 3.2 | Etat des lieux des besoins en énergie pour 2014 | 12 |
| 3.3 | Consommations futures du territoire | 16 |
| 3.4 | Les potentiels en énergies renouvelables et en économie d'énergie..... | 17 |
| 4 | Découpage du territoire en secteurs homogènes | 25 |
| 4.1 | Les zones peu favorables aux énergies de réseau..... | 25 |
| 4.2 | Les zones favorables au déploiement de réseaux d'énergie..... | 26 |
| 5 | Sur la voie de la Société à 2000 watts | 28 |
| 6 | Impact sur le territoire de la réalisation de chauffages à distance..... | 29 |
| 6.1 | Secteur énergétique homogène « Sur Château » : RE 4 | 29 |
| 6.2 | Secteur énergétique homogène « Borné Nau » : RE 14..... | 30 |
| 6.3 | Synthèse sur le territoire des deux CAD..... | 30 |
| 6.4 | Scénarios d'évolution de la commune | 31 |
| 6.5 | Comptabilité des scénarios avec la Société à 2000 watts | 33 |
| 7 | Carte de synthèse de la planification énergétique..... | 35 |
| 8 | Annexe 1 : Evolution des indicateurs Société à 2000 watts selon les trois scénarios . | 36 |
| 9 | Annexe 2 : Caractéristiques des secteurs énergétiques homogènes..... | 37 |
| 10 | Annexe 3 : Synthèse des cartes..... | 63 |

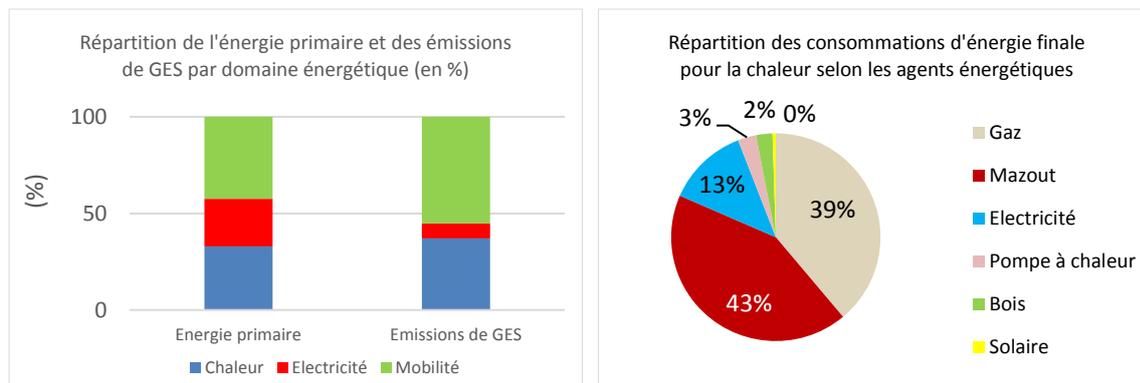
| Version N° | Date | Auteur | Relecteur | Distribution à |
|------------|------------|-----------------------------------|-----------------|--|
| 01 | 02.02.2016 | Hervé Rychtarik Etienne Moulin | Jérôme Attinger | Commune de Grandson Romande Energie |
| 02 | 01.03.2016 | Hervé Rychtarik Etienne Moulin | Jérôme Attinger | Commune de Grandson Romande Energie |
| 03 | 17.07.2016 | Hervé Rychtarik Etienne Moulin | Jérôme Attinger | Commune de Grandson Romande Energie |

1 Résumé de l'étude

1.1 Portrait énergétique de la commune

| Consommation totale : chaleur, mobilité, électricité | Energie finale MWh | Energie primaire MWh | Emissions de GES t _{co2} |
|---|--------------------------|----------------------------|---|
| Tous les agents énergétiques | 89'094 | 134'022 | 21'418 |
| Part des énergies renouvelables | 15% | 12% | 1% |

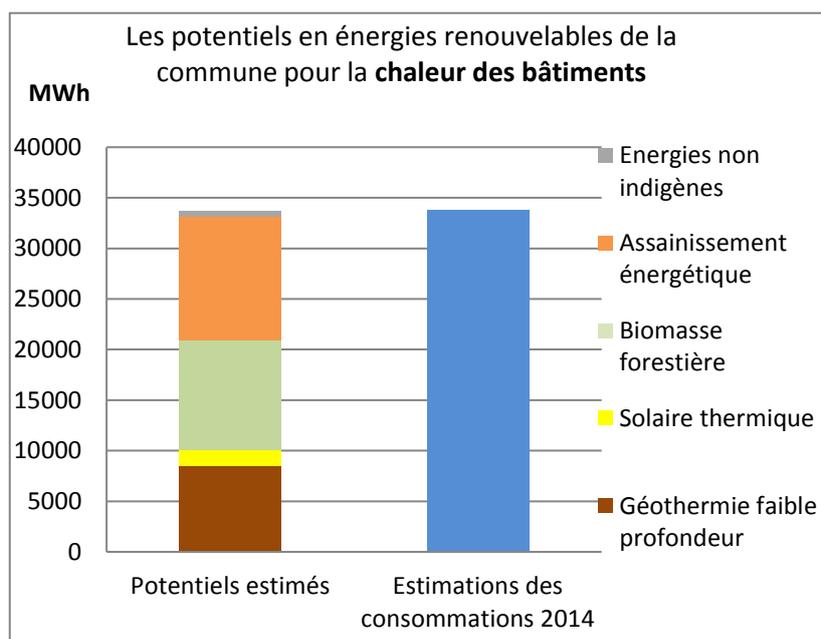
Utilisation des énergies renouvelables sur le territoire communal



A gauche : Consommations en énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre de la commune réparties suivant le domaine énergétique.

A droite : Répartition des consommations d'énergie finale dans le domaine de la chaleur en fonction des agents énergétiques.

1.2 Potentiels en énergies renouvelables et économies d'énergie pour la chaleur



Informations complémentaires :

Géothermie profonde : Potentiel très important mais besoins de chaleur de la commune jugés insuffisants.

Fort potentiel de l'eau du lac (production de chaud et/ou de froid) mais coûts financiers importants (traversée des voies de chemin de fer pour les secteurs à forte densité énergétique).

Rapport de planification territoriale énergétique

1.3 Découpage du territoire en secteurs homogènes

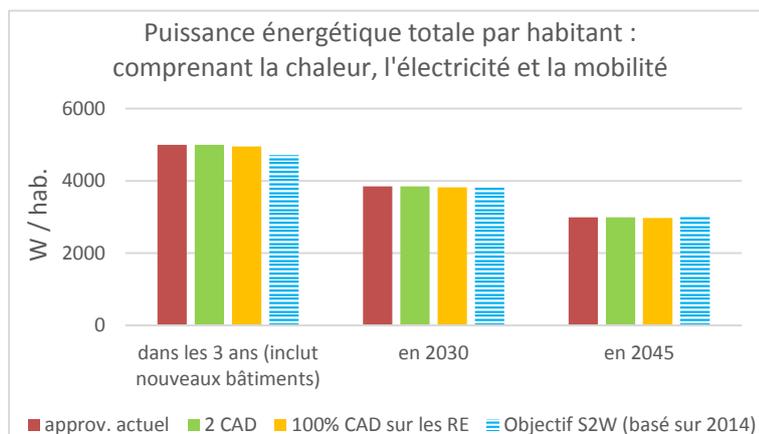
Le découpage du territoire en secteurs homogènes de densité énergétique permet de faire ressortir les zones les plus propices au déploiement d'un réseau énergétique. Parmi les 25 secteurs identifiés, 8 se prêtent au déploiement d'un tel réseau.

1.4 Impact du déploiement d'un chauffage à distance (CAD)

Trois scénarios d'approvisionnement énergétique ont été évalués sur la base des consommations et émissions de GES du parc immobilier futur, incluant les constructions projetés des PPA « Borné Nau », « Sur Château », « Fiez-Pittet » et « Bas du Grandsonnet ». Les 3 scénarios sont détaillés ci-après :

- Approvisionnement énergétique identique à celui utilisé en 2014 : « approvisionnement actuel ».
- Développement de CAD dans les secteurs « Sur Château » et « Borné Nau » : « 2 CAD ».
- Déploiement de CAD sur l'ensemble des 8 secteurs les plus pertinents : « 100% CAD ».

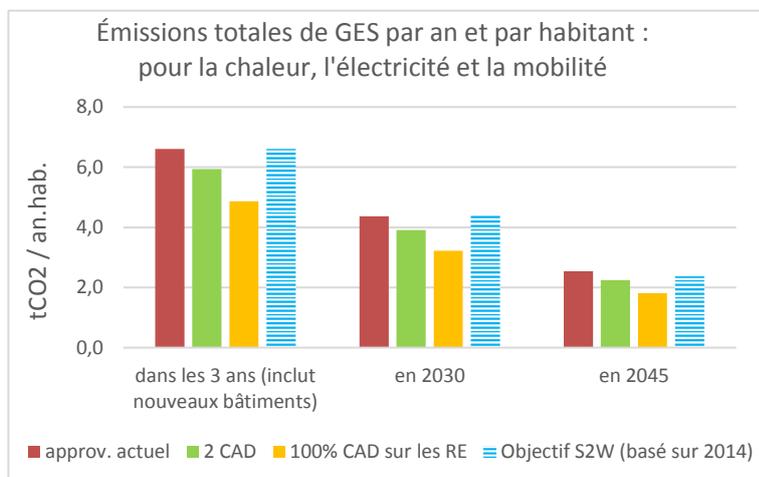
Les résultats sont comparés aux objectifs à atteindre pour que la commune réponde aux exigences de la Société à 2000 watts (histogrammes bleus hachurés); l'année 2014 est utilisée comme année de référence pour fixer ces objectifs.



Evolution de la puissance moyenne (en haut) et des émissions de GES (en bas) par habitant tenant compte de l'ensemble des domaines énergétiques de la commune : chaleur, électricité et mobilité.

Hypothèses :

Taux de croissance annuel de la population de 2.1% ; taux d'assainissement annuel des bâtiments de 2%.



Pour l'électricité : évolution des consommations suivant la « Nouvelle politique énergétique » (voir perspectives énergétiques 2050 publiées par Prognos) et mix électrique « Terre Suisse » de Romande énergie.

Mobilité : selon le facteur de réduction de la « Société à 2000 watts » s'appliquant traditionnellement au cumul des trois domaines énergétiques.

Rapport de planification territoriale énergétique

Pour la commune de Grandson, l'approvisionnement au CAD représente une approche adéquate pour atteindre les objectifs ambitieux de la société à 2000 watts, à savoir :

- une puissance inférieure à 3'850 watts/hab. et 3'050 watts/hab. en 2030 et 2045, respectivement.
- des émissions de GES inférieures à 4.4 téq-CO2 et 2.4 téq-CO2 en 2030 et 2045, respectivement.

2 Introduction

La commune de Grandson souhaite réaliser une planification énergétique territoriale sur l'ensemble de son territoire afin de déterminer les opportunités de développement de réseaux d'énergie et favoriser l'emploi des énergies renouvelables pour son approvisionnement en énergie. Le distributeur Romande énergie est intégré dans la planification, il est partenaire de la commune pour des études d'avant-projet en faveur du développement de réseaux thermiques.

Le présent document a pour objectifs de :

- Définir le portait énergétique de la commune et d'établir un diagnostic énergétique de la commune au niveau territorial,
- Définir le volet stratégique de la planification territoriale énergétique.

La définition d'une stratégie sur la mobilité n'a pas été étudiée dans ce rapport conformément aux cahiers des charges. Les scénarios liés à la mobilité reprennent les facteurs de réduction standards présentés dans le concept de la Société à 2000 watts.

2.1 Méthodologie

Le travail est basé sur une analyse du Registre cantonal des bâtiments (RCB), complétée par les données suivantes :

- le cadastre de la commune,
- le plan d'aménagement des zones de la commune,
- la carte des zones autorisant les installations géothermiques et les profondeurs autorisées,
- la carte des sites et zones polluées,
- les données de consommations des bâtiments communaux,
- les documents d'urbanisme des futures zones : Borné Nau, Sur Château, Fiez Pittet et Bas Grandsonnet,
- les données géomatiques des services industriels d'Yverdon-les-Bains sur le tracé du réseau de gaz.

Les données de chaleur présentées dans ce document sont basées sur une extraction de 2015 du registre fédéral des bâtiments et des logements. Les données des consommations électriques proviennent du portail collectivité de Romande Energie, elle date de 2014.

Les données cartographiques ont été fournies par la commune et ASIT-VD.

Pour ce rapport, nous avons travaillé en priorité sur les consommations de chaleur des bâtiments (chauffage et eau chaude sanitaire). Suite à l'analyse du registre des entreprises et des établissements, il apparaît qu'aucun gros consommateur privé avec des processus industriels n'est présent sur le territoire communal.

Les données relatives aux transports individuels proviennent des données de l'OFS sur le nombre de véhicules immatriculés sur le territoire. Les transports publics ont été pris en compte selon les hypothèses du document : « Concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts »¹.

¹ <http://www.2000watt.ch/fr/pour-les-villes-et-les-communes/concept-pour-letablissement-du-bilan/>

2.2 Cadre légal du Canton de Vaud

2.2.1 LOI SUR L'ÉNERGIE DU 29 OCTOBRE 2013 MODIFIANT CELLE DU 16 MAI 2006

Au niveau légal, la loi cantonale sur l'énergie encourage les communes à se doter d'un concept énergétique et propose des outils pour sa mise en œuvre.

L'Art. 1 fixe **les lignes directrices** qui consistent à « promouvoir un approvisionnement énergétique suffisant, diversifié, sûr, économique et respectueux de l'environnement. Elle encourage l'utilisation des énergies indigènes, favorise le recours aux énergies renouvelables, soutient les technologies nouvelles permettant d'atteindre ses objectifs et renforce les mesures propres à la réduction des émissions de CO₂ et autres émissions nocives ».

L'Art. 10 vient renforcer les lignes directrices et met en avant **le rôle d'exemplarité** des collectivités publiques « Dans leurs activités, l'Etat et les communes exploitent l'énergie de façon rationnelle, économe et respectueuse de l'environnement. Ils y veillent notamment dans leurs opérations immobilières, de subventionnement, de participation et d'appels d'offres »

Selon l'Art. 16a, l'Etat et les communes mènent une réflexion de planification énergétique territoriale.

Les outils à disposition des collectivités

Un des premiers outils à disposition des collectivités est **le concept énergétique** tel que le décrit l'Art. 15 « Chaque commune, ou groupement de communes, est encouragé à participer à l'application de la politique énergétique par l'élaboration, d'un concept énergétique. Dans ce cas, le soutien de l'Etat est envisageable. »

L'Art. 2 introduit la planification énergétique territoriale comme champ d'application pour la nouvelle loi et **l'Art. 3, al. 4** en donne une définition : « On entend par planification énergétique territoriale la prise en compte et la coordination, dans la démarche d'aménagement du territoire, des infrastructures, des bâtiments et des systèmes techniques de manière à permettre un usage des ressources et une satisfaction des besoins correspondant au mieux aux buts de la loi »,

Dans l'Art. 14 a : Le Conseil d'Etat met en place une commission dont l'objectif est de favoriser l'usage et l'intégration des capteurs solaires et de l'isolation thermique dans les bâtiments, en particulier lorsque ceux-ci concernent des biens culturels ou des sites naturels sensibles ou protégés. **Les communes ont l'obligation de solliciter son avis avant de refuser une installation solaire ou un assainissement énergétique.**

La loi sur l'énergie met à disposition **des directives pour encourager ou contraindre les propriétaires fonciers** permettant de faciliter la mise en œuvre d'un concept énergétique, notamment par un encouragement à l'emploi des énergies renouvelables et à la construction ou l'assainissement de bâtiments efficaces en énergie.

Rapport de planification territoriale énergétique

L'Etat et les communes **encouragent** :

- la production des énergies ayant recours **aux agents indigènes et renouvelables**, (Art. 17),
- les **installations de chauffage à distance**, notamment lors de l'élaboration de leurs plans en matière d'aménagement du territoire, (Art. 24),
- les propriétaires dont les bâtiments sont situés dans les limites d'un **réseau de chauffage à distance** alimenté principalement par des énergies renouvelables ou de récupération sont **incités** par les autorités publiques à **s'y raccorder**, pour autant que la démarche soit appropriée, (Art. 25, al.1). Des exceptions sont faites pour ceux qui couvrent déjà une part prépondérante de leurs besoins avec des énergies renouvelables ou de récupération.
- **l'utilisation des énergies renouvelables**. Elles créent des conditions favorables à leur exploitation et peuvent accorder des dérogations aux règles communales à cette fin, (Art. 29, al. 1)

Pour garantir une bonne intégration des installations solaires, le Conseil d'Etat peut instituer une commission consultative à disposition des communes. (Art. 24, al 2)

Un outil contraignant est à disposition sous des conditions précises :

- Dans le cas de bâtiments neufs ou subissant des transformations importantes, une **obligation de se raccorder** au chauffage à distance alimenté principalement par des énergies renouvelables peut être mise en place. Des exceptions peuvent être faites si le bâtiment couvre déjà de manière prépondérante ses besoins par des énergies renouvelables ou si le raccordement n'est pas économiquement supportable. (Art 25, al.2)

2.2.2 RÈGLEMENT D'APPLICATION DE LA LOI SUR L'ÉNERGIE DU 16 MAI 2006

Le règlement d'application de la loi sur l'énergie (RLVLEne) contient une série d'articles concernant la planification énergétique territoriale et l'approvisionnement en énergie des communes :

- Dans le cadre des démarches d'aménagement du territoire, les périmètres suivants, tels que définis dans le plan directeur cantonal, font l'objet d'une planification énergétique territoriale (Art. 46a RLVLEne):
 - a) les agglomérations et les régions ;
 - b) les territoires intégrés totalement ou partiellement à des centres cantonaux, régionaux ou locaux ;
 - c) les territoires intégrés à un pôle de développement économique.

En présence d'enjeux énergétiques et environnementaux importants en dehors des zones définies ci-dessus, le département peut également exiger la réalisation d'une réflexion approfondie pour d'autres territoires.

- La mobilité durable et l'accès aux transports publics sont pris en compte et favorisés,
- les concepts énergétiques communaux permettent de déterminer l'évolution souhaitable de l'approvisionnement et de la consommation énergétique et décrivent les moyens et mesures requis pour y parvenir. (Art. 45 RLVLEne),
- le service (compétent de l'Etat) aide les communes pour la réalisation de leur concept énergétique par la mise à disposition de documentations, d'informations et de conseils. Il peut publier une directive fixant le cadre de la réalisation d'un concept énergétique communal. (Art. 46 RLVLEne),
- pour encourager les installations de chauffage alimentant plusieurs bâtiments par leur propre réseau en particulier lors de l'établissement et de la réalisation de plans partiels d'affectation ou de quartier, les communes peuvent accorder l'utilisation gratuite du domaine public pour

Rapport de planification territoriale énergétique

les conduites et subventionner les coûts supplémentaires d'infrastructures conçues en fonction de leur raccordement ultérieur à un réseau de chauffage à distance. (Art. 47 RLVLEne).

2.3 Energie de quoi parle-t-on ?

Energie primaire

Elle correspond à l'énergie que l'on trouve sans transformation dans la nature. Ce sont des ressources qui sont prêtes à être mobilisées comme du pétrole brut, du gaz naturel, du bois, du soleil ou du vent.

Elle est calculée par l'application d'un coefficient de conversion sur l'énergie finale. Les coefficients qui sont employés sont les valeurs définies par le document KBOB / eco-bau / IPB 2009/1² qui sont les recommandations pour la réalisation des écobilans de la Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics.

Le symbole utilisé dans ce rapport est le kWh_{ep}.

