Navitas Consilium SA
une spin off du cem

PlanETer
Planification Energétique Territoriale

PLANIFICATION ÉNERGÉTIQUE TERRITORIALE
COMMUNE DE ST-MAURICE

ETUDE SUR LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DU PARC BÂTI ET STRATÉGIE

Saint-Maurice

NAVITAS CONSILIUM SA
1920 MARTIGNY

Mars 2023

Impressum

Mandant

Commune de St-Maurice
M. Xavier Lavanchy, Président de commune
Grand-Rue 79
Case postale 83
1890 Saint-Maurice
Tél : +41 27 486 60 60
xavier.lavanchy@st-maurice.ch

Mandataires

Navitas Consilium SA
M. Gabriel Ruiz
Rue Marconi 19
1920 Martigny
Tél. : +41 27 722 19 62
gabriel.ruiz@ncsa.ch

VALIDATION ET MISE A JOUR					
Version	Date	Identifiant et Visa			Descriptif succinct des mises à jour
		Auteur	Relecteur	Visa	
0	21.12.22	VP	LC		Version préliminaire pour relecture
1	27.03.23	VP	LC		Version finale Corrections mineures selon remarques de MM Lavanchy et Gex.

TABLE DES MATIERES

Table des matières 3
Table des illustrations 6
Nomenclature 7
Définitions 7

Préambule 8
1 Introduction 8
2 Données 9
3 Confidentialité 9
4 Limites de l'étude 10

Partie A : Etat des lieux 11
1 Analyse du contexte communal 11
1.1 Contexte national 11
1.1.1 Stratégie énergétique 2050 12
1.1.2 Conférence des Directeurs Cantonaux de l'énergie 12
1.2 Contexte cantonal 12
1.2.1 Vision cantonale 12
1.2.2 Stratégie sectorielle gaz 13
1.2.3 Plan directeur cantonal 13
1.2.4 Cadre légal 14
1.2.5 Subventions 14
1.3 Contexte local et périmètre de l'étude 14
1.3.1 Politique énergétique 14
1.3.2 Aménagement du territoire 14
1.3.3 Parc bâti et affectations 15
1.3.4 Population 15
1.3.5 Acteurs 16
2 Bilan énergétique du parc bâti 17
2.1 Bilan énergétique annuel 17
2.2 Chaleur 19
2.2.1 Besoins de chaleur par agent énergétique 19
2.2.2 Emissions de GES par agent énergétique 19
2.2.3 Bâtiments par agent énergétique 20
2.3 Performance énergétique du parc bâti 20
2.3.1 Epoques de référence et potentiel de rénovation 20
2.3.2 Courbes classées des besoins de chaleur 21
2.4 Densité des besoins de chaleur du parc bâti 23
2.5 Consommation et marquage d'électricité 24

3 Projections des besoins énergétiques futurs du parc bâti 25
3.1 Rénovation 26
3.2 Développement urbain 26
3.3 Evolution des besoins énergétiques 27
4 Identification des ressources et infrastructures 29
4.1 Synthèse du potentiel théorique des ressources locales 29
4.2 Infrastructures énergétiques 33
4.2.1 Réseaux thermiques (CAD) 33
4.2.2 Station d'épuration 33
4.2.3 Réseau de gaz 33
5 Enjeux 35
Partie B : Lignes directrices et scénario énergétique 36
6 Définition des lignes directrices 36
7 Paramètres de scénarisation 36
7.1 Ligne directrice 1 : Performance énergétique du parc bâti 36
7.2 Ligne directrice 2 : Approvisionnement en chaleur 37
7.2.1 Ressources prioritaires pour l'approvisionnement des systèmes individuels 37
7.2.2 Concepts de développement CAD 38
7.2.3 Taux de substitution des énergies fossiles 39
7.2.4 Pondération des ressources 39
7.3 Ligne directrice 3 : Approvisionnement en électricité 39
7.3.1 Marquage électrique 39
7.3.2 Production électrique locale 40
8 Quantification du scénario énergétique 40
8.1 Variantes 40
8.2 Impact sur les bilans d'approvisionnement 41
8.2.1 Approvisionnement en chaleur 41
8.2.2 Approvisionnement en électricité 42
9 Comparaison du scénario avec les objectifs-cadres 44
9.1 Comparaison avec les objectifs de la Société à 2000 Watts 44
Partie C : Consolidation de la stratégie énergétique 46
10 Stratégie énergétique consolidée 46
10.1 Performance énergétique du parc bâti 46
10.2 Approvisionnement en chaleur 46
10.3 Approvisionnement en électricité 48
10.4 Quantification du scénario consolidé 49
10.4.1 Approvisionnement en chaleur 49
10.4.2 Approvisionnement en électricité 50
10.5 Comparaison avec les objectifs de la Société à 2000 watts 51

10.6 Comparaison avec les objectifs de la stratégie cantonale 52
11 Objectifs spécifiques de la stratégie énergétique à l'horizon 2035 53
11.1 Principaux indicateurs de suivi 53
11.1.1 Performance énergétique du parc bâti 53
11.1.2 Approvisionnement en chaleur 53
11.1.3 Approvisionnement en électricité 53
12 Plan d'actions 54
13 Synthèse 55
Bibliographie 56
Annexes 57

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Répartition de la consommation d'énergie suisse en 2020 par secteur d'utilisation (OFEN 2021) 11
Figure 2 : Consommation finale d'électricité en 2020 par secteur (OFEN 2021) 11
Figure 3 : Répartition de la consommation finale de chaleur en 2020 par secteur (OFEN 2021) 11
Figure 4 : Répartition de la SRE en fonction de l'affectation principale des bâtiments 15
Figure 5 : Évolution démographique de St-Maurice depuis 1981 16
Figure 6 : Répartition de la consommation d'énergie finale 18
Figure 7 : Émissions de GES par service 18
Figure 8 : Energie primaire par type d'approvisionnement 18
Figure 9 : Besoins de chaleur en fonction des agents énergétiques 19
Figure 10 : Emissions de GES par agent énergétique 19
Figure 11 : Répartition du nombre de bâtiments en fonction de l'agent énergétique principal 20
Figure 12 : Besoins de chaleur et potentiel de réduction par la rénovation des logements, par époque de référence 21
Figure 13 : Courbe classée des besoins de chaleur annuels (MWh) par bâtiment, pour la Commune et le Canton 22
Figure 14 : Courbe classée des besoins de chaleur annuels spécifiques (MWh/m^2 SRE) par bâtiment pour la Commune et le Canton 22
Figure 15 : Densités des besoins de chaleur par hectare et zone CAD existante 23
Figure 16 : Distribution des usages liés à l'électricité (haut) et marquage de l'électricité sur le territoire communal (bas) 24
Figure 17 : Schéma de principe de la simulation des besoins futurs du parc bâti 25
Figure 18 : Densités des besoins de chaleur estimés par hectare (2020) 28
Figure 19 : Densités des besoins de chaleur projetés par hectare (2035), taux de rénovation 1% par an 28
Figure 20 : Zones du réseau de chaleur de Saint-Maurice existant et extension prévue 33
Figure 21 : Réseaux actuels de chaleur et de gaz 34
Figure 22 : Ressources prioritaires pour l'approvisionnement en chaleur par des systèmes individuels 37
Figure 23 : Zones de développement CAD proposées dans le cadre du mandat 38
Figure 24 : Bilan comparé des scénarios pour la chaleur 42
Figure 25 : Bilan de la consommation d'électricité et de l'énergie primaire pour l'électricité (hors chaleur) selon les scénarios énergétiques 43
Figure 26 : Comparaison des scénarios avec les quatre objectifs retenus de la Société à 2000W 45
Figure 27 : Stratégie sectorielle consolidée avec les secteurs énergétiques pour l'approvisionnement en chaleur 47
Figure 28 : Bilan de l'évolution des besoins de chaleur (gauche) et de l'énergie primaire (droite) pour la chaleur selon le scénario consolidé 50
Figure 29 : Bilan de la consommation d'électricité (gauche) et de l'énergie primaire pour l'électricité hors chaleur (droite) selon le scénario consolidé 50
Figure 30 : Comparaison du scénario consolidé aux objectifs Société 2000W d'énergie primaire par habitant et d'émissions GES liés à l'énergie 51
Figure 31 : Comparaison du scénario consolidé avec les objectifs de la Société à 2000 watts de part d'énergie renouvelable pour le chauffage et l'ECS et l'électricité à partir de sources renouvelables 52

NOMENCLATURE

AE : Agent énergétique

CAD : Chauffage à distance

CCF : Couplage chaleur-force, produisant électricité et chaleur

COP : Coefficient de performance

ECS : Eau chaude sanitaire

FAD : Froid à distance

GES : Gaz à effet de serre

IOM : Incinération des ordures ménagères

KBOB : Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics

OFS : Office fédéral de la statistique

PAC : Pompe à chaleur

PV : Photovoltaïque

RegBL : Registre des bâtiments et logements

SBP : Surface brute de plancher

SIA : Société suisse des ingénieurs et architectes

SITVS : Service d'information du territoire du canton du Valais

SEN : Service de l'environnement

SRE : Surface de référence énergétique (surface des pièces chauffées au sens de la SIA 416/1)

ST : Solaire thermique

UVTD : Usine de valorisation et traitement des déchets

DÉFINITIONS

- **Besoins (énergie utile) :** quantité d'énergie requise pour assurer une prestation, indépendamment du système de conversion qui va la fournir. Equivaut à l'énergie dont dispose effectivement l'utilisateur une fois l'énergie finale transformée par ses propres appareils de conversion. $E_{besoin} < E_{consommée}$
- **Consommation (énergie finale) :** énergie facturée au consommateur (mazout, bois, gaz, électricité, …) pour satisfaire la prestation énergétique requise (besoins). Les pertes de transformation (rendement de chaudière p.ex.) et de distribution sont prises en compte. $E_{besoin} + E_{pertes} = E_{consommée}$
- **Énergie primaire :** L'énergie primaire comprend l'énergie consommée mais également l'énergie utilisée pour l'exploitation et l'approvisionnement de la ressource concernée.
- **Gaz à effet de serre :** Les gaz à effet de serre sont l'ensemble des gaz émis dans l'atmosphère contribuant dans des proportions plus ou moins grandes au réchauffement climatique. Le CO_2 étant le gaz à effet de serre émis en plus grande quantité et étant le plus connu de grand public, les émissions de gaz à effet de serre sont généralement exprimées en tonnes équivalentes de CO_2 (tCO_{2eq}).
- **Electricité spécifique :** électricité utilisée pour les services qui ne peuvent être rendus que par l'électricité (électricité hors chaleur et mobilité).

PRÉAMBULE

1 INTRODUCTION

Le domaine de l'énergie va au-devant d'importants défis. Alors que la croissance économique et démographique ne fait qu'accroître la consommation d'énergie - nous consommons aujourd'hui en Suisse près de 3 fois plus qu'en 1960 - la raréfaction des énergies fossiles, l'abandon du nucléaire et la lutte contre le réchauffement climatique sont autant d'éléments qui nous incitent à réduire notre consommation et à basculer vers les énergies renouvelables.

Le contexte énergétique actuel est en cours de mutation, tant sur le plan fédéral, cantonal que communal, ce qui entraîne des répercussions sur les collectivités publiques, notamment cantonales et communales.

Ainsi, ces dernières doivent désormais jouer un rôle majeur afin d'atteindre les objectifs de la Confédération en s'engageant à leur échelle dans des programmes énergie-climat.

La Commune de Saint-Maurice est consciente et concernée par cette situation et est en train de revoir son plan d'affectation. Si cette révision ne devrait pas voir de grands changements en termes de réserve à bâtir globale, des indices de densification pourront être remaniés, notamment pour certains quartiers en vue d'évolution.

Aujourd'hui la Commune de St-Maurice souhaite se doter d'une stratégie énergétique territoriale qui fixe des objectifs énergétiques en cohérence avec les contraintes et opportunités du territoire et qui permette une coordination avec les instruments d'aménagement de la Commune.

Les résultats présentés dans cette étude ont été réalisés avec l'outil PlanETer mis en œuvre par Navitas Consilium SA et porte sur les besoins et consommations énergétiques du parc bâti[1]. Elle doit permettre de faire l'état des lieux des besoins et des ressources caractérisant le territoire et d'identifier les axes structurants pour le développement de la stratégie énergétique.

Dans cette optique, cette étude propose :

- Un état des lieux de la situation énergétique de la Commune composé de :
  - Une analyse du contexte structurant la politique énergétique au niveau communal et aux échelons supérieurs ;
  - Un bilan spatialisé des besoins et consommations énergétiques du parc bâti, basé sur les indicateurs du cadastre cantonal de chaleur[2] ;
  - Une projection des besoins énergétiques (spatialisée pour le parc bâti) à l'horizon 2035 ;
  - Une évaluation spatialisée du potentiel des ressources énergétiques et des infrastructures du territoire ;
- Des lignes directrices pour la stratégie énergétique communale sous la forme d'un scénario énergétique cartographié, basé sur l'état des lieux ;
- Des objectifs spécifiques basés sur la quantification des impacts énergie-climat de la stratégie, et comparés aux objectifs de la Société à 2000 watts[3] ;

Un plan d'action, basé sur la stratégie énergétique communale, a également été produit par le CREM en parallèle d cette étude.

