



Commune de
HAUTEMORGES

Planification énergétique territoriale

Commune de Hautemorges

Canton de Vaud



© 2024 Hautemorges

Yverdon-les-Bains, le 20 janvier 2025

PLANAIR SA ingénieurs conseils SIA
info@planair.ch | www.planair.ch
No TVA : CH-109.423.608

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

Impressum

Mandant
Commune de Hautemorges
Route de Cottens 17
1143 Apples

Mandataire principal
Planair SA
Crêt 108a
2314 La Sagne
Tél. +41 32 933 88 40
Courriel : info@planair.ch

Autres mandataires -

Contribution et validation technique

Validation politique

Version N°	Date	Auteur	Relecteur	Distribution à
01	Février 2024	Charly Barral	Luc Humberset	Commune de Hautemorges
02 (prise en compte des commentaires de la commune)	16.09.2024	Charly Barral	Luc Humberset	Commune de Hautemorges DIREN
03 (prise en compte des commentaires de la DIREN)	19.12.2024	Charly Barral	Luc Humberset	Commune de Hautemorges DIREN

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	4
2	CONDITIONS CADRE	5
2.1	Au niveau fédéral	5
2.2	Au niveau cantonal	6
2.3	Au niveau communal	7
3	DIAGNOSTIC ENERGETIQUE DE LA COMMUNE	8
3.1	Consommation d'énergie	8
3.2	Production d'énergies renouvelables	19
3.3	Réseaux de transport et distribution de l'énergie	21
4	POTENTIELS ÉNERGÉTIQUES DE LA COMMUNE	22
4.1	Potentiel de production d'énergies renouvelables	22
4.2	Potentiel de développement d'un réseau thermique	31
5	STRATEGIE ENERGETIQUE DE LA COMMUNE	35
5.1	Scénarios énergétiques du territoire communal	35
5.2	Scénarios énergétiques du patrimoine communal	46
5.3	Carte des zones énergétiques	49
6	PLAN D'ACTION ENERGETIQUE	51
6.1	Lignes directrices	51
6.2	Fiche de mesures et mise en œuvre du plan	53
7	ANNEXES	55
	Annexe 1 - Méthodologie de travail	55
	Source de données	55
	Méthode d'évaluation de la consommation en énergie primaire et des émissions de CO2	56
	Annexe 2 – Analyse détaillée de la consommation du territoire communal	58
	Analyse des consommations de chaleur	58
	Analyse des consommations d'électricité	59
	Annexe 3 – Analyse détaillée du potentiel énergétique de production d'énergies renouvelables communales et régionales	62
	Potentiel d'économie de chaleur	62
	Potentiel d'économie d'électricité	63
	Potentiel d'économie en mobilité	64
	Potentiel de production d'énergie solaire	65

1 INTRODUCTION

La Commune de Hautemorges, issue de la fusion entre les communes de Apples, Bussy-Chardonney, Cottens, Pampigny, Reverolle et Sévery le 1^{er} juillet 2021, a sollicité Planair SA pour l'accompagner dans l'établissement de sa Planification Énergétique Territoriale (PET), selon la méthodologie proposée par le canton de Vaud.

En effet, la planification énergétique territoriale ancre la politique énergétique de la commune sur le long terme. Elle 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. De plus, la planification énergétique permet de :

- Etablir une **cartographie de la situation locale**, en identifiant les besoins en énergie et les ressources disponibles
- Intégrer les enjeux énergétiques au **plan directeur communal**
- Représenter une aide à la décision en matière de politique énergétique
- Générer des **bénéfices sur d'autres plans** : qualité de l'air, économie locale, émergence de projets territoriaux innovants

L'élaboration de la planification énergétique se base sur les recommandations du canton de Vaud¹.

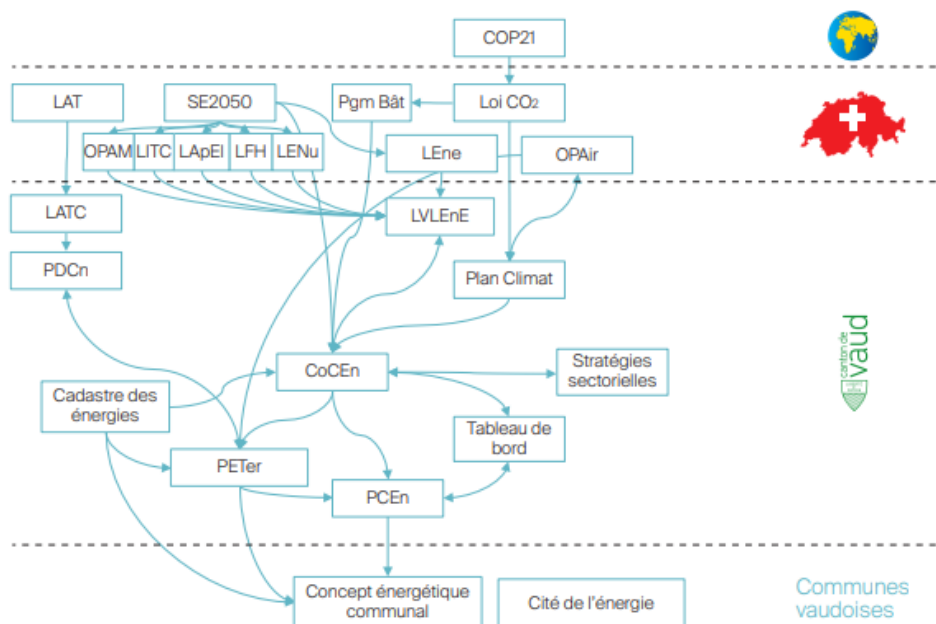


Figure 1 – Interdépendance des politiques publiques énergétiques
(source : Conception Cantonale de l'Energie, Etat de Vaud, 2019)

¹ Voir le [guide pour une planification énergétique territoriale](#) de l'Etat de Vaud.

2 CONDITIONS CADRE

2.1 Au niveau fédéral

2.1.1 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).

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.

2.1.2 Stratégie énergétique 2050

La Stratégie énergétique 2050 vise notamment à réduire la consommation d'électricité et d'énergie finale², à accroître la part des énergies renouvelables et à réduire les émissions de CO₂, 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 CO₂ 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 GWh³ en 2035.
- 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.

² 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.

³ 1 gigawattheure (GWh) = 1'000'000 kilowattheures (kWh)

Planification énergétique territoriale

- **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.

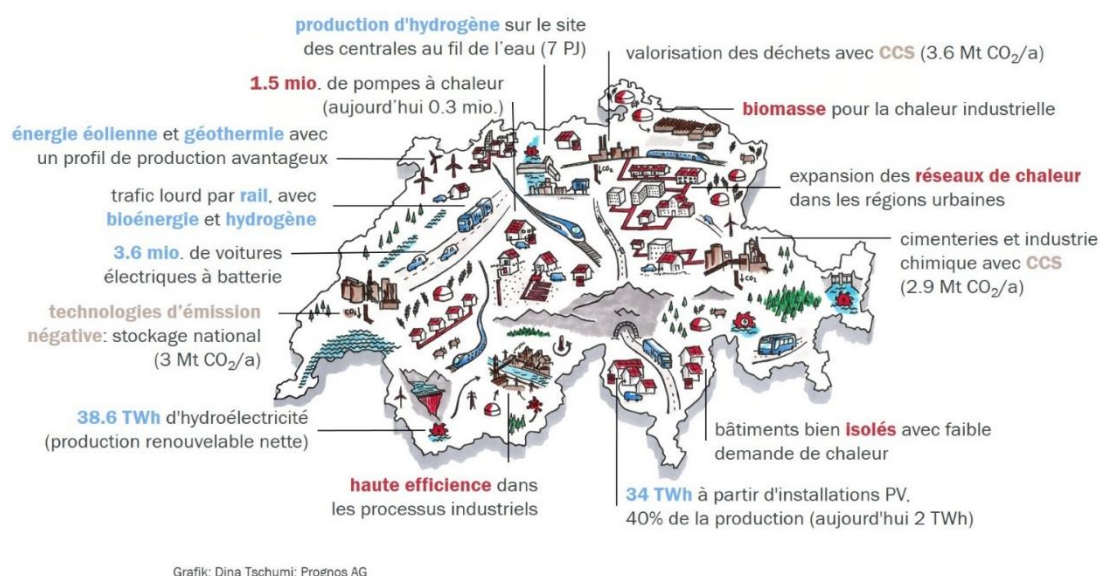


Figure 2 - Illustration de la Stratégie Énergétique 2050

2.1.3 Société à 2000 watts

Le projet Société à 2000 watts constitue une réponse à deux des défis majeurs de notre temps : la rareté des ressources énergétiques disponibles durablement et le changement climatique.

Trois valeurs cibles ont été définies pour la Suisse, qu'il s'agit d'atteindre d'ici à 2050 au plus tard :

- 2000 watts de puissance continue par habitant pour l'énergie primaire ;
- Neutralité carbone ;
- Approvisionnement énergétique couvert à 100% par des sources renouvelables.

L'objectif formulé en matière d'énergie primaire correspond dans ses grandes lignes aux objectifs d'efficacité énergétique inscrits dans la LEne.

L'objectif de neutralité carbone d'ici à 2050 reprend celui défini dans l'Accord de Paris sur le climat en 2015 et celui formulé par le Conseil fédéral en août 2019 d'une Suisse climatiquement neutre d'ici à 2050.

2.2 Au niveau cantonal

La loi vaudoise sur l'énergie (LVLEne), entrée en vigueur en 2006 et révisée partiellement en 2022, contient les dispositions légales nécessaires à la mise en œuvre de la politique énergétique du Canton :

- Développement de l'efficacité énergétique et des économies d'énergie
- Développement des énergies renouvelables en augmentant la part produite dans le Canton

Planification énergétique territoriale

- Sécurisation d'un approvisionnement énergétique sûr et compatible avec la protection de l'environnement

La LVLEne introduit également l'obligation de réalisation d'une planification énergétique par les communes (voir l'article 16c de la loi et l'article 46a de son règlement d'application). De même au niveau cantonal, la loi demande au Conseil d'Etat de « définir la politique énergétique cantonale par le biais de l'adoption d'une Conception cantonale de l'énergie et de l'adapter périodiquement, en principe une fois par législature » (voir article 14).

Cette conception cantonale de l'énergie, établi en 2019, fixe les objectifs énergétiques du canton à moyen terme (2030), et long terme (2050). En particulier, le canton s'est fixé l'objectif de 35% de l'approvisionnement énergétique par de la production énergétique renouvelable et vaudoise en 2030, et de 50% en 2050, via une diminution de la consommation et une augmentation de la production renouvelable indigène (initialement prévu en 2035, les objectifs de la COCEN ont été avancés à 2030 suite à la publication du Plan Climat Vaudois en 2020) :

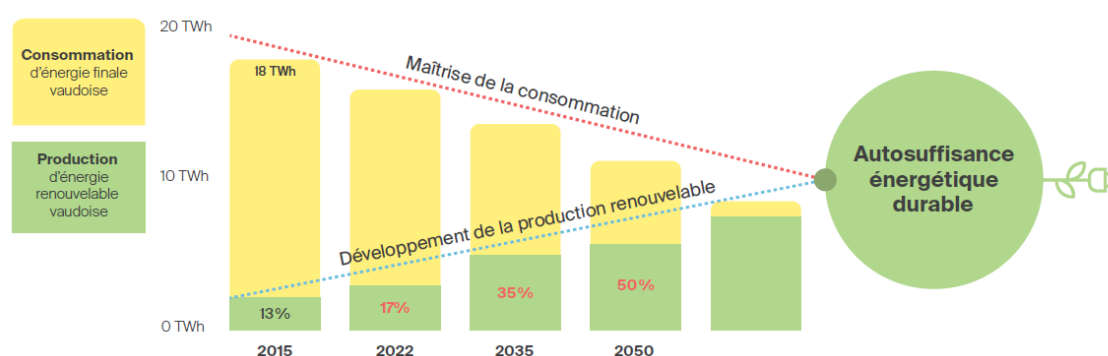


Figure 3 – Vision énergétique à long terme du Canton de Vaud
(source : Conception Cantonale de l'Energie, Etat de Vaud, 2019)

Le Canton, par son Plan Climat, vise également la neutralité carbone territoriale d'ici à 2050.

2.3 Au niveau communal

Il n'existe pas de politique communale spécifique à l'énergie. Un fonds de développement durable subventionne le photovoltaïque et les pompes à chaleur mais ne pose pas d'objectifs ou de stratégie globale. Un plan directeur de la mobilité est en place.

3 DIAGNOSTIC ENERGETIQUE DE LA COMMUNE

3.1 Consommation d'énergie

Les consommations d'énergie sont calculées :

- Pour l'électricité : à partir des données du gestionnaire de réseau (le GRD, Romande Energie en l'occurrence),
- Pour la chaleur : du cadastre des Energies du canton de Vaud,
- Pour la mobilité : des tableaux interactifs de l'OFS (STAT-TAB) ainsi que des données des véhicules communaux.

Pour chaque catégorie – chaleur, électricité et mobilité – les énergies finales, primaires ainsi que les émissions de CO₂ sont présentées.

Chaque chapitre présente l'étude énergétique du territoire communal puis celle du patrimoine communal. A noter que les valeurs du patrimoine communal sont incluses dans les tableaux et figures du territoire.

La figure suivante présente la différence entre énergie primaire, énergie finale et énergie utile en prenant l'exemple du chauffage à mazout :

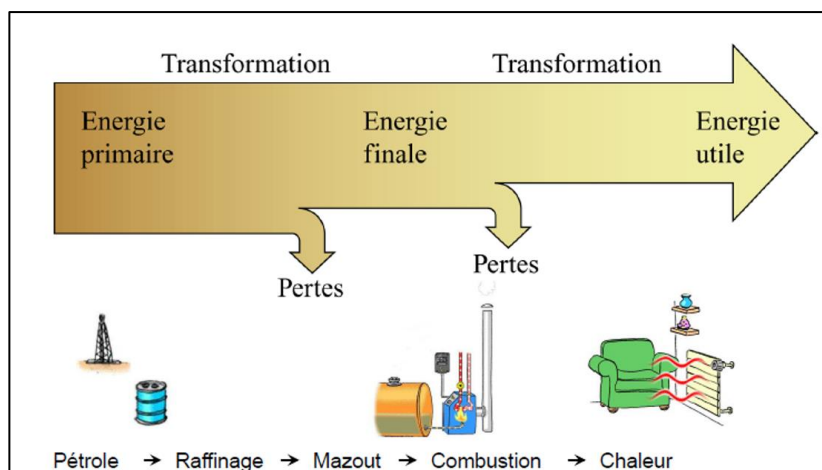


Figure 4: Exemple d'énergie primaire finale et utile.

L'énergie primaire prend en compte toute l'énergie nécessaire pour livrer l'énergie finale à l'entrée du bâtiment (Pétrole brut, son extraction, son raffinage et son transport). C'est sur la base de l'énergie primaire que sont calculés les objectifs de la société à 2000 watts. L'énergie primaire est disponible dans la nature, doit être transformée et convertie dans une autre forme pour être utilisée (fossile = stock, renouvelable = flux).

L'énergie finale est celle effectivement disponible sur le lieu de consommation, par exemple l'énergie contenue dans le mazout stocké dans la citerne du bâtiment. Elle correspond à l'énergie facturée au consommateur et c'est également en énergie finale que sont exprimées les données de base issues des différentes sources (RegBL, données électriques du GRD, carburant des véhicules, etc...).

L'énergie utile correspond à la quantité d'énergie répondant à notre besoin en fin de chaîne de transformation : énergie pour se déplacer, énergie pour se chauffer, énergie pour cuire des aliments, ...

Chaque chapitre est séparé avec l'étude énergétique du territoire communal puis celle du patrimoine communal. Les valeurs du patrimoine sont incluses dans les tableaux et figures du territoire.

3.1.1 Chaleur

La consommation globale de chaleur pour l'ensemble du territoire communal est estimée sur la base du cadastre des énergies fournies par le canton ainsi que des ratios de consommations énergétiques.

Le diagramme ci-dessous présente la répartition des consommations de chaleur, exprimées en énergie finale, pour l'ensemble des bâtiments du territoire communal. Pour les bâtiments industriels et tertiaires, seulement la consommation de chaleur pour le chauffage des bâtiments est incluse, celle pour les procédés industriels n'est pas comprise dans le diagnostic.

On compte 46 GWh de besoin en énergie finale pour la chaleur, ou 62 GWh d'énergie primaire.

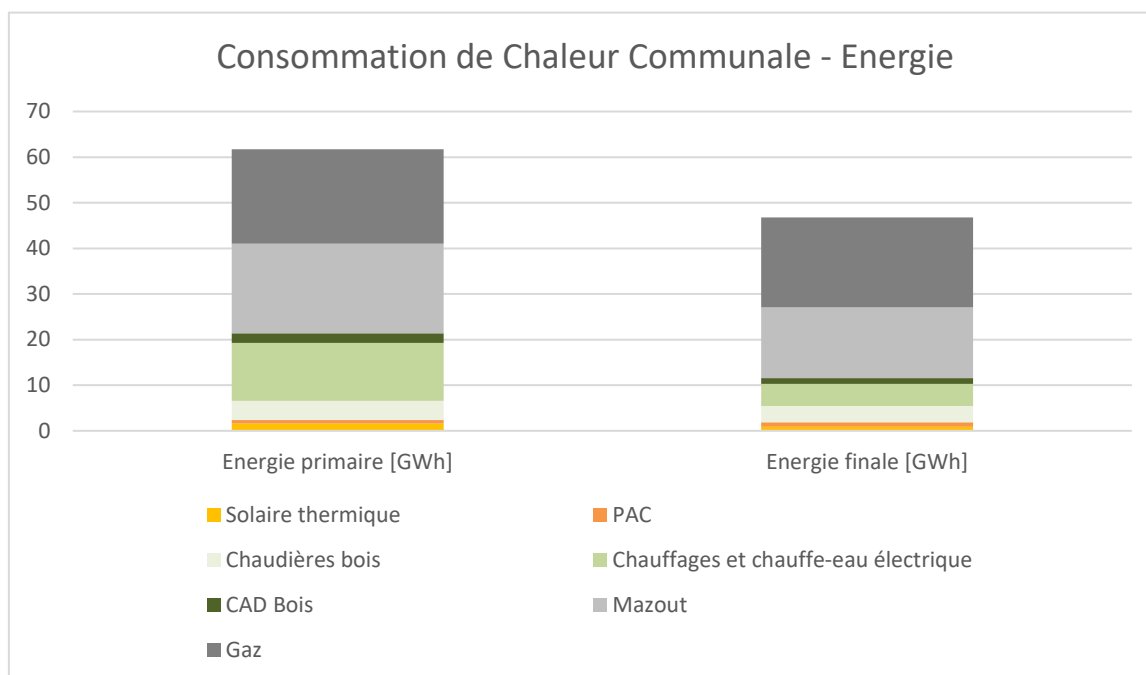


Figure 5 : Répartition de la consommation de chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire) des bâtiments selon les agents énergétiques employés (année de référence : 2023)

Plus de **75% de la chaleur utilisée pour les bâtiments provient des énergies fossiles** avec 33% au mazout et 42% au gaz. 10% provient des chauffages et chauffe-eaux électriques. 3 % est fournis par le chauffage à distance. Le restant (12%) est fourni par des énergies renouvelables : 2% par des pompes à chaleur (sondes verticales, air/eau, ...), 2% par du solaire thermique, et 8% par des chaudières à bois.

Le diagramme ci-dessous présente la répartition des émissions de CO₂ liées à la chaleur pour l'ensemble des bâtiments du territoire communal.

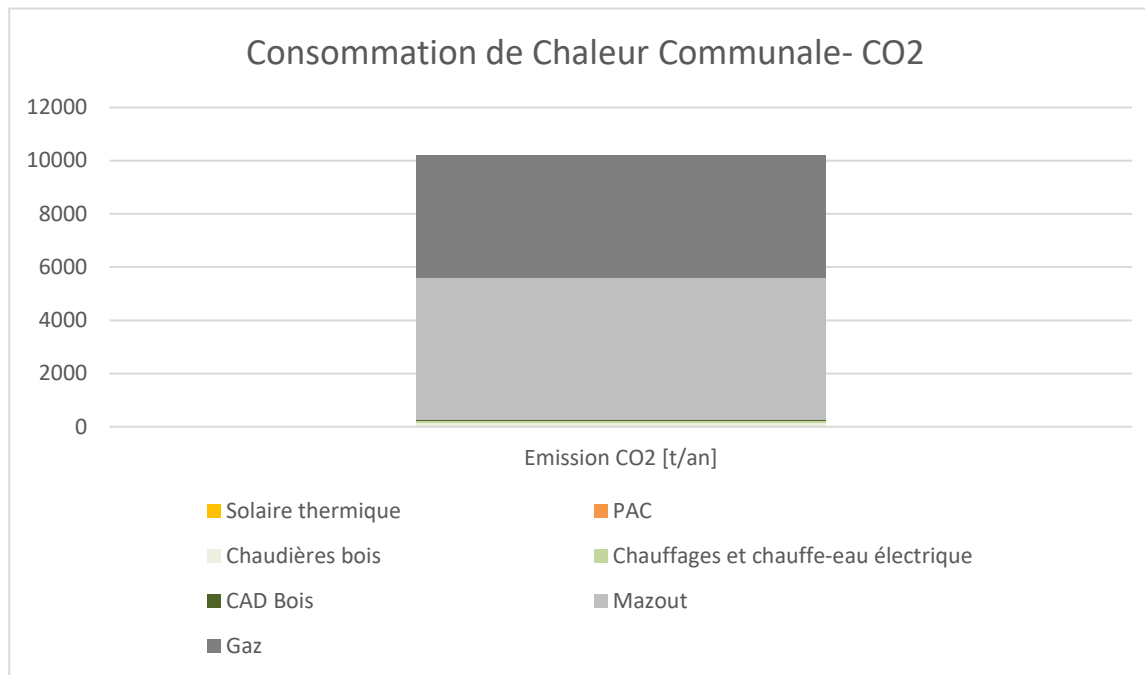


Figure 6 : Répartition des émissions de CO2 pour la chaleur

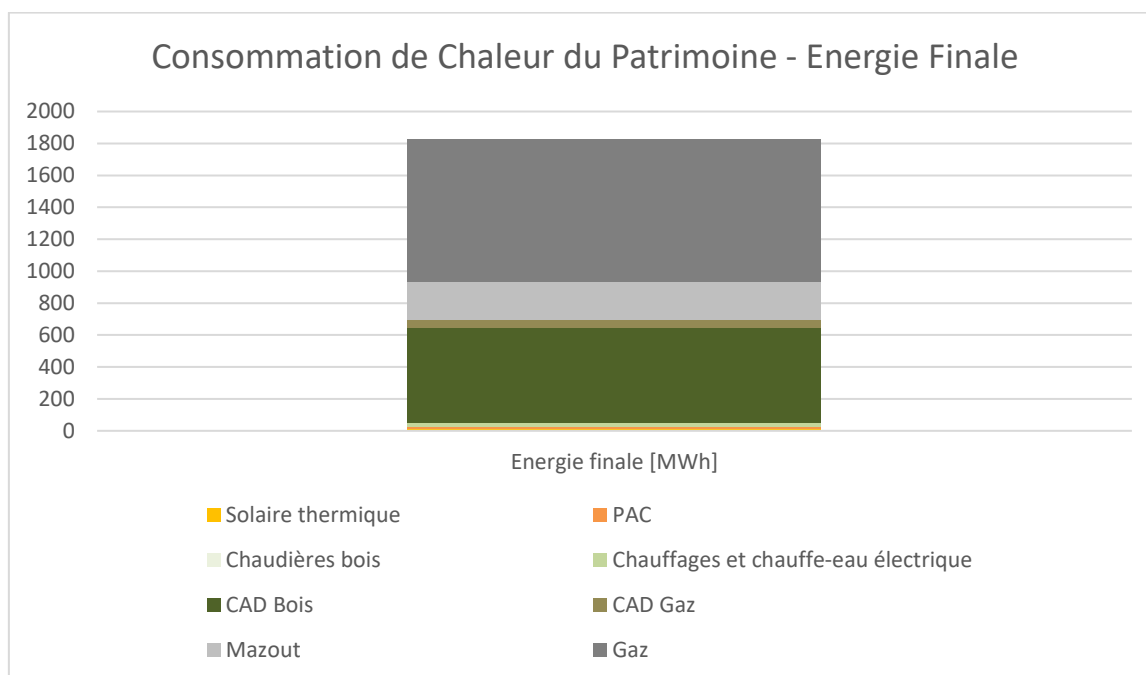
A noter que les agents fossiles (mazout et gaz) représentent 97% des émissions de CO₂ pour la chaleur.