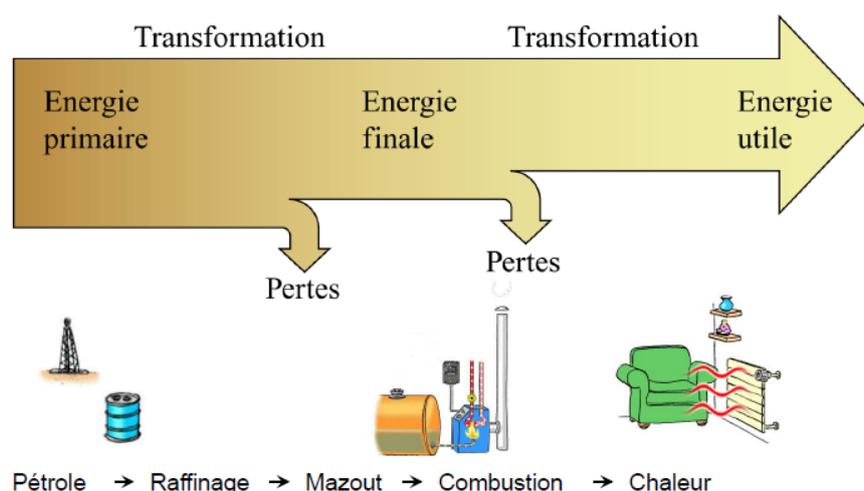
Energie finale

L'énergie finale est la quantité d'énergie livrée chez le client. Elle correspond généralement à la quantité facturée par le fournisseur. Elle est prête à l'emploi par l'utilisateur.

Le symbole utilisé dans ce rapport est le kWh_{ef}.

Energie utile

C'est l'énergie dont l'utilisateur dispose après la dernière transformation par ses propres appareils pour les prestations énergétiques désirées (chaleur, froid, lumière, travail mécanique...) En fonction de la technique de transformation, de fortes pertes peuvent être encourues (exemple des lampes à incandescence).

Schématiquement

Source : www.energie-environnement.ch

² http://www.eco-bau.ch/resources/uploads/Oekobilanzdaten/Flyer_Oekobilanzdaten_Oktober_2014.pdf

Rapport de planification territoriale énergétique

Dans ce rapport, sont abordées deux sources d'énergie :

- **Les énergies renouvelables** : ce sont des sources d'énergie dont le renouvellement naturel est suffisamment rapide pour qu'elles puissent être considérées comme inépuisables à l'échelle de temps humaine (solaire, éolien, biomasse, géothermie).
- **Les énergies non renouvelables** : ce sont des sources d'énergie qui se renouvellent moins vite qu'on la consomme et dont les réserves sont limitées (gaz, mazout, nucléaire).

2.4 Concept de la société à 2000 watts

En 2005, la consommation d'énergie en Suisse s'élevait à 6'300 watts par habitant et les émissions de gaz à effet de serre atteignaient les 8,6 tCO₂ par habitant³. Ce chiffre est calculé en énergie primaire. Des besoins énergétiques acceptables s'élèvent à 2000 watts par habitant avec des émissions de gaz à effet de serre de 1 tCO₂ par habitant. La société à 2000 watts est la vision d'un avenir durable : neutre pour le climat, à bon rendement énergétique et globalement équitable. Elle englobe deux objectifs :

- La réduction de la consommation d'énergie par 3 (pour atteindre les 2000 watts en moyenne *par habitant*),
- La réduction des émissions de gaz à effet de serre par 9.

La Société à 2000 watts est techniquement réalisable. Mais, ces objectifs ambitieux ne pourront être atteints qu'avec une attitude déterminée.

Ce concept a également pour objectif une production de l'énergie à partir de 75% par des énergies renouvelables et seulement 25% par des énergies non renouvelables. Cela signifie une augmentation considérable de la part des énergies renouvelables.

| | 2013 | Objectifs 2035 |
|--|--------------------|-----------------------|
| | Année de référence | Société à 2'000 watts |
| Consommation d'énergie primaire | 100% | 70% |
| Sources d'énergie non renouvelables | 100% | 55% |
| Emissions de gaz à effet de serre | 100% | 50% |

Tableau 1: facteur de réduction des consommations d'énergie primaire suivant la Société à 2000 watts

³ Pour 2014, les consommations sont estimées à moins de 5'000 W/hab.an et les émissions de gaz à effet de serre à moins de 7 tCO₂/hab.an

3 Le portrait énergétique de la commune

3.1 Les chiffres-clés du territoire

3.1.1 TOUS USAGES CONFONDUS

Le tableau ci-dessous détaille l'ensemble des consommations en énergie finale (Ef) et en énergie primaire (Ep) ainsi que les émissions de gaz à effet de serre (GES) sur l'ensemble du territoire de la commune en 2014. Ces données sont répertoriées suivant les trois domaines chaleur, électricité et mobilité.

| Domaine énergétique | Energie finale MWh | Energie primaire MWh | Emissions de GES t _{CO2} | Facteurs de conversion estimés | |
|--|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------|
| | | | | Ep | GES |
| Domaine chaleur | 33'736 | 44'455 | 7'865 | 1,31 | 0,23 |
| Domaine électricité | 13'602 | 32'795 | 1'655 | 2,41 | 0,12 |
| Domaine mobilité (véhicules immatriculés / transport ferroviaire et aérien) | 41'756 | 56'772 | 11'897 | 1,36 | 0,28 |
| Consommation totale | 89'094 | 134'022 | 21'418 | 1,50 | 0,24 |

Tableau 2: Chiffres clés de la consommation du territoire

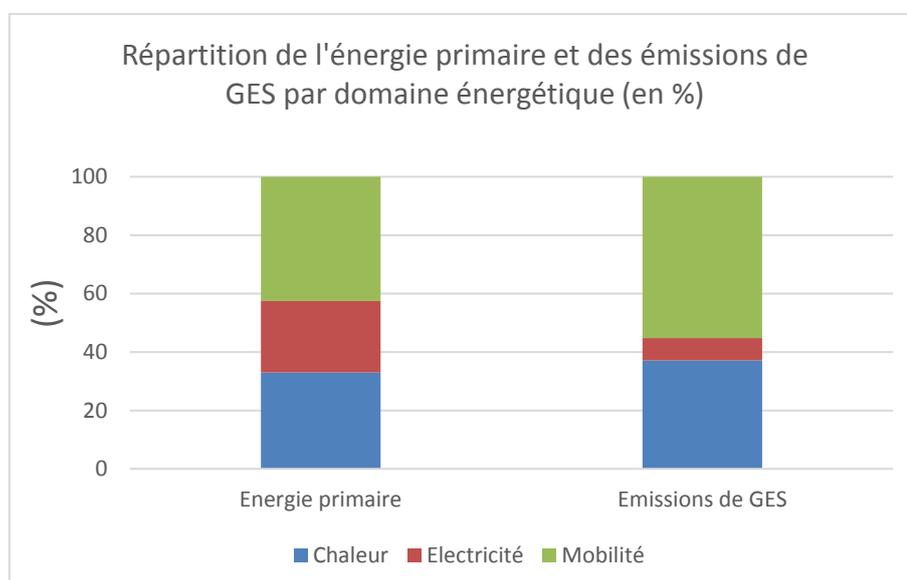


Figure 1 : Consommations en énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre de l'ensemble de la commune par domaine énergétique

La mobilité représente le secteur le plus important en termes de consommations énergétiques avec 42% des consommations en énergie primaire (voir Figure 1, à gauche). Les secteurs de la chaleur et de l'électricité représentent respectivement 33% et 24% des consommations totales en énergie primaire.

Rapport de planification territoriale énergétique

La mobilité présente l'impact écologique le plus important. Elle est responsable de plus de la moitié des émissions de GES (voir Figure 1, à droite). Le domaine de la chaleur représente 37% des émissions de GES. L'impact écologique de l'électricité est le plus faible (8% des émissions de GES) et cela malgré des consommations en énergie primaire importantes ; ceci est dû à la part importante des énergies renouvelables (environ 50%) dans le marquage de l'électricité de la commune de Grandson.

Le tableau ci-dessous présente les répartitions des consommations globales du territoire selon le type d'agents énergétiques, renouvelables ou non.

| Consommation totale (chaleur, mobilité, électricité) | Energie finale MWh | Energie primaire MWh | Emissions de GES t _{CO2} |
|--|-----------------------|-------------------------|---|
| Tous les agents énergétiques | 89'094 | 134'022 | 21'418 |
| Energies non renouvelables | 75'432 | 117'388 | 21'113 |
| Energies renouvelables | 13'663 | 16'634 | 305 |
| Part des énergies renouvelables | 15% | 12% | 1% |

Tableau 3 : utilisation des énergies renouvelables sur le territoire communal

La contribution des énergies renouvelables à l'ensemble de l'approvisionnement énergétique de la commune reste modeste avec 12% de l'énergie primaire totale issue du renouvelable. Les émissions de GES produites à partir des énergies renouvelables sont négligeables en comparaison de celles issues des énergies fossiles.

Les indicateurs de la société à 2'000 Watts pour la commune en 2014 sont rassemblés dans le Tableau 4.

| Indicateurs de la Société à 2'000 Watts | | |
|---|------------------------|-----------------------|
| | watts/hab ⁴ | t _{CO2} /hab |
| Chaleur | 1'564 | 2,4 |
| Transports | 1'998 | 3,7 |
| Electricité | 1'154 | 0,5 |
| TOTAL | 4'716 | 6,6 |

Tableau 4: indicateurs 2000 watts pour 2014

L'indicateur d'énergie primaire de 4'716 watts annuel par habitant est inférieur à la moyenne nationale (5'400 watts/habitant). De même, les émissions de GES sont faibles par rapport à la moyenne suisse (7.2 tonnes/habitant). Ceci peut être expliqué par le fait que la commune ne possède pas sur son territoire d'entreprise ou d'établissement fortement consommateur d'énergie dans le secteur industriel.

⁴ 3'244 habitants pour l'année 2014 – Source : statistique du Canton de Vaud

Rapport de planification territoriale énergétique

À noter que les résultats présentés dans le Tableau 4 ont été estimés à partir d'un marquage de l'électricité datant de 2014⁵. Pour 2015, Romande Energie a introduit des nouveaux tarifs et la majorité des clients dispose du courant Terre Suisse (60% hydraulique-40% nucléaire). Ceci impacte les coefficients d'énergie primaire et d'émissions de GES de la manière suivante :

| | Marquage électrique 2014 | Terre Suisse 2015 |
|--|-----------------------------|----------------------|
| Coefficient d'énergie primaire | 2,41 | 2,41 |
| Coefficient d'émission de gaz à effet de serre (g/kWh) | 122 | 17 |

Tableau 5: évolution du marquage de l'électricité entre 2014 et 2015

Les émissions de GES liées à cette amélioration vont fortement diminuer à partir de 2015. Cependant, nous ne disposons pas actuellement de données suffisamment précises pour évaluer le gain engendré par ce changement. En particulier, il est difficile d'estimer le nombre d'utilisateurs à Grandson ayant opté pour ce type d'approvisionnement électrique, ou même, ayant opté pour d'autres produits proposés par Romande Energie, tels que « Terre romande » ou « Terre d'ici ».

3.2 Etat des lieux des besoins en énergie pour 2014

3.2.1 RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS DE CHALEUR PAR AGENT ÉNERGÉTIQUE

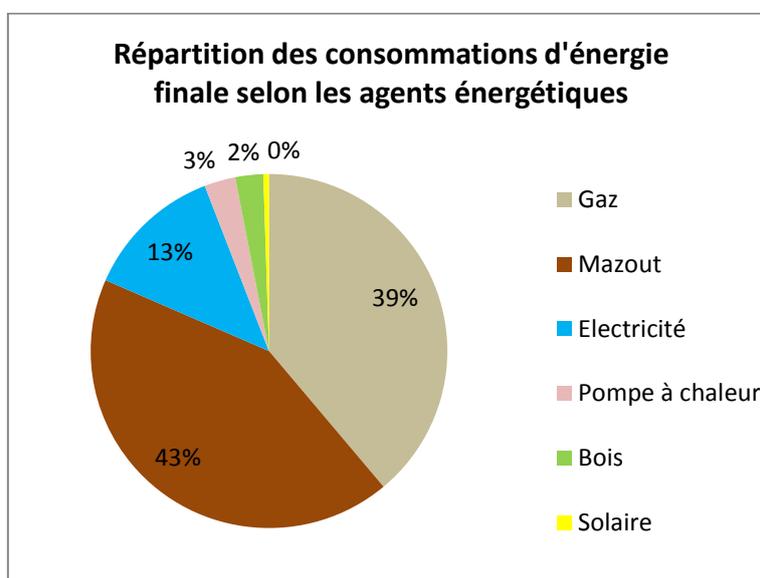


Figure 2 : Répartition des consommations de chaleur des bâtiments selon les agents énergétiques employés

La Figure 2 illustre la dépendance aux énergies fossiles pour le chauffage des bâtiments. Elle ne prend en compte que les agents énergétiques communiqués dans le registre fédéral des bâtiments et

⁵ Source : <http://www.strommix-schweiz.ch>

Rapport de planification territoriale énergétique

logements⁶ ; ceux-ci ne couvrent environ que 93% des besoins totaux de chaleur. Sur cette portion, 82% environ sont couverts par le mazout et le gaz ; 13% provient du chauffage électrique à résistance fixe dont la production dépend du mix énergétique choisi par chaque client du territoire. Le reste de l’approvisionnement en chaleur est assuré par des agents énergétiques renouvelables.

3.2.2 RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS DE CHALEUR PAR ANNÉE DE CONSTRUCTION

Le graphique ci-dessous représente les consommations en fonction des années de construction des bâtiments.

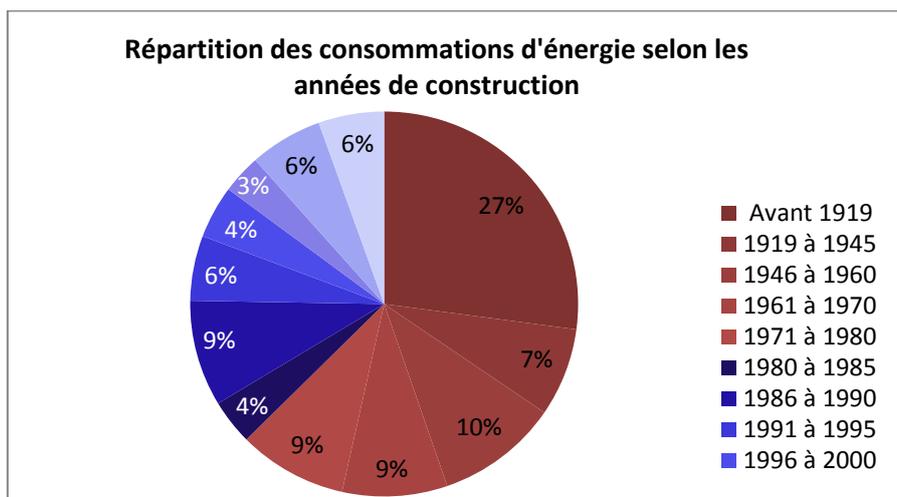


Figure 3: Répartition des consommations d'énergie finale selon les années de construction

Ce graphique révèle l'importance des consommations des bâtiments anciens ne disposant pas d'isolation thermique. Plus de 60% des consommations d'énergie des bâtiments proviennent de bâtiments construits avant la mise en place des premières recommandations sur l'isolation thermique SIA 180/1 parues en 1977.

Globalement, le parc immobilier présent sur le territoire est ancien. Par ailleurs, une partie du patrimoine présent sur le territoire de la commune est protégée architecturalement. Il est néanmoins envisageable d'effectuer des améliorations de l'efficacité énergétique (isolation des planchers, combles, fenêtres...).

⁶ En effet, pour certains bâtiments, le registre fédéral des bâtiments et logements ne précise pas quel agent énergétique est utilisé pour le chauffage et/ou l'eau chaude sanitaire.

Rapport de planification territoriale énergétique

3.2.3 CONSOMMATION D'ÉNERGIE DU TERRITOIRE

La carte ci-dessous indique la répartition des consommations de chaleur sur le territoire de la commune, réparties en zones de densité énergétique (MWh/ha.an) selon le plan général d'affectation (PGA) de la commune.

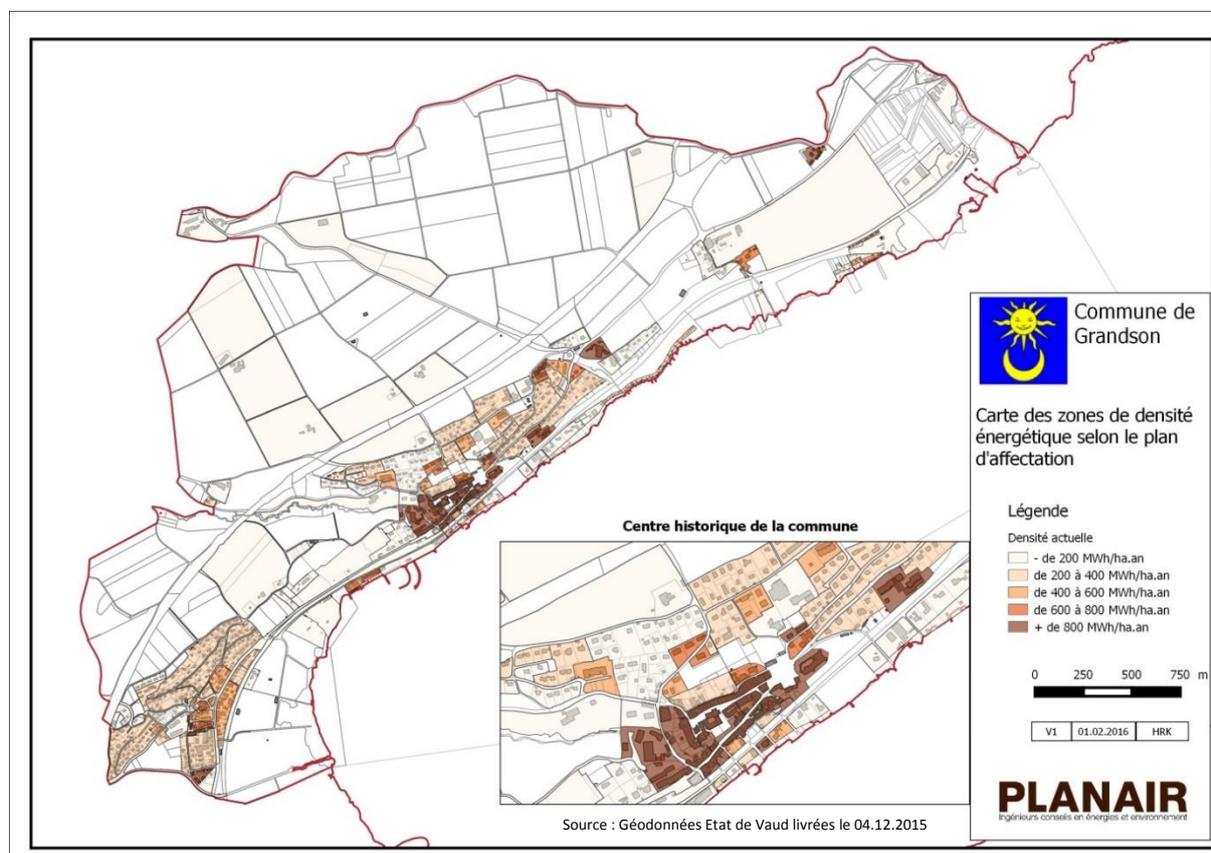


Figure 4: Densité énergétique sur le territoire de la commune

Les zones dont la densité énergétique est supérieure à 800 MWh/ha.an présentent un fort potentiel de développement de réseau d'énergie structurant pour la commune. Il est toutefois nécessaire d'investiguer la faisabilité d'un tel projet en réalisant une étude approfondie prenant compte les aspects technique et économique.

Les zones dont la densité énergétique est comprise entre 400 et 800 MWh/ha.an présentent dans certains cas un potentiel intéressant pour le développement d'une énergie de réseau thermique. Pour validation, il est nécessaire :

- de réaliser une étude de faisabilité technique et économique,
- d'intégrer cette évaluation dans l'étude d'une zone dont la densité énergétique est supérieure à 800 MWh/ha.an.

Le centre de la commune présente une densité énergétique élevée propice au développement d'un réseau d'énergie structurant, ce qui est déjà effectué partiellement avec la présence du réseau de gaz naturel.

3.2.4 RÉSEAUX D'ÉNERGIE POUR L'APPROVISIONNEMENT EN CHALEUR

Sur l'ensemble du territoire de la commune, nous retrouvons le réseau de gaz naturel pour l'approvisionnement de la chaleur.