Cette étude détermine en particulier les zones du territoire propices pour :

- La valorisation des ressources locales et renouvelables disponibles : solaire, géothermie, eaux usées, bois, entres autres ;

[1] *Selon la disponibilité des données, les consommations énergétiques pour certains processus industriels peuvent manquer au bilan.*
[2] *https://www.vs.ch/web/sefh/planification-energetique-territoriale*
[3] *https://www.local-energy.swiss/fr/programme/2000-watt-gesellschaft.html#/*

- Promouvoir l'efficacité énergétique ;
- Réduire la dépendance vis-à-vis des énergies fossiles et nucléaire ;
- Favoriser l'utilisation des infrastructures existantes et le développement d'infrastructures énergétiques pour valoriser les énergies locales ;
- Optimiser l'adéquation offre-demande en fonction des projets planifiés et de la densification urbaine.

Sur la base de cette étude de planification énergétique, la Commune pourra :

- Disposer d'une connaissance approfondie de son territoire, à partir d'une approche par bâtiment ;
- Identifier, confirmer ou infirmer, des projets d'infrastructures énergétiques telles que des réseaux de chauffage à distance. Les informations correspondantes à ces projets serviront à la Commune comme éléments de discussion avec leurs promoteurs, ou pour mener des études technico-économiques ciblées ;
- Déterminer, grâce au scénario retenu, l'évolution souhaitable de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'énergie sur son territoire, comme base de leur politique énergétique ;
- Intégrer à son Règlement Communal des Constructions (RCCZ) les éléments qu'elle souhaite rendre contraignant et/ou incitatif, selon les dispositions légales en vigueur. Pour ce faire, elle pourra s'appuyer sur les cartes des secteurs énergétiques proposées et les recommandations en termes de vecteur énergétique à promouvoir ;
- Renforcer et sectoriser son règlement de subventions énergie pour inciter et soutenir les actions des citoyens ;
- Disposer des bases de communication pour dialoguer avec ses citoyens et autres partenaires et faciliter la mise en œuvre de sa politique énergétique.

Une note méthodologique détaillant les hypothèses et paramètres utilisés est annexée au présent rapport. En complément des indicateurs produits dans ce rapport, des cartes de l'état des lieux et de la stratégie sont également fournies en annexe.

2 DONNÉES

Les données utilisées pour l'étude proviennent de différents services cantonaux (CC GEO, SEN) de l'OFS, du KBOB des services communaux et de différentes bases statistiques. La liste des données utilisées pour la réalisation de cette étude est disponible dans le tableau de l'annexe III. Sauf indications contraires, l'année de référence du bilan est 2020.

3 CONFIDENTIALITÉ

Plusieurs données contenues dans le présent rapport (annexes incluses) ou utilisées pour sa réalisation sont soumises à des conditions d'utilisation et de diffusion (RegBL, REE, Registre des chaudières et autres). Si ces données peuvent être exploitées à des fins de planification par les autorités communales et leurs mandataires, leur utilisation et diffusion ultérieure se doit de rester conforme aux dispositions prévues.

A titre d'exemple, le contrat de livraison des données du RegBL stipule, entre autres, que les résultats scientifiques ou statistiques tirés de l'exploitation de ces données ne peuvent être publiés ou rendus accessibles à des tiers (reproduction) qu'à condition que ces résultats ne comportent aucun élément permettant d'identifier (de manière directe ou indirecte) des personnes.

En résumé, toute information présentée dans cette étude à l'échelle du bâtiment et qui est issue d'une des sources soumises à des dispositions sur la protection des données ne peut être diffusée à des tiers. Il est dès lors de la responsabilité des autorités communales de s'informer, au cas par cas, sur les conditions de diffusion de ces résultats.

4 LIMITES DE L'ÉTUDE

L'étude porte essentiellement sur les besoins et consommations énergétiques du parc bâti actuel et projeté (chauffage des locaux, production d'eau chaude sanitaire, services électriques). En fonction des données mises à la disposition du mandataire, les consommations énergétiques liées aux processus industriels peuvent être intégrées. Cependant l'expérience montre que ces données sont difficiles d'accès et la prise en compte des processus industriels dans le bilan énergétique est, dans le meilleur des cas, partielle[4]. Par ailleurs, les consommations énergétiques liées à la mobilité sont basées sur des statistiques nationales, et celles liées à l'agriculture et l'artisanat peuvent être lacunaires.

[4] En particulier, les consommations d'énergie liées à des processus ou machines spécifiques, ne peuvent pas être estimées, fautes d'informations sur ces processus. Si ces consommations ne proviennent pas d'une énergie liée à un distributeur (ni chaleur à distance, gaz ou électricité), elles ne peuvent être connues que par contact direct avec les entreprises concernées.

PARTIE A : ETAT DES LIEUX

1 ANALYSE DU CONTEXTE COMMUNAL

1.1 CONTEXTE NATIONAL

En 2020, 50 % de l'énergie consommée en Suisse a servi à produire de la chaleur pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et les processus industriels (*Figure 1*). Le secteur de la mobilité représente 29% de l'énergie finale (les carburants fossiles représentent 95% de cette consommation). Le reste de l'énergie est principalement consommée sous forme d'électricité spécifique (luminaires, ventilation, informatique, machines etc.).

Mobilité et agriculture mis à part, la chaleur représente 70% de la consommation annuelle d'énergie et l'électricité (hors chaleur) 30%. Comme le montre la *Figure 2*, 23% de la consommation d'électricité sert à produire de la chaleur (chauffage, eau chaude sanitaire ou process). Quant à la consommation de chaleur, elle est majoritairement dédiée au chauffage et la chaleur des processus (*Figure 3*).

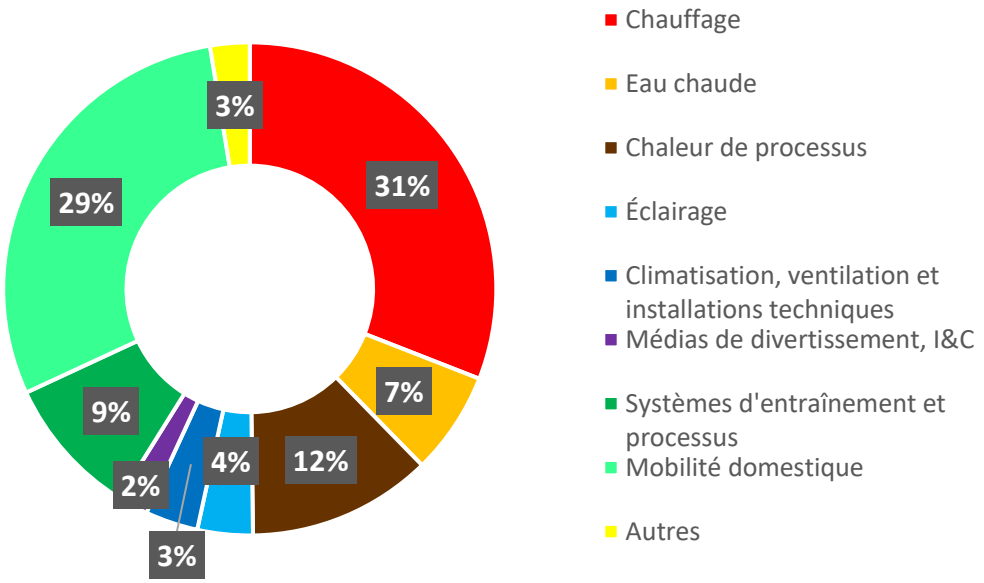


Figure 1 : Répartition de la consommation d'énergie suisse en 2020 par secteur d'utilisation (OFEN 2021)

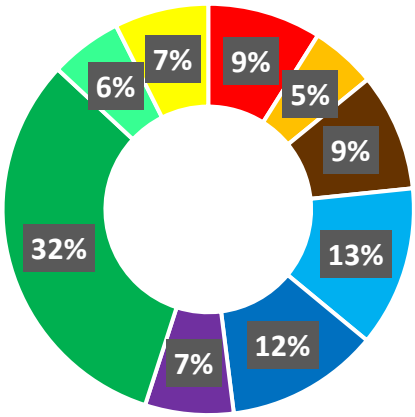


Figure 2 : Consommation finale d'électricité en 2020 par secteur (OFEN 2021)

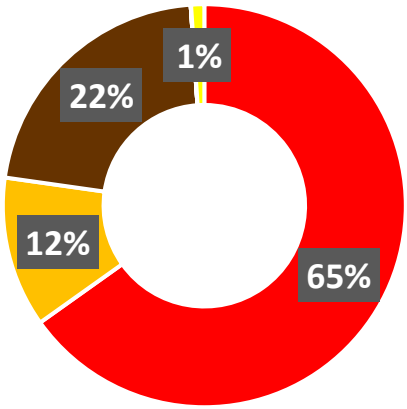


Figure 3 : Répartition de la consommation finale de chaleur en 2020 par secteur (OFEN 2021)

1.1.1 STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE 2050

Par suite de la décision prise en 2011 d'abandonner progressivement l'énergie nucléaire, le Conseil Fédéral a élaboré la Stratégie énergétique 2050. Celle-ci fixe notamment des objectifs (OFEN, 2016) en termes de réduction de la consommation moyenne d'énergie par personne de -16% à l'horizon 2020 et -43% à l'horizon 2035 par rapport à 2000. Pour l'électricité, ces objectifs sont respectivement de -2% et -13%. Parallèlement, la production d'électricité d'origine renouvelable est appelée à se développer fortement, les valeurs indicatives prévoient une multiplication par un facteur 4 (grande hydraulique mise à part) à l'horizon 2035 par rapport à 2015 (OFEN, 2016).

Les principes énoncés dans la stratégie sont les suivants :

- Toute énergie est utilisée de manière aussi économe et efficace que possible ;
- La consommation énergétique globale est couverte dans une proportion importante par des énergies renouvelables présentant un bon rapport coût efficacité. Cette proportion sera accrue de manière continue ;
- Les coûts d'utilisation de l'énergie sont autant que possible couverts selon le principe de causalité.

Les *perspectives énergétiques 2050*+, élaborées en 2021, complètent et accentuent ces objectifs en fixant un objectif de zéro émission nette en 2050, en application des objectifs climatiques mondiaux.

1.1.2 CONFÉRENCE DES DIRECTEURS CANTONAUX DE L'ÉNERGIE

Afin de coordonner les actions entre les cantons, la Conférence des Directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK) a élaboré depuis l'an 2000 et révisé en 2014, le MoPEC, modèle de prescriptions énergétiques des cantons, dont la dernière version date de 2014. Le MoPEC constitue une sorte de "boîte à outils" législative dans laquelle les cantons sont invités à puiser pour élaborer leurs propres législations. Les prescriptions du MoPEC sont compatibles avec les normes SIA concernant l'énergie et les installations techniques et la législation cantonale s'inspire d'un bon nombre de thèmes du MoPEC. La mise en œuvre du MoPEC 2014 est en cours au niveau cantonal.

1.2 CONTEXTE CANTONAL

Selon la loi fédérale sur l'énergie, les cantons ont une responsabilité générale de coordination avec la Confédération pour la mise en œuvre des mesures de politique énergétique. Plus particulièrement, ils sont tenus d'intervenir et mettre en œuvre les mesures nécessaires dans les domaines :

- Des bâtiments ;
- De la sécurité d'approvisionnement ;
- De l'information et du conseil au public et aux autorités.

1.2.1 VISION CANTONALE

La stratégie énergétique cantonale est présentée dans le document *Valais, Terre d'énergies : Ensemble vers un approvisionnement 100% renouvelable et indigène. Vision 2060 et objectifs 2035*[5] produit pas le Service de l'énergie et des forces hydraulique (SEFH) pour le Département des finances et de l'énergie et approuvé par le Conseil d'Etat en avril 2019. Selon ce document, la vision d'un approvisionnement énergétique avec des ressources 100% renouvelables et indigènes implique que :

- La consommation d'énergie diminue drastiquement par la modification des comportements et l'amélioration de l'efficacité énergétique ;
- Les besoins d'énergie résiduels soient assurés par de l'énergie renouvelable (électricité et chaleur) produite localement et par les rejets de chaleur inévitables ;
- Les infrastructures de production d'énergie renouvelable, les réseaux de transport et de distribution, ainsi que les unités de stockage d'énergie soient majoritairement en mains valaisannes.

[5] *Version du 17 avril 2019, disponible sur le site www.vs.ch/energie/strategie*

Les objectifs du Canton à l'horizon 2035, par rapport à 2015, sont alignés avec les objectifs de la stratégie fédérale, et visent à :

- Réduire la consommation d'énergie finale de 23% ;
- Limiter l'augmentation de la consommation électrique à 4% ;
- Augmenter de 114% la production d'énergies renouvelables (grande hydraulique mise à part) et la valorisation des rejets de chaleur ;
- Réduire de 50% la consommation de combustibles fossiles ;
- Réduire de 45% la consommation de carburants fossiles.

1.2.2 STRATÉGIE SECTORIELLE GAZ

La *Stratégie sectorielle « Gaz »* produite pas le Service de l'énergie et des forces hydrauliques (SEFH) pour le Département des finances et de l'énergie et approuvée par le Conseil d'Etat du Valais en avril 2017, précise le rôle du gaz dans l'approvisionnement énergétique souhaité par le Canton. Son objectif à l'horizon 2035 est de renouer avec un niveau de consommation de gaz équivalent à celui des années 2000. Ce qui implique une baisse de la consommation de 18% par rapport à 2010.

Afin d'atteindre cet objectif, le Canton limite fortement le développement des réseaux de gaz, que ce soit en termes de raccordement dans les zones déjà équipées, ou a fortiori d'extensions du réseau dans de nouvelles zones.

1.2.3 PLAN DIRECTEUR CANTONAL

Le Plan directeur cantonal 2019 traite de l'énergie à travers principalement deux fiches : la Fiche E.3 et la fiche E.7.

