

# Plan communal des énergies

## Commune de Val-de-Ruz

Canton de Neuchâtel



Granges-Paccot, le 9 juin 2021

## Impressum

---

Mandant	Commune de Val-de-Ruz Administration communale Epervier 6 2053 Cernier Tél. 032/886 56 00 <a href="mailto:chancellerie.val-de-ruz@ne.ch">chancellerie.val-de-ruz@ne.ch</a>
Mandataire principal	Groupe E SA Rte de Morat 135 1763 Granges-Paccot Tél. 026/352 52 52 <a href="mailto:julien.egger@groupe-e.ch">julien.egger@groupe-e.ch</a>
Contribution et validation technique	Commission communale de l'énergie de Val-de-Ruz
Validation politique	Conseil communal de Val-de-Ruz
Remerciements	M. François Cuche, Conseiller communal de la commune de Val-de-Ruz  M. Raymond Huguenin, Administrateur de la commune de Val-de-Ruz  M. Stefano Giamboni, Ingénieur au Service de l'énergie et de l'environnement du canton de Neuchâtel

**Approbation selon art. 18 LCEn et adoption selon art. 44 LCAT**

<b>Auteur du plan</b> Groupe E, Julien Egger chef de projet  _____	<b>Approbation</b> Le conseiller d'Etat chef du Département du développement territorial et de l'environnement  _____
Granges-Paccot, le _____	Neuchâtel, le _____
<b>Adoption</b> Au nom du Conseil communal Le/La président/e  _____	
Le/La secrétaire  _____	
Val-de-Ruz, le _____	



## TABLE DES MATIÈRES

0	RESUME A L'INTENTION DES DECIDEURS	10
0.1	Evolution de la situation en quelques chiffres clés (scénario ambitieux)	10
	En 2017 : Etat actuel	10
	En 2050 : Résultats de la stratégie	10
0.2	Stratégie d'économie d'énergie	11
	Energie thermique	11
	Energie électrique	12
0.3	Stratégie de production d'énergie renouvelable	12
	Energie thermique	12
	Energie électrique	12
0.4	Mesures pour y parvenir, rôle de la commune	13
	Encourager l'économie d'énergie	13
	Produire son énergie et la distribuer !	13
0.5	D'un point de vue comptable.	14
	Rénovation du parc immobilier	14
	Assainissement des producteurs de chaleur	14
	Installations solaires photovoltaïques	15
1	INTRODUCTION	16
2	CONDITIONS-CADRES	17
2.1	Bases légales cantonales	17
2.2	Contexte	18
2.2.1	Au niveau fédéral	18
	Cadre légal	18
	Stratégie énergétique 2050	18
	SuisseEnergie pour les communes et Cité de l'énergie	19
2.2.2	Au niveau cantonal	20
	Cadre légal	20
	Conception directrice de l'énergie 2015	20
	Cités de l'énergie dans le canton de Neuchâtel	21
2.2.3	Au niveau communal	21
	Base légale communale	21
3	SITUATION ACTUELLE DE LA COMMUNE	22
3.1	Portrait	22
3.1.1	Situation et présentation	22
3.1.2	Indicateurs généraux	22
3.1.3	Profil des flux d'énergie et de matières	23
3.1.4	Organisation et fonctionnement	24
3.2	Consommation d'énergies	24
	Consommation d'énergies (Territoire communal)	25
	Consommation d'énergies (Bâtiments communaux)	27
3.2.1	Consommation d'énergie thermique (chaleur)	29

	Bilan de l'énergie thermique (Territoire communal)	30
	Bilan de l'énergie thermique (Bâtiments communaux)	32
3.2.2	Consommation d'énergie thermique (froid)	33
3.2.3	Consommation d'énergie électrique	34
	Consommation d'énergie électrique (Territoire communal)	34
	Consommation d'énergie électrique (Bâtiments communaux)	35
3.2.4	Consommation de carburant	36
3.3	Production d'énergies renouvelables	38
3.3.1	Production d'énergie thermique renouvelable (chaleur / froid)	38
	Territoire communal	38
	Bâtiments communaux	39
3.3.2	Production d'énergie électrique renouvelable	40
	Territoire communal	40
	Bâtiments communaux	40
3.4	Réseaux de transport et distribution de l'énergie	42
4	VISION ET LIGNES DIRECTRICES	44
4.1	Vision à long terme	44
4.2	Lignes directrices	44
5	POTENTIELS ÉNERGÉTIQUES DE LA COMMUNE	45
5.1	Potentiel d'économie d'énergie	45
5.1.1	Economie d'énergie thermique (Chaleur / froid)	45
	Rénovation des bâtiments	45
	Optimisation	46
5.1.2	Economie d'énergie électrique	46
	Chauffage électrique et ECS	46
	Eclairage public	46
	Optimisation	46
5.1.3	Economie de carburants	47
5.2	Potentiel de production d'énergies renouvelables	47
5.2.1	Potentiel de production d'énergie thermique solaire	47
5.2.2	Potentiel de production d'énergie thermique energie-bois	48
5.2.3	Potentiel de production d'énergie Hydrothermique	49
5.2.4	Potentiel de production d'énergie géothermique	49
5.2.5	Potentiel de production d'énergie thermique par l'air ambiant	50
5.2.6	Potentiels de valorisation des rejets thermiques	51
	Récupération de chaleur sur la production de froid	51
	Récupération de chaleur des eaux usées	51
5.2.7	Potentiel de production d'énergie électrique éolienne	52
5.2.8	Potentiel de production d'énergie électrique solaire (photovoltaïque)	52
5.2.9	Potentiel de production d'énergie électrique hydrodynamique	53

5.3	Potentiel de développement des réseaux de transport et distribution de l'énergie	54
5.3.1	Chauffages à distance.	54
5.3.2	Chauffages à distance.	54
6	OBJECTIFS SPÉCIFIQUES	56
6.1	Méthodologie	56
6.1.1	Pour le parc bâti actuel	56
6.1.2	Nouveaux bâtiments	58
6.2	Objectifs pour tous les bâtiments	59
6.2.1	Objectifs sur l'énergie thermique	60
6.2.2	Objectifs sur l'énergie électrique	62
6.2.3	Objectifs sur l'énergie primaire	64
6.3	Objectifs pour le patrimoine communal	66
6.3.1	Objectifs sur l'énergie thermique (patrimoine communal)	66
6.3.2	Objectifs sur l'énergie électrique (patrimoine communal)	68
6.3.3	Objectifs sur l'énergie primaire (patrimoine communal)	69
7	MISE EN ŒUVRE	71
7.1	Mesures de mise en œuvre	71
7.2	Contrôle des résultats	82
7.2.1	Consommation thermique	82
	Pour le territoire communal :	82
	Pour les bâtiments communaux :	82
7.2.2	Consommation électrique	83
	Pour le territoire communal :	83
	Pour les bâtiments communaux :	83
8	CARTES ET SYNTHÈSE	83
9	ANNEXES	84
9.1	Annexe 1 – Fiches de mesures	84
9.1.1	Mesure 1 – Suivi de la planification	84
9.1.2	Mesure 2 – Sensibiliser et informer les propriétaires sur l'intérêt de planifier une rénovation plus efficace que celle imposée par le cadre légal, de façon à atteindre des valeurs limites des besoins de chaleur annuels ambitieux	85
9.1.3	Mesure 3 – Etude pour l'extension/création de nouveaux CAD.	86
9.1.4	Mesure 4 – Obligation de raccordement à un CAD renouvelable.	87
9.1.5	Mesure 5 – Optimisation énergétique des bâtiments communaux.	88
9.1.6	Mesure 6 – Stimuler la rénovation des bâtiments	89
9.1.7	Mesure 7 – Augmentation de la production photovoltaïque	90
9.1.8	Mesure 8 – Publication du plan communal des énergies et communication de ses objectifs	91

9.2	Annexe 2 – Analyse détaillée de la consommation du territoire communal	92
9.2.1	Energie Thermique	92
9.2.2	Energie Electrique	104
	Comparaison avec les données du GRD	104
9.3	Annexe 3 – Analyse détaillée du potentiel de production d'énergies renouvelables communales et régionales	106
9.4	Annexe 4 – Analyse détaillée des scénarios	107
9.4.1	Détails chiffrés « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour tous les bâtiments	107
	Evolution de la demande en énergie finale thermique « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour tous les bâtiments	108
	Evolution de la demande en énergie finale électrique « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour tous les bâtiments	110
9.4.2	Détails chiffrés « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour les bâtiments communaux	112
	Evolution de la demande en énergie finale thermique « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour les bâtiments communaux	113
	Evolution de la demande en énergie finale électrique « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour les bâtiments communaux	115
9.5	Annexe 5 – Méthodologie de travail	117
10	GLOSSAIRE	119



## **0 RESUME A L'INTENTION DES DECIDEURS**

Le plan communal des énergies est un instrument destiné à la planification à court, moyen et long terme de l'approvisionnement énergétique de toute la commune.

Il constitue une base pour la prise de décision, en toute connaissance de cause, des principales orientations à donner à la politique de gestion des besoins et ressources énergétiques. L'inertie liée à la durée de vie des installations (immobilier, infrastructures de grande envergure, producteurs d'énergie) nécessite de planifier dès aujourd'hui les changements à mettre en œuvre à court, moyen et long terme : seules les bonnes décisions prises aujourd'hui permettront de jouir, pour l'avenir, de fondations solides permettant aux futures générations de vaudruziennes et vaudruziens de poursuivre sereinement le **tournant énergétique** aujourd'hui indispensable. Les buts visés sont une **consommation efficace et raisonnée des ressources naturelles, l'augmentation du taux d'énergie renouvelable et l'augmentation de l'autonomie énergétique, tout en garantissant un niveau de confort égal ou supérieur à l'actuel**. Aujourd'hui déjà, les moyens pour y arriver existent, les technologies sont prêtes, éprouvées et peuvent être mises en œuvre sereinement.

Les investissements financiers à consentir sont à évaluer sur l'échelle de temps courant jusqu'en 2050. Ils ne sont pas négligeables, mais sont toutefois, au regard de la montée attendue des prix de l'énergie importée, notamment fossile, plus profitable sur le moyen et long terme que la préservation du statu quo.

Ce premier chapitre, destiné aux décideurs, résume de manière claire et synthétique les principaux points du plan communal des énergies.

Cette étude approfondie, est développée dans les chapitres suivants, avec un niveau de détails qui permettra à un public plus averti de comprendre la stratégie envisagée.

Sans précision supplémentaire, tous les chiffres avancés dans ce chapitre font référence au scénario **ambitieux** de la commune visant un objectif à 2035 et 2050, pour lequel elle a décidé de s'engager. Par opposition, la référence au scénario **naturel** indique ce qui se passerait si la commune n'intervenait pas pour infléchir la situation (voir détail chapitre 6).

### **0.1 Evolution de la situation en quelques chiffres clés (scénario ambitieux)**

Les grands secteurs d'activités que sont l'agriculture, les services, l'industrie et les logements consomment de l'**énergie thermique** pour le chauffage des bâtiments et la préparation d'eau chaude sanitaire ainsi que pour la production de biens de consommation et des produits nécessitant de la chaleur. Ils consomment également de l'**énergie électrique** majoritairement pour l'éclairage, la ventilation, le fonctionnement des appareils et des machines.

#### ***En 2017 : Etat actuel***

La demande annuelle en énergie thermique est de 231 GWh, dont 13% est produite par des sources renouvelables, le reste étant essentiellement du gaz et du mazout.

La demande annuelle en énergie électrique de la commune est de 85 GWh. La production locale renouvelable d'électricité couvre 7% du total, le reste provenant du réseau électrique

Ces chiffres sont disponibles de manière graphique en Figure 1.

#### ***En 2050 : Résultats de la stratégie***

La demande annuelle en énergie thermique sera de 145 GWh. Selon le scénario ambitieux, 65% serait produite par des sources renouvelables locales, le reste étant essentiellement du gaz et du mazout.

La demande annuelle en énergie électrique de la commune sera de 82 GWh. Grâce notamment à ses parcs éoliens, la production locale d'électricité renouvelable couvrira 100% de la consommation.

Ces chiffres sont disponibles de manière graphique en Figure 1.

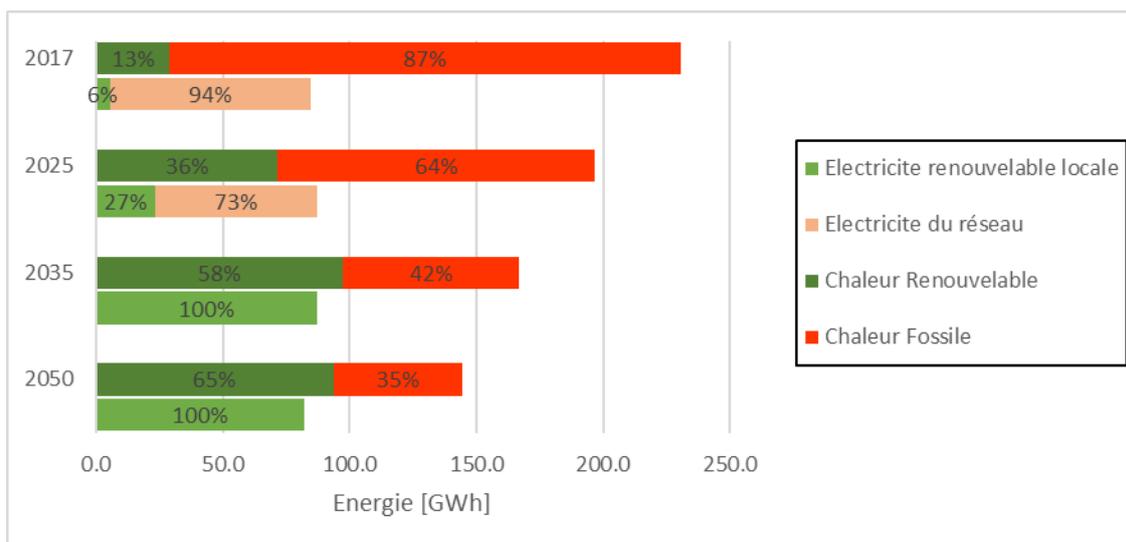


Figure 1 : Evolution la production d'énergie finale électrique et thermique au fil des ans pour couvrir les besoins selon le scénario énergétique générée par la stratégie communale. La part des énergies renouvelables augmente de manière importante tandis que la consommation diminue.

## 0.2 Stratégie d'économie d'énergie

### Energie thermique

La baisse de demande en énergie thermique de 86 GWh entre 2017 et 2050 s'explique de la façon suivante :

- **Une baisse « naturelle » de la demande de 37.7 GWh.** Elle se ferait également sans intervention de la commune, grâce à la rénovation des bâtiments, réalisée conformément aux directives édictées par le canton de Neuchâtel
- **Une baisse de la demande de 9.0 GWh basée sur une excellente isolation lors de rénovations.** Il s'agit d'insister auprès des propriétaires sur l'importance de suivre, dans la mesure du possible, des normes de rénovation plus ambitieuses, selon des standards plus élevés que ceux imposés par la loi cantonale. Faute de bases légales pour ancrer cette mesure dans un règlement, on devra privilégier ici l'information et le conseil.
- **Une baisse de la demande de 39 GWh en rénovant et assainissant les bâtiments plus rapidement.** Il s'agit de mettre en œuvre une politique d'encouragement pour stimuler la rénovation des bâtiments (augmentation du taux de rénovation) et l'assainissement des chaudières individuelles à énergie fossile (augmentation du taux d'assainissement des installations techniques en vue de diminuer les pertes et augmenter le rendement de la production (énergie de condensation)). Concrètement : on vise à augmenter le nombre de bâtiment rénovés et assainis chaque année.
  - o Pour stimuler l'assainissement des installations techniques, on veillera à développer et étendre, au sein de la commune, des réseaux de chaleur (CAD) approvisionnés par de l'énergie thermique renouvelable permettant aux propriétaires de disposer d'une alternative simple à leur solution actuelle.

Le scénario prend en compte une hausse de 13.2 GWh d'énergie thermique due aux nouveaux bâtiments.

### **Energie électrique**

La baisse de demande en énergie électrique est de 2.4 GWh entre 2017 et 2050.

Sources de hausse:

- Une hausse de la demande de 8 GWh est imputable au développement de la mobilité électrique.
- 12 GWh supplémentaires seront nécessaires pour alimenter les PAC qui remplaceront une partie des énergies fossiles utilisées actuellement pour le chauffage des bâtiments.
- Les nouveaux bâtiments consommeront 4 GWh supplémentaires

Baisses :

- La politique de rénovation des bâtiments abaissera la demande du parc existant de 17 GWh.
- La disparition des chauffages électriques directs permettra d'économiser 8 GWh
- L'amélioration des processus fera baisser la demande du domaine à hauteur de 5 GWh

### **0.3 Stratégie de production d'énergie renouvelable**

La production d'énergie renouvelable permettra de s'affranchir peu à peu des énergies fossiles et de diminuer la quantité d'énergie électrique soutirée au réseau.

### **Energie thermique**

La production d'énergie thermique renouvelable passera de 29 GWh en 2017 à 93 GWh en 2050 grâce aux mesures suivantes :

- Augmentation de l'exploitation des ressources d'énergie-bois de la commune, passant de 23 GWh à 46 GWh, cette énergie sera principalement distribuée par des réseaux de chaleur à distance
- Augmentation de l'utilisation de l'énergie puisée dans l'environnement via des PAC (air/eau, SGV), passant de 3.5 GWh à 39 GWh.
- Augmentation du recours à l'énergie solaire thermique passant de 2.4 GWh à 9 GWh. Si l'attrait économique du solaire thermique continue à baisser au profit du solaire photovoltaïque, il est probable que cette part soit couverte par le PV.

Cumulée à la baisse globale de demande en énergie thermique, la stratégie permettra de réduire de 136 GWh la consommation d'énergie fossile, soit :

- 89 GWh provenant du mazout
- 47 GWh provenant du gaz

### **Energie électrique**

La production d'énergie électrique renouvelable passera de 5.4 GWh en 2017 à 112 GWh en 2050 grâce aux mesures suivantes :

- Augmentation de la production locale d'électricité par panneaux photovoltaïques de 5.4 GWh à 34 GWh
- Production d'électricité éolienne à hauteur de 78.0 GWh

La commune sera alors exportatrice d'énergie électrique.

#### **0.4 Mesures pour y parvenir, rôle de la commune**

Les autorités communales jouent un rôle décisif pour le futur de la commune. Pour parvenir au scénario envisagé. Les actions suivantes seront indispensables.

##### ***Encourager l'économie d'énergie***

Pour générer les fortes économies d'énergie, un encadrement des conditions de rénovations des bâtiments et d'assainissement des chaudières est nécessaire.

- On sait qu'il est très souvent techniquement possible, de rénover d'ancien bâtiment de façon à ce qu'ils deviennent quasiment aussi économes que des bâtiment neufs. Pour ce faire on augmente, par exemple, l'épaisseur de l'isolation mise en place. On peut alors atteindre des valeurs de consommation plus basses que celles imposée dans le RELCEn<sup>1</sup>. Cette augmentation d'épaisseur engendre un surcout très marginal par rapport aux coûts fixes de la rénovation. La mesure proposée vise à sensibiliser et informer les propriétaires à cette réalité afin qu'ils prennent les dispositions lors de leur rénovation.
- Lors de l'assainissement des installations de chauffage, un changement de vecteur énergétique est recommandé pour les bâtiments chauffés jusque-là au mazout, au gaz ou par chauffage électrique direct. Le choix d'un vecteur énergétique renouvelable sera encouragé. La configuration de la commune et ses infrastructures existantes permettent une extension des réseaux de chaleur à distance. Beaucoup de bâtiments pourront se raccorder pour remplir cette exigence. Les autres bâtiments privilégieront le recours à une solution individuelle de production de chaleur renouvelable.
- Les taux de rénovation et d'assainissement doivent être stimulés. Non seulement pour générer plus rapidement des économies supplémentaires, mais également afin d'encourager des raccordements groupés au CAD et amortir plus aisément les travaux d'infrastructure nécessaires.

##### ***Produire son énergie et la distribuer !***

La somme des potentiels théoriques de production d'énergie renouvelable dont dispose la commune est supérieure au besoin de 2050 ! La commune doit continuer à promouvoir la production d'énergie propre :

- La commune poursuit son soutien aux projets éoliens planifiés sur son territoire. Ce faisant, la commune pourrait satisfaire 100% de sa demande en énergie électrique dès 2030.
- Ces dernières années, une nette hausse de la production d'énergie électrique photovoltaïque a été constatée sur la commune. En l'état actuel il semble que les conditions du marché suffisent à atteindre l'objectif de croissance de l'énergie PV. La commune devra monitorer cet indicateur et, le cas échéant, entretenir et stimuler ces installations. En 2050, le PV pourrait couvrir l'autre partie des besoins en énergie électrique de la commune.
- Les formidables ressources d'énergie-bois dont dispose la commune devront être utilisées principalement pour alimenter en énergie renouvelable les réseaux de chauffage à distance. Ces derniers couvriront près de la moitié des besoins du territoire communal d'ici à 2050. De ce point de vue, la commune doit agir sur la coordination de l'exploitation du bois forestier tant sur les terrains appartenant à la commune que sur les terrains privés. La commune doit également s'inscrire en facilitateur entre la population et les exploitants des réseaux pour permettre la distribution de cette énergie propre.

---

<sup>1</sup> Annexe 4, référencé par l'art. 11, al. 2 du RELCEn Etat au 27 mars 2017

### 0.5 D'un point de vue comptable.

Ce dernier paragraphe présente une estimation sommaire des coûts et bénéfices de la stratégie communale. Le but n'est pas de développer ici un modèle financier, mais bien de fixer l'ordre de grandeur des investissements totaux.

Par conséquent, les prix sont calculés par une moyenne estimative pour tout le volume considéré. Aucune hypothèse n'est prise sur l'évolution des prix au cours du temps. Les sommes ne sont pas actualisées.

#### **Rénovation du parc immobilier**

Une rénovation typique d'une maison individuelle des années 1960 de 170 m<sup>2</sup> coûte entre 138'000 CHF et 232'000 CHF. Celle d'un immeuble locatif des années 1990 de 500 m<sup>2</sup> entre 116'000 CHF et 205'000 CHF<sup>2</sup>. On fixe alors le prix moyen pour la rénovation d'un bâtiment à 173'000 CHF.

La rénovation s'entend ici sans l'assainissement de la production de chaleur, traité au paragraphe suivant.

La rénovation des 2'700 bâtiments jusqu'en 2050 coûtera 467 mio de CHF.

Sans intervention, on aurait rénové 1'360 bâtiments pour un coût de 235 mio de CHF.

**Le coût supplémentaire de la stratégie de rénovation du parc immobilier est de 230 mio de CHF.**

#### **Assainissement des producteurs de chaleur**

En matière d'énergie thermique, il est indispensable de considérer ensemble les coûts engendrés lors de l'achat/changement du producteur de chaleur et les coûts d'exploitation lors de son utilisation. Les estimations présentées dans la suite de ce chapitre sont basées sur les coûts indiqués dans le Tableau 1.

	Mazout	Gaz	Bois	CAD	PAC	Electrique
Prix au kWh <sup>3</sup>	0.14	0.13	0.13	0.16	0.12	0.20

*Tableau 1 : Prix estimatif de l'énergie par kWh thermique consommé, prenant en compte le prix de l'assainissement d'une installation (pour une puissance moyenne de 25 kW).*

#### Exploitation :

Actuellement, chaque année, les consommateurs de la commune dépensent 24 mio de CHF pour l'énergie thermique consommée pour leur chauffage et leur eau chaude. Cette somme est principalement consacrée à acheter des énergies fossiles qui ont peu de plus-value sur l'économie locale.

En moyenne sur toute la période ce montant devrait être de à 18 mio par année mais sera en plus grande partie consacrée à acheter des énergies renouvelables bénéfiques pour l'environnement et pour l'économie locale.

Sans intervention communale le coût annuel moyen de l'énergie thermique s'élèverait à 21 mio de CHF/an.

#### Entretien/Changement :

Les propriétaires devront dépenser environ 7 mio de CHF par an pour assainir et changer leurs producteurs de chaleur.

---

<sup>2</sup> Source : www.Raiffeisen.ch

<sup>3</sup> Prix incluant le prix de l'énergie et l'amortissement de l'installation sur 20 ans pour une chaudière de 24 kW.

Il est intéressant de constater que le prix d'un assainissement naturel, sans intervention de la commune serait plus élevé (9.7 mio de CHF), le propriétaire se tournant alors plus naturellement vers un remplacement de chaudière sans changement de vecteur énergétique, plus onéreux que la solution CAD.

**En conclusion, la somme des dépenses (« Exploitation » et « Entretien/changement ») baisse grâce à la politique énergétique communale.**

#### ***Installations solaires photovoltaïques***

L'ensemble des 165'000 m<sup>2</sup> de panneaux supplémentaires nécessaires à la production annuelle de 35 GWh coutera au total 58 mio de CHF (hypothèse 350 CHF/m<sup>2</sup>).

La somme cumulée de l'énergie qui n'aura pas été consommée sur le réseau en 2050 sera de ~490 GWh. En comptant que 50% de cette énergie sera autoconsommée (valorisée à 0.20 CHF/kWh) et l'autre moitié vendue sur le réseau (0.06 CHF/kWh), l'énergie produite rapportera 64 mio de CHF jusqu'en 2050.

**L'installation de panneaux solaire PV présente une économie de 6 mio de CHF.**

## **1 INTRODUCTION**

Le plan communal des énergies ancre la politique énergétique de la commune sur le long terme. Il en établit les principes directeurs et définit l'évolution souhaitée en tenant compte des politiques énergétiques cantonale et fédérale en vue d'un développement énergétique durable de son patrimoine et de son territoire.

Un premier bilan du territoire en termes de consommation d'énergie et de production d'énergies renouvelables ainsi qu'en termes de potentiel d'utilisation économe et rationnelle de l'énergie et de valorisation de ressources énergétiques indigènes et renouvelables disponibles est établi. Ceci permet de mettre en évidence les marges de manœuvre dont dispose la commune pour exploiter de manière optimale les énergies locales et renouvelables (rejets thermiques, géothermie, eau, solaire, bois, etc.). Sur la base de sa vision et à partir de l'analyse établie, la commune peut se fixer des objectifs spécifiques.

Dans un deuxième temps, la commune identifie des zones énergétiques dans lesquelles elle définit un niveau de priorité et un plan d'actions concernant la consommation d'énergie, la production d'énergies renouvelables et les réseaux de transport et distribution de l'énergie. Des mesures adaptées sont établies pour atteindre les objectifs fixés (grands projets, adaptation du plan d'aménagement communal et du règlement d'aménagement communal, établissement de directives d'aide, etc.). Ces mesures coordonnent le développement territorial. Elles sont planifiées et leurs impacts évalués.

Le plan communal des énergies constitue un instrument de travail évolutif conçu à la fois comme un outil de planification et de suivi. Une structure organisationnelle doit être mise en place pour assurer le contrôle des résultats.

Il permet d'avoir une vision globale de la problématique de l'énergie sur le territoire et doit donner les moyens à la commune de mettre en place les mesures identifiées afin de remplir les objectifs fixés. L'une des missions est notamment de chiffrer ces objectifs, par l'évaluation des besoins actuels et futurs ainsi que par l'analyse des potentiels énergétiques sur le territoire.

Son contenu doit donc contribuer à utiliser efficacement l'énergie, exploiter autant que possible les ressources énergétiques indigènes, encourager les énergies de réseau et rendre la collectivité publique exemplaire vis-à-vis de ses citoyens, non seulement par les actions entreprises mais aussi par les informations et les conseils prodigués.

Le plan communal des énergies est un instrument de planification directrice qui lie moralement les autorités. Il est présenté sous forme de rapport et de cartes définissant les zones énergétiques.

Le rapport explicatif du plan communal des énergies contient les éléments suivants :

- a) Conditions-cadres ;
- b) Situation actuelle au niveau de la consommation, de la production ainsi que du transport et de la distribution d'énergie ;
- c) Vision et stratégie ;
- d) Potentiel d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables ;
- e) Définition des objectifs de la commune en matière d'énergie ;
- f) Liste des mesures à mettre en œuvre, avec calendrier de réalisation (plan d'actions).

Les aspects territoriaux sont définis sur une carte avec la délimitation des zones énergétiques suivantes :

- a) Zones d'énergie de réseau ;
- b) Zones d'incitation pour d'autres systèmes de production ou de consommation d'énergie ;
- c) Zones sans spécification.

## **2 CONDITIONS-CADRES**

### **2.1 Bases légales cantonales**

Les principaux instruments législatifs en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2018 qui définissent la politique énergétique cantonale sont les suivants :

- Loi cantonale sur l'énergie (LCEn) du 18 juin 2001 et son règlement d'exécution (RELCEn) du 19 novembre 2002 ;
- Loi sur l'approvisionnement en électricité (LAEL), du 25 janvier 2017 et son règlement d'exécution (RELAEL) du 18 octobre 2017 ;
- Arrêté relatif aux subventions dans le domaine de l'énergie (ASUBEn), du 5 décembre 2016.

Le thème spécifique de la planification énergétique est traité dans le chapitre 3 de la LCEn et les principaux éléments suivants concernant également les communes y sont mentionnés :

- La collecte des données permettant d'estimer l'évolution, à terme, des besoins et de l'offre d'énergie sur le territoire cantonal permet à l'Etat de disposer des informations nécessaires à l'établissement des statistiques de l'énergie et de les mettre à disposition des communes (art. 15).
- La conception directrice cantonale de l'énergie établit les principes fondamentaux de la politique énergétique cantonale et définit l'évolution souhaitée. Elle décrit la situation du canton en matière énergétique, fixe les objectifs et les étapes de la politique énergétique cantonale pour atteindre les buts définis à l'article premier de la LCEn et définit les mesures d'application nécessaires. Elle lie ensuite les autorités cantonales et communales (art. 16).
- Le plan cantonal de l'énergie et les plans communaux des énergies sont des plans directeurs présentés sous forme de rapports et de cartes définissant, dans les grandes lignes pour le plan cantonal, les zones énergétiques (art. 17).
- Sur la base du plan cantonal de l'énergie, les communes ou groupements de communes concernés ont la possibilité d'établir leur plan des énergies, soumis à l'approbation du département. En outre, si les conditions l'exigent, le Conseil d'Etat peut obliger une commune à établir son plan (art. 18).
- Les zones énergétiques recouvrent des portions de territoire présentant des caractéristiques communes en matière d'approvisionnement énergétique ou d'utilisation de l'énergie. Ces zones font partie intégrante du plan cantonal de l'énergie et des plans communaux des énergies (art. 19).
- Sur le territoire des zones d'énergie de réseau, la commune peut prescrire aux propriétaires qui ne satisfont pas à leurs propres besoins par des énergies renouvelables l'obligation de raccorder leurs bâtiments au réseau de chauffage à distance correspondant. Pour être concrétisée, l'obligation de raccordement doit être explicitée dans un règlement communal à approuver par le Conseil général (art. 20).

Les communes ne sont donc pas dans l'obligation de réaliser un plan communal des énergies, mais sont encouragées à le faire. Dans ce sens, le Canton met à disposition un document proposant la forme et le contenu d'un tel plan et propose des subventions couvrant une partie des coûts. Selon les disponibilités, il accompagne volontiers les communes qui en font la demande. Un plan communal des énergies réalisé par une commune doit formellement être approuvé par le département du développement territorial et de l'environnement.

## 2.2 Contexte

### 2.2.1 Au niveau fédéral

#### ***Cadre légal***

En Suisse, les volets d'une politique énergétique moderne et s'inscrivant dans la durée sont notamment concrétisés par la loi sur l'énergie (LEne) et la loi sur le CO<sub>2</sub>.

La LEne vise à contribuer à un approvisionnement énergétique suffisant, diversifié, sûr, économique et respectueux de l'environnement et a pour but de garantir une utilisation économe et efficace de l'énergie et de permettre le passage à un approvisionnement en énergie basé sur un recours accru aux énergies renouvelables. En outre, elle fixe des objectifs de développement de l'électricité issue d'énergies renouvelables ainsi que des objectifs de consommation d'énergie.

La loi sur le CO<sub>2</sub> vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre, en particulier les émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'utilisation énergétique des agents fossiles (combustibles et carburants); l'objectif est de contribuer à ce que la hausse de la température mondiale soit inférieure à 2°C. D'ici à 2020, les émissions de gaz à effet de serre réalisées en Suisse doivent être globalement réduites de 20% par rapport à 1990.

A la suite de la catastrophe nucléaire de Fukushima du 11 mars 2011, le Conseil fédéral et le Parlement ont pris la décision de principe d'un abandon progressif de l'énergie nucléaire. Cette décision suppose une transformation radicale du système énergétique suisse. C'est pourquoi le Conseil fédéral a élaboré la Stratégie énergétique 2050 dont le premier paquet de mesures a été accepté par le peuple suisse le 21 mai 2017. La nouvelle loi fédérale sur l'énergie et les ordonnances y relatives sont entrées en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2018.

Compte tenu de sa situation énergétique actuelle, la Suisse doit consentir des efforts supplémentaires importants afin de se rapprocher des objectifs énoncés dans les lois et décisions susmentionnées. En effet, la consommation globale d'énergie est élevée, tout comme la part d'énergie importée (près de 80%) ainsi que la part des énergies nucléaires et fossiles tandis que la part des énergies indigènes et renouvelables est encore faible (en excluant la force hydraulique).

#### ***Stratégie énergétique 2050***

La Stratégie énergétique 2050 vise notamment à réduire la consommation d'électricité et d'énergie finale<sup>4</sup>, à accroître la part des énergies renouvelables et à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, sans mettre en péril la sécurité d'approvisionnement élevée dont la Suisse a bénéficié jusqu'à présent.

La Stratégie énergétique 2050 est axée sur les objectifs à moyen et à long terme du scénario « Nouvelle politique énergétique ». La demande d'énergie finale à l'horizon 2050 doit être considérablement réduite et les émissions de CO<sub>2</sub> doivent diminuer pour atteindre 1 à 1,5 tonne par habitant d'ici à 2050, dans le cadre d'une politique climatique et énergétique coordonnée sur le plan international.

Les objectifs visés à moyen terme dans la LEne sont les suivants :

- La consommation moyenne finale d'énergie par personne et par année doit diminuer de 43% d'ici à 2035, par rapport à l'an 2000.
- La consommation d'électricité moyenne par personne et par année doit diminuer de 13% d'ici à 2035, par rapport à l'an 2000.
- La production annuelle moyenne d'électricité issue des nouvelles énergies renouvelables (sans la force hydraulique) doit, dans la mesure du possible, atteindre au moins 11'400 GWh<sup>5</sup> en 2035.

---

<sup>4</sup> L'énergie finale correspond à la quantité d'énergie qui est livrée au consommateur final. Elle se situe à la fin de la chaîne commerciale. Il faut y ajouter la consommation d'énergie renouvelable non commercialisée (p. ex.: chaleur des capteurs solaires). Ainsi, est dite finale l'énergie achetée (ou autoproduite) pour un usage déterminé, comme le courant d'éclairage ou l'essence pour l'automobile.

<sup>5</sup> 1 gigawattheure (GWh) = 1'000'000 kilowattheures (kWh)

- La production annuelle moyenne d'électricité issue de la force hydraulique doit atteindre au moins 37'400 GWh en 2035.

Les grands axes de la Stratégie énergétique 2050 sont les suivants :

- **Réduire la consommation d'énergie et d'électricité** avec l'encouragement de la gestion économe de l'énergie en général et de l'électricité en particulier en renforçant les mesures d'efficacité.
- **Augmenter la part des énergies renouvelables** avec le développement concernant surtout la force hydraulique et les nouvelles énergies renouvelables (biomasse, soleil, éolien, géothermie, chaleur/froid de l'environnement, incinération des déchets).
- **Assurer la sécurité d'approvisionnement en énergie** avec la garantie du libre accès aux marchés de l'énergie internationaux et aux producteurs d'énergie notamment dans le domaine des carburants. Dans la perspective des futures infrastructures de production domestiques et des importations de courant, il est impératif de développer rapidement les réseaux de transport d'électricité et de transformer les réseaux vers des réseaux intelligents (« smart grids »). En outre, le réseau suisse doit être raccordé de manière optimale au réseau européen.
- **Transformer et développer les réseaux électriques et le stockage d'énergie** pour permettre le développement des nouvelles énergies renouvelables et l'injection fluctuante de courant (cf. point ci-dessus).
- **Renforcer la recherche énergétique** pour soutenir la transformation du système énergétique.
- **Faire preuve d'exemple de la part de la Confédération, des cantons, des villes et des communes** par ex. en ce qui concerne les standards de construction pour leurs propres immeubles. Ils doivent couvrir leurs propres besoins en électricité et en chaleur largement par des agents énergétiques renouvelables et respecter le principe de « meilleure pratique » dans tous les domaines et notamment celui de l'utilisation économe et rationnelle de l'énergie. Les distinctions « Cité de l'énergie » et « Région-Energie » octroyées par SuisseEnergie jouent à cet égard un rôle important.
- **Intensifier la coopération internationale** dans le domaine de l'énergie afin de contribuer au développement des connaissances et au transfert de technologies.

### ***SuisseEnergie pour les communes et Cité de l'énergie***

Les communes jouent un rôle essentiel dans la mise en œuvre du programme SuisseEnergie. Elles doivent donner l'exemple à la population et aux petites et moyennes entreprises (PME) en créant les conditions indispensables à l'application de mesures volontaires, par exemple dans le domaine des énergies renouvelables ou celui de la mobilité.

SuisseEnergie pour les communes est le programme de l'Office fédéral de l'énergie qui soutient les villes et les communes dans leurs efforts pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. Avec le label Cité de l'énergie, une approche attractive est proposée aux villes et aux communes. Les Offices fédéraux de l'énergie et du développement territorial prêtent également assistance aux communes désireuses d'aménager des quartiers durables. Vous trouverez des compléments d'information sur la Société à 2000 watts sur la plate-forme [www.2000watt.ch](http://www.2000watt.ch). SuisseEnergie pour les communes soutient également les régions voulant tendre vers l'autonomie énergétique.

Les membres de l'Association Cité de l'énergie profitent de conseils techniques gratuits fournis par des conseillers Cité de l'énergie accrédités. Les communes participent gratuitement à des séminaires d'échange d'expérience avec d'autres communes, disposent d'informations actuelles sur la politique énergétique communale, et bénéficient de soutien financier pour le processus de labellisation et des projets énergétiques divers.

La qualité du label est garantie par l'Association Cité de l'énergie. Les communes membres de l'Association participent aux rencontres régionales et nationales d'échanges d'expériences et s'engagent à passer un audit annuel. Les cotisations sont consacrées au conseil et au suivi des

membres et des Cités de l'énergie. L'Association Cité de l'énergie remet le label et veille à son développement continu.

Fin 2017, la Suisse comptait plus de 650 communes membres de l'association, dont 421 Cités de l'énergie. Ces dernières représentaient plus de la moitié de la population suisse avec un total d'environ 5 millions d'habitants.

## 2.2.2 Au niveau cantonal

### **Cadre légal**

La politique énergétique du canton de Neuchâtel s'appuie principalement sur la LCEn. La définition et la mise en œuvre détaillée de la loi susmentionnée sont précisées dans les textes légaux tels que le RELCEn, divers arrêtés, la conception directrice de l'énergie, etc.

Conformément au droit fédéral et dans la perspective du développement durable, la LCEn vise à contribuer à un approvisionnement énergétique du canton suffisant, diversifié, sûr, économique et compatible avec les impératifs de la protection de l'environnement ainsi qu'à diminuer la consommation d'énergie en tendant vers une société à 2000 watts à l'horizon 2050.

En application de la LCEn, une conception directrice cantonale de l'énergie a été élaborée en 2015. Adoptée par le Grand Conseil le 24 janvier 2017, elle établit les principes fondamentaux de la politique énergétique cantonale et définit l'évolution souhaitée en tenant compte de la politique énergétique de la Confédération. Plusieurs études au niveau cantonal ont de plus été réalisées ou réactualisées ces dernières années, notamment en ce qui concerne le potentiel géothermique (2008, 2010), le potentiel hydroélectrique (2009, 2012), le potentiel bois-énergie (2010), le concept éolien (2010) et le cadastre solaire (2012).