Patrimoine Communal :

Le patrimoine communal recense 96 bâtiments distincts, parmi lesquels se trouvent des hangars et autres bâtiments non chauffés.

La Commune a partagé 4 analyses CECB réalisés sur son patrimoine ainsi qu'un tableau de recensement. Les consommations de chaleur ont été évaluées à travers le RegEner comme pour le reste de la commune. Il existe un recensement du patrimoine interne à la commune qui n'indique pas les consommations par bâtiment et indique partiellement la source de chaleur. Une mise à jour détaillée de ce document serait nécessaire pour un bilan plus précis du patrimoine.

Le patrimoine représente 1.8 GWh, soit 4% du besoin en énergie finale de chaleur du territoire.



3.1.2 Électricité

Pour 2021, la consommation électrique totale de la commune s'élève à 11.2 GWh/an⁴.

Le diagramme ci-dessous présente la répartition de la consommation d'électricité (énergie finale) pour l'ensemble des bâtiments et infrastructures sur le territoire communal. Cette répartition est calculée à partir des données de marquage d'électricité fournies par la Romande Energie (le marquage subventionné correspond au courant au bénéfice de mesures d'encouragement, 100% renouvelable dont environ la moitié d'origine hydraulique).

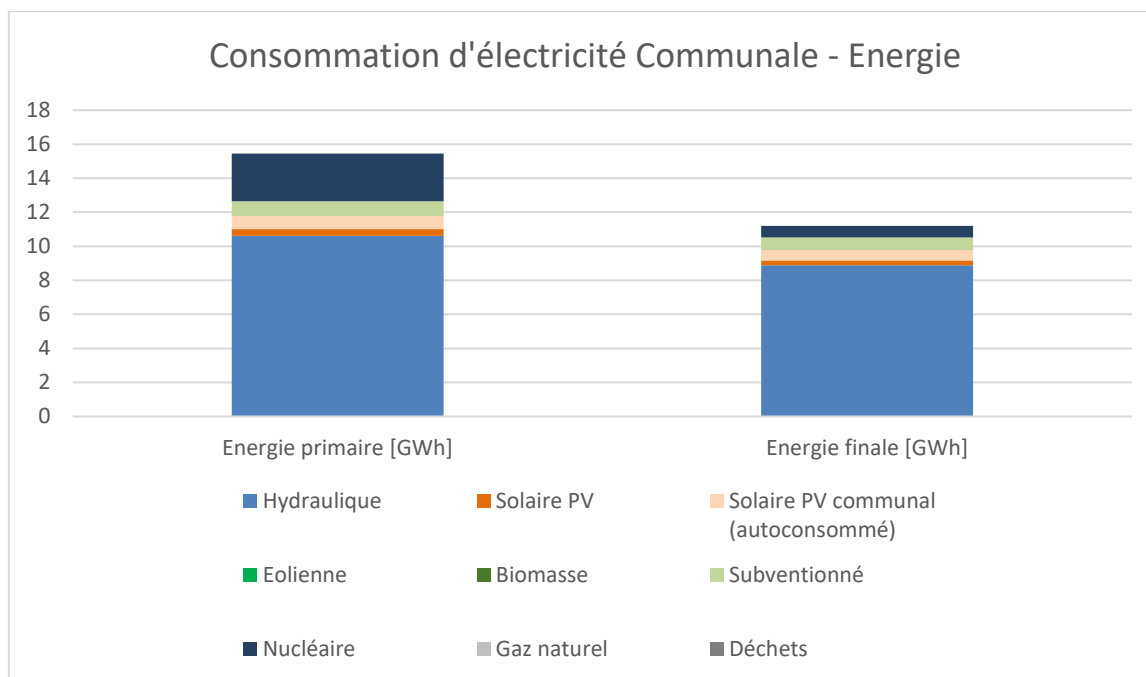


Figure 7 : Répartition des consommations d'électricité des bâtiments selon les agents énergétiques employés (année de référence : 2021)

La consommation d'électricité issue du solaire photovoltaïque installé sur le territoire est calculée en se basant sur la puissance installée.

Les diagrammes ci-dessous présentent la répartition des émissions de CO₂ nécessaires à la consommation d'électricité pour l'ensemble des bâtiments du territoire communal.

⁴ Données fournies par la Romande Energie

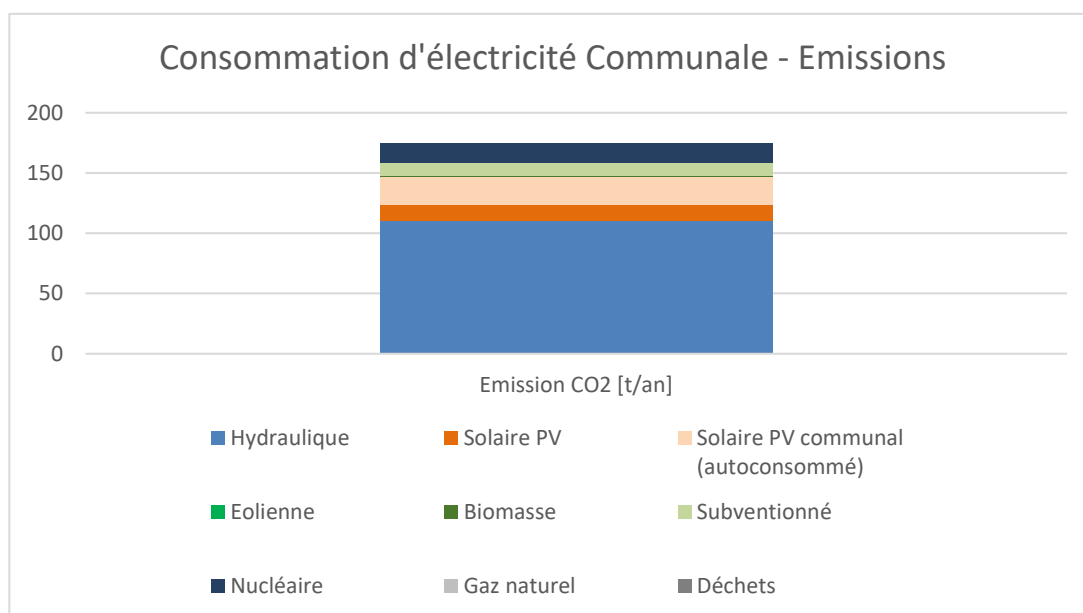


Figure 8 : Répartition des consommations énergétiques (énergie primaire) et les émissions de CO2 pour l'électricité

A noter que l'électricité est faiblement carbonée sur le territoire en raison de l'approvisionnement énergétique de la Romande Energie, dont le marquage de l'électricité est majoritairement d'origine décarbonée (hydraulique, nucléaire, solaire).

Patrimoine Communal :

La consommation d'électricité dans les infrastructures et bâtiments communaux est présentée dans le graphique ci-dessous grâce à la liste de consommation fournis par la commune. Au total, 342 MWh sont consommées par le patrimoine, sans compter l'éclairage public.

L'autoconsommation photovoltaïque n'est pas comptabilisée sur le graphique. Elle est supposée négligeable car seulement 2 toitures sont équipées de modules photovoltaïques à ce jour.

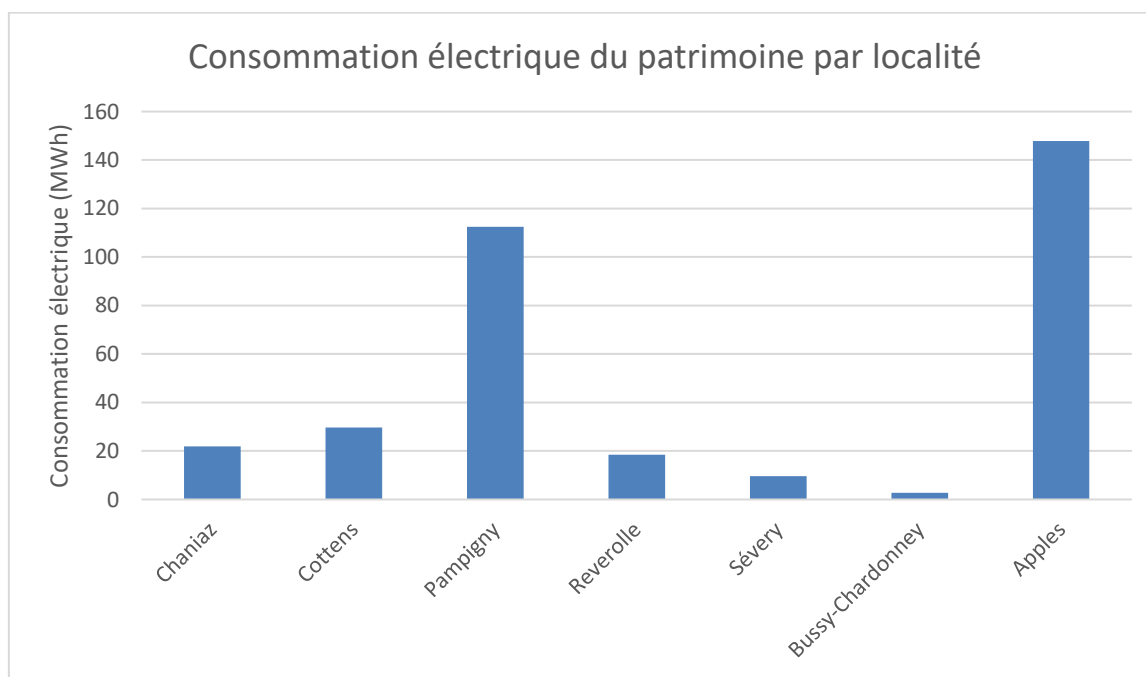


Figure 9 – Consommation d'électricité du patrimoine communal (hors éclairage public)

En ce qui concerne l'éclairage public, la consommation d'électricité de ces dernières années est présentée sur la Figure 10. Un plan d'économie a déjà été proposé pour réduire cette consommation.

En 2022, ce sont environ 142 MWh d'électricité qui ont été consommés pour l'éclairage de la Commune.

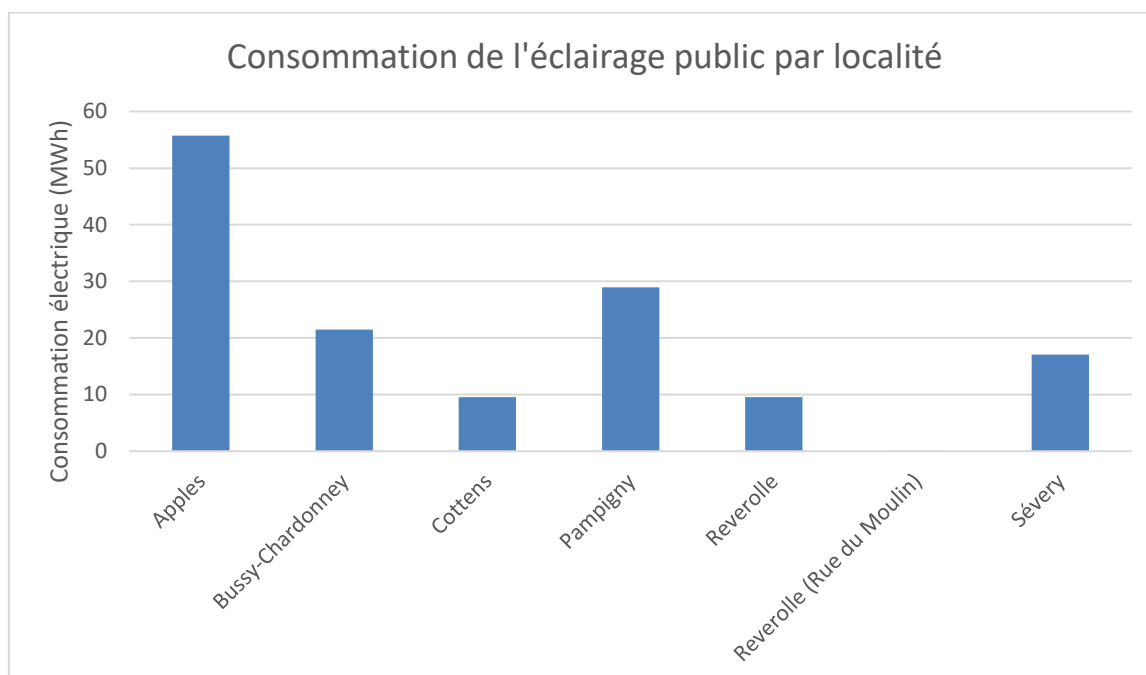


Figure 10 - Consommation d'électricité pour l'éclairage public sur le territoire d'Echandens (source : Romande Energie)

3.1.3 Mobilité

La Figure 11 représente les distances annuelles parcourues par les vaudois en Suisse et à l'étranger⁵. En moyenne, un vaudois effectue 26 700 km en un année selon le mode de déplacement, dont environ 10 500 km en voiture et 10 700 km en avion. Le train est le troisième mode de transport en nombre de kilomètre avec 2 800 km par an, suivi du bus, de la marche, du vélo et des deux-roues.

⁵ Etude confidentielle du canton de Vaud réalisée par le bureau 6t : *Consommations énergétiques et émissions de polluants relatives à la mobilité annuelle des vaudois.*

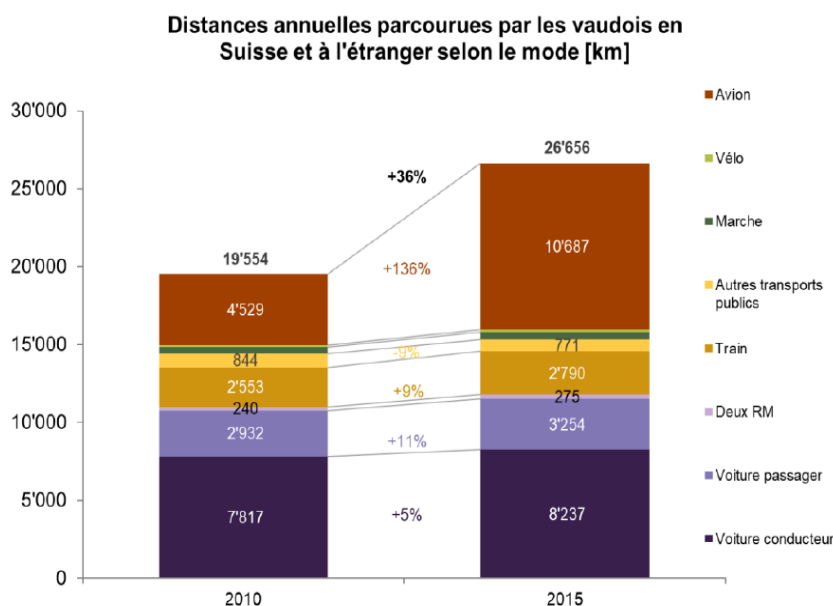


Figure 11 – Distances annuelles parcourues par les vaudois en Suisse et à l'étranger selon le mode (en km/personne). Source : Consommations énergétiques et émissions de polluants relatives à la mobilité annuelle des vaudois, réalisé par le bureau 6t pour le canton de Vaud.

Pour le diagnostic de la mobilité du territoire, ces chiffres cantonaux sont repris puis appliqués à la population de la commune, et la répartition entre type de motorisation pour les véhicules se base sur les données d'immatriculation de l'Office Fédérale de la Statistique (voir Tableau 1). On observe que la majorité du parc de véhicule se compose de véhicules thermiques avec une part de l'essence dans le parc automobile à hauteur de 66%, et du diesel à 31%. Seul 3% des voitures de la commune sont supposées électriques.

	Véhicules	Distance	Part des kilomètres
	nb	km	%
Total	2 903	35 168 860	100%
- Essence	1 904	23 066 314	66%
- Diesel	902	10 927 424	31%
- Electricité	81	981 288	3%
- Gaz	14	169 605	0%
- Autre	2	24 229	0%

Tableau 1: Répartition des véhicules individuels du territoire communal par type de carburant

Le diagramme ci-dessous présente la répartition des consommations énergétiques (énergie finale) nécessaires à la mobilité pour l'ensemble du territoire communal en prenant en compte les suppléments pour le carburant aérien, le rail, le bus et la mobilité douce. Puisqu'il s'agit de l'extrapolation de données cantonales appliquées à l'échelle communale, ces valeurs de consommation pour la mobilité sont une approximation de la situation réelle : en effet, la mobilité varie fortement selon la typologie de communes (modes, distances parcourues, etc.). Les carburants fossiles pour les véhicules personnels représentent la majorité de la consommation énergétique avec 65% pour les véhicules thermiques (respectivement 45% et 20% d'essence et de diesel), et 32% pour les carburants liés à l'aérien.

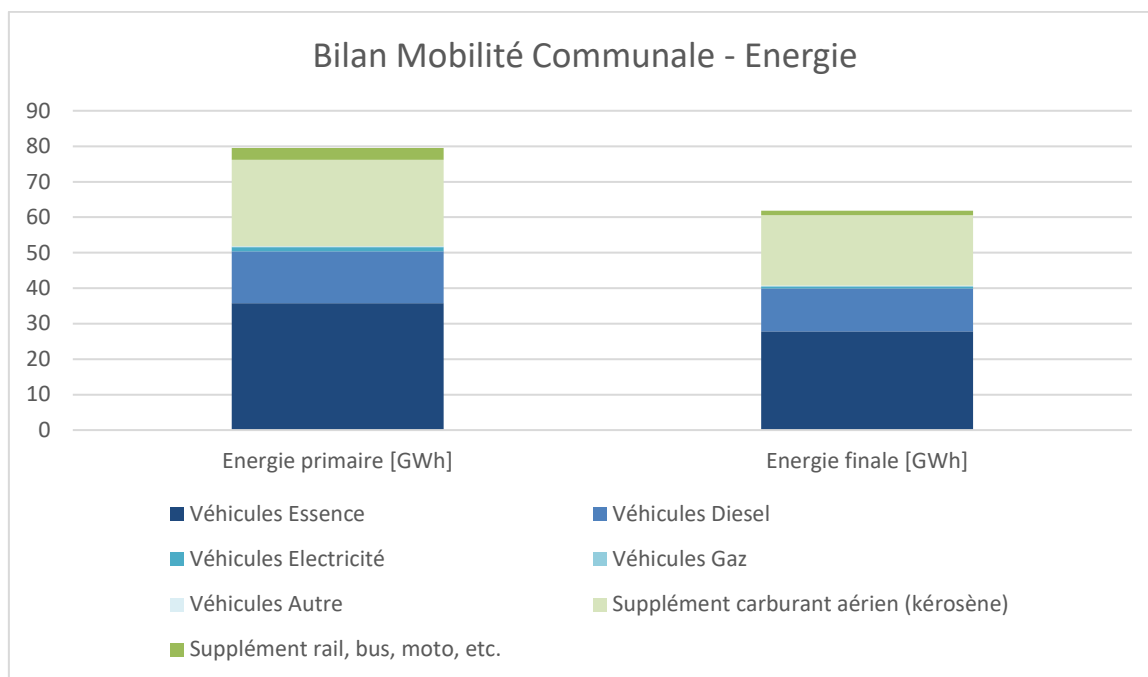


Figure 12 - Répartition de l'énergie finale sur le territoire communal pour la mobilité (2021)

Les diagrammes ci-dessous présentent la répartition des émissions de CO₂ liées à la mobilité sur le territoire communal. 60% du bilan carbone de la mobilité individuelle est effectuée par le secteur aérien :

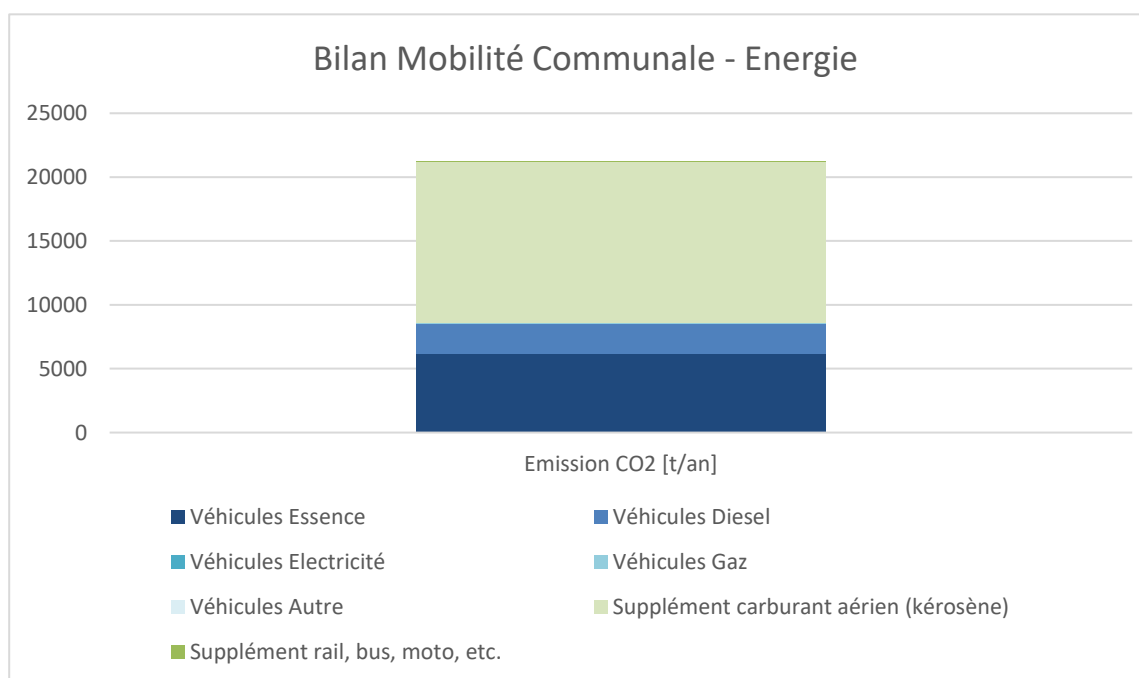


Figure 13 - Répartition des émissions de CO₂ pour la mobilité

Patrimoine Communal :

Planification énergétique territoriale

Le diagnostic de consommation des véhicules communaux se base sur la liste de kilométrage par véhicule de la commune. Les consommations d'énergie et les émissions liés aux véhicules communaux sont déterminées à partir des facteurs KBOB.

Au total, plus de 74 MWh d'énergie finale ont été nécessaires pour alimenter les véhicules, ce qui a généré des missions de GES s'élevant à environ 17 tCO₂-eq. Le détail par type de véhicule est fourni dans le ci-dessous.

Tableau 2 - Consommation des véhicules communaux en 2023

Véhicules	Unité U	Utilisation [U/an]	Energie finale [kWh]	Energie primaire [kWh]	CO ₂ [kg/an]
Voitures essence	km	9200	11000	14200	2500
Voitures diesel	km	23300	25800	31100	4900
Voitures électriques	km	8400	3800	10000	300
Camionnettes essence	km	15500	18700	24000	4200
Camions Diesel	km	5000	5500	6700	1100
Chariots élévateurs	h	700	3200	3800	1200
Tracteurs	h	1260	6500	7800	2500
Total			74500	97600	16700

Planification énergétique territoriale

3.1.4 Synthèse des consommations

En tout, la consommation d'énergie annuelle est évaluée à 120 GWh/an.