Les consommations finales de gaz nécessaires pour la production de chaleur ont été estimées à 11'200 MWh/an, générant des émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 2'550 t_{co2}/an. Ces émissions importantes, provenant d'une énergie fossile, pourraient être réduites de manière significative en adoptant un approvisionnement énergétique privilégiant les énergies renouvelables. L'approvisionnement en chaleur par le biais de chauffages à distance alimenté par des énergies renouvelables constitue donc une alternative pertinente du point de vue écologique.

Rapport de planification territoriale énergétique

3.3 Consommations futures du territoire

Les consommations futures ont été estimées à partir des hypothèses suivantes :

- Taux d'assainissement énergétique du parc bâti de 2% sur 15 ans au niveau des exigences énergétiques contenues du programme bâtiment,
- Nouvelles constructions selon la loi cantonale (SIA 380/1 pour privé, Minergie pour les bâtiments collectivités),
- Prise en compte des PPA « Sur Château » et « Borné Nau ».

Les PPA « Bas du Grandsonnet » et « Fiez-Pittet » n'ont pas encore été intégrés à cette représentation graphique.

La figure ci-dessous représente une estimation des densités énergétiques dans 15 ans.

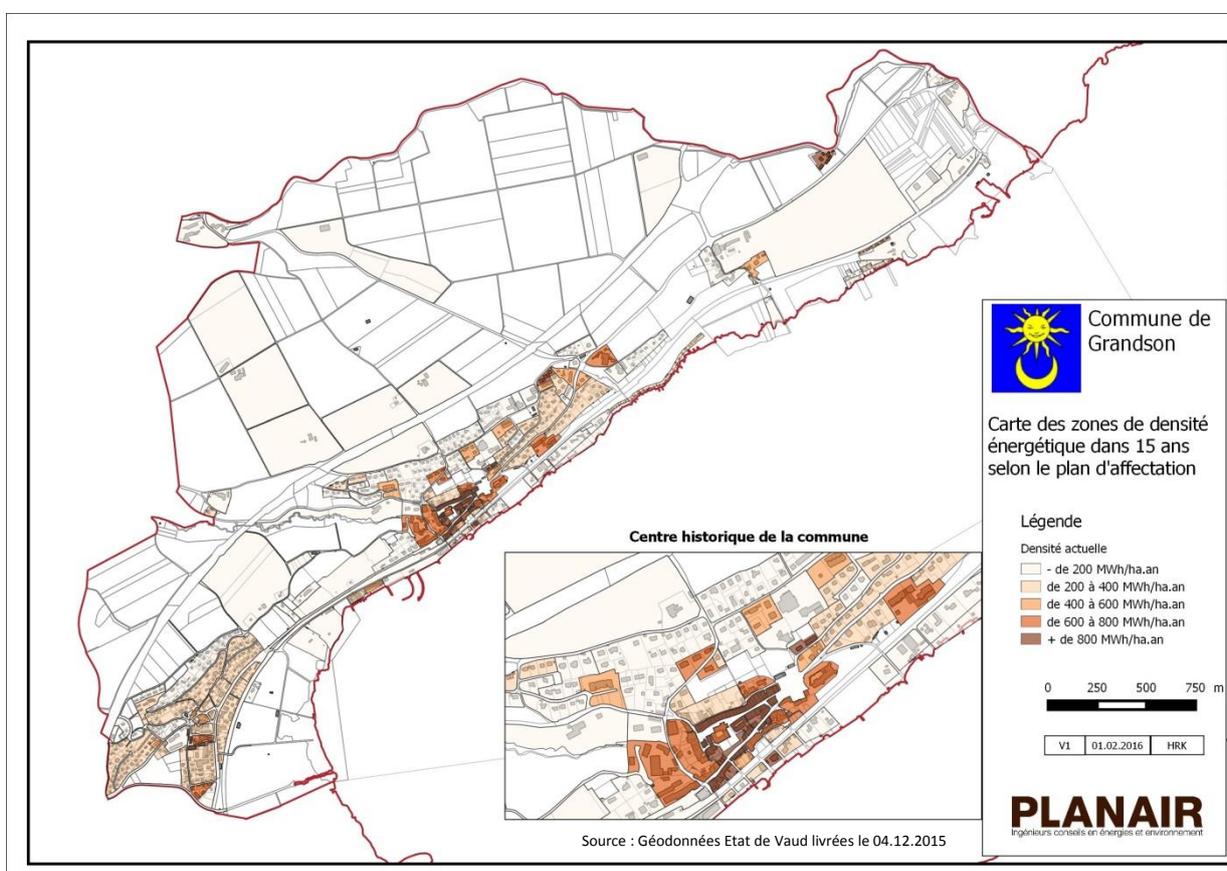


Figure 5: Zones de densité énergétique selon le plan d'affectation dans 15 ans

Grâce aux assainissements énergétiques des bâtiments, les consommations d'énergie pour la chaleur sont moins importantes. Des zones énergétiques restent favorables au développement de réseaux d'énergies.

3.4 Les potentiels en énergies renouvelables et en économie d'énergie

3.4.1 LES POTENTIELS SOLAIRES

3.4.1.1 Le potentiel solaire thermique

Le solaire thermique est employé pour produire de la chaleur pouvant servir suivant les installations à la production d'eau chaude sanitaire ou/et au chauffage.

Pour évaluer le potentiel, nous utilisons les hypothèses suivantes :

- les surfaces disponibles de toiture correspondent à la moitié de la surface au sol du bâtiment,
- la productivité des capteurs est de 450 kWh/m²,
- les bâtiments disposant déjà de solaire thermique sont exclus,
- 25% des toitures peuvent accepter des panneaux solaires du fait de contraintes architecturales ou techniques,
- les surfaces de panneaux solaires inférieures à 3 m² pour couvrir les besoins en eau chaude sanitaire ne sont pas prises en compte,
- un maximum de 1 m² par habitant par bâtiment a été considéré pour produire l'eau chaude sanitaire.

A partir de ces hypothèses, le potentiel solaire thermique est évalué à 1'505 MWh soit près de 3'500 m² de panneaux solaires thermiques, ce qui représente environ 1 m² par habitant.

3.4.1.2 Le potentiel solaire photovoltaïque

Les panneaux solaires photovoltaïques ont des caractéristiques techniques en constante évolution. En 2016, les puissances des panneaux varient de 80 Wc⁷/m² à plus de 210 Wc/m² en laboratoire. Pour notre étude, nous avons pris l'hypothèse de panneaux couramment installés : 160 Wc/m², aussi le potentiel évalué est une hypothèse basse : en effet, les performances étant amenées à évoluer, ce potentiel évoluera également.

Le potentiel solaire photovoltaïque a été estimé sur les mêmes bases que le solaire thermique, nous avons utilisé les hypothèses suivantes :

- une puissance des capteurs est de 160 Wc/m²,
- 25% des toitures peuvent accepter des panneaux solaires du fait de contraintes architecturales ou techniques (ceci est une hypothèse basse),
- les surfaces du potentiel solaire thermique ont été déduites, du fait de la compétitivité des deux technologies (photovoltaïque et thermique) qui résulte de la surface limitée des toitures à disposition,
- les surfaces inférieures à 20 m² ne sont pas prises en compte.

A partir de ces hypothèses, le potentiel solaire photovoltaïque est évalué à 6'300 MWh ce qui représente une surface d'environ 39'500 m², équivalente à environ 10 m² par habitant.

⁷ Wc: Le watt-crête est une unité de mesure représentant la puissance normalisée d'un panneau photovoltaïque. Plus il est important, plus la production sera importante.

3.4.2 LE POTENTIEL GÉOTHERMIQUE FAIBLE PROFONDEUR

Le potentiel géothermique a été estimé à partir des surfaces de zones construites et à construire. Nous avons ensuite analysé les zones de protection des eaux et les sites pollués pour déterminer la surface (construite ou constructible) du territoire pouvant accueillir des sondes géothermiques verticales (voir Figure 6). Dans des zones non construites, il est envisageable de pouvoir réaliser 25 sondes par hectare. Dans les zones déjà construites et suivant la densité des bâtiments et des infrastructures, il est réaliste de positionner entre 5 et 13 sondes.

Notre estimation du potentiel est basée sur les hypothèses suivantes :

- les zones construites et à construire,
- une fourniture d'énergie de 80 kWh par mètre linéaire de sonde,
- une profondeur des sondes de 150 m,
- une densité de 10 sondes par hectare.

Avec l'utilisation de pompes à chaleur d'un coefficient de performance de 3, nous obtenons un potentiel de 8'470 MWh de chaleur. Pour le fonctionnement des pompes à chaleur, il est nécessaire d'employer 2'820 MWh d'électricité.

Pour assurer une bonne efficacité énergétique des pompes à chaleur, il faut que le chauffage des bâtiments s'effectue à basse température (40-50°C). Aussi ce système est très adapté pour les constructions neuves ou ayant déjà été assainies énergétiquement.

Remarque :

Cette énergie a l'avantage d'être présente localement sur une partie du territoire. Son utilisation est très favorable dans les zones de densité faible avec des pompes à chaleur individuelles.

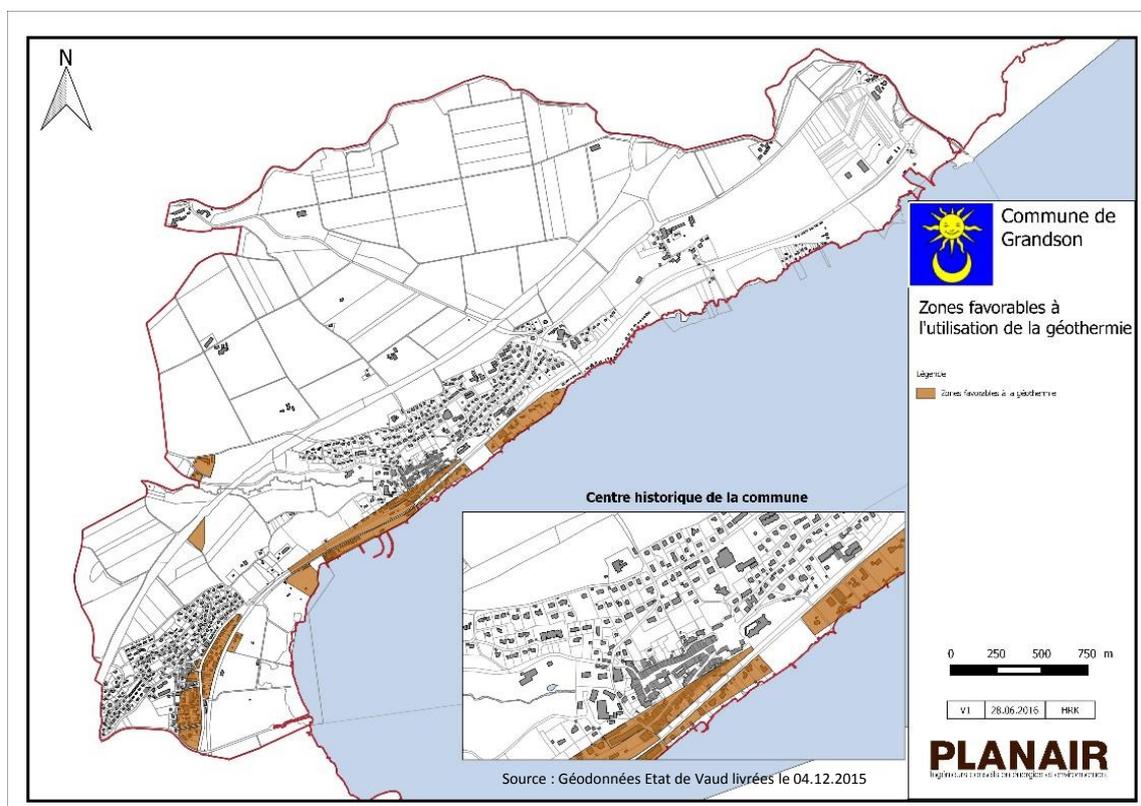


Figure 6 : Carte présentant les zones favorables au forage et à l'installation de sondes géothermiques verticales sur le territoire de la commune.

Rapport de planification territoriale énergétique

3.4.3 LE POTENTIEL EN GÉOTHERMIE PROFONDE

D'après le rapport du canton de Vaud concernant le potentiel géothermique du canton⁸, la zone d'Yverdon-les-Bains et ses alentours présente un important potentiel en matière d'exploitation de chaleur à partir de la géothermie profonde, avec des températures envisageables de l'ordre de 200°C.

Le Tableau 6 établit un classement de diverses zones à fort potentiel géothermique dans le canton de Vaud. Ce classement qualitatif est réalisé sur la base des critères suivants : le flux de chaleur, la proximité de la zone d'extraction, le potentiel des consommateurs. Parmi les neuf zones sélectionnées, Yverdon-les-Bains et ses alentours apparaît comme étant la zone la plus propice à l'installation d'une centrale de géothermie profonde.

Il est précisé que les sites potentiels doivent faire l'objet d'une évaluation sur l'utilisation de la chaleur : un réseau CAD devrait déjà exister et être modifié pour pouvoir absorber les 20 à 40 MW_{th} d'une installation de géothermie profonde ; la construction d'un CAD pourrait également être réalisée en parallèle avec celle de la centrale géothermique.

Malgré le potentiel important de la géothermie profonde aux alentours de Grandson, la commune ne semble pas, à première vue, présenter de besoins de chaleur suffisants pour justifier une telle installation. En effet, le potentiel énergétique d'une telle ressource est plus de 10 fois supérieur aux besoins totaux de la commune en chaleur.

| Zones urbaines potentielles | Flux de chaleur | Proximité du socle | Potentiel de consommateurs de chaleur | Classement des zones urbaines ¹ |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------------------|--|
| Yverdon-les-Bains | 3 | 3 | 2 | 8 |
| Orbe | 3 | 3 | 1 | 7 |
| Région Lausanne | 2 | 1 | 3 | 6 |
| Montreux | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Morges | 2 | 1 | 2 | 5 |
| Moudon | 2 | 2 | 1 | 5 |
| Payerne | 2 | 2 | 1 | 5 |
| Vevey | 2 | 1 | 2 | 5 |
| Nyon | 1 | 1 | 2 | 4 |

Tableau 6 : Evaluation qualitative multicritères d'une sélection de zones potentielles urbaines dans le canton de Vaud pour une installation éventuelle de type géothermie profonde. Source : « Evaluation du potentiel géothermique du canton de Vaud », Etat de Vaud, Rapport final, Juillet 2003. ¹Somme des points attribués aux trois critères.

3.4.4 LE POTENTIEL DE LA BIOMASSE FORESTIÈRE

Le territoire communal ne dispose pas de beaucoup de forêt. D'après l'inventaire terrestre, le potentiel de production annuel en bois énergie est estimé à environ 120 m³ de bois rond/an, soit 300 m³ de plaquettes ; ceci est équivalent à environ 270 MWh/an. .

Concernant les forêts communales de Grandson (s'étendant sur les territoires de Champvent, Fiez, Fontaines, Giez, Grandson, Mutrux, Concise, Novalles, Vugelles, Valeyres sous Montagny et Onnens),

⁸ Source : « Evaluation du potentiel géothermique du canton de Vaud », Etat de Vaud, Rapport final, Juillet 2003.

Rapport de planification territoriale énergétique

le potentiel de bois énergie mobilisable se situe entre 350 et 400 m³ de bois rond⁹, c.-à-d. entre 875 et 1'000 m³ de plaquettes, ou encore entre 790 et 900 MWh/an.

Pour la gestion des forêts publiques, la commune fait partie du groupement 7 regroupant les 16 collectivités. Le volume maximum mobilisable est estimé à 4'000 m³ de bois rond/an ce qui est équivalent à environ 9'600 MWh/an. Ce chiffre concerne uniquement les forêts publiques. Les forêts privées pourraient fournir 550 m³/an supplémentaire soit 1'240 MWh.

3.4.5 POTENTIEL DE LA STEP

La STEP de Grandson dispose d'un projet de régionalisation. Dans ce cadre, le site actuel va centraliser les eaux usées d'autres communes pour les envoyer sur la STEP d'Yverdon.

Après contact avec le bureau Triform, il n'est pas recommandé de valoriser les eaux usées avant le traitement des eaux usées : une baisse de température en amont des traitements peut nuire au bon fonctionnement du processus d'épuration des eaux.

Pour une valorisation énergétique des eaux usées en amont de la STEP, il faudra attendre que le projet soit défini et étudier plus précisément les faisabilités technique et économique. Par ailleurs, pour alimenter des bâtiments, il sera nécessaire de traverser une ligne de chemin de fer ce qui engendre des contraintes complémentaires pour une valorisation de cette ressource.

3.4.6 POTENTIEL EAU DU LAC

La commune est au bord du lac de Neuchâtel, l'eau du lac peut être utilisée comme agent énergétique pour produire de la chaleur et/ou effectuer du rafraichissement. Le potentiel est très important, c'est les besoins en énergie (chaude ou froide) qui détermine l'utilisation de cette ressource.

Pour produire de la chaleur, il faut utiliser des pompes à chaleur centralisées par quartier ou décentralisées par bâtiment.

Pour le rafraichissement, l'eau du lac peut être directement utilisée sans besoin de pompes à chaleur.

Cependant, les conditions d'utilisation de cet agent énergétique sont les suivantes :

- une densité énergétique¹⁰ élevée propice au déploiement d'un chauffage à distance à proximité du lac,
- de la surface disponible pour la réalisation d'une station de pompage,
- des besoins en chaleur à basse température pour une utilisation optimale de la pompe à chaleur.

Pour la commune de Grandson, les zones de densité énergétique élevée se situent pour la grande majorité derrière la ligne de chemin de fer, cela ajoute une contrainte pour l'utilisation de cette

⁹ Ces chiffres correspondent respectivement à ceux communiqués par la Direction générale de l'Environnement (Service forestier) obtenus à partir de l'inventaire terrestre, et ceux issus de l'étude du bureau Xylon à l'attention du canton de Vaud (juin 2016).

¹⁰ La densité énergétique correspond à la consommation énergétique par hectare de territoire. Dans une première approche, des densités énergétiques de + de 600 MWh/ha.an sont propices pour déployer un chauffage à distance.

Rapport de planification territoriale énergétique

ressource : il faut trouver un passage pour les canalisations afin de pouvoir traverser la voie de chemin de fer. Suivant le passage, cela peut engendrer des coûts complémentaires pour l'utilisation de cette ressource.

Une expérience d'utilisation des eaux du lac de Neuchâtel à des fins énergétiques a déjà été réalisée et les prises d'eau se situent à environ 50 mètres de profondeur.

La figure ci-dessous présente les courbes de niveau présentant une profondeur de 40 et 50 mètres.

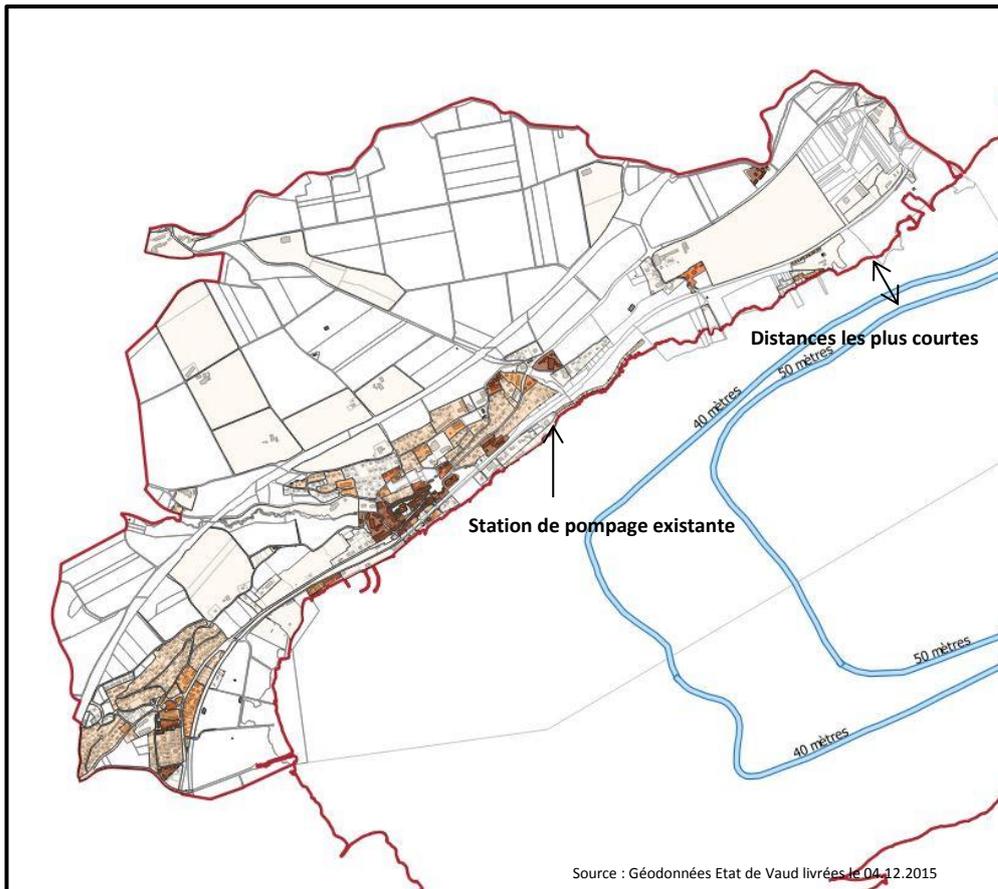


Figure 7: courbe de niveau présentant la profondeur du lac à 40 et 50 mètres

La figure ci-dessus montre la distance importante pour obtenir une profondeur de pompage de 40 à 50 m, respectivement 200 et 300 mètres au point le plus proche, cependant ce dernier se situe loin de toute zone favorable au développement d'une chauffage à distance.