Concernant l'éolien, le peuple neuchâtelois a validé la politique cantonale en acceptant le 18 mai 2014 en votation populaire le contre-projet du Grand Conseil à l'initiative « Avenir des crêtes – Au peuple de décider ». Sur la base de cette planification cantonale, les projets pourront être concrétisés dans les années à venir.

La politique énergétique actuelle du canton de Neuchâtel tient compte de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération et des principes directeurs de la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK).

Avec son décret concernant l'avis sur la demande d'autorisation générale pour le renouvellement des centrales nucléaires [...] du 29 mars 2011, le canton de Neuchâtel a anticipé les décisions fédérales en affichant la volonté de sortir du nucléaire pour l'approvisionnement du canton en électricité.

### **Conception directrice de l'énergie 2015**

Dans sa conception directrice 2015, le canton de Neuchâtel s'aligne sur la politique énergétique de la Confédération et définit les objectifs suivants par rapport à l'année 2000 :

- Diminution de la consommation annuelle globale d'énergie finale de 16% à l'horizon 2025, de 29% à l'horizon 2035 et de 41% à l'horizon 2050.
- Diminution de la consommation annuelle par habitant d'énergie finale de 26% à l'horizon 2025, de 40% à l'horizon 2035 et de 53% à l'horizon 2050.
- Augmentation de la production annuelle d'énergies renouvelables de 150% à l'horizon 2025, de 205% à l'horizon 2035 et de 446% à l'horizon 2050.
- Diminution de la puissance primaire<sup>6</sup> par habitant de 31% à l'horizon 2025, de 47% à l'horizon 2035 et de 58% à l'horizon 2050.

---

<sup>6</sup> L'énergie primaire correspond à la somme de l'énergie finale consommée et de l'énergie nécessaire pour amener cette dernière jusqu'au consommateur final (y compris la consommation d'énergie pour l'extraction, la transformation, le raffinage, le transport, la distribution, ainsi que tous les processus nécessaires pour amener l'énergie jusqu'à la frontière du système et la mettre à disposition d'un bâtiment ou d'un véhicule).

- Diminution des émissions de gaz à effet de serre par habitant de 42% à l'horizon 2025, de 61% à l'horizon 2035 et de 80% à l'horizon 2050.

Les objectifs très ambitieux présentés ci-dessus permettraient au canton de Neuchâtel de tendre vers une société à 2000 watts<sup>7</sup> à l'horizon 2050 comme exprimé dans l'article premier de la loi cantonale sur l'énergie.

La conception directrice de l'énergie doit servir de feuille de route aux autorités cantonales et communales pour la définition et la mise en œuvre de la politique énergétique dans le canton de Neuchâtel. Elle présente le contexte général au niveau international et national ainsi que la situation actuelle du canton en matière énergétique, définit la vision à long terme et les scénarios énergétiques retenus pour le canton de Neuchâtel, évalue les potentiels d'utilisation économe et rationnelle de l'énergie et les potentiels de valorisation des énergies renouvelables, établit les principes fondamentaux de la politique énergétique cantonale, fixe les objectifs et les étapes de la politique énergétique cantonale pour atteindre les objectifs définis et définit les mesures d'application nécessaires.

### ***Cités de l'énergie dans le canton de Neuchâtel***

Fin 2017, le canton de Neuchâtel comptait 11 communes membres de l'Association Cité de l'énergie dont 2 communes labellisées (Neuchâtel et Le Locle). Ces dernières représentaient près du quart de la population du canton avec un total d'environ 44'000 habitants. SuisseEnergie pour les communes et le service de l'énergie et de l'environnement du canton de Neuchâtel octroient des subventions aux communes qui s'engagent dans le processus en vue d'obtenir le label Cité de l'énergie.

#### **2.2.3 Au niveau communal**

Depuis le début de son existence, la Commune de Val-de-Ruz est économe et responsable face à son développement énergétique clairement tourné vers l'avenir, elle vise son autonomie dans ce domaine !

Il y eut la finalisation du projet « SolutionS », initié par la Commune de Cernier, la mise en place du CAD Cernier – Fontainemelon alimenté par du bois local, les divers projets photovoltaïques finalisés, la construction de nouvelles écoles aux normes « Minergie », l'isolation de divers bâtiments communaux, la conduite de deux projets éoliens sur le territoire communal et toute une batterie de mesures tendant à produire des économies d'énergie, comme l'extinction nocturne de l'éclairage public, d'autre part, la Commune utilise une électricité d'origine renouvelable.

Afin de mieux coordonner tous ces efforts et de pouvoir organiser une politique des énergies au sein de la Commune, l'exécutif a décidé d'établir son Plan communal des énergies, en application de la nouvelle Loi cantonale sur l'énergie (LCEn).

Il s'agit d'une base solide sur laquelle il sera possible de mettre en œuvre une véritable politique de l'énergie, et de progresser dans les domaines de l'économie d'énergie et de la production d'énergies renouvelables. Ainsi le Conseil communal tient à garder une ligne claire, tournée résolument vers le développement durable.

### ***Base légale communale***

Règlement communal relatif à l'Approvisionnement en électricité, du 18 décembre 2017.

---

<sup>7</sup> Voir le site internet [www.2000watt.ch](http://www.2000watt.ch)

### 3 SITUATION ACTUELLE DE LA COMMUNE

#### 3.1 Portrait

##### 3.1.1 Situation et présentation

La commune de Val-de-Ruz a été créée le 1er janvier 2013 par la fusion des anciennes communes de Boudevilliers, Cernier, Chézard-Saint-Martin, Coffrane, Dombresson, Engollon, Fenin-Vilars-Saules, Fontainemelon, Fontaines, Les Geneveys-sur-Coffrane, Les Hauts-Geneveys, Montmollin, Le Pâquier, Savagnier et Villiers. Cette fusion a été acceptée par la population de chacune des communes concernées le 27 novembre 2011. Il s'agit d'une fusion historique, cette dernière étant la plus grande de Suisse.

Val-de-Ruz est également membre du parc naturel régional Chasseral, qui regroupe 21 communes, 18 bernoises et 3 neuchâteloises.

##### 3.1.2 Indicateurs généraux

<b>Type de commune</b> (source des données : Office fédéral de la statistique OFS, Typologie des communes et typologie urbain-rural 2012)	Commune périurbaine de moyenne densité
---	--

<b>Nombre d'habitants</b> (source : OFS, 2016)	16'835
--	--------

Emplois par secteur (source : OFS, 2016)	Nombre	Part en %
Emplois secteur primaire	373	5.4%
Emplois secteur secondaire	2'748	39.6%
Emplois secteur tertiaire	3'827	55.1%
Total emplois	6'948	100%

Bâtiments et logements (source : OFS, 2017)	Nombre	Part en %
Habitations individuelles	2'310	59%
Habitations collectives	963	41%
Total bâtiments d'habitation	3'273	100%
Total logements	7'900	

Véhicules à moteur (source : SCAN, 2016)	Nombre
Voitures de tourisme	10'591

Structure communale (calculs selon les données ci-dessus)	Nombre
Emplois par habitant	0.41
Voitures de tourisme par habitant	0.63
Personnes par unité d'habitation	2.09

### 3.1.3 Profil des flux d'énergie et de matières

Le tableau ci-dessous indique l'état de l'organisation de l'approvisionnement en énergie et en eau ainsi que du traitement des eaux usées et de la gestion des déchets de la commune. Il indique aussi si cette dernière dispose de ses propres services industriels et installations ou, si ce n'est pas le cas, quelle part elle possède dans la société d'exploitation externe à l'administration communale.

	Exploitation à l'interne de l'administration communale (oui / non)	Exploitants externes (à remplir si réponse « non » dans la colonne à gauche)	
		Parts en %	Exploitant
Approvisionnement en électricité	NON	0.1 %	Groupe E SA
Approvisionnement en eau	NON	0.1 %	Viteos SA
Approvisionnement en gaz	NON	0.1 %	Viteos SA
Éclairage public	NON	0.1	Groupe E SA
Chauffage à distance "Vivaldis" (Cernier-Fontainemelon)	NON	10 %	Vivaldis SA
Chauffage à distance "Coffrane – Chézard-Saint-Martin "	OUI		
Traitement des eaux usées (STEP)	OUI		
Gestion des ordures ménagères (UIOM)	NON	0%	Vadec SA Rue de l'Industrie 39 2300 La Chaux-de-Fonds  Transport : Curty Transports SA Rue du Collège 72 2300 La Chaux-de-Fonds
Gestion des déchets verts	NON	0%	La Compostière Centre du Village 2043 Boudevilliers  Transport : H. Botteron Transport SA Grand'Rue 75 2054 Chézard-Saint-Martin & Monsieur Weber & Messieurs Haussener de Fontaines
Entreprises de transports publics	NON	1.87 %	TransN

### 3.1.4 Organisation et fonctionnement

Une bonne gestion des questions énergétiques communales est intimement liée à un bon fonctionnement des structures internes de la commune. Le domaine de l'énergie étant transversal, la mise en œuvre de la politique énergétique communale implique un renforcement de la coordination et de la concertation entre tous les organes de l'administration, et notamment entre ceux ci-dessous.

Exécutif	Conseil communal (5 membres)
Législatif	Conseil général (41 membres)
Commissions concernées par le domaine de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commission consultative de l'énergie</li> <li>- Commission du développement territorial et durable</li> </ul>
Dicastères et services de l'administration concernés par le domaine de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dicastère « Société, santé, sécurité et énergies », administration de l'énergie</li> <li>- Dicastère « Développement économique et territorial, mobilités et personnel », administration développement territorial et économique et transports</li> <li>- Dicastère « Institutions, finances et bâtiments », administration de la gérance du patrimoine</li> <li>- Dicastère « Travaux publics, eaux, forêt et tourisme », administration de l'assainissement, des forêts et travaux-publics</li> <li>- Dicastère « Education, jeunesse et sports-loisirs-culture », administration sports-loisirs-culture</li> </ul>

### 3.2 Consommation d'énergies

La consommation d'énergie sur le territoire communal est établie sur la base d'une simulation effectuée sur chaque bâtiment en fonction de ses caractéristiques (année de construction, surface, affectation). Les résultats sont ensuite exploités de deux manières.

1. De façon agrégée sur l'ensemble du territoire communal ou sur l'ensemble des bâtiments communaux
2. De manière géolocalisée afin de pouvoir en tirer des conclusions organisées de façon géographique

La consommation électrique de chaque bâtiment est élaborée sur la base de la norme SIA 2024 en distinguant les bâtiments dont l'année de construction est antérieure à 1980 en appliquant les valeurs "existante". Les valeurs "standards" sont appliquées à ceux construits après cette date.

La consommation d'énergie thermique de chaque bâtiment est obtenue à partir de la puissance des producteurs de chaleur installés dans le bâtiment pour un nombre d'heures d'équivalent pleine charge de 1750 h/an, tel que requis par l'outil "Région-énergie". Dans les cas où les informations sur le producteur de chaleur sont indisponibles. Les valeurs de "existantes" de la norme SIA2024 sont appliquées pour les bâtiments construits avant 1980. Pour ceux construits après cette date, on applique les valeurs du Règlement d'exécution de la loi cantonale sur l'énergie (RELCEn), du 19 novembre 2002 (740.10 / 2019/1), majorée de 50%.

### **Consommation d'énergies (Territoire communal)**

La consommation d'énergie finale au sein de la commune est représentée en Figure 2 . Cette illustration permet de représenter les flux énergétiques ainsi que les rapports quantitatifs entre ces derniers.

On remarque que la majeure partie de l'énergie thermique dont la commune a besoin est produite par le mazout et le gaz, provenant de l'extérieur du périmètre communal. L'énergie-bois constitue le troisième apport. Bien que les CAD de la commune soient approvisionnés par du bois communal et d'un appoint de gaz, l'origine du bois utilisé par les autres consommateurs n'est pas connue. Une partie provient de l'extérieur du périmètre communal. L'énergie soutirée à l'environnement, que ce soit par l'énergie solaire ou par l'intermédiaire de PAC est encore relativement faible. Finalement, l'électricité est également utilisée pour la production de chaleur, soit pour faire fonctionner les PAC, soit directement via des résistances électriques. Cette dernière partie étant estimée sur la base de statistiques nationales (6.1 % de l'énergie utile).

L'énergie électrique provient majoritairement du réseau. Une faible portion est générée directement sur le territoire communal par les panneaux solaires actuellement installés ainsi que par l'utilisation du groupe CCF de Cernier (Agreenergie SA).

L'énergie thermique de cette installation est utilisée principalement pour le chauffage des bâtiments du site voisin d'Evologia.

**Légende**

- EF\_El: PartRenouv
- EF\_El: PartNonRenouv
- EF\_El: Indifférencié
- EF\_Th: Gaz
- EF\_Th: Bois
- EF\_Th: Mazout
- EF\_Th: Indifférencié

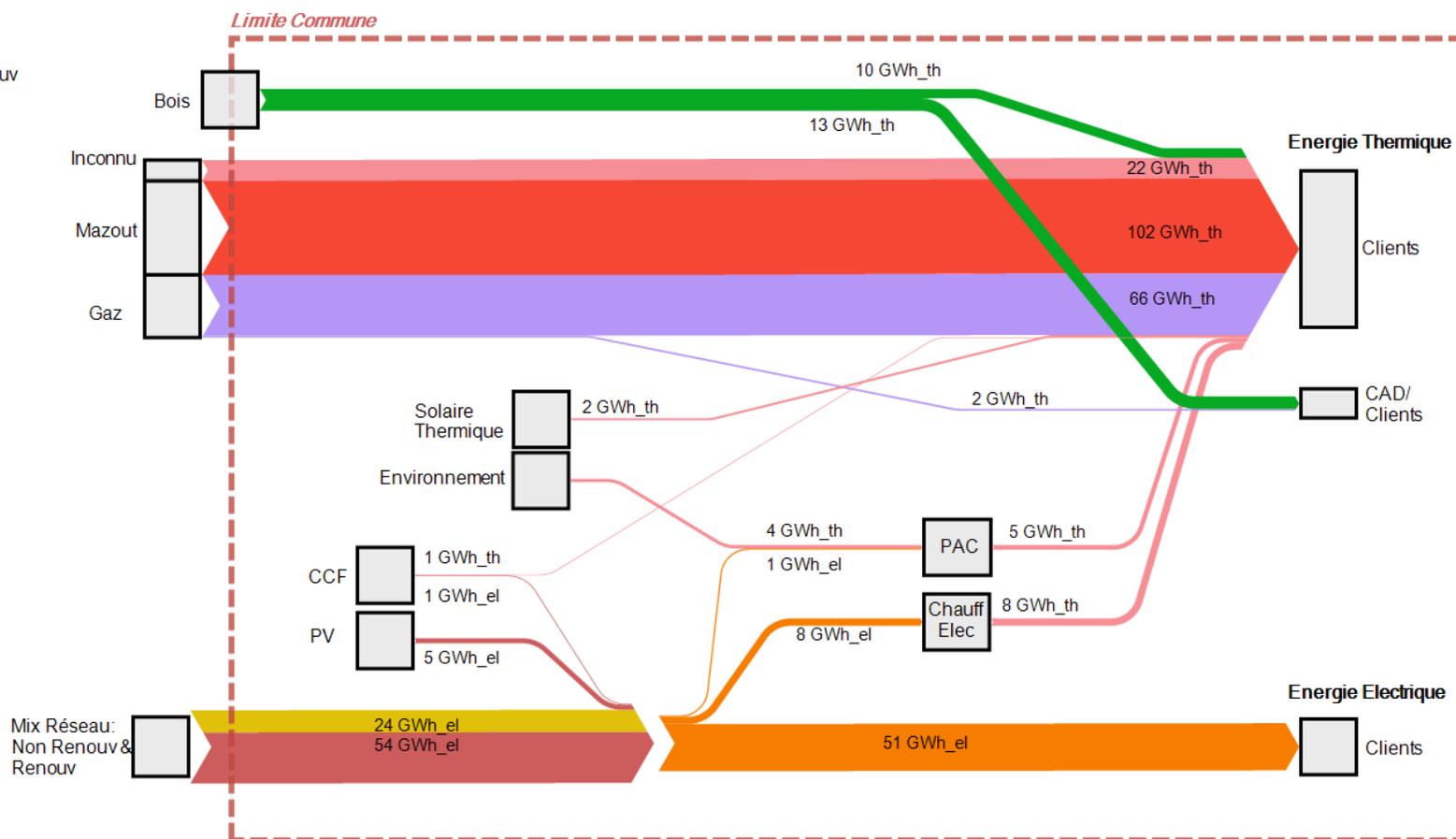


Figure 2: Visualisation de la production et de la consommation d'énergie au sein de la commune (année de référence : 2017).

### **Consommation d'énergies (Bâtiments communaux)**

La consommation d'énergie finale des bâtiments communaux est représentée en Figure 3. Cette illustration permet de représenter les flux énergétiques ainsi que les rapports quantitatifs entre ces derniers.

Du fait du très grand nombre de bâtiments communaux alimentés par les CAD, on remarque que la majeure partie de l'énergie thermique est produite par l'exploitation de l'énergie-bois, provenant exclusivement des ressources communales. Le gaz est le second agent énergétique, utilisé pour le CAD ainsi que pour quelques bâtiments. Le mazout constitue le troisième apport. L'énergie soutirée à l'environnement, que ce soit par l'énergie solaire ou par l'intermédiaire de PAC est très faible. Finalement, l'électricité est également utilisée pour la production de chaleur, soit pour faire fonctionner les PAC, soit directement via des résistances électriques. Cette dernière partie étant estimée sur la base de statistiques nationales (6.1 % de l'énergie utile).

L'énergie électrique provient majoritairement du réseau. Une faible portion est générée directement sur le territoire communal par les panneaux solaires actuellement installés.

**Légende**

- EF\_El: PartRenouv
- EF\_El: PartNonRenouv
- EF\_El: Indifférencié
- EF\_Th: Gaz
- EF\_Th: Bois
- EF\_Th: Maz
- EF\_Th: Indifférencié

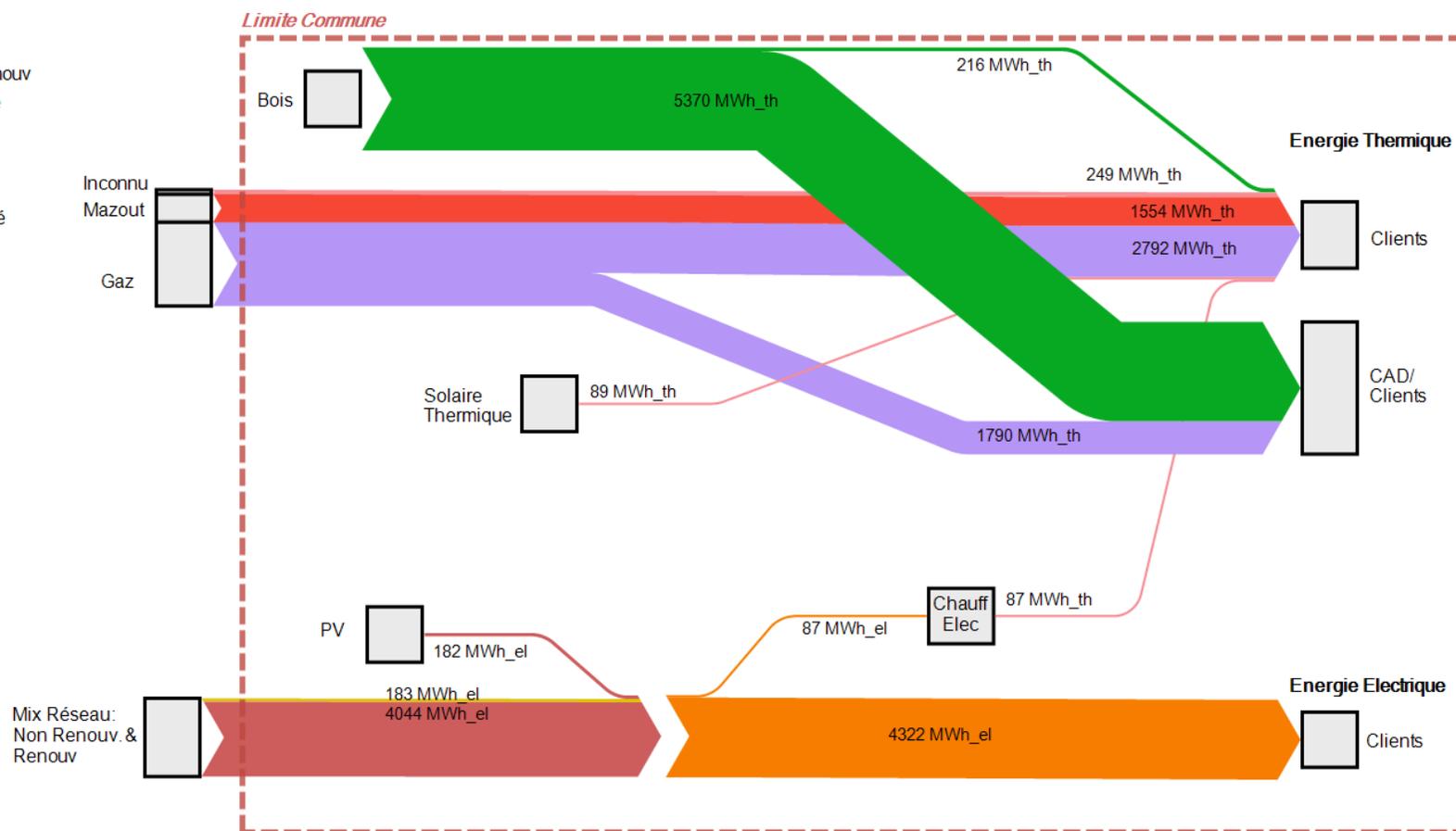


Figure 3: Visualisation de la production et de la consommation d'énergie des bâtiments communaux (année de référence : 2017).

### 3.2.1 Consommation d'énergie thermique (chaleur)

Chacun des deux paragraphes (Territoire communal et Bâtiments communaux) comprend un graphique de type circulaire (Figure 4 respectivement Figure 7) qui permet de visualiser la répartition de l'énergie thermique finale. Les répartitions plus détaillées sont consultables au paragraphe 9, présenté sous forme tabulaire (Tableau 20. respectivement Tableau 21) et sous forme de carte (Figure 29). L'énergie thermique nécessaire à la plupart des processus industriels importants est produite au gaz, et est comptabilisée dans cette catégorie.

Environ 3% des bâtiments analysés disposent de plus d'une source d'approvisionnement en chaleur (p.ex. apport solaire thermique, chaudière d'appoint, ...). Dans ces cas-là, l'agent énergétique retenu est l'agent principal, celui qui délivre le plus d'énergie.

D'après les bases de données disponibles pour cette étude, il n'a pas été possible de déterminer avec suffisamment d'assurance l'agent énergétique utilisé pour chaque bâtiment. Les bâtiments pour lesquels aucun agent énergétique n'a pu être déterminé sont étiquetés "Inconnu". Par ailleurs, il est raisonnable de supposer qu'un certain nombre de ces bâtiments sont chauffés par le biais de chauffages électriques directs. Pour en déterminer la proportion, on se réfère aux statistiques fédérales<sup>8</sup>.

Les statistiques présentées associent également chaque agent énergétique à une étiquette "Fossile" (Mazout, Gaz et partie du CAD), "Renouvelable" (Bois, PAC, Solaire Thermique et partie du CAD) ou "Inconnu" lorsqu'aucune information ne permet de savoir comment les besoins en chaleur sont couverts.

Le CAD est associé aussi bien à "Renouvelable" et qu'à "Fossile", selon le mix qui alimente ses chaudières (voir Tableau 22). Les différentes chaudières sont principalement alimentées par le bois communal (non comptabilisé dans "Bois") avec un appoint de gaz, nécessaire au bon fonctionnement (technique et économique) du système.

Les PAC sont catégorisées "Renouvelable" bien que l'origine de l'Energie électrique nécessaire à son fonctionnement ne le soit pas totalement, on soutire néanmoins la majeure partie de l'énergie de l'environnement, par définition renouvelable.

---

<sup>8</sup> La part d'énergie thermique produite par résistance directe est basée sur les statistiques fédérale "Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2017 nach Verwendungszwecken

### Bilan de l'énergie thermique (Territoire communal)

Sur les 231 GWh d'énergie thermique, l'énergie utile (192 GWh) représente 83% de l'énergie finale, les 17% restants (39 GWh) étant des pertes notamment dues au rendement des chaudières et aux pertes de distribution.

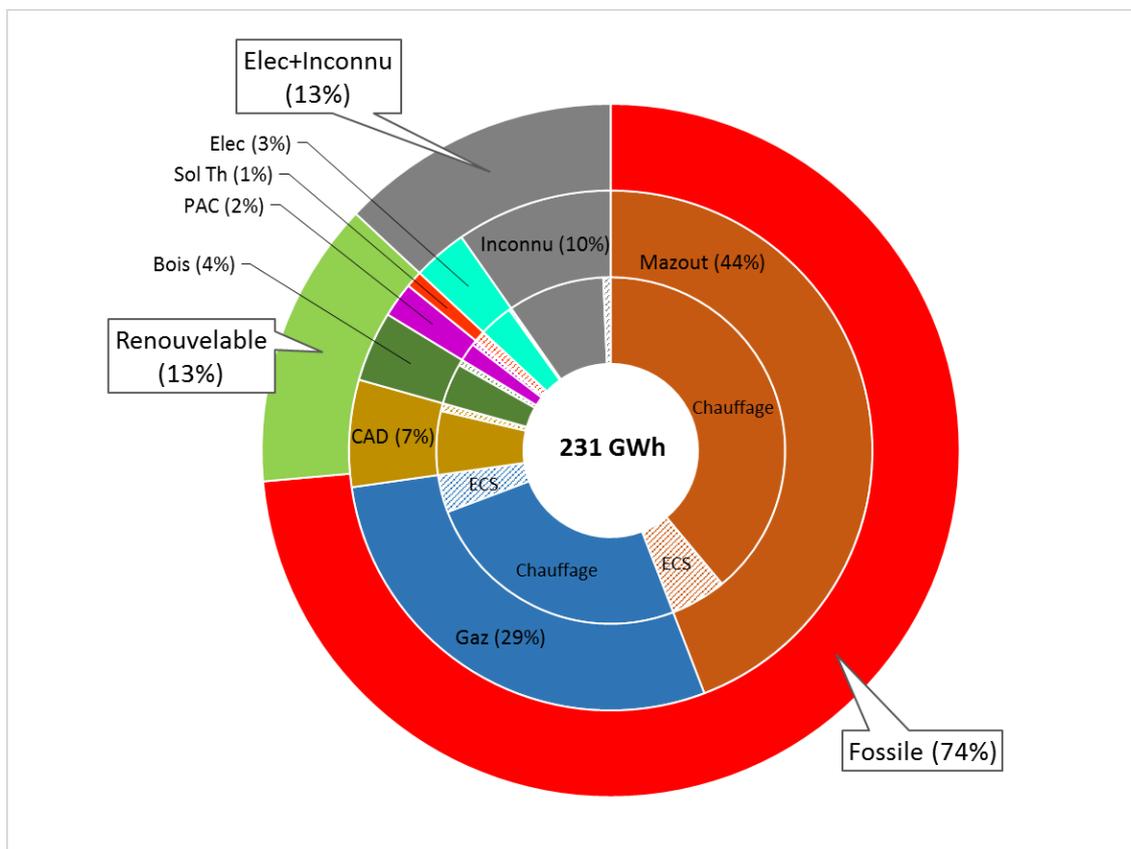


Figure 4: Répartition de l'énergie thermique finale en trois cercles concentriques : Le cercle extérieur vise à représenter la proportion d'énergie fossile, renouvelable et d'origine inconnue. Le second cercle représente la proportion de chaque agent énergétique. La part d'énergie nécessaire au chauffage des locaux ou à la préparation d'ECS (hachuré) est représentée dans le troisième cercle.

L'énergie fossile représente la plus grosse part de l'approvisionnement énergétique de la commune (74%). La part de renouvelable est de 13% tandis que les 13% restant sont d'origine inconnue. En se basant sur la moyenne nationale, on peut estimer qu'environ 25% de cette dernière part est du chauffage électrique.

L'énergie thermique est utilisée à 88% pour le chauffage et à 12% pour l'ECS.

La Figure 5 offre une vision de la répartition de l'énergie thermique finale de l'ensemble des bâtiments répartie entre Logement, Industrie, Agriculture, Industrie, Service et Transport.

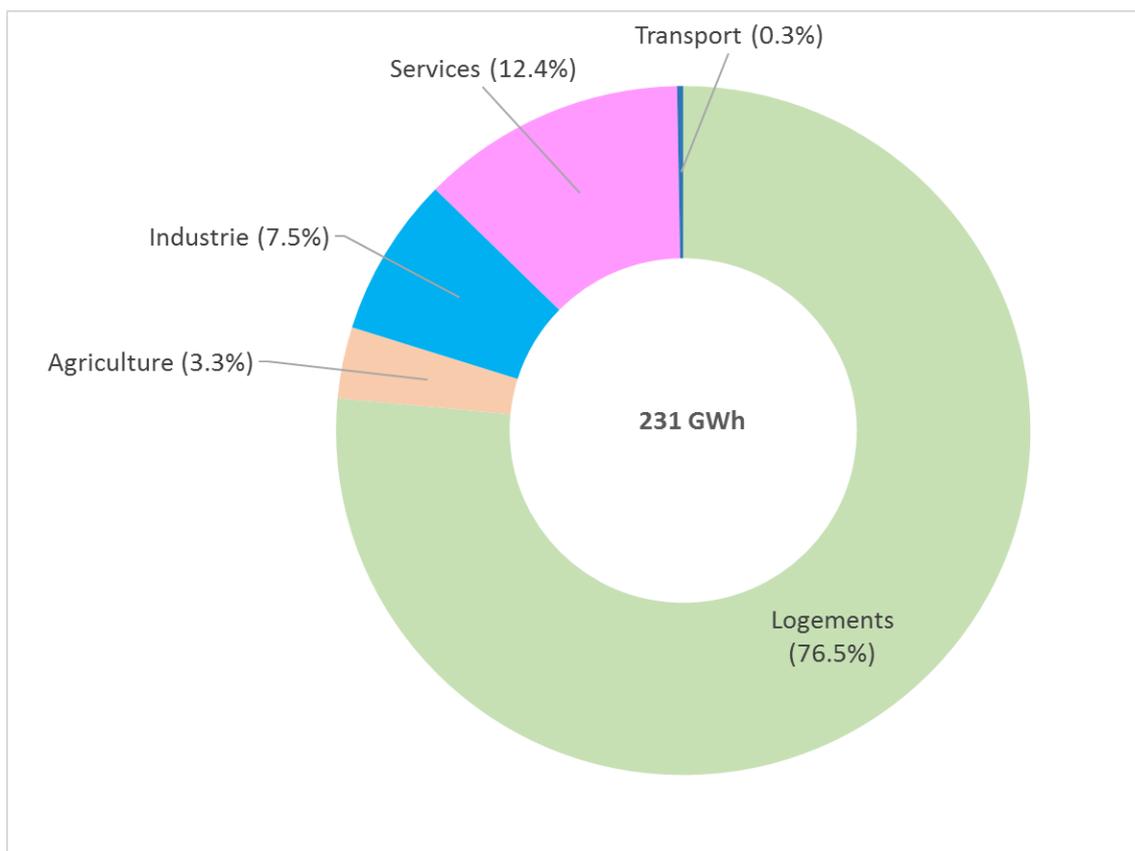


Figure 5: Répartition de la chaleur utile pour l'ensemble des bâtiments du territoire communal.



La Figure 7 offre une vision de la répartition de l'énergie utile des bâtiments communaux répartie entre Logement, Industrie, Agriculture, Industrie, Service et Transport.

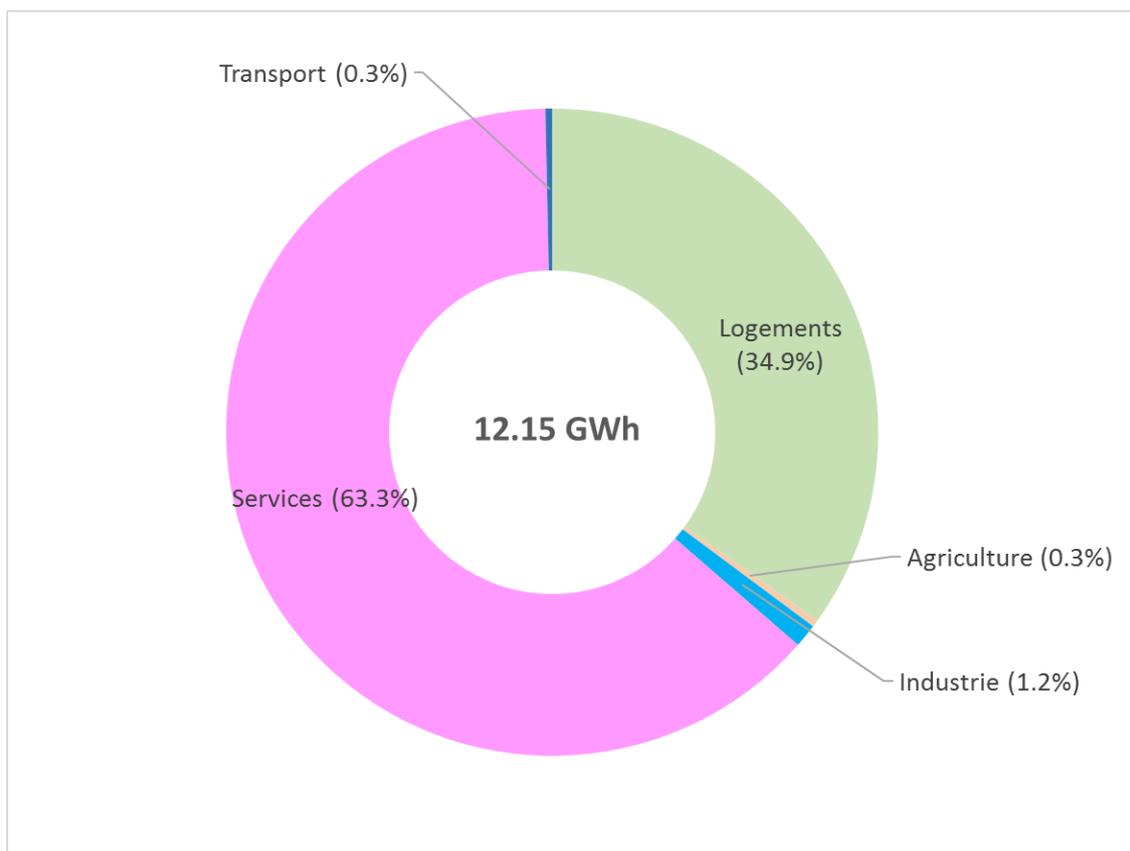


Figure 7: Répartition de la chaleur utile pour l'ensemble des bâtiments appartenant à la commune.

### 3.2.2 Consommation d'énergie thermique (froid)

L'établissement de la demande de froid sur le territoire communal est réalisé sur la base des consommations de climatisation (norme SIA|2024). Les bases de données concernant le froid industriel étant incomplètes ou inexistantes il n'existe à ce jour aucune méthode pour en évaluer précisément le besoin. Hormis les industries, dont les besoins sont intrinsèquement liés au processus, Val-de-Ruz n'héberge aucun grand demandeur de froid permanent (Stockage frigorifique, serveur de grande taille). Les différentes zones commerciales présentes sur la commune représentent des demandeurs potentiels qu'il conviendrait d'analyser au cas par cas.

Froid	EUtile
	GWh
Ensemble	1.98
Bâtiments communaux	0.13

Tableau 2: Demande en énergie utile calculée pour l'ensemble des bâtiments et pour les bâtiments communaux.

### 3.2.3 Consommation d'énergie électrique

#### **Consommation d'énergie électrique (Territoire communal)**

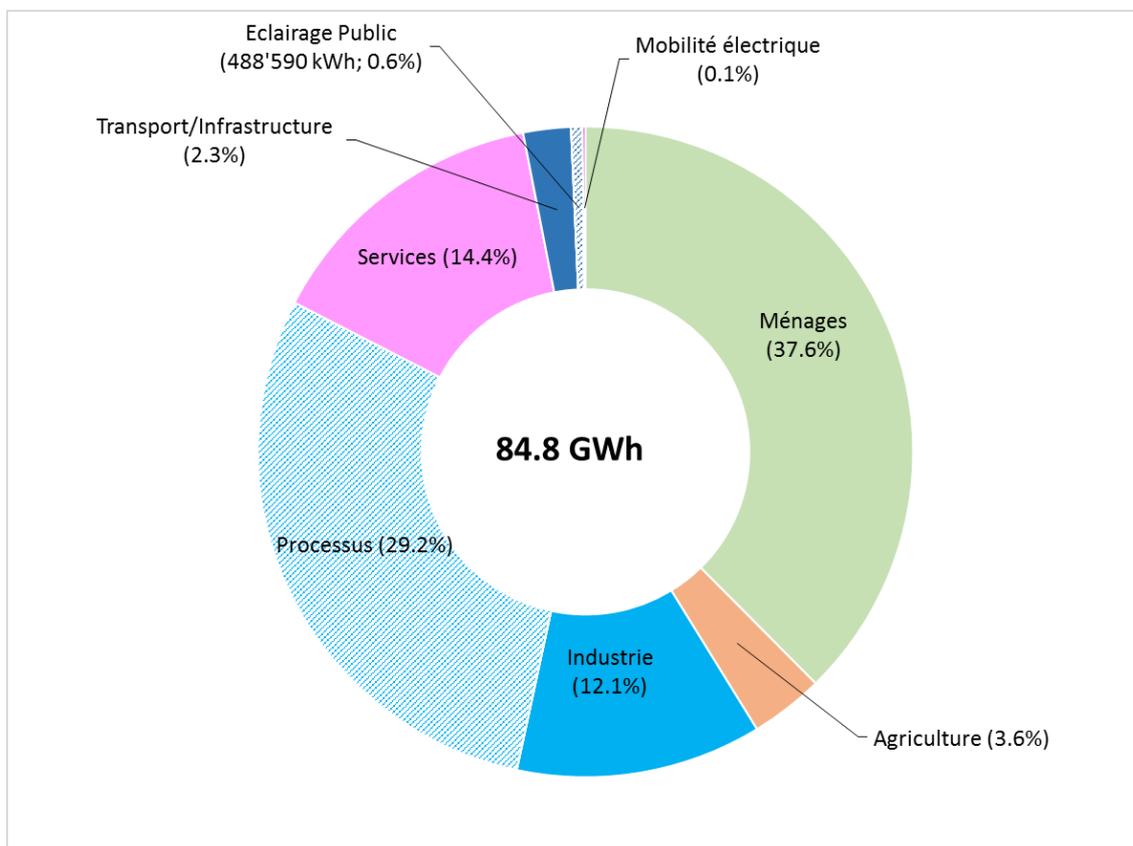
Au total 85 GWh d'énergie électrique sont consommés sur l'ensemble des bâtiments présent sur le territoire communal.

La part d'énergie résultante des procédés industriels n'est pas géolocalisée, mais déduite en soustrayant la part modélisée hors processus à la quantité d'énergie de toute l'industrie pour l'ensemble de la commune fournie par le GRD (Voir § 9.2.2: Comparaison avec les données du GRD). Elle représente 25 GWh.

La consommation électrique de l'éclairage public indiquée dans ce bilan est celle mesurée sur l'année 2016. En effet, depuis décembre 2018, la commune de Val-de-Ruz a initié un programme d'économie d'énergie sur ce poste en éteignant une partie de cet éclairage durant une partie de la nuit. Les économies engendrées par cette mesure se montent à 0.17 GWh.

Une part encore faible de la consommation électrique est utilisée pour la mobilité électrique.