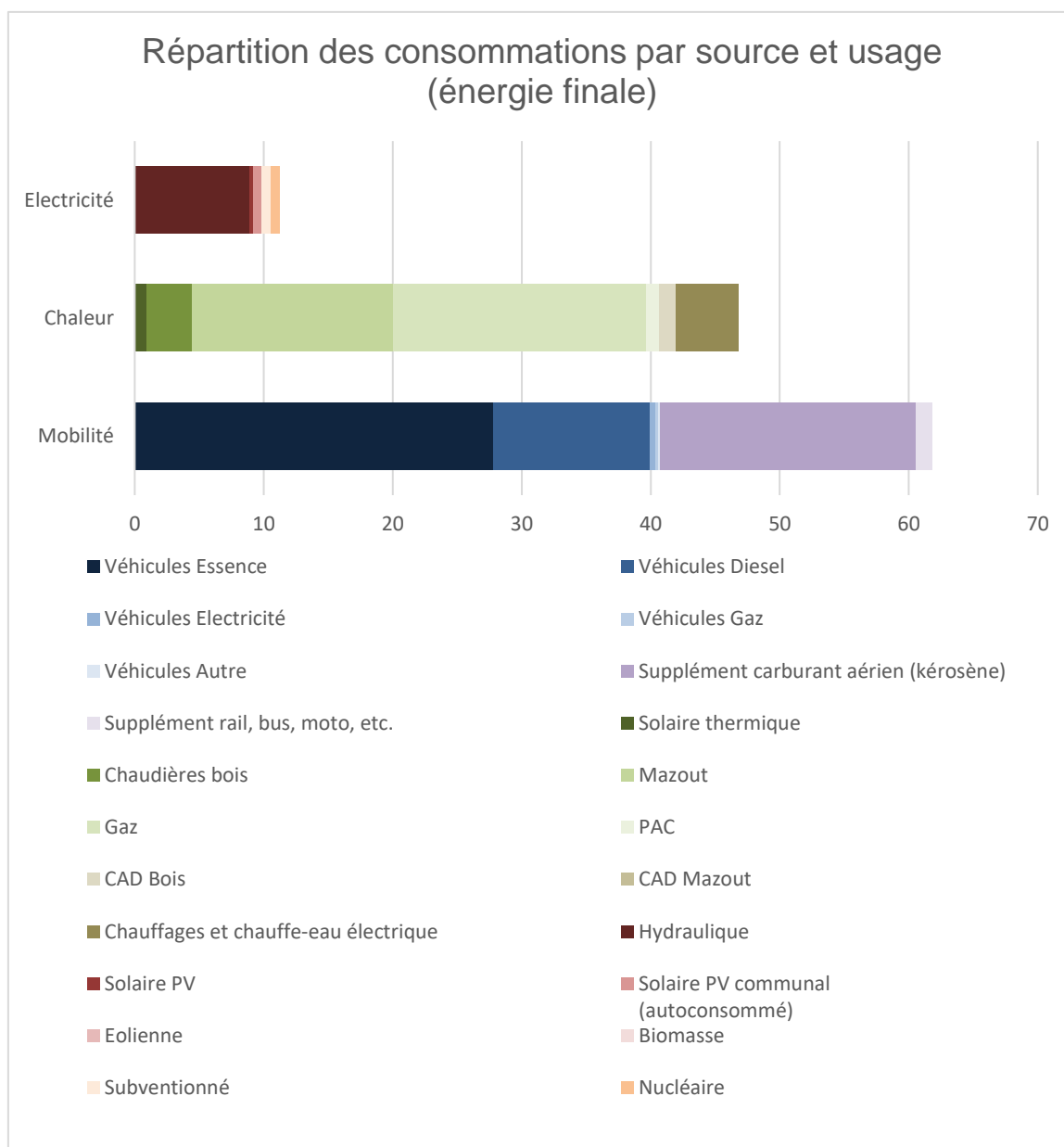


Figure 14 : Synthèse des consommations d'énergie

3.2 Production d'énergies renouvelables

3.2.1 Chaleur / froid

Le tableau ci-dessous présente les productions de chaleur renouvelable recensées dans le cadastre des énergies pour l'années 2022 :

Agents énergétiques	Production
	MWh
Chaudières bois	3 570
Pompes à chaleur	692
Solaire thermique	887
CAD - bois	1 290
TOTAL	6 438

Tableau 3: Production des énergies renouvelables pour la chaleur en énergie finale

La production des énergies renouvelables représente un peu plus de 5 % des consommations de chaleur de l'ensemble du territoire communal.

Patrimoine Communal :

Environ 34% de la chaleur du patrimoine provient de sources renouvelables. Le tableau suivant présente le détail de la production :

Agents énergétiques	Production
	MWh
Chaudières bois	0
Pompes à chaleur	16
Solaire thermique	13
CAD - bois	599
TOTAL	628

3.2.2 Électricité

En 2023, la commune accueille une capacité solaire photovoltaïque de 2.7 MWc en toiture des bâtiments privés pour 239 installations, soit environ 2.7GWh de production annuelle (source : Romande Energie).

La production des énergies renouvelables représente 15% des consommations d'électricité de l'ensemble du territoire communal (pompes à chaleur et mobilité électrique comprise). Il est supposé qu'environ 30% de la production est autoconsommé sur le territoire. Ainsi le PV autoconsommé recouvre presque 6% de la consommation totale, le reste étant distribué sur le réseau.

Patrimoine Communal :

A ce jour, il n'existe pas d'inventaire des installations solaires sur le patrimoine. 2 installations sont existantes ou en cours sur des immeubles locatifs à Apples et Bussy-Chardonay.

3.3 Réseaux de transport et distribution de l'énergie

Un réseau de gaz géré par Cosvegaz – Holdigaz est présent sur la commune. Le réseau électrique est à la charge de Romande énergie. Un réseau de chauffage à distance est en place sur Pampigny et un projet de création est en cours sur Apples.

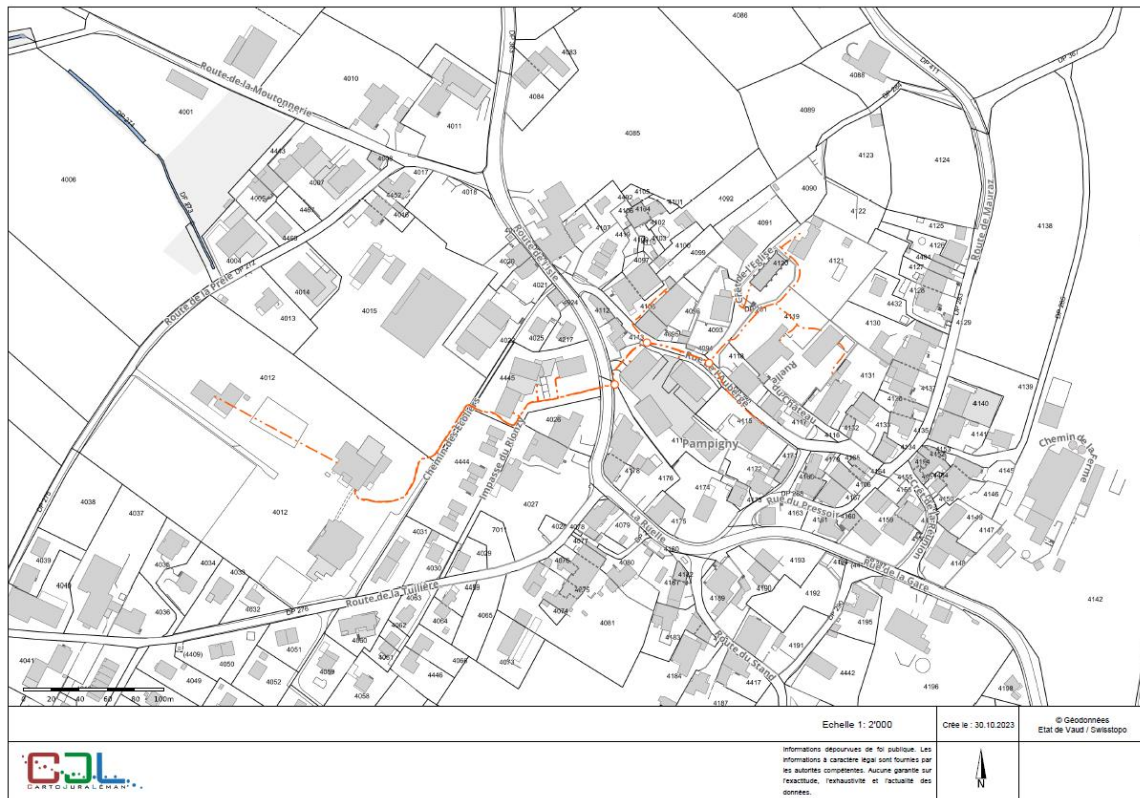


Figure 15 : Carte du réseau CAD de Pampigny

4 POTENTIELS ÉNERGÉTIQUES DE LA COMMUNE

Cette section détaille les potentiels de production d'énergies renouvelables sur le territoire communal, ainsi que le potentiel développement d'un réseau de chaleur CAD.

4.1 Potentiel de production d'énergies renouvelables

4.1.1 Solaire photovoltaïque et thermique

Le potentiel solaire des bâtiments est extrait des données OFEN⁶, et pour chaque bâtiment est fourni les orientations des façades et toitures, le productible électrique et thermique ainsi que les catégories de potentiel (faible, moyen, bon, très bon, excellent) des bâtiments. Le potentiel technique total sur la Commune est représenté sur les Figure 16 pour le solaire photovoltaïque et thermique.

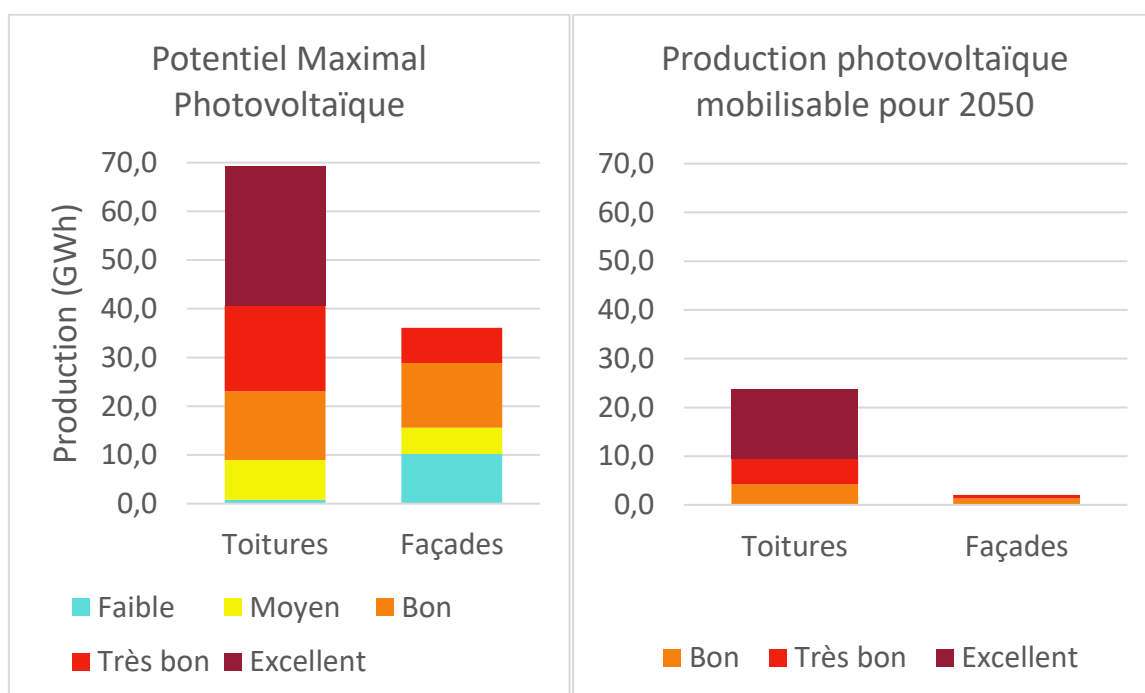


Figure 16 – Potentiel technique total de production solaire photovoltaïque sur les toits des bâtiments sur le territoire communal.

Pour le solaire photovoltaïque, 105 GWh de productions solaires totales sont estimés sur la commune, dont plus de 66% sont disponibles sur les toitures. Ce potentiel technique maximal est théorique. En prenant des hypothèses plus réalistes (les toitures moyennement ou faiblement appropriées ne sont pas prises en compte, et 50% de la surface des toitures « excellentes », 30 % des « bonnes et très bonnes » sont couvertes), l'OFEN estime à **25.8 GWh** le potentiel solaire toit et façade de la Commune⁷ (23 GWh sur toiture et 2 GWh sur façades).

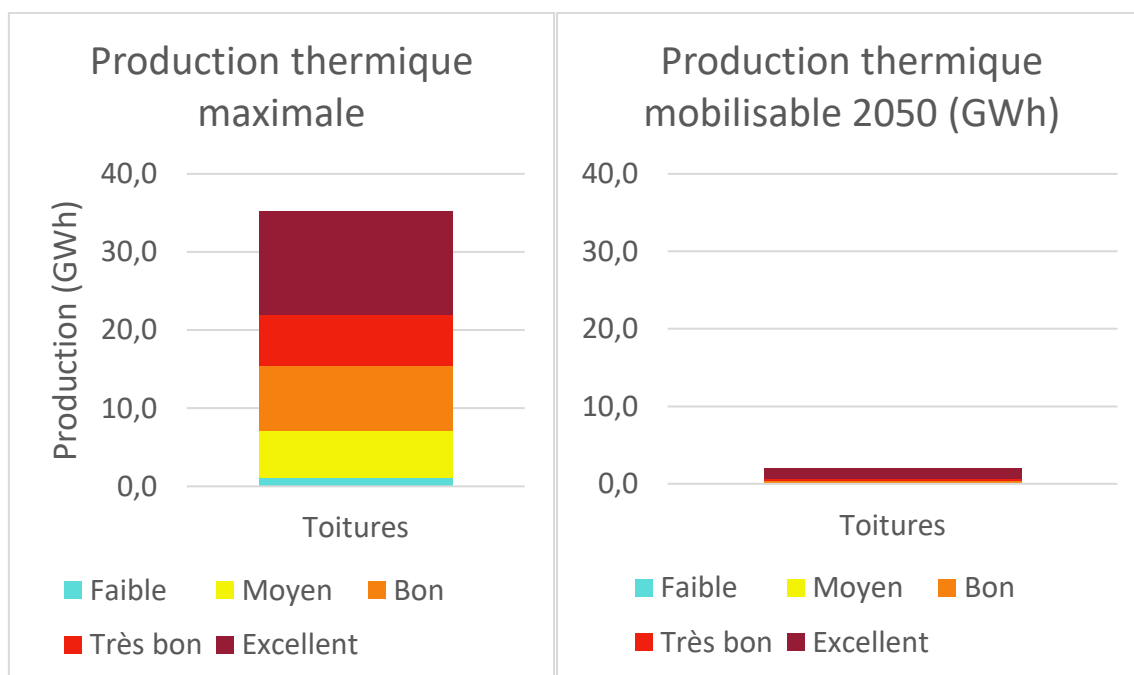
Il est intéressant de noter que la Commune possède de nombreux bâtiments aux potentiels « excellents » et « très bons », ce qui indique que la Commune est bien orientée et que le solaire peut être une force pour la transition énergétique du territoire. A titre de comparaison, la production solaire PV actuelle est de 2,7 GWh sur la commune, soit 10% de ce potentiel technique mobilisable.

Pour le solaire thermique, le calcul du potentiel prend en compte les besoins en eau chaude des bâtiments, et il est estimé que 35 GWh de chaleur peuvent être produites sur le territoire grâce à cette filière. La production du solaire thermique est de 1 GWh actuellement, le potentiel mobilisable

⁶ Voir <https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/sonnendach/?lang=fr>

⁷ Voir https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/ECH_SolarpotGemeinden/pdf/5633.pdf

en parallèle du PV est estimé à 2,1 GWh. Comme pour le solaire photovoltaïque, on observe que la Commune possède un fort potentiel « excellent » et « très bon ».



Il est important de noter que les chiffres présentés dans ce graphique « production maximale » sont les potentiels techniques globaux, et donc qu'ils seraient atteints si la totalité des toitures de la Commune seraient couvertes par des panneaux solaires. Pour déterminer le potentiel solaire « mobilisable » de la Commune à horizon 2050, les hypothèses sur le développement du solaire sont effectuées à partir des objectifs communaux en la matière. Enfin les potentiels solaires photovoltaïques et thermiques ne s'additionnent pas dans le sens où une concurrence entre usages des toitures est possible.

Cependant ces résultats montrent que le territoire est doté d'un fort potentiel solaire, avec des bâtiments bien orientés, la filière solaire est ainsi un levier à mobiliser pour la transition énergétique du territoire.

4.1.2 Géothermie de surface

Le potentiel géothermique sur sonde est estimé à partir des données des zones d'admissibilité des sondes (voir Figure 17a), des profondeurs maximales autorisées, et des zones d'affectations : seulement les zones résidentielles, industrielles, tertiaires et d'utilité publique sont prises en compte.

Le potentiel géothermique sur nappes superficielles est fourni par les données du Canton, et la localisation de ce potentiel est présentée sur la Figure 17b. Selon le Canton, ces nappes sont toutefois mal caractérisées, avec un potentiel énergétique vraisemblablement limité. De plus, puisque la récupération de chaleur sur nappes superficielles requiert un espace important, les installations ne peuvent pas se multiplier sur un centre village. Cette ressource est plutôt à flécher vers de grands projets (bâtiments communaux, école, etc.) ou un petit chauffage à distance (voire en complément de l'alimentation d'un CAD).

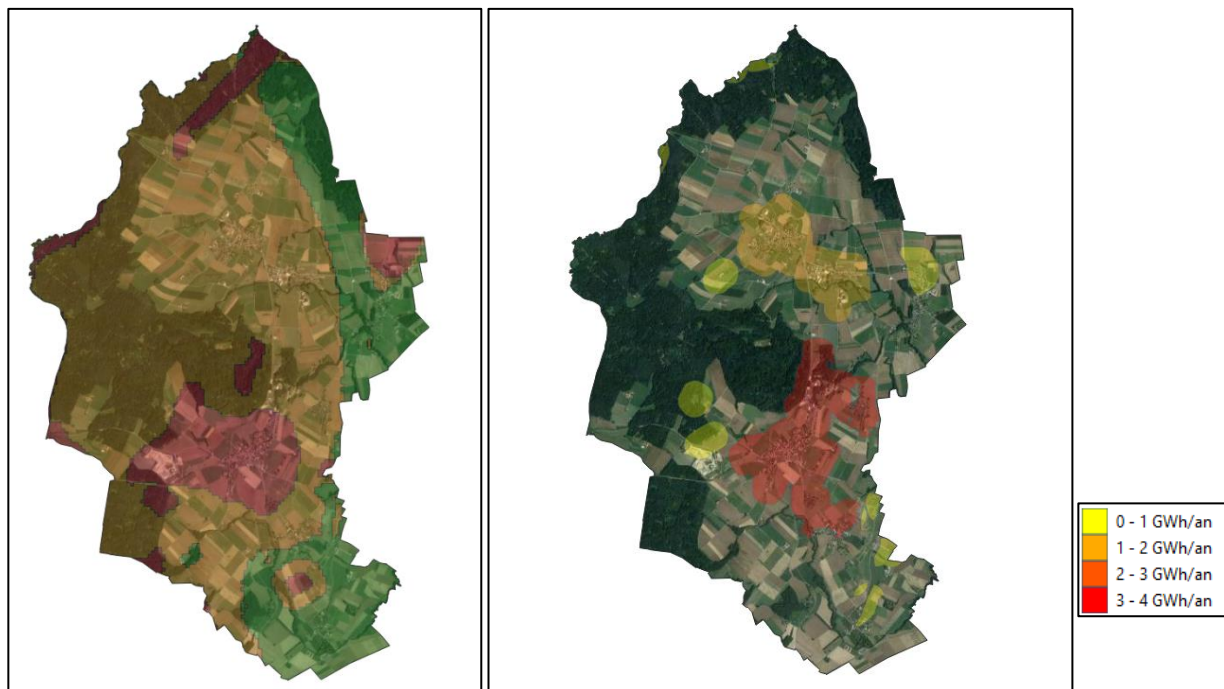


Figure 17a (gauche) - Admissibilit  s des sondes géothermiques : admissible sous conditions (vert), limitation (orange), interdiction (rouge)

Figure 17b (droite) – Potentiel géothermique sur nappes superficielles

Source : canton de Vaud.

Pour la géothermie sur sondes, deux potentiels de production sont estimés pour différentes hypothèses d'interférences entre sonde (voir Tableau 4). Dans le cadre du potentiel maximum où les sondes interféreraient entre elles, une recharge thermique lors de la période estivale devrait avoir lieu pour atteindre ce potentiel. Un potentiel **entre 4 et 30 GWh** est identifié sur la commune (voir Figure 18), majoritairement sur zone résidentielle (pour comparaison, 47 GWh de besoin de chaleur sont estimées sur la commune).

Tableau 4 – Hypothèses d'interférences entre sondes pour le calcul du potentiel géothermique

	Distance entre sondes (m)	Potentiel de production thermique (kWh/m)
Potentiel maximum	20	80
Potentiel sans-interférence entre les sondes	50	70

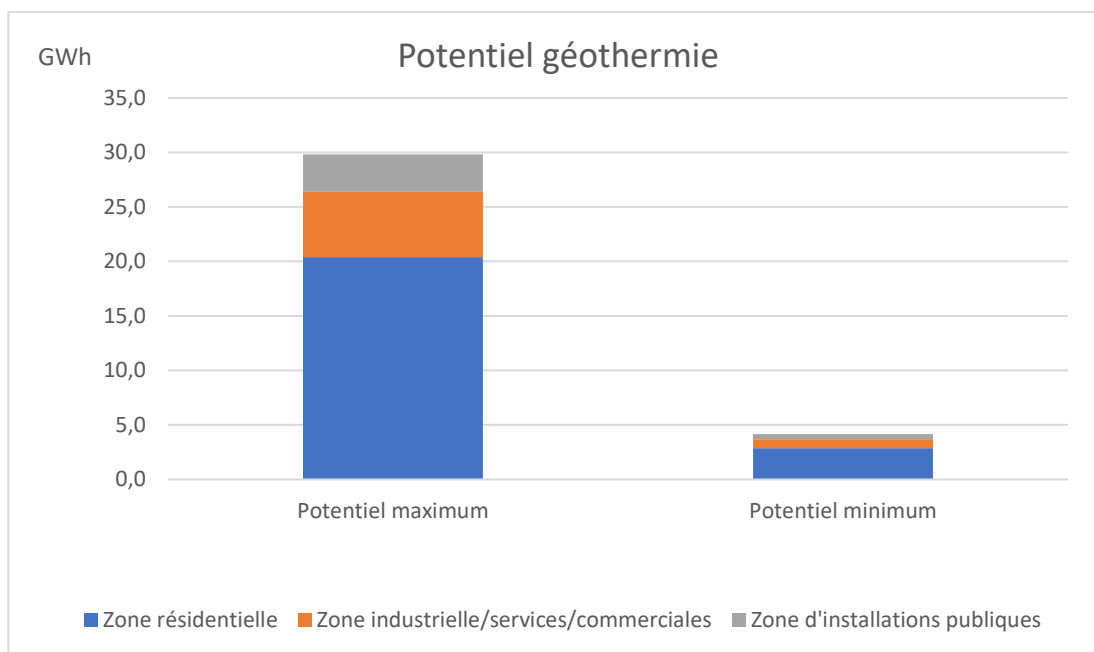


Figure 18 – Potentiel de production de chaleur sur sondes géothermiques

Pour la géothermie sur nappes superficielles, le potentiel de 5 GWh est repris des données du canton.

4.1.3 Géothermie profonde

Le canton a identifié **qu'il n'y a pas de potentiel géothermie profonde** sur le territoire de Hautemorges (voir Figure 19). Selon la DIREN, l'absence de potentiel pour la géothermie profonde sur le territoire communal s'explique par une densité de chaleur et une puissance non suffisante pour mettre en place un doublet géothermique.

Les potentiels de géothermie profonde ont été construits à partir de modélisations 3D du sous-sol, puis des températures, des résistivités et des accessibilités des aquifères.