3.4.7 VALORISATION DE LA STATION DE POMPAGE DE L'EAU DU LAC EXISTANTE

La commune de Grandson dispose sur son territoire d'une station de pompage d'eau du lac, datant de 1945, pour l'approvisionnement en eau potable. Cette dernière appartient au Service des Energies d'Yverdon-les-Bains, elle a fait l'objet de deux concessions échues depuis 2003. Actuellement, elle n'est plus utilisée pour l'approvisionnement en eau potable et est maintenue en état de marche par un fonctionnement de deux heures par jour. Elle peut pomper au maximum 250 m³/h à 35 m de profondeur. Cette installation est ancienne et il n'est pas possible d'envisager de l'utiliser dans l'état actuel sans des travaux d'assainissement.

En fonction de ces caractéristiques et en prenant l'hypothèse d'utiliser 2° C de l'eau du lac et une pompe à chaleur (1500 à 2000 heures à pleine charge), le potentiel de valorisation énergétique serait

Rapport de planification territoriale énergétique

de 1'100 à 1'500 MWh de chaleur soit 4 à 5% des consommations du territoire communal. Elle pourrait représenter une source d'approvisionnement énergétique pour la commune de Grandson.

Cependant, le devenir de cette station de pompage n'est pas connu, en effet le territoire communal est concerné par un plan directeur en cours d'élaboration pour l'approvisionnement en eau potable. Il vise notamment à disposer d'une redondance de l'approvisionnement actuel (les puits d'Onnens), ce plan directeur permettra de définir le devenir de cette station de pompage : assainissement ou suppression.

Aussi, pour pouvoir utiliser cette station de pompage à des fins énergétiques, il est nécessaire de disposer d'une étude approfondie pour connaître la faisabilité technique et économique. De plus, cette démarche devra s'effectuer en lien avec le plan directeur et le Service des Energies d'Yverdon-les-Bains. Par ailleurs, comme indiqué précédemment les 2 concessions sont échues depuis 2003, il faudra donc les renouveler pour pouvoir l'utiliser.

Une mutualisation des moyens pour assainir cette station de pompage afin d'assurer la redondance de l'approvisionnement en eau potable et une production de chaleur permettrait d'amortir plus rapidement les coûts d'investissement et de réduire les coûts d'exploitation.

3.4.8 SYNTHÈSE DES POTENTIELS EN ÉNERGIES RENOUVELABLES INDIGÈNES :

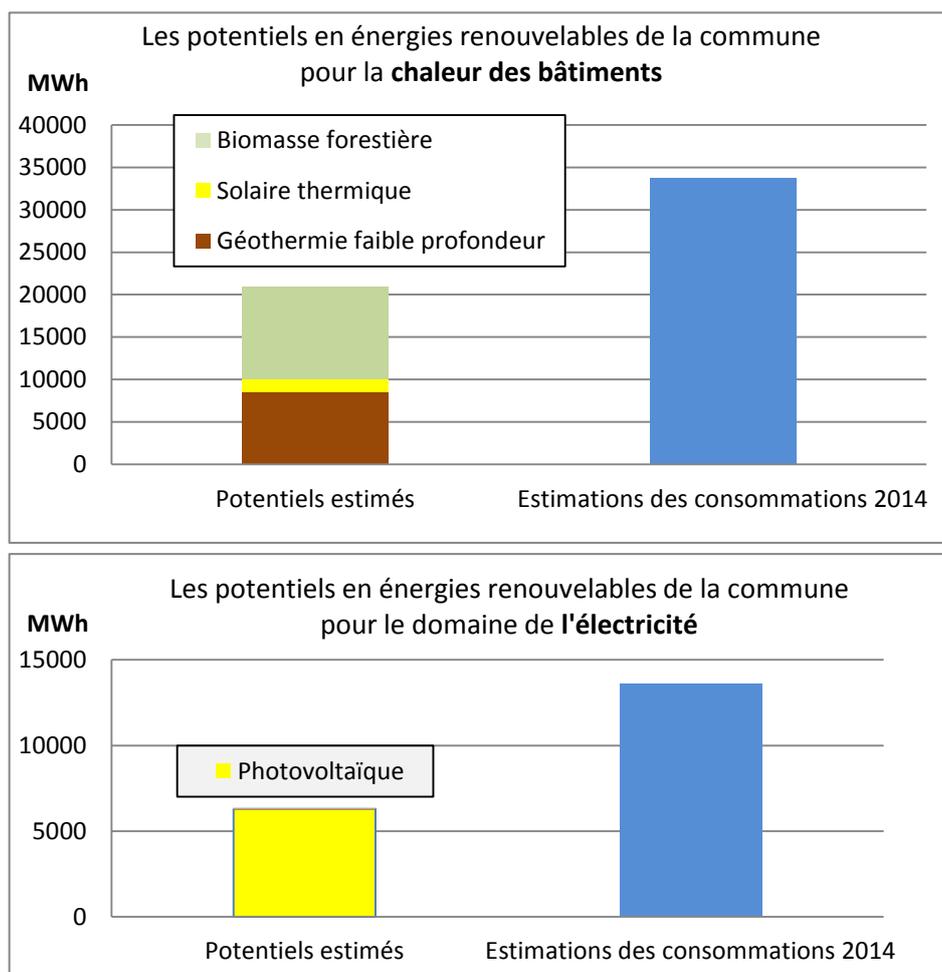


Figure 8: Potentiel des énergies renouvelables indigènes pour le domaine de la chaleur (en haut) et de l'électricité (en bas). À noter que le potentiel de l'eau du lac n'est pas reporté dans le graphique.

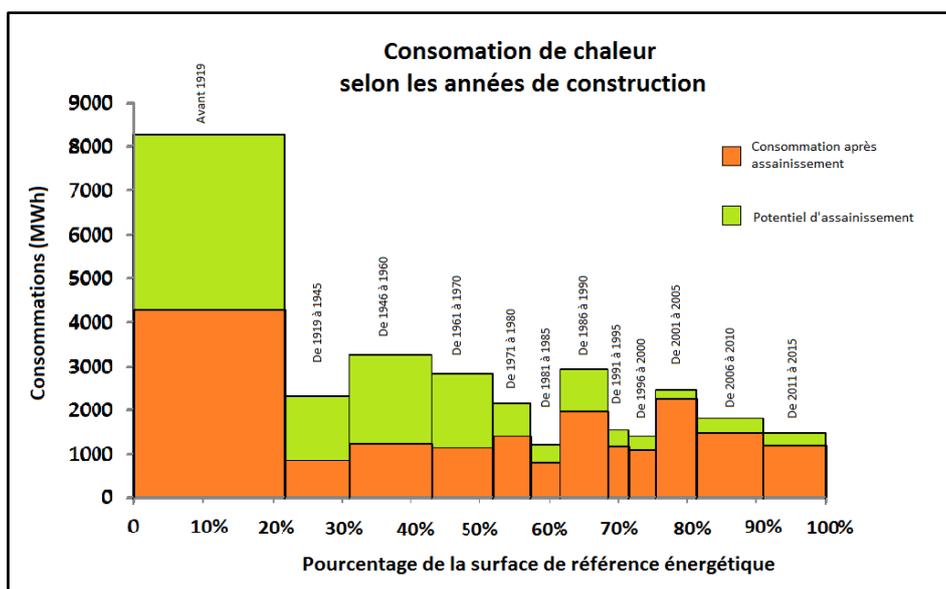
Rapport de planification territoriale énergétique

Le graphique de la Figure 8 (en haut) montre que les énergies renouvelables indigènes étudiées (biomasse forestière, solaire thermique et géothermie avec sondes verticales) ne sont pas suffisantes pour subvenir aux besoins actuels du territoire en chaleur ; Les énergies renouvelables indigènes permettraient de couvrir 62% des consommations de chaleur en 2014. Pour augmenter le taux de couverture des consommations de chaleur par des énergies renouvelables, il est indispensable de réduire les consommations d'énergie du territoire.

Le photovoltaïque permettrait quant à lui d'assurer un taux d'autonomie annuel de l'énergie électrique d'environ 46%.

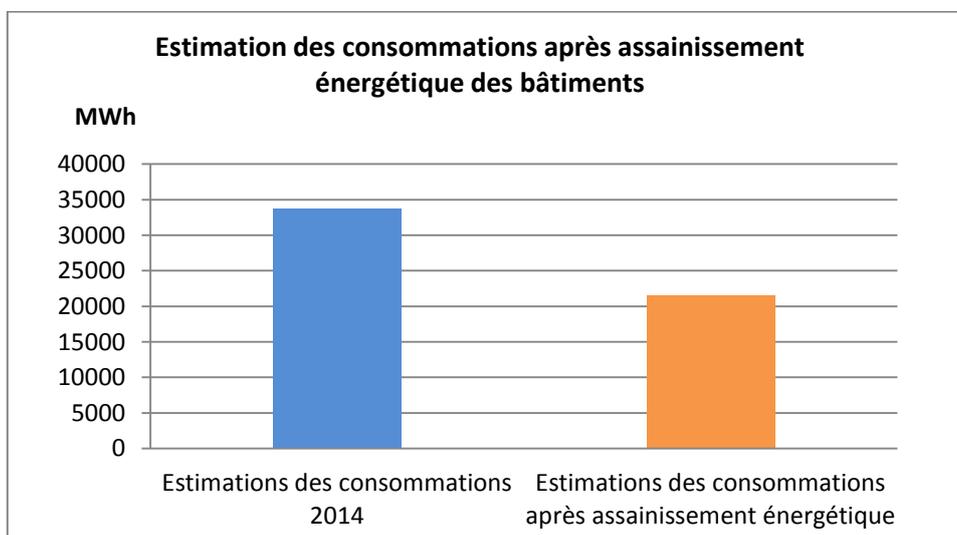
3.4.9 LE POTENTIEL D'ASSAINISSEMENT

Le graphique ci-dessous présente la répartition des consommations par années de construction.



Le potentiel d'assainissement énergétique du parc existant a été déterminé à partir des données suivantes :

- la période de construction du bâtiment,
- un assainissement moindre pour les bâtiments classés architecturalement selon leur notation.



Rapport de planification territoriale énergétique

Le potentiel d'économie énergétique liée à l'assainissement est estimé à 21'454 MWh et représente 36% des consommations 2014 du territoire communal, en considérant un assainissement complet du parc bâti existant.

3.4.10 SYNTHÈSE DES POTENTIELS

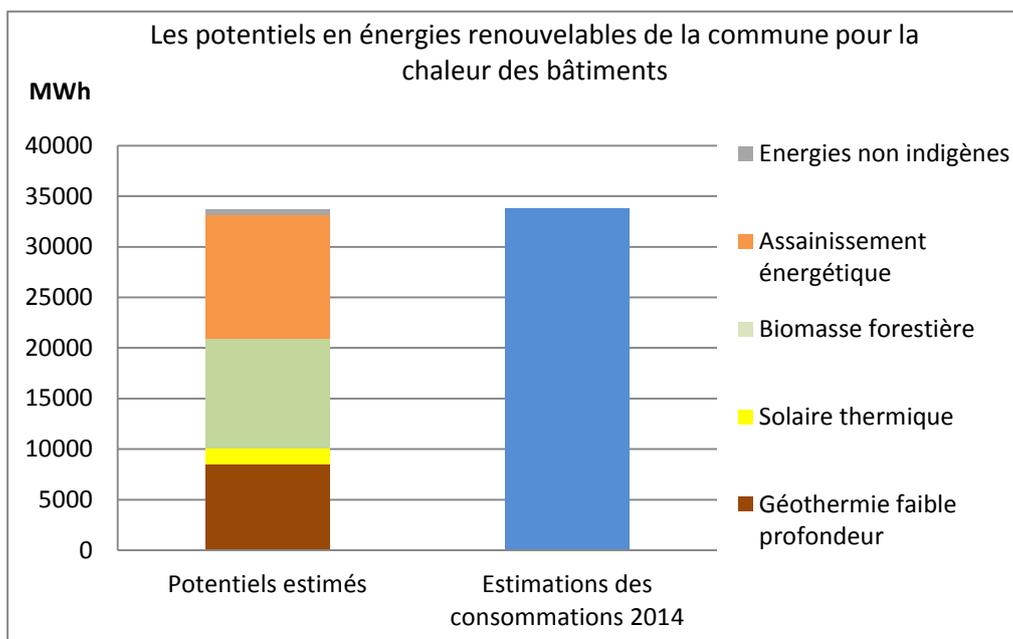


Figure 9 : synthèse des potentiels en énergie renouvelable et en économie d'énergie

Ce graphique nous montre que les potentiels indigènes en énergies renouvelables et en économie d'énergie permettraient de couvrir une part importante des besoins en chaleur des bâtiments :

- 62% peuvent être couverts par les énergies renouvelables indigènes,
- 36% peuvent être supprimés par des assainissements énergétiques des bâtiments (si l'on ne considère que les bâtiments du parc immobilier actuel),
- 2% des besoins devront être importés ou provenir d'une autre ressource renouvelable à identifier telles que la chaleur de l'environnement (eau du lac, air).

A noter que le potentiel en biomasse forestière correspond au potentiel régional et non au potentiel de la commune.

4 Découpage du territoire en secteurs homogènes

Le découpage du territoire en secteurs homogènes de densité énergétique permet de faire ressortir les zones les plus propices au déploiement d'un réseau énergétique, les secteurs de densité énergétique importante étant les plus pertinents. Une telle approche permet en outre d'élaborer les tracés de réseau les mieux adaptés au territoire. Ceux-ci sont notamment dictés par la présence de gros consommateurs, les contraintes géologiques du territoire ou encore par les synergies envisageables entre d'éventuels secteurs d'intérêt.

4.1 Les zones peu favorables aux énergies de réseau

Le Tableau 7 rassemble les différents secteurs énergétiques ne convenant pas au déploiement de systèmes de production de chaleur centralisée. Les consommations de chaleur présentes et futures (ces dernières étant estimées sur la base d'une exploitation totale du potentiel d'assainissement des bâtiments) sur ces secteurs sont trop faibles pour justifier le déploiement d'un chauffage à distance. Le cumul des consommations finales de chaleur sur ces secteurs atteint 49% de la consommation totale du territoire communal. Sur ces zones, le potentiel lié à l'utilisation d'énergies renouvelables est cependant important. Ainsi, le recours à des systèmes décentralisés d'approvisionnement de chaleur, tels que les chaudières à bois, PAC air/eau, solaire thermique et sondes géothermiques faible profondeur seront à préconiser (comme illustré dans la carte de synthèse de la Figure 10).

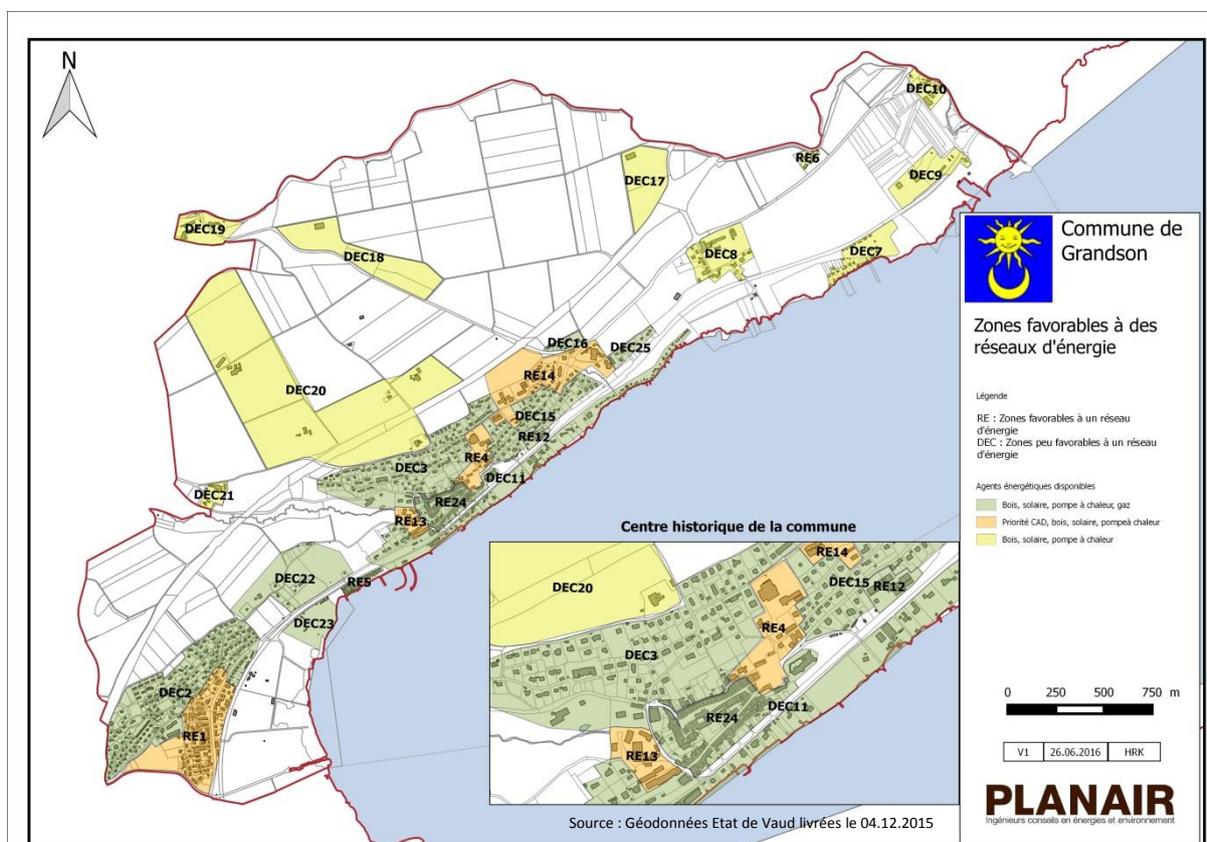


Figure 10: Figure représentant les zones favorables au déploiement d'un réseau d'énergie et les zones peu favorables.

Rapport de planification territoriale énergétique

| Secteur | Part actuelle de la consommation d'énergie finale % | Part actuelle d'énergie renouvelable sur le secteur % | Consommation actuelle d'énergie finale MWh | Consommation après exploitation totale du potentiel d'assainissement MWh | Emissions de GES t _{CO2} |
|--------------|---|---|--|--|-----------------------------------|
| DEC 2 | 14,8% | 22% | 4'981 | 3'003 | 1'051 |
| DEC 3 | 12,4% | 16% | 4'174 | 2'307 | 982 |
| DEC 7 | 1,1% | 56% | 371 | 174 | 48 |
| DEC 8 | 4,2% | 4% | 1'408 | 277 | 400 |
| DEC 9 | 0,3% | 75% | 104 | 68 | 8 |
| DEC 10 | 0,5% | 3% | 184 | 38 | 53 |
| DEC 11 | 4,4% | 23% | 1'476 | 597 | 329 |
| DEC 15 | 6,3% | 11% | 2'119 | 1'189 | 487 |
| DEC 16 | 0,6% | 51% | 200 | 107 | 31 |
| DEC 17 | 0,3% | 0% | 114 | 80 | 34 |
| DEC 18 | 0,0% | 10% | 6 | 4 | 2 |
| DEC 19 | 1,1% | 36% | 365 | 36 | 67 |
| DEC 20 | 1,0% | 21% | 338 | 124 | 78 |
| DEC 21 | 0,3% | 0% | 95 | 42 | 28 |
| DEC 22 | 0,5% | 15% | 178 | 74 | 44 |
| DEC 23 | 0,3% | 36% | 91 | 14 | 19 |
| DEC 25 | 0,6% | 36% | 204 | 103 | 40 |
| TOTAL | 48,6% | 19% * | 16'408 | 8'237 | 3'700 |

Tableau 7 : Liste récapitulative et caractéristiques des secteurs énergétiques homogènes peu favorables au réseau énergétique (référés en tant que secteurs à approvisionnement décentralisé DEC). Le symbole * indique que 19% de l'ensemble des secteurs DEC sont approvisionnés en énergies renouvelable (représentant 9,2% des consommations totales de chaleur du territoire communal).