La répartition de la consommation entre les différents consommateurs est indiquée à la Figure 8.



*Figure 8: Consommation d'Énergie électrique pour l'ensemble des bâtiments présents sur le territoire communal ainsi que pour les processus industriels. A noter que les 488'590 kWh pour l'éclairage public sont signalés de manière séparée dans ce graphique. Dans le reste de l'étude, ils sont compris dans la catégorie Transport/Infrastructure.*

### Consommation d'énergie électrique (Bâtiments communaux)

La consommation des bâtiments du patrimoine communal représente 4.4 GWh, soit 7.4% du territoire communal.

La répartition de la consommation entre les différents consommateurs est indiquée à la Figure 9.

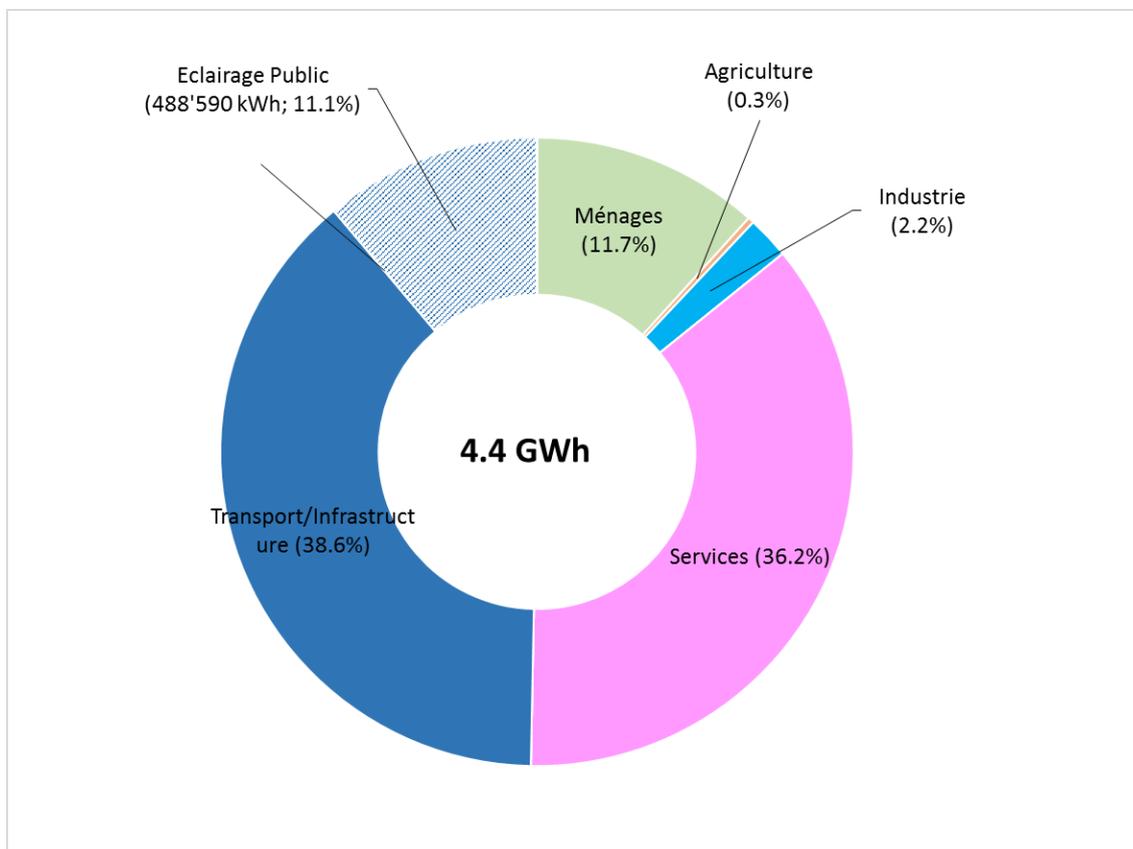


Figure 9: Consommation d'Énergie électrique pour l'ensemble des bâtiments présents sur le territoire communal. A noter que les 488'590 kWh pour l'éclairage public sont signalés de manière séparée dans ce graphique. Dans le reste de l'étude, ils sont compris dans la catégorie Transport/Infrastructure.

### 3.2.4 Consommation de carburant

L'impact de la mobilité sur les consommations de la commune est établi conformément à la méthode de l'outil de bilan pour les communes et régions "Région-Energie". :

#### Véhicules :

Seul le nombre de véhicules immatriculés dans la commune étant connu. Leur répartition par type de motorisation est faite sur la base de la statistique du canton de Neuchâtel.

La répartition des véhicules appartenant aux services communaux est faite sur la base de l'inventaire 2018.

#### Part pour carburant aérien et pour le rail :

L'énergie consommée pour ce poste se calcule en fonction du nombre d'habitants

Le Tableau 3 résume les calculs effectués pour l'ensemble de la commune et le Tableau 4 pour le parc véhicule appartenant aux services communaux.

Ensemble de la commune							
			Nombre	Energie Primaire	Facteur EP	Energie Finale	
			-	MWh	MJéq/MJ	MWh	
<b>Véhicules</b>			<b>10'591</b>	<b>109'013</b>		<b>87'079</b>	
Détail	Essence	68.3%	7'229	74'407	1.27	58'588	
	Diesel	30.1%	3'192	32'853	1.21	27'151	
	Electrique	0.3%	27	279	2.51	111	
	Gaz	0.0%	0	0	1.14	0	
	Autres	1.4%	143	1'475	1.2	1'229	
<b>Part pour carburant Aérien</b>				<b>38'512</b>	1.17	<b>32'916</b>	
<b>Part pour rail</b>				<b>20'737</b>	3.14	<b>6'604</b>	
<b>Total</b>			<b>100.0%</b>	<b>168'262</b>		<b>126'600</b>	

Tableau 3: Résumé de l'énergie primaire et finale résultante du parc automobile<sup>9</sup> ainsi que de la part imputée, au trafic aérien (260 W par habitant) et ferroviaires (140W par habitant)<sup>10</sup>.

Parc appartenant à la commune							
			Nombre	Energie Primaire	Facteur EP	Energie Finale	
			-	MWh	MJéq/MJ	MWh	
<b>Véhicules Communaux</b>			<b>32</b>	<b>329</b>		<b>271</b>	
Détail	Essence	6.3%	2	21	1.27	16	
	Diesel	93.8%	30	309	1.21	255	
	Electrique	0.0%	0	0	2.51	0	
	Gaz	0.0%	0	0	1.14	0	
<b>Total</b>			<b>100.0%</b>	<b>329</b>		<b>271</b>	

Tableau 4: Résumé de l'énergie primaire et finale résultante du parc automobile communal.

#### Extrapolation de la demande d'ici à 2050

La modélisation de l'évolution de la demande en énergie du parc automobile est dépendante d'une multitude de facteurs (géopolitique, environnemental, sociétal, ...) qu'il est impossible de prédire avec assurance. La modélisation faite dans le cadre de cette étude sert à fixer des ordres de grandeur en utilisant les hypothèses formulées par la confédération.

<sup>9</sup> Hypothèses : Consommation moyenne 8.2 lt/100km, 14'000km/an/véhicule

<sup>10</sup> Hypothèse actuellement utilisée dans l'outil Région-énergie pour l'aide à l'établissement du bilan pour les communes et les régions, version 1.21

La stratégie 2050 de la Confédération prévoit une électrification du parc automobile à hauteur de 40% d'ici à 2050. Le 60% du parc restant devrait diminuer sa consommation de 50% par rapport à l'état actuel. De plus un changement comportemental face à la mobilité devrait amener une économie de 15% supplémentaire, sur tous les types de mobilité. De plus l'hypothèse est faite d'une augmentation du nombre de véhicules de 10% d'ici à 2050.

Cette hypothèse est modélisée pour l'élaboration des besoins en suivant une progression linéaire. Le résultat chiffré pour l'année 2050 est présenté dans le Tableau 5 (ensemble des véhicules) et dans le Tableau 6 (véhicules communaux).

Ensemble de la commune							
				Nombre	Energie Primaire en 2050	Facteur EP	Energie Finale en 2050
				-	MWh	MJéq/MJ	MWh
<b>Véhicules</b>				<b>11'650</b>	<b>50'964</b>		<b>32'579</b>
	<i>Détail</i>	<i>Essence</i>	41.1%	4'783	20'925	1.27	16'476
		<i>Diesel</i>	18.1%	2'112	9'239	1.21	7'635
		<i>Electrique</i>	40.0%	4'660	20'385	2.51	8'122
		<i>Gaz</i>	0.0%	0	0	1.14	0
		<i>Autres</i>	0.8%	95	415	1.2	346
<b>PartpourcarburantAérien</b>					<b>37'839</b>	<b>1.17</b>	<b>32'341</b>
<b>Partpourrail</b>					<b>20'375</b>	<b>3.14</b>	<b>6'489</b>
<b>Total</b>			<b>100.0%</b>		<b>109'177</b>		<b>71'408</b>

Tableau 5 : Résumé de l'énergie primaire et finale du parc automobile envisagée en 2050 ainsi que de la part imputée, au trafic aérien (260 W par habitant) et ferroviaires (140W par habitant).

Parc appartenant à la commune							
				Nombre	Energie Primaire en 2050	Facteur EP	Energie Finale en 2050
				-	MWh	MJéq/MJ	MWh
<b>VéhiculesCommunaux</b>				<b>35</b>	<b>154</b>		<b>101</b>
	<i>Détail</i>	<i>Essence</i>	3.75000%	1	6	1.27	5
		<i>Diesel</i>	56.25000%	20	87	1.21	72
		<i>Electrique</i>	40.0%	14	62	2.51	25
		<i>Gaz</i>	0.0%	0	0	1.14	0
<b>Total</b>			<b>100.0%</b>		<b>154</b>		<b>101</b>

Tableau 6 : Résumé de l'énergie primaire et finale résultante du parc automobile communal envisagé en 2050.

### 3.3 Production d'énergies renouvelables

La commune dispose d'un grand nombre de ressources permettant la production d'énergie renouvelable qu'il conviendra d'exploiter davantage.

L'énergie thermique renouvelable actuellement produite est issue majoritairement de l'exploitation de l'énergie-bois, que ce soit pour alimenter les différents réseaux de chaleur à distance ou dans des chaudières individuelles. L'exploitation de PAC représente la seconde part, suivi de l'exploitation de panneaux solaires thermiques.

#### 3.3.1 Production d'énergie thermique renouvelable (chaleur / froid)

##### ***Territoire communal***

Selon les informations transmises par le SENE, par la commune et par les exploitants de CAD, à savoir :

- la liste des panneaux solaires thermiques connus,
- la liste des pompes à chaleur connues et
- la liste des raccordements aux différents CAD ainsi que leurs producteurs de chaleur et
- la liste des chaudières,

la quantité d'énergie thermique finale produite sur l'ensemble du territoire communal de façon renouvelable se monte à 30 GWh et couvre 13% du besoin. La répartition de cette production est visible à la Figure 10 et son détail consultable dans le Tableau 22.

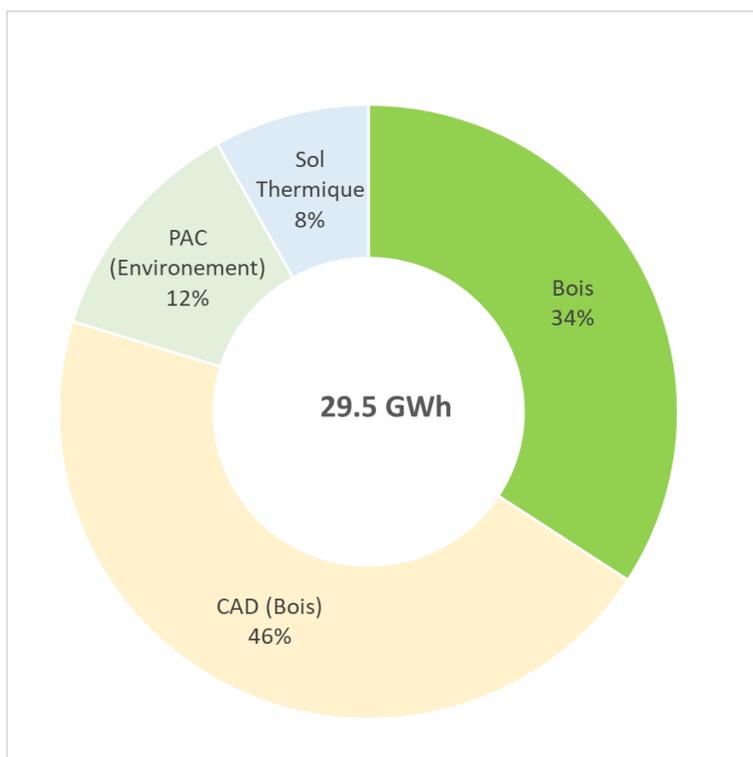


Figure 10: Répartition de l'origine de la chaleur thermique renouvelable sur le territoire communal.

### **Bâtiments communaux**

Des représentations équivalentes, ne prenant en compte que les bâtiments communaux, sont données en Figure 11 et dans le Tableau 23. Les bâtiments communaux sont approvisionnés par 6 GWh d'énergie thermique renouvelable, couvrant 49% de leurs besoins.

La production d'énergie thermique renouvelable dans les bâtiments appartenant à la commune se monte à 6 GWh, ce qui représente 19% du total produit sur la commune.

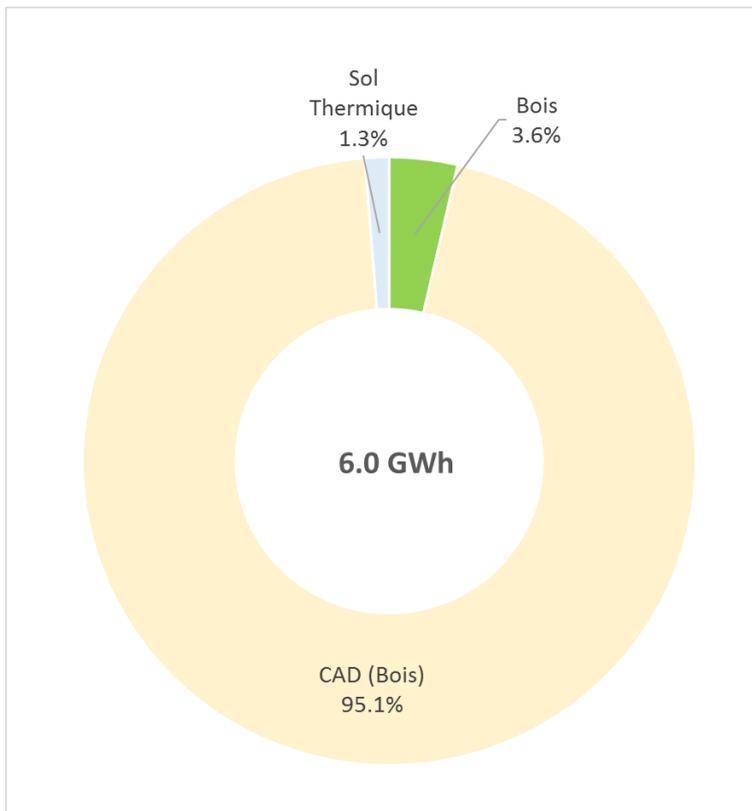


Figure 11: Répartition de l'énergie thermique produite sur les bâtiments communaux

### 3.3.2 Production d'énergie électrique renouvelable

#### **Territoire communal**

L'électricité produite localement de façon renouvelable sur le territoire communal provient

- de l'exploitation de panneaux solaires photovoltaïques (PV) installés sur les toitures des bâtiments (5.5 GWh),
- de l'exploitation de l'installation couplage chaleur force (CCF) de Cernier exploité par Agreenergie SA (0.9 GWh) et,

On ajoutera que, selon le mix du distributeur, une partie du courant du réseau est également renouvelable, mais n'est pas produit localement. Cette part se monte à 37.2 GWh. Le reste, la part non-renouvelable provenant du réseau, se monte à 16.4 GWh

#### **Bâtiments communaux**

La production locale renouvelable se monte à

- 0.2 GWh par exploitation de panneaux solaires photovoltaïques (PV) installés sur les toitures des bâtiments

Au bénéfice d'un approvisionnement électrique 100% renouvelable, on notera également que le reste de l'énergie du réseau (4.2 GWh) est renouvelable, mais n'est pas produite localement.

Le détail de cette répartition est résumé dans le Tableau 7.

Répartition Electrique		Tous les bâtiments		Bâtiments communaux	
		%	GWh	%	GWh
<b>PV</b>			<b>5.4</b>		<b>0.2</b>
<b>CCF</b>			<b>0.9</b>		
<b>Part du réseau</b>			<b>78.5</b>		<b>4.2</b>
<b>Détail</b>		<b>(marquage)</b>		<b>(marquage)</b>	
Renouvelable	Hydraulique	61.7%	48.44	54.0%	2.28
	Solaire	3.2%	2.55	34.0%	1.44
	Eolien	0.14%	0.11	10.2%	0.43
	Biomasse	3.1%	2.44	1.8%	0.08
	Géothermie	0.0%	0.00	0.0%	0.00
	Déchets	1.2%	0.94	0.0%	0.00
Fossile	Pétrole	0.0%	0.00	0.0%	0.00
	Gaz	0.2%	0.16	0.0%	0.00
	Charbon	0.0%	0.00	0.0%	0.00
	Nucléaire	17.8%	13.97	0.0%	0.00
	AE non vérifiable	12.6%	9.89	0.0%	0.00
<b>Conso totale</b>			<b>84.8</b>		<b>4.4</b>

*Tableau 7: Energie électrique renouvelable distribuée sur l'ensemble des bâtiments du territoire communal ainsi que sur les bâtiments appartenant à la commune avec le détail de la part approvisionnée par le distributeur selon le mix officiel publié en 2017.*

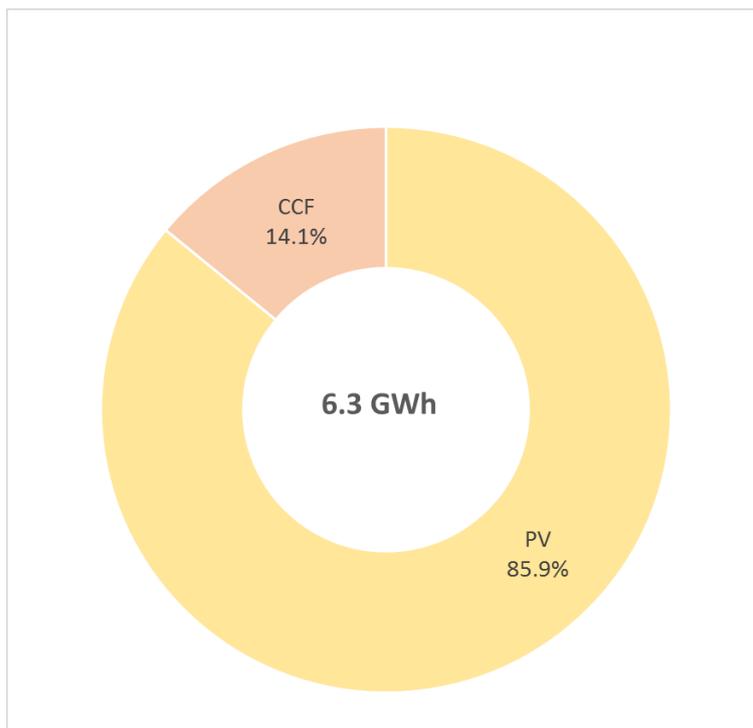


Figure 12: Répartition de la production locale d'énergie électrique renouvelable distribuée sur l'ensemble des bâtiments du territoire communal.

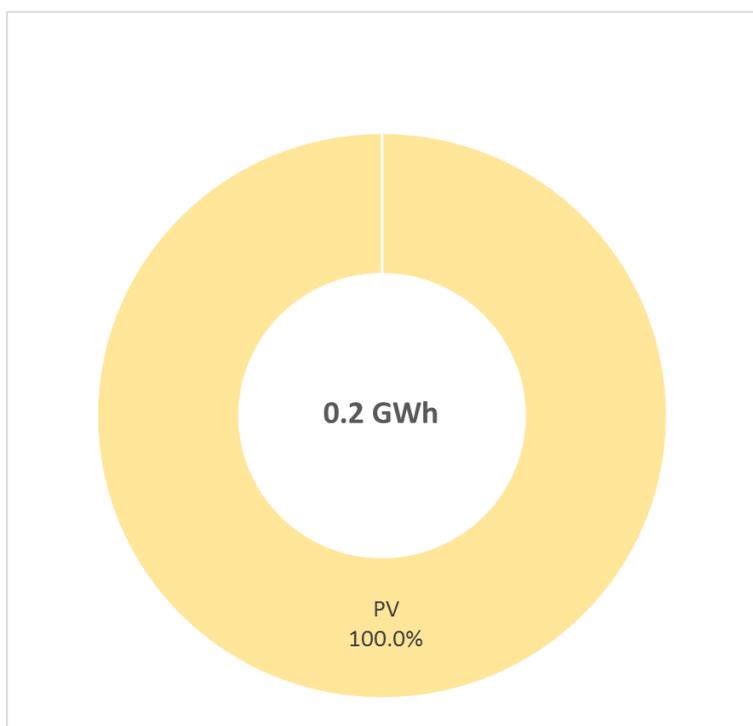


Figure 13: Répartition de la production locale d'énergie électrique renouvelable distribuée sur l'ensemble des bâtiments appartenant à la commune.

### 3.4 Réseaux de transport et distribution de l'énergie

La commune de Val-de-Ruz dispose de 8 réseaux de chauffage à distance plus ou moins étendus (voir Tableau 8 et Figure 14). Les CAD "Vivaldis", "Chézard-Saint-Martin" et "Collège Coffrane" totalisent à eux trois près de 140 bâtiments. Les autres se limitent à quelques bâtiments de villas contiguës ou de bâtiments rattachés à une chaudière commune ils sont parfois qualifiés de mini-CAD.

<b>Nom</b>	<b>Nombre de bâtiments raccordés</b>	<b>Année de mise en service</b>
CAD Vivaldis	93	2015
CAD Chézard-Saint-Martin	23	1991
CAD Collège Coffrane	22	2008
CAD Collège Savagnier	3	1994
CAD Collège Fontaines	5	2007
CAD Le Vanel	4	2018
CAD Vilars	3	2008
CAD PPE Chemin des Mésanges 2à12	7	2010

*Tableau 8: Liste des CAD et mini-CAD recensés sur la commune.*

Comme présenté à la Figure 14, un vaste réseau de distribution de gaz exploité par l'entreprise Viteos SA couvre une grande partie du territoire communal.

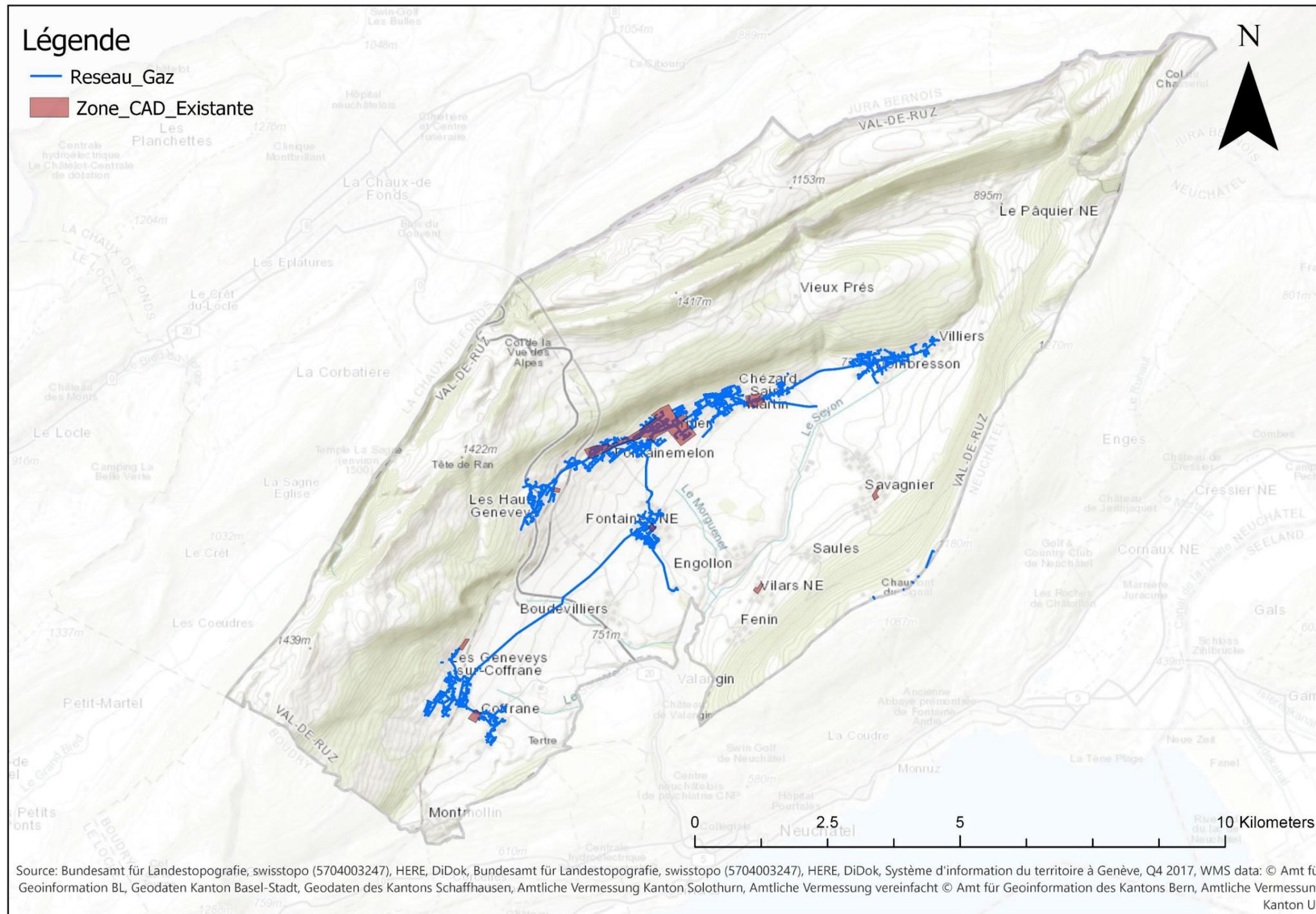


Figure 14: Aperçu de l'étendue du réseau de distribution de gaz et des zones de CAD sur le territoire communal.

## 4 VISION ET LIGNES DIRECTRICES

### 4.1 Vision à long terme

Notre commune vise les objectifs de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération, elle est économe et responsable face à son développement énergétique, elle vise d'ailleurs son autonomie dans ce domaine

### 4.2 Lignes directrices

Les 6 piliers principaux du concept énergétique de la commune sont :

- I. Concrétisation des différents parcs éoliens sur le territoire communal
  - Joux-de-Plâne – Les 4 Bornes
  - Mont-Perreux – Le Gurnigel
  - Crêt-Meuron – Tête-de-Ran
- II. Étendre et créer des réseaux de chauffage à distance
  - Adapter le règlement de construction communal pour rendre les nouveaux raccordements obligatoires dans les zones couvertes par le CAD.
  - Etablir un cadre légal afin de pouvoir valider les prix de l'énergie et des raccordements sur le réseau
  - Favoriser le recours aux ressources renouvelables locales pour les chaudières des réseaux (bois-énergie, valorisation des rejets, ...)
- III. Informier et conseiller les propriétaires sur l'intérêt d'effectuer des rénovations selon un standard plus exigeantes que celui fixées au niveau cantonal par la LCEn.
  - Lors de rénovations, on insistera sur la possibilité d'atteindre 100% de la valeur limite pour les besoins en énergie thermique pour tous les bâtiments (au lieu de 125% imposé légalement)
  - Les bâtiments communaux seront également rénovés de façon à atteindre un besoin en énergie thermique identique à un bâtiment neuf (ou mieux, selon les possibilités économiques et techniques).
- IV. Renforcer l'efficacité énergétique du patrimoine et des services communaux
  - Réaliser des audits énergétiques des bâtiments et installations communales
  - Réaliser les nouvelles constructions ou installations communales selon les standards de très haute efficacité énergétique
  - Sensibiliser l'administration aux économies d'énergie en veillant à mettre en place les mesures adéquates
- V. Promouvoir l'efficacité énergétique et la production d'énergie renouvelable au sein de la commune
  - Encourager la rénovation et l'assainissement des installations techniques des bâtiments sur tout le territoire communal.
  - Encourager la substitution des agents fossiles par des renouvelables
  - Soutenir les mesures de réduction des consommations d'énergies pour l'ensemble de son tissu socioéconomique local (p.ex. pour les gros consommateurs)
  - Mettre en place des mesures incitatives de valorisation des énergies renouvelables indigènes (p. ex. aides financières, facilitations de procédures, réglementation, etc.)
  - Encourager l'utilisation des appareils et des luminaires économes
  - Veiller au développement urbain intégrant les transports publics et la mobilité douce
- VI. Suivi et communication de la situation énergétique de la commune
  - Mettre en place un suivi énergétique des bâtiments communaux (monitoring).
  - Recueillir les informations et suivre la situation énergétique et climatique du territoire communal avec des indicateurs pertinents ;
  - Informer régulièrement sur les actions de politique énergétique de la Commune
  - Mettre à disposition des informations facilitant la prise de décision des habitants

## 5 POTENTIELS ÉNERGÉTIQUES DE LA COMMUNE

### 5.1 Potentiel d'économie d'énergie

La première mesure de la stratégie énergétique 2050 de la confédération est l'économie d'énergie. Ce premier paragraphe présente les principaux potentiels d'économie de la commune.

#### 5.1.1 Economie d'énergie thermique (Chaleur / froid)

##### **Rénovation des bâtiments**

Dans une commune comme Val-de-Ruz où la part d'énergie thermique consommée par les logements (77%) est prépondérante, le plus grand potentiel d'économie réside dans la rénovation des bâtiments. En effet, les logements requièrent de l'énergie thermique pour le chauffage et l'ECS.

L'ECS présente un faible potentiel d'économie d'énergie utile, car sa consommation découle de besoins de première nécessité incompressibles (douches, cuisine, ...).

La rénovation des bâtiments, en particulier l'amélioration de l'isolation de l'enveloppe, permet de diminuer la demande en énergie sans modifier le confort des résidents. C'est pourquoi elle est indispensable à la baisse de demande en énergie thermique. La rénovation des bâtiments présente également l'avantage d'étendre les possibilités techniques envisageables lors d'un assainissement du producteur de chaleur. Par exemple, un bâtiment rénové requiert une puissance moins grande ou/et une température de départ moins haute, atteignable par une pompe à chaleur. Au contraire, sans rénovation, il n'existe parfois pas de pompe à chaleur capable de couvrir les besoins.

En appliquant les valeurs limites des besoins de chaleur de la norme SIA 380|1:2016, selon le scénario ambitieux envisagé, à savoir 100% de la valeur limite prévue pour un bâtiment à construire de caractéristiques identiques et 90% de cette même valeur limite pour les bâtiments communaux (Voir valeurs Tableau 10).

**L'économie d'énergie thermique utile possible (50% d'économie par rapport à 2018) est de**  
**95 GWh pour l'ensemble de la commune**  
**5.4 GWh pour les bâtiments appartenant à la commune**

Ce potentiel maximal est toutefois théorique ; il suppose que tous les bâtiments seraient rénovés. Pour fixer un ordre de grandeur, au regard d'un taux de rénovation d'un pourcent par an, une telle rénovation prendrait un siècle. Ceci montre néanmoins l'énorme potentiel qui réside dans la rénovation énergétique des bâtiments.

L'économie possible est également représentée graphiquement en Figure 15.

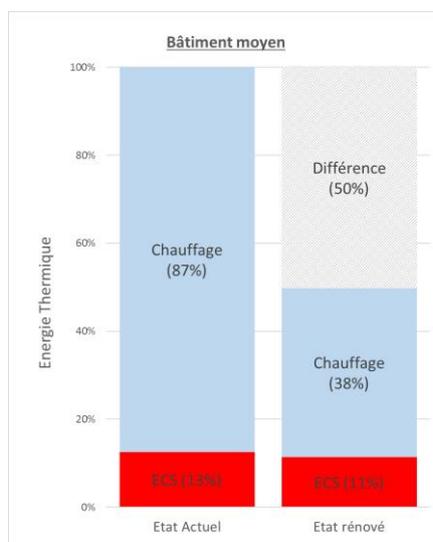


Figure 15: Economie théorique possible sur un bâtiment moyen type.

### **Optimisation**

L'optimisation des installations technique des bâtiments (chauffage, distribution, ...) est, d'une manière générale une excellente façon de réduire la consommation d'énergie finale des bâtiments. Dans la pratique, on constate qu'une diminution moyenne de 4% de la consommation thermique est atteignable par ce biais.

La consommation d'énergie thermique finale étant de 231 GWh pour l'ensemble de la commune, respectivement à 12.2 GWh pour les bâtiments appartenant à la commune.

**On peut estimer l'économie générée à**

**9.2 GWh pour l'ensemble de la commune, respectivement à**

**0.5 GWh pour les bâtiments appartenant à la commune.**

#### 5.1.2 Economie d'énergie électrique

### **Chauffage électrique et ECS**

L'énergie utilisée par des chauffages électriques et des chauffe-eau à résistance électrique est actuellement estimée à 7.8 GWh pour l'ensemble des bâtiments de la commune et à 0.87 GWh pour les bâtiments appartenant à la commune.

La suppression des chauffages électriques représente dont un potentiel de.

**L'économie électrique escomptée est de**

**7.8 GWh pour l'ensemble de la commune, respectivement à**

**0.87 GWh pour les bâtiments appartenant à la commune.**

### **Eclairage public**

L'éclairage de la Commune de Val-de-Ruz est assuré par différents types d'éclairages. L'inventaire 2016 de l'éclairage fait état de 2124 sources (44% LED, 28% Sodium tubulaire, 15% Iodure métallique, 6% Fluo compacte, 4% Sodium ballon, 3% Autres). Val-de-Ruz est devenue, en 2018, la première commune de Suisse à mettre en place l'extinction de l'éclairage public durant la nuit. En éteignant l'éclairage public entre 0h00 et 04h45 du matin sur l'ensemble du réseau (à l'exception des passages piétons) la commune vise à passer de 4'200 h d'éclairage à 100% à 2'470 h. Selon les calculs estimatifs effectués par Groupe E lors de l'étude du projet,

**cette économie représentera**

**0.17 GWh pour l'ensemble de la commune**

### **Optimisation**

L'optimisation des installations technique des bâtiments est, d'une manière générale une excellente façon de réduire la consommation d'énergie finale des bâtiments. Dans la pratique, on constate qu'une diminution moyenne de 4% de la consommation électrique est atteignable par ce biais.

La consommation d'énergie électrique étant de 59.9 GWh pour l'ensemble de la commune, respectivement à 4.4 GWh pour les bâtiments appartenant à la commune.

**On peut estimer l'économie générée à**

**2.4 GWh pour l'ensemble de la commune, respectivement à**

**0.18 GWh pour les bâtiments appartenant à la commune.**

### 5.1.3 Economie de carburants

Une économie de carburant pour l'ensemble du territoire communal peut être encouragée par différents biais, que sont

- l'amélioration du réseau de transports publics (cadence, couverture),
- la mise en place et l'entretien de réseaux de mobilité douce,
- l'encouragement au remplacement de véhicules peu efficaces (pose de bornes de recharge pour véhicules électriques),
- l'augmentation du nombre de cartes journalières mises à la disposition des habitants à prix réduit (actuellement au nombre de 6) et
- la mise en place d'un réseau de vélos (électriques) en libre-service

La quantification précise du carburant économisé par la mise en place de telles mesures reste impossible à réaliser sans une étude approfondie. La modélisation de l'évolution se base donc sur les hypothèses suivantes <sup>11</sup>:

- Augmentation de la consommation due aux nouveaux véhicules de 10% d'ici à 2050 (contre 20% pour le scénario naturel).
- Passage à la motorisation électrique à hauteur de 50% du parc d'ici 2050 (contre 40% pour le scénario naturel)
- Diminution de la consommation de moitié des véhicules thermiques restants.
- Economie "comportementale" des automobilistes ainsi que celle due au report modal de 20% (contre 10% pour le scénario naturel)

A l'échelle de l'administration communale, les mesures pouvant être prises sont sensiblement les mêmes. On insistera de plus sur la sensibilisation des collaborateurs à la nécessité d'effectuer des déplacements ou par l'encouragement des téléconférences.

## 5.2 Potentiel de production d'énergies renouvelables

La commune de Val-de-Ruz dispose de potentiels de production d'énergie.

Le potentiel de production d'énergie thermique réside dans l'exploitation des toitures pour la production solaire thermique et dans l'exploitation des grandes forêts qu'elle compte sur son territoire, qui pourraient fournir de l'énergie-bois.

Le potentiel de production d'électricité réside dans les projets de parcs éoliens ainsi que dans l'exploitation du grand nombre de bâtiments pertinents pour l'installation d'énergie solaire photovoltaïque. Potentiel de production d'énergie électrique éolienne

### 5.2.1 Potentiel de production d'énergie thermique solaire

Contrairement aux panneaux solaires photovoltaïques qui produisent de l'énergie électrique que l'on peut transformer facilement pour différentes utilisations (préparation d'ECS, alimentation de PAC, consommation électrique courante, recharge de véhicules électriques), les panneaux solaires thermiques ne peuvent servir qu'à la production d'ECS. Tenant compte de ces considérations pratiques et de la chute des prix des panneaux PV, la pose de nouveaux panneaux solaires thermiques, pour équiper des bâtiments existants est de moins en moins pertinente. Pour les bâtiments à construire, la pose de panneau solaires est prise en compte conformément à la loi. On fait l'hypothèse d'une installation de panneaux solaires thermiques couvrant en moyenne 50% de l'énergie nécessaire à la préparation d'ECS de chaque bâtiment.

**Selon ces considérations, la surface qui pourrait-être couverte par des panneaux solaires thermiques est de 19'900 m<sup>2</sup>, fournissant environ 9 GWh, permettant de couvrir 3.8% des besoins en énergie thermique actuels de la commune.**

---

<sup>11</sup> Hypothèses pour le scénario naturel: "Conception directrice de l'énergie - Rapport d'experts, Département du développement territorial et de l'environnement, Service de l'énergie et de l'environnement, 2016"

L'estimation du développement au cours du temps est réalisée par linéarisation au cours du temps en faisant l'hypothèse d'une progression constante de la production depuis les années 2000 jusqu'à la valeur actuelle connue.

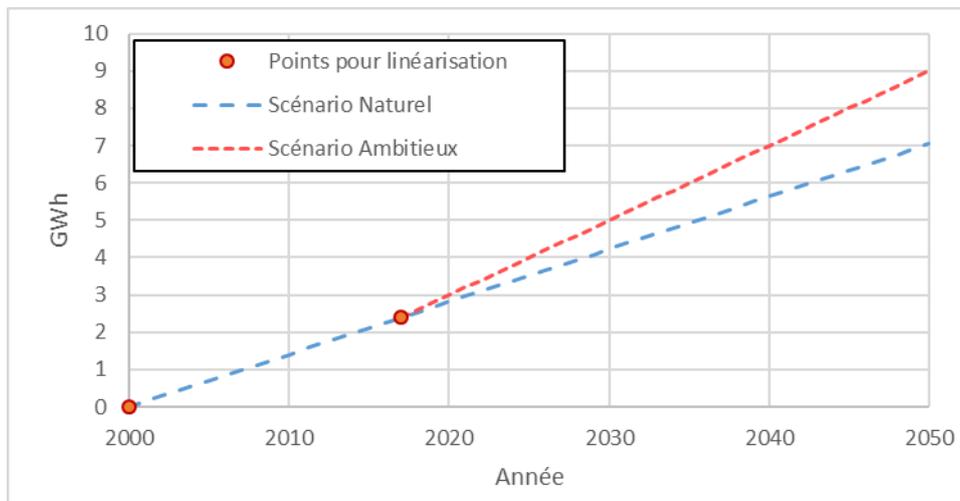


Figure 16: Progression estimée de la production d'énergie thermique solaire sur la commune. Le scénario ambitieux retenu nécessitera un soutien à l'installation de panneaux solaire thermiques puisque la progression actuelle (Scénario naturel) ne suffira pas à atteindre l'objectif.