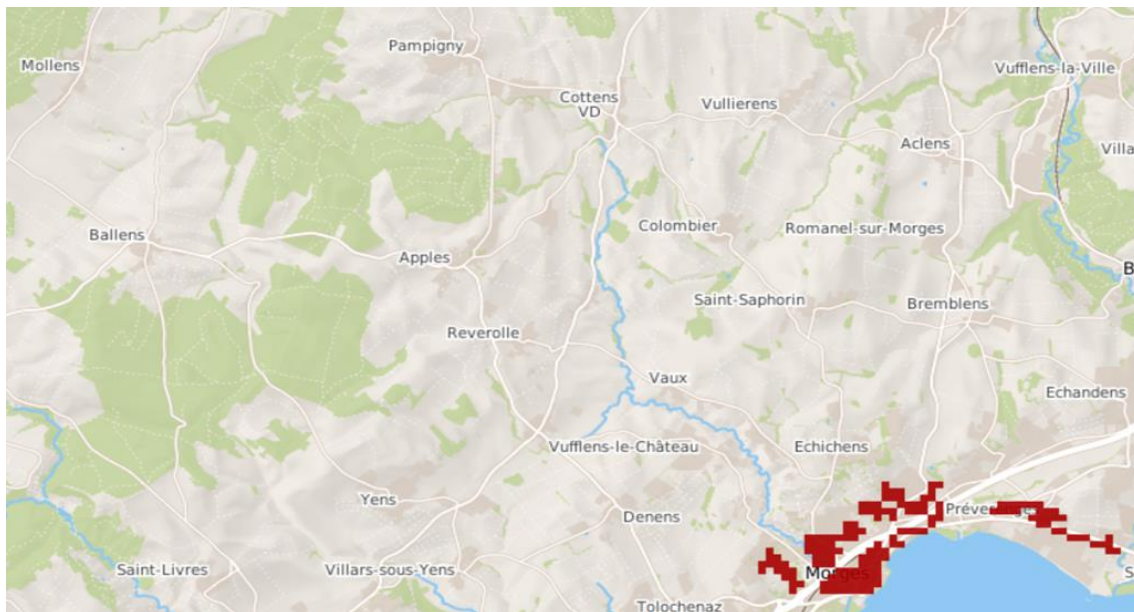


Figure 19 - Périmètre des zones propices pour la géothermie profonde (source : canton de Vaud)

4.1.4 Eolien

Le territoire est situé partiellement en zones d'exclusions éoliennes, voir Figure 20. Cependant, la confédération a identifié l'ensemble de la commune comme une zone à haut potentiel éolien. Toutefois, même si les cartes de la Confédération indiquent un potentiel pour l'éolien, tout projet éolien doit être inscrit dans la planification directrice de l'éolien, laquelle figure dans le Plan Directeur Cantonal.

Il est difficile d'estimer sans mesure la production d'une éolienne mais on peut supposer qu'une éolienne de 3MW produit environ 6,5GWh/an. Ainsi 3 à 4 éoliennes pourraient suffire à couvrir l'ensemble des besoins électriques de la commune.

De nombreuses zones offrent un potentiel intéressant et sont libres de restrictions, mais on notera en particulier la zone nord-est de Reverolle.

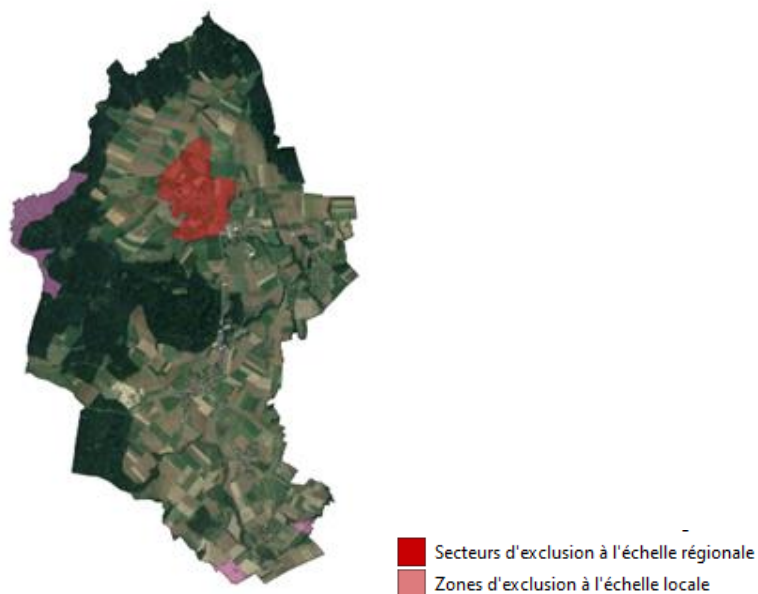


Figure 20 - Zones et secteurs d'exclusions éoliennes (source : canton de Vaud)

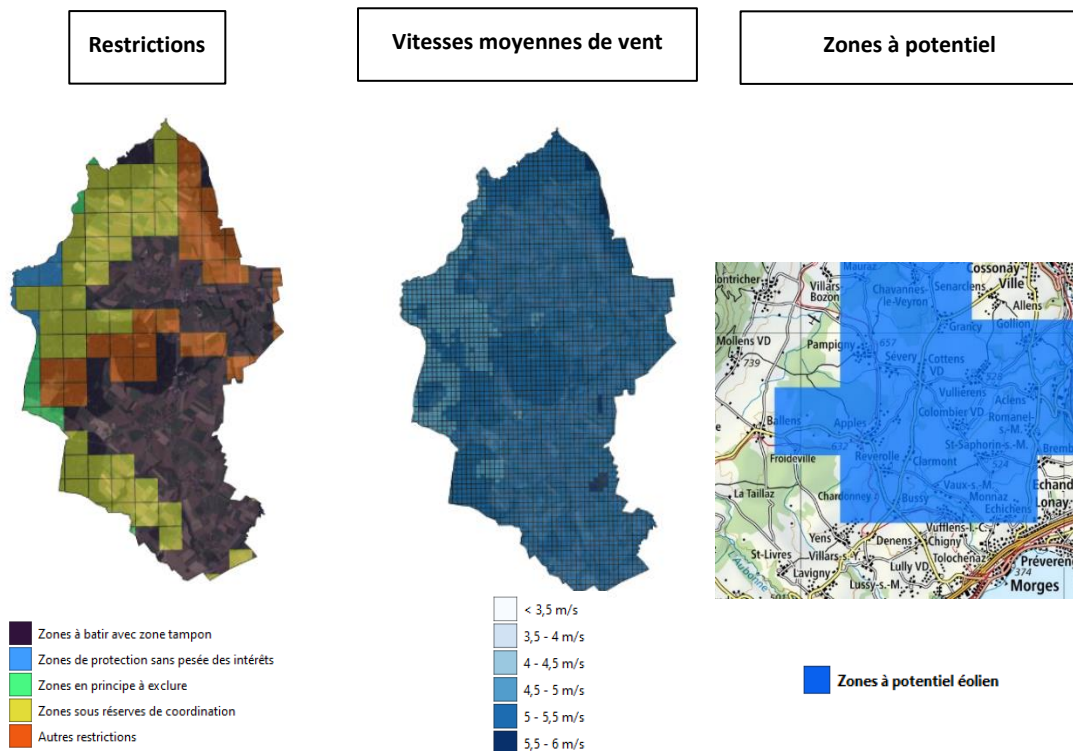


Figure 21 : Cartes de la confédération pour le potentiel éolien (restrictions, vitesses des vents, zones identifiées)

4.1.5 Hydroélectricité

Un seul cours d'eau, *le Combagnou*, sur le territoire de la Commune présente un potentiel estimé à 2,2GWh par l'OFEN avec une centrale de 550 kW.

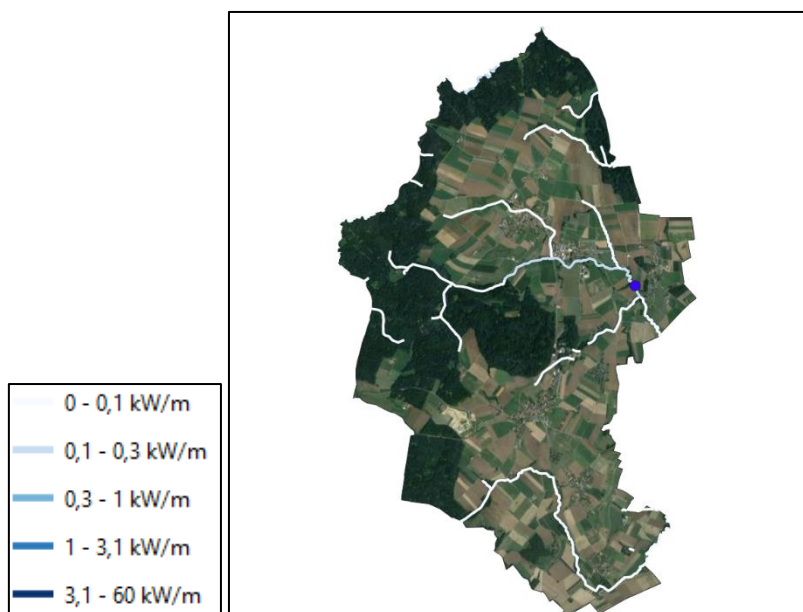


Figure 22 : Carte du potentiel hydroélectrique

4.1.6 Bois-énergie

2500 m³ de bois sont extraits de la forêt chaque année et sont fléchés vers le bois-énergie sur 4'500 m³ de coupe annuelle. La politique communale sur la gestion du bois est de continuer à utiliser ce volume pour la production de chaleur, portant à presque 14 GWh le potentiel bois-énergie valorisable du territoire. Ce potentiel est donc déjà utilisé.

Selon les Perspectives chaleur du canton, les ressources disponibles du bois-énergie ne sont pas suffisantes sur le canton, et la DIREN a formulé la ligne directrice suivante sur la filière bois : « Répartir l'utilisation du bois-énergie en tenant compte de sa capacité à fournir de la chaleur à haute température et de la disponibilité des ressources situationnelles ». L'allocation du bois-énergie doit donc faire l'objet d'une réflexion à l'échelle régionale, voir cantonale. Cela peut être impactant pour la commune de Hautemorges qui possède un potentiel bois-énergie non-négligeable par rapport au potentiel cantonal (1000 GWh).

Pour la municipalité, le bois extrait des forêts communales est utilisé en priorité sur le territoire communal. L'excédent de la ressource qui ne sera pas consommé par la commune sera partagé au niveau régional.

4.1.7 Autres filières renouvelables

Pompes à chaleurs aérothermiques : le potentiel sur le territoire est difficilement quantifiable, mais la technologie est un des principaux leviers avec les pompes à chaleur sur sondes géothermiques pour décarboner le chauffage des bâtiments. En reprenant le potentiel aérothermique de 286 GWh estimé dans la planification énergétique du projet de l'agglomération Lausanne-Morges et ramené au nombre de bâtiments de la commune d'Hautemorges, un potentiel valorisable de 9 GWh est conservée (la méthodologie de la planification du PALM se basant sur le nombre de bâtiment, le potentiel aérothermique est redimensionnée par rapport au nombre de bâtiment).

Biogaz via méthanisation des déchets agricoles : selon les données de la confédération, le potentiel technique du territoire est de 7.5 GWh.

Récupération de chaleur ou de biogaz sur station d'épuration : 3 stations d'épuration sont exploitées sur le territoire avec un débit de 286 000 m³ annuel. En fonction de la température des eaux, cela représente un potentiel énergétique entre 0.33 et 1.6 GWh. Un potentiel valorisable de 1.2 GWh est pris en compte. Cependant, le futur de l'exploitation de ces STEPs est incertain, une centralisation vers Morges est à l'étude.

Récupération de chaleur sur industrie et data center : aucun site potentiel n'est identifié par le canton. Un potentiel valorisable de 0 GWh est pris en compte.

Récupération de chaleur sur eaux de surface : le débit des sources de la Morges est potentiellement conséquent pour la récupération de chaleur et froid. Une valorisation de la chaleur reste toutefois à confirmer.

Planification énergétique territoriale

4.1.8 Récapitulatif des potentiels renouvelables

Le tableau ci-dessous présente les potentiels techniques de production d'électricité et de chaleur renouvelable disponible sur le territoire communal ainsi que le potentiel considéré dans la présente planification énergétique.

Agent énergétique concerné	Ressource	Potentiel énergétique (GWh par an)	Potentiel valorisé en 2050 (GWh par an)	Potentiel utilisé en 2022 (GWh par an)
Production locale d'électricité	Solaire photovoltaïque en toiture	69,3	25,9	2,7
	Solaire photovoltaïque en façade	36,1		0
	Hydraulique	2,2	0	0
	Eolien	13,1	0	0
Production de chaleur	Géothermie sur sondes avec interférence	4,1	25,3	1
	Géothermie sur sondes sans interférence	29,8		
	Géothermie sur nappes superficielles	5,1		
	Aérothermie	9		
	Bois-énergie	13,8	13,8	13,8 (dont ~8 GWh pour l'export)
	Biogaz	7	0	0
	STEP	1,2	0	0
	Solaire thermique	35,2	2,1	0,1

Tableau 5 - Synthèse du potentiel en énergies renouvelable sur la commune et par agent énergétique

Le potentiel de production de chaleur renouvelable représente 100 % à 200 % de la consommation de chaleur finale prévue en 2050 sur le territoire en fonction des mesures conservatoires sur la gestion des interférences de la ressource géothermie. Aucun export de bois énergie n'est compté dans cette synthèse. La consommation locale de la ressource en bois compte pour environ 6 GWh en 2022. Les exports semblent représenter presque 8 GWh actuellement qu'il faudrait déduire pour estimer le niveau d'autosuffisance.

Le solaire thermique a le potentiel de couvrir une large part des besoins en chaleur à horizon 2050. Cette production se ferait en concurrence avec le solaire photovoltaïque et inclut des hypothèses peu réalistes. Ramené à un niveau plus cohérent avec les tendances et la favorisation du photovoltaïque, le solaire thermique offre un bon complément aux ressources géothermie, aérothermie et bois. Cette combinaison représente donc l'un des leviers de la transition énergétique des ménages.

L'objectif d'avoir une production de chaleur 100% renouvelable (environ 32 GWh) à l'horizon 2050 est atteignable à condition de mobiliser tout le potentiel d'économies d'énergie thermique, en particulier l'assainissement des bâtiments et de production de chaleur renouvelables, en particulier l'installation de PAC aérothermique et de la géothermie sur sondes.

Le potentiel technique de production d'électricité renouvelable sur le territoire de la Commune correspond à 300 % de la consommation totale d'électricité (électricité + PAC + mobilité électrique, soit environ 40 GWh) sur le territoire en 2050. **En considérant le potentiel mobilisable et les hypothèses prospectives, cela représenterait 63 % de la consommation totale d'électricité (électricité + PAC + mobilité électrique) en 2050 avec seulement le PV.** En exploitant l'éolien et l'hydraulique, il est possible d'arriver à 100% de la consommation. Ces valeurs incluent la part réinjectée dans le réseau. Pour une autoconsommation totale des moyens de stockage seraient aussi nécessaire. Sans stockage, ou changement des modes de consommation, la part autoconsommée est approximée entre 30 et 50% de la production.

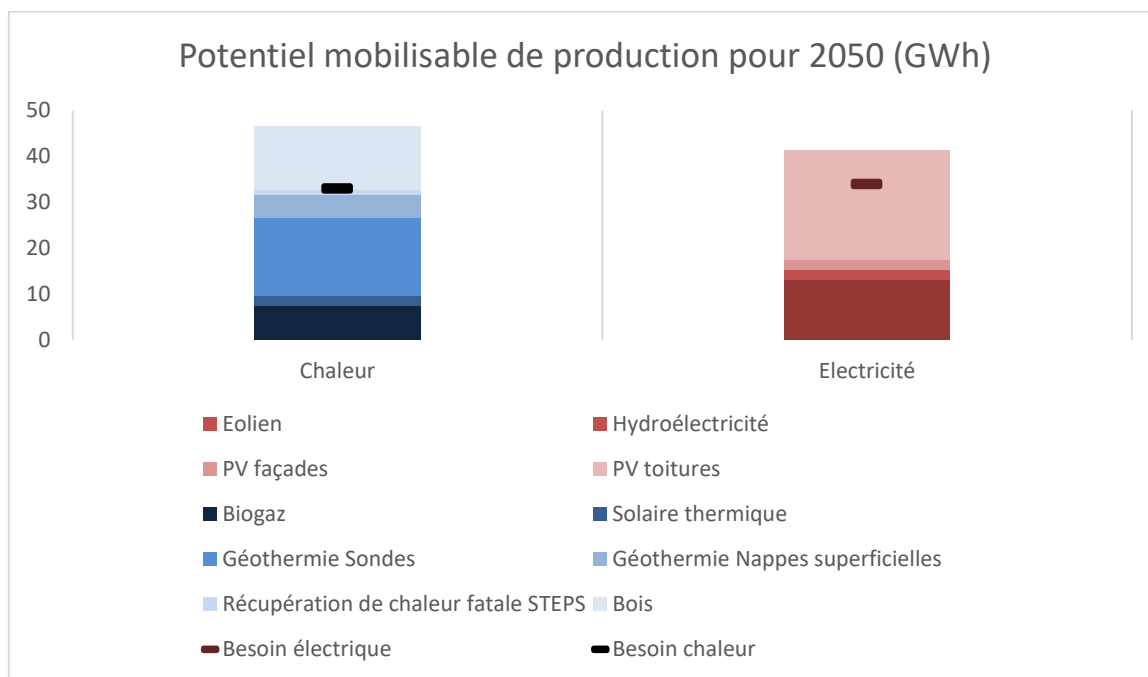


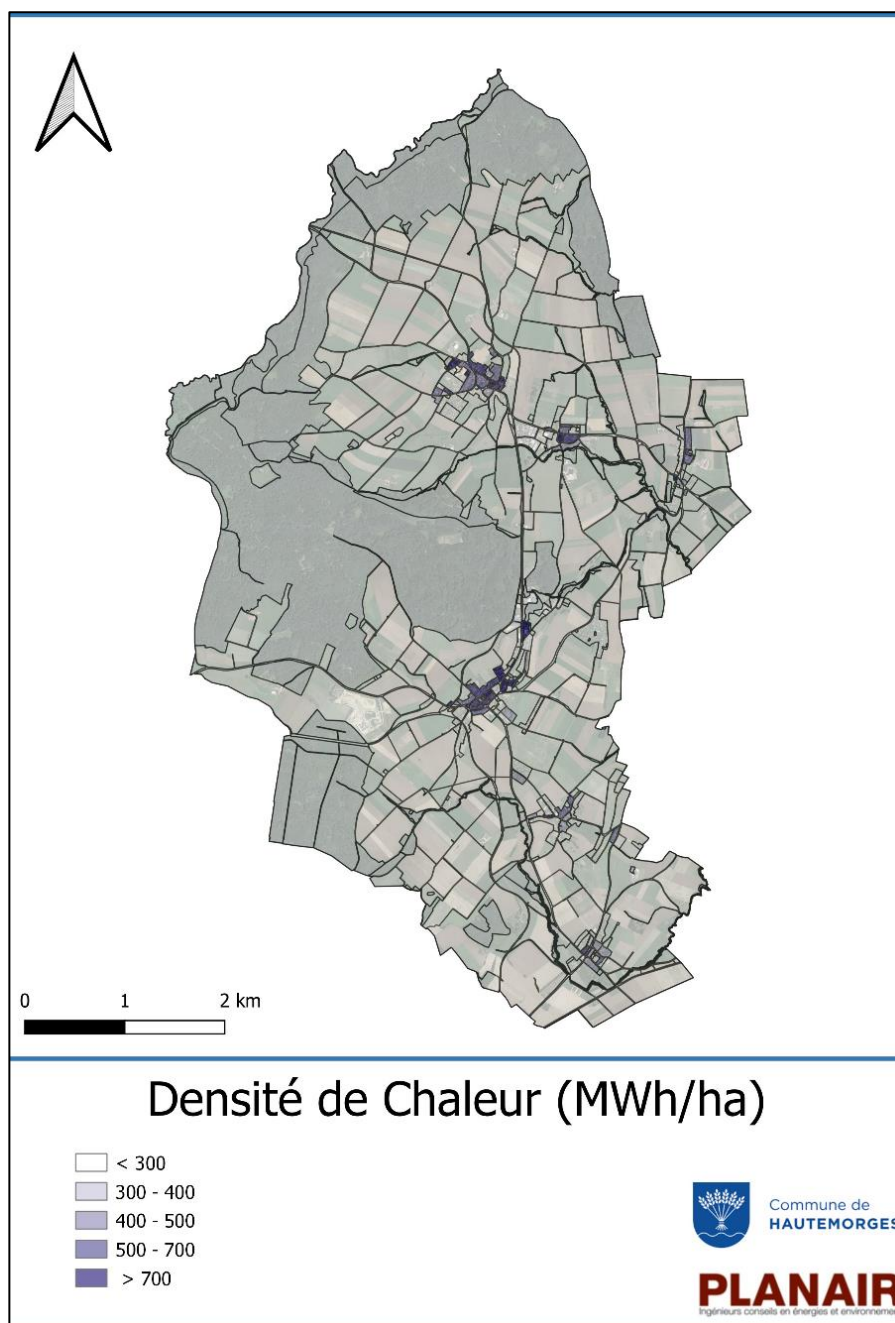
Figure 23 : Synthèse des potentiels de production mobilisables

4.2 Potentiel de développement d'un réseau thermique

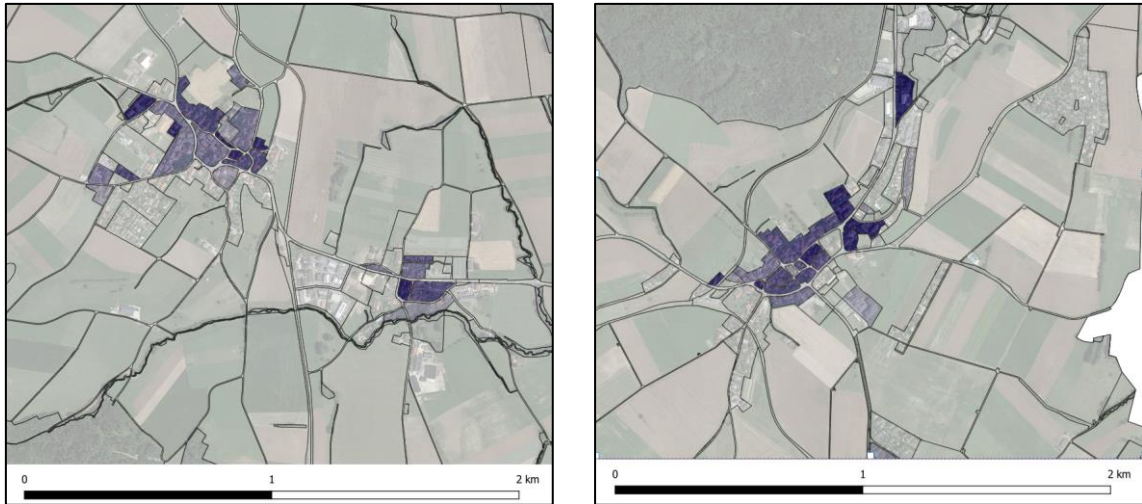
La commune de Hautemorges dispose d'un réseau de chauffage à distance pour alimenter le patrimoine communal et les bâtiments privés sur Pampigny.

Sur la base du cadastre des bâtiments couplé à une analyse de la demande énergétique, les densités énergétiques ont pu être définies par zone.

La carte ci-après représente la densité de chaleur actuel (horizon temporel 2022). Elle démontre la forte densité des besoins actuels sur la zone du centre village de Apples, Pampigny et Sévery, et donc de la pertinence d'étudier le développement d'un CAD sur le centre de ces villages.