4.2 Les zones favorables au déploiement de réseaux d'énergie

Le Tableau 8 synthétise les principales caractéristiques des secteurs favorables au développement d'un réseau énergétique (RE). Ces secteurs rassemblent 51% des consommations de chaleur du territoire dont 7% seulement sont générés à partir d'agents énergétiques renouvelables. Pour ces zones favorables au développement de réseau d'énergie, mettre en place une ou des infrastructures alimentées par des énergies renouvelables permettrait d'exploiter un potentiel de réduction des émissions de GES très important. Parmi les différents avantages du réseau énergétique, le fait de pouvoir produire l'énergie de manière localisée permet d'installer la source d'énergie dans la zone de choix la plus adaptée et la plus pertinente.

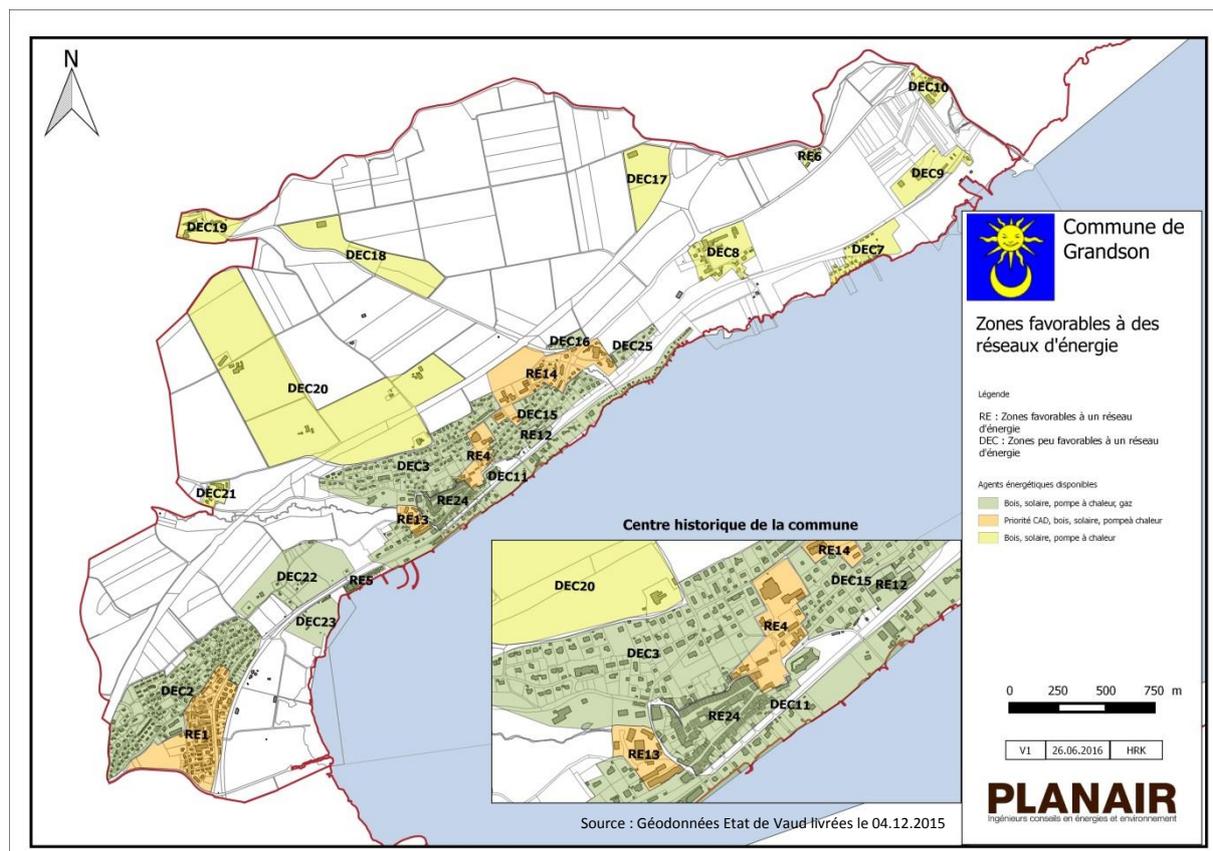


Figure 11 : Figure représentant les zones favorables au déploiement d'un réseau d'énergie et les zones peu favorables.

| Secteur | Part actuelle de la consommation totale % | Part actuelle d'énergie renouvelable sur le secteur % | Consommation actuelle MWh | Consommation après exploitation totale du potentiel d'assainissement MWh | Emissions de GES t _{CO2} |
|--------------|---|---|---------------------------|--|-----------------------------------|
| RE 1 | 11,5% | 5% | 3'874 | 2'772 | 930 |
| RE 4 | 4,7% | 3% | 1'581 | 620 | 413 |
| RE 5 | 1,1% | 9% | 385 | 161 | 82 |
| RE 6 | 2,0% | 71% | 687 | 134 | 65 |
| RE 12 | 2,5% | 0% | 848 | 623 | 192 |
| RE 13 | 4,1% | 0% | 1'399 | 1'199 | 413 |
| RE 14 | 10,2% | 1% | 3'452 | 6'323 | 848 |
| RE 24 | 15,1% | 8% | 5'101 | 1'384 | 1'247 |
| TOTAL | 51,4% | 7% * | 17'328 | 13'216 | 4'191 |

Tableau 8 : Liste récapitulative et caractéristiques des secteurs énergétiques homogènes les plus favorables au réseau énergétique (RE). * Ceci indique que 7% de l'ensemble des secteurs RE sont approvisionnés en énergies renouvelables (représentant 3,6% des consommations totales de chaleur du territoire communal).

5 Sur la voie de la Société à 2000 watts

Le concept de la société à 2000 watts a défini des facteurs de réduction pour les communes. Ces facteurs permettent de déterminer des objectifs de réduction :

- des consommations d'énergie primaire,
- des émissions de gaz à effet de serre.

| Valeurs de référence pour la CH (moyenne par habitant) | 2005 | 2014 | 2020 | 2030 | 2035 | 2050 | S2000W |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Consommation d'énergie primaire (W/hab.) | 6'300 | --- | 5'400 | --- | 4'400 | 3'500 | 2'000 |
| Emissions de gaz à effet de serre (t éq.-CO ₂ / hab. /an) | 8.5 | --- | 6.4 | --- | 4.2 | 2 | 1 |
| Commune de Grandson | 2005 | 2014 | 2020 | 2030 | 2035 | 2050 | S2000W |
| Consommation d'énergie primaire (W/hab.) | --- | 4'716 | 4'393 | 3'853 | 3'584 | 2'774 | 1'572 |
| Emissions de gaz à effet de serre (t éq.-CO ₂ / hab. /an) | --- | 6,6 | 5,8 | 4,4 | 3,7 | 1,7 | 0,9 |

Tableau 9: Valeurs-cibles de la courbe de décroissance sur la voie de la Société à 2000 watts

Les deux graphiques ci-dessous présentent la courbe de décroissance énergétique de la commune de Grandson pour atteindre les objectifs de la société à 2000 watts.

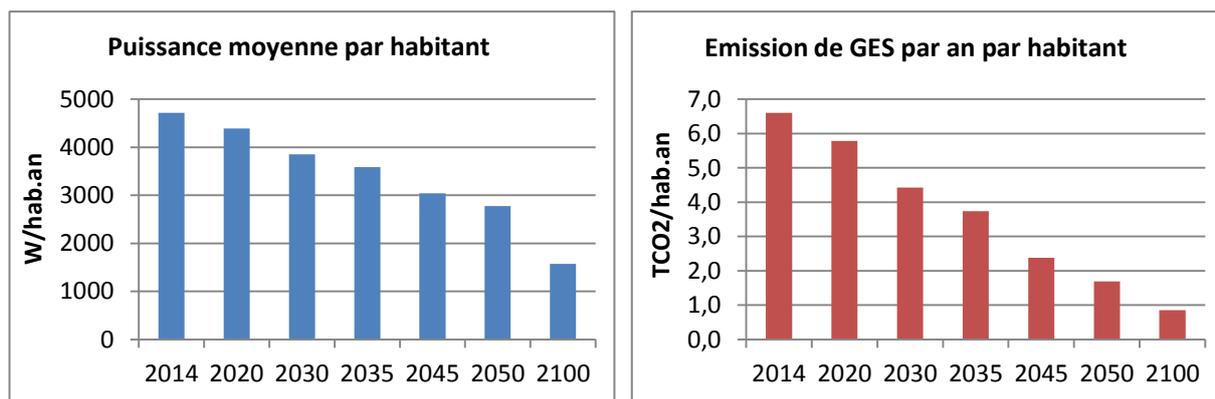


Figure 12 : Graphiques présentant les courbes de décroissance pour la puissance moyenne et les émissions de GES de la commune

6 Impact sur le territoire de la réalisation de chauffages à distance.

Ce chapitre a pour objectif de mettre en évidence l'impact du développement de réseaux d'énergie alimentés par des énergies renouvelables dans les secteurs énergétiques homogènes jugés les plus pertinents:

- Dans le secteur « Sur Château » (référéncé comme le secteur RE 4),
- Dans le secteur « Borné Nau » (référéncé comme le secteur RE 14),
- Sur l'ensemble des secteurs RE (voir Tableau 8)

Les critères déterminants sont les consommations en énergie finale et énergie primaire, ainsi que les émissions de GES.

6.1 Secteur énergétique homogène « Sur Château » : RE 4

Le Tableau 10 illustre l'impact de la mise en place d'un réseau de chauffage à distance sur les consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur « Sur Château ».

Le déploiement d'un CAD alimenté au bois viserait à pourvoir en chaleur certains des bâtiments existants (gros consommateurs, agent énergétique non renouvelables) mais également des bâtiments futurs (prévus dans les PPA), ces derniers impliquant naturellement une augmentation des consommations énergétiques. Afin de rendre pertinente la comparaison entre les deux modes d'approvisionnement, actuel et au CAD, nous présentons ici le cas hypothétique où le quartier futur, incluant les nouveaux bâtiments, bénéficierait d'un approvisionnement énergétique identique à celui existant aujourd'hui.

D'après le Tableau 10, le passage à un approvisionnement au CAD dans le secteur « Sur Château » ne modifie pas de façon notable les consommations en énergie primaire. En revanche, les émissions de GES sont diminuées de près de 85% en comparaison avec l'approvisionnement actuel.

| Secteur « Sur Château » RE 4 Parc immobilier futur | Part d'énergie renouvelable % | Consommation totale MWh | Émissions de GES t _{CO2} | Énergie primaire MWh |
|--|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Approvisionnement actuel | 3,0% | 1'976 | 514 | 2'327 |
| Avec CAD | 89,8% | 1'976 | 74 | 2'283 |
| Impact (%) | +86,8% | - | -85% | -1% |

Tableau 10 : Impact de la mise en place d'un chauffage à distance sur les consommations en énergie finale et énergie primaire ainsi que sur les émissions de GES dans le secteur « Sur Château ». L'estimation est basée sur la prise en considération des bâtiments futurs (selon le PPA).

Rapport de planification territoriale énergétique

6.2 Secteur énergétique homogène « Borné Nau » : RE 14

Dans le secteur de « Borné Nau » également, le choix de l’approvisionnement au CAD alimenté au bois est avantageux en termes de bilan écologique. Les émissions de GES sont réduites de manière significative, de l’ordre de 86% (voir Tableau 11).

| Secteur « Borné Nau » RE 14 Parc immobilier futur | Part d'énergie renouvelable % | Consommation totale MWh | Émissions de GES t _{CO2} | Énergie primaire MWh |
|---|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Approvisionnement actuel | 1,0% | 8'256 | 2'012 | 9'436 |
| Avec CAD | 91,0% | 8'256 | 287 | 9'451 |
| Impact (%) | +90% | - | -86% | <1% |

Tableau 11 : Impact de la mise en place d'un chauffage à distance sur les consommations en énergie finale et en énergie primaire ainsi que sur les émissions de GES dans le secteur « Borné Nau ». Le parc immobilier futur est considéré identique pour les deux scénarios d'approvisionnement.

6.3 Synthèse sur le territoire des deux CAD

L'impact du déploiement d'un CAD dans les deux secteurs « Sur Château » et « Borné Nau » est positif sur l'ensemble de la commune. De manière générale, la modification de l'approvisionnement de chaleur résulte en une diminution notable des émissions de GES, d'environ 22% (voir Tableau 12). Les consommations en énergie primaire ne sont quant à elles pas modifiées.

| Ensemble du territoire de la commune Parc immobilier futur | Part d'énergie renouvelable % | Conso totale MWh | Émissions de GES t _{CO2} | Énergie primaire MWh |
|---|----------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Approvisionnement actuel | 10,9% | 41'014 | 9'302 | 52'419 |
| Avec CAD | 33,2% | 41,014 | 7'137 | 52'391 |
| Impact sur le territoire (%) | +22,3 % | - | -23% | <1% |

Tableau 12 : Impact de la mise en place d'un chauffage à distance dans les secteurs « Sur Château » et « Borné Nau » sur l'ensemble de la commune.

6.4 Scénarios d'évolution de la commune

Trois scénarios d'approvisionnement énergétique ont été estimés pour la commune sur la base des consommations énergétiques futures, c.-à-d. sur la base de calculs intégrant les constructions futures projetés dans les PPA « Borné Nau », « Sur Château », « Fiez-Pittet » et « Bas du Grandsonnet ».

Les scénarios sont détaillés ci-après :

- Scénario 1 : Approvisionnement énergétique semblable à celui utilisé actuellement.
- Scénario 2 : Approvisionnement énergétique modifié en considérant le développement de 2 CAD, sur les secteurs RE 4 et RE 14. Seule une partie des bâtiments de ces secteurs sont raccordés au CAD. Pour les autres secteurs, l'approvisionnement en énergie est inchangé.
- Scénario 3 : Approvisionnement énergétique modifié en considérant le développement d'un CAD sur l'ensemble des secteurs RE (voir Tableau 8). Pour les autres secteurs, l'approvisionnement en énergie est inchangé.

Pour chacun des scénarios, nous évaluons l'évolution des consommations énergétiques et des émissions de GES dans les 3-5 ans, c.-à-d. après construction des nouveaux bâtiments, en 2030 et en 2045 (voir Figure 13). Ces estimations ne concernent ici que le domaine de la chaleur. Les domaines de la mobilité et de l'électricité sont en principe indépendants des modifications réalisées sur l'approvisionnement en chaleur. Les résultats sont présentés sous forme d'indicateurs « Société à 2000 watts » : les valeurs sont normées par rapport au nombre d'habitants de la commune et, s'agissant des émissions de GES, elles sont ramenés à un chiffre annuel.

En analysant la Figure 13, il apparaît que la puissance moyenne en chaleur par habitant évolue peu en fonction du scénario retenu. En revanche, les émissions de GES par habitant diminuent fortement en adoptant un approvisionnement au CAD dans les secteurs « Sur Château » et « Borné Nau » (scénario 2). En augmentant les raccordements au CAD (scénario 3), les émissions de GES sont réduites de manière plus prononcée encore.

Notons que la diminution importante de la puissance énergétique et des émissions de GES d'ici à 2030 et 2045 est principalement liée à l'assainissement prévu des bâtiments (à un taux de 2% par an).

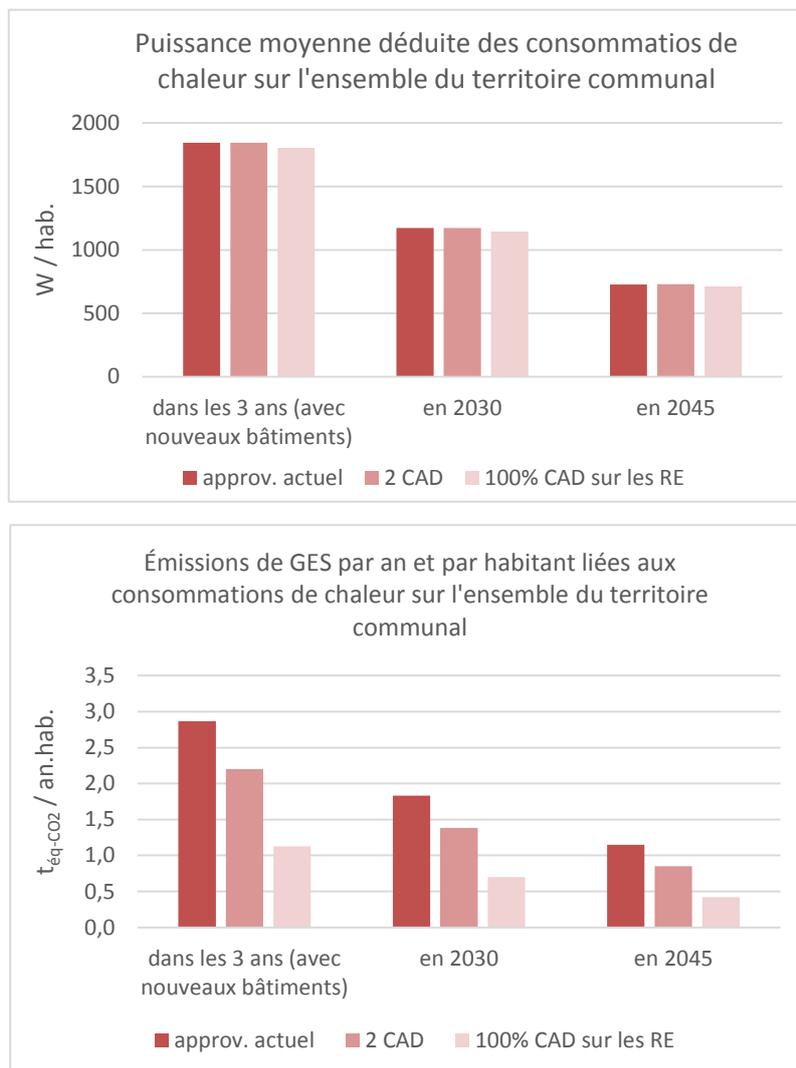


Figure 13 : Evolution dans les 3 ans, en 2030 et 2045 des indicateurs de la « Société à 2000 watts » dans le domaine de la chaleur pour les trois scénarios retenus. Le taux d'assainissement considéré est de 2%. Le taux de croissance de la population est de 2,1%.

6.5 Comptabilité des scénarios avec la Société à 2000 watts

La Figure 14 présente l'évolution de la puissance moyenne et des émissions de gaz à effet de serre par habitant du territoire communal en prenant en considération les trois domaines énergétiques (chaleur, électricité, mobilité). La répartition détaillée des données suivant le domaine énergétique et le type d'agent énergétique (renouvelable ou non) est présentée en Annexe 1.

Pour réaliser cette estimation, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- Pour la chaleur, l'évolution de la puissance et des émissions de GES se base sur les trois scénarios présentés dans la section 6.4.
- Pour l'électricité, nous avons considéré que les consommations électriques globales par habitant suivaient une évolution de type « Nouvelle politique énergétique » (selon les perspectives énergétiques 2050 publiées par Prognos¹¹) et que l'ensemble des habitants s'approvisionnaient en électricité avec le mix Terre Suisse (voir Chapitre 6.1). Nous estimons que cet objectif est ambitieux mais néanmoins réalisable.
- Pour la mobilité, nous avons appliqué le même facteur que celui utilisé de manière standard pour la société à 2000 watts (S2W) s'appliquant traditionnellement à l'ensemble (cumul) des trois domaines énergétiques.