### 5.2.2 Potentiel de production d'énergie thermique énergie-bois

Le territoire de la commune de Val-de-Ruz compte environ 6'000 ha de forêt exploitable (3'200 ha communaux et 2'800 ha de forêts privées)<sup>12</sup>. On prendra pour le calcul 5'800 ha. Les forêts sont actuellement gérées par quatre gardes forestiers répartis dans quatre cantonnements auxquels s'ajoutent trois ouvriers bûcherons et un apprenti forestier-bûcheron.

Selon les chiffres avancés dans les différents rapports « Cobel » les forêts neuchâteloises sont composées de 25% de feuillus et 75% de résineux<sup>13</sup>.

Selon les hypothèses de croissance naturelle des arbres proposés par l'outil « région-énergie », qui lui-même se base sur le « scénario A » prévu dans l'étude « Holznutzungs-potenziale im Schweizer Wald »<sup>14</sup> (voir Tableau 9), les feuillus livreraient annuellement 6'090 m<sup>3</sup> et les résineux 20'000 m<sup>3</sup> de bois rond.

Une fois déchetés on obtiendrait 17'000 stères m<sup>3</sup> de feuillus et 56'000 stères de résineux (facteur et région énergie Cobel 2.8).

En tenant compte de leur pouvoir calorifique respectif (teneur en eau de 25%), la commune disposerait de 17 GWh d'énergie bois provenant des feuillus et 39 GWh des résineux.

**Selon les hypothèses actuelles la commune dispose d'un potentiel énergie-bois d'environ 55 GWh**

Données (Région-énergie)	Feuillus	Résineux	Unités
Croissance	4.2	4.6	m <sup>3</sup> /ha
Pouvoir Calorifique d'un m <sup>3</sup> de copeaux	1050	700	kWh/Stère m <sup>3</sup>
Volume Copeau / Vol bois	2.8	2.8	Stère m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>

<sup>12</sup> <https://www.val-de-ruz.ch/fr/administration/services-communaux/foret/>

<sup>13</sup> Potentiel global annuel de bois énergie des forêts neuchâteloises, « rapport Cobel 2011 » (<https://www.ne.ch/autorites/DDTE/SFFN/forets/Documents/RapportCobel.pdf>)

<sup>14</sup> « Holznutzungs-potenziale im Schweizer Wald », étude réalisée en 2010 par Geo-Partner, sur mandat de l'OFEV.

Tableau 9 : Hypothèses selon l'outil « Région-énergie » pour le calcul du potentiel Energie-bois

L'estimation du potentiel bois-énergie varie fortement en fonction des hypothèses utilisées. Le scénario ambitieux présenté ici inclut la pleine exploitation du potentiel, en prenant également 100% du potentiel des forêts privées. Il se base également sur l'exploitation de tout l'excédent forestier et non d'une partie, comme envisagé dans certaines études.

### 5.2.3 Potentiel de production d'énergie Hydrothermique

L'exploitation hydrothermique des ressources hydrologiques est possible de deux façons :

Energie thermique chaude : Elle s'exploite généralement par l'intermédiaire de PAC qui parviennent à puiser de l'énergie thermique de l'eau et à rehausser la température de celle-ci. Les sources d'eau généralement utilisées sont les cours d'eau disposant d'un débit intéressant, les lacs et les nappes phréatiques.

Energie thermique froide : On utilise dans ce cas l'eau à sa température naturelle pour refroidir des installations ayant des besoins de froid.

Le principal cours d'eau de la commune, le Seyon ne présente pas un débit suffisant pour être intéressant.

**Selon les recherches de l'Institut Fédéral Suisse des Sciences et Technologies de l'Eau (EAWAG), Val-de-Ruz ne dispose pas de potentiel hydrothermique.<sup>15</sup>**

### 5.2.4 Potentiel de production d'énergie géothermique

La géothermie est caractérisée par la valorisation de la chaleur du sous-sol en énergie thermique ou électrique. Plusieurs types d'utilisation de cette énergie sont à distinguer :

- La géothermie faible profondeur ou très basse enthalpie : La géothermie basse température et faible profondeur ne dépasse généralement pas 400 m de forage vertical. La chaleur du sous-sol est ensuite extraite à l'aide de sondes géothermiques verticales (SGV) ou de géostructures énergétiques. Les niveaux de température atteints à de telles profondeurs (<20°C) ne permettant pas une utilisation directe de la chaleur, les SGV doivent donc être couplées à une PAC. Le COP dépend notamment de la différence entre la température de la source (le sol) et la température nécessaire pour la production d'ECS et/ou pour le système de chauffage, plus ce niveau de température est bas, meilleures seront les performances de l'installation. Lorsque des sondes géothermiques sont couplées à des panneaux solaires thermiques, le surplus de chaleur estival de ces derniers peut être stocké dans le sous-sol. Ceci permet d'améliorer les performances du système ainsi que la quantité d'énergie disponible dans le sous-sol durant la période de chauffe (recharge). Étant donné la faible température de la ressource, il est possible d'utiliser l'installation pour le rafraîchissement en direct ou grâce à une PAC réversible en fonction des niveaux de température en jeu.  
Pour satisfaire des besoins de chaleur importants ou pour mettre en place des CAD, il est possible de mettre en parallèle plusieurs SGV, formant ainsi un champ de sondes. Dans ce cas, il est également possible de stocker l'énergie solaire en été ou, éventuellement, la chaleur provenant de rejets thermiques industriels.
- La géothermie sur aquifères profonds : Quand on parle de géothermie sur aquifère profond, il s'agit de géothermie moyenne profondeur (entre 400 et 3'000 m). En fonction de la profondeur et de la composition du sous-sol, la température de l'eau des aquifères peut varier entre 25 et 100°C. Cette technologie consiste généralement à forer un doublet : deux forages dont un permet de pomper l'eau vers un (ou des) bâtiment(s) à chauffer et l'autre permet de rejeter cette eau dans le milieu naturel une fois son énergie thermique exploitée.  
En fonction de sa température, cette eau peut être valorisée directement ou à l'aide

<sup>15</sup> <https://thermdis.eawag.ch/fr/potential>

d'une PAC. Etant donné les coûts de mise en œuvre d'un système de ce genre, le potentiel énergétique doit être relativement important pour que l'installation soit rentable. Aussi, on préférera généralement valoriser cette énergie grâce à un réseau de chauffage à distance pouvant approvisionner une importante quantité de bâtiments, dont un certain nombre demandent de la chaleur tout au long de l'année (industries, bains thermaux, etc.).

- La géothermie grande profondeur (GGP) : La géothermie grande profondeur fait référence à des forages allant de 3'000 à plus de 5'000 m. On distingue deux types d'installations : les installations hydrothermales et pétrothermales.
  - Installations hydrothermales : Elles exploitent l'eau stockée dans les nappes souterraines de grande profondeur. Dans ce cas, mis à part la profondeur des forages, la technique d'exploitation est identique à celle de la géothermie moyenne profondeur. Les niveaux de température sont plus élevés.
  - Installations pétrothermales : La technique utilisée consiste à injecter de l'eau dans des formations souterraines karstiques (réseaux de fissures), puis à la récupérer par pompage, une fois réchauffée afin de valoriser son énergie thermique via un réseau de chaleur. L'eau est ensuite rejetée dans son milieu naturel via un autre puits. Il s'agit donc encore une fois d'un doublet. La température de l'eau peut varier entre 100 et 200°C environ (voire davantage si le forage est plus profond que 5'000m) en fonction de la profondeur et de la nature du sous-sol. A défaut de trouver des zones karstiques adéquates, la technique dite de « stimulation hydraulique » permet de créer des fissures ou d'en augmenter la taille et d'ouvrir un passage permettant à l'eau de circuler entre les deux puits. Pour ce faire, de l'eau est injectée à très haute pression dans les couches rocheuses profondes via un puits.

La géothermie grande profondeur peut également permettre de produire de l'électricité si l'eau atteint une température d'au moins 100°C. La chaleur de l'eau souterraine est transférée à un fluide caloporteur ayant un point d'ébullition plus bas, afin de former de la vapeur d'eau qui est ensuite détendue dans une turbine (Association des entreprises électriques suisses, 2013).

Selon le rapport final d'une vaste étude du "Programme cantonal de développement de la géothermie à Neuchâtel - PDGN"<sup>16</sup> le potentiel de géothermie de Val-de-Ruz réside essentiellement dans l'exploitation de la géothermie de faible profondeur par l'intermédiaire de SGV, identique à celle exploitée dans certains bâtiments actuels. Cette technologie convient surtout aux bâtiments nécessitant un niveau de température d'approvisionnement faible à moyen.

**Selon la même étude, le potentiel raisonnablement exploitable sur la commune de Val-de-Ruz (sans gel du terrain, sur une longue durée) est de 35 GWh. L'utilisation de PAC est en revanche liée à une augmentation de la consommation d'énergie électrique.**

#### 5.2.5 Potentiel de production d'énergie thermique par l'air ambiant

L'exploitation de la chaleur de l'air ambiant est possible grâce à l'utilisation de PAC de type air/eau (légèrement moins efficaces que celles fonctionnant sur SGV). Les performances de ce type d'installation diminuent avec la température extérieure, par des températures basses sa consommation d'électricité sera plus importante.

Il faudra veiller, lors du choix du type d'appareil à sélectionner un appareil peu bruyant à l'installer dans un emplacement choisi pour éviter les nuisances sonores. Cependant des progrès très importants ont été remarqués en matière de réduction du bruit de fonctionnement. Les appareils modernes émettent moins de 40 dB(A).

Les PAC modernes répondant aux standards actuels sont exploitables dans des climats froids et permettent d'atteindre des coefficients de performance annuelle (COPA) supérieurs à 3.

<sup>16</sup>

[https://www.ne.ch/autorites/DDTE/SENE/energie/Documents/Efficacite\\_energies\\_renouvelables/RAPPORT\\_FINAL\\_PDGN\\_Ao%C3%BBt2010.pdf](https://www.ne.ch/autorites/DDTE/SENE/energie/Documents/Efficacite_energies_renouvelables/RAPPORT_FINAL_PDGN_Ao%C3%BBt2010.pdf)

Le recours à des PAC constitue un excellent moyen de réduire la consommation énergétique à condition d'utiliser une électricité majoritairement renouvelable. Dans l'idéal une PAC peut être alimentée en partie alimentée par des panneaux PV sur le toit du bâtiment. Le coût d'installation des pacs air/eau est plus faible que celui des SGV. Tout comme ces dernières, la technologie PAC air-eau convient surtout aux bâtiments nécessitant un niveau de température d'approvisionnement faible à moyen.

**La ressource étant l'air ambiant, le potentiel de celle-ci, pourrait être considéré comme illimité. L'utilisation de PAC est en revanche liée à une augmentation de la consommation d'énergie électrique.**

#### 5.2.6 Potentiels de valorisation des rejets thermiques

##### ***Récupération de chaleur sur la production de froid***

Les industries, les hôpitaux et les centres commerciaux de grande taille nécessitant une production de froid rejettent de la chaleur qui pourrait être valorisée. D'une manière générale on privilégie l'exploitation de ces rejets de manière locale, directement dans le bâtiment concerné, mais il est également possible de les valoriser via une pompe à chaleur pour fournir de l'énergie thermique aux bâtiments à proximité.

Sans une connaissance approfondie des processus utilisés par ces bâtiments, il est impossible de quantifier ce potentiel. On ne peut que signaler, sur la base de la taille des surfaces concernées et des affectations, les principaux preneurs de froids potentiels :

- Les établissements hospitaliers (hôpitaux et homes)
- Les centres commerciaux
- Les grandes industries

Il conviendra alors d'informer ces établissements sur le potentiel de récupération d'énergie lié au froid et de proposer des solutions au cas par cas, sur la base p. ex d'un questionnaire ou d'une visite.

##### ***Récupération de chaleur des eaux usées***

###### Récupération directe à la STEP :

La STEP du Val-de-Ruz, située à Engollon est déjà équipée d'un groupe CCF. La chaleur et l'électricité produites sont utilisées directement sur le site. Son éloignement de tout autre consommateur ne permettrait pas d'exporter de l'énergie thermique.

###### Récupération sur le réseau d'évacuation :

L'ECS utilisée dans les bâtiments et évacuées constitue une source potentielle d'énergie thermique.

Dans des bâtiments de plus grande taille, cette énergie peut être récupérée et valorisée en sortie d'immeuble via un échangeur de chaleur servant à préchauffer l'eau destinée à la production d'ECS.

Des échangeurs peuvent également être installés dans les collecteurs d'eau usée. Pour être exploitable, on considère généralement que les conduites doivent présenter une partie rectiligne d'au moins 20 mètres et un diamètre d'au moins 50 cm et un débit (par temps sec) de 15 l/s. Dans ces cas, la température de l'eau ainsi préchauffée est relevée par une PAC.

Le potentiel ne peut être quantifié que de manière approximative, car dépendant de facteurs locaux qui ne peuvent être pris en compte dans une étude à l'échelle d'une commune. Il est également à noter que la récupération de chaleur doit se faire en amont de la STEP, à une distance suffisante de celle-ci pour permettre aux eaux usées de se réchauffer à nouveau sous l'effet de la chaleur du sol. Des eaux usées arrivant trop froides à la STEP ne peuvent être traitées.

On sait que l'énergie utile pour la préparation de l'ECS se monte à 19 GWh

**On pose l'hypothèse suivante : 1% de l'énergie utile de la production d'ECS peut être valorisée. Sur l'échelle de la commune, ceci représente potentiellement 0.19 GWh.**

### 5.2.7 Potentiel de production d'énergie électrique éolienne

Trois parcs éoliens touchant la commune sont planifiés :

#### **Joux-de-Plâne – Les 4 Bornes**

Dans son ensemble le parc éolien des Quatre Bornes comportera 10 éoliennes, dont 3 sur le territoire de Val-de-Ruz. Il s'agit, selon les dernières informations, de machines d'un gabarit de 149m (au moyeu) – 207m en bout de pâles. Si ce modèle d'éolienne est choisi, le parc complet fournirait entre 72 et 81 GWh/an. Les 3 génératrices de la commune de Val-de-Ruz pourraient fournir 22 GWh/an.

On notera également que même l'énergie produite hors du territoire de Val-de-Ruz sera injectée sur le territoire communal et desservira ainsi prioritairement la commune.

La mise à l'enquête publique de ce parc s'est déroulée début 2020. Leur mise en service devrait intervenir avant 2028.

#### **Mont-Perreux – Le Gurnigel (renommé Eole-de-Ruz en 2021)**

Dans son ensemble le parc éolien Eole-de-Ruz comportera 5 et 7 éoliennes (6 dans le bilan), toutes sur le territoire de Val-de-Ruz.

Bien que des incertitudes demeurent, liées à l'ensemble urbain horloger de La Chaux-de-Fonds et du Locle, inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO, il s'agit, selon les dernières informations, de machines (E138) d'un gabarit de 130m (au moyeu) – 200m en bout de pâles. Si ce modèle d'éolienne est choisi, le parc complet fournirait entre 40 et 50 GWh/an (45 GWh/an dans le bilan).

La mise à l'enquête publique de ce parc est prévue en 2022. Leur mise en service devrait intervenir en 2030.

#### **Crêt-Meuron – Tête-de-Ran**

Dans son ensemble le parc éolien de Crêt-Meuron comportera 7 éoliennes, toutes sur le territoire de Val-de-Ruz. Il s'agit, selon les dernières informations, de machines d'une hauteur de 93m en bout de pâles. Si ce modèle d'éolienne est choisi, le parc complet fournirait 11 GWh/an.

La mise à l'enquête publique (complémentaire) de ce parc a été effectuée début 2020. Leur mise en service pourrait intervenir en 2025.

<b>Les génératrices planifiées sur la commune de Val-de-Ruz pourront fournir 78 GWh, permettant de couvrir, à terme, plus de 80% des besoins du territoire communal.</b>
--

### 5.2.8 Potentiel de production d'énergie électrique solaire (photovoltaïque)

Les informations utilisées pour l'estimation du potentiel solaire (photovoltaïque et thermique) sont fournies par "Toit-solaire", issu d'une collaboration entre l'Office fédéral de l'énergie, l'Office fédéral de météorologie et de climatologie (MétéoSuisse) et l'Office fédéral de topographie (swisstopo) qui a évalué le potentiel de toutes les toitures des bâtiments de Suisse.

La quantité d'énergie qu'il est possible de soutirer à l'énergie solaire varie fortement selon les hypothèses, qui sont détaillées dans les paragraphes suivants.

Selon Toit-solaire, le potentiel de production électrique de toutes les toitures intéressante (toiture appropriée, surface > 10 m<sup>2</sup>, taux de couverture 70%) est de 141 GWh (1.0 million de m<sup>2</sup> installés).

Pour l'évaluation du potentiel, on reprend les critères susmentionnés et on ajoute la considération des conditions du cadre actuel, à savoir économique (prix de l'énergie électrique), politique (rétribution unique octroyée à l'installation) et technologique (possibilités de stockage limitées). Ce cadre n'est pas favorable à l'installation de grandes surfaces de couverture, mais plutôt propice à l'installation d'une surface permettant de couvrir la consommation constante (bande) de chaque bâtiment. Le calcul du potentiel photovoltaïque est réalisé selon cette réalité. On estime la consommation en bande de chaque bâtiment à 36% de sa consommation totale, ce qui permet de déduire la consommation à installer et la surface de couverture correspondante.

**Selon cette hypothèse, la surface couverte en PV est de 85'700 m<sup>2</sup>, fournissant environ 15 GWh, permettant de couvrir 25% des besoins d'énergie électrique de la commune.**

Au rythme actuel, le cap des 15 GWh devrait être atteint en 2028. Cependant, il est probable que les prix des panneaux baissent encore davantage et que le développement et la démocratisation des capacités de stockage permettent de dépasser cette estimation. Pour la période après 2028 on fait l'hypothèse d'une progression constante. Les deux phases du développement futur de l'apport photovoltaïque sont illustrées en Figure 17.

**Selon cette seconde hypothèse, la surface couverte en PV est de 198'000 m<sup>2</sup>, fournissant environ 35 GWh, permettant de couvrir 41% des besoins d'énergie électrique actuels de la commune.**

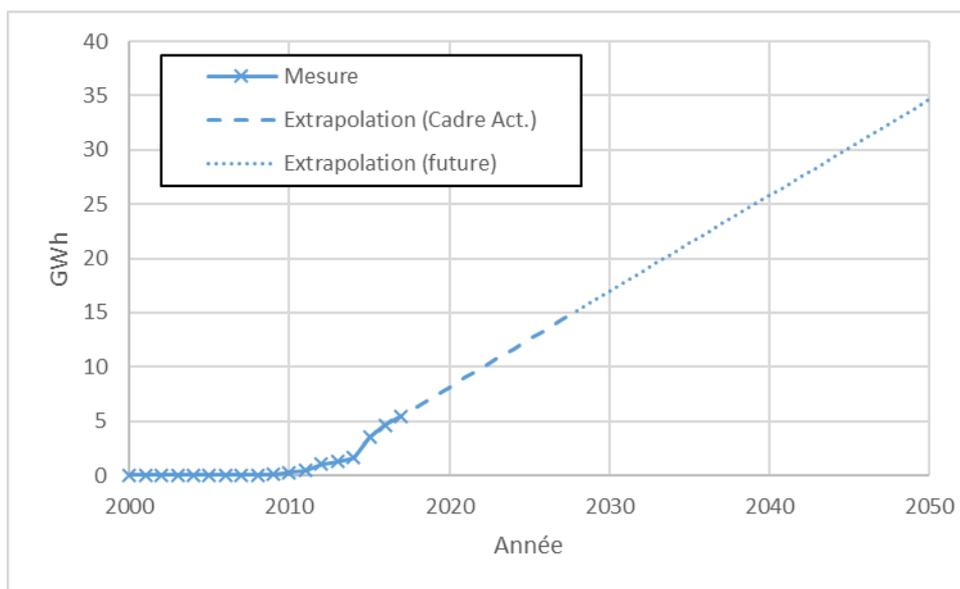


Figure 17: Progression estimée de la production électrique PV sur la commune. La partie « Mesure » concerne la production constatée jusqu'en 2017. La partie « Extrapolation (Cadre Act.) » concerne l'évolution future de la production aux conditions économiques et techniques actuelles, visant un grand taux d'autoconsommation sans stockage. La partie « Extrapolation (future) » compte sur l'émergence de techniques de stockage journalier d'énergie et d'optimisation de l'autoconsommation. Le scénario ambitieux compte sur une production de 24 GWh, ce qui pourrait être atteint peu avant 2040.

#### 5.2.9 Potentiel de production d'énergie électrique hydrodynamique

**La commune de Val-de-Ruz ne présente pas d'éléments hydrologiques pouvant être utilisés pour de la production d'énergie électrique.**

### **5.3 Potentiel de développement des réseaux de transport et distribution de l'énergie**

#### **5.3.1 Chauffages à distance.**

En se basant sur la densité des besoins en chaleur de la commune on peut identifier un certain nombre de zones qui dépassent les 0.5 GWh/ha, communément admis pour assurer la viabilité économique d'un tel réseau.

Les 8 réseaux de chauffage à distance de la commune (voir Tableau 8). Les CAD "Vivaldis", "Chézard-Saint-Martin" et "Collège Coffrane" se prêteraient, à première vue, à une extension.

On relève également d'autres regroupements possibles en vue de la création de nouveaux CAD qui rempliraient les critères pour le développement de nouveaux CAD (Voir Figure 18).

Ces premières identifications sont à faire évaluer de manière détaillée dans des études dédiées.

Environ 2'700 des quelque 4'200 bâtiments que compte la commune se trouvent dans les zones propices, soit environ 60% du parc.

#### **5.3.2 Chauffages à distance.**

Pour faciliter la transition vers les chauffages à distance (CAD) et conformément à la fiche E\_23 du PDC, les réseaux de gaz ne peuvent pas être étendus. Des exceptions sont possibles pour les gros consommateurs de l'industrie, de l'artisanat et des services. Dans les zones où les réseaux de gaz et de CAD existent en parallèle, le raccordement au CAD est prioritaire.

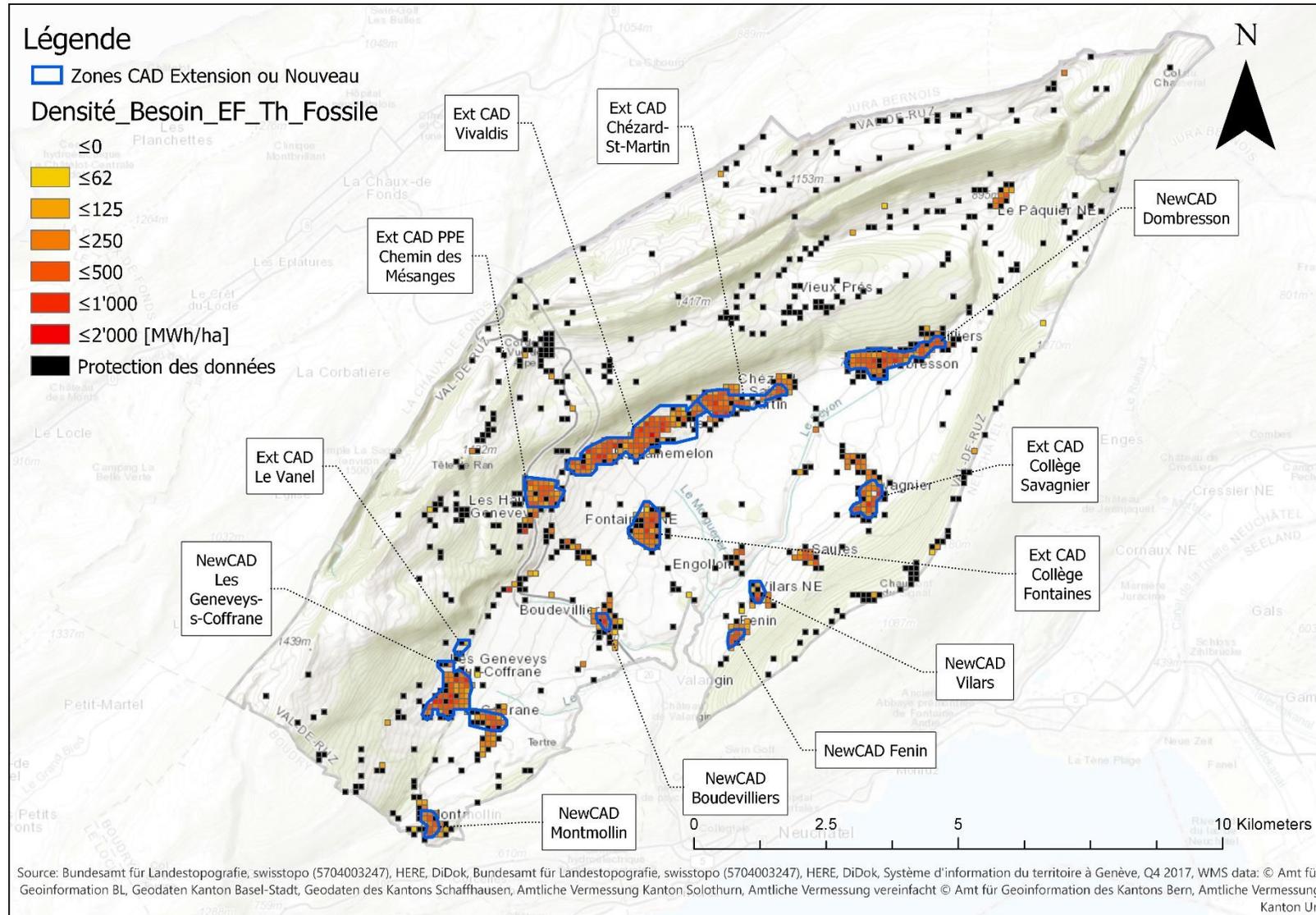


Figure 18: Visualisation géolocalisée des emplacements possibles pour une extension de CAD existant (Ext CAD) ou un développement de nouveau réseau (NewCAD) sur le territoire de la commune. Chaque carré représente une surface d'un hectare et est coloré en fonction de la demande en énergie thermique des bâtiments qu'il contient. Les surfaces qualifiées d'économiquement viable pour un réseau sont mises en évidence par des tons rouges.

## 6 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Pour aller dans le sens de la vision à long terme énoncée au chapitre 4, la commune de Val-de-Ruz se fixe des objectifs spécifiques. Ceux-ci portent, d'une part, sur l'ensemble du territoire communal (motivation des groupes-cibles) et, d'autre part, sur le patrimoine communal (compétences propres). Ils concernent des thèmes spécifiques d'intervention et sont, dans la mesure du possible, quantifiés. Ils représentent les résultats attendus par étapes intermédiaires. Ces objectifs spécifiques, qui doivent contribuer significativement à concrétiser la vision et les lignes directrices (cf. chapitre 4), ont été définis en regard de la connaissance du territoire (cf. chapitre 5) ainsi que des objectifs fixés dans la conception directrice de l'énergie par le canton.

### 6.1 Méthodologie

Afin de bien comprendre les enjeux et les buts à viser il convient tout d'abord de définir les axes principaux abordés par la présente étude.

#### 6.1.1 Pour le parc bâti actuel

On distingue 6 valeurs (taux) à considérer pour modéliser l'évolution de la demande énergétique et sa proportion d'énergie renouvelable (taux de rénovation, taux d'assainissement, taux de changement de vecteur énergétique, taux de renouvelable lors du changement de vecteur énergétique, taux de renouvelable lors de nouvelles constructions taux d'accroissement de la population).

##### 1. Rénovation du bâtiment :

La rénovation du bâtiment comprend une amélioration sensible de la qualité de l'enveloppe thermique. Une telle rénovation permet de baisser l'énergie utile requise par le bâtiment pour assurer un niveau de confort équivalent.

La vitesse à laquelle un parc bâti est rénové est liée au taux de rénovation. Depuis de nombreuses années les études montrent qu'environ 1% des bâtiments sont soumis annuellement à une rénovation, cela signifie, par extrapolation que l'entier du parc immobilier est rénové tous les 100 ans environ.

Deux modèles sont présentés :

Le modèle pris en compte dans les scénarios "Naturel" prévoit que l'énergie utile moyenne des bâtiments passe, de son état actuel à son état rénové conformément aux valeurs limites qui seront prescrites par le Règlement d'exécution de la loi cantonale sur l'énergie (RELCEn), à savoir selon les valeurs limites de la norme SIA 380|1:2016 (Voir §.5.1). Les bâtiments à rénover pourront atteindre 125% de ces valeurs et les bâtiments communaux, selon le devoir d'exemplarité 100% de ces mêmes valeurs.

Le scénario ambitieux se base sur l'hypothèse de rénovation suivante : Tous les bâtiments rénovés atteindront les mêmes limites de besoin qu'un bâtiment neuf. La rénovation des bâtiments communaux visera, dans la mesure des possibilités techniques et économiques, une efficacité encore plus grande. (voir résumé Tableau 10)

	Bât. Rénovés	Bât Rénovés Communaux
Scénario Naturel	125%	100%
Scénario Ambitieux	100%	90 à 100% (selon les possibilités techniques et économiques)

Tableau 10: Hypothèses pour la fixation des besoins thermique des bâtiments rénovés.

- 100% représente le besoin en énergie thermique d'un bâtiment neuf,
- 125% indique que le bâtiment rénové consomme 25% d'énergie thermique de plus qu'un bâtiment neuf,
- 90% indique que le bâtiment consomme 10% d'énergie thermique de moins qu'un bâtiment neuf

2. Assainissement des installations techniques du bâtiment

Chaque unité d'énergie utile, qu'elle soit produite ou mise à disposition par une installation technique (chaudières, pompes de circulation, distributions, etc.), est soumise à des pertes. Ensemble, l'énergie utile et les pertes constituent l'énergie finale. Le ratio énergie utile sur énergie finale, s'appelle le rendement. Les installations techniques plus anciennes ont un plus mauvais rendement que les plus récentes. Un assainissement des installations techniques a donc pour effet de diminuer les pertes, mais ne change pas la quantité d'énergie utile nécessaire.

La vitesse à laquelle les installations techniques d'un parc bâti sont renouvelées est liée au taux d'assainissement. De façon naturelle les installations techniques des bâtiments sont renouvelées, en moyenne tous les 20 ans, le taux d'assainissement naturel est donc de 5%.

3. Changement de vecteur énergétique

Au moment d'un assainissement, le propriétaire d'un bâtiment peut décider, (en fonction de la situation économique, de la configuration du bâtiment, de la place à disposition, du niveau de température du départ de la distribution de chauffage, ...) de saisir cette opportunité pour changer de production de chaleur pour son bâtiment et donc de vecteur énergétique.

La proportion du nombre de changements constatés lors d'un assainissement est le taux de changement de vecteur énergétique. Lors d'un changement de production de chaleur, le choix de la production de chaleur qui va être installée définit le vecteur énergétique du bâtiment au moins jusqu'au prochain assainissement (20 ans). La part d'énergie renouvelable nouvellement installée est proportionnelle au taux de renouvelable lors du changement de vecteur énergétique. On admet un taux naturel de 30%.

4. Il en va de même lors du choix de la production de chaleur qui va être installé dans un nouveau bâtiment. La part d'énergie renouvelable nouvellement installée dans ce cas est proportionnelle au taux de renouvelable lors de nouvelles constructions. On admet un taux naturel de 75%.

5. Le nombre de nouveaux bâtiments à construire durant la période investiguée s'appuie sur le taux d'accroissement de la population. Selon les statistiques de ces dernières années, le taux naturel d'accroissement annuel est de 0.44%.

### 6.1.2 Nouveaux bâtiments

L'évolution démographique des dernières années est relativement stable autour de 0.44%. Cette évolution sert d'indicateur pour le calcul de l'évolution des énergies (Voir Figure 19). En 2050, selon ce calcul, la population devrait être de 19'458 hab.

Le nombre de bâtiments nouveaux est également déduit de cet accroissement par une simple règle de proportionnalité (Voir Figure 20).

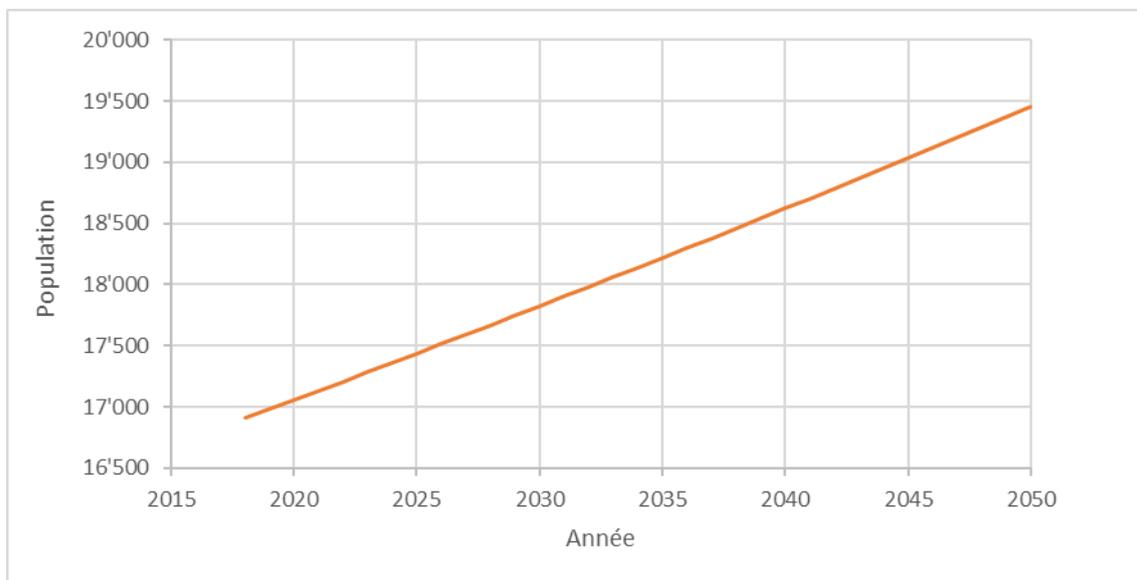


Figure 19: Evolution probable de la population avec un taux de croissance annuel de 0.44%.

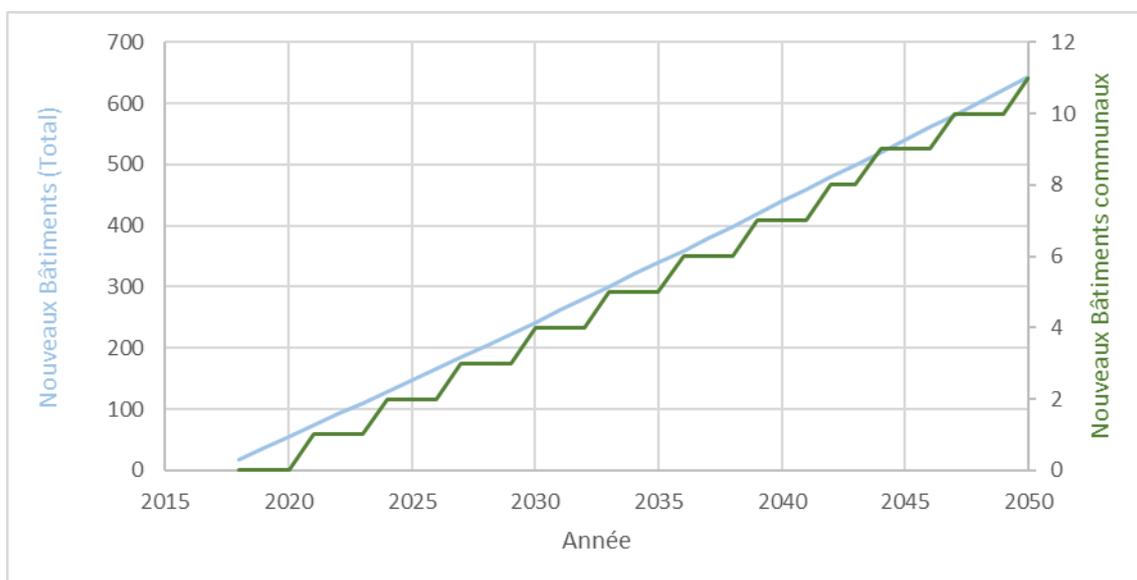


Figure 20: Nombre de nouveaux bâtiments sur la commune. Il est à noter que le nombre de bâtiment est estimé sur la base du nombre moyen d'habitant par bâtiment actuel. Ce nombre pourra différer de la réalité il sert avant tout à modéliser la demande en énergie due à l'accroissement de la population.

## 6.2 Objectifs pour tous les bâtiments

L'évolution naturelle de l'énergie finale et de la proportion d'énergie renouvelable engagée dans le parc est modélisée tout d'abord en prenant les taux naturels. La simulation issue des taux naturels représente ce qui se passe si aucune intervention n'est faite (Voir Tableau 11, colonne de gauche). L'évolution naturelle est visualisable de manière graphique en Figure 40 et Figure 38.

En incitant une hausse des différents taux (à l'exception du taux d'accroissement de la population), la commune peut influencer cette évolution naturelle et permettre une transition plus rapide et plus efficace. Un scénario plus ambitieux est défini sur la base de taux modifiés (Voir Tableau 11, colonne de droite).

L'évolution ambitieuse est visualisable de manière graphique en Figure 21 et Figure 22.

Les taux de changement de vecteur énergétique partent de l'hypothèse d'une obligation de raccordement à l'énergie de réseau (obligation sauf si la couverture en énergie de l'alternative proposée est majoritairement renouvelable) :

- Le taux de 80% de changement de vecteur énergétique appliqué aux énergies fossiles est la part du parc immobilier situé à l'intérieur des zones de CAD (Voir §3.4).
- Le taux de renouvelable de 85% est celui des CAD actuels

<b>Scénario</b>	<b>Naturel</b>	<b>Ambitieux</b>
<i>Taux de rénovation</i>	1%	2%
<i>Taux d'assainissement</i>	5%	7%
<i>Taux de changement de vecteur énergétique</i>		
-Mazout	20%	80%
-Gaz	10%	80%
-Bois	0%	0%
-CAD	0%	0%
-PAC	0%	0%
-Solaire Thermique (ECS)	0%	0%
-Non-référencés	10%	80%
-Electrique	10%	100%
<i>Taux de renouvelable lors du changement de vecteur énergétique</i>	20%	85%
<i>Taux de renouvelable lors de nouvelle constructions</i>	70%	85%
<i>Taux d'accroissement de la population</i>	0.44%	0.44%

*Tableau 11: Différents taux utilisés pour la simulation de l'évolution naturelle et ambitieuse de la demande en énergie de la commune.*

Les objectifs ci-dessous couvrent l'ensemble du territoire de la commune, c'est-à-dire qu'ils incluent tous les acteurs locaux dont dépend la consommation globale d'énergie sur le territoire communal. Ces acteurs sont composés des habitants, des entreprises, des pendulaires, etc. Ces différents groupes-cibles sont les consommateurs finaux. L'enjeu majeur consiste ici, dans la mesure du possible, à influencer leurs décisions de consommation et d'investissement et motiver les changements de comportements.

Les objectifs que se fixe la commune sont les suivants.

- Mettre en œuvre les mesures législatives permettant d'atteindre les taux spécifiés dans le Tableau 11
- Maintenir l'expansion des installations solaires comme décrites dans le §5.2.8.
- Mise en service des parcs éoliens planifiés.

Il convient également d'expliquer certains points pour faciliter la compréhension des 2 paragraphes suivants (6.2 et 6.3):

- Le bilan de consommation de l'énergie thermique (6.2.1 et 6.3.1) comprend tous les types de production de chaleur, y compris les PAC et le chauffage électrique direct, consommant de l'énergie électrique

- Le bilan de consommation de l'énergie électrique (6.2.2 et 6.3.2) comprend également la consommation des PAC et du chauffage électrique direct.
- Le bilan sur l'énergie primaire (6.2.3 et 6.3.3) se fait sur la production. En ce sens les PAC et le chauffage électrique direct est comptabilisé dans la production électrique et n'apparaît pas dans la production thermique.