La fiche *E.3 Approvisionnement en énergie* avance notamment les principes suivants :

- Réduire la consommation d'énergie par la rénovation des bâtiments existants et la construction de bâtiments à haute performance énergétique, ainsi que par l'optimisation des processus industriels ;
- Promouvoir l'utilisation des énergies renouvelables et indigènes ainsi que celle des rejets de chaleur en veillant à l'intégration des nouvelles installations sur le territoire ;
- Planifier les infrastructures de distribution d'énergie de réseau dans les différentes zones du territoire, de manière à favoriser le recours à la forme d'énergie la plus appropriée sur le long terme (énergies renouvelables et/ou rejets de chaleur), dans le respect des exigences de l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI) ;
- Favoriser en priorité les installations solaires sur les bâtiments et les infrastructures ;
- Réserver le gaz naturel pour des sites adéquats, avant tout pour certains processus spécifiques des industries, la production d'électricité dans des centrales à cycles combinés à gaz, la production simultanée de chaleur et d'électricité dans des installations de couplage chaleur-force et comme appoint pour l'alimentation des réseaux de chauffage à distance.

La fiche *E.7 Transport et distribution d'énergie* avance notamment les principes suivants :

- Favoriser la planification des réseaux de chaleur à distance à l'intérieur des zones à bâtir de densité énergétique suffisante ;
- Limiter l'extension et la densification du réseau de gaz aux secteurs qui ne pourront pas être équipés d'un réseau de chaleur à distance, ainsi qu'aux secteurs composés majoritairement de bâtiments dont les besoins thermiques ne peuvent être couverts par des énergies renouvelables performantes indigènes ou/et des rejets de chaleur.

Les fiches E.4, E.5, et E.6 fixent également des principes généraux liés au développement des installations de production d'énergie hydroélectrique, solaire et éolienne, respectivement.

Par ailleurs le volet Urbanisation du plan directeur 2019 (en particulier la fiches C.1 et C.2) informe sur le développement du territoire et permet d'alimenter la simulation des besoins énergétiques futurs. Cet aspect est traité au chapitre 3.

1.2.4 CADRE LÉGAL

En matière d'énergie, le cadre légal cantonal est formé par plusieurs textes à commencer par la Loi sur les communes (RS/VS 175.1). Cette dernière stipule que « sous réserve des législations cantonale et fédérale, la commune a notamment les attributions suivantes (art. 6) :

c) L'aménagement local et la police des constructions ;

d) La construction et l'entretien des bâtiments, rues, routes et chemins municipaux ;

e) L'alimentation en eau potable, l'évacuation et l'épuration des eaux usées, le traitement des ordures ;

m) L'approvisionnement en énergie ;

o) L'adoption de mesures en vue de remédier aux éventuelles carences en matière d'approvisionnement en énergie (…) ».

La loi sur l'énergie (RS/VS 730.100) et ses ordonnances (RS/VS 730.101) définissent les compétences du Canton en termes de politique énergétique, de surveillance des dispositions et normes, d'application de mesures (encouragement, dérogation, raccordement et statistiques) et de conseil aux communes. Elle confère en outre aux communes la possibilité d'obliger le raccordement à un réseau ou une installation commune « lorsque l'énergie distribuée est produite principalement au moyen d'énergies renouvelables ou de rejets de chaleur » (Art 10 LcEne). Une nouvelle version de cette loi est en cours d'élaboration et attendue pour 2023.

On mentionnera également la Loi sur l'utilisation des forces hydrauliques (RS/VS 721.8), la Loi sur les Forces Motrices Valaisannes (RS/VS 731.1) et le Décret concernant l'approbation de certaines dispositions et conventions communales relatives à l'utilisation des forces hydrauliques des eaux publiques qui ont trait aux forces hydrauliques.

Ce cadre est complété par le décret d'application de la loi sur l'environnement en énergie électrique du 12 décembre 2008 et l'arrêté concernant les conditions d'utilisations des eaux souterraines, des lacs et des cours d'eau à des fin thermo-énergétiques du 14 juillet 1982.

1.2.5 SUBVENTIONS

Depuis le 1er janvier 2017 un nouveau programme cantonal de subventions énergétiques est entré en vigueur. Celui-ci intègre notamment le programme bâtiment de la Confédération. Les informations sont disponibles sur le site du Service de l'énergie et des forces hydrauliques.[6]

1.3 CONTEXTE LOCAL ET PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Le territoire de la Commune de St-Maurice s'étend sur 718 hectares et comptait 4'556 habitants (fin 2019). Le territoire de la Commune et son parc bâti se situent en plaine. Le territoire comprend les localités d'Épinassey, La Rasse, Les Planeys, Mex et St-Maurice.

1.3.1 POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE

La Commune ne dispose pas de politique énergétique établie mais ambitionne d'obtenir le label *Cité de l'énergie* à l'horizon 2024. La présente étude constitue la première pierre permettant de fixer des objectifs énergétiques adaptés à la situation spécifique.

1.3.2 AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Le nouveau Plan d'affectation des Zones, conforme à la nouvelle LAT, est en cours d'élaboration.

[6] *https://www.vs.ch/web/sefh/programmes-de-promotion/aides-financieres*

De manière générale, cette révision ne verra pas de grands changements mis à part le remaniement des indices de densification, en particulier dans les zones artisanales en développement.

1.3.3 PARC BÂTI ET AFFECTATIONS

Les indicateurs clés du parc bâti sont résumés dans le *Tableau 1*.

Nombre de bâtiments considérés	1'229	
Nombre de bâtiments chauffés[7]	1'115	91%
SRE totale	545'269 m²	
SRE logement	450'877 m²	83%

Tableau 1 : Statistiques du parc bâti

Comme le montre la *Figure 4,* les logements sont majoritaires sur le territoire de la Commune. Ils représentent 83% de la SRE totale. Aussi, l'évolution de la consommation du parc bâti est essentiellement rythmée par la demande des logements.

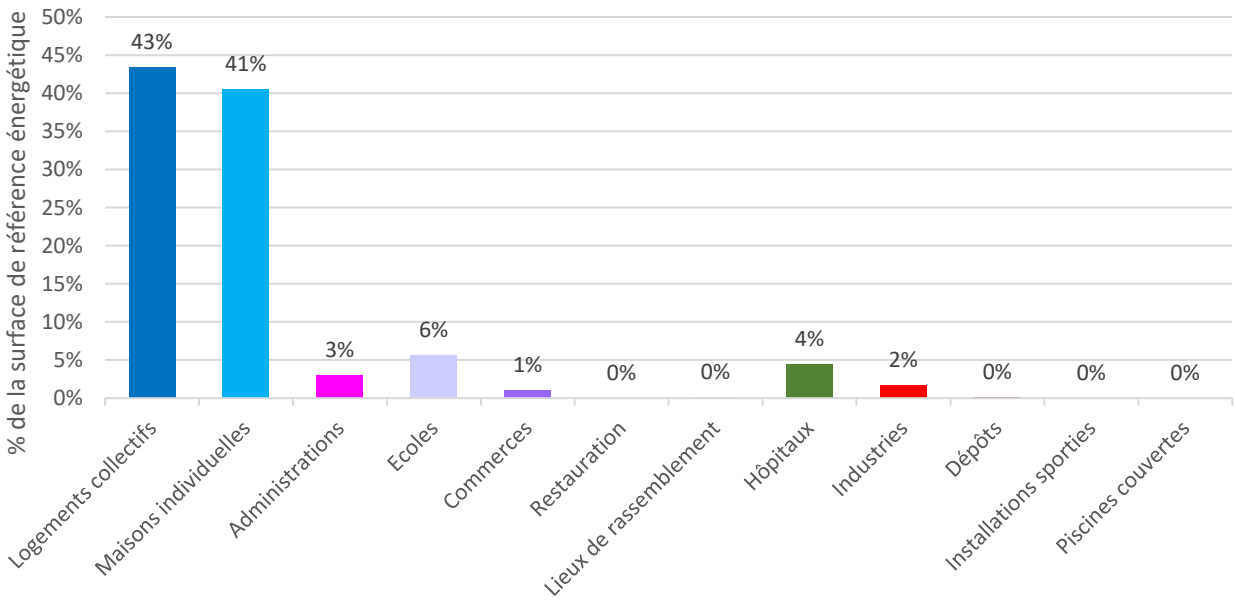


Figure 4 : Répartition de la SRE en fonction de l'affectation principale des bâtiments

1.3.4 POPULATION

La Commune de Saint-Maurice comptait **4'556** habitants permanents au 31 décembre 2019 (OFS). L'évolution de cet effectif est décrite dans la *Figure 5*. On constate une augmentation du nombre d'habitants avec une population qui a notamment gagné 20% ces 15 dernières années. Cette croissance devrait globalement se poursuivre ces prochaines années. En effet, le Plan directeur cantonal prévoit une augmentation de 17% des habitants-emplois à l'horizon 2030 (par rapport à 2015) pour la région de St-Maurice[8].

[7] *Les bâtiments chauffés sont identifiés sur la base de la présence d'un agent énergétique selon les registres officiels ou si l'affectation implique nécessairement des besoins de chauffage. Parmi les bâtiments non chauffés on trouve notamment garages, réduits, granges, dépôts, etc.*
[8] *Cf. fiche C1 du plan directeur cantonal 2019*

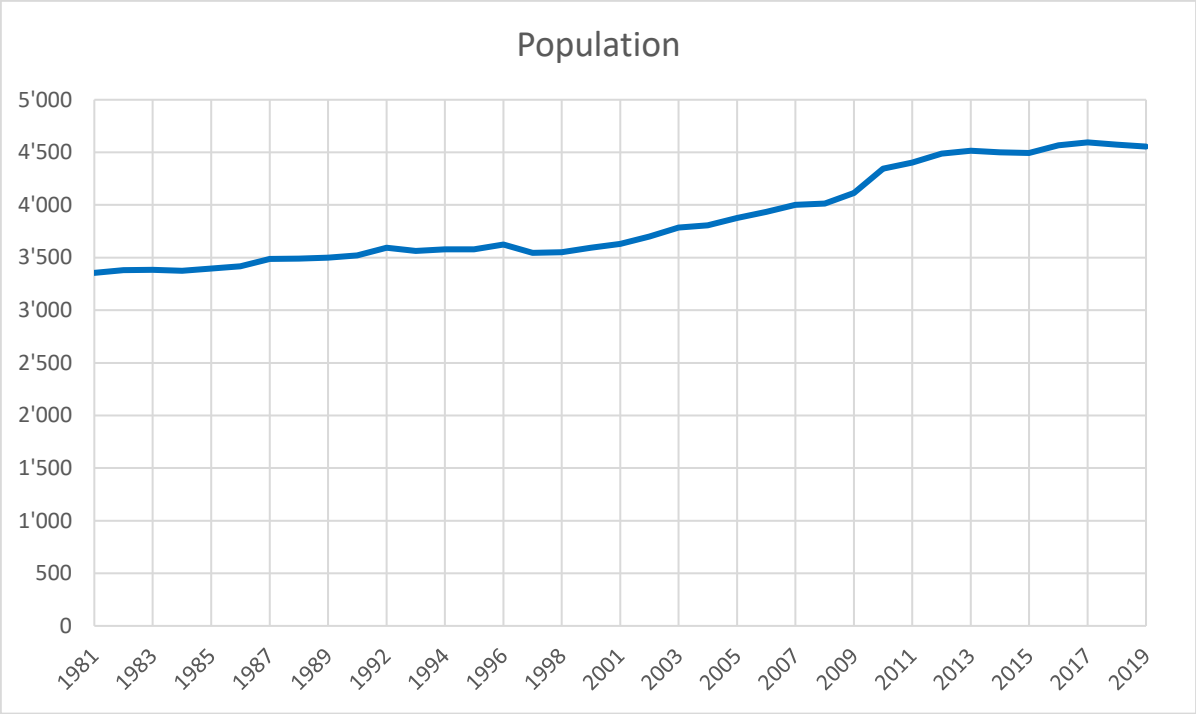


Figure 5 : Évolution démographique de St-Maurice depuis 1981

1.3.5 ACTEURS

Outre la Commune et le Canton, plusieurs autres acteurs du territoire influencent la situation et la stratégie énergétique de la Commune :

- Les habitants par leur comportement, leurs habitudes de consommation et leurs déplacements ;
- Les propriétaires par leur choix en termes de modes constructifs, de rénovation et d'installations de production d'énergie ;
- Les industries et commerces qui consomment, et parfois génèrent, d'importantes quantités d'énergie (chaleur ou électricité) ;
- Les distributeurs d'énergie qui exploitent et développent les infrastructures énergétiques. Sur le territoire de la commune, le réseau de chaleur est exploité par l'association Calorabois, qui en est propriétaire. Ce chauffage à distance est alimenté par une chaudière au bois et fournit de la chaleur à plusieurs immeubles appartenant à la Bourgeoisie et à la Commune (centre sportif, piscine, écoles) ;
- Genedis est propriétaire du réseau électrique et assure la fourniture d'électricité ;
- Le territoire de la Commune est également desservi en gaz par la Société du Gaz de la Plaine du Rhône (Groupe Holdigaz).
- A noter également la société de valorisation des déchets SATOM SA, qui n'est pas actuellement active sur le territoire, mais ambitionne d'étendre son réseau de chaleur à distance à une grande partie du Chablais, y compris St-Maurice.

2 BILAN ÉNERGÉTIQUE DU PARC BÂTI

Le bilan énergétique établi dans le cadre de cette étude concerne les besoins et consommations énergétiques du parc bâti (chauffage, eau chaude sanitaire et électricité spécifique) au sens de la Société à 2000 watts. L'année de référence du bilan est 2020[9]. Un bilan énergie-climat, calculé sur la base des données des écobilans dans la construction (KBOB), détaillé par agent énergétique est présenté à l'annexe I. Les données utilisées sont résumées à l'annexe III. Les consommations électriques sont comptabilisées à l'échelle communale à partir des données fournisseur.