Les estimations sont réalisées sur la base des consommations énergétiques du parc immobilier futur comprenant les bâtiments à construire des PPA.

Ces résultats sont comparés aux objectifs à atteindre pour que la commune réponde aux exigences de la Société à 2000 watts (voir Figure 14, histogrammes hachurés); l'année 2014 est utilisée comme année de référence pour fixer ces objectifs.

¹¹ Source : Perspectives énergétiques 2050 – Résumé, Office fédéral de l'énergie OFEN, p. 13, oct. 2013.

Rapport de planification territoriale énergétique



Figure 14 : Evolution de la puissance moyenne (en haut) et des émissions de GES (en bas) par habitant tenant compte de l'ensemble des domaines énergétiques de la commune : chaleur, électricité et mobilité. Les données concernent l'ensemble du parc immobilier futur de Grandson, prenant en considération les nouveaux bâtiments à construire des PPA. Le détail des données suivant la répartition par domaine énergétique et type d'agent énergétique est montré en Annexe 1.

D'après la Figure 14, la puissance moyenne par habitant pourrait atteindre environ 3'800 watts/hab et 2'980 watts/hab en 2030 et 2045, respectivement, en considérant un taux d'assainissement des bâtiments de 2% par an et une augmentation de la population de 2,1% par an. Cette évolution répond bien aux exigences de la Société à 2000 watts (histogrammes hachurés).

En adoptant la bonne stratégie énergétique, c.-à-d. en privilégiant l'approvisionnement de chaleur par le biais des énergies renouvelables, les émissions de GES par habitant pourraient être réduites jusqu'à 3,2 et 1,8 t_{eq-co2} en 2030 et 2045, respectivement. Cette évolution répond également aux exigences de la Société à 2000 watts. On note toutefois que le scénario « Approvisionnement actuel » ne permettrait pas d'atteindre le niveau des émissions de GES de la Société à 2000 watts.

En conclusions, l'approvisionnement en chaleur par le biais d'énergies renouvelables s'appuyant sur le recours au chauffage à distance dans les secteurs propices à son déploiement représente une solution adéquate pour atteindre les objectifs ambitieux de la société à 2000 watts, notamment en termes d'émissions de GES.

7 Carte de synthèse de la planification énergétique

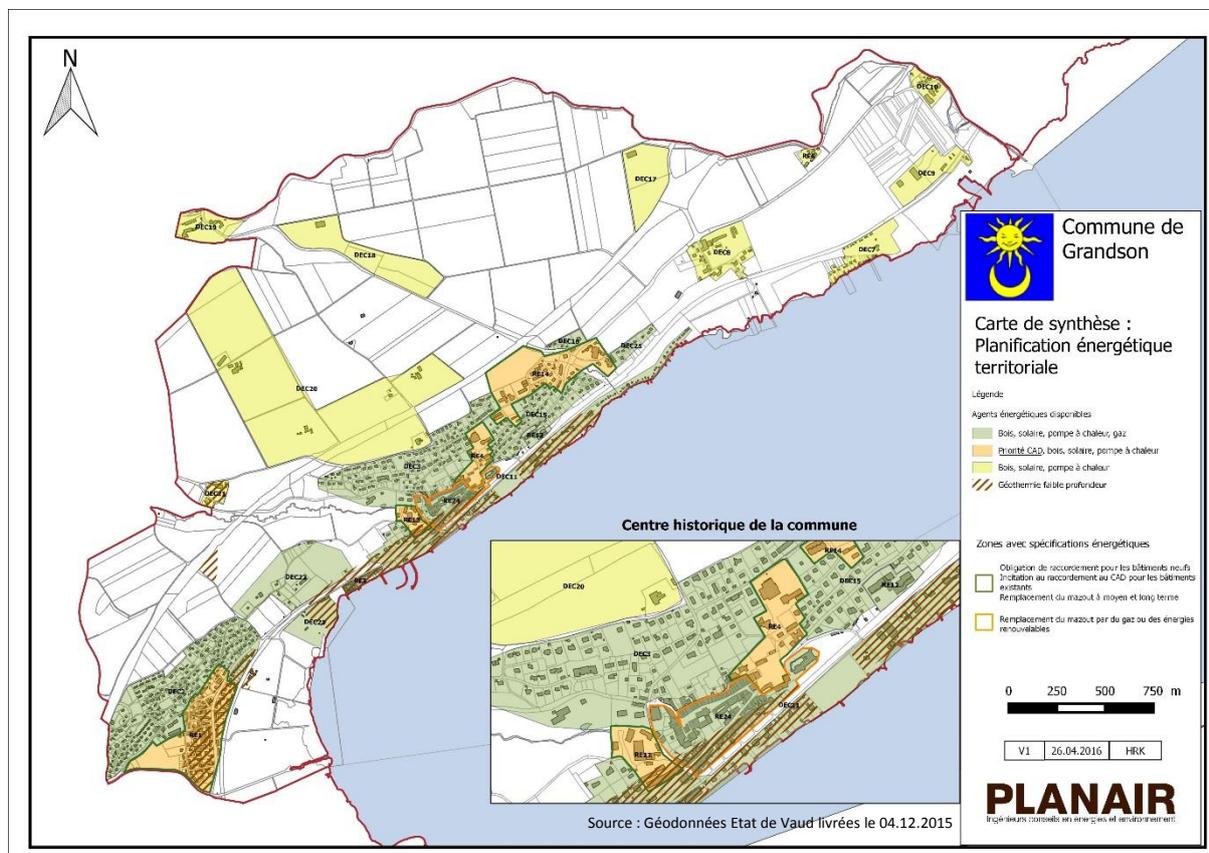
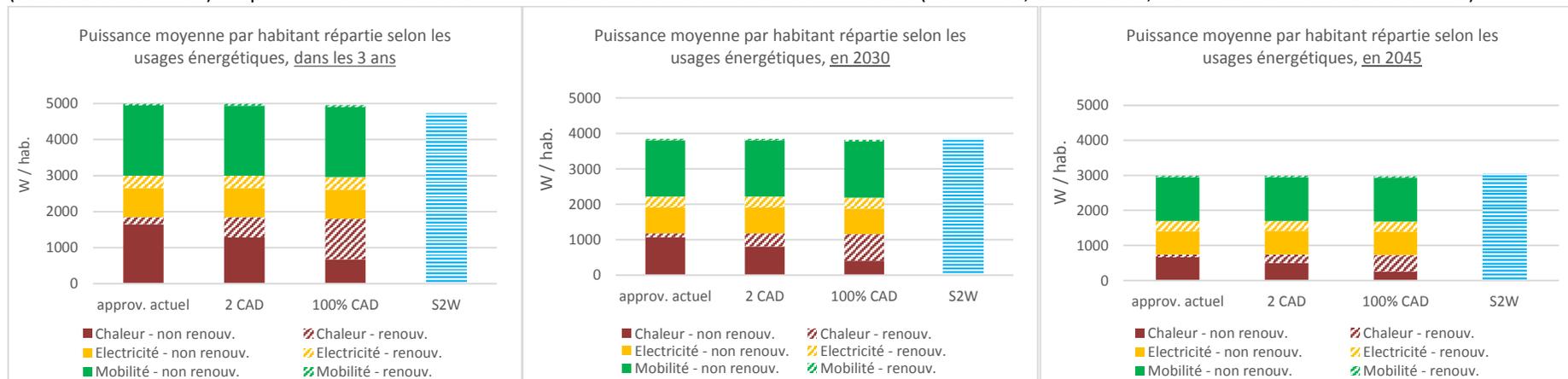


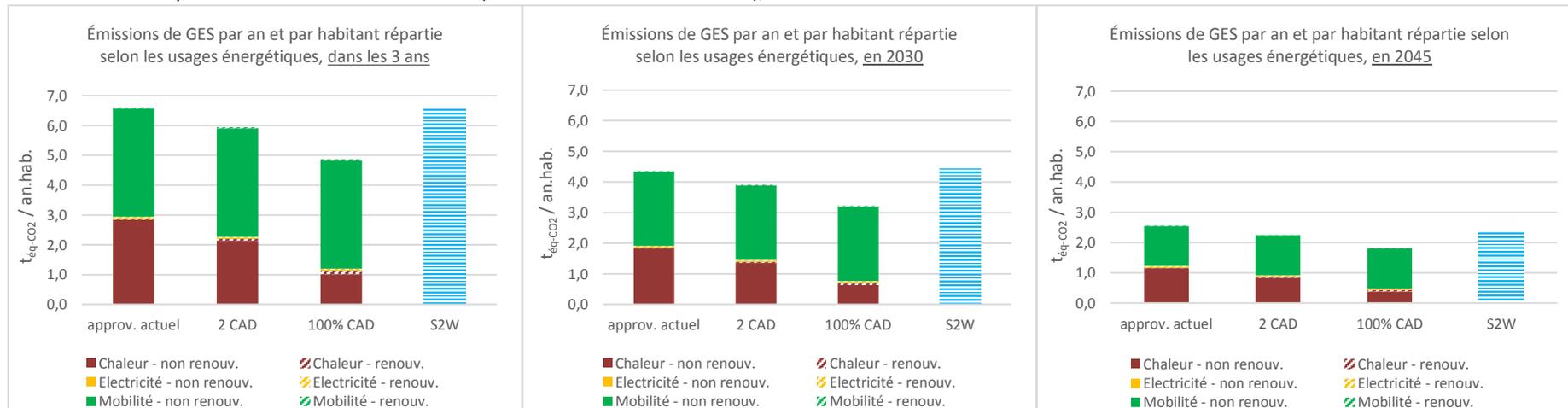
Figure 15 : Carte de synthèse de la planification énergétique territoriale présentant les recommandations pour les différents secteurs favorables aux installations de chaleur centralisée ou décentralisée.

8 Annexe 1 : Evolution des indicateurs Société à 2000 watts selon les trois scénarios

Puissance moyenne par habitant dans les 3 ans, en 2030 et 2045, répartie suivant le domaine énergétique (chaleur, électricité et mobilité) et le type d'agent énergétique (renouvelable ou non). Le parc immobilier considéré inclue les nouveaux bâtiments des PPA futurs (Borné Nau, Sur Château, Fiez-Pittet et Bas du Grandsonnet)

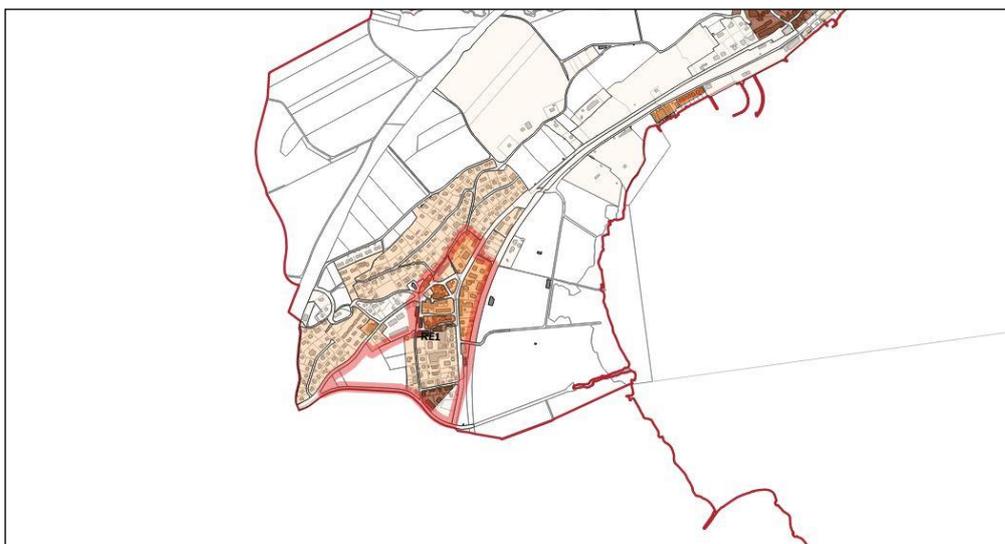


Émissions de GES par an et par habitant dans les 3 ans (avec les nouveaux bâtiments), en 2030 et 2045



9 Annexe 2 : Caractéristiques des secteurs énergétiques homogènes

Secteur énergétique homogène RE 1

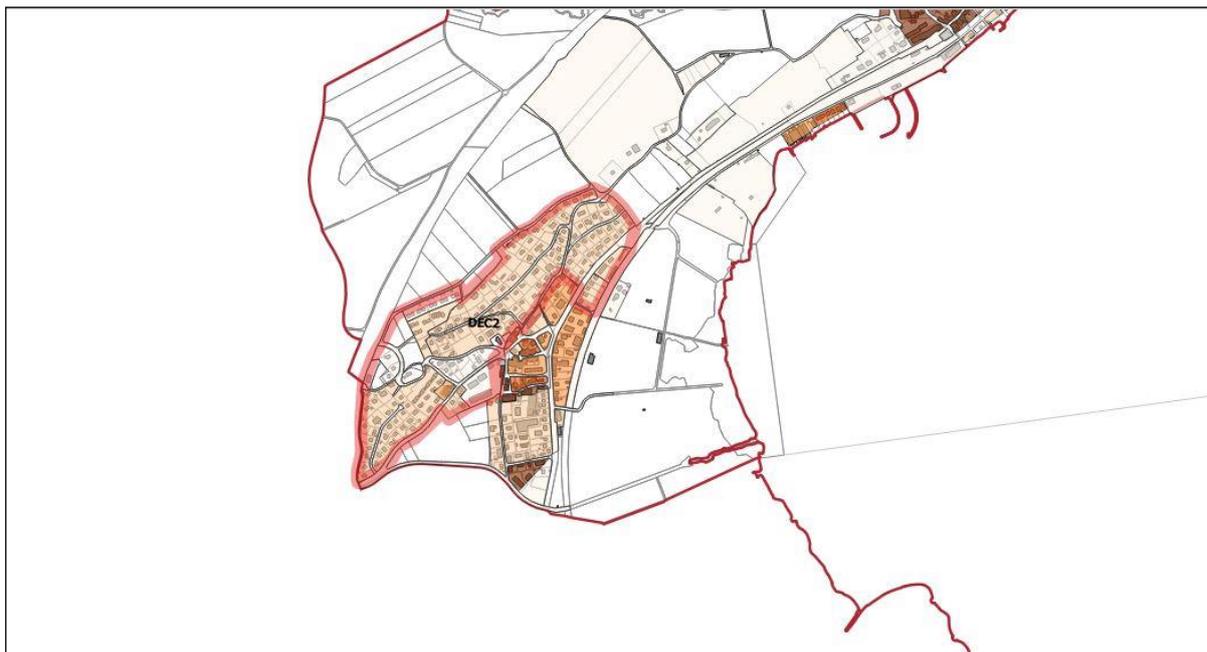


| Caractéristiques générales | | Données de de consommation | |
|---------------------------------|------|-----------------------------------|----------------------|
| Nombre de bâtiments | 108 | Consommation totale | 3874 MWh |
| Part de la consommation globale | 11 % | Consommation chauffage | 3266 MWh |
| | | Consommation eau chaude sanitaire | 608 MWh |
| | | Emission de Gaz à effet de serre | 932 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 32 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 61 % |
| Electricité | 3 % |
| Bois | 3 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 1 % |

| Données qualitative | |
|---|---------|
| Favorable énergie de réseau | OUI |
| Estimation taux de raccordement CAD | 30 % |
| Puissance estimée chauffage à distance | 1200 kW |
| Niveau de température de chauffage des bâtiments : | |
| <ul style="list-style-type: none"> Bâti ancien : haute température Bâti neuf : basse température | |
| Agents énergétiques à privilégier : | |
| <ul style="list-style-type: none"> CAD, bois, solaire, PAC géothermique ou air/eau, gaz | |
| Remarques sur la planification énergétique : | |
| <ul style="list-style-type: none"> Obligation de raccordement au CAD pour les bâtiments neufs Incitation au raccordement au CAD pour les bâtiments existants Suppression du mazout à moyen et long terme | |

Secteur énergétique homogène DEC 2



| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|------|
| Nombre de bâtiments | 205 |
| Part de la consommation globale | 15 % |

| Données de consommation | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Consommation totale | 4981 MWh |
| Consommation chauffage | 4284 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 697 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 1039 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 37 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 27 % |
| Electricité | 27 % |
| Bois | 1 % |
| Pompe à chaleur | 7 % |
| Capteur solaire | 1 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|--|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau, gaz | |

Secteur énergétique homogène DEC 3

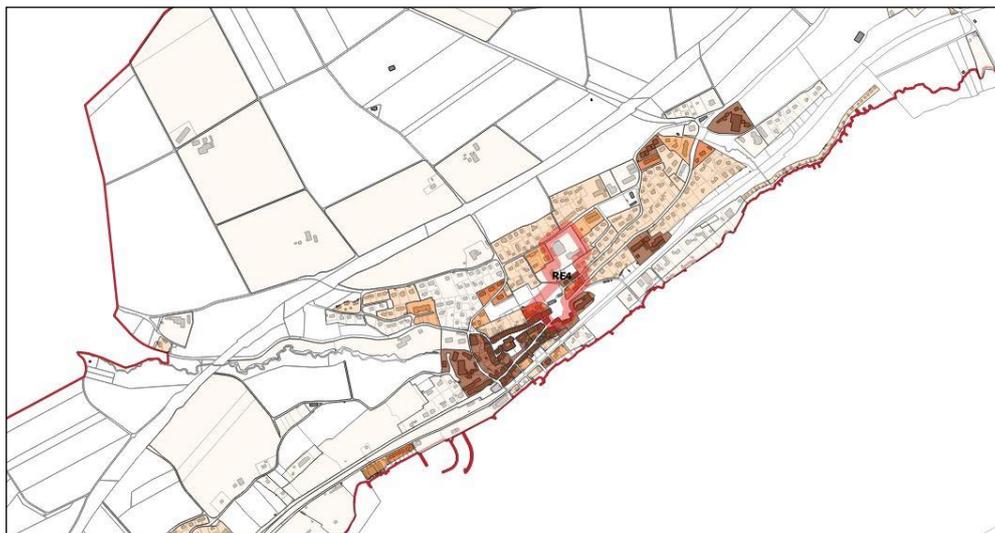


| Caractéristiques générales | | Données de de consommation | |
|---------------------------------|------|-----------------------------------|----------------------|
| Nombre de bâtiments | 122 | Consommation totale | 4174 MWh |
| Part de la consommation globale | 12 % | Consommation chauffage | 3496 MWh |
| | | Consommation eau chaude sanitaire | 678 MWh |
| | | Emission de Gaz à effet de serre | 985 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 55 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 25 % |
| Electricité | 9 % |
| Bois | 1 % |
| Pompe à chaleur | 7 % |
| Capteur solaire | 1 % |
| Chaleur à distance | 2 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|--|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau, gaz | |