### 6.2.1 Objectifs sur l'énergie thermique

Selon ces objectifs l'évolution dans le temps de la consommation d'énergie finale thermique est représentée en Figure 21.

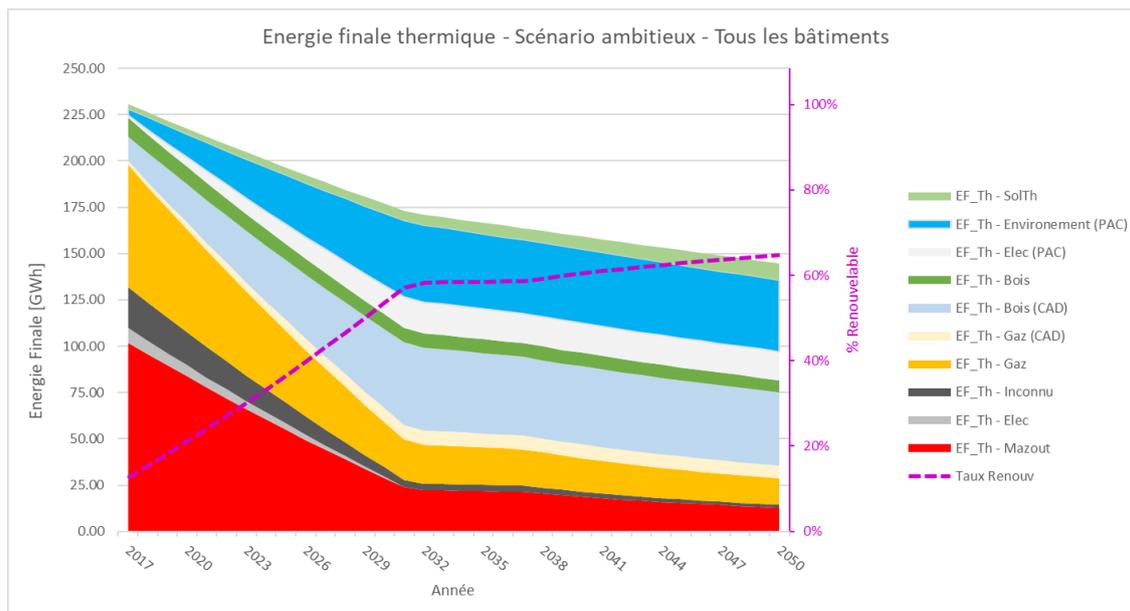


Figure 21 : Simulation de l'évolution de l'énergie thermique finale pour les différents vecteurs énergétiques (mazout, gaz, chauffage électrique, Bois, CAD, PAC, solaire Thermique), pour les remplacements (lors d'assainissement) et pour les nouvelles constructions.

On remarque trois périodes distinctes de 2017-2031, 2032-2037, 2037-2050 :

La première période correspond au changement rapide engendré par le taux d'assainissement de 7% supérieur au taux naturel (5%), durant cette période de 14 ans, la quasi-totalité des installations de chauffage seront assainies. La deuxième période correspond à la période durant laquelle les installations nouvellement assainies sont utilisées. Les installations ayant une durée de vie de 20 ans, une nouvelle vague de rénovation commence en 2037, débutant ainsi la troisième période.

On notera également que l'énergie des PAC et du chauffage électrique direct apparaît dans ce bilan thermique, puisqu'elles produisent de la chaleur.

La ligne surimprimée en violet représente de taux d'énergie renouvelable et se lit grâce à l'échelle de droite.

L'évolution de la production d'énergie renouvelable finale thermique est résumée dans le Tableau 12.

Energie Finale [GWh]	2017	2025	2035	2050
Thermique	Production	Production	Production	Production
EF_Th - Bois (CAD)	13.0	32.4	43.4	39.5
EF_Th - Bois	10.1	8.7	7.5	6.6
EF_Th - Environnement (PAC)	3.5	26.6	40.5	38.5
EF_Th - SolTh	2.4	4.0	6.0	9.0
EF_Th - Mazout	101.9	54.9	21.7	12.9
EF_Th - Gaz	65.9	39.0	20.2	14.3
EF_Th - Gaz (CAD)	2.3	5.7	7.7	7.0
EF_Th - Elec	7.8	3.2	0.0	0.0
EF_Th - Elec (PAC)	1.5	10.7	16.3	15.5
EF_Th - Inconnu	22.3	11.3	3.4	1.4
<b>EF Total</b>	<b>230.7</b>	<b>196.4</b>	<b>166.6</b>	<b>144.7</b>
<b>Taux Renouv</b>	<b>13%</b>	<b>36%</b>	<b>58%</b>	<b>65%</b>

*Tableau 12 : Evolution de la production d'énergie thermique finale renouvelable. Selon l'hypothèse d'un taux de changement de vecteur énergétique nul pour les bâtiments disposants d'une production de chaleur bois, CAD et PAC, leur nombre reste constant dans le temps. La baisse observée est le résultat des assainissements des chaudières et de la rénovation des bâtiments. Les catégories « Remplacement Renouvelable » et « nouvelles construction renouvelable » comprennent respectivement les bâtiments ayant abandonné leur production de chaleur fossile au profit d'une solution renouvelable et les bâtiments neufs disposant d'une production de chaleur renouvelable.*

*On notera également que l'énergie des PAC et du chauffage électrique direct apparaît dans ce bilan thermique, puisqu'elles produisent de la chaleur.*

## 6.2.2 Objectifs sur l'énergie électrique

Selon ces objectifs l'évolution dans le temps de la consommation d'énergie finale électrique en Figure 22.

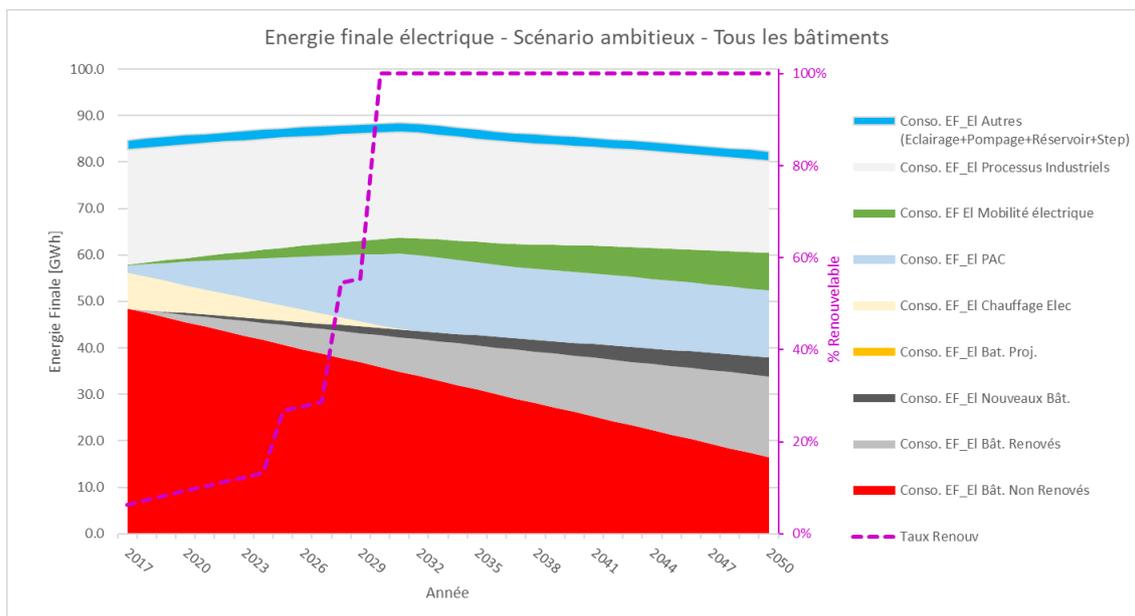


Figure 22 : Simulation de l'évolution de l'énergie électrique finale.

On y distingue (de bas en haut) :

- La consommation courante (éclairage, appareils, ventilation) des bâtiments non-rénovés,
- La consommation courante des bâtiments rénovés
- La consommation courante des nouveaux bâtiments
- L'énergie électrique nécessaire aux chauffages électriques directs.
- L'énergie électrique nécessaire aux PAC
- La part due à la mobilité électrique
- La part due aux processus industriels
- La part des services communaux (Eclairage public, pompage, STEP)

La consommation courante des bâtiments baisse, principalement grâce à la rénovation des bâtiments.

La part des chauffages électriques disparaît complètement en 2032.

La part des processus industriels baisse de 0.8% par an.

La hausse générale de la consommation est due à l'essor de la mobilité électrique ainsi qu'à l'augmentation du recours aux PAC destinées à remplacer l'usage d'énergie fossile pour les besoins de chauffage.

On notera également que l'énergie des PAC et du chauffage électrique direct apparaît dans ce bilan électrique.

La ligne surimprimée en violet représente le taux d'énergie renouvelable et se lit grâce à l'échelle de droite. Elle présente des bonds successifs dès 2025, date à laquelle les éoliennes devraient être mises en service. La commune pourrait se fournir à 100% en énergie renouvelable d'ici à 2050.

L'évolution de l'approvisionnement en énergie électrique et des postes de consommation de la commune est représentée par les quatre graphiques de la Figure 23.



Figure 23: Les quatre graphiques démontrent chacun l'état de la consommation d'énergie électrique (colonne de droite) mis en rapport avec l'approvisionnement (colonne de gauche). Le PV et l'éolien représentent la partie renouvelable de l'approvisionnement qui devient à 100% renouvelable et local d'ici à 2050. On constate également la disparition des chauffages à résistance électrique et l'évolution de la rénovation des bâtiments.

L'évolution de la production d'énergie renouvelable finale électrique est résumée dans le Tableau 13.

Energie Finale [GWh]	2017	2025	2035	2050
	Production	Production	Production	Production
Prod. EF_EI Réseau	79.39	63.92	0.00	0.00
Prod EF_EI Eolien (Autoconso)	0.00	11.00	65.96	48.18
Prod. EF_EI PV	5.40	12.38	21.11	34.20
<b>Total</b>	<b>84.79</b>	<b>87.30</b>	<b>87.07</b>	<b>82.38</b>

Tableau 13 : Evolution de la production d'énergie finale électrique. A terme cette production couvrira les besoins de la commune qui pourra alors devenir exportatrice d'énergie.

### 6.2.3 Objectifs sur l'énergie primaire

Afin d'obtenir une évolution de l'énergie cumulée, thermique et électrique, ces dernières sont transformées en énergie primaire représentée en Figure 24.

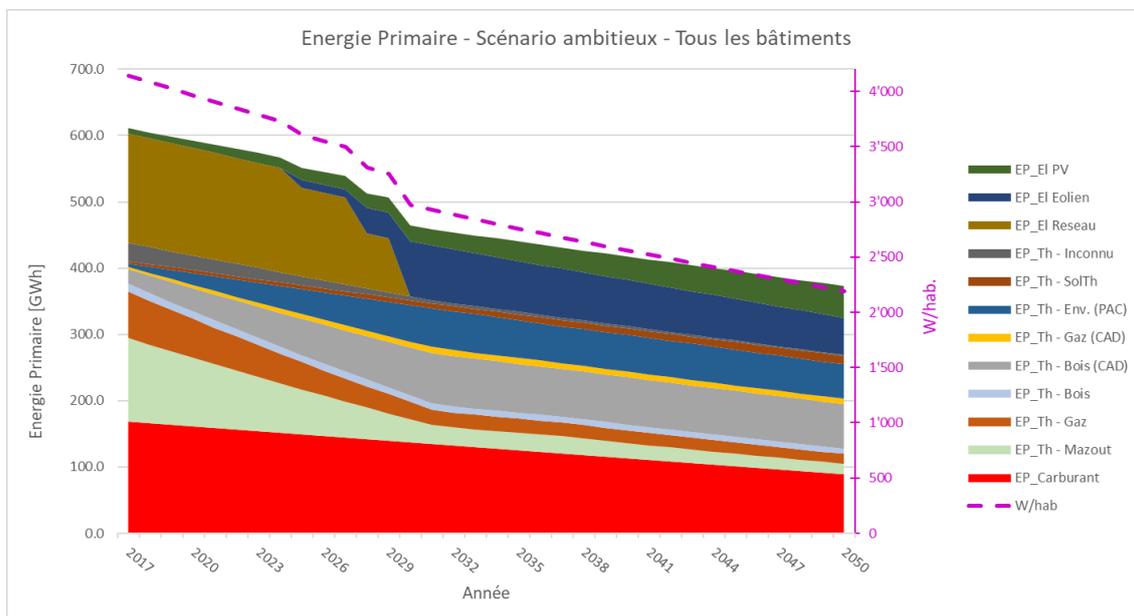


Figure 24 : Evolution de l'énergie primaire. L'énergie primaire permet de sommer l'énergie électrique (EP\_EI) l'énergie thermique (EP\_Th) et l'énergie pour la mobilité (EP\_Mobilité). La puissance instantanée par habitant (W/hab.) est représentée par la ligne violette et se lit sur l'échelle de droite.

On notera également que l'énergie des PAC et du chauffage électrique direct apparaît dans ce bilan dans les différentes formes de production électrique.

Les facteurs d'énergie primaire utilisés pour le calcul sont résumés dans le Tableau 30.

Finalement on trouvera un résumé des consommations en énergie finale et primaire dans le Tableau 14 et un résumé des économies en énergie finale et primaire dans le Tableau 15. Les économies sont définies comme la différence entre le scénario naturel et le scénario ambitieux établi par la commune.

GWh	2017	2025	2035	2050
<b>Energie finale</b>				
Consommation de chaleur	230.7	196.4	166.6	144.7
<i>dont: Elec pour chaleur (PAC et direct)</i>	9.3	13.9	16.3	15.5
<i>Chaleur de l'environnement</i>	3.5	26.6	40.5	38.5
Consommation d'électricité	84.8	87.3	87.1	82.7
<i>dont: Elec pour chaleur (PAC et direct)</i>	9.3	13.9	16.3	15.5
<b>Energie primaire</b>				
Production de chaleur	270.2	239.1	209.2	180.4
Production d'électricité	172.8	163.1	106.1	103.8
Carburant	168.0	148.8	124.8	88.8
<b>Total</b>	<b>610.9</b>	<b>551.0</b>	<b>440.1</b>	<b>372.9</b>
Population	16'835	17'436	18'218	19'458
<b>Par habitant (W)</b>	<b>4'143</b>	<b>3'608</b>	<b>2'758</b>	<b>2'188</b>

*Tableau 14 : Résumé des consommations en énergie finale et primaire. On notera également que l'énergie des PAC et du chauffage électrique direct apparaît dans ce bilan dans les formes de production électrique.*

GWh	2017	2025	2035	2035
<b>Energie finale</b>				
Economie de chaleur	0.0	19.8	32.8	48.3
Economie d'électricité	0.0	-2.7	-2.7	1.3
<b>Energie primaire</b>				
Economie de chaleur	0.0	11.7	18.9	36.0
Economie d'électricité	0.0	-5.7	-3.2	1.9
Carburant	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>0.0</b>	<b>6.1</b>	<b>15.8</b>	<b>37.8</b>

*Tableau 15: Résumé des économies d'énergie finale et primaire, établi par différence entre le scénario naturel et le scénario ambitieux de la commune.*

Ces objectifs sont destinés à être contrôlés périodiquement, à savoir tous les 5 ans. Leur atteinte est calibrée en fonction de l'augmentation des objets (population, activité économique et industrielle selon l'indicateur choisi).

### 6.3 Objectifs pour le patrimoine communal

Une démarche identique à celle détaillée au §6.2 est appliquée aux bâtiments appartenant à la commune.

#### 6.3.1 Objectifs sur l'énergie thermique (patrimoine communal)

L'évolution temporelle de la consommation d'énergie finale thermique, selon le scénario ambitieux, est représentée en Figure 25 (l'évolution selon le scénario naturel est représentée en Figure 42)

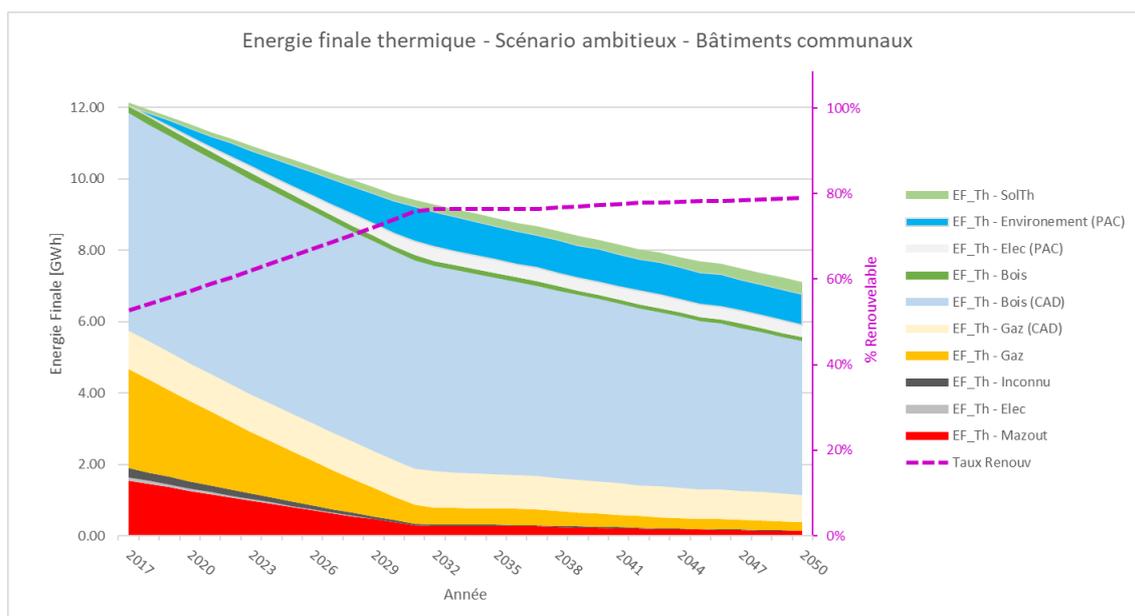


Figure 25: Simulation de l'évolution de l'énergie thermique finale pour les différents vecteurs énergétiques (mazout, gaz, chauffage électrique, Bois, CAD, PAC, solaire Thermique), pour les remplacements (lors d'assainissement) et pour les nouvelles constructions. Les deux dernières catégories ne sont pas associées à un vecteur énergétique, mais simplement catégorisée « renouvelable » ou « non renouvelable ».

On remarque trois périodes distinctes de 2017-2031, 2032-2037, 2037-2050 :

La première période correspond au changement rapide engendré par le taux d'assainissement de 7% supérieur au taux naturel (5%), durant cette période de 14 ans, la quasi-totalité des installations de chauffage seront assainies. La deuxième période correspond à la période durant laquelle les installations nouvellement assainies sont utilisées. Les installations ayant une durée de vie de 20 ans, une nouvelle vague de rénovation commence en 2037, débutant ainsi la troisième période.

La ligne surimprimée en violet représente de taux d'énergie renouvelable et se lit grâce à l'échelle de droite.

L'évolution de la production d'énergie finale thermique est résumée dans le Tableau 16.

Energie Finale [GWh]	2017	2025	2035	2050
Thermique	Production	Production	Production	Production
EF_Th - Bois (CAD)	6.1	6.0	5.5	4.3
EF_Th - Bois	0.2	0.2	0.1	0.1
EF_Th - Environement (PAC)	0.0	0.6	0.9	0.9
EF_Th - SolTh	0.1	0.1	0.2	0.3
EF_Th - Mazout	1.6	0.8	0.3	0.1
EF_Th - Gaz	2.8	1.4	0.5	0.2
EF_Th - Gaz (CAD)	1.1	1.1	1.0	0.8
EF_Th - Elec	0.1	0.0	0.0	0.0
EF_Th - Elec (PAC)	0.0	0.2	0.4	0.3
EF_Th - Inconnu	0.2	0.1	0.0	0.0
<b>EF Total</b>	<b>12.1</b>	<b>10.6</b>	<b>8.9</b>	<b>7.1</b>
<b>Taux Renouv</b>	<b>53%</b>	<b>65%</b>	<b>76%</b>	<b>79%</b>

*Tableau 16 : Evolution de la production d'énergie thermique finale renouvelable. Selon l'hypothèse d'un taux de changement de vecteur énergétique nul pour les bâtiments disposants d'une production de chaleur bois, CAD et PAC, leur nombre reste constant dans le temps. La baisse observée est le résultat des assainissements des chaudières et de la rénovation des bâtiments. Les catégories « Remplacement Renouvelable » et « nouvelles construction renouvelable » comprennent respectivement les bâtiments ayant abandonné leur production de chaleur fossile au profit d'une solution renouvelable et les bâtiments neuf à production de chaleur renouvelable.*

### 6.3.2 Objectifs sur l'énergie électrique (patrimoine communal)

L'évolution temporelle de la consommation d'énergie finale électrique, selon le scénario ambitieux, est représentée en Figure 26 (l'évolution selon le scénario naturel est représentée en Figure 44).

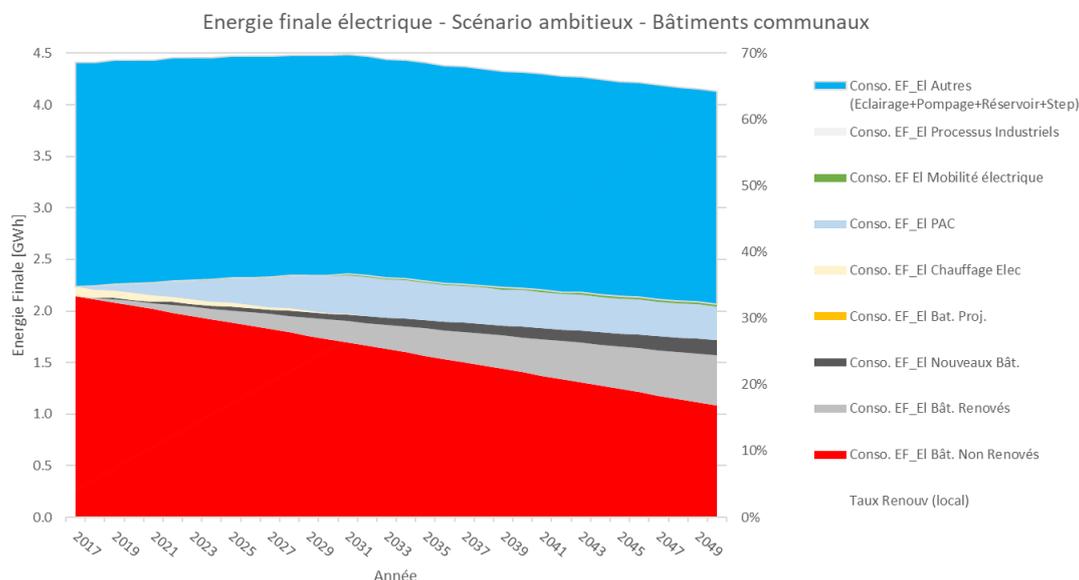


Figure 26 : Simulation de l'évolution de l'énergie électrique finale.

On y distingue (de bas en haut) :

- La consommation courante (éclairage, appareils, ventilation) des bâtiments non-rénovés,
- La consommation courante des bâtiments rénovés
- La consommation courante des nouveaux bâtiments
- L'énergie électrique nécessaire aux chauffages électriques directs.
- L'énergie électrique nécessaire aux PAC
- La part due à la mobilité électrique
- La part due aux processus industriels
- La part des services communaux (Eclairage public, pompage, STEP)

La baisse de consommation électrique provient de la rénovation, d'une diminution de la consommation de l'éclairage public et de la suppression des chauffages électriques directs

L'évolution de la production d'énergie renouvelable finale électrique est résumée dans le Tableau 17.

Energie Finale [GWh]	2017	2025	2035	2050
Electrique	Production	Production	Production	Production
Prod. EF_EI Réseau	4.23	3.70	2.91	1.54
Prod. EF_EI PV	0.18	0.77	1.50	2.59
<b>Total</b>	<b>4.41</b>	<b>4.47</b>	<b>4.41</b>	<b>4.13</b>

Tableau 17 : Evolution de la production d'énergie finale électrique. A noter qu'aucune part d'énergie éolienne n'est attribuée aux bâtiments communaux, puisque l'on considère ici la production locale

### 6.3.3 Objectifs sur l'énergie primaire (patrimoine communal)

Afin d'obtenir une évolution de l'énergie cumulée, thermique et électrique, ces dernières sont transformées en énergie primaire représentée en Figure 27.

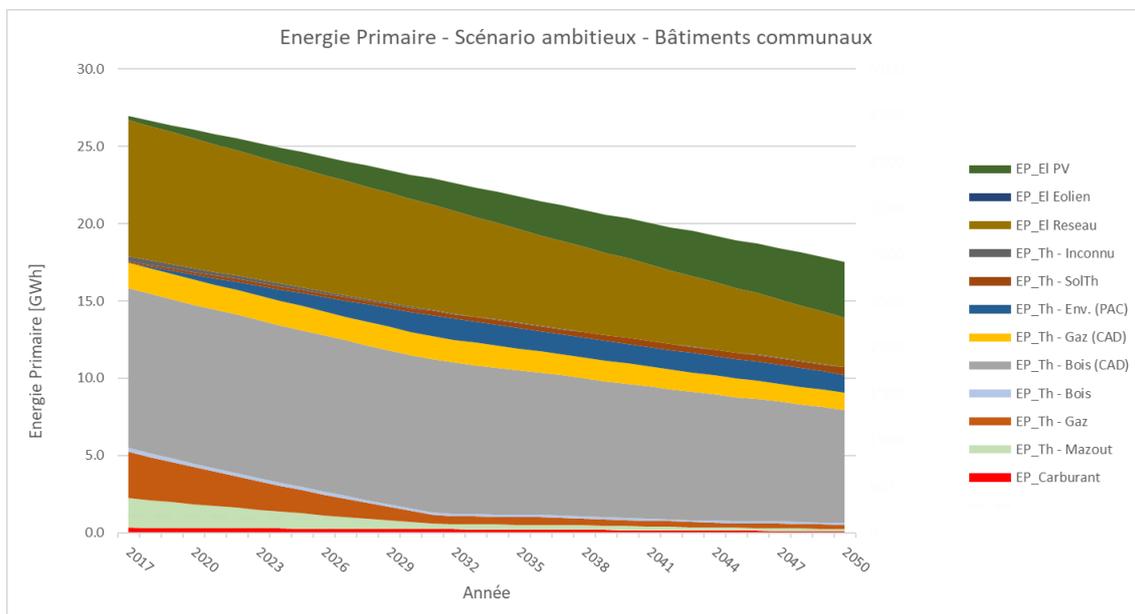


Figure 27 : Evolution de l'énergie primaire. L'énergie primaire permet de sommer l'énergie électrique (EP\_EI) l'énergie thermique (EP\_Th) et l'énergie fossile pour la mobilité (EP\_Carburant).

Finalement on trouvera un résumé des consommations en énergie finale et primaire dans le Tableau 14 et un résumé des économies en énergie finale et primaire dans le Tableau 15. Les économies sont définies comme la différence entre le scénario naturel et le scénario ambitieux établi par la commune.

GWh	2017	2025	2035	2050
<b>Energie finale</b>				
Consommation de chaleur	12.1	10.6	8.9	7.1
<i>dont: Elec pour chaleur (PAC et direct)</i>	0.1	0.3	0.4	0.3
<i>Chaleur de l'environnement</i>	0.0	0.6	0.9	0.9
Consommation d'électricité	4.4	4.5	4.4	4.2
<i>dont: Elec pour chaleur (PAC et direct)</i>	0.1	0.3	0.4	0.3
<b>Energie primaire</b>				
Production de chaleur	17.6	15.6	13.4	10.6
Production d'électricité	9.0	8.8	8.2	6.8
Carburant	0.3	0.3	0.2	0.1
<b>Total</b>	<b>26.9</b>	<b>24.7</b>	<b>21.7</b>	<b>17.5</b>

Tableau 18 : Résumé des consommations en énergie finale et primaire.

<b>GWh</b>	<b>2017</b>	<b>2025</b>	<b>2035</b>	<b>2035</b>
<b>Energie finale</b>				
Economie de chaleur	0.0	0.6	1.1	1.7
Economie d'électricité	0.0	-0.1	-0.2	-0.1
<b>Energie primaire</b>				
Economie de chaleur	0.0	0.6	1.1	2.0
Economie d'électricité	0.0	-0.3	-0.4	-0.1
Carburant	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.8</b>	<b>1.9</b>

*Tableau 19 : Résumé des économies d'énergie finale et primaire calculées établi par différence entre le scénario naturel et le scénario ambitieux de la commune.*

Ces objectifs sont destinés à être contrôlés périodiquement, à savoir tous les 5 ans. Leur atteinte est calibrée en fonction de l'augmentation des objets (population, activité économique et industrielle selon l'indicateur choisi).

## 7 MISE EN ŒUVRE

Le plan d'action de la commune de Val-de-Ruz contient les mesures qu'elle s'engage à mettre en œuvre sur le court (4-5 ans), moyen (5-15 ans) et long terme (>15 ans), dans le but de concrétiser la vision à long terme, les lignes directrices et objectifs spécifiques présentés dans les chapitres précédents du présent document.

### 7.1 Mesures de mise en œuvre

Le tableau ci-dessous représente le plan d'action des mesures proposées.

Ce catalogue riche en mesure propose toutes les actions susceptibles d'être intégrées au fonctionnement de la commune, les actions en gras sont indispensables à la mise en œuvre des 6 piliers de la transition énergétique de la commune (Voir §4.2). Les actions nécessitant un effort de mise en œuvre plus conséquent font l'objet d'une description détaillée (Fiche de mesure) au §9.1.

Nr	Titre	Actions	Début	Fin	Remarques / liens
<b>1</b>	<b>Développement et planification</b>				
<b>1.1</b>	<b>Stratégie énergie-climat</b>				
1.1.1	Objectifs énergétiques et climatiques	<b>Modification/acceptation des objectifs fixés dans le plan communal des énergies</b> a) Acceptation du plan par l'organe compétent b) Publication du plan et information à son sujet pour la population	2020	2020	
1.1.2	Programme de politique énergie-climat	<b>Organisation du cadre légal pour la mise en œuvre des conditions nécessaires à atteindre l'objectif :</b> a) Règlement régissant les valeurs limites à atteindre lors d'un assainissement b) Règlement régissant les valeurs limites à atteindre lors d'une nouvelle construction	2019	2022	Fiche de mesure 2
1.1.3	Bilan, système d'indicateurs	<b>Les indicateurs assurant le suivi sont à mettre à jour tous les quatre ans</b> a) Consommation électrique (Groupe e) b) Actualisation du RegBL c) Consommation et utilisation des CAD d) Nombre de bâtiments rénovés e) Nombre de producteurs de chaleur assainis (avec indication du changement le cas échéant)	2019	-	Fiche de mesure 1

1.1.4	Adaptation aux changements climatiques	Bilan de l'impact du changement climatique sur les ressources communales : a) Gestion de l'eau potable b) Gestion des eaux de pluie (écoulement saturé)	2019	-	
1.1.5	Gestion déchets et des ressources	Suivi de la capacité des points de collecte de déchets et de la distance à la population a) Enquête de satisfaction	2019	-	
<b>1.2</b>	<b>Développement territorial</b>				
1.2.1	Planification énergétique territoriale	<b>Suivi ou extension de la carte des ressources renouvelable de la commune. :</b> <b>Création d'une base de données organisée et maintenue à jour</b> a) Suivi des installations PV sur le territoire communal b) Suivi des installations PAC sur le territoire communal c) Extension de la carte des sources de rejets de chaleur industrielle (questionnaire envoyé aux entreprises)	2020	2020	Fiche de mesure 1
1.2.2	Planification de la mobilité et de la circulation	Transports publics : a) L'offre actuellement mise en place est-elle en adéquation avec les besoins de la population b) Soutien à la création de la nouvelle gare RER de Cernier	2019	-	Plan directeur Cantonal (fiche de coordination A_22)
		Mobilité partagée : a) Mise en place de "Car Sharing" b) Encouragement au co-voiturage	2019	-	
		Mobilité douce : a) La possibilité de se déplacer à vélo est-elle disponible est clairement communiquée à la population	2019	-	

<b>1.3</b>	<b>Instrument pour les propriétaires fonciers</b>				
1.3.1	Règles de construction pour les propriétaires fonciers	<b>Nouveau règlement de construction</b> a) Modifications des plans directeurs des plans de zones, des règlements de constructions ou des plans spéciaux d'affectation et d'aménagement pour intégrer les valeurs-limites pour la rénovation ou pour la construction	2020	2023	Fiche de mesure 2
1.3.2	Appels d'offres et remises en droit de superficie	a) Les appels d'offres, les projets de développement de quartiers ou de sites, les ventes de terrains ou les remises en droit de superficie doivent faire état des valeurs-limites pour la rénovation et la construction	2019	-	
<b>2</b>	<b>Bâtiments communaux</b>				
<b>2.1</b>	<b>Normes, planification et exploitation</b>				
2.1.1	Normes pour la construction et la gestion des bâtiments publics	Nouveau règlement de construction/rénovation des bâtiments publics a) Les bâtiments communaux seront construits et rénovés selon des critères d'efficacité exemplaires	2019	2020	Fiche de mesure 2
2.1.2	Comptabilité énergétique et optimisation de la gestion	<b>Mise en place de monitoring des bâtiments communaux pour les optimiser et maintenir ensuite le niveau optimum</b> a) Suivi de type Energo® d'EnergieSuisse	2019	-	Fiche de mesure 1  <a href="http://www.energo.ch">http://www.energo.ch</a>
2.1.3	Stratégie et programme d'assainissement	Assainissements programmés du parc de la commune. Sur la base de la présente planification l'assainissement des bâtiments communaux est planifié dans le temps et dans le budget.	2019	-	
<b>2.2</b>	<b>Energies renouvelables</b>				
2.2.1	Energies renouvelables pour la chaleur (et le froid)	<b>La commune poursuit la sortie du fossile de ses bâtiments :</b> a) Appliquer le passage au CAD et développer par la même occasion un réseau attrayant pour la population b) Remplacement des chaudières à combustible fossile	2019	-	Fiche de mesure 3 Fiche de mesure 4 Fiche de mesure 6

2.2.2	<i>Energies renouvelables pour l'électricité</i>	<i>Approvisionnement des bâtiments communaux par du courant propre :</i> a) <i>Maintien de l'approvisionnement labélisé et propre.</i> b) <i>Pose de PV sur les toitures des bâtiments communaux</i> c) <i>Evaluer la possibilité de créer des "Regroupements dans le cadre de la consommation propre"</i>	2019	-	
2.2.3	<i>Efficacité énergétique pour la chaleur (et le froid)</i>	<i>Promouvoir la vérification des installations de production de froid et chaleur dans les bâtiments :</i> <i>Un audit systématique des bâtiments permettrait de</i> a) <i>Faire un inventaire des installations</i> b) <i>Evaluer leur remplacement tant du point de vue de l'efficacité que du point de vue financier.</i>	2019	2020	
2.2.4	<i>Efficacité énergétique pour l'électricité</i>	<i>Promouvoir la vérification des installations de consommatrices d'électricité dans les bâtiments (Appareils, Eclairage, Ventilation)</i> a) <i>Effectuer des audits systématiques des bâtiments communaux pour permettre de</i> b) <i>Faire un inventaire des installations</i> c) <i>Evaluer la possibilité de moderniser l'éclairage</i> d) <i>Evaluer leur remplacement tant du point de vue de l'efficacité que du point de vue financier</i>	2019	2020	
<b>2.3 Eclairage et eau</b>					
2.3.1	<i>Eclairage public</i>	a) <i>La commune poursuit son action exemplaire d'extinction nocturne de l'éclairage public</i> b) <i>En tant que pionnière en Suisse, elle se porte volontaire pour prodiguer ses conseils à d'autres communes.</i>	2019	2020	
2.3.2	<i>Economies d'eau</i>	<i>Les économies encadrées et étudiées</i> a) <i>Dans les bâtiments communaux</i> b) <i>Dans le secteur de la voirie et de l'entretien de l'espace public</i>	2019	-	

<b>3</b>	<b>Approvisionnement et dépollution</b>				
<b>3.1</b>	<b>Stratégie d'entreprises</b>				
3.1.1	Stratégie d'entreprise des sociétés d'approvisionnement	Le travail de partenariat avec les fournisseurs d'énergie est très important. Dans ce sens une discussion doit s'engager avec a) Viteos SA pour promouvoir et étendre les réseaux CAD de la commune et limiter le recours au gaz. b) Groupe e SA pour promouvoir le développement durable du réseau permettant le raccordement de production décentralisée (PV, CCF,)	2019	-	
3.1.2	Offre, vente et utilisation de produits durables et services (Electricité / Gaz / Chaleur / Eau)	<b>La commune s'engage à la promotion de services visant l'économie d'énergie :</b> a) Différents programmes de la confédération sont mis sur pied dans cette optique, par exemple : • le programme d'audit énergétique pour les PME, tel que PEIK • Le programme de soutien aux propriétaires fonciers, "programme Bâtiment"	2020	-	<a href="http://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/peik">www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/peik</a>  Fiche de mesure 6 <a href="http://www.suisseenergie.ch">www.suisseenergie.ch</a>
<b>3.2</b>	<b>Approvisionnement, dépollution et exploitation énergétique</b>				
3.2.1	Production d'électricité renouvelable sur le territoire communal	<b>Soutien à l'exploitation du potentiel territorial pour la production durable d'électricité renouvelable :</b> a) Parcs éoliens b) Soutien à l'installation de panneaux PV	2019	-	Fiche de mesure 7
3.2.2	Réseaux de chaleur renouvelable (couplage chaleur-force et récupération de chaleur)	a) La commune mandate des entreprises pour évaluer la création et/ou l'extension de réseaux de CAD dans les zones propices selon la planification énergétique. Elle favorisera des zones où leur développement permettrait un remplacement de chaudières à énergie fossile.	2019	2020	
3.2.3	Production et consommation de chaleur renouvelable sur le territoire communal (installations individuelles)	Soutien à l'installation de producteurs de chaleur individuels majoritairement renouvelable dans les zones non couvertes par le CAD, par ex. remplacement individuel des producteurs de chaleur fossile tel que les PAC ou les chaudières à énergie-bois.	2019	-	

3.2.4	Approvisionnement en eau et gestion des espaces verts	<p>a) La commune poursuit l'assainissement du réseau distribution de l'eau potable.</p> <p>b) La commune vise et encourage une gestion écologique et respectueuse des espaces verts, dans la mesure du possible ces espaces pourraient être étendus.</p>	2019	-	
3.2.5	Traitement et valorisation énergétique des eaux usées	<p>a) La commune poursuit l'assainissement du réseau de traitement et de collecte des eaux usées. Elle profitera de l'occasion pour faire évaluer plus en détail le potentiel de récupération de la chaleur provenant des collecteurs d'eaux usées.</p>	2019	-	
3.2.6	Traitement et valorisation énergétique des déchets	<p>a) Le traitement efficace et respectueux reste une priorité.</p>	2019	-	
<b>4</b>	<b>Mobilité</b>				
<b>4.1</b>	<b>Gestion de la mobilité dans l'administration / Controlling mobilité</b>				
4.1.1	Mobilité durable dans l'administration	<p>La commune monitor et veille à l'utilisation rationnelle de son parc de véhicules.</p> <p>a) Sensibilisation des collaborateurs aux horaires de transport en commun (affichage dans les offices)</p> <p>b) Evaluation du remplacement des véhicules vieillissants par des véhicules plus performants (hybride, électriques, ...)</p>	2019	-	
4.1.2	Indicateurs de mobilité dans la commune	<p>a) La commune se dote d'une planification et d'un monitoring de la mobilité.</p>	2025	-	<a href="http://www.mobilita-per-i-comuni.ch/fr/profibereich/profi-instrumente/mobilitaet/mobilitaet-gemeinden.html">http://www.mobilita-per-i-comuni.ch/fr/profibereich/profi-instrumente/mobilitaet/mobilitaet-gemeinden.html</a>
<b>4.2</b>	<b>Organisation de la circulation</b>				
4.2.1	Infrastructures et gestion des places de parc	<p>Les infrastructures de parking et la gestion communale des places de parcs doivent encourager la mobilité plus durable tout en permettant un accès aux clients.</p>	2019	-	
4.2.2	Réduction de vitesse	<p>a) Installation de système de modération du trafic et de réduction de la vitesse qui stimule la mobilité douce.</p>	2019	-	