Les besoins de refroidissement ne sont pas inclus dans cette étude. Sur le territoire de Saint-Maurice, il s'agit essentiellement de conditionnement de locaux et de groupes de froid pour des entrepôts frigorifiques de commerces.

2.1 BILAN ÉNERGÉTIQUE ANNUEL

Les consommations énergétiques du parc bâti pour le chauffage des locaux, la production d'ECS, les applications électriques hors chaleur ainsi que les émissions de GES correspondantes sont synthétisées dans le *Tableau 2*.

	Total	Par habitant	Moyenne cantonale par habitant (2014)
Energie finale	**100.1 GWh/an**	**22 MWh/an**	**14.6 MWh/an**
Chaleur (chauffage et ECS)	88.4 GWh/an	19.4 MWh/an	12.6 MWh/an
Electricité (hors chaleur)	12.3 GWh/an	2.7 MWh/an	2.0 MWh/an
Emissions de GES [kt/an]	**17 kt/an**	**3.7 t/an**	**2.8 t/an**
Chaleur (chauffage + ECS)	16.8 kt/an	3.7 t/an	2.6 t/an
Electricité (hors chaleur)	0.4 kt/an	0.1 t/an	0.2 t/an
Part d'énergie primaire renouvelable	**35%**		**21%**
Chaleur (chauffage + ECS)	28%		19%
Electricité (hors chaleur)	85%		30%

Tableau 2 : Bilan synthétique des indicateurs énergie-climat

[9] *Si les données 2020 n'étaient pas disponibles, les données disponibles les plus récentes ont été utilisées.*

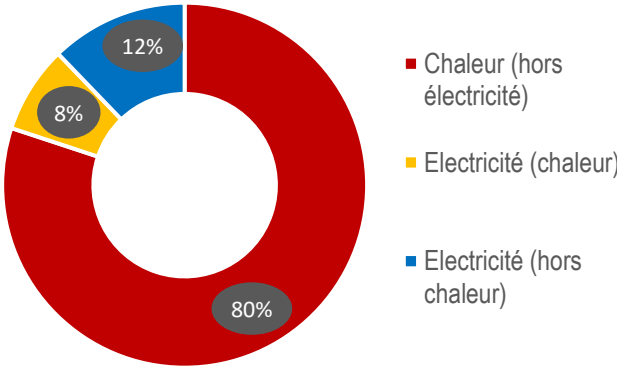


Figure 6 : Répartition de la consommation d'énergie finale

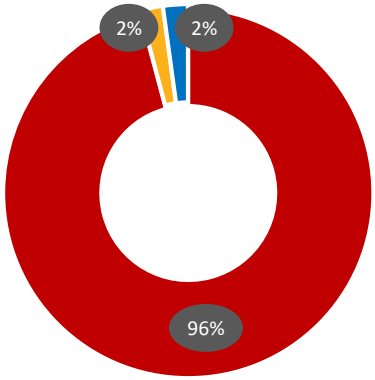


Figure 7 : Émissions de GES par service

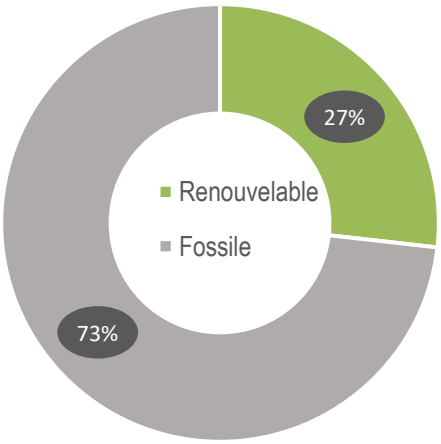


Figure 8 : Energie primaire par type d'approvisionnement

Les graphiques des *Figure 6* et *Figure 7* montrent la répartition des consommations énergétiques et des émissions de GES du territoire entre la production de chaleur (chauffage et ECS) et l'électricité (hors-chaleur) et la *Figure 8* montre la répartition entre énergie primaire renouvelable et non renouvelable. Le bilan détaillé par agent énergétique pour l'énergie utile, finale, primaire, primaire renouvelable et les émissions de GES est donné à l'annexe I.

On constate que la chaleur pour le chauffage des locaux représente 88% de l'énergie consommée sur le territoire communal. En ce qui concerne les émissions de GES, la production de chaleur pour le chauffage et l'ECS engendre 98% des émissions totales du parc bâti, alors que la consommation d'électricité spécifique n'engendre que de faibles émissions de GES (2%).

La comparaison avec les moyennes cantonales estimées montre que le parc bâti de Saint-Maurice consomme significativement plus de chaleur (+54%) et émet plus de GES (+42%) par habitant que la moyenne du Canton (chauffage et ECS). Cette situation s'explique par un approvisionnement en chaleur peu renouvelable et un parc bâti ancien (65% des bâtiments sur le territoire communal ont été construits avant 1990). La consommation électrique est également plus importante que la moyenne cantonale (+35%) ce qui s'explique principalement par une activité économique plus importante (par exemple : surfaces de bureaux et commerces), multipliant les usages électriques et pénalisant ainsi la

moyenne par habitant. Toutefois, les émissions de GES liées à l'électricité s'élèvent à 0.1 t/hab/an, ce qui est en deçà de la moyenne cantonale[10].

2.2 CHALEUR

2.2.1 BESOINS DE CHALEUR PAR AGENT ÉNERGÉTIQUE

Le graphique ci-dessous montre la répartition par agent énergétique des besoins de chaleur totaux (chauffage et ECS). La catégorie « électricité » couvre uniquement le chauffage électrique direct. La catégorie autre / inconnu, regroupe des bâtiments ayant des besoins de chaleur, mais dont l'agent énergétique utilisé n'a pas pu être déterminé.

Besoins de chaleur

79.9 [GWh/an]

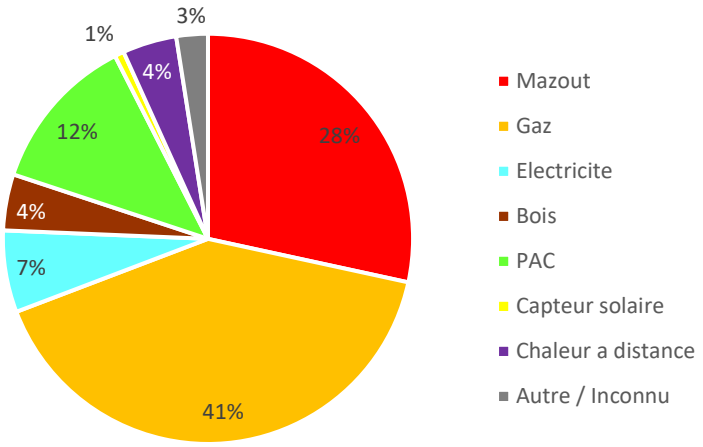


Figure 9 : Besoins de chaleur en fonction des agents énergétiques

2.2.2 EMISSIONS DE GES PAR AGENT ÉNERGÉTIQUE

Le graphique ci-dessous montre la contribution aux émissions de GES (exprimée en tonnes de CO_2 équivalent) par agent énergétique pour la chaleur.

Emissions liées à la production de chaleur

16.8 [kt_{eqCO2}/an]

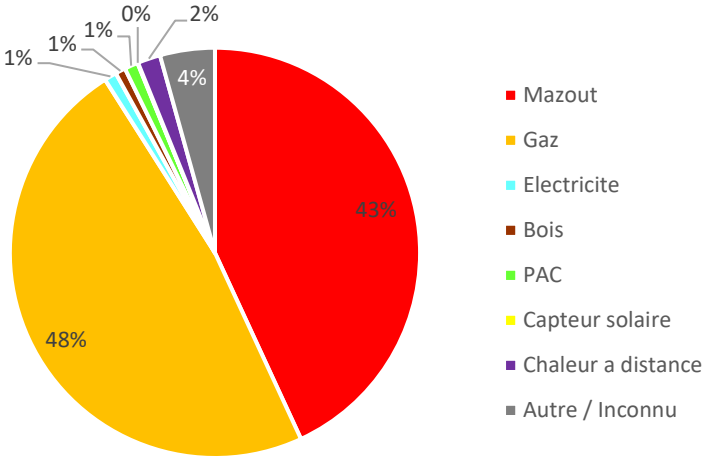


Figure 10 : Emissions de GES par agent énergétique

[10] *Cette comparaison doit toutefois être prise avec précautions, le bilan cantonal étant basé sur des données de l'année 2014, soit avant l'obligation pour les distributeurs de déclarer la provenance de l'ensemble de leur approvisionnement électrique.*

2.2.3 BÂTIMENTS PAR AGENT ÉNERGÉTIQUE

Le graphique ci-après montre la répartition par agent énergétique des bâtiments chauffés pour la chaleur à Saint-Maurice.

Nombre total de bâtiments chauffés (géolocalisés) : 1'199

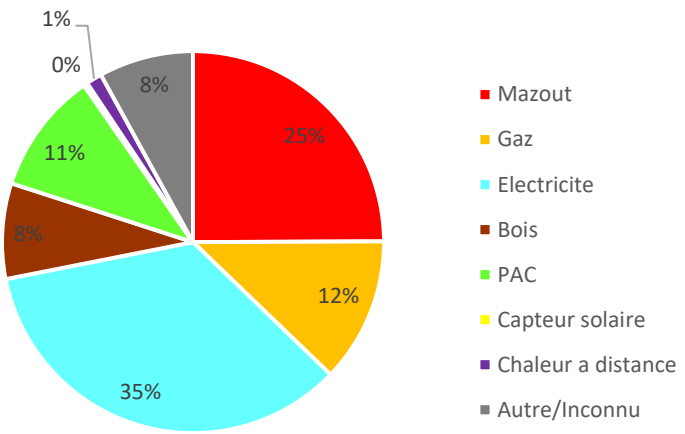


Figure 11 : Répartition du nombre de bâtiments en fonction de l'agent énergétique principal

2.3 PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DU PARC BÂTI

Dans l'analyse suivante, seuls les bâtiments de logements sont considérés, car ce sont les premières cibles pour la rénovation à l'échelle du territoire.

2.3.1 EPOQUES DE RÉFÉRENCE ET POTENTIEL DE RÉNOVATION

Nombre de bâtiments de logement :	1'115
SRE des bâtiments de logement :	450'877 m^2
Besoins de chaleur des logements :	69.6 GWh/an

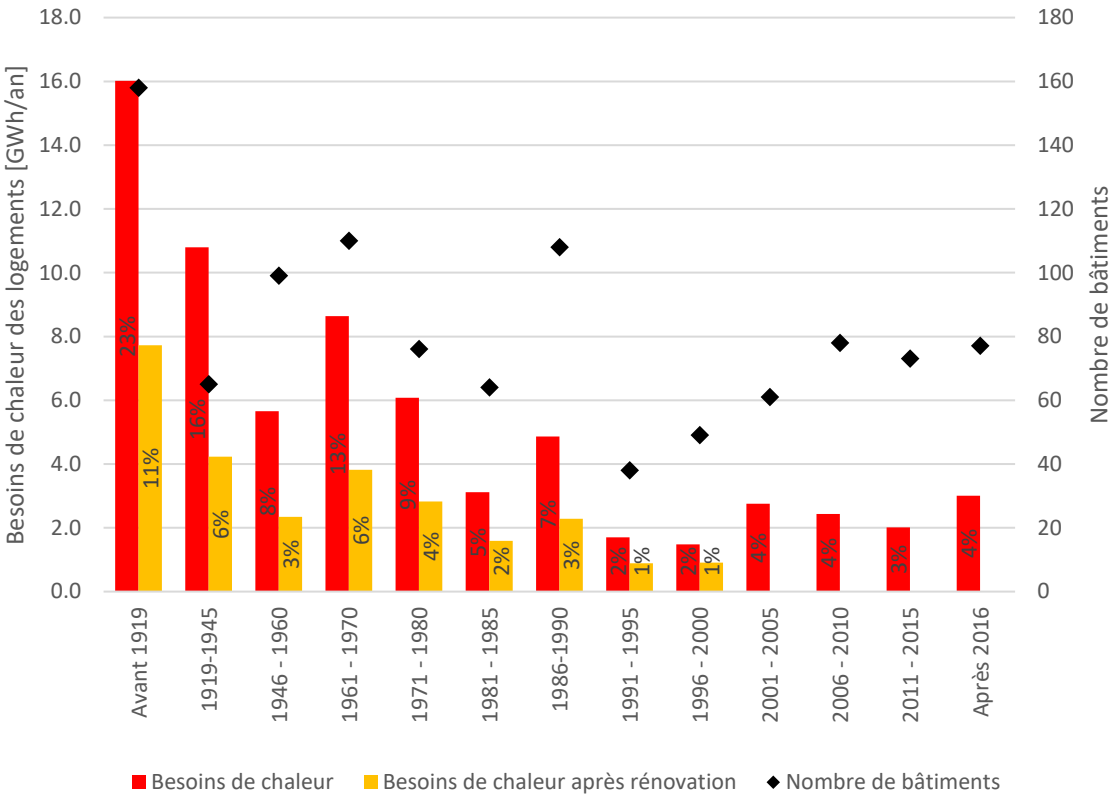


Figure 12 : Besoins de chaleur et potentiel de réduction par la rénovation des logements, par époque de référence

Le graphique de la *Figure 12* montre, pour les bâtiments à affectation de logement (collectif et individuel) et par époque de référence, le nombre de bâtiments, leurs besoins de chaleur ainsi que leurs besoins de chaleur après rénovation. Les besoins de chaleur après rénovation sont estimés sur la base de la norme SIA380/1 en vigueur aujourd'hui pour les constructions neuves majorée de 25% (facteur représentant les difficultées supplémentaires rencontrées pour atteindre de hautes performances énergétiques, par rapport à une construction neuve). Les pourcentages sont exprimés par rapport aux besoins de chaleur totaux des bâtiments de logement. La différence entre les besoins actuels et les besoins après rénovation montre un potentiel total de réduction des besoins par la rénovation de 46% des besoins actuels des logements[11].