Secteur énergétique homogène RE 4



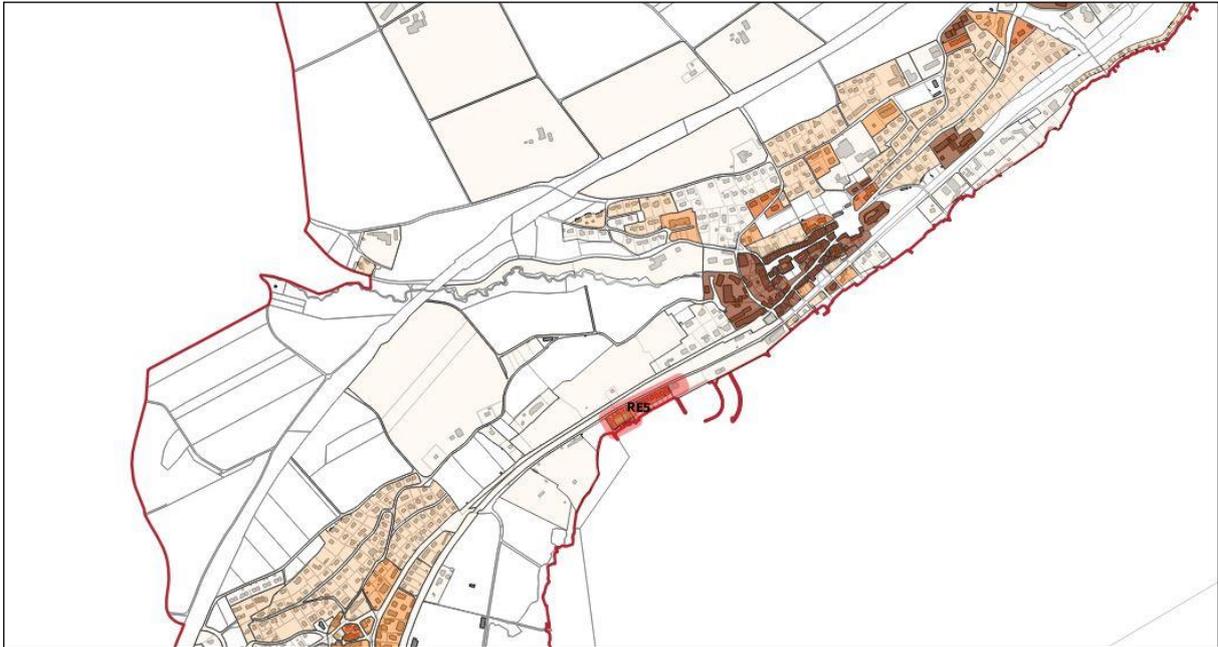
| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 15 |
| Part de la consommation globale | 5 % |

| Données de consommation | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Consommation totale | 1581 MWh |
| Consommation chauffage | 581 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 1000 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 430 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 52 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 25 % |
| Electricité | 9 % |
| Bois | 1 % |
| Pompe à chaleur | 7 % |
| Capteur solaire | 1 % |
| Chaleur à distance | 2 % |
| N.C (non connu) | 3 % |

| Données qualitative | |
|---|---------|
| Favorable énergie de réseau | OUI |
| Estimation taux de raccordement CAD | 90% |
| Puissance estimée chauffage à distance | 1300 kW |
| Niveau de température de chauffage des bâtiments : <ul style="list-style-type: none"> Bâti ancien : haute température Bâti neuf : basse température | |
| Agents énergétiques à privilégier : CAD, Bois, solaire, PAC air/eau, gaz | |
| Remarques sur la planification énergétique : <ul style="list-style-type: none"> Obligation de raccordement au CAD pour les bâtiments neufs Incitation au raccordement au CAD pour les bâtiments existants Suppression du mazout à moyen et long terme | |

Secteur énergétique homogène RE 5



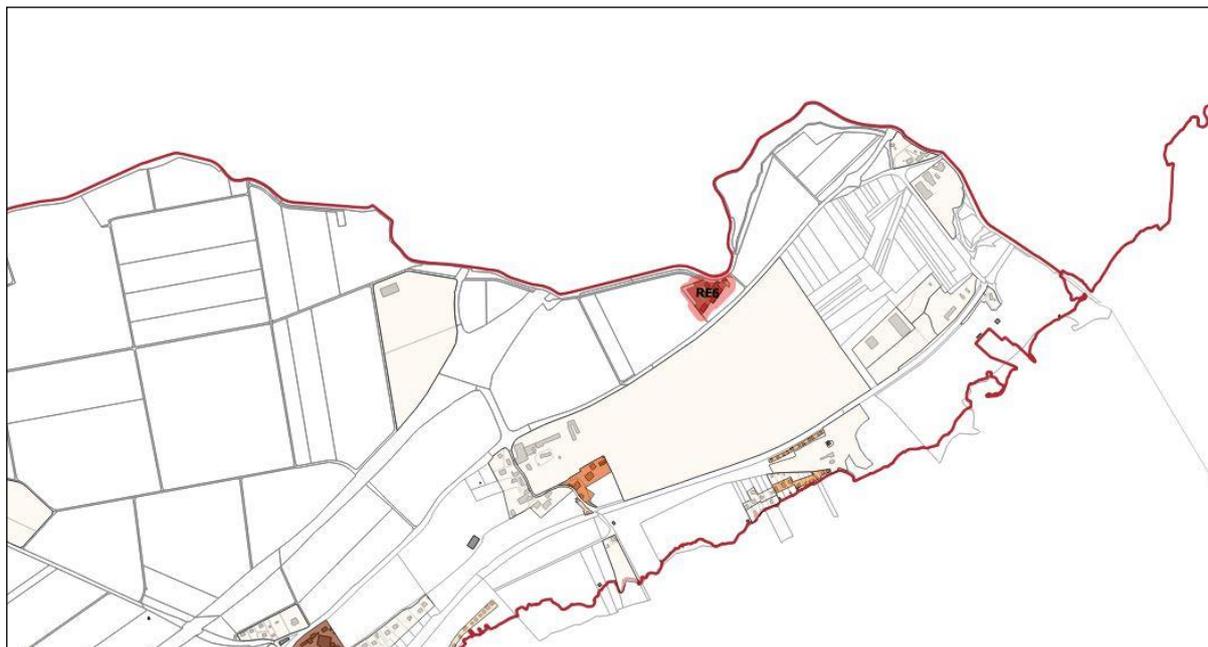
| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 12 |
| Part de la consommation globale | 1 % |

| Données de consommation | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Consommation totale | 385 MWh |
| Consommation chauffage | 347 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 38 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 82 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 9 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 79 % |
| Electricité | 4 % |
| Bois | 8 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|--|-----|
| Favorable énergie de réseau | OUI |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau, gaz | |

Secteur énergétique homogène RE 6



| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 8 |
| Part de la consommation globale | 2 % |

| Données de consommation | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Consommation totale | 687 MWh |
| Consommation chauffage | 236 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 451 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 66 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 29 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 0 % |
| Bois | 71 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|--|--------|
| Favorable énergie de réseau | OUI |
| Estimation taux de raccordement CAD | 100 % |
| Puissance estimée chauffage à distance | 350 kW |
| Niveau de température de chauffage des bâtiments : | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Haute température | |
| Agents énergétiques à privilégier : | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau | |

Secteur énergétique homogène DEC 7



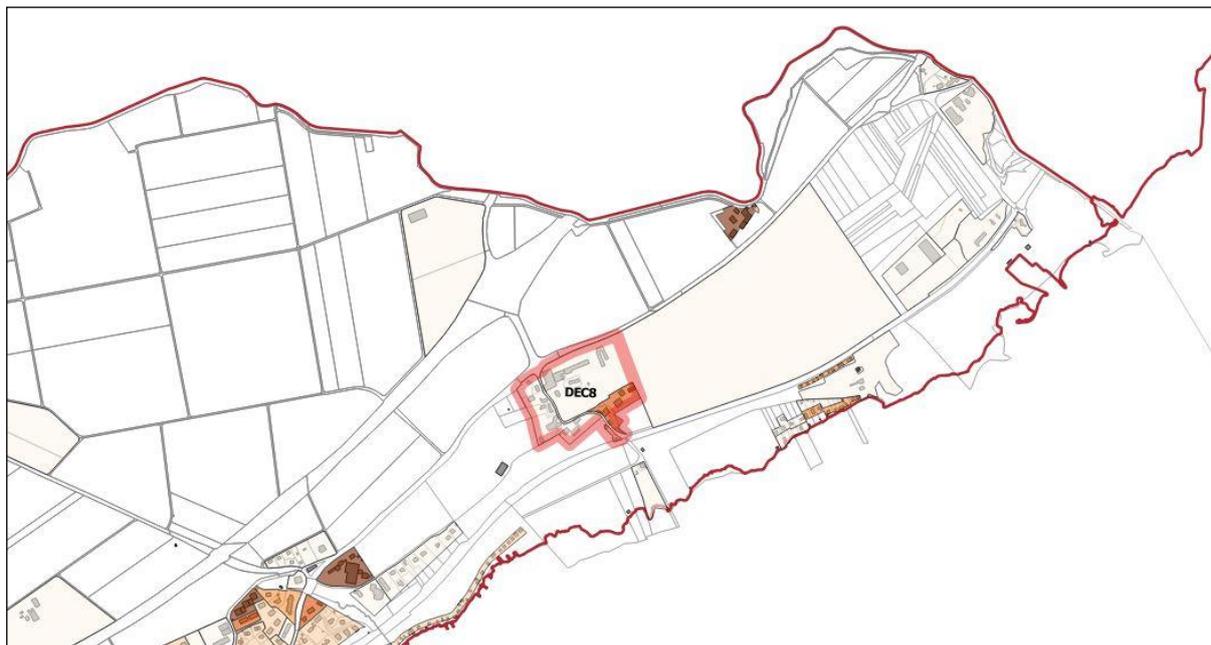
| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 32 |
| Part de la consommation globale | 1 % |

| Données de consommation | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Consommation totale | 371 MWh |
| Consommation chauffage | 320 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 51 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 48 tCO ₂ |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 14 % |
| Charbon | 4 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 54 % |
| Bois | 28 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|---|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau | |

Secteur énergétique homogène DEC 8



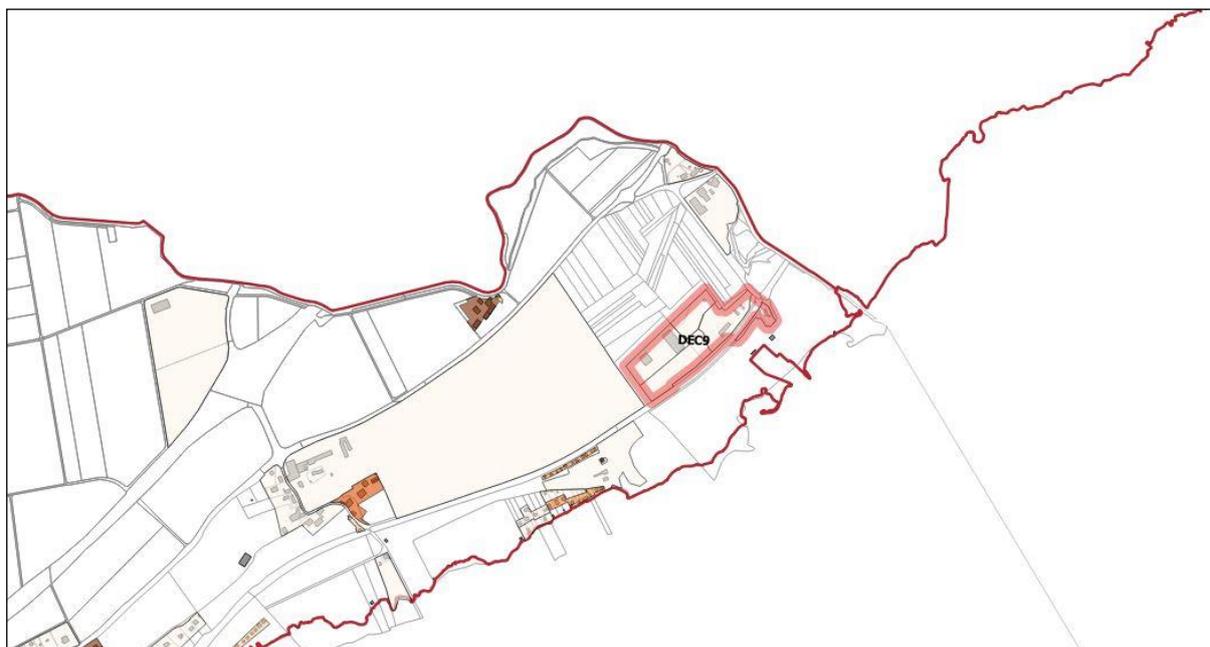
| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 23 |
| Part de la consommation globale | 4 % |

| Données de de consommation | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Consommation totale | 1408 MWh |
| Consommation chauffage | 889 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 519 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 397 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 90 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 3 % |
| Electricité | 6 % |
| Bois | 1 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|---|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau | |

Secteur énergétique homogène DEC 9



| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 8 |
| Part de la consommation globale | 0 % |

| Données de de consommation | |
|-----------------------------------|--------------------|
| Consommation totale | 104 MWh |
| Consommation chauffage | 97 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 7 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 8 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 0 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 16 % |
| Bois | 66 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 18 % |

| Données qualitative | |
|---|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau | |

Secteur énergétique homogène DEC 10



| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 5 |
| Part de la consommation globale | 1 % |

| Données de de consommation | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Consommation totale | 184 MWh |
| Consommation chauffage | 170 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 14 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 53 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 94 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 6 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|---|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau | |

Secteur énergétique homogène DEC 11



| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 72 |
| Part de la consommation globale | 4 % |

| Données de consommation | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Consommation totale | 1476 MWh |
| Consommation chauffage | 1298 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 178 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 333 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 53 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 9 % |
| Electricité | 25 % |
| Bois | 5 % |
| Pompe à chaleur | 3 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 5 % |

| Données qualitative | |
|--|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau, gaz | |

Secteur énergétique homogène RE 12



| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 4 |
| Part de la consommation globale | 3 % |

| Données de consommation | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Consommation totale | 848 MWh |
| Consommation chauffage | 751 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 97 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 192 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|-------|
| Mazout | 0 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 100 % |
| Electricité | 0 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|--|--------|
| Favorable énergie de réseau | OUI |
| Estimation taux de raccordement CAD | 100% |
| Puissance estimée chauffage à distance | 450 kW |
| Niveau de température de chauffage des bâtiments : | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Haute température | |
| Agents énergétiques à privilégier : | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Changement de chaudière dans les 10 à 15 ans à venir, informer les propriétaires sur les possibilités • Bois, solaire, PAC air/eau, gaz | |

Secteur énergétique homogène RE 13



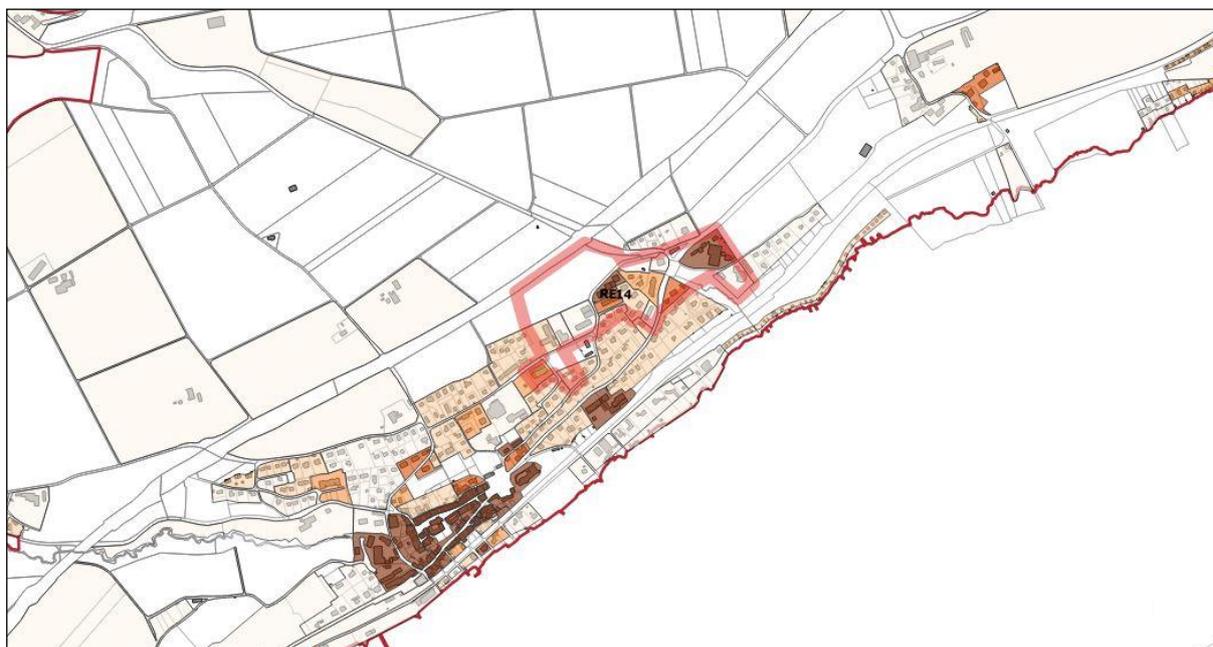
| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 10 |
| Part de la consommation globale | 4 % |

| Données de consommation | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Consommation totale | 1399 MWh |
| Consommation chauffage | 554 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 845 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 413 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 96 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 4 % |
| Electricité | 0 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|---|--------|
| Favorable énergie de réseau | OUI |
| Estimation taux de raccordement CAD | 100% |
| Puissance estimée chauffage à distance | 500 kW |
| Niveau de température de chauffage des bâtiments : | |
| <ul style="list-style-type: none"> Bâti ancien : haute température Bâti neuf : basse température | |
| Agents énergétiques à privilégier : | |
| <ul style="list-style-type: none"> CAD, bois, solaire, PAC air/eau, gaz | |
| Remarques sur la planification énergétique : | |
| <ul style="list-style-type: none"> Obligation de raccordement au CAD pour les bâtiments neufs Incitation au raccordement au CAD pour les bâtiments existants Suppression du mazout à moyen et long terme | |

Secteur énergétique homogène RE 14



| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|------|
| Nombre de bâtiments | 40 |
| Part de la consommation globale | 10 % |

| Données de consommation | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Consommation totale | 3452 MWh |
| Consommation chauffage | 2062 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 1390 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 827 tCO ₂ |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 29 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 69 % |
| Electricité | 2 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|---|---------|
| Favorable énergie de réseau | OUI |
| Estimation taux de raccordement CAD | 80 % |
| Puissance estimée chauffage à distance | 1600 kW |
| Niveau de température de chauffage des bâtiments : | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Bâti ancien : haute température • Bâti neuf : basse température | |
| Agents énergétiques à privilégier : | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Obligation de raccordement au CAD pour les bâtiments neufs • Incitation au raccordement au CAD pour les bâtiments existants • Suppression du mazout à moyen et long terme | |

Secteur énergétique homogène DEC 15



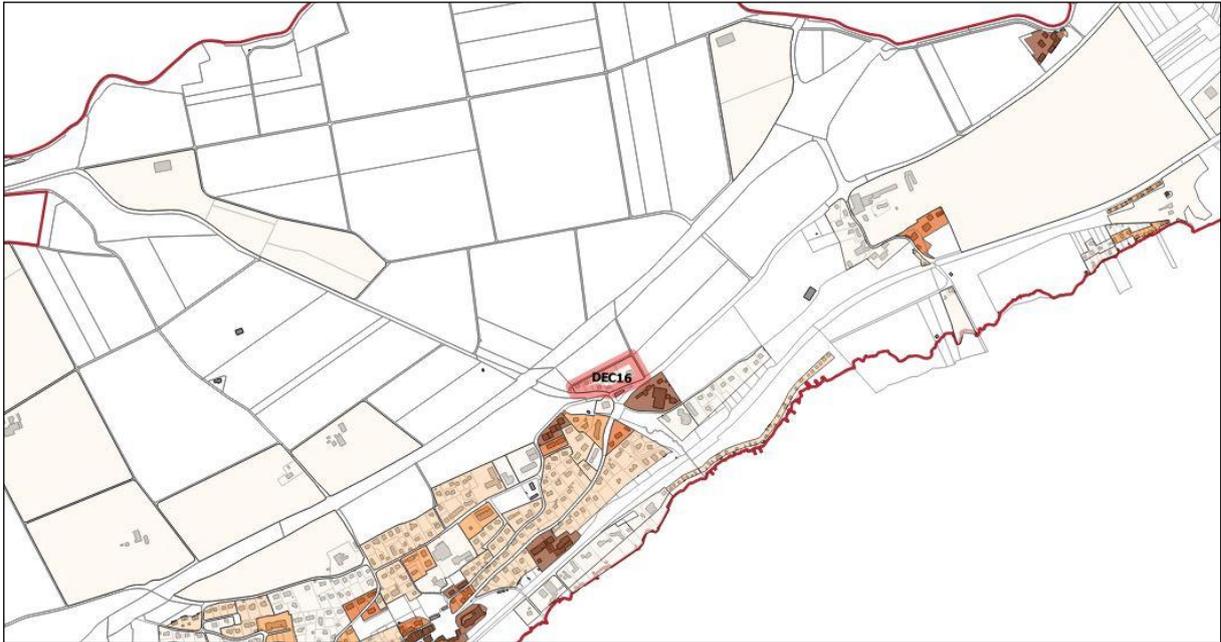
| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 64 |
| Part de la consommation globale | 6 % |

| Données de de consommation | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Consommation totale | 2119 MWh |
| Consommation chauffage | 1808 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 311 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 486 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 34 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 49 % |
| Electricité | 12 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 4 % |
| Capteur solaire | 1 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|--|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau, gaz | |