4.2.3	<i>Approvisionnement en produits au niveau local</i>	<p><i>Les circuits courts sont plus efficaces, respectueux de l'environnement et permettent de garder des emplois sur le territoire communal.</i></p> <p>a) <i>Encouragement à la mise en place de livraison de nourriture produite sur la commune vers la population (panier de la ferme, livraison de repas en entreprise, ...)</i></p>	2019	-	
<b>4.3</b>	<b>Mobilité non motorisée</b>				
4.3.1	<i>Réseau piétonnier et espace public</i>	<p><i>Afin de favoriser le déplacement à pied, la commune met sur pied</i></p> <p>a) <i>Des trottoirs ou des chemins piétons sécurisés sur les routes fréquentées.</i></p> <p>b) <i>Des passages piétons (si possible avec feux facilitant la traversée de routes.</i></p> <p>c) <i>La mise sur pied de pédibus pour les enfants scolarisés.</i></p> <p>d) <i>La mise en place de zone limitée à 30 km/h.</i></p> <p>e) <i>Décourager les trajets en voiture pour l'accompagnement des enfants depuis et vers l'école.</i></p>	2019	-	
4.3.2	<i>Réseau et infrastructures cyclables</i>	<p>a) <i>La commune entretient et aménage un réseau de pistes cyclables.</i></p> <p>b) <i>La commune encourage la mise sur pied de station de réparation de vélo</i></p> <p>c) <i>La commune encourage la mise sur pied d'une bourse aux vélos</i></p>	2019	-	
<b>4.4</b>	<b>Transport public</b>				
4.4.1	<i>Transports publics</i>	<p><i>Un réseau de transport public efficace et coordonné augmente sa fréquentation.</i></p> <p>a) <i>Engager une discussion avec les prestataires de transport public pour améliorer, dans la mesure du possible, l'offre actuelle.</i></p> <p>b) <i>Encourager les entreprises à mettre en place un plan de mobilité.</i></p>	2019	-	

<b>5</b>	<b>Organisation interne</b>				
<b>5.1</b>	<b>Gestion de la mobilité dans l'administration / Controlling mobilité</b>				
5.1.1	Responsabilités, ressources, procédures	<p><b>La mise en œuvre des actions présentées ici suppose un suivi par du personnel. Il est impératif de définir une personne en charge de chaque action.</b></p> <p>a) Centralisation et archivage des données utiles à l'entretien de la planification et au suivi des actions dans une base de données (rénovation, inventaires des installations, suivi des consommations, ...)</p>	2019	-	Fiche de mesure 1
5.1.2	Ressources financières pour la politique énergie-climat	<p><b>Les ressources financières nécessaires doivent être budgétisées et planifiées.</b></p> <p>Les financements alternatifs par "contracting" ou par financement participatif peuvent également être envisagés sur des mesures rentables nécessitant un investissement.</p>	2019	-	
<b>5.2</b>	<b>Processus internes</b>				
5.2.1	Suivi des résultats et planification annuelle	<p><b>Les résultats et l'avancement de la planification doivent être tenus à jour et présentés régulièrement (en interne comme à la population).</b></p> <p>a) Pour s'en assurer il faut mettre sur pied un processus et un contrôle qualité</p>	2019	-	Fiche de mesure 1
5.2.2	Formation et sensibilisation	Chaque collaborateur/trices peut devenir un contributeur au plan des énergies. Pour se faire, celui-ci doit être informé de l'importance de ce plan et formé aux éventuelles nouvelles tâches qui lui incombent.	2019	-	
5.2.3	Exemplarité pour les marchés publics	La commune peut aussi se montrer exemplaire et responsable dans ses achats (matériel, vêtement, papier recyclé, ...) et dans ses placements financiers (fortune, emprunts et caisse de pension, entres autres). Il convient alors d'en tenir compte comme critère décisionnel dans tous les investissements.	2019	-	

<b>6</b>	<b>Collaboration et communication</b>				
<b>6.1</b>	<b>Communication par la commune</b>				
6.1.1	Stratégie et programme	<p><b>La commune utilise les canaux les plus pertinents pour informer chaque tranche de la population à la situation énergétique et pour encourager la participation de chaque acteur à la transition.</b></p> <p>a) Entretien du site internet  b) Envoi de matériel informatif par courriel aux entreprises (ciblée à la personne responsable).  c) La collectivité utilise ses canaux de communication de manière habituelle  d) Action de sensibilisation et d'éducation aux écoliers</p>	2019	-	Fiche de mesure 7
6.1.2	Exemplarité et Corporate Identity	L'exemplarité visée par la commune de Val-de-Ruz doit se refléter dans son image et s'intégrer dans ses activités du quotidien.	2019	-	
6.1.3	Centre de conseil et d'information	La population doit pouvoir accéder aux informations utiles et à des conseils sur les questions énergétiques, climatiques ou de mobilité.	2019	-	
6.1.4	Soutien financier	<p>La commune peut permettre l'éclosion et la concrétisation de projets durables et de protection du climat en investissant dans ceux-ci. Certains peuvent même s'avérer rentables.</p> <p>a) Mise en place d'une somme destinée à un projet d'efficacité énergétique (par exemple sous forme de concours pour la population)</p>	2019	-	
<b>6.2</b>	<b>Collaboration et communication</b>				
6.2.1	Collaboration régionale et suprarégionale	<p>La mutualisation peut-être également une clé pour la réalisation de projets.</p> <p>a) Prise de contact avec les communes voisines et définition d'un interlocuteur pour voir si des projets communs peuvent-être envisagés.  b) Prise de contact avec les cantons de Neuchâtel et de Berne et définition d'un interlocuteur privilégié pour voir si des projets communs peuvent-être envisagés.</p>	2019	-	

6.2.2	<i>Collaboration avec les écoles et les institutions de formation</i>	<p>a) <i>La commune met sur pied des collaborations avec les écoles et les institutions de formation pour communiquer et informer des projets sur les thématiques liées à l'énergie et au climat</i></p> <p>b) <i>La commune intègre de manière participative les connaissances et les ressources des établissements pour la mise en œuvre de sa politique énergétique et climatique.</i></p> <p>c) <i>La commune intègre une sensibilisation des élèves à la consommation énergétique des supports numériques</i></p>	2019	-	
6.2.3	<i>Collaboration avec l'industrie, les entreprises, les prestataires de services et les exploitations forestières et agricoles</i>	<p><i>La commune collabore avec le tissu industriel pour la mise en œuvre de sa planification énergétique</i></p> <p>a) <i>Elle contacte les 10 plus grandes entreprises pour élaborer un plan de diminution des dépenses énergétiques.</i></p> <p><i>Les exploitations forestières doivent collaborer avec les autorités communales dans la gestion locale de l'énergie-bois</i></p> <p>b) <i>Elle contacte les responsables de ce service pour faire un état des lieux de l'exploitation forestière et faire un bilan approfondi des ressources actuelles et futures.</i></p> <p>c) <i>Le cas échéant elle joue le rôle de médiateur entre ce service et les exploitants des CAD pour intensifier la collaboration entre ces acteurs.</i></p> <p><i>Le secteur agricole doit être intégré aux questions climatiques et énergétiques.</i></p> <p>d) <i>Elle contacte les agriculteurs pour une séance de coordination pour discuter des questions de l'impact du réchauffement climatique sur les exploitations et, le cas échéant ouvrir le débat sur la biomasse.</i></p>	2019	-	

6.2.4	<i>Collaboration avec les investisseurs professionnels et les propriétaires</i>	<p><i>Les objectifs visés ne sont atteignables qu'avec la participation des régies et des propriétaires particuliers.</i></p> <p><i>La commune peut jouer le rôle de facilitateur en communiquant avec ces propriétaires.</i></p> <p>a) <i>La commune contacte les principales régies de la commune pour une discussion autour de la rénovation des bâtiments.</i></p> <p>b) <i>La commune organise une séance d'information pour les propriétaires particuliers pour les informer des possibilités de financement pour les rénovations.</i></p>	2019	-	
6.2.5	<i>Communication grand public</i>	<p><i>Tous les enjeux de la transition énergétique ne sont pas forcément connus du grand public, en particulier les aspects techniques, c'est pourquoi il est important de communiquer à ce sujet.</i></p> <p>a) <i>La commune organise un stand d'information lors des événements communaux (foire, rassemblement, ...)</i></p>	2019	-	
6.2.6	<i>Participation et multiplicateurs</i>	<p><i>Les collectivités locales sont un des relais de communication de la transition énergétique. Certains projets écologiques émanent de ces associations</i></p> <p>a) <i>La commune s'engage à soutenir les projets des associations</i></p>	2019	-	
<b>6.3</b>	<b>Projets phares</b>				
6.3.1	<i>Parcs éoliens</i>	<i>La commune continue son soutien aux différents projets éoliens sur son territoire</i>	2019	-	
6.3.2	<i>Extinction nocturne de l'éclairage public</i>	<p><i>La commune est pionnière en Suisse dans le domaine.</i></p> <p>a) <i>Elle continue à monitorer les indicateurs et communique à ce sujet. (économies d'énergie et d'argent, suivi du nombre d'incidents, récoltes d'avis positifs...)</i></p>	2019	-	

## 7.2 Contrôle des résultats

Le contrôle des résultats est important pour assurer le suivi de la mise en œuvre de la planification énergétique territoriale. Il permet de vérifier l'efficacité des différentes mesures et le degré de réalisation des objectifs. Il est bon de prévoir une actualisation des fichiers annuelle.

D'une manière générale, les énergies passant par un réseau de distribution (Electricité, gaz, CAD) sont monitorables facilement et précisément en demandant les données à son gestionnaire. Les autres modes d'utilisations de l'énergie ne le sont que sur une base volontaire de la part de celui qui achète le combustible, dans les autres cas elles reposent sur des hypothèses d'utilisation standard.

### 7.2.1 Consommation thermique

#### ***Pour le territoire communal :***

GAZ : Le gestionnaire du réseau de distribution de gaz est autorisé à livrer un bilan des consommations mesurées à l'échelle de la commune. Il convient de demander périodiquement ces valeurs et les comparer aux valeurs indiquées dans le Tableau 27 pour évaluer le suivi de la trajectoire.

CAD : Le gestionnaire du réseau de distribution CAD est autorisé à livrer un bilan des consommations mesurées à l'échelle de l'installation ainsi que son bilan de renouvelable. Il convient de demander périodiquement ces valeurs et les comparer aux valeurs indiquées dans le Tableau 27 pour évaluer le suivi de la trajectoire.

#### ***Pour les bâtiments communaux :***

Tous les agents énergétiques : La mesure 2.1.2 "Mise en place de monitoring des bâtiments communaux pour les optimiser et maintenir ensuite le niveau optimum" prévoit d'équiper les bâtiments communaux d'outil permettant le suivi des consommations.

## 7.2.2 Consommation électrique

### **Pour le territoire communal :**

Le gestionnaire du réseau de distribution (GRD) est autorisé à livrer les valeurs mesurées à l'échelle de la commune

Il convient de demander périodiquement ces valeurs au GRD et les comparer aux valeurs "consommation d'électricité" indiquées dans le Tableau 15 pour évaluer le suivi de la trajectoire.

### **Pour les bâtiments communaux :**

La mesure 2.1.2 "Mise en place de monitoring des bâtiments communaux pour les optimiser et maintenir ensuite le niveau optimum" prévoit d'équiper les bâtiments communaux d'outil permettant le suivi des consommations.

Ce monitoring peut se faire en équipant les bâtiments de compteurs en demandant un relevé au GRD quand les bâtiments sont équipés de compteurs télérelevés ou plus simplement en chargeant un responsable par bâtiment de rapporter régulièrement les consommations.

## 8 CARTES ET SYNTHÈSE

La carte suivante représente les zones définies comme potentiel pour l'extension de CAD existants (« Ext CAD ») ou pour la création de nouveaux réseaux (« New CAD »).

L'évaluation définitive de l'intérêt de tels travaux se fera, selon les opportunités jusqu'au moment de l'élaboration du nouveau PAL d'ici à 2023.

On privilégiera, pour les bâtiments situés hors de ces zones, le recours à une solution individuelle provenant des énergies renouvelables.

Si un réel intérêt est démontré et que la planification d'un CAD se concrétise, une obligation de raccordement pourrait alors être introduite.

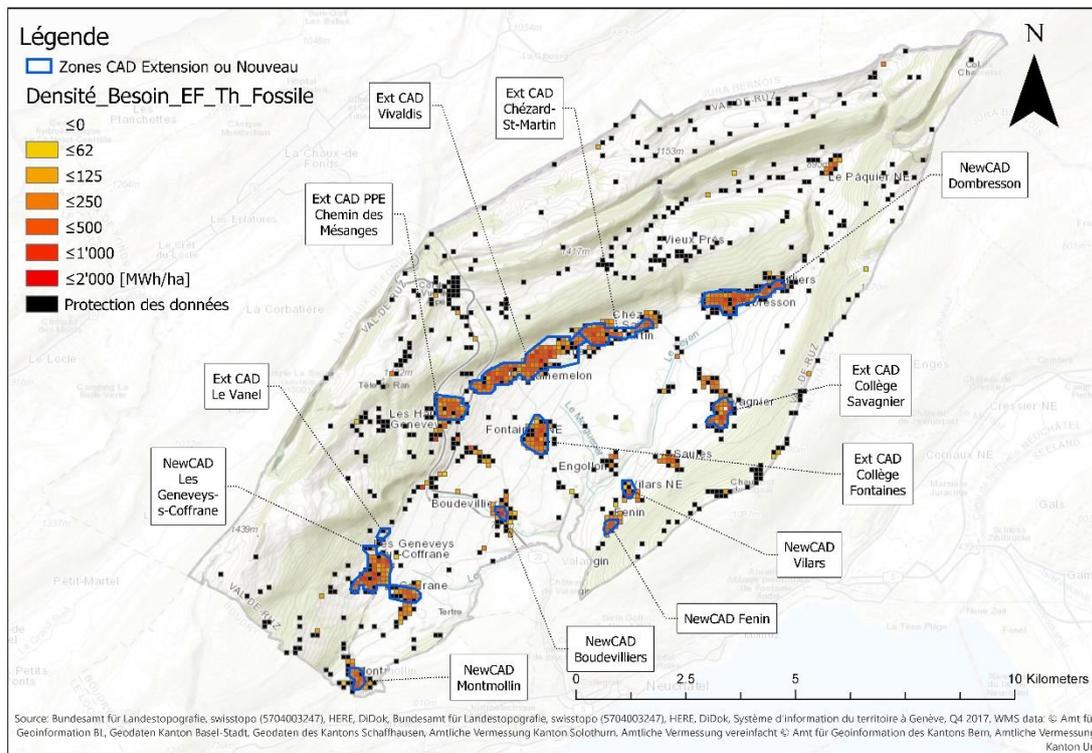


Figure 28: Zones d'intérêt pour l'extension ou le développement de CAD sur le territoire communal.

## 9 ANNEXES

### 9.1 Annexe 1 – Fiches de mesures

#### 9.1.1 Mesure 1 – Suivi de la planification

<b>Désignation de la mesure :</b> Suivi de la planification.
<b>Situation à l'année de référence (2018)</b> Le plan communal des énergies dresse un bilan des consommations de tous les bâtiments, basé sur les sources disponibles. Un registre des bâtiments communaux suivant leurs consommations existe partiellement.
<b>Objectifs quantitatifs et effets attendus :</b> Suivi de la mise en œuvre des actions proposées et des résultats.
<b>Priorité de mise en œuvre</b> 8/10
<b>Taux de réalisation</b> 50%
<b>Délais et coûts</b> Ordre de grandeur des coûts de mise en œuvre pour la commune 3'000 à 10'000.- CHF par année (mandat externe)
<b>Actions à entreprendre</b> Pour les bâtiments communaux <ul style="list-style-type: none"><li>- Création d'une base de données pour répertorier les bâtiments communaux, leurs installations techniques et leurs consommations annuelles (thermique, froid, électricité).</li><li>- Méthode de travail pour remonter les données bâtiments dans la base de données (p. ex. nomination d'un responsable par immeuble pour effectuer les relevés). Idéalement les données devraient être remontées dans un outil de suivi (p. ex. Energo®, EnerCoach®)</li></ul> Pour les autres bâtiments de la commune <ul style="list-style-type: none"><li>- Méthode de travail pour maintenir à jour et enrichir les données des bâtiments du domaine communal (implication du service des mises à l'enquête).</li><li>- Mise à jour annuelle de la planification</li></ul> Pour l'ensemble du territoire communal <ul style="list-style-type: none"><li>- Définition d'un tableau de bord des objectifs énergétiques et de la manière de le mettre à jour</li></ul>
<b>Responsable et acteurs concernés</b> Commission communale de l'énergie, Conseil Communal

- 9.1.2 Mesure 2 – Sensibiliser et informer les propriétaires sur l'intérêt de planifier une rénovation plus efficace que celle imposée par le cadre légal, de façon à atteindre des valeurs limites des besoins de chaleur annuels ambitieux

<b>Désignation de la mesure :</b>				
Modification du cadre légal pour fixer les valeurs limites des besoins de chaleur annuels ambitieux (Règlements d'aménagement et des constructions)				
<b>Situation à l'année de référence (2018)</b>				
Le règlement cantonal (RELCen) fait foi. Les valeurs limites pour les nouvelles constructions sont celles de la norme SIA380 1 :2016. Dans le cas de transformations ou changement d'affectation on prend 125% de ces valeurs.				
<b>Objectifs quantitatifs et effets attendus :</b>				
<b>Energie Finale [GWh]</b>	<b>2017</b>	<b>2025</b>	<b>2035</b>	<b>2050</b>
<b>Energie thermique</b>	0.0	2.3	5.0	9.1
<b>Energie électrique</b>	0.0	0.1	0.2	0.3
<b>Priorité de mise en œuvre</b>				
10/10				
<b>Taux de réalisation</b>				
0%				
<b>Délais et coûts</b>				
Fin 2023				
Les coûts de mise en œuvre seront à définir dans la 3 <sup>e</sup> étape du PAL				
<b>Actions à entreprendre</b>				
Mise à disposition d'informations pour les propriétaires souhaitant faire une rénovation.				
<b>Responsable et acteurs concernés</b>				
Commission communale de l'énergie, Commission du développement territorial et durable, Conseil Communal				

9.1.3 Mesure 3 – Etude pour l’extension/création de nouveaux CAD.

<b>Désignation de la mesure :</b> Etude de faisabilité pour les zones propices au développement de nouveaux réseaux de chaleur à distance
<b>Situation à l'année de référence (2018)</b> Le plan communal des énergies dresse un bilan de l’exploitation actuelle des différents CAD ainsi que des potentiels.
<b>Objectifs quantitatifs et effets attendus :</b> Le développement de nouveaux CAD est indispensable à l’atteinte des objectifs.
<b>Priorité de mise en œuvre</b> 8/10
<b>Taux de réalisation</b> 20%
<b>Délais et coûts</b> A évaluer en fonction des opportunités Une demande d’offre doit être établie pour estimer les coûts de l’étude.
<b>Actions à entreprendre</b> L’étude à commander doit prendre en compte les zones de raccordement au CAD et définir un horizon de temps pour les raccordements. Elle doit planifier des emplacements pour d’éventuelles chaufferies et dresser la liste des ressources utilisables, principalement à bois.
<b>Responsable et acteurs concernés</b> Commission communale de l’énergie, Conseil Communal Responsable Dicastère « Travaux publics, eaux, forêt et tourisme »

9.1.4 Mesure 4 – Obligation de raccordement à un CAD renouvelable.

<b>Désignation de la mesure :</b> Obligation de raccordement à un CAD renouvelable.
<b>Situation à l'année de référence (2018)</b> Actuellement aucune mesure d'obligation n'existe.
<b>Objectifs quantitatifs et effets attendus :</b> Le raccordement d'une grande partie du parc immobilier est à un CAD majoritairement renouvelable est indispensable à l'atteinte des objectifs.
<b>Priorité de mise en œuvre</b> 8/10
<b>Taux de réalisation</b> 20%
<b>Délais et coûts</b> Dès 2023 Définition de zones de raccordement obligatoire avec un délai compatible avec les résultats de l'étude réalisée en mesure 3.
<b>Actions à entreprendre</b> Modifier le cadre légal pour rendre cette mesure effective, dans les zones ou cela n'est pas déjà le cas : <ul style="list-style-type: none"><li>- reporter cette obligation sur le plan communal d'affectation des zones (PCAZ)</li><li>- reporter cette obligation dans le règlement d'aménagement communal (RAC)</li></ul>
<b>Responsable et acteurs concernés</b> Commission communale de l'énergie, Conseil Communal

9.1.5 Mesure 5 – Optimisation énergétique des bâtiments communaux.

<b>Désignation de la mesure :</b> Economie d'énergie basée sur l'optimisation énergétique des bâtiments communaux
<b>Situation à l'année de référence (2018)</b> Les bâtiments communaux n'ont pas été audités en vue de réaliser des optimisations.
<b>Objectifs quantitatifs et effets attendus :</b> 0.5 GWh d'énergie thermique 0.65 GWh d'énergie électrique.
<b>Priorité de mise en œuvre</b> 4/10
<b>Taux de réalisation</b> 10%
<b>Délais et coûts</b> Période 2019-2029 : Pour auditer tous les bâtiments dans un délai de 10 ans il faudrait en faire 6-7 par année. On compte généralement entre 3'000 et 4'000 CHF par bâtiment suivant sa complexité et le type d'audit.
<b>Actions à entreprendre</b> Réaliser une feuille de route pour planifier les audits, les optimisations et les rénovations sur l'ensemble des bâtiments communaux basés sur une analyse multicritère (consommations, âge des bâtiments, état et type d'installations,) Réaliser les audits et mettre en œuvre les mesures selon leur rentabilité. Etudier le financement des travaux via des modèles innovants (p.ex. SwissEsco, projet RenoWatt by GRELiège, Belgique : guichet à destination des collectivités publiques afin de favoriser l'identification des bâtiments énergivores, l'analyse de rentabilité du projet, le financement du programme d'investissements et la gestion de toute la procédure de marchés publics. <sup>17</sup>
<b>Responsable et acteurs concernés</b> Commission communale de l'énergie, Conseil Communal Dicastère « Institutions, finances et bâtiments »

---

<sup>17</sup> <http://www.gre-liege.be/renowatt/25/renowatt.html> (23.07.2019)

9.1.6 Mesure 6 – Stimuler la rénovation des bâtiments

<b>Désignation de la mesure :</b> Stimuler la rénovation des bâtiments
<b>Situation à l'année de référence (2018)</b> Les bâtiments se rénovent en moyenne tous les 100 ans, ce qui mène à un taux de rénovation de 1%
<b>Objectifs quantitatifs et effets attendus :</b> Durant la période jusqu'à 2050 le taux de rénovation doit être stimulé pour atteindre 2%
<b>Priorité de mise en œuvre</b> 6/10
<b>Taux de réalisation</b> 50%
<b>Délais, coûts et actions à entreprendre</b> <p>La mise en œuvre de cette mesure nécessite une stratégie qui doit être élaborée et discutée au sein de la commune. Les coûts liés sont dépendants de la solution retenue</p> <p>La mise en place d'un guichet unique, auquel les propriétaires peuvent s'adresser avant d'entreprendre une rénovation est une piste qui a fait ses preuves à l'étranger</p> <p>« Le guichet unique fournit une assistance globale aux propriétaires pour les épauler dans la réalisation concrète de la rénovation énergétique de leurs bâtiments »</p> <p>Un tel projet devrait certainement s'appuyer sur l'aide du canton de Neuchâtel.</p> <p>D'autres pistes passent par des exonérations d'impôts pour les rénovations, des subventions et des soutiens financiers divers.</p>
<b>Responsable et acteurs concernés</b> Conseil communal, Commission communale de l'énergie, SENE

9.1.7 Mesure 7 – Augmentation de la production photovoltaïque

<b>Désignation de la mesure :</b> Augmentation de la production photovoltaïque
<b>Situation à l'année de référence (2018)</b> La production d'énergie électrique a cru rapidement ces dernières années.
<b>Objectifs quantitatifs et effets attendus :</b> <u>Bâtiments communaux :</u> La commune fait le bilan des toitures disponible sur les bâtiments lui appartenant et planifie l'installation de panneaux photovoltaïques. Un financement de type « contracting » de plus en plus courant permet d'accélérer les installations de panneaux solaires PV à condition que le taux d'autoconsommation soit suffisamment élevé. <u>Autres bâtiments :</u> Si la progression actuelle est maintenue les années suivantes, aucune action de la commune n'est à entreprendre. Un monitoring de cette progression suffit. Dans le cas d'une baisse de la progression, la commune devra stimuler les propriétaires
<b>Priorité de mise en œuvre</b> 4/10
<b>Taux de réalisation</b> 40%
<b>Délais, coûts et actions à entreprendre</b> Suivi annuel de la progression.
<b>Responsable et acteurs concernés</b> Conseil communal, Commission communale de l'énergie, SENE

9.1.8 Mesure 8 – Publication du plan communal des énergies et communication de ses objectifs

<b>Désignation de la mesure :</b> Publication du plan communal des énergies et communication de ses objectifs
<b>Situation à l'année de référence (2018)</b> Le site internet de la commune contient un volet énergie qu'il convient d'étoffer et de compléter.
<b>Objectifs quantitatifs et effets attendus :</b> Meilleure compréhension des modifications du Règlement d'aménagement et des constructions de la part des principaux acteurs de la commune.
<b>Priorité de mise en œuvre</b> 4/10
<b>Taux de réalisation</b> 15%
<b>Délais et coûts</b> Dès l'acceptation formelle du plan par les autorités, une version de l'étude devra être mise en ligne.
<b>Actions à entreprendre</b> Résumer et présenter le contenu du plan communal des énergies de manière claire.
<b>Responsable et acteurs concernés</b> Commission communale de l'énergie, Conseil Communal

## 9.2 Annexe 2 – Analyse détaillée de la consommation du territoire communal

### 9.2.1 Energie Thermique

L'énergie thermique consommée sur le territoire communal, subdivisée selon le mode de production est résumée dans le Tableau 20.

	Chauffage + ECS		Chauffage	ECS
	GWh	%	GWh	GWh
<b>Mazout</b>	102	44%	90	12
<b>Gaz</b>	66	29%	58	8
<b>Bois</b>	10	4%	9	1
<b>CAD</b>	15	0%	14	2
<b>PAC</b>	5	2%	4	1
<b>Sol Th</b>	2	1%	0	2
<b>Elec</b>	8	3%	7	1
<b>Inconnu</b>	22	10%	21	2
<b>Total</b>	231	93.3%	202	29

*Tableau 20: Répartition de l'énergie finale par Mode de production de chaleur et par type (Chauffage ou ECS) pour l'ensemble des bâtiments du territoire communal.*

La répartition géographique des besoins totaux ainsi que de leur couverture par les différents agents sur le territoire communal est consultable sur les cartes des pages suivantes (Figure 29 à Figure 36). Il s'agit là de la couverture globale indépendamment de la nature de la chaudière principale installée dans les bâtiments.

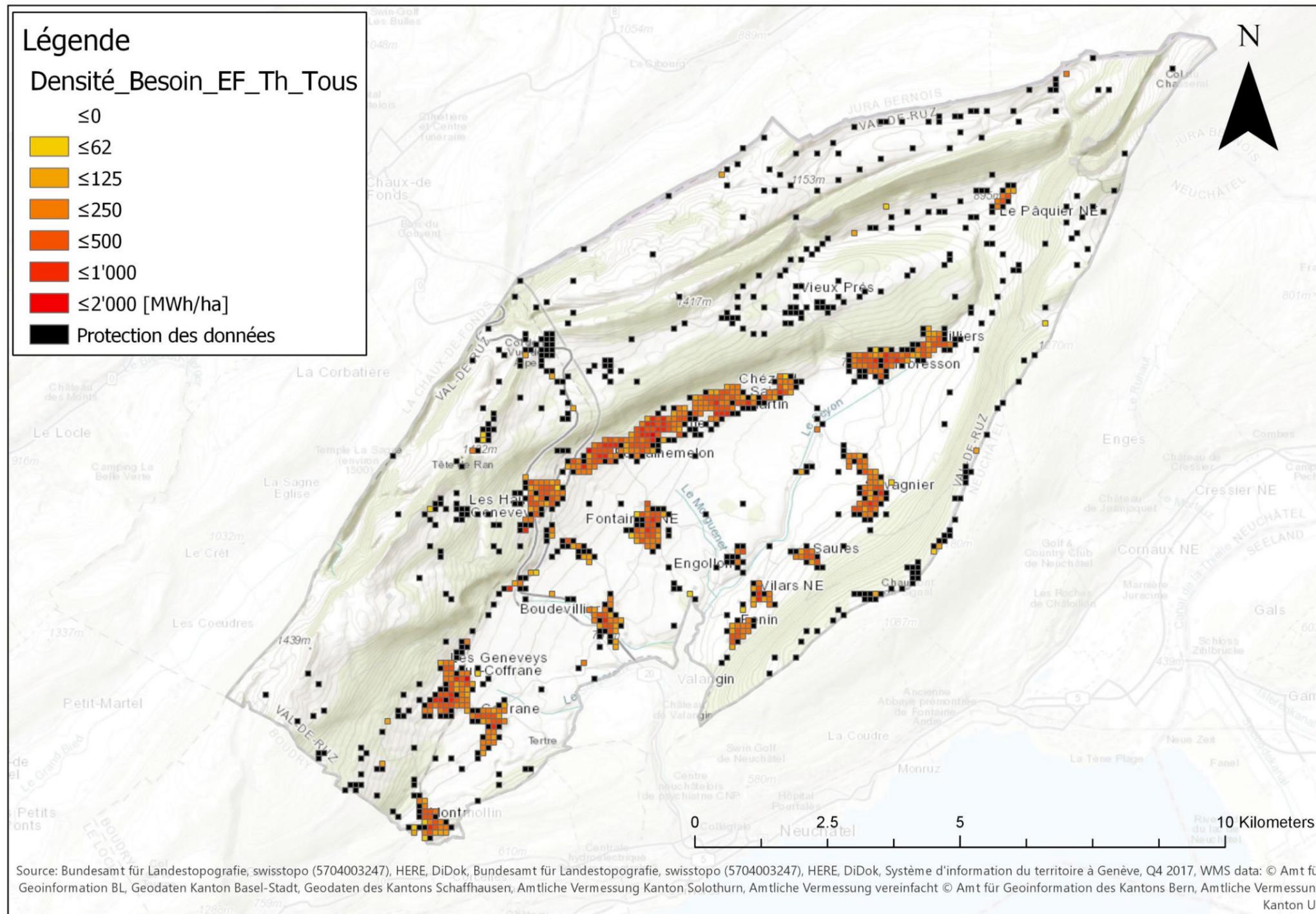


Figure 29: Densité des besoins totaux de chaleur par surface d'un hectare exprimée en MWh annuels.

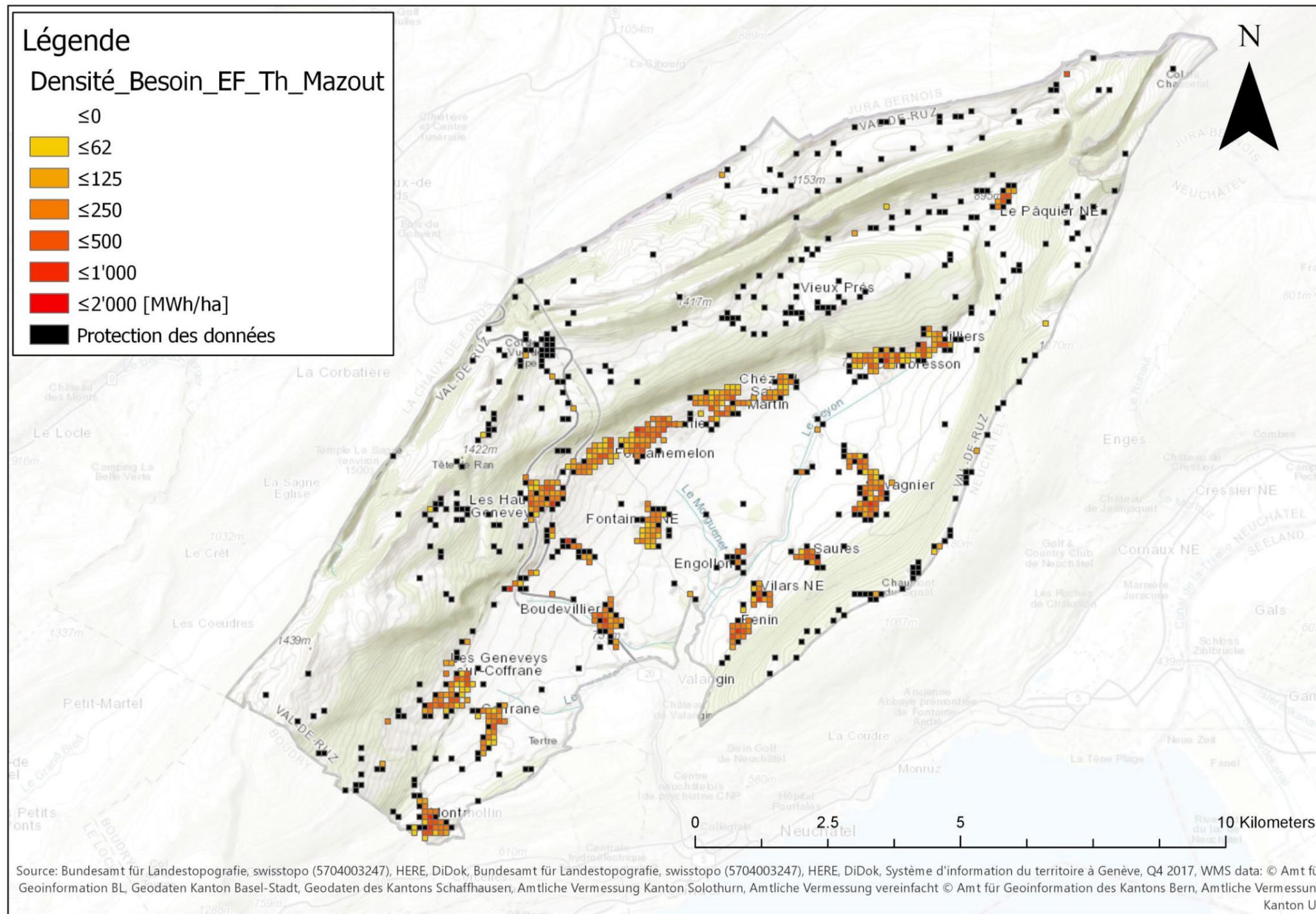


Figure 30 Densité des besoins de chaleur couverts par une production au mazout par surface d'un hectare exprimée en MWh annuels. Les chaudières au mazout sont réparties sur l'ensemble du territoire communal.

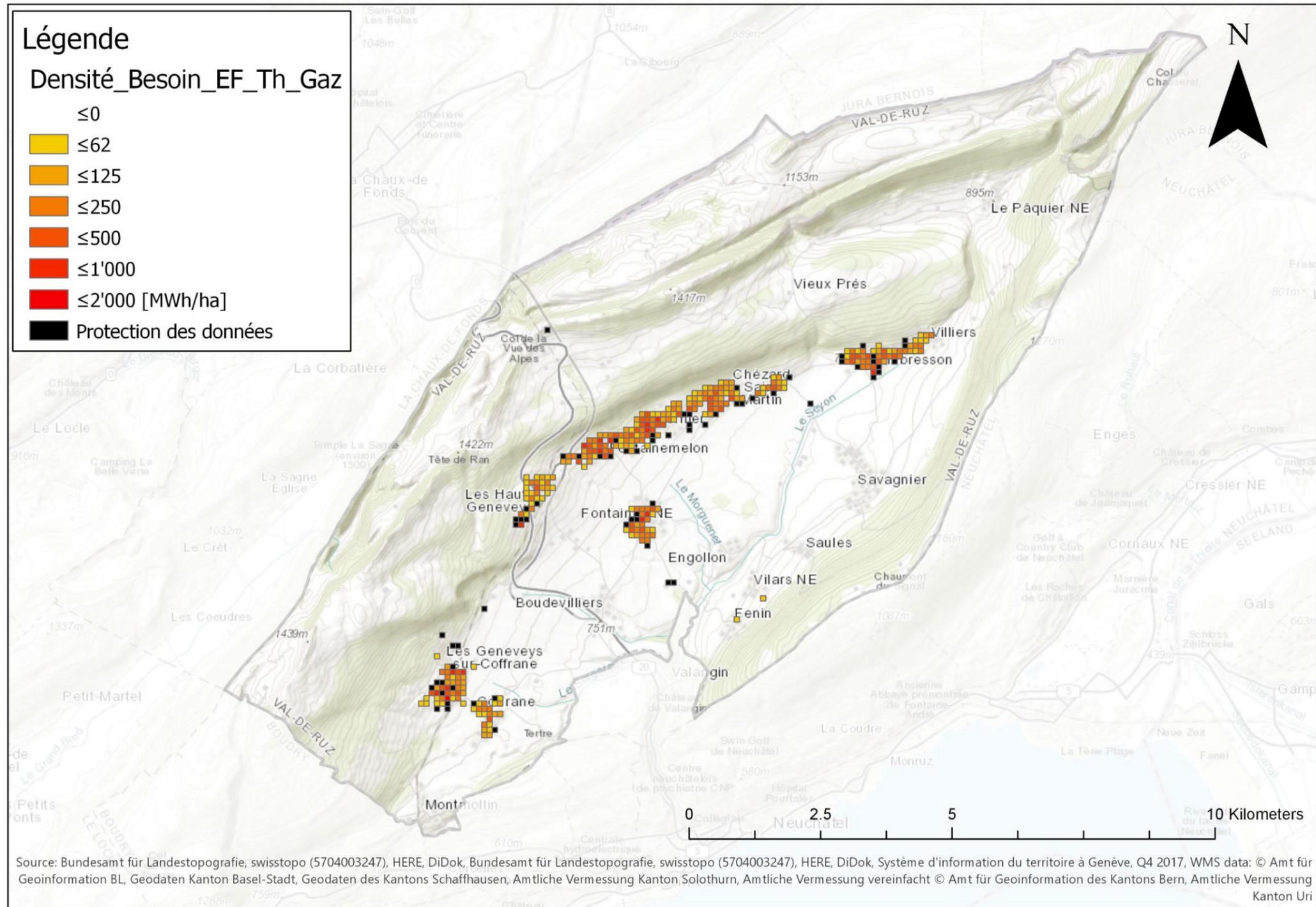


Figure 31: Densité des besoins de chaleur couverts par une production au gaz par surface d'un hectare exprimée en MWh annuels.