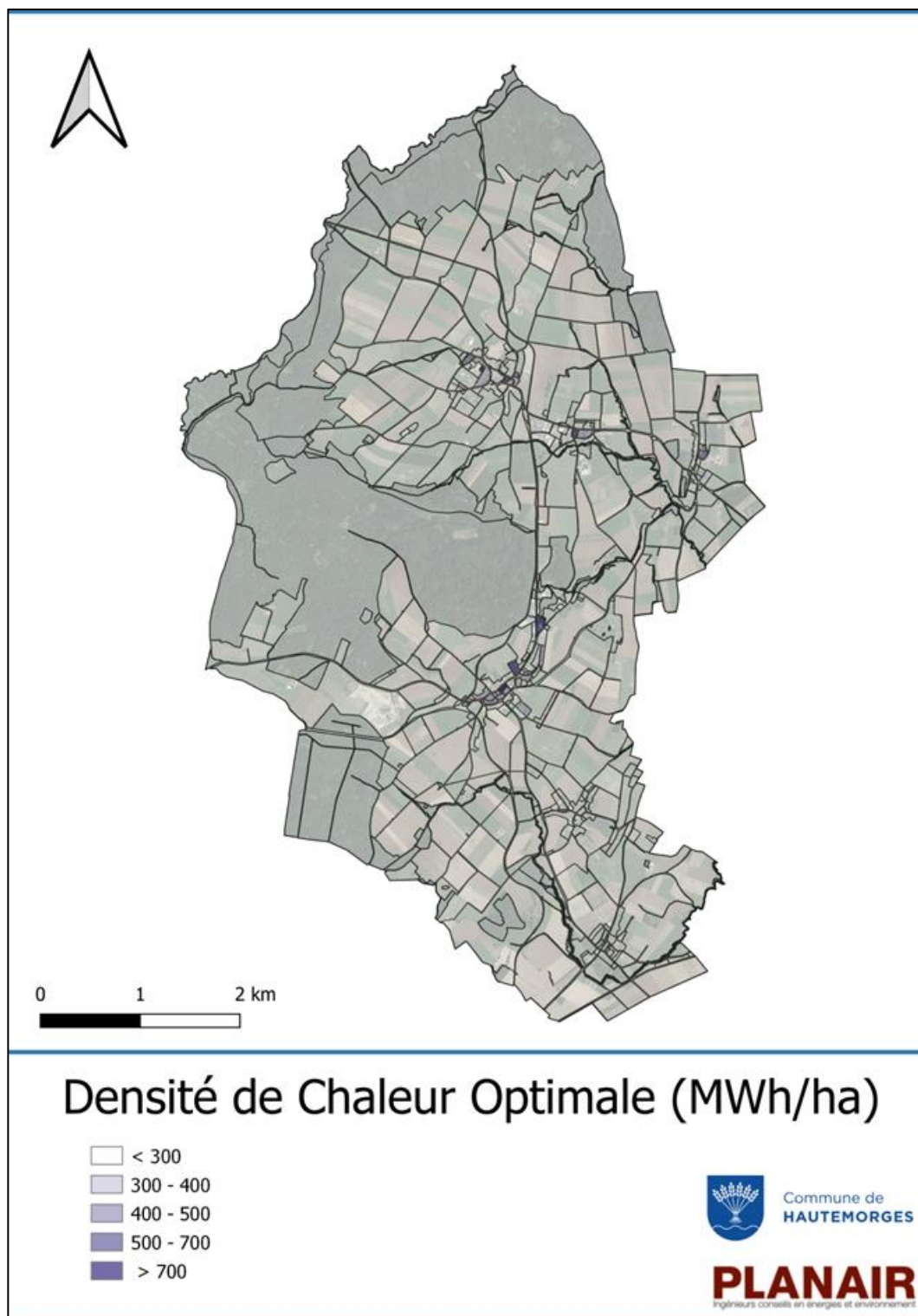


Carte 1 – Densité de chaleur en 2022



Carte 2 – Densité de chaleur en 2022 : Pampigny/Sévery à gauche, Apples à droite

L'assainissement des bâtiments entraînera une baisse de la consommation et donc des densités de chaleur, ce qui est présenté sur la Carte 3. Cette estimation des besoins futurs de chaleur est reprise du registre des Energies, et est calculée en supposant une rénovation complète de l'ensemble des bâtiments de la Commune. Toutefois les potentiels besoins liés à de futurs projets d'aménagements du territoire ne sont pas pris en compte.



Carte 3 – Estimation de la densité de chaleur futur en supposant un assainissement complet de l'ensemble des bâtiments actuels.

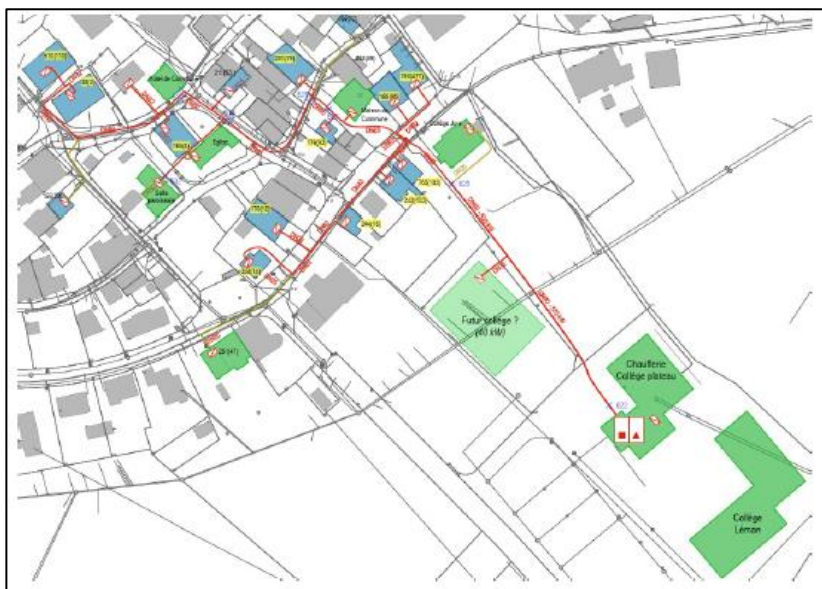
La majorité des zones d'affectation passent sous la limite des 300 MWh/ha (limite donnant un aperçu grossier de la pertinence d'un CAD actuellement). Le centre de Apples présente une densité encore élevée après rénovation. Toutefois, la méthodologie de calcul de la densité de chaleur est imparfaite (zones d'affectation figées et besoins de chaleur optimistes) et les conditions cadres de rentabilité d'un réseau thermique peuvent évoluer dans les décennies à venir.

Pour la suite, et notamment pour la construction de la stratégie énergétique de la commune, il est envisagé le développement d'un réseau CAD sur la zone centre de Apples comme le montre la Carte 4.

D'autres zones ponctuelles hors centre village présentent aussi des densités de besoins en chaleur importantes. Elles pourraient permettre de développer des CAD de taille réduite, ou d'envisager une connexion avec le CAD du centre village.

Sur la zone CAD de Pampigny, 1,4 GWh sont déjà fournis. Sur Apples, c'est 1,2 GWh de besoin qui ont été relevé durant l'étude de faisabilité. L'étude a relevé à l'époque une nécessité d'un fort taux de participation privé pour la rentabilité du projet.

Les ressources énergétiques pouvant alimenter ces différents CAD devront être analysées plus précisément dans le cadre d'étude de faisabilité. De même, l'avantage d'un CAD par rapport à une solution individuelle doit être analysée, en particulier pour les sondes géothermiques.



Carte 4 – Zone favorable au développement d'un chauffage à distance sur Apples

5 STRATEGIE ENERGETIQUE DE LA COMMUNE

5.1 Scénarios énergétiques du territoire communal

En plus des objectifs énergétiques fixées au niveau cantonal ou national, des hypothèses complémentaires ont été effectuées pour l'élaboration de la stratégie énergétique de la commune. Ces objectifs et hypothèses sont répertoriés dans le tableau ci-dessous et détaillés dans les paragraphes suivants.

Tableau 6 – Objectifs de la stratégie énergétique de la Commune

Energie	Composante	Horizon	Objectifs	Levier de la Commune
Electricité	Mix électrique de la Romande Energie	2050	100% renouvelable	-
	Production photovoltaïque	2030	Production annuelle de 6,5 GWh	Sensibilisation, Subvention, Appels d'offres groupés
		2050	Production annuelle de 25,9 GWh	
	Consommation d'électricité	2030 p/r 2020	13% d'économie d'électricité en moyenne par bâtiment ⁸	Sensibilisation, Subvention
		2050 p/r 2020	25% d'économie d'électricité en moyenne par bâtiment ⁸	
Chaleur	Solaire thermique	2050	2,1 GWh de production de chaleur	Favoriser la pose de capteurs thermiques.
	Chaudières gaz et mazout	2050	100% des chaudières mazout et gaz sont remplacées ⁹	Sensibilisation, Subvention, Appels d'offres groupés
	Zone hors CAD	2030 et 2050	Les PACs aérothermiques et géothermiques individuelles se développent afin d'atteindre l'objectif de pénétration des équipements renouvelables.	Favoriser voire obliger les équipements PAC aérothermiques ou géothermiques à au remplacement de l'équipement fossile.
	Assainissement des bâtiments	2030	50% des bâtiments sont assainis, soit un rythme de 3% /an ¹⁰	Sensibilisation, Subvention
		2050	100% des bâtiments sont assainis	
	Politique bois-énergie	2030 et 2050	La quantité de bois extraite de la forêt communale et utilisée pour la production d'énergie est conservée par rapport à aujourd'hui.	-
Mobilité	Report modal des trajets	2030	Diminution de 15% du nombre de kilomètres effectués en voiture individuelle, reporté à 10% vers le train et à 5% vers la mobilité douce.	Sensibiliser et fournir une offre de mobilité douce.

⁸ Hors développement des PAC et mobilité électrique

⁹ Cet objectif pourrait être avancé en 2040 dans le cas où le projet de révision de la LVLEne est accepté.

¹⁰ 35% des bâtiments sont assainis actuellement selon le regEner.

Planification énergétique territoriale

		2050	Diminution de 30% de la voiture individuelle, reporté à 20% vers le train et à 10% vers la mobilité douce.	
	Aérien	2030	Diminution de 50% du nombre de kilomètres effectués.	Sensibiliser la population et favoriser un tourisme local.
		2050	Diminution de 80% du nombre de kilomètres effectués.	
	Mobilité électrique	2050	95% de la mobilité véhiculée individuelle s'effectue en voiture électrique.	Favoriser le remplacement des véhicules thermiques par de l'électrique. Accompagner le développement des véhicules électriques en proposant une offre d'infrastructure de recharge publique.

Electricité

Le mix électrique de la Romande Energie est supposé 100% renouvelable en 2050. La Commune n'a pas de leviers particuliers sur cette hypothèse.

Les objectifs d'économies d'électricité (hors véhicules électriques et pompes à chaleur) correspondent aux objectifs de la Confédération. Ils sont atteignables en sensibilisant sur les actions de sobriété et d'efficacité énergétique.

Chaleur

Les taux d'assainissement des bâtiments sont ambitieux (3% /an), mais réalisables si les actions appropriées sont mises en œuvre dans le plan de mesures. C'est le cas aussi pour les objectifs de 100% d'équipement renouvelables : bien que ces objectifs soient partagés avec le Canton ou la Confédération, ils demandent des actions fortes.

En 2050, le développement du solaire thermique atteint 5% du potentiel technique « bon » et « très bon », et 10% du potentiel « excellent » (voir Section 4.1.1), soit environ 2,1 GWh de production de chaleur.

Les PACs aérothermiques et géothermiques individuelles se développent pour couvrir le besoin de chaleur restant (hors CAD, bois et solaire thermique).

Mobilité

Les trajets des véhicules diminuent de 15% en 2030 avec un transfert modal de 10% vers le train et de 5% vers la mobilité douce. En 2050, ce sont 30% de trajets automobiles en moins, avec un report de 20% vers le train et de 10% vers la mobilité douce.

Les trajets aériens diminuent de 50% d'ici 2030 et de 80% d'ici 2050 (efficacité de l'aviation comprise).

La part de mobilité électrique parmi les voitures individuelles en 2050 est de 95%.

Démographie et aménagement du territoire

L'augmentation de la population, et l'évolution de la surface bâtie associée, ont été prises en compte dans l'élaboration des scénarios. Les services communaux anticipent une augmentation de la population de 1% par an, soit une population estimée de 4 700 en 2030 et 5 700 en 2050 (population 2020 de 4 200). De plus aucun nouveau quartier d'entreprises n'est prévu sur la commune.

Les scénarios résultants de la stratégie énergétique de la Commune sont détaillés ci-dessous pour la chaleur, l'électricité et la mobilité. Afin de prendre en compte l'évolution de la population de la Commune pour les années à venir, les indicateurs des scénarios sont présentés en unité par habitant (Watt/personne pour l'énergie primaire et finale, et tCO_{2eq}/personne pour les émissions de gaz à effet de serre).

5.1.1 Chaleur / froid

Les trois figures suivantes présentent l'évolution de la consommation de chaleur (énergie finale et énergie primaire) transformée en puissance moyenne par personne ainsi que l'évolution des émissions de CO₂ par personne.

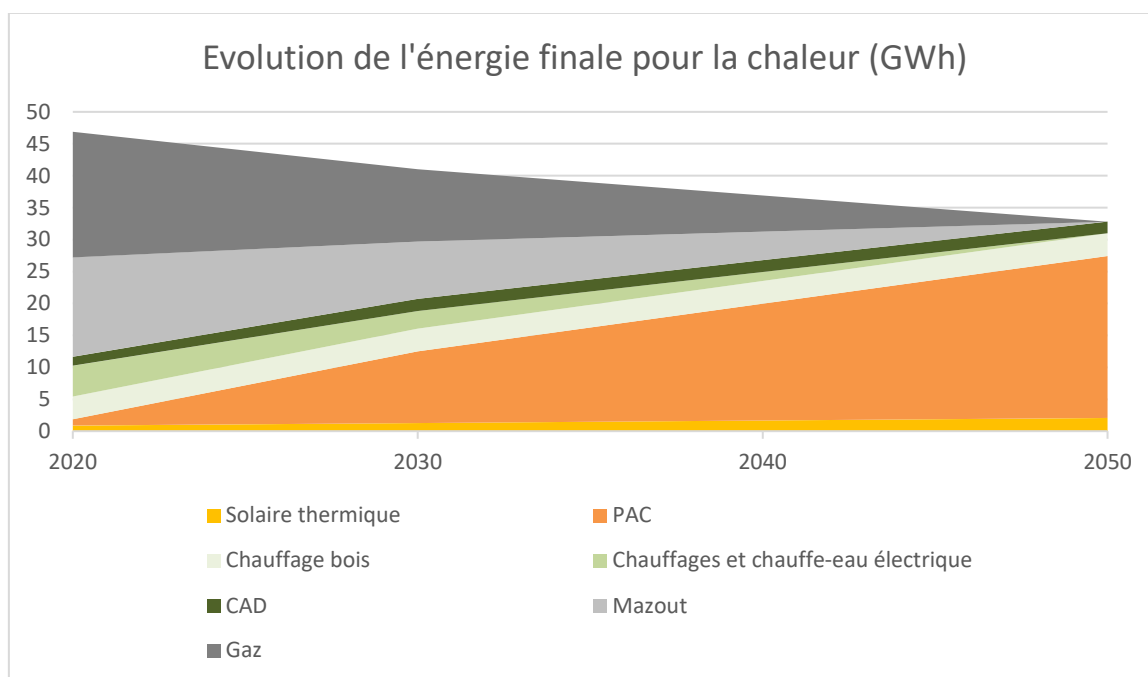


Figure 24 : Evolution de la consommation de chaleur (énergie finale) de 2020 à 2050

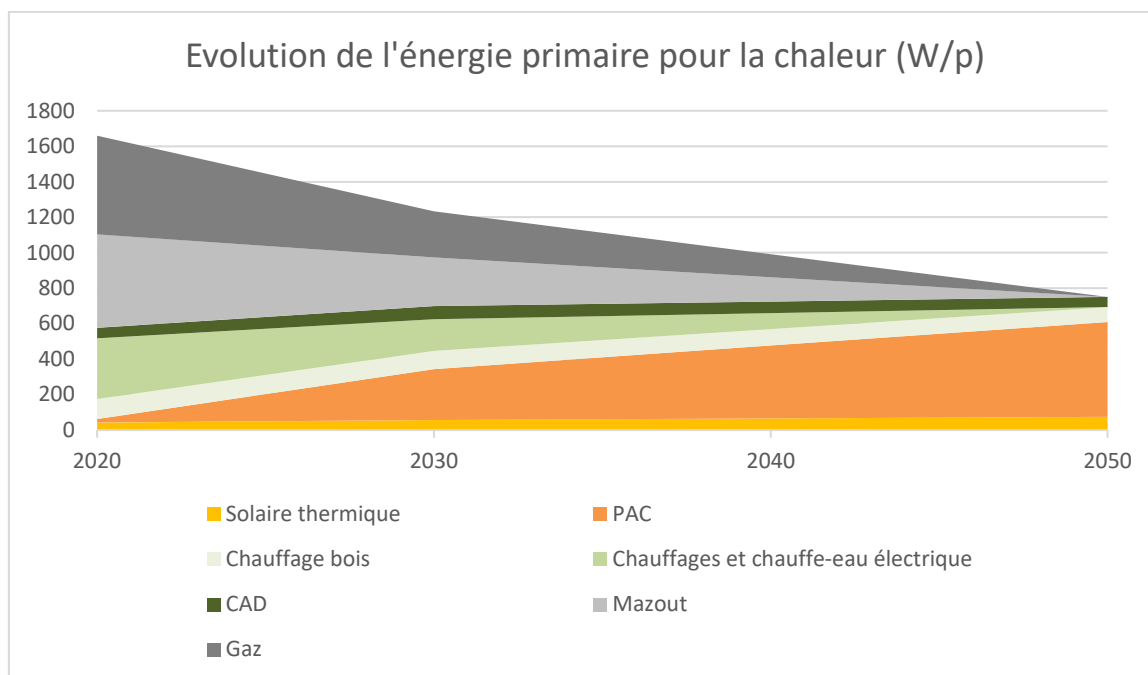


Figure 25 : Evolution de la consommation de chaleur par personne (énergie primaire) de 2020 à 2050

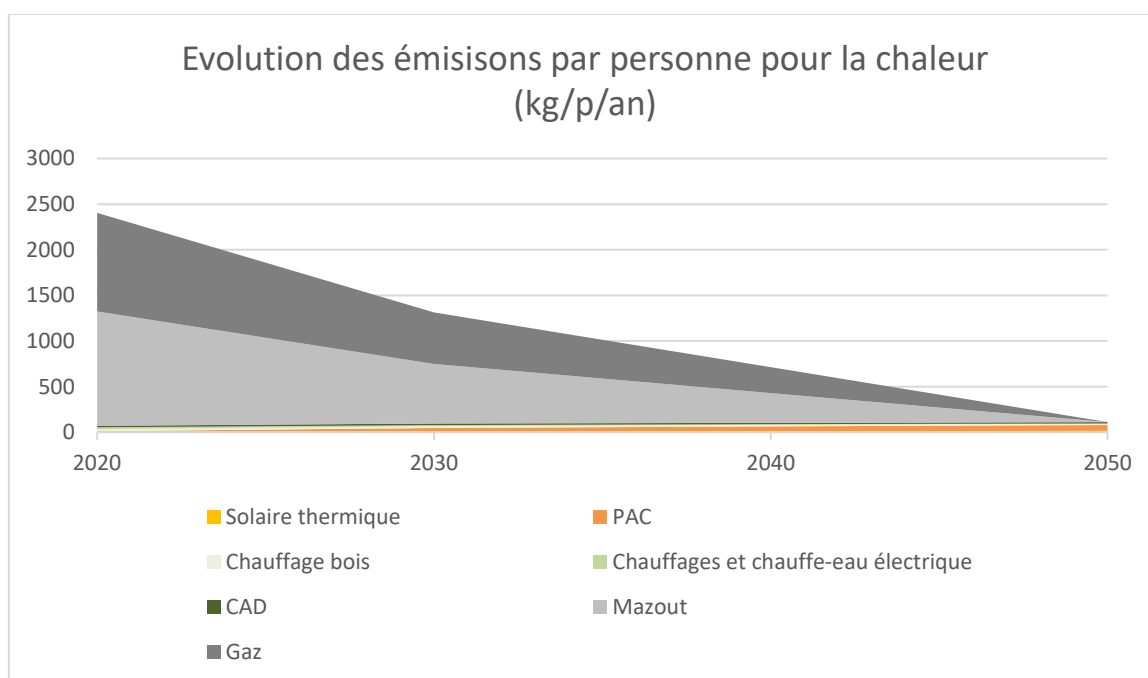


Figure 26: Evolution des émissions de CO₂ liées à la consommation de chaleur de 2020 à 2050

En 2050, les consommations sont réduites par rapport à 2020 pour atteindre :

- 70 % pour la chaleur finale ;
- 45 % pour la chaleur primaire par habitant ;
- 5 % pour les émissions de CO₂ par habitant issues de la consommation de chaleur.

Planification énergétique territoriale

Les potentiels d'économie d'énergie et de diminution d'émissions de CO₂ résultent en grande partie des hypothèses d'évolution suivantes :

- Le taux de rénovation des bâtiments est de 50% en 2030, 100% en 2050. Cela correspond à un rythme de 3% d'assainissement par année, avec un taux d'assainissement actuel estimé à 35% selon le registre des énergies cantonal.
- Toutes les chaudières à mazout ou gaz seront remplacées – à la fin de leur durée de vie – par des énergies renouvelables d'ici 2050¹¹. En 2030, ce sont 40% des chaudières à mazout et gaz actuelles qui sont remplacés, soit une part de 50% dans le mix d'équipements de chauffage.
- Elles seront soit remplacées par des Pompes à Chaleur (PAC) sur l'air extérieur (aérothermie) ou sur sondes verticales ou en nappes (géothermie), ou par un raccordement à un éventuel réseau thermique CAD dans le cadre où la faisabilité de celui-ci est démontrée.
- Les habitants devront progressivement s'équiper de capteurs solaires thermiques à hauteur de 0.9 m² par habitant (à titre de comparaison, les objectifs de la filière solaire thermique sont de 1.7 m² par habitant à horizon 2035).

En ce qui concerne le solaire thermique, les conditions de rentabilité d'une installation sont spécifiques au contexte local (consommation du logement, équipements de production de chaleur et d'eau chaude déjà présents, etc.), mais les bâtiments à prioriser sont les suivants :

- Pour les bâtiments industriels, ceux ayant un besoin de chaleur basse température (<150°C).
- Pour les bâtiments résidentiels, les immeubles sont à privilégier par rapport aux villas car ils présentent la plupart du temps un foisonnement de la consommation et une possibilité d'espace pour de grands stockages d'eau chaude.
- Les toitures à privilégier (que ce soit immeubles ou villas) sont les toitures orientées au sud, avec une pente entre 40 et 60° afin de maximiser la production hivernale. Le site internet Toitsolaire.ch de l'OFEN renseigne sur les toitures les mieux orientées.
- Les bâtiments possédant un poêle hydraulique (combustion de bois, gaz ou mazout) afin de bénéficier du réseau hydraulique existant.
- Il faut compter 2'000 CHF par m² environ de manière grossière.

5.1.2 Électricité

Les 2 figures suivantes présentent l'évolution de la consommation d'électricité transformée en puissance moyenne par personne ainsi que l'évolution des émissions de CO₂ qui y sont liées en excluant les PAC et nouvelles mobilités électriques.

¹¹ Dans le cadre du projet de révision de la LVLEne, les chauffages à mazout et gaz devraient être remplacés en 2040 en plus tard, et les chauffages électriques d'ici 2033 au plus tard (projet de révision non encore validé).