2.3.2 COURBES CLASSÉES DES BESOINS DE CHALEUR

Le graphique de la *Figure 13* montre les courbes classées des besoins annuels de chaleur par bâtiments, en pourcentage du nombre de bâtiment, pour la Commune et le Canton[12]. Par soucis de lisibilité, les valeurs au-dessus de 200 MWh/an sont tronquées. Ces données concernent l'ensemble des bâtiments géolocalisés, toutes affectations confondues.

[11] Rapporté aux besoins de chaleur totaux (toutes affectations confondues), le potentiel de réduction des besoins par la rénovation des logements est de 40%.
[12] Données 2015

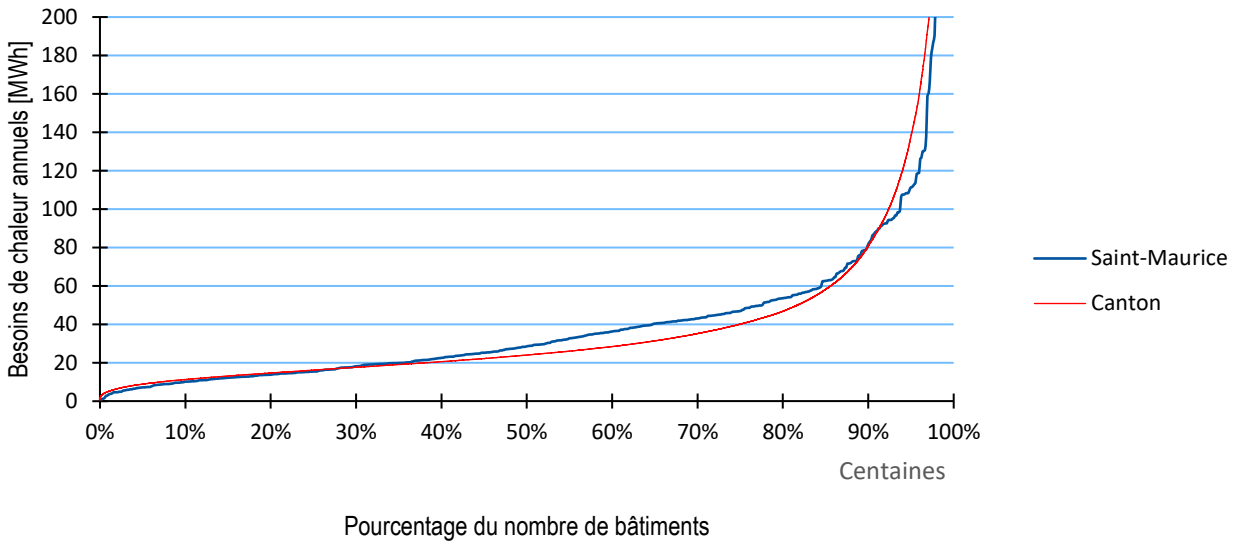


Figure 13 : Courbe classée des besoins de chaleur annuels (MWh) par bâtiment, pour la Commune et le Canton

Le graphique de la *Figure 14* montre les courbes classées des besoins spécifiques (rapportés à la SRE) annuels de chaleur par bâtiment (tronqués à 360 kWh/m² SRE), en pourcentage du nombre de bâtiments, pour la Commune et pour le Canton. Ces données concernent l'ensemble des bâtiments géolocalisés, toutes affectations confondues.

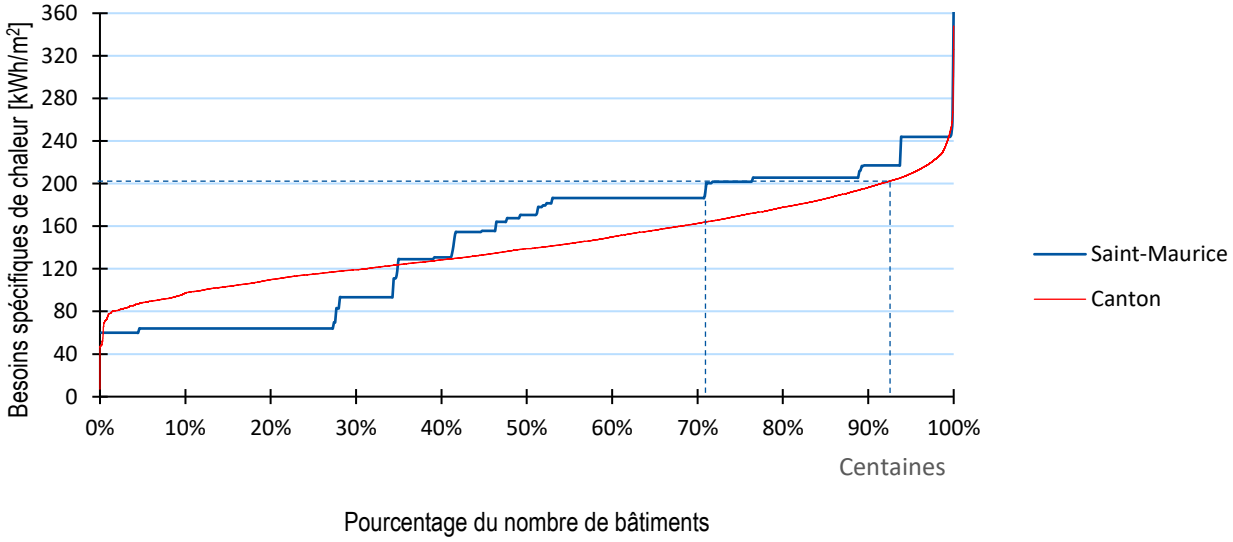


Figure 14 : Courbe classée des besoins de chaleur annuels spécifiques (MWh/m² SRE) par bâtiment pour la Commune et le Canton

Les *Figure 13 et Figure 14* permettent de visualiser les distributions des besoins et des besoins spécifiques de chaleur des bâtiments à travers le parc bâti de la commune, et de les comparer à celles du Canton. Par exemple, sur la *Figure 14*, on constate que plus de 70% des bâtiments ont un besoin spécifique annuel de chaleur inférieur à 200 kWh/m² alors que cette part est de plus de 90% sur l'ensemble du Canton. La performance énergétique des bâtiments de la Commune est donc moins bonne que la moyenne cantonale, ce qui peut notamment s'expliquer par le nombre élevé de bâtiments datant des années 90 et avant.

2.4 DENSITÉ DES BESOINS DE CHALEUR DU PARC BÂTI

La carte de la *Figure 15* montre la densité des besoins de chaleur actuels du parc bâti à la maille hectométrique. Cet indicateur est particulièrement utile pour l'appréciation du potentiel de développement des réseaux thermiques. On constate qu'une part importante du centre-ville de Saint-Maurice présente une densité de besoins de chaleur supérieure à 300 MWh/ha, seuil indicatif à partir duquel il est a priori justifié d'investiguer plus avant les opportunités de développement de réseaux thermiques. En l'occurrence, la Ville dispose depuis plusieurs années d'un CAD, couvrant une petite partie des zones les plus denses tel qu'illustré ci-dessous. Cet aspect est développé plus en détails au chapitre consacré au scénario énergétique.

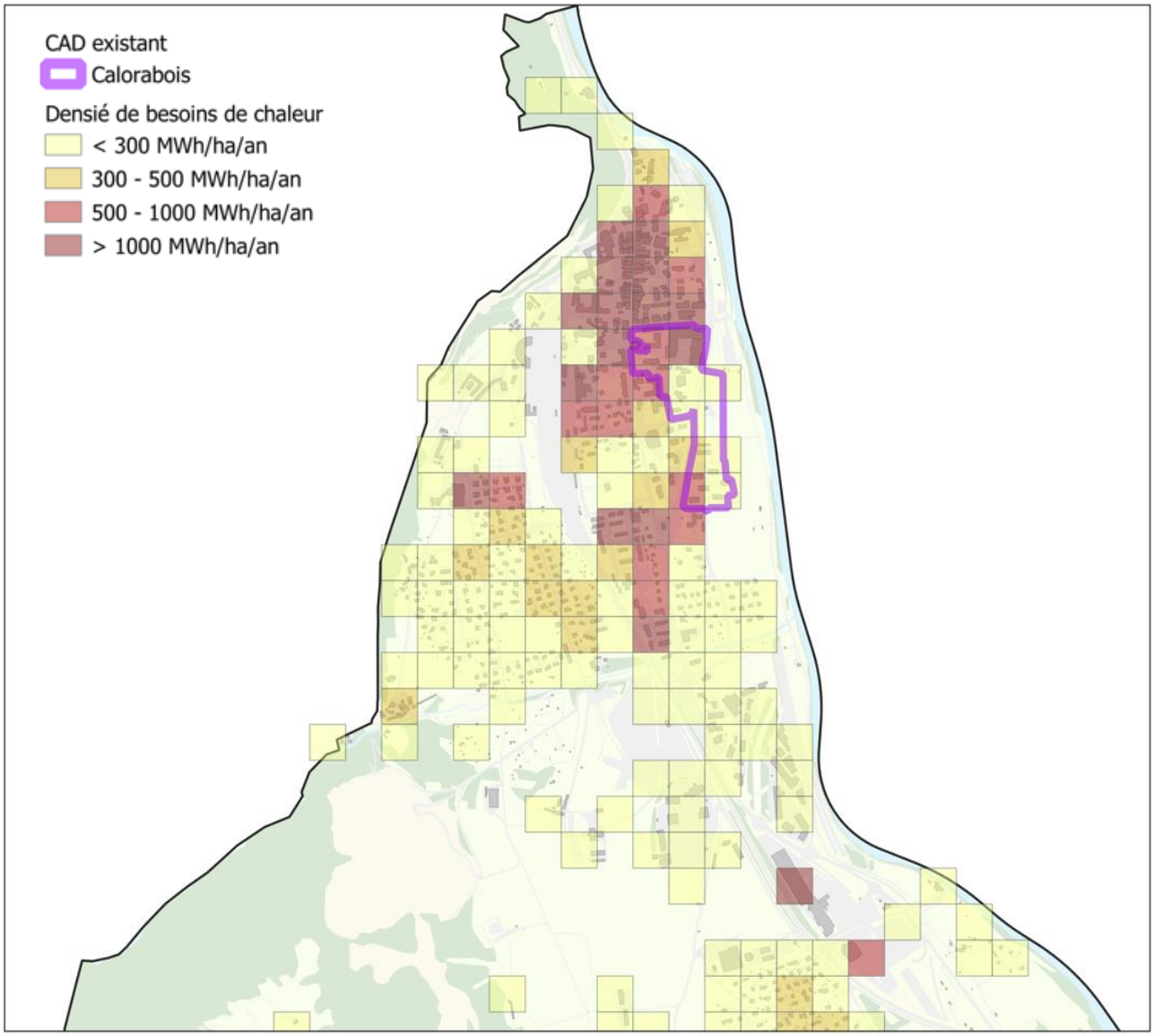


Figure 15 : Densités des besoins de chaleur par hectare et zone CAD existante

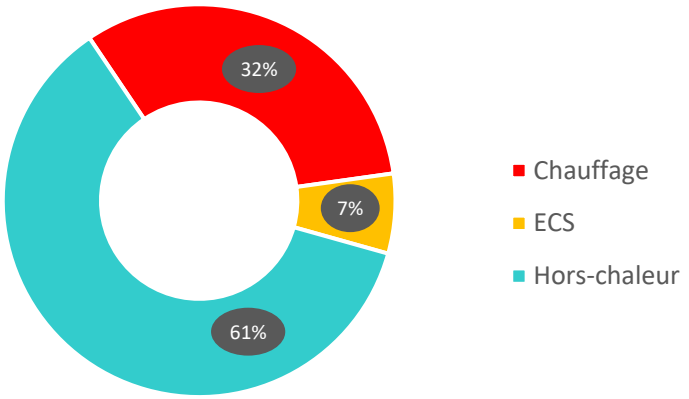
2.5 CONSOMMATION ET MARQUAGE D'ÉLECTRICITÉ

Les consommations électriques sont issues des données transmises par le fournisseur d'énergie (Genedis). L'année de référence des données est 2020. Dans le *Tableau 2*, une distinction est faite entre l'électricité consommée pour produire de la chaleur (chauffage ou ECS) incluse au bilan chaleur et l'électricité dite hors-chaleur. Les résultats produits dans cette partie concernent l'ensemble des consommations d'électricité (chaleur et hors-chaleur). La consommation d'électricité totale de Saint-Maurice (énergie finale) en 2020 est de 20.1 GWh.

Pour les consommateurs du marché captif (< 100 MWh/an) et du marché libre (> 100 MWh/an) qui se fournissent auprès de Genedis, les marquages communiqués par le fournisseur sont appliqués. Pour les clients en marché libre qui se fournissent auprès d'autres fournisseurs, le marquage du courant consommé n'est pas spécifiquement connu et cette consommation est représentée par la catégorie « Autres fournisseurs ». Les graphiques de la *Figure 16* montrent le marquage de l'électricité ainsi que la répartition de la consommation électrique en fonction des usages.