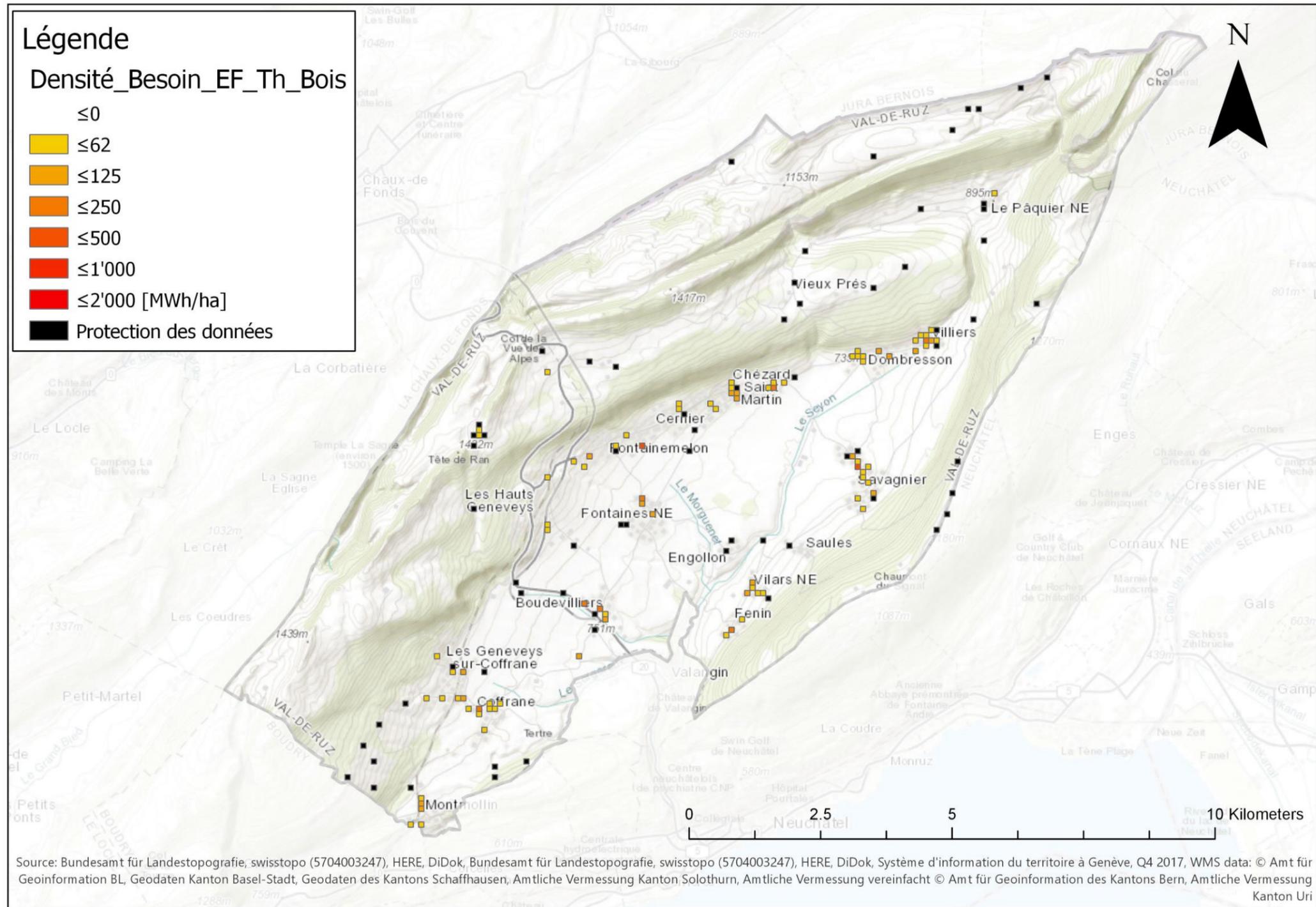


Figure 32: Densité des besoins de chaleur couverts par une production au bois (excepté production pour CAD) par surface d'un hectare exprimée en MWh annuels.

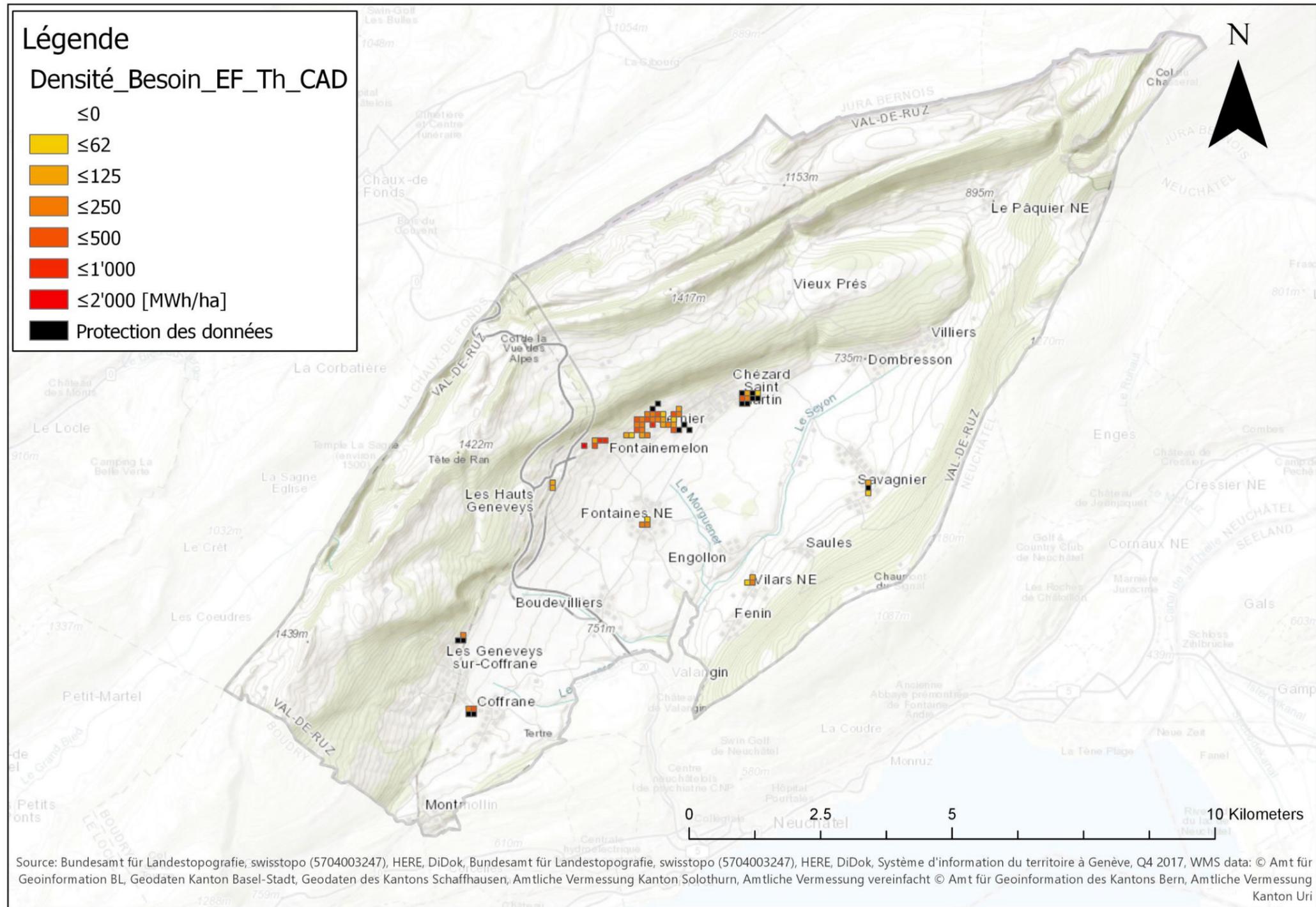


Figure 33: Densité des besoins de chaleur couverts par les différents CAD par surface d'un hectare exprimée en MWh annuels.

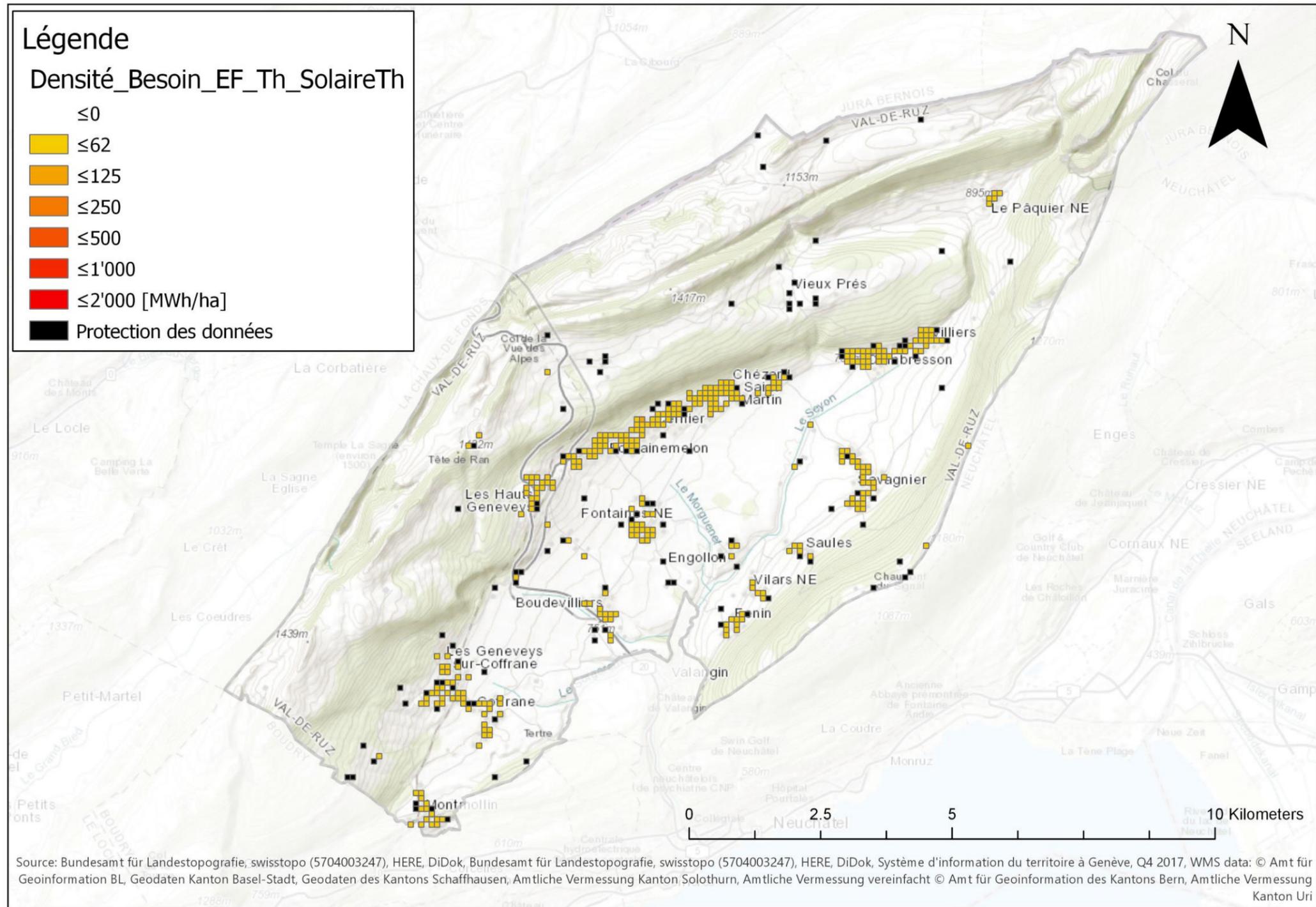


Figure 34: Densité des besoins de chaleur couverts par les capteurs solaires thermiques par surface d'un hectare exprimée en MWh annuels.

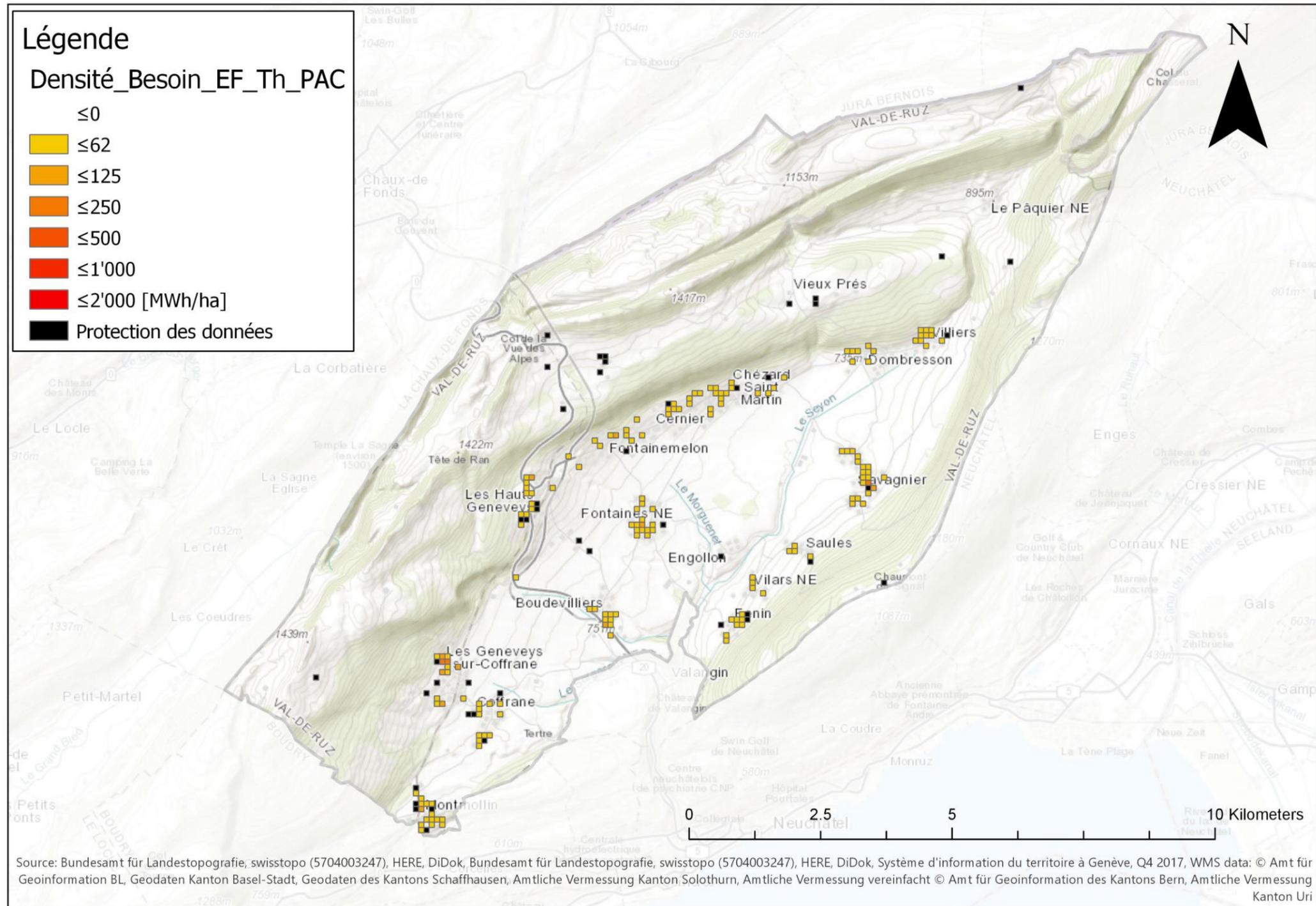


Figure 35: Densité des besoins de chaleur couverts par une production par PAC par surface d'un hectare exprimée en MWh annuels.

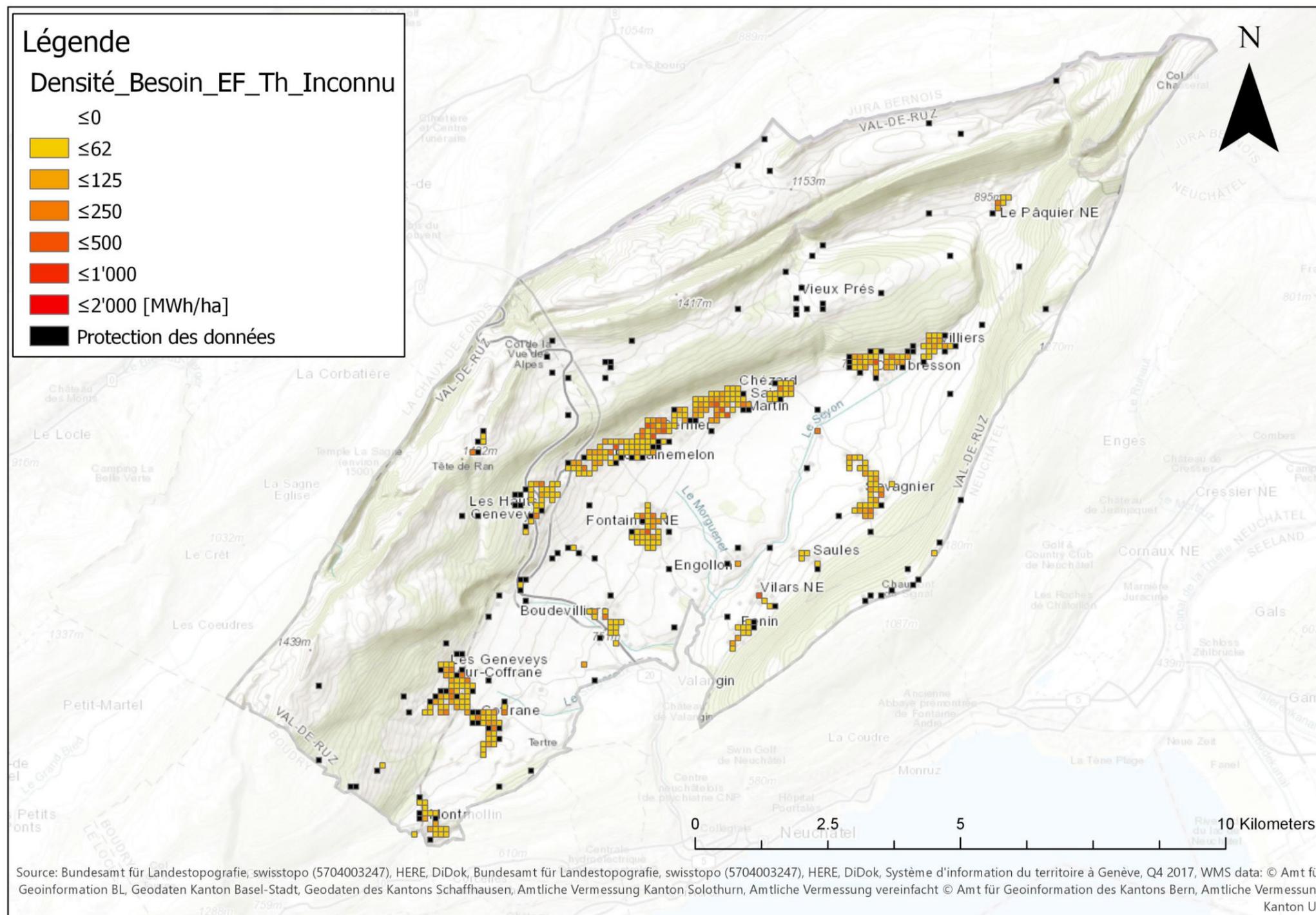


Figure 36: Densité des besoins de chaleur couverts par une production d'origine inconnue par surface d'un hectare exprimée en MWh annuels.

L'énergie thermique consommée par les bâtiments appartenant à la commune, subdivisée selon le mode de production est résumée dans le Tableau 21:

	Total		Chauffage	ECS
	GWh	%	GWh	GWh
<b>Mazout</b>	1.55	13%	1.37	0.19
<b>Gaz</b>	2.79	23%	2.49	0.30
<b>Bois</b>	0.22	2%	0.12	0.10
<b>CAD</b>	7.16	59%	6.64	0.52
<b>PAC</b>	0.00	0%	0.00	0.00
<b>Sol Th</b>	0.09	1%	0.00	0.09
<b>Elec</b>	0.09	1%	0.09	0.00
<b>Inconnu</b>	0.25	2%	0.25	0.00
<b>Total</b>	<b>12.15</b>	<b>100.0%</b>	<b>10.94</b>	<b>1.20</b>

*Tableau 21: Répartition de l'énergie thermique finale par agent énergétique et par type (Chauffage ou ECS) pour les bâtiments communaux*

Energie thermique renouvelable (et leur part non-renouvelable) consommée sur le territoire communal réparti selon le mode de production :

Mode de chauffage	sous-catégorisation	Energie Renouv.	Energie Non Renouvelable	Energie Totale
		GWh	GWh	GWh
<b>Bois</b>		<b>10.1</b>		<b>10.1</b>
	Granulés			5.0
	Plaquettes			3.9
	Sous-produits			0.2
	Bûches			0.9
<b>CAD (Bois)</b>		<b>13.4</b>	<b>87%</b>	<b>1.9</b>
	CAD_Vivaldis	10.3		1.0
	CAD_ChézardeSaintMartin	1.5		0.4
	CAD_CollègeCoffrane	0.3		0.2
	CAD_CollègeSavagnier	0.3		0.0
	CAD_CollègeFontaine	0.2		0.3
	CAD_LeVanel	0.3		0.0
	CAD_Vilars	0.3		0.0
	CAD_PPE_Chemin_des_Mésanges_2a12	0.2		0.0
<b>PAC (Environnement)</b>		<b>3.6</b>	<b>1.4</b>	<b>5</b>
	SGV			2.0
	air/eau			1.8
	inconnu			1.2
	air/air			0.0
<b>Sol Thermique</b>		<b>2.4</b>		<b>2</b>
<b>Total</b>		<b>29.5</b>	<b>3.4</b>	<b>32.8</b>

*Tableau 22: Production de chaleur renouvelable sur le territoire communal. La production provient, dans l'ordre d'importance de l'exploitation de l'énergie-bois, des raccordements aux différents CAD qui fonctionnent à 61% de manière renouvelable (également grâce au bois), des PAC et finalement de la production d'ECS via des capteurs thermiques.*

Energie thermique consommée par les bâtiments du patrimoine communal réparti selon le mode de production :

Mode de chauffage	sous-catégorisation	Energie Renouv.	Energie Non Renouvelable	Energie Totale
		GWh	GWh	GWh
Bois		0.22		0.22
CAD (Bois)		5.71	1	6.73
				85%
Sol Thermique		0.08		0.08
<b>Total</b>		<b>6.00</b>		<b>7.02</b>

*Tableau 23: Production de chaleur renouvelable sur les bâtiments appartenant à la commune. La production provient, dans l'ordre d'importance, des raccordements aux différent CAD qui fonctionnent à 75% de manière renouvelable (grâce au bois), de l'exploitation de l'énergie-bois, des PAC et finalement de la production d'ECS via des capteurs thermiques.*

## 9.2.2 Energie Electrique

Consommation électrique de la commune répartie selon son origine

Répartition Electrique		Tous les bâtiments		Bâtiments communaux	
		%	GWh	%	GWh
<b>PV</b>			<b>5.4</b>		<b>0.2</b>
<b>CCF</b>			<b>0.9</b>		
<b>Part du réseau</b>			<b>78.5</b>		<b>4.2</b>
<b>Détail</b>		(marquage)		(marquage)	
Renouvelable	Hydraulique	61.7%	48.44	54.0%	2.28
	Solaire	3.2%	2.55	34.0%	1.44
	Eolien	0.14%	0.11	10.2%	0.43
	Biomasse	3.1%	2.44	1.8%	0.08
	Géothermie	0.0%	0.00	0.0%	0.00
	Déchets	1.2%	0.94	0.0%	0.00
Fossile	Pétrole	0.0%	0.00	0.0%	0.00
	Gaz	0.2%	0.16	0.0%	0.00
	Charbon	0.0%	0.00	0.0%	0.00
	Nucléaire	17.8%	13.97	0.0%	0.00
	AE non vérifiable	12.6%	9.89	0.0%	0.00
<b>Conso totale</b>			<b>84.8</b>		<b>4.4</b>

Tableau 24: Consommation de l'ensemble du territoire communal ainsi que des bâtiments appartenant à la commune, réparti selon son origine

### Comparaison avec les données du GRD

Afin d'évaluer la précision de la simulation effectuée pour cette étude la répartition de consommation électrique simulée est comparée aux données provenant du GRD. La loi de protection des données interdisant la communication de données individuelles, la comparaison se fait sur les besoins de toute la commune.

La simulation obtient une prédiction jugée très fiable sur pour les ménages (4.8% d'erreur relative), les services (4% d'erreur relative), le transport et les infrastructures (5.7% d'erreur relative) et fiable pour l'agriculture (14% d'erreur relative).

Le secteur industriel présente une différence plus importante. Cette différence s'explique par le fait qu'une grosse part de la consommation est liée aux processus industriels qu'il n'est pas possible d'estimer précisément sur la base des informations disponibles. Toutefois en faisant l'hypothèse d'une estimation fiable des besoins hors processus, comme pour les autres secteurs, on peut estimer la consommation du processus industriel comme étant la différence entre la valeur simulée et la valeur indiquée par le GRD, soit environ 25 GWh.

	Données brutes	Données Simulée	Process	Différence Relative
	du GRD			
	GWh	GWh	GWh	
<b>Consommations</b>				
<b>Ménages</b>	29.2	31.0		6.2%
<b>Agriculture</b>	2.5	2.7		8.0%
<b>Industrie</b>	34.8	10.0	24.8	0.0%
<b>Service</b>	11.5	11.8		2.5%
<b>Transport/Infrastructure</b>	2.6	2.5		-5.7%
<b>Total</b>	<b>80.6</b>	<b>82.7</b>		<b>2.7%</b>
<b>Injections dans le réseau</b>				
<b>PV</b>	3.4	3.4		0.0%
<b>CCF</b>	0.9	0.9		0.0%

*Tableau 25: Somme des estimations de consommation d'électricité (hors procès) réalisée pour établir la présente étude, comparée avec les données du GRD. La différence relative importante pour l'industrie (24.7 GWh) est due au fait que la simulation ne considère pas les processus industriels.*

### 9.3 Annexe 3 – Analyse détaillée du potentiel de production d'énergies renouvelables communales et régionales

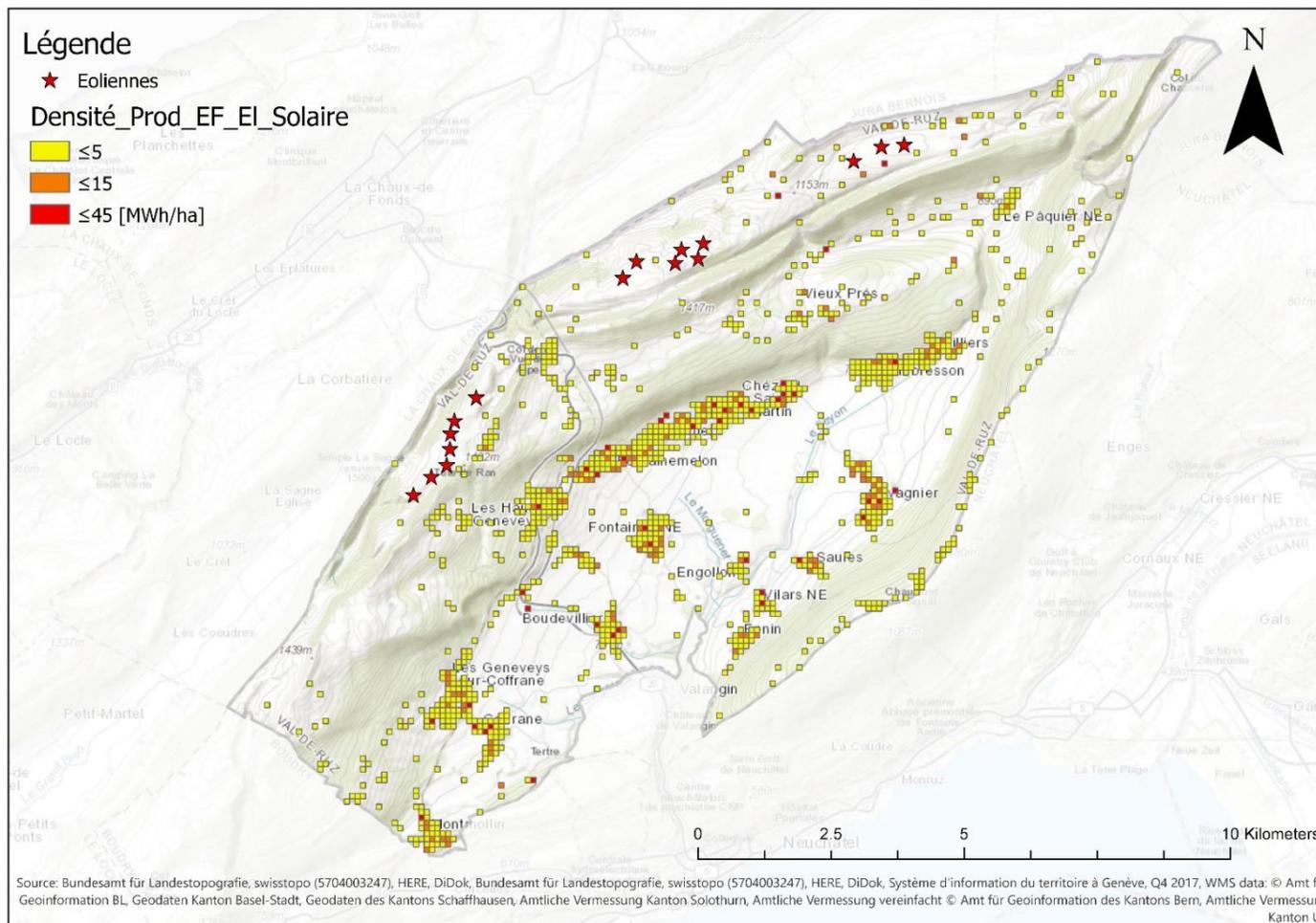


Figure 37: Carte récapitulative du potentiel de production d'énergie électrique (photovoltaïque et éolien)

## 9.4 Annexe 4 – Analyse détaillée des scénarios

### 9.4.1 Détails chiffrés « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour tous les bâtiments

Scénario naturel	Nbre BAT	Nbre BAT	Nbre BAT	Nbre BAT		EF (GWh)	EF (GWh)	EF (GWh)	EF (GWh)	% EF	% EF	% EF	% EF
Tous les bâtiments	2017	2025	2035	2050		2017	2025	2035	2050	2017	2025	2035	2050
Mazout	1'985	1'916	1'830	1'741		101.9	89.8	75.5	66.2	44.2%	41.5%	37.8%	34.3%
Gaz	1'093	1'183	1'297	1'444		65.9	63.3	60.3	60.1	28.6%	29.3%	30.2%	31.1%
Bois	162	184	213	255		10.1	9.6	9.2	9.4	4.4%	4.5%	4.6%	4.9%
CAD	124	124	124	124		15.4	14.6	13.6	12.3	6.7%	6.7%	6.8%	6.4%
PAC	233	359	520	760		5.0	8.0	11.6	16.6	2.2%	3.7%	5.8%	8.6%
SolTh	0	0	0	0		2.4	3.5	4.9	7.0	1.0%	1.6%	2.5%	3.6%
Elec	154	148	140	130		7.8	7.3	6.7	5.9	3.4%	3.4%	3.4%	3.1%
Inconnu	380	365	346	320		22.3	20.2	17.6	15.4	9.7%	9.3%	8.8%	8.0%
Nbre Bat - Existant	4'131	4'131	4'131	4'131	<b>Total</b>	<b>231</b>	<b>216</b>	<b>199</b>	<b>193</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Nbre Bat - Bat Proj	0	147	339	644	% Renouv.	13%	14%	17%	20%				
<b>Total</b>	<b>4'131</b>	<b>4'278</b>	<b>4'470</b>	<b>4'775</b>	% Baisse	<b>100%</b>	<b>94%</b>	<b>86%</b>	<b>84%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Conso EF_EI Bat						48.5	47.6	46.7	45.3				
Conso EF_EI (Chauff + PAC)						9.3	9.1	9.0	8.6				
Conso EF_EI Mobilité						0.1	2.1	4.5	8.1				
Conso. EF_EI Processus Industriels						24.8	23.6	22.1	19.9				
Conso EF_EI Autres						2.2	2.1	2.1	2.1				
<b>Total</b>						<b>85</b>	<b>85</b>	<b>84</b>	<b>84</b>				

Tableau 26: Détails du scénario naturel pour tous les bâtiments

Scénario ambitieux	Nbre BAT	Nbre BAT	Nbre BAT	Nbre BAT		EF (GWh)	EF (GWh)	EF (GWh)	EF (GWh)	% EF	% EF	% EF	% EF
Tous les bâtiments	2017	2025	2035	2050		2017	2025	2035	2050	2017	2025	2035	2050
Mazout	1'985	1'203	592	424		101.9	54.9	21.7	12.9	44.2%	28.0%	13.0%	8.9%
Gaz	1'093	764	512	457		65.9	39.0	20.2	14.3	28.6%	19.8%	12.1%	9.9%
Bois	162	238	300	329		10.1	8.7	7.5	6.6	4.4%	4.5%	4.5%	4.6%
CAD	124	731	1'232	1'460		15.4	38.1	51.0	46.5	6.7%	19.4%	30.6%	32.1%
PAC	233	1'067	1'756	2'070		5.0	37.2	56.8	54.0	2.2%	19.0%	34.1%	37.3%
SolTh	0	0	0	0		2.4	4.0	6.0	9.0	1.0%	2.0%	3.6%	6.2%
Elec	154	68	0	0		7.8	3.2	0.0	0.0	3.4%	1.6%	0.0%	0.0%
Inconnu	380	210	76	36		22.3	11.3	3.4	1.4	9.7%	5.7%	2.1%	1.0%
Nbre Bat - Existant	4'131	4'131	4'131	4'131	<b>Total</b>	<b>231</b>	<b>196</b>	<b>167</b>	<b>145</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Nbre Bat - Bat Proj	0	148	338	644	% Renouv.	13%	36%	58%	65%				
<b>Total</b>	<b>4'131</b>	<b>4'279</b>	<b>4'469</b>	<b>4'775</b>	% Baisse	<b>100%</b>	<b>85%</b>	<b>72%</b>	<b>63%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Conso EF_EI Bat						48.5	45.9	42.7	38.0				
Conso EF_EI (Chauff + PAC)						9.3	13.6	15.7	14.3				
Conso EF_EI Mobilité						0.1	2.1	4.5	8.1				
Conso. EF_EI Processus Industriels						24.8	23.6	22.1	19.9				
Conso EF_EI Autres						2.2	2.1	2.1	2.1				
<b>Total</b>						<b>85</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	<b>82</b>				

Tableau 27: Détails du scénario ambitieux pour tous les bâtiments

**Evolution de la demande en énergie finale thermique « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour tous les bâtiments**

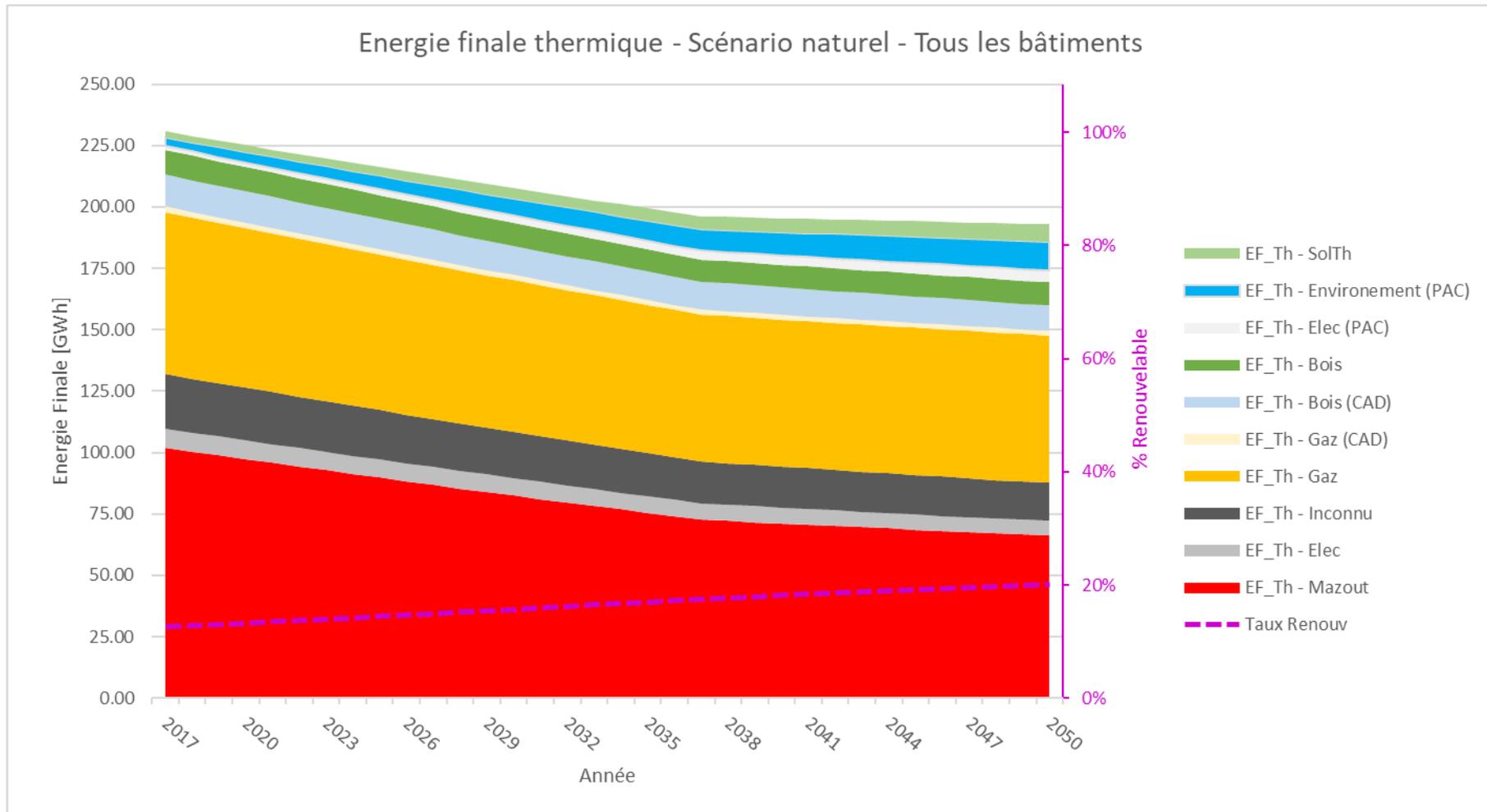


Figure 38 : Evolution de la demande en énergie finale thermique pour tous les bâtiments selon le scénario naturel.

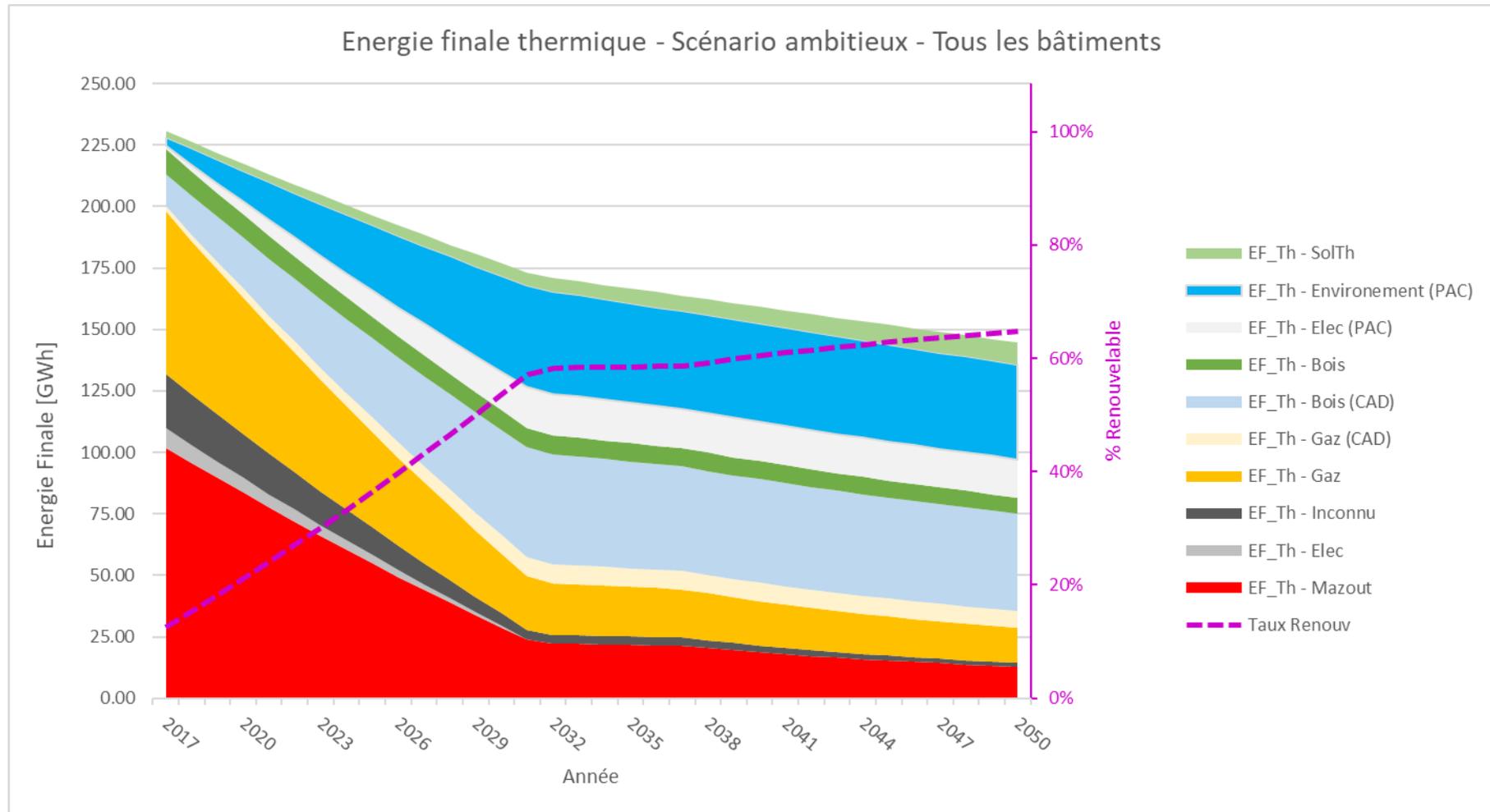


Figure 39 : Evolution de la demande en énergie finale thermique pour tous les bâtiments selon le scénario ambitieux (répétition de la Figure 22).