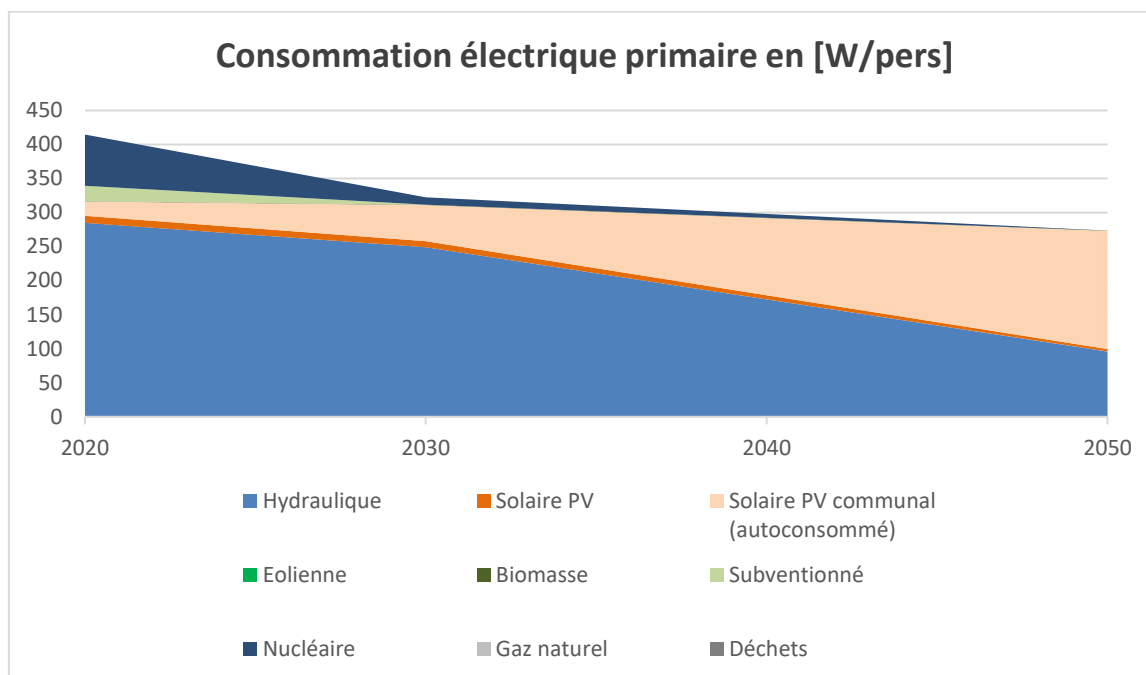


Figure 27: Evolution de la consommation d'électricité (énergie primaire) de 2020 à 2050

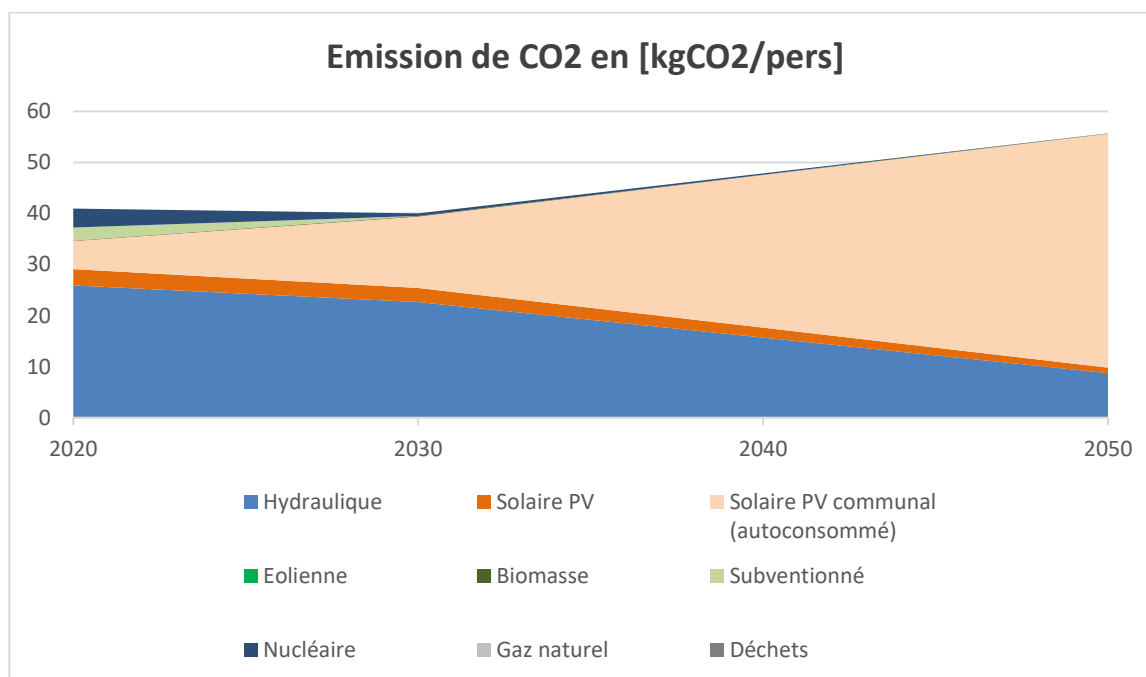


Figure 28: Evolution des émissions de CO₂ liées à la consommation d'électricité de 2020 à 2050

Les émissions du PV communal semblent indiquer une augmentation de l'intensité carbone de l'électricité car le facteur d'émission utilisé ne prend pas en compte les améliorations techniques réduisant l'impact carbone du photovoltaïque.

La consommation d'électricité pour la mobilité électrique et les pompes à chaleur exclus, les efforts d'efficacité et sobriété électrique représentent une réduction de **35%** de l'énergie primaire consommée entre 2050 et 2020. En termes de GES, les émissions liées au secteur électrique

Planification énergétique territoriale

restent faibles, avec une augmentation calculée de 17% entre 2050 et 2020 (hors mobilité électrique et PAC).

Malgré une diminution de la consommation d'électricité par bâtiment liée à l'efficacité et à la sobriété, la consommation globale d'électricité augmente suite à :

- la bascule des véhicules à motorisation thermique vers des véhicules à motorisation électrique ;
- le déploiement des pompes à chaleur ;
- l'augmentation de la population communale.

A titre informatif, l'évolution de consommation totale d'électricité, y compris usage PAC et mobilité, est présentée sur la Figure 9 ci-dessous.

La demande d'électricité est sécurisée par un fort développement du solaire photovoltaïque sur les bâtiments du territoire, et par la connexion au réseau de Romande Energie. L'électricité est presque entièrement décarbonée à horizon 2050.

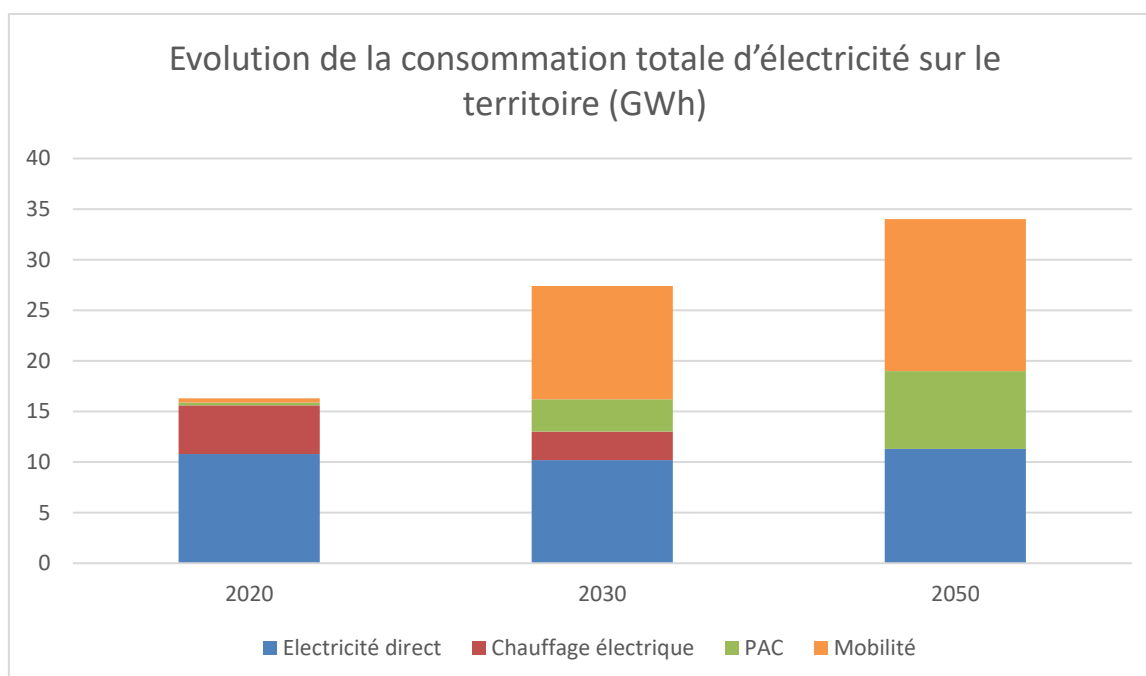


Figure 29 : Evolution de la consommation totale d'électricité sur le territoire

5.1.3 Mobilité

Les 3 figures suivantes présentent l'évolution de la mobilité (énergie finale et énergie primaire) transformée en puissance moyenne par personne ainsi que l'évolution des émissions de CO₂ qui y sont liées.

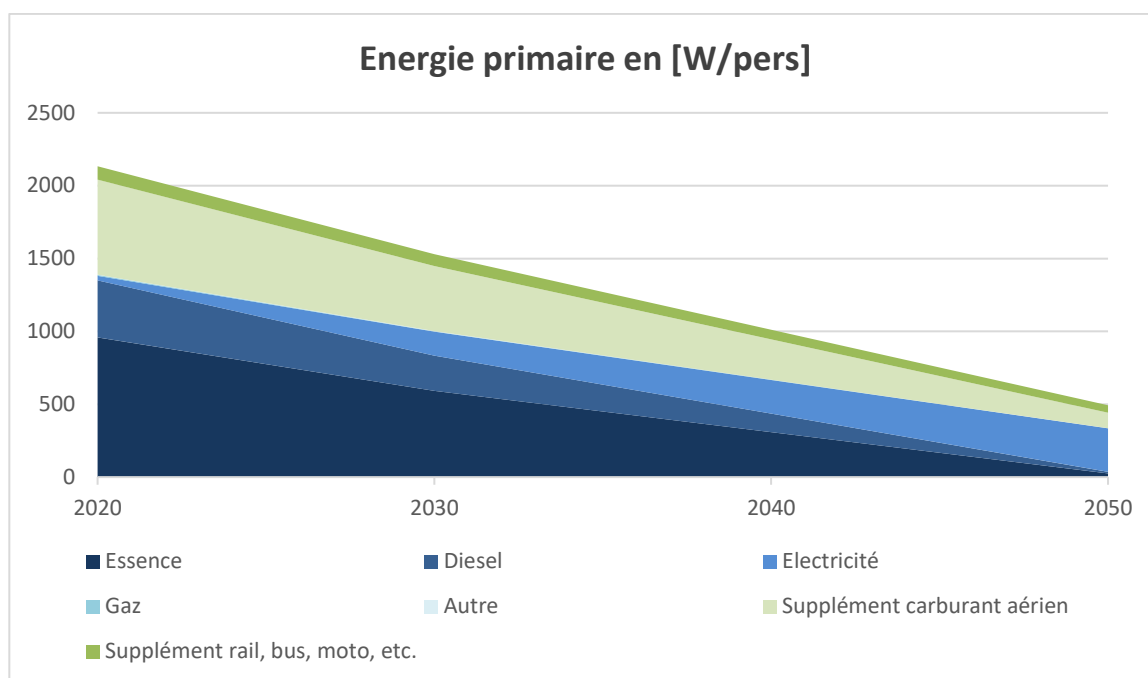


Figure 30: Evolution de la consommation de la mobilité (énergie primaire) de 2020 à 2050

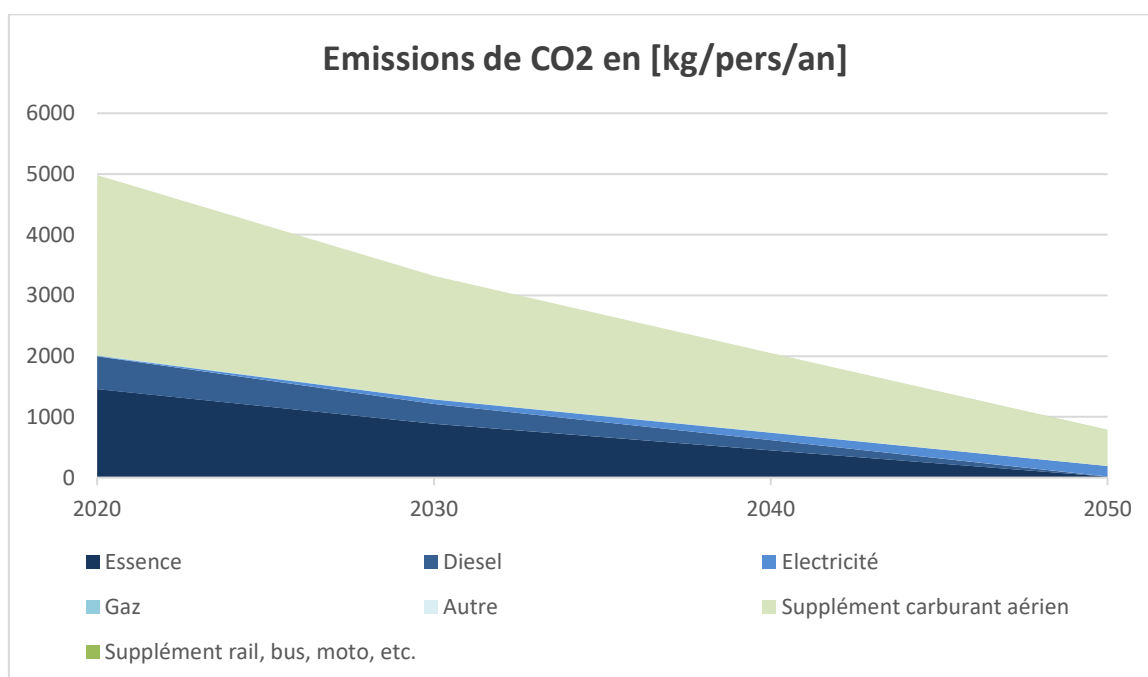


Figure 31: Evolution des émissions de CO₂ liées à la mobilité de 2020 à 2050

Le potentiel des économies d'énergie et d'émissions de CO₂ pour la mobilité représente entre 2020 et 2050 :

- **40%** d'économie d'énergie finale,
- **72%** d'énergie primaire par habitant,

- **84%** de diminution des émissions de CO₂ par habitant.

Les potentiels d'économies d'énergie et de diminution d'émissions de CO₂ résultent en grande partie des transformations énergétiques suivantes :

- Substitution des véhicules diesel et essence par des véhicules électriques.
- Report modal de la voiture individuelle vers le train, le bus et les mobilités douces.
- Diminution du nombre de kilomètre parcourus en avion. Ces mobilités aériennes s'effectuant principalement dans le cadre des déplacements avec nuitée et pour des motifs relatifs aux loisirs¹², les actions de sensibilisation de la Commune doivent porter principalement sur la réduction du tourisme à l'étranger nécessitant un trajet aérien, et la favorisation d'un tourisme local.

A noter que :

- Même en faisant des hypothèses très ambitieuses de diminution du trafic aérien d'ici 2050 (diminution de 80% du trafic), l'impact sur les émissions de celui-ci reste très important.
- L'impact de l'augmentation du parc de véhicules électriques sur les émissions de CO₂ est faible malgré la prise en compte de l'énergie et des émissions liées à la construction des véhicules et la mise en place des infrastructures dédiées.

¹² Etude confidentielle du canton de Vaud réalisé par le bureau 6t : *Consommations énergétiques et émissions de polluants relatives à la mobilité annuelle des vaudois.*

5.1.4 Indicateurs 2050 des scénarios énergétiques

Les objectifs énergétiques de la Commune ont été construits pour respecter les objectifs de la société à 2000W. Afin de vérifier que la stratégie énergétique de la Commune respecte bien ces objectifs généraux, qui sont par ailleurs les objectifs du Canton et de la Confédération, les indicateurs consommation d'énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre par personne sont représentés pour la situation actuelle et les horizons 2030 et 2050 (voir Figure ci-dessous).

En 2050, la consommation primaire d'énergie tout secteur confondu est estimée à 1683 W/personne. L'objectif de 2000 W/personne est ainsi atteint, ce qui est permis par les actions de transition sur le parc bâtiment et véhicules du territoire.

Les objectifs communaux permettent d'atteindre des émissions GES sur le secteur énergétique de 949 kg CO₂/personne, diminuant par 7 les émissions actuelles. Cela est notamment permis par les remplacements énergétiques des véhicules thermiques et des chauffages mazout et gaz. Il est à noter l'impact du secteur aérien, qui, malgré une hypothèse forte sur la diminution du nombre de vol en 2050, représente une bonne partie des émissions GES résiduelles.

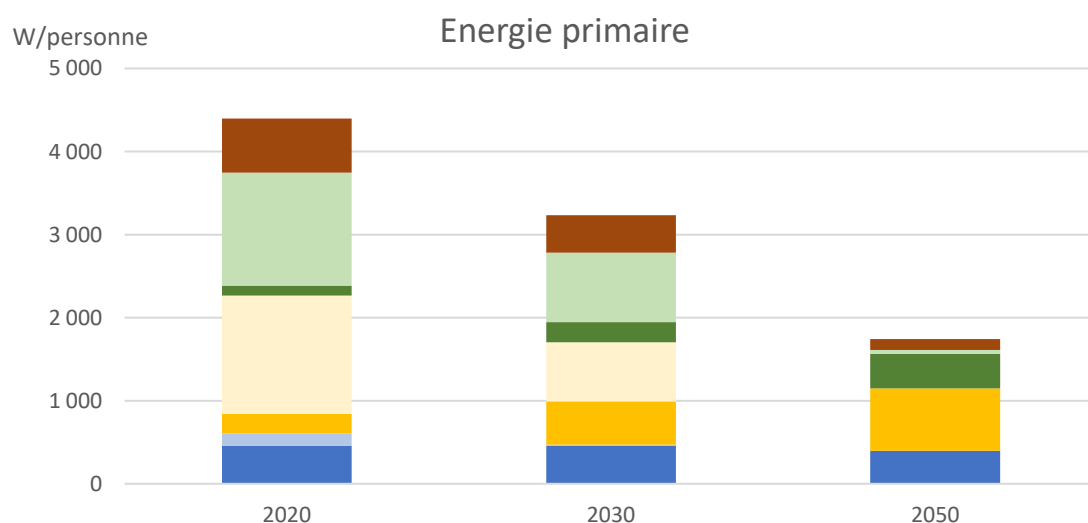
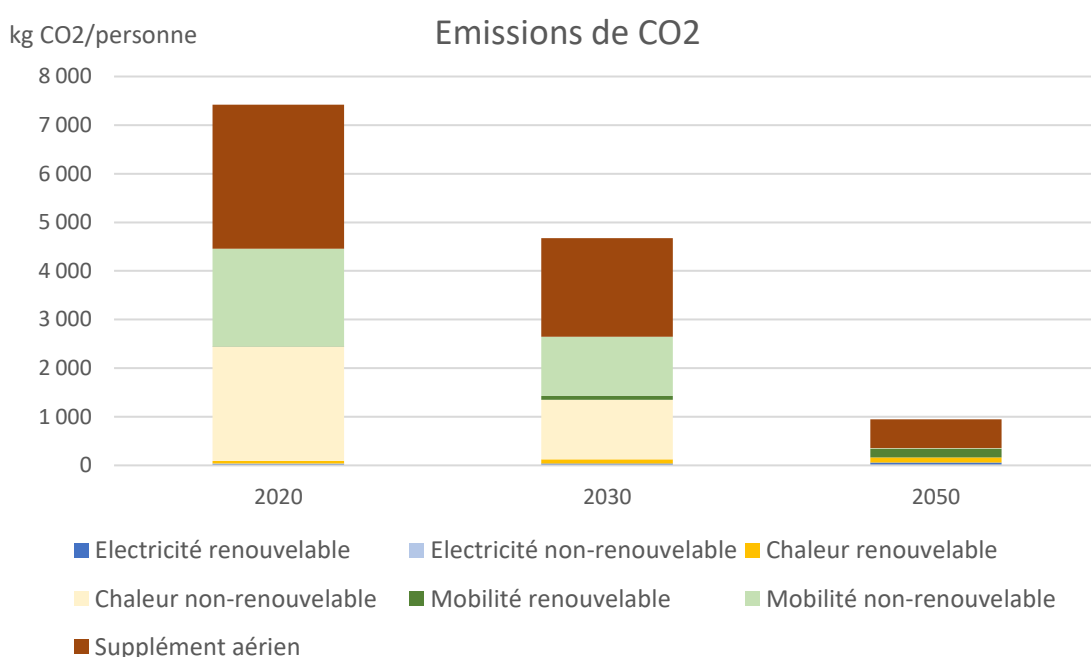


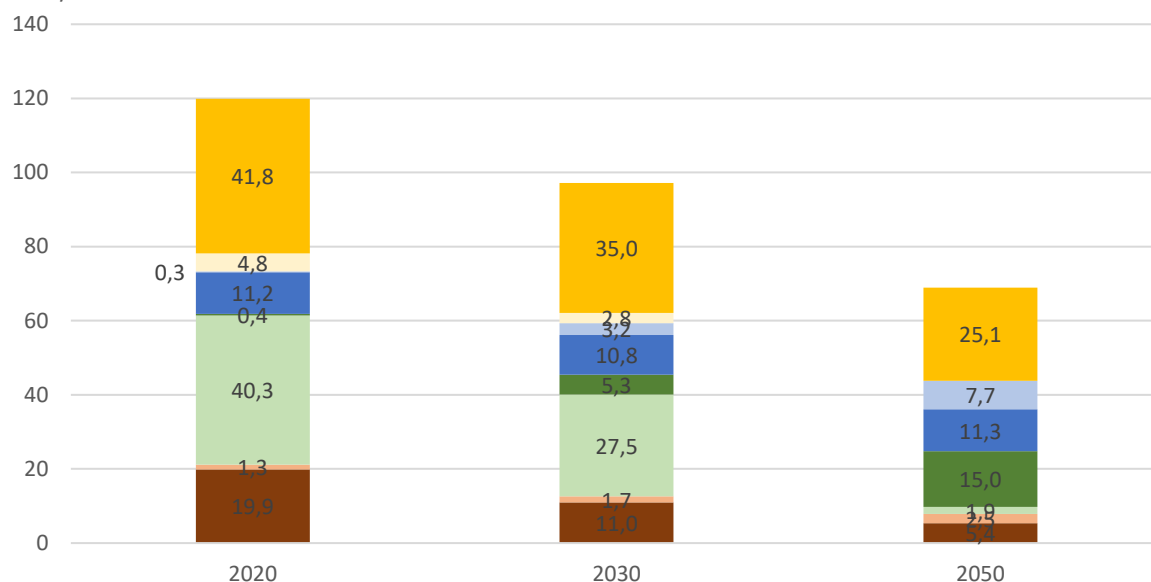
Figure 32 - Indicateurs consommation d'énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre du secteur énergétique sur le territoire communal

Planification énergétique territoriale

5.1.5 Evolution prévisible de la consommation

Le graphique ci-dessous représente la projection des besoins futurs de consommation énergétique, au total sur le territoire communal et en unité par habitant. Les principes et les hypothèses relatives à ces évolutions des consommations énergétiques (assainissement des bâtiments, efficacité énergétique, actions de sobriété et évolution de la population) sont détaillées dans les chapitres précédents. Au global, les consommations baissent de 40% sur la commune en 2050 par rapport à 2020 (57% en unité par habitant).

GWh/an



■ Besoin de chaleur et chauffage (hors composante électricité)

■ Besoin d'électricité pour production de chaleur par PACs

■ Besoin d'électricité pour mobilité individuelle électrique

■ Supplément rail, bus, etc.