Secteur énergétique homogène DEC 16



| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 8 |
| Part de la consommation globale | 1 % |

| Données de de consommation | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Consommation totale | 200 MWh |
| Consommation chauffage | 168 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 32 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 31 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 31 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 39 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 24 % |
| Capteur solaire | 6 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|--|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau, gaz | |

Secteur énergétique homogène DEC 17

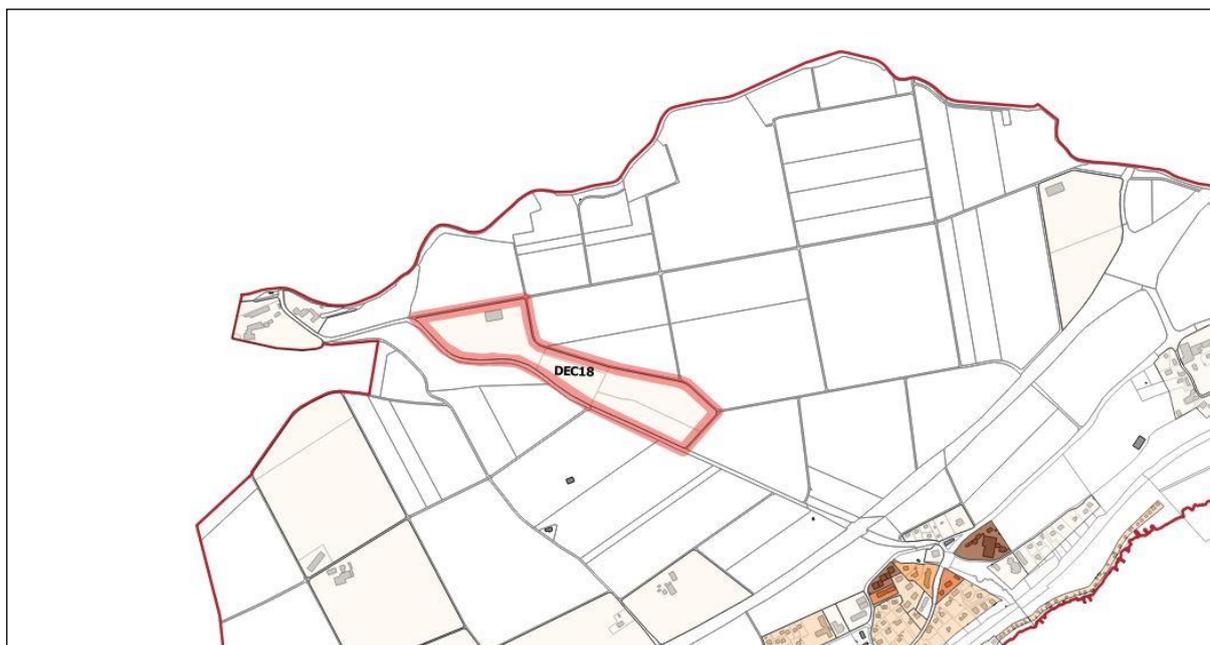


| Caractéristiques générales | | Données de de consommation | |
|---------------------------------|-----|-----------------------------------|---------------------|
| Nombre de bâtiments | 1 | Consommation totale | 114 MWh |
| Part de la consommation globale | 0 % | Consommation chauffage | 114 MWh |
| | | Consommation eau chaude sanitaire | 0 MWh |
| | | Emission de Gaz à effet de serre | 34 tCO ₂ |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|-------|
| Mazout | 100 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 0 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|---|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau | |

Secteur énergétique homogène DEC 18



| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 1 |
| Part de la consommation globale | 0 % |

| Données de de consommation | |
|-----------------------------------|--------------------|
| Consommation totale | 6 MWh |
| Consommation chauffage | 5 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 1 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 2 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 81 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 19 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|---|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau | |

Secteur énergétique homogène DEC 19



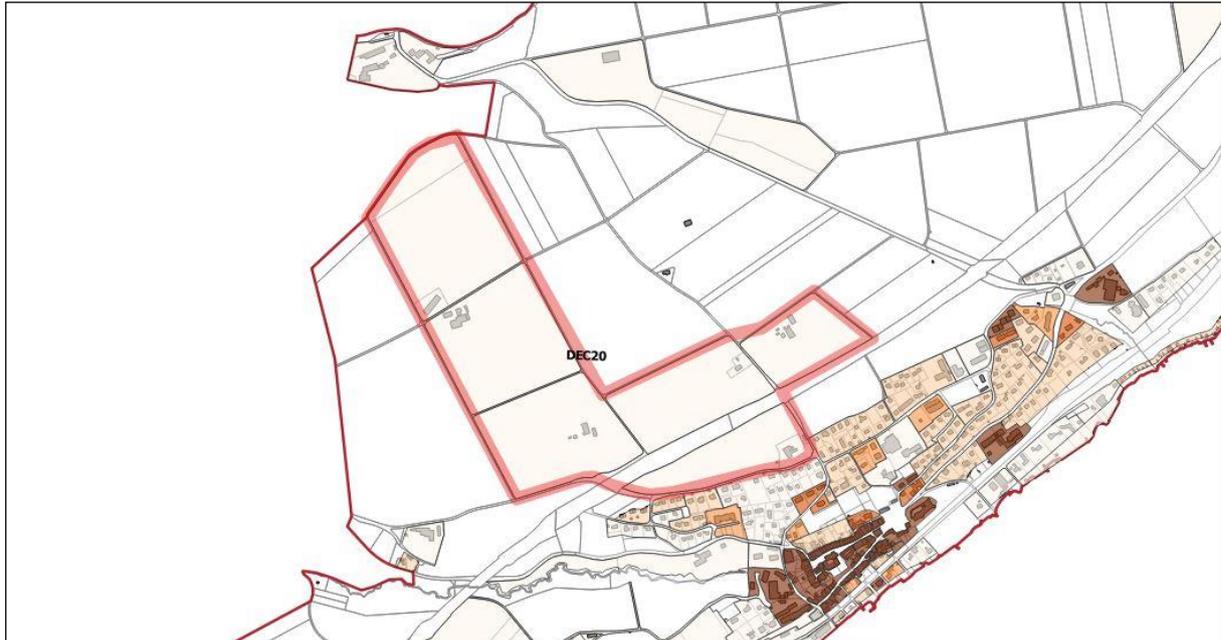
| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 8 |
| Part de la consommation globale | 1 % |

| Données de consommation | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Consommation totale | 365 MWh |
| Consommation chauffage | 352 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 13 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 67 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 41 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 49 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 10 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|---|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau | |

Secteur énergétique homogène DEC 20



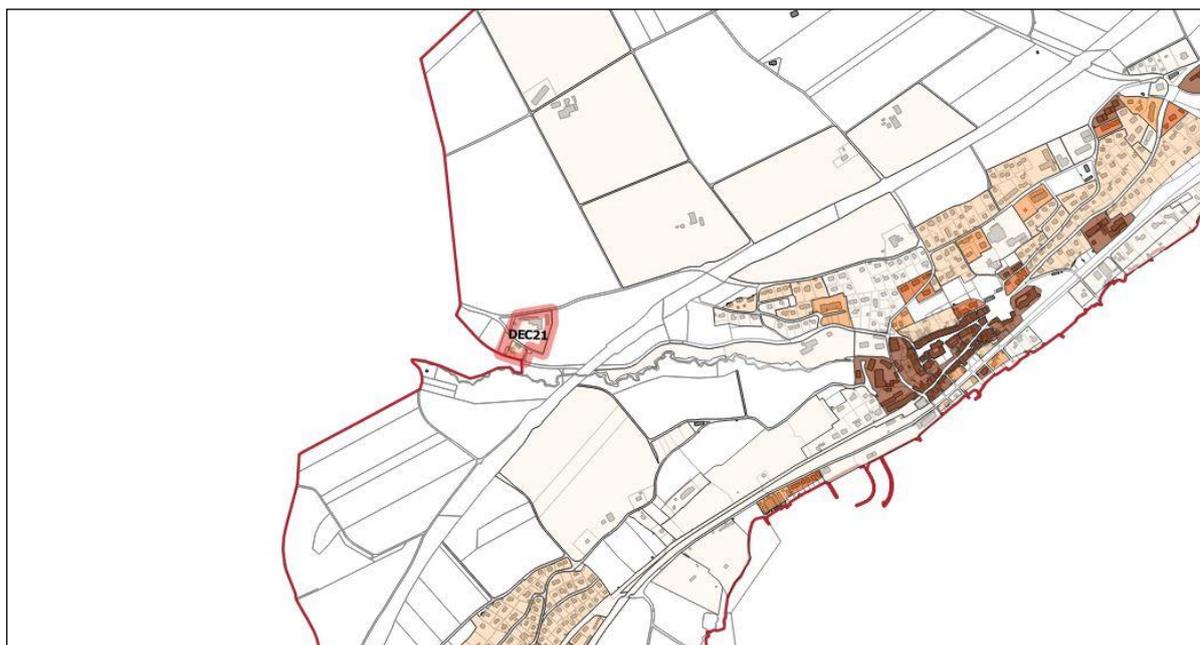
| Caractéristiques générales | |
|---------------------------------|-----|
| Nombre de bâtiments | 7 |
| Part de la consommation globale | 1 % |

| Données de de consommation | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Consommation totale | 338 MWh |
| Consommation chauffage | 314 MWh |
| Consommation eau chaude sanitaire | 24 MWh |
| Emission de Gaz à effet de serre | 79 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 64 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 31 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 4 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 1 % |

| Données qualitative | |
|---|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau | |

Secteur énergétique homogène DEC 21

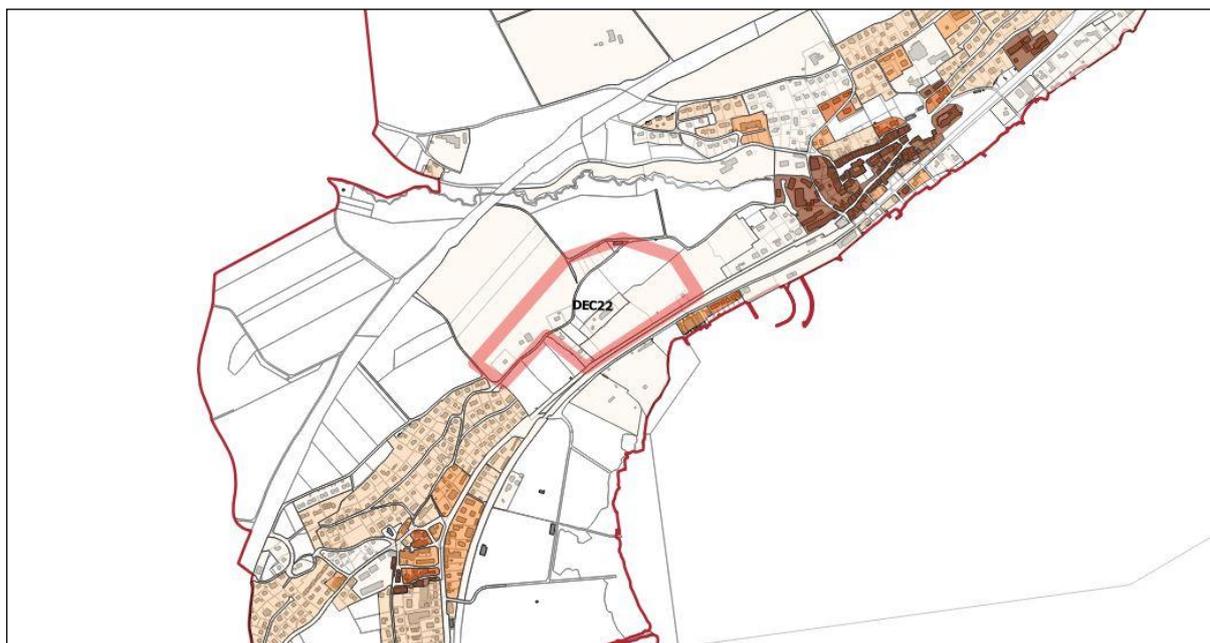


| Caractéristiques générales | | Données de consommation | |
|---------------------------------|-----|-----------------------------------|---------------------|
| Nombre de bâtiments | 4 | Consommation totale | 95 MWh |
| Part de la consommation globale | 0 % | Consommation chauffage | 84 MWh |
| | | Consommation eau chaude sanitaire | 11 MWh |
| | | Emission de Gaz à effet de serre | 28 tCO ₂ |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 96 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 0 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 4 % |

| Données qualitative | |
|---|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC géothermique ou air/eau | |

Secteur énergétique homogène DEC 22

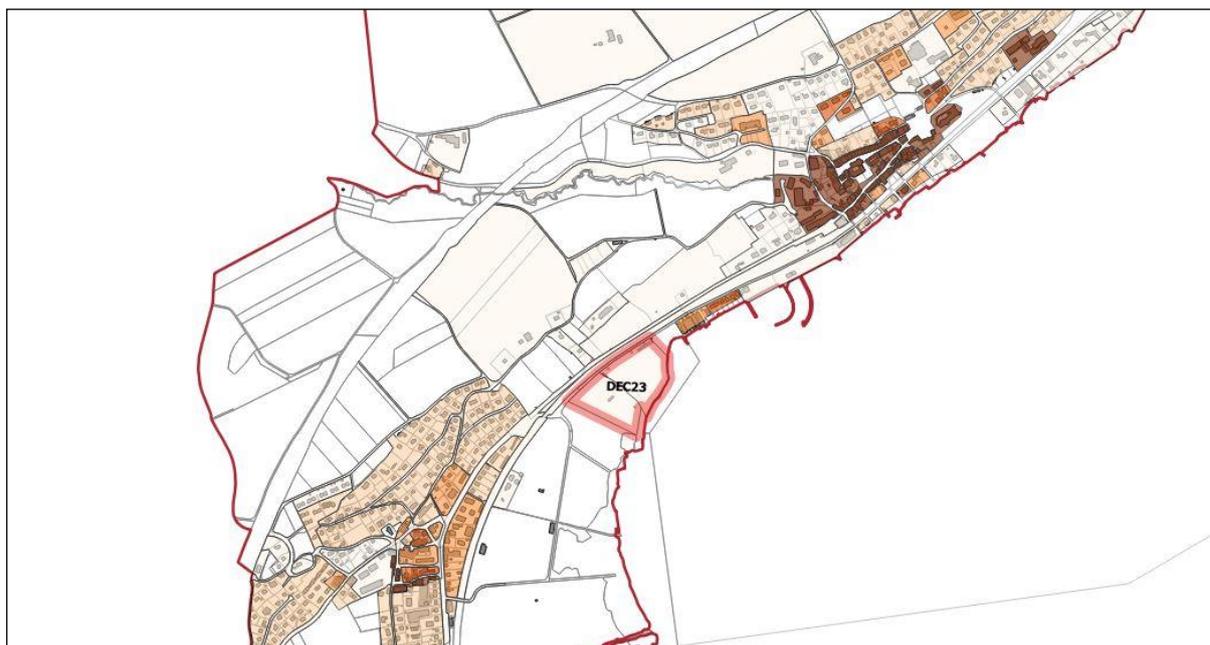


| Caractéristiques générales | | Données de de consommation | |
|---------------------------------|-----|-----------------------------------|---------------------|
| Nombre de bâtiments | 8 | Consommation totale | 178 MWh |
| Part de la consommation globale | 1 % | Consommation chauffage | 154 MWh |
| | | Consommation eau chaude sanitaire | 24 MWh |
| | | Emission de Gaz à effet de serre | 44 tCO ₂ |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 72 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 28 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|---|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <p>Bois, solaire, PAC air/eau, gaz</p> | |

Secteur énergétique homogène DEC 23



| Caractéristiques générales | | Données de consommation | |
|---------------------------------|-----|-----------------------------------|---------------------|
| Nombre de bâtiments | 3 | Consommation totale | 91 MWh |
| Part de la consommation globale | 0 % | Consommation chauffage | 20 MWh |
| | | Consommation eau chaude sanitaire | 71 MWh |
| | | Emission de Gaz à effet de serre | 19 tCO ₂ |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 0 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 0 % |
| Bois | 0 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 36 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 64 % |

| Données qualitative | |
|--|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau, gaz | |

Secteur énergétique homogène RE 24

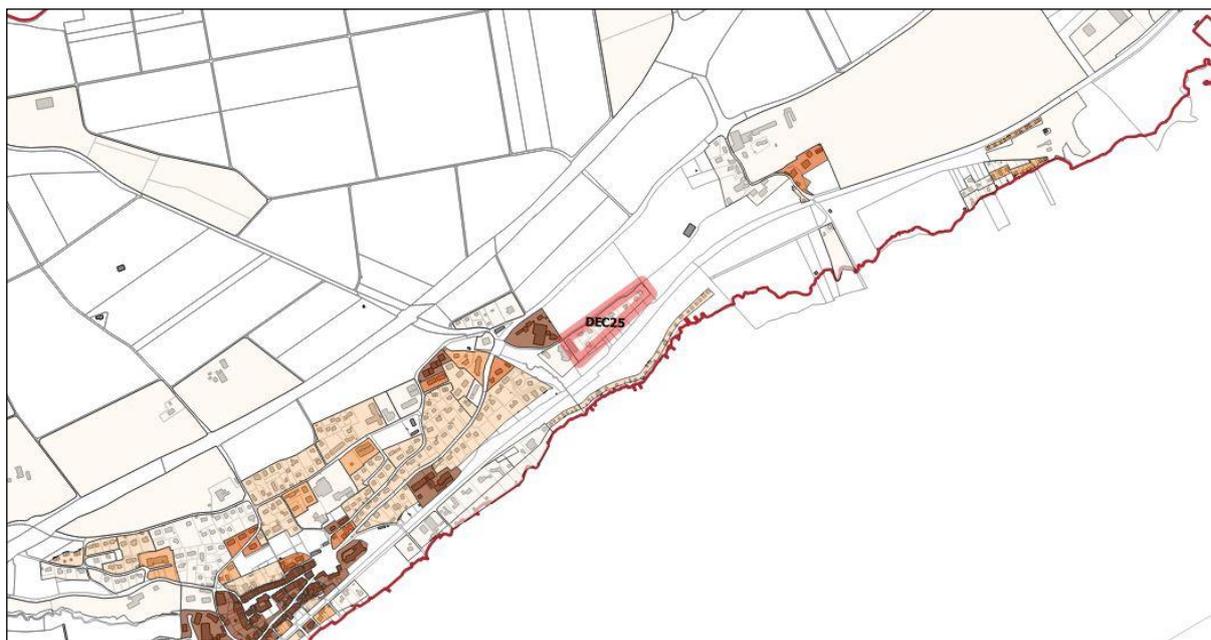


| Caractéristiques générales | | Données de consommation | |
|---------------------------------|------|-----------------------------------|-----------------------|
| Nombre de bâtiments | 123 | Consommation totale | 5101 MWh |
| Part de la consommation globale | 15 % | Consommation chauffage | 4526 MWh |
| | | Consommation eau chaude sanitaire | 575 MWh |
| | | Emission de Gaz à effet de serre | 1259 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 47 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 38 % |
| Electricité | 12 % |
| Bois | 1 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 0 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 2 % |

| Données qualitative | |
|--|-----|
| Favorable énergie de réseau | OUI |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> Bois, solaire, PAC air/eau, gaz | |

Secteur énergétique homogène DEC 25



| Caractéristiques générales | | Données de consommation | |
|---------------------------------|-----|-----------------------------------|---------------------|
| Nombre de bâtiments | 10 | Consommation totale | 204 MWh |
| Part de la consommation globale | 1 % | Consommation chauffage | 178 MWh |
| | | Consommation eau chaude sanitaire | 26 MWh |
| | | Emission de Gaz à effet de serre | 39 t _{CO2} |

| Agents énergétiques | |
|---------------------|------|
| Mazout | 57 % |
| Charbon | 0 % |
| Gaz | 0 % |
| Electricité | 14 % |
| Bois | 17 % |
| Pompe à chaleur | 0 % |
| Capteur solaire | 12 % |
| Chaleur à distance | 0 % |
| N.C (non connu) | 0 % |

| Données qualitative | |
|---|-----|
| Favorable énergie de réseau | NON |
| <p>Niveau de température de chauffage des bâtiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haute température <p>Agents énergétiques à privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bois, solaire, PAC air/eau | |

10 Annexe 3 : Synthèse des cartes

Carte des densités énergétiques en 2014

Carte des densités énergétiques dans 15 ans

Carte du potentiel géothermique

Carte de synthèse