Consommation électrique totale

20.1 [GWh/an]



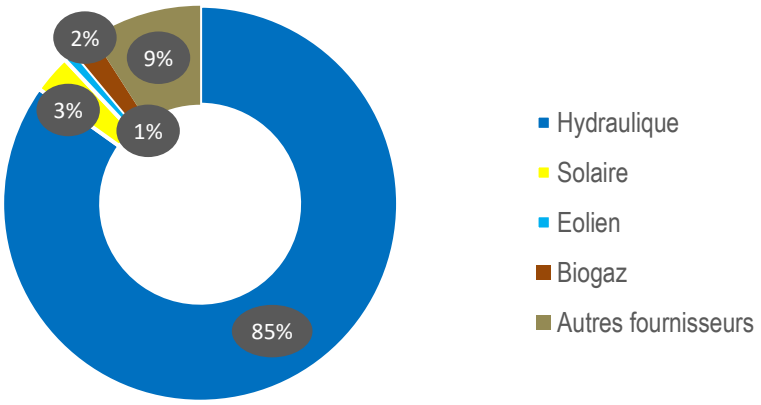


Figure 16 : Distribution des usages liés à l'électricité (haut) et marquage de l'électricité sur le territoire communal (bas)

La consommation électrique est essentiellement (61%) concentrée sur les usages hors-chaleur (service électrique, industries, éclairage public…). Les usages liés au chauffage (chauffages électriques directs et PAC) correspondent à environ un tiers de la consommation électrique sur le territoire et la consommation électrique pour la production d'ECS correspond à 7% de la consommation électrique totale.

3 PROJECTIONS DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES FUTURS DU PARC BÂTI

Dans un domaine comme la planification énergétique où les réalisations portent typiquement sur le long terme (bâtiments, infrastructures énergétiques), il est crucial de prendre en compte non seulement les besoins énergétiques actuels mais aussi ceux de demain. Cette partie présente la méthode, les hypothèses et les résultats de la simulation des besoins futurs appliqués au territoire.

La projection des besoins énergétiques d'un territoire est un exercice périlleux tant les paramètres en jeu sont nombreux et les interactions complexes. Par ailleurs, il est important de comprendre que l'idée n'est pas de prédire l'avenir mais de construire une image cohérente de l'évolution probable des besoins énergétiques du territoire, sur la base des connaissances actuelles et de certaines hypothèses. Cette image pourra ensuite être mise en regard avec les autres éléments de l'état des lieux afin de fournir une base pour l'établissement d'un scénario d'approvisionnement.

En pratique, l'évolution des besoins énergétiques du territoire est simulée à l'échelle de la parcelle en superposant aux besoins actuels des bâtiments existants, les effets de la rénovation et les besoins des nouvelles constructions. Cette approche est schématisée sur la *Figure 17*.

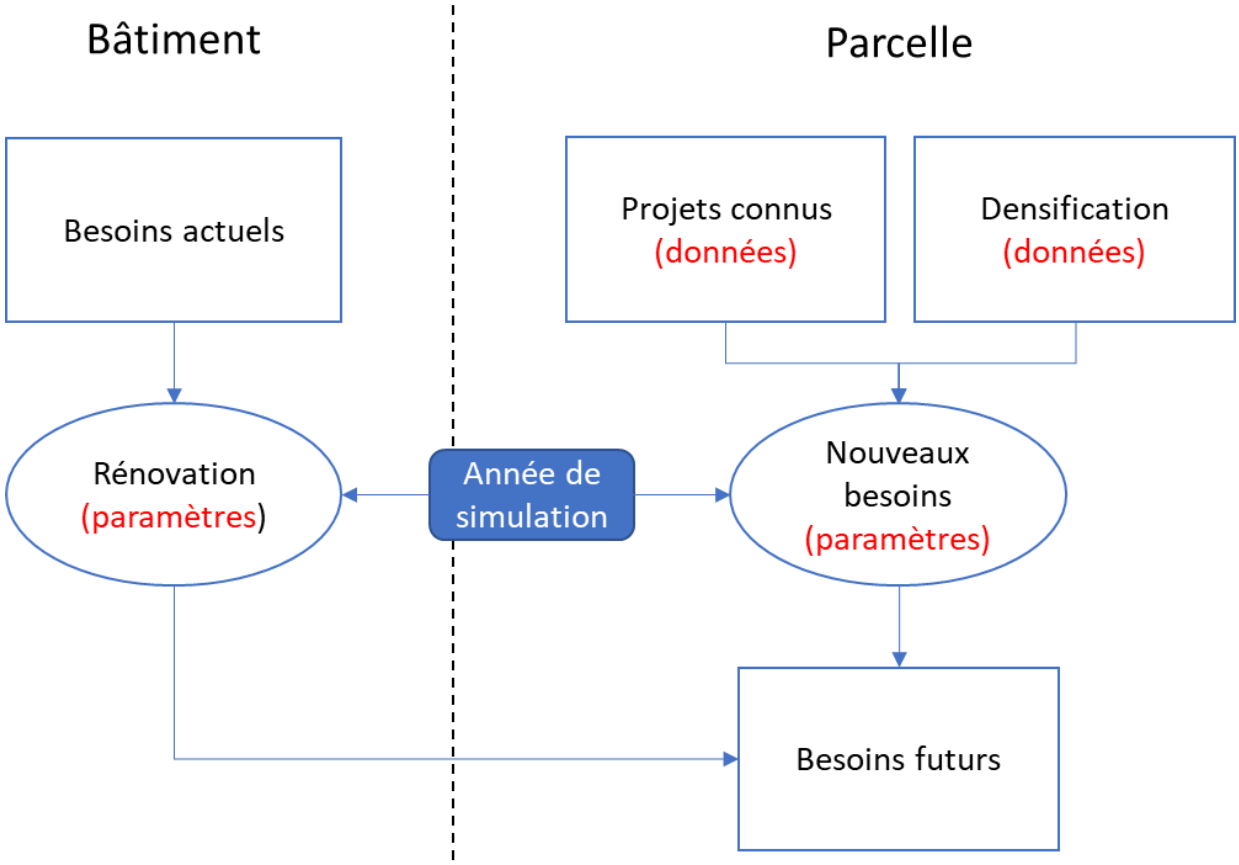


Figure 17 : Schéma de principe de la simulation des besoins futurs du parc bâti

L'horizon de simulation choisi est 2035, ce qui est cohérent avec la durée de validité des documents stratégiques du niveau communal (~15 ans) et qui présente l'avantage de coïncider avec un pointage intermédiaire des objectifs des visions cantonale et fédérale.

3.1 RÉNOVATION

Comme relevé au chapitre 2.3, la rénovation du parc existant recèle un important potentiel de réduction des besoins énergétiques. Cependant, la concrétisation de ce potentiel répond à une dynamique complexe et incertaine.

Afin de prendre en compte l'effet de la rénovation sur l'évolution des besoins énergétiques, un taux annuel de rénovation est appliqué. Pour la Suisse on considère le taux moyen d'environ 1% de la SRE rénovée par année. Ce même taux a été appliqué ici dans un premier temps pour visualiser l'effet sur les besoins de chauffage des bâtiments existants.

Finalement, la surface à rénover obtenue sur la base du taux de rénovation est distribuée sur le parc bâti existant de manière différenciée selon une clé de répartition qui dépend de la typologie des bâtiments. Par exemple, on considère que les bâtiments dont l'époque de référence est postérieure à 2000 ne sont pas rénovés sur la période de simulation. Le *Tableau 3* donne la part de SRE rénovée et l'évolution des besoins de chauffage pour ces deux cas de figure (les chiffres concernent uniquement les bâtiments existants en 2020). Les besoins d'ECS sont considérés comme constants et ne sont pas inclus ici.

Taux de rénovation annuel	SRE des bâtiments existants			Besoins de chauffage des bâtiments existants		
	Total [m²]	Rénovée [m²]	Part du total	2020 [GWh/an]	2035 [GWh/an]	Evolution de 2020 à 2035
1%	545'269	83'952	15%	70.8	59.5	-16%

Tableau 3 : Effet de la rénovation sur les besoins de chauffage des bâtiments existants (valeurs arrondies)

3.2 DÉVELOPPEMENT URBAIN

Comme le montre la *Figure 17*, la simulation des besoins des nouvelles constructions consiste en l'intégration des données liées aux projets de nouvelles constructions transmises et une simulation de la densification des parcelles, basée sur les dispositions de Plan d'affectation des zones.

La SRE additionnelle relative aux projets de développement urbain connus est intégrée, à l'échelle de la parcelle, d'après les informations fournies par la Commune (parcelles concernées, surface de plancher ou densités, types d'affectations, mode constructif, année de livraison)[13]. Les paramètres fournis de ces projets sont donnés à l'annexe V.

Les parcelles qui n'ont pas encore fait l'objet de démarches de planification ou de mise à l'enquête sont donc simulées sur la base de la réserve de surface à bâtir. Cette réserve est estimée pour chaque parcelle à partir des données de développement urbain fournies par la Commune (plans d'affectations, règlement de construction et étude du périmètre d'urbanisation). Les paramètres utilisés pour la simulation sont résumés à l'Annexe V.

Les nouvelles surfaces sont obtenues sur la base de la réserve estimée et d'un taux de saturation à l'horizon de simulation. Le taux de saturation est défini de sorte que l'augmentation de SRE liée à la densification soit cohérente avec l'augmentation des habitants prévue pour la Commune par le plan directeur cantonal à l'horizon 2035.

L'augmentation simulée de la SRE par l'effet de la densification (projets connus et densification) est d'environ 74'300 m² à l'horizon 2035 par rapport à 2020, soit une augmentation de +14%.

Le *Tableau 4* montre les besoins énergétiques des nouvelles constructions (projets connus et densification) à l'horizon 2035 en considérant le standard de construction projeté s'il est connu, ou un standard de construction correspondant à la norme SIA 380/1 dans le cas contraire. En première approximation, les valeurs du standard de construction considéré sont majorées de 20%. Cette majoration vise à tenir compte de l'existence d'un gap de performance entre les valeurs planifiées et les valeurs mesurées à l'exploitation (Khoury, Hollmuller, Lachal, Schneider, & Lehmann, 2018).

[13] *Si des projets sont encore mal définis à ce stade, on extrapole leurs caractéristiques probables en fonction de la zone et du contexte local.*

	2035		
SRE supplémentaire [m²]	74'300 (+14%)		
Besoins énergétiques additionnels [GWh/an]	Chauffage	ECS	Electricité (hors-chaleur)
	4.1	1.3	2.2

Tableau 4 : Synthèse des besoins futurs pour les nouvelles constructions

3.3 EVOLUTION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES

Le *Tableau 5* montre l'évolution des besoins énergétiques calculés sur la base des résultats de la simulation de l'évolution du parc bâti (rénovation et nouvelles constructions). Concernant l'ECS et l'électricité hors chaleur, aucune évolution, par rapport à la situation actuelle, n'est considérée pour les constructions existantes.

	2020	2035	Variation
SRE [m²]	545'270	619'576	+14%
Besoins de chauffage [GWh]	70.8	74.9	+6%
Besoins d'ECS [GWh]	9.1	10.4	+14%
Total chaleur [GWh]	**79.9**	**85.3**	**+7%**
Besoins d'électricité (hors chaleur) [GWh]	**19.8**	**22**	**+11%**

Tableau 5 : Détail de l'évolution des besoins énergétiques

On constate que les besoins de chauffage et d'ECS augmenteront d'ici à 2035 de 7% en 2035 par rapport à 2020, en raison d'une augmentation de la SRE de 14%. Cette augmentation est toutefois limitée grâce à la rénovation.

Les *Figure 18* et *Figure 19* montrent l'évolution des densités des besoins de chaleur par zone du plan d'affectation entre 2020 et 2035. On ne constate pas de changements majeurs au niveau des densités. Les centres déjà fortement bâtis tendent à voir la densité des besoins augmenter légèrement par la densification du bâti et leur nombre tend à augmenter également.