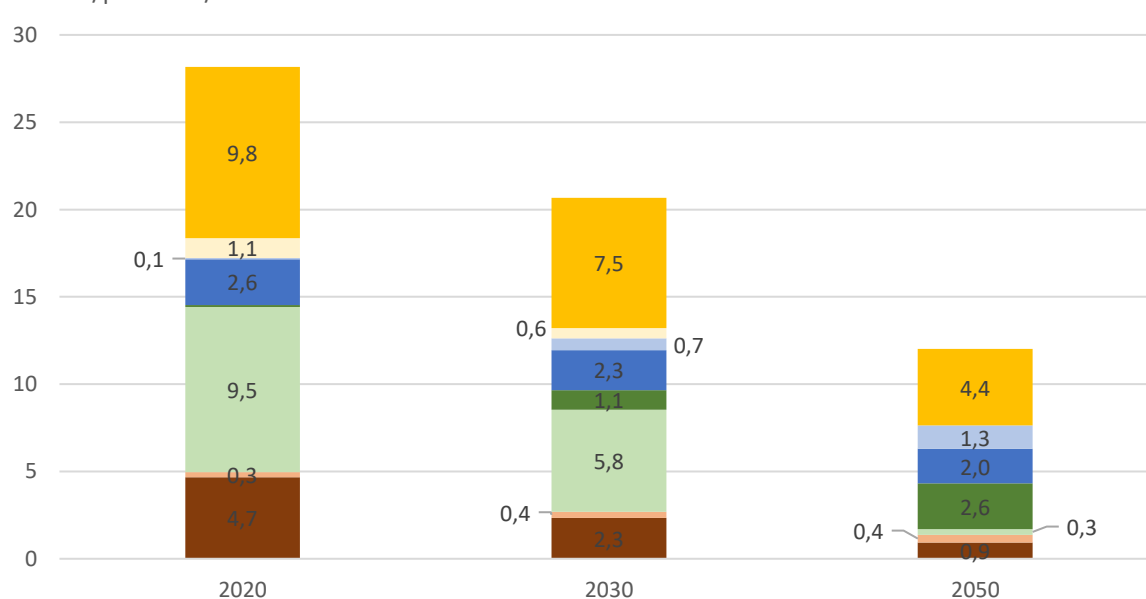
■ Besoin d'électricité pour production de chaleur par chauffage directe

■ Besoin d'électricité pour usages directs (hors chauffage et mobilité)

■ Besoin de carburants pour mobilité individuelle thermique

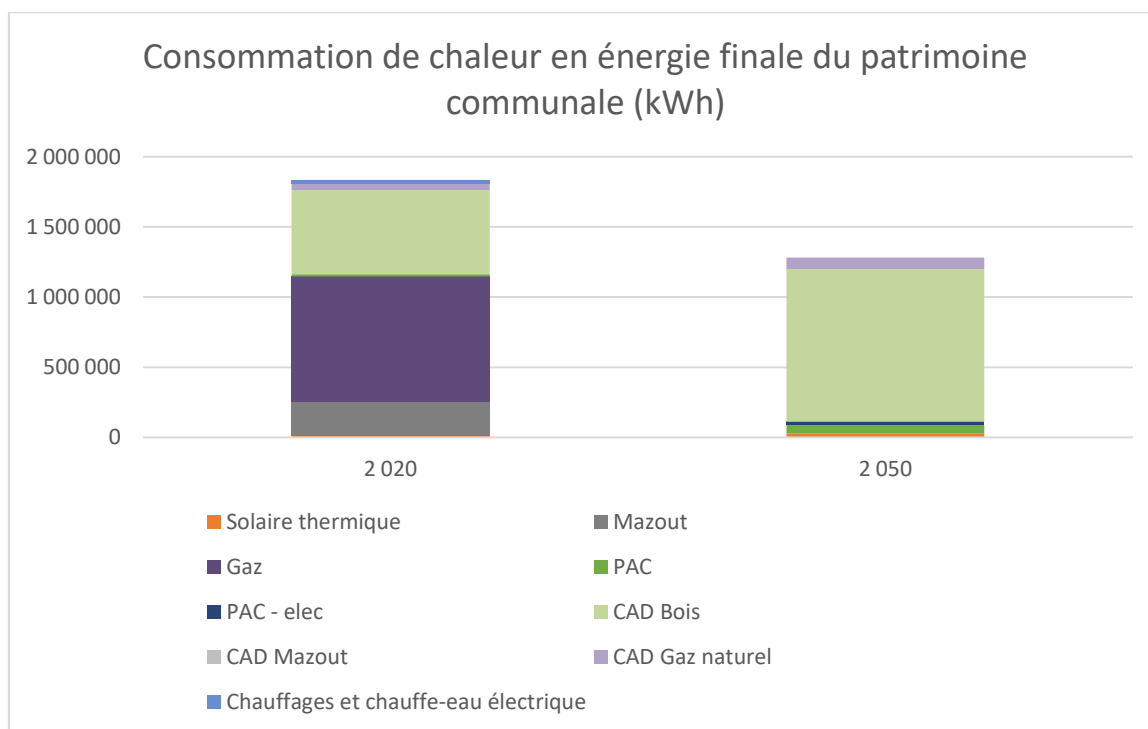
■ Supplément aviation

MWh/personne/an



5.2 Scénarios énergétiques du patrimoine communal

5.2.1 Chaleur des bâtiments communaux



L'assainissement des bâtiments communaux permettra de diminuer de 30% les besoins en énergie finale. Combiné avec un remplacement des chaudières fossiles, cela se traduirait par une division par 7 des émissions de CO₂.

5.2.2 Electricité

Un plan de diminution de la consommation de l'éclairage est en cours d'étude. La volonté de la Commune est d'abaisser l'éclairage, et d'éteindre certains points lumineux via des boîtiers électroniques. Une réduction de 10% de la consommation de l'éclairage public est prise en compte d'ici 2050.

En ce qui concerne les bâtiments du patrimoine communal, une amélioration énergétique de 25% est prise en compte d'ici 2050.

	Diagnostic 2022			Objectif 2050		
	Consommation d'électricité [kWh/an]	Energie primaire [kWh/an]	Emission de CO ₂ [kgCO ₂ /an]	Consommation d'électricité [kWh/an]	Energie primaire [kWh/an]	Emission de CO ₂ [kgCO ₂ /an]
Bâtiments communaux (hors locatifs)	342 500	902 900	43	256 900	677 200	32
Eclairage public (EP)	142 400	375 300	2	128 100	337 800	2
Total	484 900	1 278 200	45	385 000	1 014 900	34

5.2.3 Véhicules communaux

L'ensemble des véhicules sont substitués par de l'électrique ou biocarburants d'ici 2050, sans évolution d'usage (nombre d'heures ou de kilomètre d'utilisation). Le détail est fourni dans le Tableau 7 ci-dessous.

Au total, la stratégie sur le parc de véhicule permet de diminuer par 2 les consommations d'énergies finales grâce à une meilleure efficacité énergétique des véhicules électriques, et par 5 les émissions de GES grâce à une meilleure empreinte carbone des véhicules électriques et biocarburants. Les autres bénéfices, notamment sur la qualité de l'air, ne sont pas quantifiés ici.

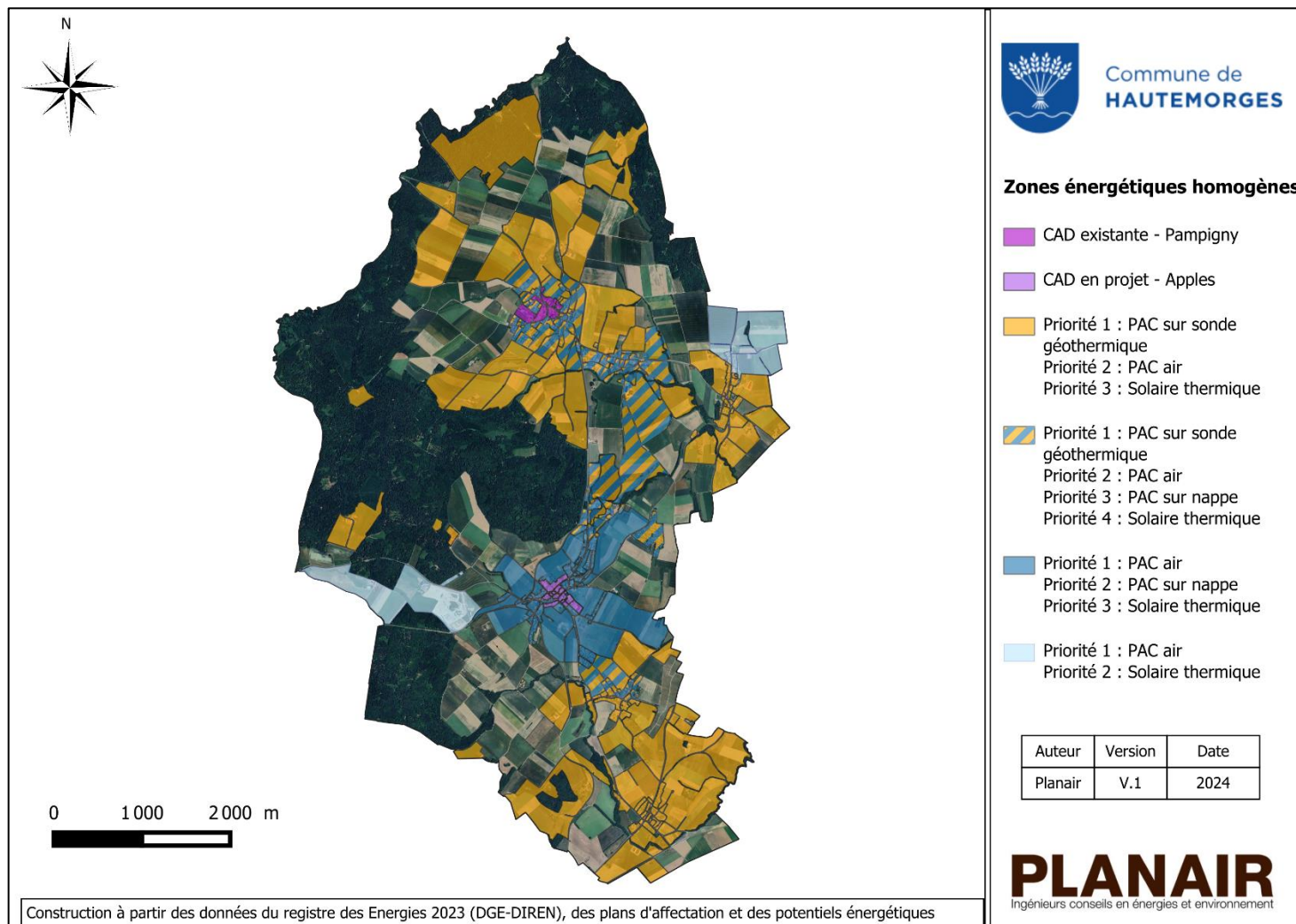
Tableau 7 - Potentiel d'économie pour la mobilité du parc roulant communal et pour le parc de machines

Type	Unité U	utilisation [U/an]	2020				2050			
			Energie finale [kWh]	Energie primaire [kWh]	CO ₂ [kg/an]	CO ₂ normalisé [g/U]	utilisation [U/an]	Energie primaire [kWh]	CO ₂ [kg/an]	CO ₂ normalisé [g/U]
Voiture essence	km	9150	11036	14175	2461	11036	0	0	0	0
Voiture diesel	km	23300	25837	31140	4893	25837	0	0	0	0
Voiture électrique	km	8400	3802	10021	264	3802	40850	48734	1283	31
Camionnette essence	km	15500	18696	24013	4170	18696	15500	18492	487	31
Camion diesel	km	5000	5544	6683	1050	5544	5000	5965	157	31
Chariot élévateur	h	682	3171	3822	1211	3171	682	4772	126	184
Tracteur	h	1266	6507	7842	2486	6507	1266	8862	233	184
			74593	97696	16535			86825	2285	463

5.3 Carte des zones énergétiques

Les objectifs et scénarios énergétiques impliquent un fort développement de la production de chaleur renouvelable sur le territoire. La carte des zones énergétiques homogènes (voir Carte 5 ci-dessous) permet de spatialiser ce développement et d'identifier quelles sont les sources de chaleur à prioriser selon l'emplacement géographique des bâtiments :

- Zone 1 (en bleu clair sur la carte) : une interdiction des sondes géothermiques est présente, et une absence de potentiel sur nappes, l'énergie à prioriser sur cette zone est la PAC air. Le solaire thermique est à développer en complément, notamment pour la production d'eau chaude sanitaire.
- Zone 2 (en bleu foncé sur la carte) : une interdiction des sondes géothermiques est présente, mais un potentiel sur nappes géothermiques est disponible. L'énergie à prioriser sur cette zone est la PAC air puis la géothermie en nappes. Le solaire thermique est à développer en complément, notamment pour la production d'eau chaude sanitaire.
- Zone 3 (en orange sur la carte) : il est possible d'installer des sondes géothermiques, et absence de potentiel sur nappes. Les énergies à prioriser sur cette zone sont les PAC sur sonde géothermique et les PAC air. Le solaire thermique est à développer en complément, notamment pour la production d'eau chaude sanitaire.
- Zone 4 (en hachuré orange et bleu foncé sur la carte) : il est possible d'installer des sondes géothermiques, et un potentiel sur nappes géothermiques est disponible. Les énergies à prioriser sur cette zone sont les PAC sur sonde géothermique et les PAC air. Les PAC sur nappe sont à prioriser dans une moindre mesure. Le solaire thermique est à développer en complément, notamment pour la production d'eau chaude sanitaire.
- Zone 5 ou Zone CAD (en violet sur la carte) : les bâtiments de cette zone sont raccordés ou à raccorder au CAD prioritairement, dans le cas où la faisabilité du réseau CAD est prouvée. Si le réseau thermique ne se développe pas faute de faisabilité, ou si les bâtiments ne peuvent pas se raccorder à l'éventuel réseau, les filières énergétiques à prioriser sont celles de la zone 2 pour les bâtiments situés dans la zone CAD d'Apples, c'est-à-dire les PAC eau sur nappes ou PAC air, et le solaire thermique pour l'eau chaude. Pour les bâtiments situés dans la zone CAD de Pampigny, les filières énergétiques à prioriser sont celles de la zone 4, c'est-à-dire les PAC sur sonde géothermique ou PAC air, et les PAC sur nappe et le solaire thermique dans une moindre mesure.



Carte 5 - Zones énergétiques homogènes

6 PLAN D'ACTION ENERGETIQUE

6.1 Lignes directrices

La Municipalité définit les lignes directrices de sa politique énergétique à travers 5 axes de transformation :

- **Axe 1 : Renforcer la gouvernance et l'exemplarité pour un aménagement urbain durable**
 - En monitorant les actions et effets de la planification énergétique
 - En jouant un rôle exemplaire pour les habitants (rénovation, sobriété, production solaire)
 - En intégrant les objectifs de la politique énergétique dans les règlements communaux ad-hoc
- **Axe 2 : Améliorer la performance énergétique des bâtiments en misant sur l'assainissement**
 - En développant une communication en faveur des économies d'énergie
 - En incitant tous les acteurs du territoire à assainir leurs bâtiments
 - En promouvant les soutiens cantonaux destinés à l'assainissement des bâtiments
 - En organisant des retours d'expérience de rénovation réalisés par des habitants
- **Axe 3 : Miser sur la chaleur renouvelable en délaissant progressivement les énergies fossiles**
 - En développant un projet de réseau de chaleur à distance
 - En incitant les propriétaires de chaudière individuelle à énergie fossile à opter lors du prochain assainissement pour une alternative renouvelable¹³
 - En organisant des communications ciblées et en favorisant le renouvellement de systèmes (appel d'offres groupé par exemple)
- **Axe 4 : Encourager la consommation propre d'électricité issue de sources renouvelables locales**
 - En augmentant la part de la production d'énergie électrique produite à partir des énergies renouvelables sur le territoire
 - En promouvant l'autoconsommation sur la commune et les regroupements pour la consommation propre
 - En communiquant sur les possibilités de consommation et de production d'énergie électrique à partir des énergies renouvelables
- **Axe 5 : Favoriser la mobilité douce, l'usage de transport en commun et la mobilité neutre en CO2**
 - En promouvant les modes de transports écologiques, tels que la mobilité douce, les transports publics et les changements de pratique (covoiturage)
 - En augmentant la part de mobilité électrique ou neutre en CO2, notamment en commençant par fournir une solution de recharge

¹³ A titre d'information, la commune a la possibilité, si elle le souhaite, d'imposer des agents énergétiques renouvelables dans le règlement du PACom. De plus, la LVLEne (art 25) comprend une obligation de raccordement ou alimentation par des énergies majoritairement renouvelables pour les bâtiments à proximité d'un CAD. Une incitation peut être faite sous forme de subvention au raccordement, en complément de la subvention cantonale M07.

Planification énergétique territoriale

- En sensibilisant sur les impacts environnementaux des modes de transport pour le loisir (aérien)

6.2 Fiche de mesures et mise en œuvre du plan

Pour chaque axe de sa politique énergétique, la Municipalité établit des fiches de mesure lui permettant de mettre en œuvre concrètement la transition énergétique de la Commune et de suivre l'avancement du plan. Les fiches de mesures sont constituées des éléments détaillés sur la Figure 33.

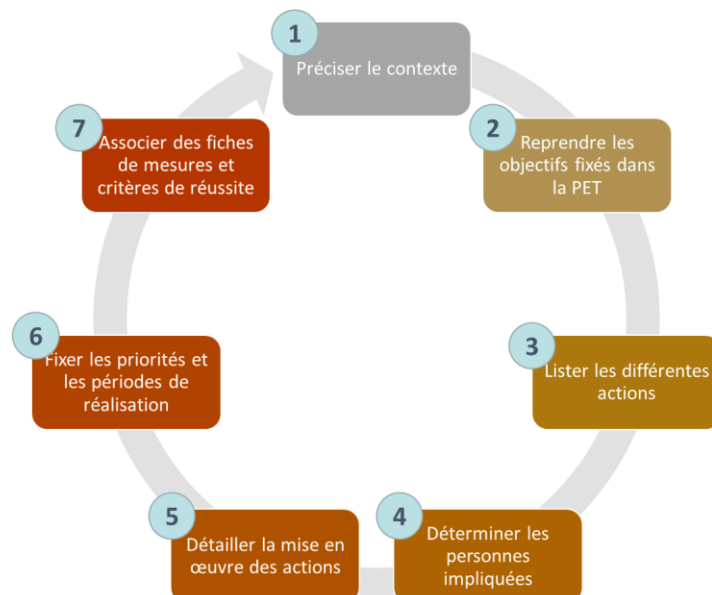


Figure 33 - Elaboration du plan d'action

Les fiches de mesures de la politique énergétique de la Commune sont listées dans le tableau ci-dessous. Ces fiches pourront être complétés par d'autres dans les années à venir, en fonction de l'avancement de la transition énergétique sur la Commune, de la volonté de la Municipalité et des nouvelles exigences cantonales et fédérales.

Lignes directrices de la politique énergétique	Fiches de mesures associées
Axe 1 : Renforcer la gouvernance et l'exemplarité pour un aménagement urbain durable	Fiche de mesure 1.1 : Mise en œuvre d'une gouvernance communale de l'énergie Fiche de mesure 1.2 : Exemplarité du patrimoine communal
Axe 2 : Améliorer la performance énergétique des bâtiments en misant sur l'assainissement	Fiche de mesure 2.1 : Encourager la rénovation des bâtiments privés
Axe 3 : Miser sur la chaleur renouvelable en délaissant progressivement les énergies fossiles	Fiche de mesure 3.1 : Etudier le développement d'un réseau de chaleur à distance sur la zone CAD Fiche de mesure 3.2 : Stimuler le développement d'équipement renouvelable décentralisé sur les zones hors CAD

Planification énergétique territoriale

Axe 4 : Encourager la consommation propre d'électricité issue de sources renouvelables locales	Fiche de mesure 4.1 : Développer la production d'électricité indigène
Axe 5 : Favoriser les nouveaux modes de déplacements	Fiche de mesure 5.1 : Réduire la mobilité individuelle thermique Fiche de mesure 5.2 : Augmenter la mobilité électrique

Les fiches de mesure sont détaillées dans l'annexe Excel.

7 ANNEXES

Annexe 1 - Méthodologie de travail

Source de données

Les données de bases utilisées pour élaborer le diagnostic et évaluer les potentiels de productions renouvelables sont :

- Le Registre des Energies fourni par la Direction Générale de l'Energie du Canton de Vaud,
- Le Registre fédéral des bâtiments et des logements de la commune fourni par l'Office fédéral de la statistique,
- Les données de la commune pour son patrimoine administratif et financier,
- Les données de consommations d'électricité sur le territoire fournies par la Romande Energie,
- Les puissances photovoltaïques, installées sur le territoire, fournies par la Romande Energie,
- Les données sur les véhicules immatriculés sur le territoire communal fournies par l'OFEN,
- La carte des vents, la carte des zones de restriction au développement éolien et la carte à haut potentiel éolien fournies par l'OFEN.
- La carte des potentiels solaires et photovoltaïques fournie par l'OFEN,
- Le potentiel de biomasse ligneuse et de biogaz fourni par le jeu de données *Potentials of domestic biomass resources for the energy transition in Switzerland* établi par l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage,
- Les potentiels de ressources hydroélectriques fournies par l'OFEN,
- Les zones administratives communales et les prescriptions en matière de géothermie du Canton.

Le traitement du registre des Energies a permis de déterminer et de représenter sur une carte les consommations selon les agents énergétiques :

- Gaz,
- Mazout,
- Chauffage électrique direct,
- Pompe à chaleur,
- Bois,
- Solaire,
- Chauffage à distance.

Ces données sont des estimations qui se basent sur des ratios de consommations moyens des bâtiments en fonction des années de construction ou de rénovation. De plus, elles dépendent de la mise à jour du registre des bâtiments et des logements. Elles permettent d'établir le diagnostic chaleur de la Commune.

Les consommations de froid n'ont pas été estimées. Elles sont intégrées dans les consommations d'électricité.

Méthode d'évaluation de la consommation en énergie primaire et des émissions de CO2

La méthodologie utilisée dans l'étude se base principalement sur la méthode de la Société à 2000W, décrite dans les *Principes Directeurs pour une Société à 2000W*¹⁴.

Périmètre de calcul des indicateurs de la Société 2000W

Le périmètre de calcul des émissions de GES dans le cadre de la société à 2000W se base sur les *Scopes* définis par le protocole GHGP (voir Figure 34). La société à 2000W interprète les *Scopes* de la manière suivante :

- **Scope 1** : émissions générées sur site par l'exploitation ou le fonctionnement de l'objet dont on établit le bilan (pays, ville, bâtiment) ;
- **Scope 2** : émissions générées par la production de l'énergie transportée par réseau jusqu'au site (p. ex. l'électricité produite à partir de charbon qui est importée dans un pays ou transportée jusqu'au bâtiment considéré ; chaleur à distance, etc.) ;
- **Scope 3** : toutes les autres émissions générées de manière indirecte (activités en amont et en aval, p. ex. émissions provoquées par la fabrication et l'élimination des matériaux de construction et des installations de production d'énergie).

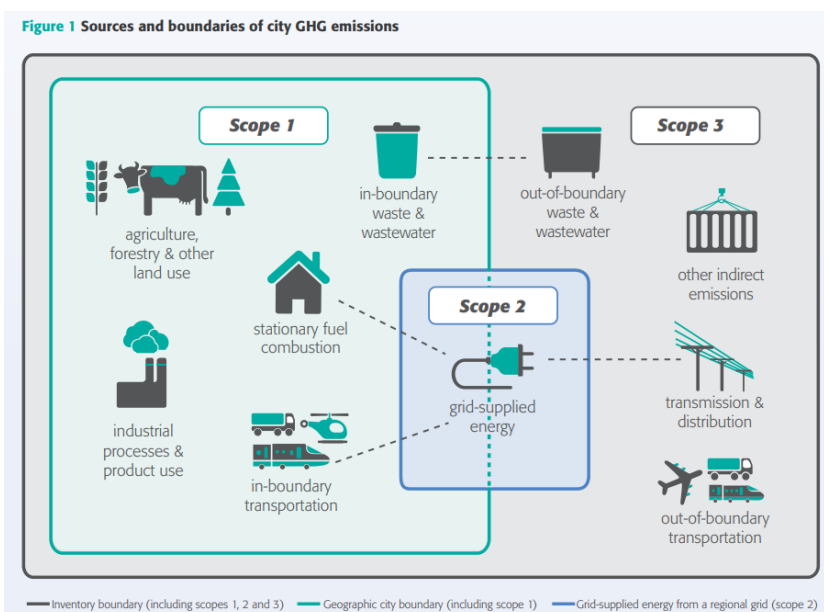


Figure 34 : Schéma récapitulatif de la notion de Scope pour le calcul des émissions de GES (source : Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories)

Les émissions GES calculées dans le cadre de la société 2000W incluent les émissions directes liées à la consommation d'énergie (partie du Scope 1, cela n'inclue pas les émissions sur le territoire non-énergétiques), les émissions liées à la chaîne d'approvisionnement de cette énergie (émissions indirectes – scope 2) ainsi que les émissions du transport aérien international au départ de la Suisse (partie du scope 3).

Les émissions grises (incluses dans les biens et services importés), ainsi que l'énergie grise, n'est pas comptabilisé dans les indicateurs émissions CO₂ et consommation en énergie primaire. En particulier, les émissions et énergies consommées liées à la construction des voitures individuelles et à l'infrastructure routière hors territoire Suisse n'est pas prise en compte, y compris les émissions

¹⁴ Voir https://www.local-energy.swiss/fr/dam/jcr:722f862d-8c95-4bd7-9dcf-07ccfeb4d253/Leitkonzept-2000WG_vOkt2020_lang_fr.pdf

Planification énergétique territoriale

générées à la fabrication des batteries pour véhicules électriques qui sont relativement importantes dans le contexte actuel.

Facteurs kbob permettant d'évaluer l'énergie primaire et les émissions de CO₂

La mise à jour 2022 des facteurs kbob a été prise en compte pour le calcul des indicateurs. Les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émission de GES utilisés sont disponibles dans le tableau ci-dessous.