**Evolution de la demande en énergie finale électrique « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour tous les bâtiments**

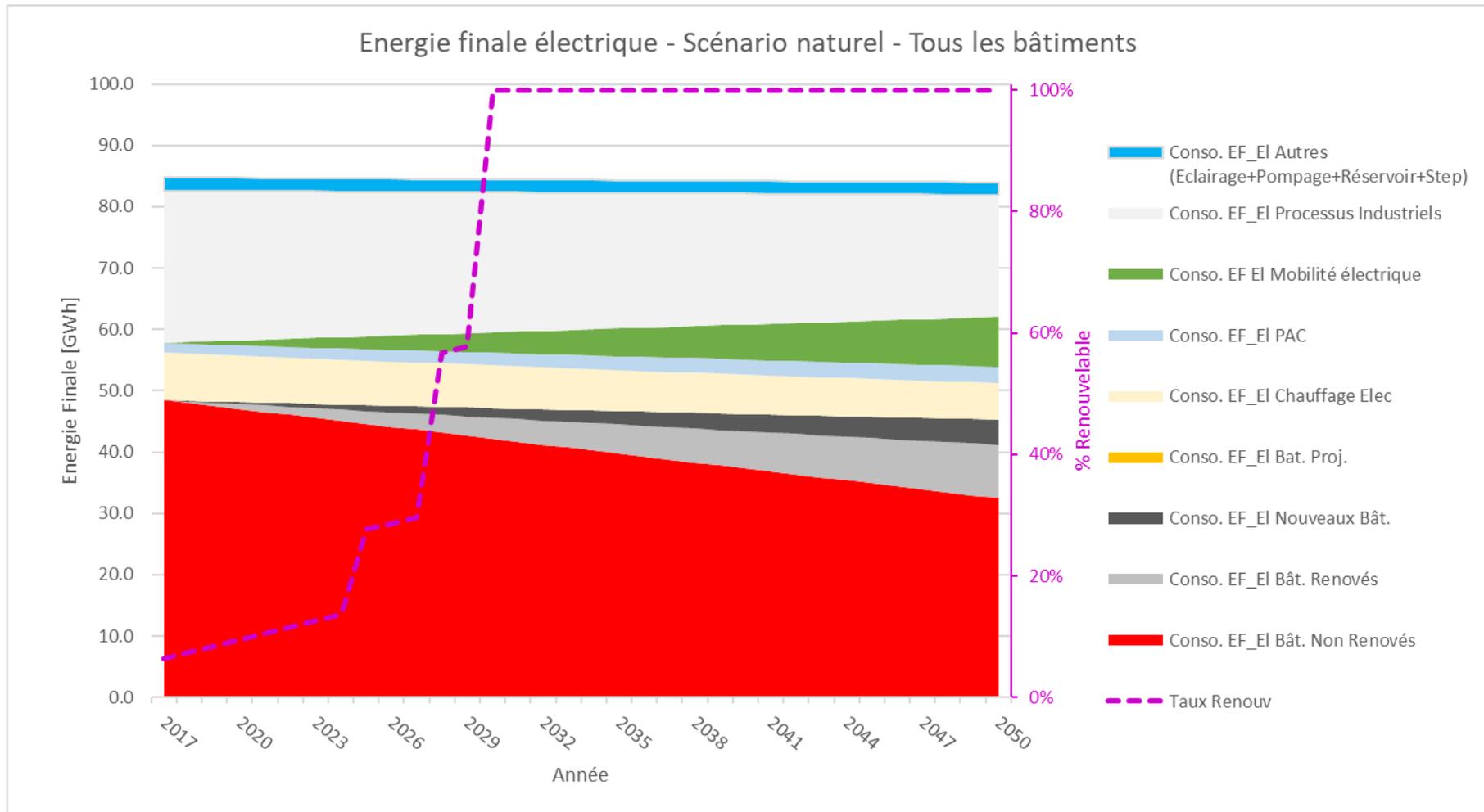


Figure 40 : Evolution de la demande en énergie finale électrique pour tous les bâtiments selon le scénario naturel

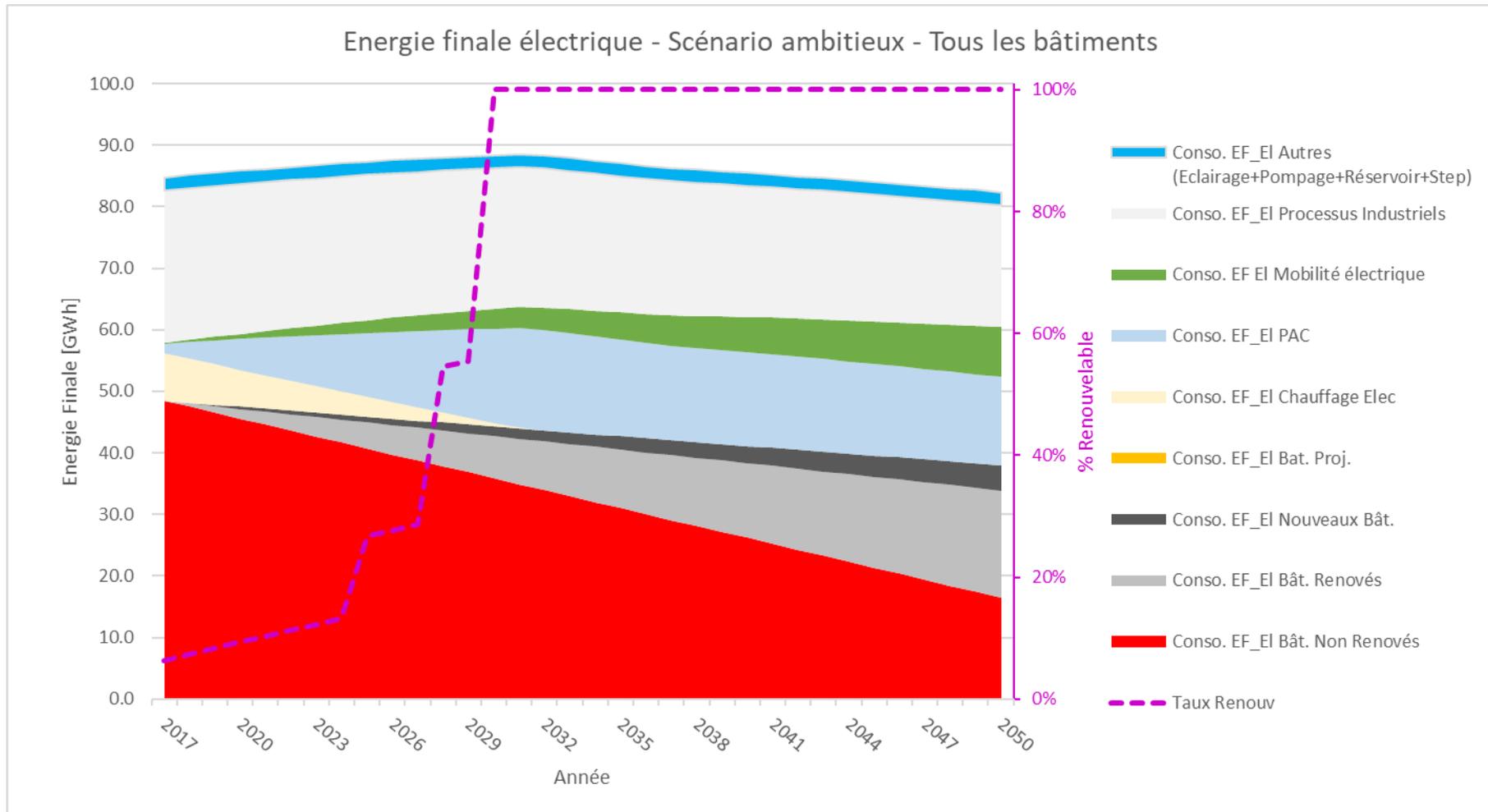


Figure 41 : Evolution de la demande en énergie finale électrique pour tous les bâtiments selon le scénario ambitieux (répétition de la Figure 21).

9.4.2 Détails chiffrés « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour les bâtiments communaux

Scénario naturel	Nbre BAT					EF (GWh)				% EF			
	2017	2025	2035	2050		2017	2025	2035	2050	2017	2025	2035	2050
<b>Bâtiments communaux</b>													
Mazout	19	18	18	17		1.6	1.3	1.1	1.0	12.8%	12.0%	11.3%	11.0%
Gaz	16	17	18	20		2.8	2.5	2.2	1.9	23.0%	22.5%	21.5%	21.4%
Bois	1	1	2	2		0.2	0.2	0.2	0.1	1.8%	1.7%	1.7%	1.6%
CAD	31	31	31	31		7.2	6.7	6.0	5.2	59.0%	59.5%	60.2%	58.6%
PAC	0	2	4	9		0.0	0.1	0.1	0.2	0.0%	0.5%	0.9%	2.1%
SolTh	0	0	0	0		0.1	0.1	0.2	0.3	0.7%	1.2%	1.8%	3.0%
Elec	1	1	1	1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%
Inconnu	4	4	4	3		0.2	0.2	0.2	0.2	2.0%	2.0%	1.8%	1.7%
Nbre Bat - Existant	72	72	72	72	<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Nbre Bat - Bat Proj	0	3	6	11	% Renouv.	53%	54%	55%	56%				
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>75</b>	<b>78</b>	<b>83</b>	% Baisse	100%	92%	83%	72%	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Conso EF_EI Bat						2.1	2.1	2.0	1.9				
Conso EF_EI (Chauff + PAC)						0.1	0.1	0.1	0.1				
Conso EF_EI Mobilité						0.0	0.0	0.0	0.0				
Conso. EF_EI Processus Industriels						0.0	0.0	0.0	0.0				
Conso EF_EI Autres						2.2	2.1	2.1	2.1				
<b>Total</b>						<b>4.4</b>	<b>4.3</b>	<b>4.2</b>	<b>4.1</b>				

Tableau 28: Détails du scénario naturel pour tous les bâtiments appartenant à la commune

Scénario ambitieux	Nbre BAT					EF (GWh)				% EF			
	2017	2025	2035	2050		2017	2025	2035	2050	2017	2025	2035	2050
<b>Bâtiments communaux</b>													
Mazout	19	11	4	3		1.6	0.8	0.3	0.1	12.8%	7.6%	3.0%	1.9%
Gaz	16	9	4	4		2.8	1.4	0.5	0.2	23.0%	13.3%	5.1%	3.4%
Bois	1	2	3	4		0.2	0.2	0.1	0.1	1.8%	1.6%	1.5%	1.6%
CAD	31	39	45	49		7.2	7.0	6.5	5.1	59.0%	66.6%	72.7%	71.4%
PAC	0	11	20	25		0.0	0.8	1.3	1.2	0.0%	8.0%	14.8%	16.9%
SolTh	0	0	0	0		0.1	0.1	0.2	0.3	0.7%	1.4%	2.5%	4.7%
Elec	1	0	0	0		0.1	0.0	0.0	0.0	0.7%	0.3%	0.0%	0.0%
Inconnu	4	2	1	0		0.2	0.1	0.0	0.0	2.0%	1.2%	0.4%	0.2%
1	72	72	72	72	<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
1	0	3	5	12	% Renouv.	53%	65%	76%	79%				
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>75</b>	<b>77</b>	<b>84</b>	% Baisse	100%	87%	73%	58%	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Conso EF_EI Bat						2.1	2.0	1.9	1.7				
Conso EF_EI (Chauff + PAC)						0.1	0.3	0.4	0.3				
Conso EF_EI Mobilité						0.0	0.0	0.0	0.0				
Conso. EF_EI Processus Industriels						0.0	0.0	0.0	0.0				
Conso EF_EI Autres						2.2	2.1	2.1	2.1				
<b>Total</b>						<b>4.4</b>	<b>4.5</b>	<b>4.4</b>	<b>4.1</b>				

Tableau 29: Détails du scénario ambitieux pour les bâtiments appartenant à la commune

**Evolution de la demande en énergie finale thermique « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour les bâtiments communaux**

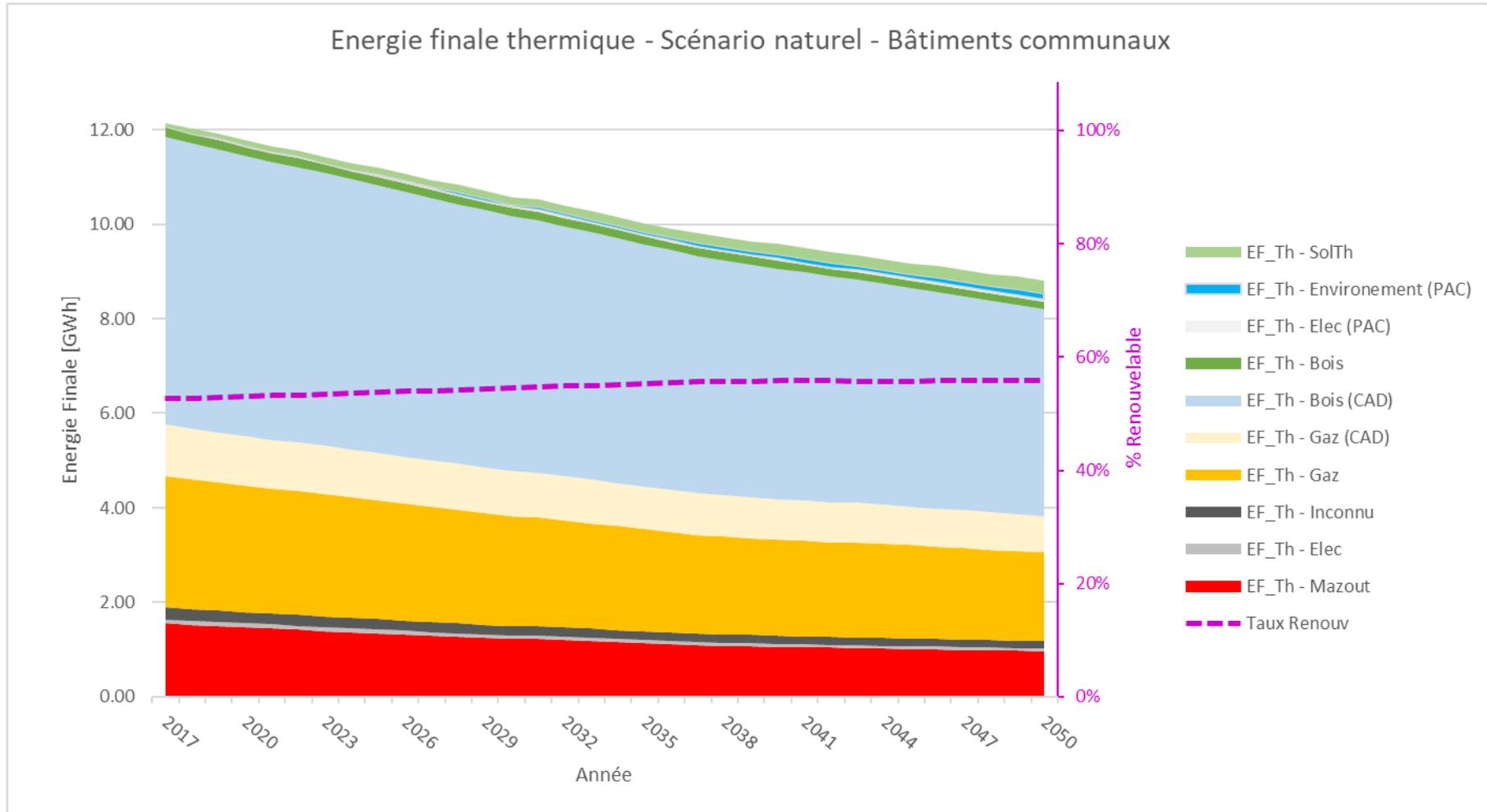


Figure 42 : Evolution de la demande en énergie finale thermique pour les bâtiments appartenant à la commune selon le scénario naturel

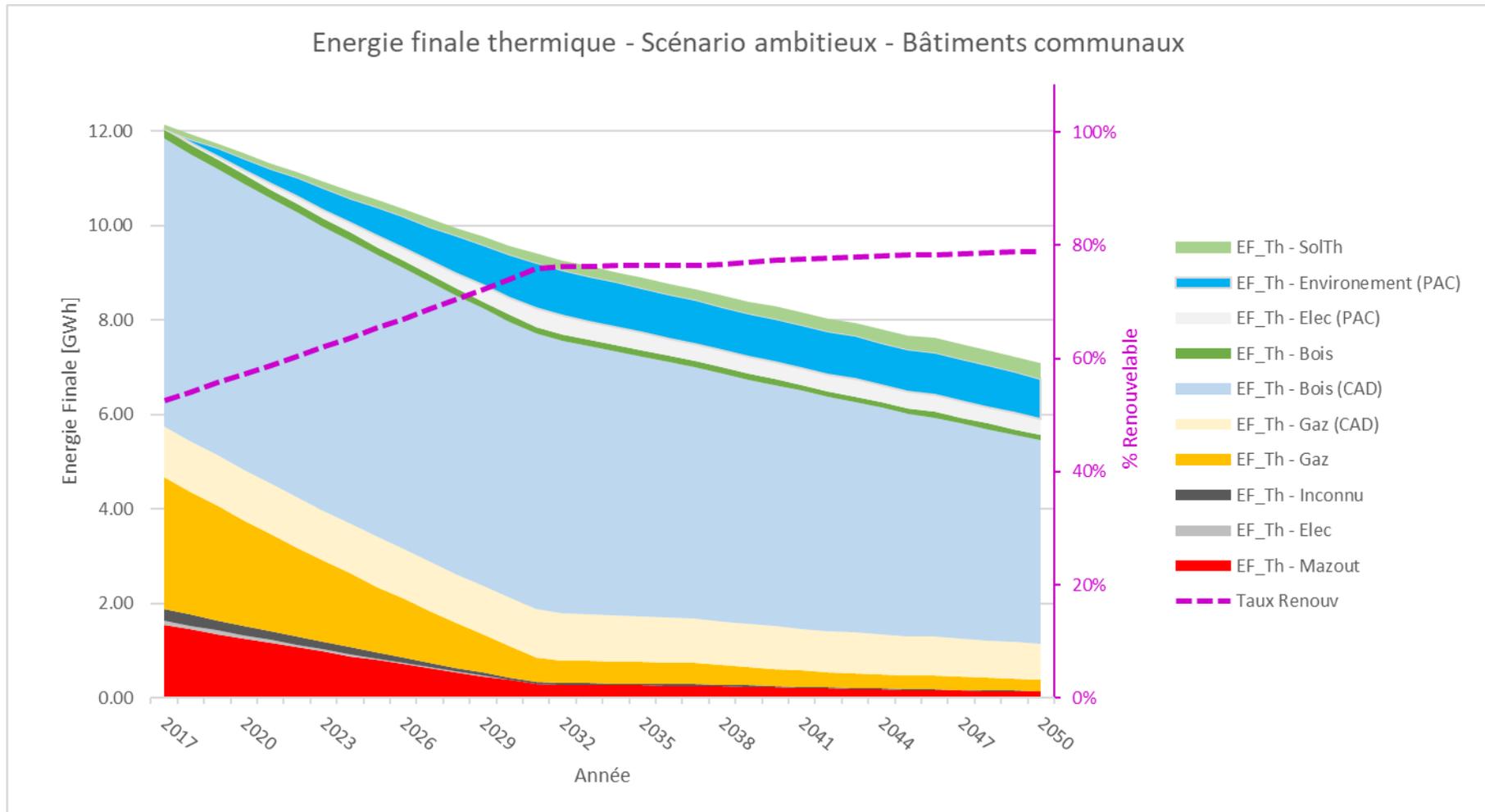


Figure 43 : Evolution de la demande en énergie finale thermique pour les bâtiments appartenant à la commune selon le scénario ambitieux (répétition de la Figure 25).

**Evolution de la demande en énergie finale électrique « scénarios naturel » vs « scénario ambitieux » pour les bâtiments communaux**

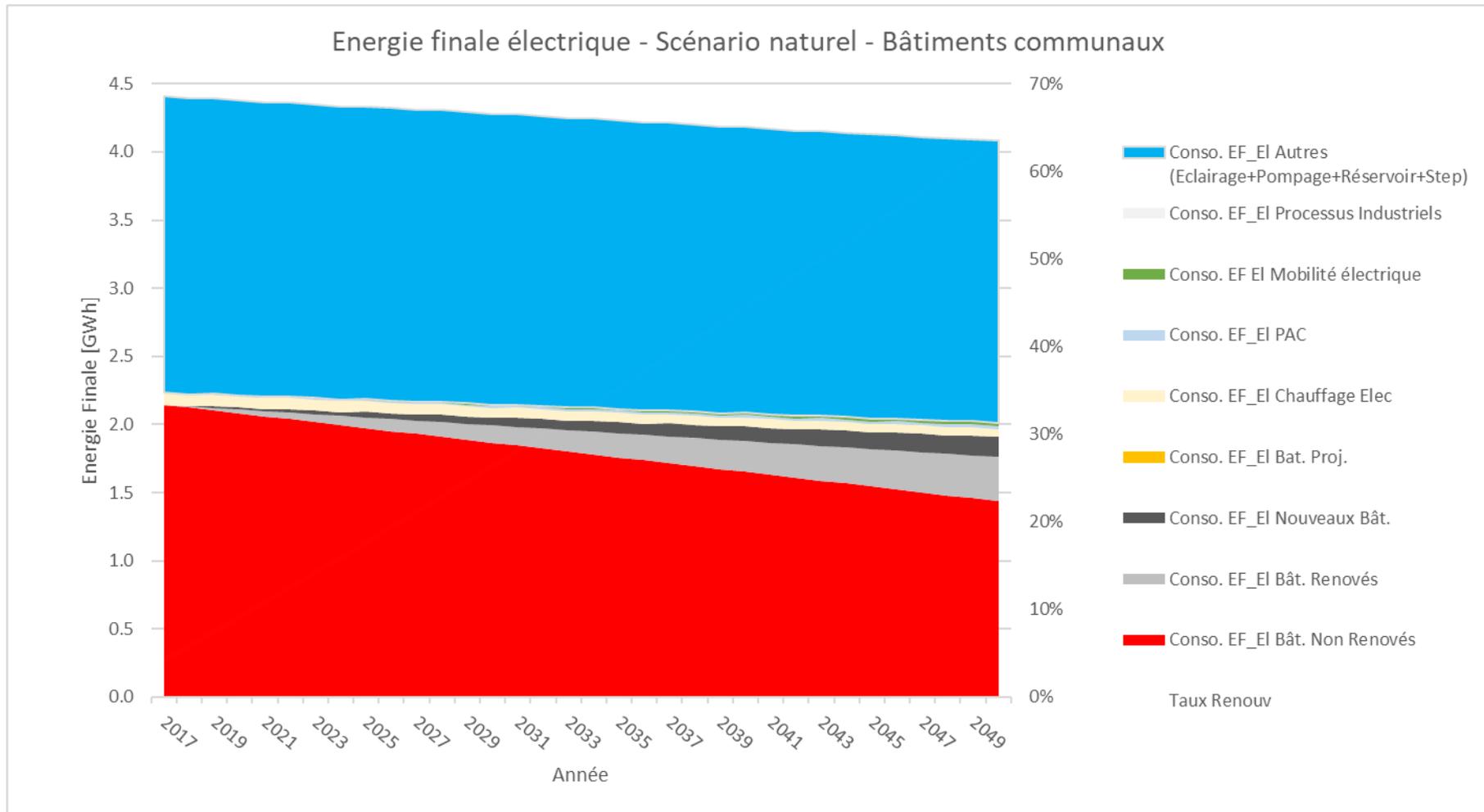


Figure 44 : Evolution de la demande en énergie finale électrique pour les bâtiments appartenant à la commune selon le scénario naturel.

### Energie finale électrique - Scénario ambitieux - Bâtiments communaux

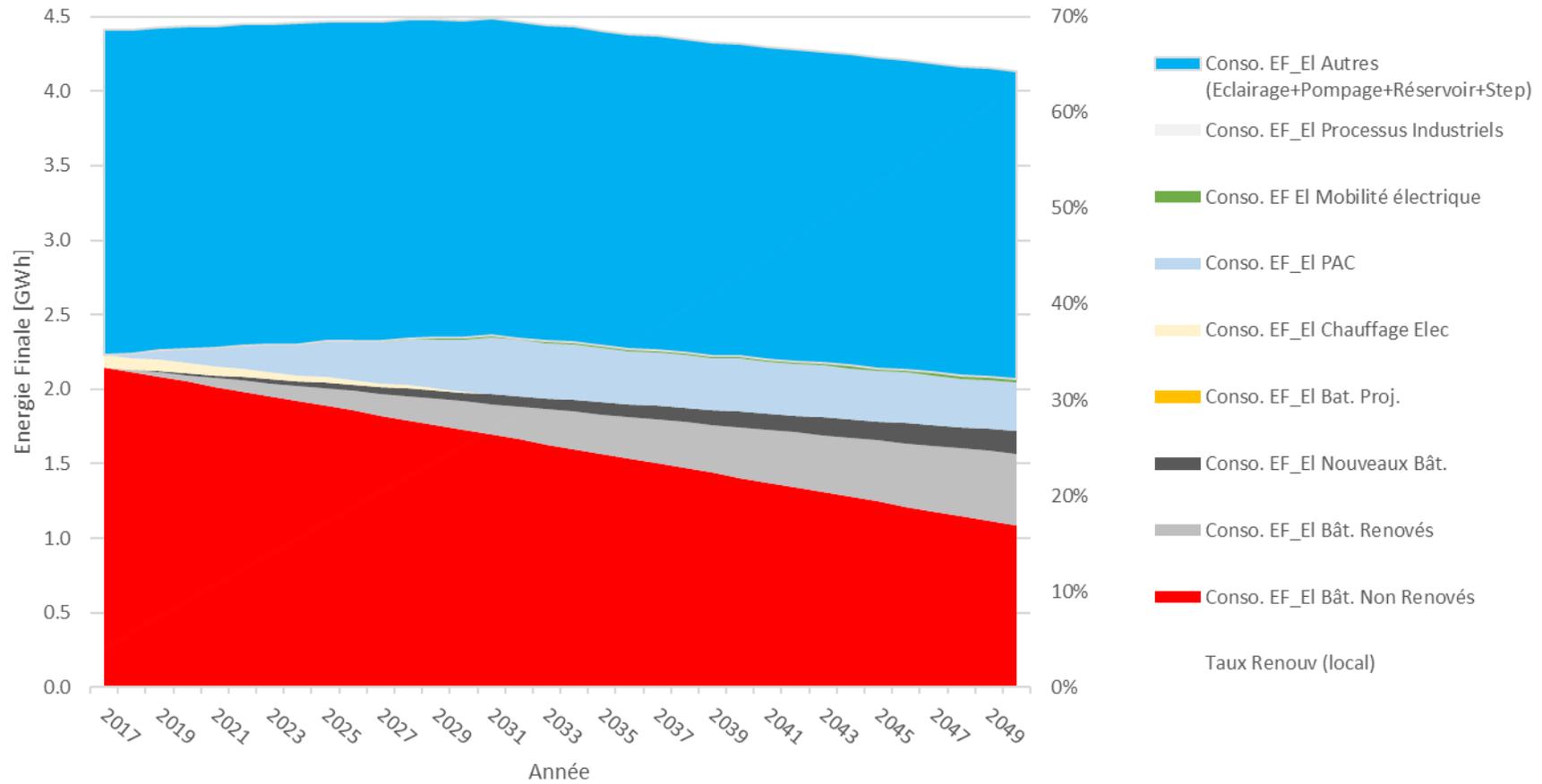


Figure 45 : Evolution de la demande en énergie finale électrique pour les bâtiments appartenant à la commune selon le scénario ambitieux (répétition de la Figure 26).

## 9.5 Annexe 5 – Méthodologie de travail

La méthode utilisée est basée sur l'exploitation systématique des données récoltées et énumérées ci-après. Elles sont agrégées et analysées pour chaque bâtiment.

D'après les données "Bâtiment" du RegBL, on extrait :

- La surface nette de plancher de tout le bâtiment
- L'âge du bâtiment

D'après les données "Appartement" du RegBL, on attribue à chaque bâtiment :

- la surface affectée à l'habitation
- la consommation énergétique des logements selon les catégories de bâtiment harmonisés I ou II de la norme SIA2024 (Habitat Collectif & habitat individuel)

D'après les données du REE, on attribue à chaque bâtiment :

- la surface du bâtiment affectée à une des catégories "agriculture", "industrie", "service" ou "transport" selon un critère de répartition basé sur le code NOGA
- la consommation énergétique de cette surface selon les catégories de bâtiment harmonisée III à XII de la norme SIA2024, ou de nouvelles catégories (voir Hypothèse 1).

**Hypothèse 1** : Selon notre expérience et les catégories harmonisées de la SIA2024 ont été étendues en créant 5 catégories nouvelles (Annexes, Hôtel, Industrie Lourde, Agri/Horticulture et Garage)

Selon les registres des chaudières, des PAC, des raccordements CAD, des installations solaires (PV et Thermiques) fournies par le SENE ainsi que les consommations de gaz fournies par Viteos SA, on détermine

- le type de source de chaleur utilisé dans le bâtiment
- la quantité d'énergie produite par agent en se basant sur les heures équivalentes pleine charge
- la contribution du solaire installé.

Paramètre	Valeur	Unité	Remarque / Source
<b>Energie Solaire</b>			
Production spec. de chaleur par l'énergie Solaire	400	kWh/(m <sup>2</sup> an)	1
<b>Heures pleine charge pour les chaudières</b>			
Min heures pleine charge PAC	1750	h/an	
Min heures pleine charge CAD	1750	h/an	
Min heures pleine charge chauffages à bois	1750	h/an	
Min heures pleine charge chauffage à gaz	1750	h/an	
Min heures pleine charge chauffage à mazout	1750	h/an	

Remarques :

- Les consommations énergétiques font référence aux besoins en énergie électrique (Appareils, Eclairage et Ventilation), thermique (chauffage et ECS) et en froid (Climatisation)
- Les domaines de valeur "standard" et "existant" décrit dans la SIA2024 sont sélectionnés conformément à cette même norme (bâtiments des années 1980 = « standard » ; bâtiments plus vieux = "existant")

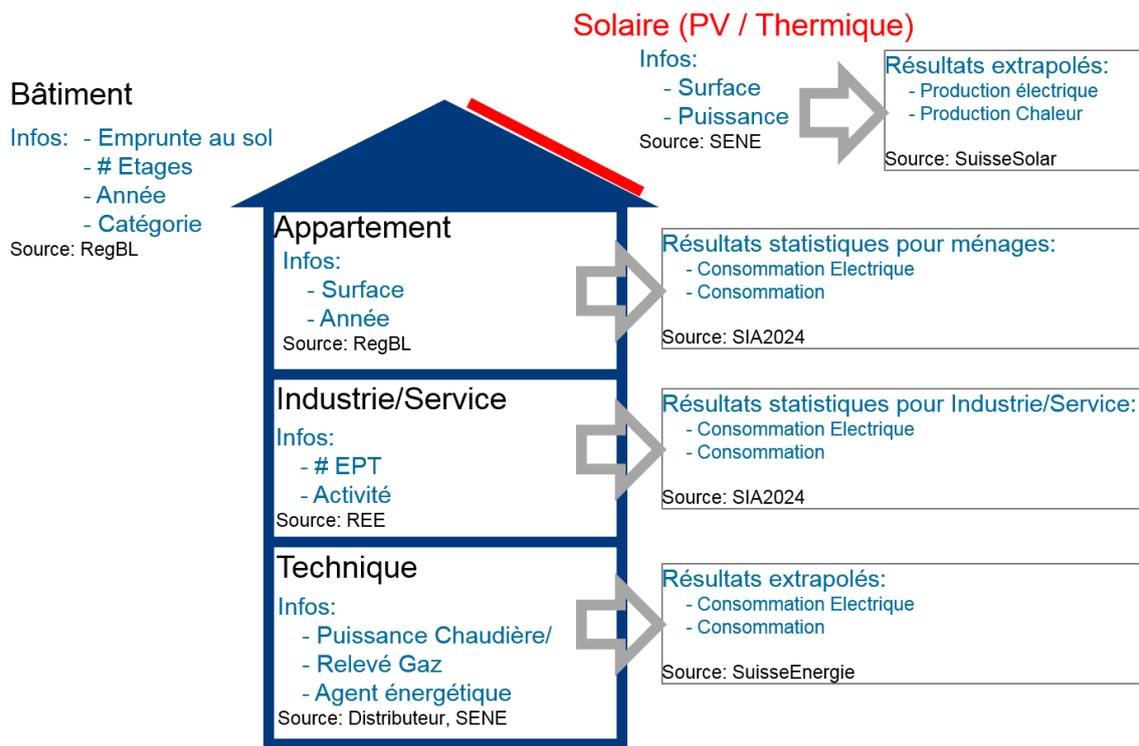


Figure 46: La méthode utilisée vise à affecter à chaque bâtiment une consommation en fonction de son occupation et des activités qui s'y pratiquent. En associant à chacun les chaudières répertoriées la source de chaleur de chaque bâtiment peut être déduite. On quantifie également la production locale d'énergie grâce au registre des panneaux solaires.

Les estimations de consommation ainsi récoltées sont ensuite exploitées de manière géolocalisée sur des cartes ou agrégées pour en tirer un bilan à l'échelle de tous les bâtiments ou de ceux de la commune.

La conversion en énergie primaire est réalisée avec les facteurs suivants

Facteur pour énergie primaire		kWh/kWh-eq
	Photovoltaïque	1.40
	Eolienne	1.16
	Mix actuel Val-de-Ruz	2.08
	Mazout_EL	1.24
	Gaz_naturel	1.06
	FacEPrim_PAC_Env	1.45 <sup>18</sup>
	Collecteurs_solaires_plan_ECS_maison_individuelle	1.61
<b>Facteur pour énergie primaire Composés</b>		
	Bois	1.19
	CAD_bois	1.72
	CAD_gaz	1.52

Tableau 30 : Facteur de conversion en énergie primaire (source Données des écobilans dans la construction 2009/1 :2016, 2016, KBOB).

<sup>18</sup> Adapté des facteurs de pompes à chaleur en faisant l'hypothèse d'un COP de 3 et du mix électrique actuel de Val-de-Ruz

## 10 GLOSSAIRE

<b>CAD</b>	Chauffage à distance. Réseau de distribution de chaleur approvisionné par une ou plusieurs centrales thermiques auquel l'utilisateur se raccorde pour bénéficier d'une part de l'énergie produite.
<b>CCF</b>	Couplage Chaleur-Force, génère simultanément de l'électricité et de la chaleur
<b>COP</b>	Coefficient de performance. Rapport entre l'énergie (électrique) nécessaire pour faire fonctionner une pompe à chaleur et la chaleur reçue.
<b>EP</b>	Energie primaire. L'énergie primaire est la somme entre l'énergie finale, et l'énergie requise pour mettre à disposition cette énergie finale (extraction, transformation, transport, livraison etc...).
<b>ECS</b>	Eau chaude sanitaire. Part de l'eau à usage domestique réchauffée et distribuée dans un bâtiment.
<b>EF</b>	Energie finale livrée et facturée au consommateur. Part de l'énergie primaire disponible pour le consommateur, somme de l'énergie utile et des pertes.
<b>EF_Th</b>	Energie finale thermique.
<b>EF_EI</b>	Energie finale électrique.
<b>EU</b>	Energie utile, part de l'énergie finale réellement exploitée par l'utilisateur pour son besoin
<b>EU_Th</b>	Energie utile thermique.
<b>EU_EI</b>	Energie utile électrique.
<b>Energie renouvelable</b>	Ce terme regroupe aussi bien l'énergie hydraulique traditionnelle que les nouvelles énergies renouvelables telles que l'éolien, l'énergie solaire, la géothermie ou encore la biomasse. Ces sources d'énergie sont toutes des ressources durables, dont le renouvellement à court terme se fait par elles-mêmes ou dont l'utilisation ne conduit pas à l'épuisement de cette même ressource.
<b>GRD</b>	Gestionnaire de réseau de distribution. Entreprise qui a la charge de la gestion du réseau électrique et/ou gazier au sein d'un périmètre géographique défini.
<b>GWh</b>	Gigawattheure. 1 GWh = 1'000'000 kWh
<b>MoPEC</b>	Modèle de prescriptions énergétiques des cantons édicté par l'ensemble des services de l'énergie afin d'harmoniser les législations cantonales en matière d'utilisation de l'énergie dans le bâtiment (isolation, valeurs limites, ...). Tous les cantons prévoient, à plus ou moins long terme, d'implémenter les articles du MOPEC dans leur législation.
<b>MWh</b>	Mégawattheure. 1 MWh = 1'000 kWh

<b>PAC</b>	Pompe à chaleur. Machine, généralement électrique, permettant de transférer, de la chaleur d'un environnement vers un autre.
<b>PV</b>	Photovoltaïque. Relatif à la production d'énergie électrique à partir de l'énergie de rayonnement du soleil.
<b>REE</b>	Registre des entreprises et établissements. Comprend toutes les entreprises et tous les établissements de droit privé et public établis et générant une activité économique sur le territoire suisse
<b>RegBL</b>	Le Registre fédéral des bâtiments et logements. Relevé de tous les bâtiments avec usage d'habitation et de logement et de la majorité des autres. Contient des indications de base des bâtiments (surface, années de construction, adresse, ...)
<b>SBP</b>	Surface brute de plancher. Somme de toutes les surfaces d'un bâtiment utilisable pour l'habitation ou le travail.
<b>SIA</b>	Société suisse des ingénieurs et architectes. Constitué d'un réseau interdisciplinaire unique qui publie une collection reconnue de normes, de règlements, de directives et de recommandations concernant la construction.
<b>SRE</b>	Surface de référence énergétique. Somme de toutes les surfaces de planchers des étages et des sous-sols qui sont inclus dans l'enveloppe thermique et dont l'utilisation nécessite un conditionnement
<b>SGV</b>	Sonde géothermique verticale. Tube inséré dans un forage souterrain permettant l'écoulement d'un liquide nécessaire à transférer de l'énergie thermique du sous-sol vers la surface ou inversement.
<b>TP</b>	Transports publics