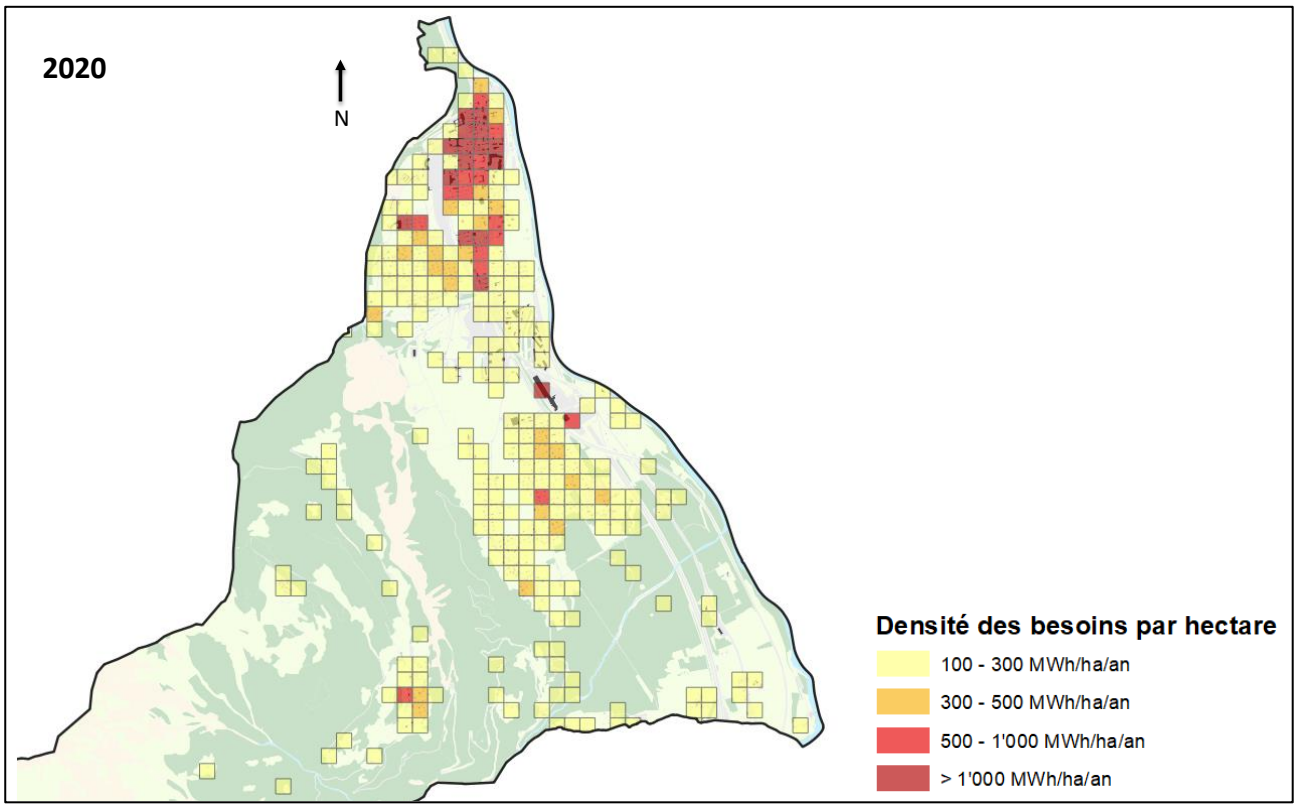


Figure 18 : Densités des besoins de chaleur estimés par hectare (2020)

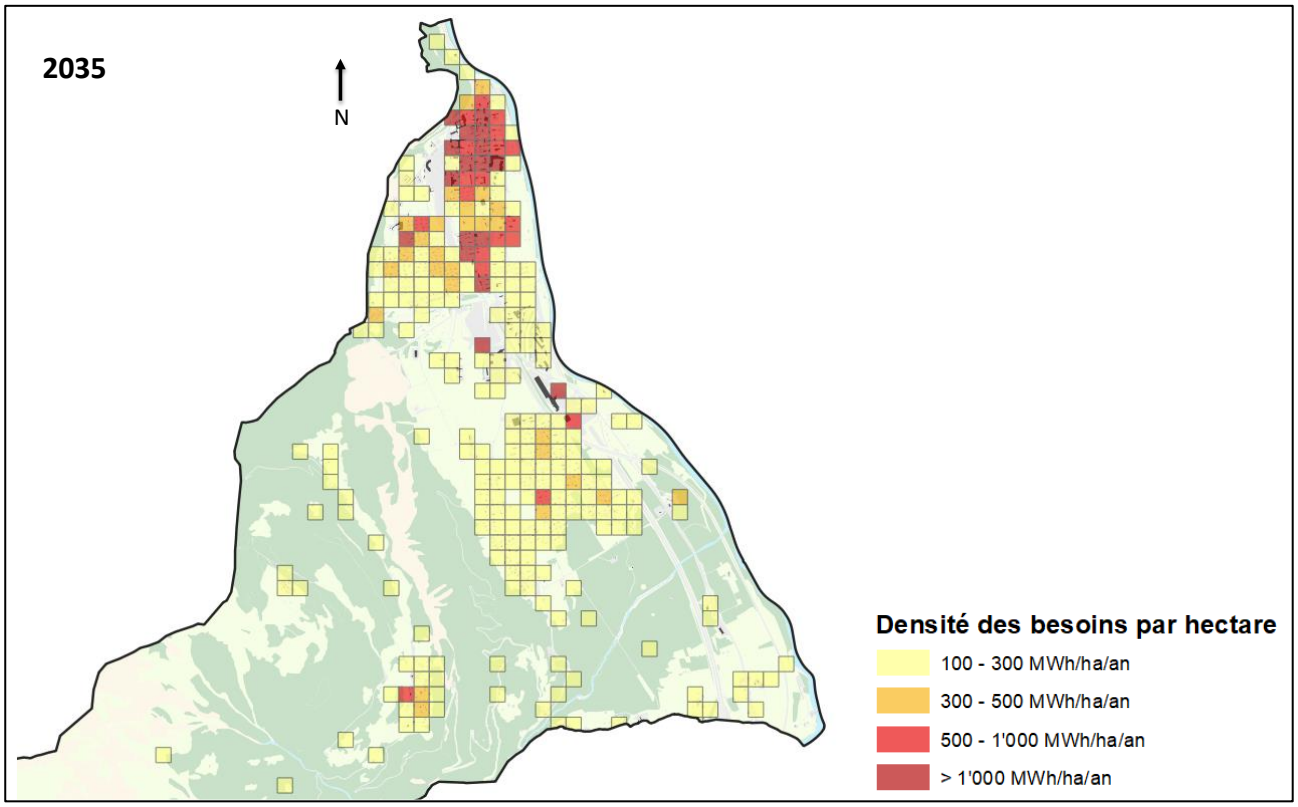


Figure 19 : Densités des besoins de chaleur projetés par hectare (2035), taux de rénovation 1% par an

4 IDENTIFICATION DES RESSOURCES ET INFRASTRUCTURES

4.1 SYNTHÈSE DU POTENTIEL THÉORIQUE DES RESSOURCES LOCALES

Le tableau suivant résume les potentiels théoriques énergétiques identifiés sur le territoire communal. Sauf mention particulière, le potentiel énergétique correspond au potentiel mobilisable (énergie pouvant être techniquement exploitée). Les valeurs sont toutefois à prendre avec précaution car elles dépendent de sources très hétérogènes et de qualité variable, prenant en compte ou non les possibles variations saisonnières. Les hypothèses d'estimation du potentiel des ressources sont détaillées à l'Annexe IV.

Par ailleurs, les potentiels identifiés n'intègrent pas, à ce stade, de considérations économiques liées à leur exploitation. Des études technico-économiques sont donc recommandées afin d'affiner l'étude des potentiels économiquement exploitables.

	Nature de l'énergie	Potentiel énergétique	Remarques	Valorisation actuelle connue
Chaleur				
Environnement	Solaire thermique	20 GWh/an (données OFEN)	Potentiel mobilisable en tenant compte des toitures intéressantes, bien exposées et des bâtiments non protégés ayant des besoins de chaleurs et d'ECS (cf. hypothèses).	0.6 GWh/an (données OFEN)
	Aérothermie	Non limitant	La ressource (air ambiant) n'est pas limitante. Pour ce type d'exploitation se sont les facteurs technico-économiques et réglementaires qui priment. (Analyse qualitative, NCSA)	Eau : 4.7 GWh/an (Abbaye et Collège) Indéterminé : 3 GWh/an **Total : 7.7 GWh/an** (estimation NCSA selon état des lieux du parc bâti)
	Géothermie à faible profondeur : SGV	45 GWh/an (estimation NCSA)	Potentiel mobilisable maximal qui tient compte des surfaces libres de construction en zone à bâtir non soumises à une interdiction (cf. hypothèses).	
	Hydrothermie sur eaux souterraines	Nappe : Non quantifié Sources de la Croix : 5 – 12 GWh/an (selon débit techniquement soutirable, rapport BEG)	Au vu de la présence d'une nappe phréatique dans toute la plaine du Rhône, il peut y avoir un potentiel non négligeable. Celui-ci dépend entre autres de la qualité des eaux, qui n'est pas connue sur l'ensemble du territoire. Les PAC eau-eau déjà présentes témoignent néanmoins de la faisabilité technique (Analyse qualitative).	
	Hydrothermie sur les eaux de surface	Non quantifié	Le Rhône représente une ressource dont le potentiel est important. Une étude du Canton[14], datant de 2014, a chiffré un potentiel théorique de 50 Wh pour la région de Monthey/St-Maurice. Pour ce type d'exploitation ce sont les facteurs technico-économiques et réglementaires qui priment. Les futurs travaux de la 3e correction du Rhône peuvent constituer une opportunité pour mettre en place de tels systèmes. La proximité entre le fleuve et la zone bâtie est également un avantage pour la concrétisation de ce potentiel.	Aucune

[14] *TENSIDE - Territorial ENergy System Integration DEmonstrator - Phase de Conception, juin 2014 dans le cadre du programme the ark energy*

	Géothermie moyenne/grande profondeur	Aucun	Les forages exploratoires menés par l'AGEPP à Lavey ont révélé un débit d'eau insuffisant pour permettre une concrétisation du projet, a fortiori un approvisionnement en chaleur à St-Maurice.	Aucune
Rejets de chaleur	Rejets thermiques industriels	Aucun	Aucune entreprise susceptible de produire des rejets significatifs n'a été identifiée sur le territoire. La récupération de chaleur sur des groupes de froid commerciaux, à l'interne ou à l'échelle de quelques bâtiments voisins, reste néanmoins possible.	Aucune
	Eaux usées : récupération de chaleur en sortie de STEP	~1 GWh	Estimation NCSA selon débits 2020. A noter que le projet de régionalisation de la STEP à Monthey rendrait cette possibilité caduque.	Aucune
	Eaux usées : récupération de chaleur sur conduites d'eaux usées	Non quantifié	La valorisation de la chaleur sur les conduites d'eaux usées est possible lorsque les caractéristiques du réseau s'y prêtent (longueur > 20m, diamètre >= 80 cm et contenu = eaux usées ou/et mixtes). Des études technico-économiques plus détaillées devraient être menées, notamment pour évaluer la quantité d'énergie récupérable, tout en conservant une température suffisante pour assurer le fonctionnement correct de la STEP en aval. Pour les collecteurs présentant un débit par temps seconde minimum de 10 l/s, les possibilités de récupération de chaleur devraient être systématiquement envisagées en cas de remplacement (assainissement ou mise en séparatif du réseau). (Analyse qualitative, NCSA)	Aucune
	Eaux usées : récupération de chaleur en sortie de bâtiments	Non quantifié	La récupération de chaleur en sortie de bâtiments est une technologie relativement récente. Elle est appliquée généralement dans le cadre de nouvelles constructions comportant plus de 40 logements. (Analyse qualitative, NCSA)	Aucune
Biomasse et déchets	Bois-énergie des forêts locales	5 - 9 GWh / an (estimation NCSA)	Potentiel total mobilisable correspondant au volume de plaquettes forestières communiqué par le triage forestier (8-9'000 m3 avec un potentiel de 7000 à 1000 kWh/m3)- Une partie de la production actuelle alimente le système de Calorabois. Cette valeur ne prend pas en compte les autres sources de bois (déchets notamment) ou les possibilités d'import des communes environnantes. (Analyse qualitative, NCSA). Le potentiel cantonal est donné par le rapport de Forêt Valais 2019. 44'000 m3 sont disponibles sous forme de bois de feu, et 46'000 m3 sous forme de restes d'exploitation, correspondant à 16'000 m3 de plaquettes. Il s'agit dans ce cas de quantités exploitables dans les conditions	11 GWh (analyse NCSA sur la base de l'état des lieux du parc bâti, CAD compris)

			actuelles du marché. Elles sont donc susceptibles de varier, par exemple en cas d'engagement politique en faveur de l'exploitation de cette ressource.	
	Déchets urbains via CCF	0.3 GWh (potentiel actuel)	Estimation NCSA selon tonnages de la Commune, au prorata de la production SATOM	0.3 GWh
	Déchets verts via méthanisation	0.02 GWh (potentiel actuel)	Estimation NCSA selon tonnages de la Commune, au prorata de la production SATOM (Villeneuve)	0.02 GWh
	Boues de STEP	0.004 GWh (potentiel actuel)	Estimation NCSA selon tonnages de la Commune, au prorata de la production SATOM	0.004 GWh
Electricité				
Environnement	Solaire PV	Toitures : ~37 GWh/an Façades : ~7 GWh/an	Potentiel mobilisable en tenant compte des toitures intéressantes, bien exposées (catégorie bonne à excellente du cadastre toit-solaire.ch)	2.1 GWh/an données Genedis, 2020)
	Eolien	Faible	Aucun projet d'installations éoliennes n'est connu et le territoire de St-Maurice n'englobe aucune zone d'intérêt identifiés par l'OFEN, ni du Plan Directeur cantonal.	Aucune
	Hydroélectricité sur les eaux de surfaces	À étudier	Les cours d'eau situés sur le territoire de St-Maurice (Mauvoisin, St-Barthélémy), ne sont actuellement pas exploité mais présentent des débits et dénivelles intéressants. Une étude détaillée, en collaboration avec les Communes d'Evionnaz et Vérossaz, est nécessaire pour chiffre leur potentiel, compte tenu des contraintes techniques et environnementales.	Aucune
	Hydroélectricité sur le réseau d'eau potable	~1.9 GWh (Production estimée de la centrale de la Rasse)	L'essentiel des potentiels hydroélectriques identifiés sont déjà valorisés. (Analyse qualitative)	~1.9 GWh (Production estimée de la centrale de la Rasse)
	Hydroélectricité sur les eaux usées	Faible	Le turbinage des eaux usées, plus coûteux que les eaux claires, ne devient intéressant que lorsqu'une STEP traite de grandes quantités d'eaux usées avec un débit relativement constant et une hauteur de chute suffisante. En l'occurrence, l'essentiel des d'eaux usées proviennent de la plaine et les volumes en provenance de Mex et Vérossaz très faibles (Analyse qualitative, NCSA)	Aucune
Biomasse et déchets	Bois-énergie (CCF)	Selon infrastructure mis en place	Le bois-énergie peut aussi être valorisé pour la production d'électricité par l'intermédiaire du couplage chaleur-force (CCF). Plusieurs technologies existent (moteur / turbine à gaz de bois, moteur à vapeur, cycle ORC). Considérant la puissance minimum de ce type d'installation (>100 kWel), elles sont typiquement intégrées à l'approvisionnement d'un CAD. Si le réseau Calorabois devait se développer (discuté au chapitre B), il serait pertinent d'étudier une telle infrastructure.	Aucune

	Déchets urbains via CCF	0.6 GWh (potentiel actuel)	Estimation NCSA selon tonnages de la Commune, au prorata de la production SATOM	0.6 GWh
	Déchets verts via méthanisation	0.03 GWh (potentiel actuel)	Estimation NCSA selon tonnages de la Commune, au prorata de la production SATOM (Villeneuve)	0.03 GWh
	Boues de STEP	0.007 GWh (potentiel actuel)	Estimation NCSA selon tonnages de la Commune, au prorata de la production SATOM	0.007 GWh

Tableau 6 : Synthèse du potentiel des ressources locales

4.2 INFRASTRUCTURES ÉNERGÉTIQUES

4.2.1 RÉSEAUX THERMIQUES (CAD)

L'association Calorabois exploite aujourd'hui sur le territoire de la Commune de Saint-Maurice un réseau de chauffage à distance, sur une partie du centre urbain, où les densités de besoins de chaleur sont élevées. La centrale de chauffe, implantée dans un local souterrain et alimentée au bois (avec appoint gaz), fournit de la chaleur aux bâtiments communaux (centre sportif, piscine et écoles) et plusieurs immeubles appartenant à la Bourgeoisie (48 appartements Minergie et 24 appartements standards). L'infrastructure actuelle fournit 4.3 GWh par an de chaleur (90% bois, 10% gaz), ce qui correspond à environ 5% de la consommation de chaleur actuelle du territoire.