	Energie primaire	Emissions GES
	kWhp / kWhf	kg CO ₂ eq / kWhf
Electricité		
Hydraulique	1,19	0,01
Solaire PV	1,36	0,048
Solaire PV communal (autoconsommé)	1,22	0,037
Eolienne	1,29	0,028
Biomasse	2,06	0,038
Subventionné	1,19	0,015
Nucléaire	4,22	0,024
Gaz naturel	3,38	0,743
Déchets	0,02	0,007
Chaleur		
Solaire thermique	1,81	0,04
Chaudières bois	1,45	0,04
Mazout	1,32	0,34
Gaz	1,06	0,23
PAC	1,06	0,02
PAC - elec		
Chaleur à distance		
CAD Bois	1,61	0,02
CAD Chaleur fatale	0,05	0,00
Chauffages et chauffe-eau électrique	1,20	0,02
Mobilité		
Véhicules individuels		
- Essence	1,27	0,338
- Diesel	1,21	0,329
- Electricité	2,64	0,158
- Gaz	1,13	0,237
- Autre	0,36	0,114
Supplément carburant aérien (kérosène)	1,23	0,665
Supplément rail, trafic à longue distance et transport de marchandises (électricité)	2,64	0,158

Tableau 8 : Facteurs kbob utilisés dans l'étude

Annexe 2 – Analyse détaillée de la consommation du territoire communal

Analyse des consommations de chaleur

Le registre des Energies permet de connaître, entre autres, pour tous les bâtiments de la commune l'agente énergétique du bâtiment, la consommation d'énergie finale pour le chauffage et l'eau chaude, les surfaces de référence énergétique, l'année de rénovation si celle-ci a eu lieu, etc.

A partir des énergies finales, il est possible de calculer les énergies primaires et les émissions de CO₂ grâce aux coefficients « kbob ¹⁵ ». La répartition des agents énergétiques pour la production de chaleur dans les bâtiments est présentée dans le tableau ci-dessous :

CHALEUR (2022)	Facteurs kbob		Energie finale		Energie primaire		Emission GES	
	kWh _p /kWh _f	kgCO ₂ /kWh _f	MWh/an	%	MWh/an	%	tCO ₂ /an	%
Mazout	1,26	0,34	15 545	33,2%	19 643	31,7%	5 332	52,1%
Pompes à chaleur (PAC)	1,06	0,02	969	2,1%	734	1,2%	15	0,1%
Chaudières bois individuelles	1,18	0,03	3 570	7,6%	4 205	6,8%	99	1,0%
Gaz	1,05	0,23	19 783	42,2%	20 870	33,7%	4 637	45,3%
Solaire thermique	1,81	0,04	887	1,9%	1 605	2,6%	34	0,3%
Chauffage à distance (CAD) – Bois	1,61	0,02	1 290	2,8%	2 070	3,3%	32	0,3%
Chauffages et chauffe-eau électriques	2,64	0,02	4 836	10,3%	12 748	20,6%	84	0,8%
TOTAL			46 880	100,0%	61 875	100,0%	10 232	100,0%

Tableau 9 : Diagnostic chaleur sur le territoire

Pour les facteurs kbob,

- « kWh_p/kWh_f » représente le facteur permettant de passer de l'énergie finale (kWh_f) à l'énergie primaire (kWh_p)
- « kgCO₂/kWh_f » représente le facteur permettant de passer de l'énergie finale aux émissions de CO₂ (kgCO₂).

Il est à noter que le mazout représente aujourd'hui 33% de l'énergie finale sur le territoire communal et près de 52% des émissions de CO₂.

Le gaz est la deuxième source de chaleur avec 42% de la production en énergie finale, représentant 45% des émissions de CO₂.

La Commune possède une forte présence des chauffages électriques directs, avec 10% de la production de chaleur et 0,8% des émissions de CO₂.

L'utilisation de PAC est en progression dans la commune, mais cela ne représente que 2.1% de l'énergie finale et 0,1% des émissions de CO₂.

Enfin le bois avec les chaudières individuelles représente 7,6% de l'énergie finale et 1% des émissions de CO₂.

¹⁵ Kbob : Données des éco-bilans dans la construction

Planification énergétique territoriale

La carte ci-dessous représente géographiquement cette répartition des agents énergétiques pour la consommation de chaleur au centre du village :

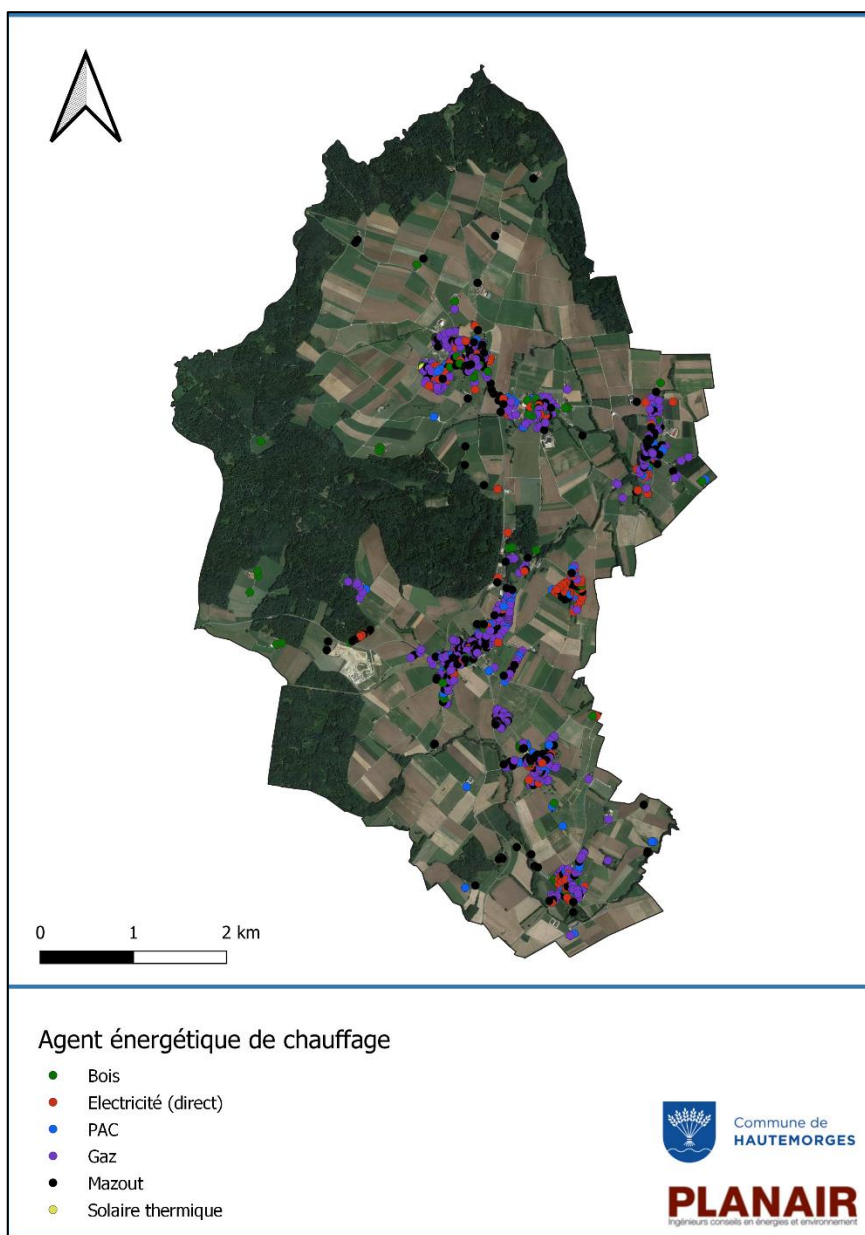


Figure 35 - Répartition géographique des consommateurs de chaleur en fonction de l'agent énergétique utilisé

Analyse des consommations d'électricité

L'électricité sur le territoire communal est distribuée par Romande Energie qui a fourni les données de consommation 2019-2021. Le GRD donne la valeur de consommation totale sur le territoire ainsi que la répartition par type de client. Les valeurs suivantes incluent la consommation électrique pour la chaleur.

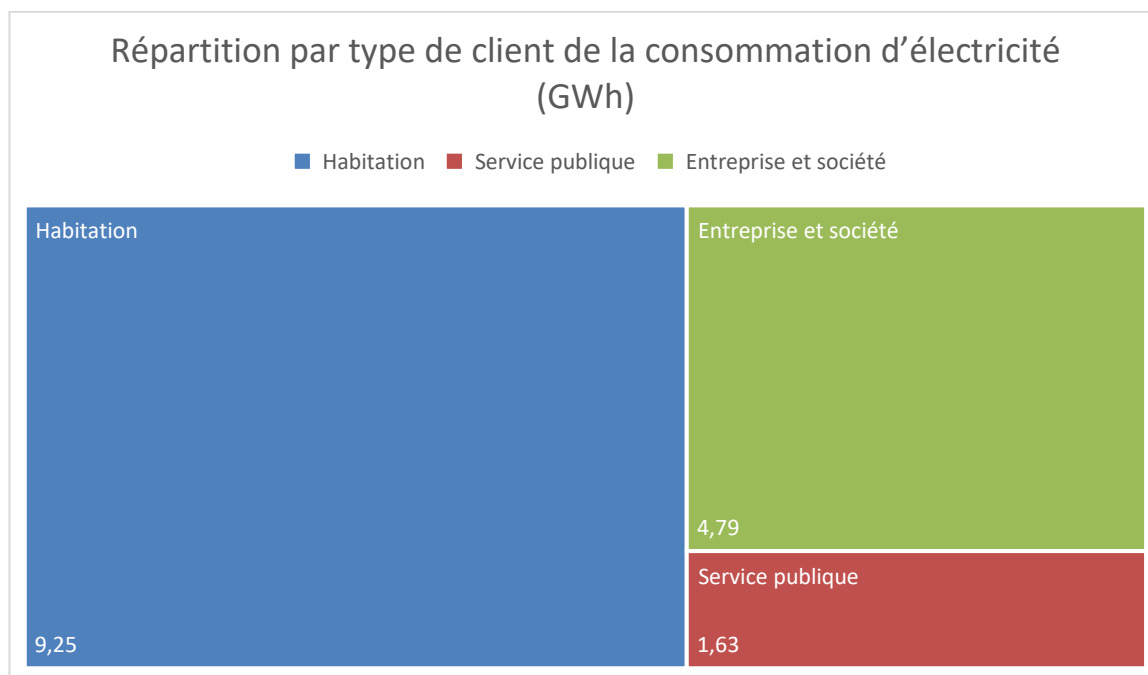


Figure 36 – Répartition par type de client de la consommation d'électricité

Romande Energie fournit aussi le marquage énergétique de l'électricité, qui est à 93.7% renouvelable, principalement avec de l'hydraulique. Le détail du marquage de l'électricité est présenté dans le Tableau 10.

	Marquage énergétique	
	%	kWh
Hydraulique	84,2%	13 196 395
Solaire	2,7%	423 162
Eolienne	0,0%	-
Biomasse	0,1%	15 673
Subventionné	6,7%	1 050 069
Nucléaire	6,3%	987 379
Gaz naturel	0,0%	-
Déchets	0,0%	-
Total	100,0%	15 672 678

Tableau 10 : Répartition des produits électriques vendus par Romande Energie sur le territoire communal (2021)

A ces consommations, il faut ajouter la consommation propre (C_{PV}) issue de la production des installations photovoltaïques. Celle-ci est calculée en considérant une autoconsommation de 30% appliqué à l'injection sur le réseau du GRD ($E_{inj} = 2711$ [MWh] en 2023). Pour information, cela représente une autoconsommation calculée de 813 MWh.

La répartition énergétique pour l'électricité sur le territoire communal est donc :

ELECTRICITE (2021)	Facteurs kbob		Energie finale		Energie primaire		Emission GES	
	kWhp/kWhf	kgCO ₂ /kWhf	MWh/an	%	MWh/an	%	tCO ₂ /an	%

Planification énergétique territoriale

Hydraulique	1,19	0,01	13 196	80,9%	15 767	69,9%	164	66,1%
Solaire PV	1,36	0,05	423	2,6%	575	2,5%	20	8,1%
Solaire PV communal (autoconsommé)	1,22	0,04	637	3,9%	777	3,4%	23	9,5%
Eolienne	1,29	0,03	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Biomasse	2,06	0,04	16	0,1%	32	0,1%	1	0,2%
Subventionné	1,19	0,02	1 050	6,4%	1 252	5,5%	16	6,5%
Nucléaire	4,22	0,02	987	6,1%	4 162	18,4%	24	9,5%
Gaz naturel	3,38	0,74	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Déchets	0,02	0,01	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
TOTAL			16 309	100,0%	22 566	100,0%	248	100,0%

Tableau 11 : Diagnostic électricité sur le territoire communal

A noter que l'énergie hydraulique est considérée comme très peu émettrice de CO₂. En effet, cette énergie représente 81.5% de la consommation finale d'électricité mais seulement 67.3% de ses émissions de CO₂.

A noter également que les émissions de CO₂ liées à l'électricité (248 tCO₂/an) représentent environ 2,4% des émissions liées à la chaleur (10 232 tCO₂/an).

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

Pour évaluer le potentiel d'économie d'énergie, des hypothèses ont dû être faites dans les 3 domaines d'étude, la chaleur, l'électricité et la mobilité.

Potentiel d'économie de chaleur

Le tableau ci-dessous présente les potentiels d'économie d'énergie et de diminution d'émissions de CO₂ pour la chaleur sur le territoire communal en fonction des différents agents énergétiques :

	Energie finale			Energie primaire			Emissions de CO ₂		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	tCO ₂	tCO ₂	tCO ₂
Solaire thermique	887	1 279	2 062	1 605	2 314	3 733	34	48	78
Chaudières bois individuelles	3 570	3 570	3 570	4 205	4 205	4 205	99	99	99
Mazout	15 545	8 951	0	19 643	11 311	0	5 332	3 070	0
Gaz	19 672	11 328	0	20 713	10 735	0	4 603	2 651	0
Pompes à chaleur (PAC)	969	11 200	25 357	734	11 872	26 879	15	168	380
Chauffage distance (CAD) à	1 401	1 901	1 826	2 227	3 026	2 906	65	84	80
Chauffages et chauffe-eau électrique	4 836	2 785	0	12 748	7 341	0	84	48	0
Total	46 880	41 013	32 815	61 875	50 803	37 722	10 232	6 169	638

Tableau 12 : Potentiels d'économie de chaleur et diminution d'émissions de CO₂ sur le territoire communal

Les hypothèses suivantes ont été faites :

- Les surfaces de références énergétiques et les consommations de chaleur des bâtiments assainis sont directement extraites des données du registre des Energies du Canton de Vaud.
- Le taux de rénovation est repris des objectifs du plan pour que 100% des bâtiments du territoire soient assainis d'ici 2050.
- Les bâtiments non-rénovés bénéficient de mesures d'efficacité énergétique qui font baisser leur consommation de 10%.
- 50% des chaudières à mazout et gaz sont remplacées d'ici 2030, 100% d'ici 2050.
- Remplacement de 100% des chaudières individuelles électriques à résistance fixe d'ici 2050.
- Le CAD remplace 50% des chaudières mazout et dans la zone CAD (densification et extension) à horizon 2030, puis 100% à horizon 2050.
- Le solaire thermique installée en 2030 est de 1 m²/ personne, valeur plus faible que l'objectif de 1.7m² de la filière¹⁶. Il n'évolue plus entre 2035 et 2050. La production moyenne est de 400 kWh/m².
- La consommation de bois pour la production de chaleur est stable entre 2022 et 2050.
- Les pompes à chaleur fournissent l'essentiel du reste d'énergie à combler pour avoir du 100% renouvelable en 2040.
- La consommation électrique liée aux PAC est calculée avec un COP de 2.8. Un COP de 2.8 veut dire qu'il faut 1 kWh d'électricité pour produire 2.8 kWh de chaleur.

¹⁶ https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Swissolar/Unsere_Dossiers/Masterplan_Solarwaerme.pdf

Planification énergétique territoriale

Potentiel d'économie d'électricité

Le tableau ci-dessous présente les potentiels d'économie d'énergie et de diminution d'émissions de CO₂ pour l'électricité sur le territoire communal en fonction des différents agents énergétiques. La consommation totale d'électricité augmente, mais le ratio par habitant (cf. Section 5.1.2)

Il est à noter que la consommation d'électricité pour la production de chaleur (PAC) ou la mobilité (véhicule électrique) n'est pas prise en compte ici afin d'éviter les doubles comptages.

	Energie finale			Energie primaire			Emissions de CO ₂		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	tCO ₂	tCO ₂	tCO ₂
Hydraulique	13 196	13 288	9 037	15 767	15 876	10 797	164	165	112
Solaire PV	423	426	290	575	579	394	20	20	14
Solaire PV communal (autoconsommé)	637	1 787	7 150	777	2 182	8 730	23	66	263
Eolienne	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse	16	16	11	32	32	22	1	1	0
Subventionné	1 050	0	0	1 252	0	0	16	0	0
Nucléaire	987	157	0	4 162	661	0	24	4	0
Gaz naturel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	16 309	15 674	16 487	22 566	19 331	19 943	248	255	389

Tableau 13 : Potentiels d'économie d'électricité et diminution d'émissions de CO₂ sur le territoire communal

Les hypothèses suivantes ont été faites :

- L'amélioration de l'efficacité énergétique électrique des bâtiments permet une économie globale de 25% en 2050 (13% en 2030).
- Le marquage pour l'éolien, la biomasse et les déchets restent stables jusqu'en 2050.
- La part de nucléaire passe à 5% en 2030 et 0% en 2040
- La part d'électricité produite par du gaz naturel passe à 0% en 2030.
- Le COP des pompes à chaleurs est de 2.8.
- Pour le développement photovoltaïque, le détail des hypothèses est fourni dans la section dédiée plus bas. Le taux d'autoconsommation reste stable à 30%. Le productible utilisé est de 1'050 kWh/kWc.

Planification énergétique territoriale

Potentiel d'économie en mobilité

Le tableau ci-dessous présente les potentiels d'économie d'énergie et de diminution d'émissions de CO₂ pour la mobilité sur le territoire communal en fonction des différents agents énergétiques :

	Energie finale			Energie primaire			Emissions de CO ₂		
	2021	2030	2050	2021	2030	2050	2021	2030	2050
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	tCO ₂	tCO ₂	tCO ₂
Véhicule à Essence	27 822	18 975	1 283	35 734	24 372	1 647	6 205	4 164	81
Véhicule à Diesel	12 117	8 264	559	14 605	9 961	673	2 295	1 538	23
Véhicule à Electricité	444	5 300	15 012	1 171	6 749	17 905	31	350	990
Véhicule à Gaz	216	147	10	244	166	11	36	24	0
Véhicule avec un autre carburant	99	68	5	35	24	2	6	4	0
Supplément carburant aérien (kérosène)	19 879	10 980	5 359	24 359	18 428	6 566	12 615	9 544	3 401
Supplément rail, trafic à longue distance et transport de marchandises (électricité)	19 286	1 667	2 543	3 380	3 264	3 033	0	0	0
Total	79 864	45 402	24 770	79 527	62 964	29 838	21 188	15 624	4 496

Tableau 14 : Potentiels d'économie d'énergie et diminution d'émissions de CO₂ de la mobilité sur le territoire communal

Les hypothèses suivantes ont été faites :

- 95% des kilomètres effectués en 2050 le seront avec des véhicules électriques.
- Les véhicules électriques sont alimentés avec le mix renouvelable Suisse en 2050.
- La proportion de distance effectuée par les autres véhicules est maintenue jusqu'en 2050.
- Tous les véhicules individuels font 30% de trajet de moins en 2050. Ce report modal s'effectue à 20% par le train et à 10% par la mobilité douce.
- Les véhicules thermiques sont 5% plus efficaces en 2050.
- L'impact des trajets aériens (distance et efficacité) est réduit de 50% en 2030 et 80% en 2050.
- Augmentation de l'énergie finale liée au supplément rail de 20% en 2030 et 50% en 2050. Les facteurs kbob sont ceux du mix renouvelable Suisse en 2050.

En ce qui concerne les véhicules communaux, les hypothèses d'utilisation sont les mêmes qu'actuellement. Les véhicules électriques sont alimentés avec un mix renouvelable Suisse.

Potentiel de production d'énergie solairePotentiel solaire thermique

Le potentiel solaire en toiture du cadastre solaire est réalisé par la Confédération. En prenant en compte les toitures de classe « bonne », « très bonne » et « excellente », la surface totale potentielle pour des panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques est de 70'000 m² comme le montre le tableau suivant :

Potentiel des Toits	Surface [m ²]	Valeur	Toitures	Production GWh
Bon	20 654	> 1000 et < 1200 kWh / m ² .an	5%	0,4
Très bon	16 481	> 1200 et < 1400 kWh / m ² . an	5%	0,3
Excellent	32 987	> 1400 kWh / m ² .an	10%	1,3
Total	70 121			2,1

Tableau 15 : Potentiel solaire en toiture sur le territoire communal

Pour atteindre les 1.7 m²/habitant proposé par Swissolar, il faudrait couvrir environ 7 200 m² de toiture sur le territoire communal soit environ 10% de la surface totale à bon potentiel. La chaleur produite, environ 3 520 MWh, couvrirait 7,5% des besoins actuels. Dans le cadre de l'étude, 2,1 GWh sont planifiés.

Potentiel solaire photovoltaïque

Le potentiel solaire photovoltaïque est divisé en 2 catégories :

- Potentiel en toiture
- Potentiel en façade

Les installations en façade sont aujourd'hui très peu mises en œuvre mais sont quand même considérées dans le potentiel.

Les hypothèses de mobilisation du potentiel en 2050 sont détaillées dans le Tableau 16.

Hypothèses de mobilisation	Valeur	Toitures	Façades
Faible	< 800 kWh / m ² .an		
Moyen	> 800 et < 1000 kWh / m ² . an		
Bon	> 1000 et < 1200 kWh / m ² .an	30%	10%
Très bon	> 1200 et < 1400 kWh / m ² . an	30%	10%
Excellent	> 1400 kWh / m ² .an	50%	30%

Tableau 16 - Hypothèses de mobilisation 2050 du potentiel solaire photovoltaïque (en % du potentiel technique)

Planification énergétique territoriale

Ces hypothèses sont appliquées au potentiel technique total du territoire, dont le détail est fourni Figure 16. Le tableau suivant présente les potentiels d'énergie photovoltaïque en toiture sur le territoire communal :

Potentiel des toits	Valeur	Potentiel total [MWh/an]	Potentiel "bon" [MWh/an]	Potentiel 2050 [MWh/an]
Faible	< 800 kWh / m².an	831		
Moyen	> 800 et < 1000 kWh / m². an	8 105		
Bon	> 1000 et < 1200 kWh / m².an	14 114	14 114	4 234
Très bon	> 1200 et < 1400 kWh / m². an	17 722	17 722	5 317
Excellent	> 1400 kWh / m².an	28 562	28 562	14 281
Total		69 334	60 399	23 832
p/r consommation électricité 2050 (mobilité et PAC comprise)		177%	154%	61%

Tableau 17 : Potentiel photovoltaïque en toiture

En prenant en compte uniquement les toitures bien orientées, il y a un potentiel d'environ 60 GWh sur le territoire communal. Les hypothèses de mobilisation permettent de produire 23 GWh, soit 39% du total théorique.

Le tableau suivant présente les potentiels d'énergie photovoltaïque en façade sur le territoire communal :

Potentiel des façades	Valeur	Potentiel total [MWh/an]	Potentiel "bon" [MWh/an]	Potentiel 2050 [MWh/an]
Faible	< 800 kWh / m².an	10 214		
Moyen	> 800 et < 1000 kWh / m². an	5 344		
Bon	> 1000 et < 1200 kWh / m².an	13 332	13 332	1 333
Très bon	> 1200 et < 1400 kWh / m². an	7 174	7 174	717
Excellent	> 1400 kWh / m².an	0	0	0
Total		36 064	20 506	2 051
p/r consommation électricité 2050 (mobilité et PAC comprise)		92%	52%	5%

Tableau 18 : Potentiel photovoltaïque en façade

Il n'existe pas de façade à potentiel « excellent » sur le territoire communal. En prenant en compte uniquement les façades bien orientées, il y a un potentiel de 20.0 GWh sur le territoire communal. Avec les hypothèses de mobilisation, le potentiel de production en 2050 est estimé à 2000 MWh.