Une extension du réseau est prévue pour alimenter l'EMS ainsi que quelques autres bâtiments à proximité de la centrale.

Au cours de l'étude, la SATOM a manifesté son intérêt pour développer son réseau de chaleur sur le territoire de St-Maurice, entres autres. Cette opportunité a été intégrée aux réflexions décrites dans la Partie B :

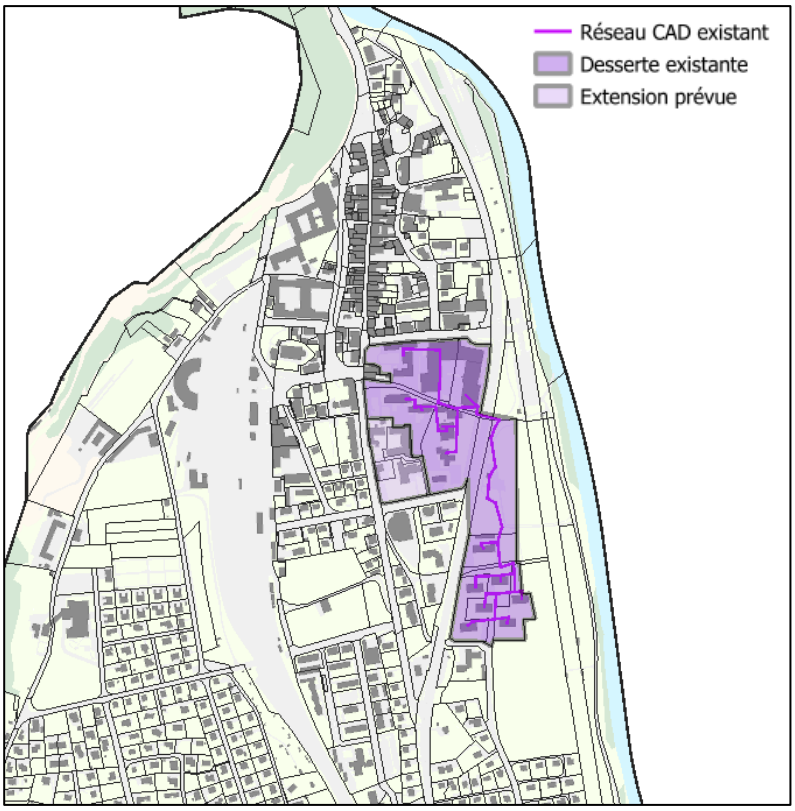


Figure 20 : Zones du réseau de chaleur de Saint-Maurice existant et extension prévue

4.2.2 STATION D'ÉPURATION

La station d'épuration de Saint-Maurice, située à Lavey-les-Bains, traite environ 150'000 m^3 d'eaux usées par an. Elle ne présente qu'un faible potentiel de valorisation de la chaleur d'environ 1 GWh (estimation NCSA). Ce potentiel n'est aujourd'hui pas valorisé.

4.2.3 RÉSEAU DE GAZ

La Commune de Saint-Maurice est équipée en plaine d'un réseau de gaz (*Figure 21*) exploité par la Société du Gaz de la Plaine du Rhône (Groupe Holdigaz) qui est en concurrence directe avec les renouvelables. Le réseau fournit aujourd'hui 36.4 GWh par an, soit 41% de la consommation de chaleur actuelle. Son évolution ne fait pas l'objet d'une planification particulière. Conformément aux stratégies cantonales et fédérales, son extension n'est pas permise. A terme, mis à part certaines applications industrielles spécifiques, peut présentes à St-Maurice, le réseau de gaz devrait disparaître.

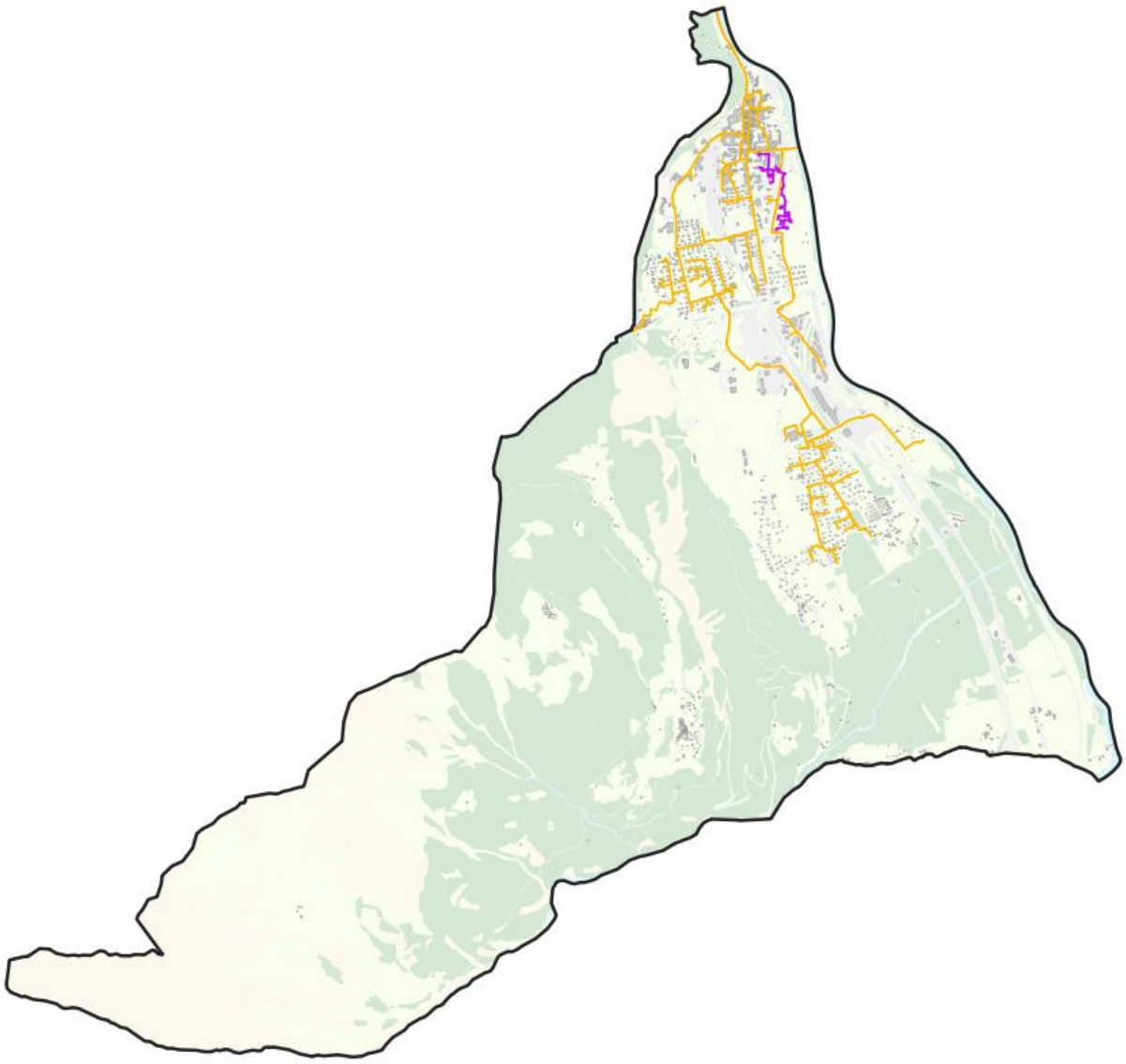


Figure 21 : Réseaux actuels de chaleur et de gaz

5 ENJEUX

L'état des lieux énergétique de la Commune a permis d'identifier les enjeux stratégiques suivants :

A. Mobilisation du potentiel d'économie d'énergie chaleur

La rénovation des bâtiments construits avant les années 2000 représente un potentiel théorique d'économie jusqu'à 40% des besoins de chaleur actuels ce qui en fait également un enjeu central.

B. Substitution des chauffages fossiles et électriques directs

Les systèmes individuels à énergie fossiles (mazout, gaz) couvrent encore près de 70% des besoins de chaleur et sont responsables de 92% des émissions de CO_2 liés à la chaleur. Leur substitution par des systèmes moins émetteur de CO_2 est un enjeu majeur. Par ailleurs, 6% des besoins de chaleur sont couverts par des chauffages électriques directs. Bien que pauvre en émissions de CO_2, cette utilisation peu efficace de l'électricité, représente un enjeu pour réduire la consommation d'énergie primaire.

C. Planification des infrastructures énergétiques

La majeure partie de la Ville présente une importante concentration de besoins de chaleur, propice au développement d'infrastructures de chaleur à distance, nouvelle ou en extension de l'existante. De telles infrastructures permettent généralement de fortement accélérer la transition, tout en valorisant des ressources renouvelables locales.

D. Valorisation des ressources renouvelables locales

Le potentiel des ressources renouvelables locales est important et sous exploité, en particulier l'énergie du sous-sol.

E. Production et autoconsommation d'électricité renouvelable locale

Le potentiel de production d'électricité renouvelable sur le territoire communal est important, en particulier le potentiel de production photovoltaïque décentralisée sur les bâtiments. La production décentralisée et l'autoconsommation d'électricité renouvelable locale représentent donc également un enjeu pour la Commune.

Partie B : LIGNES DIRECTRICES ET SCÉNARIO ÉNERGÉTIQUE

Les lignes directrices ont pour but d'apporter une réponse aux enjeux identifiés. Elles définissent les orientations stratégiques sur lesquelles la Commune va s'appuyer pour proposer un projet énergétique du territoire à moyen-long terme. La scénarisation permet de donner une image de la réalisation des lignes directrices en prenant en compte la diversité des possibilités et les incertitudes inhérentes aux exercices de planification. Le scénario énergétique est composé de paramètres et d'hypothèses portant chacun sur une ou plusieurs lignes directrices. Lorsque pertinent, des variantes du scénario sont proposées. La quantification du scénario permet soit de vérifier l'atteinte des objectifs fixés, dans le cadre d'une démarche « conduite par les objectifs », ou de fixer ces objectifs dans le cadre d'une démarche « conduite par les efforts ». L'horizon temporel pour la scénarisation est le même que celui de la projection des besoins futurs, à savoir 2035.

6 DÉFINITION DES LIGNES DIRECTRICES

Pour adresser les enjeux, trois lignes directrices ont été définies comme suit :

1. **Performance énergétique du parc bâti ;**
2. **Approvisionnement en chaleur ;**
3. **Approvisionnement en électricité.**

La première ligne directrice permet d'adresser directement l'enjeu **A**, mais influence aussi indirectement les enjeux **B**, **C** et **D**. En effet la rénovation du bâti existant va souvent de concert avec un changement des installations techniques et offre donc des opportunités pour la mise en œuvre de solutions basées sur les énergies renouvelables et le développement des réseaux CAD. La seconde ligne directrice adresse les enjeux **B**, **C** et **D**. Elle vise à définir la stratégie d'approvisionnement en chaleur permettant de substituer les énergies fossiles tout en valorisant les énergies renouvelables locales. La troisième ligne directrices adresse l'enjeu **E**.

7 PARAMÈTRES DE SCÉNARISATION

Dans ce qui suit, chacune des lignes directrices est mise en relation avec les hypothèses et paramètres entrant dans la construction du scénario.

7.1 LIGNE DIRECTRICE 1 : PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DU PARC BÂTI

Le scénario est basé sur la projection des besoins futurs présentée au chapitre 3. Les paramètres qui le caractérisent sont :

- Le taux annuel de rénovation moyen ;
- Le standard de construction pour les nouveaux bâtiments.

Le modèle de simulation de la rénovation prend en compte la typologie des bâtiments et notamment l'exemplarité des bâtiments communaux référencés, et les difficultés liées aux bâtiments protégés. D'autres facteurs peuvent influencer l'évolution de la consommation énergétique du parc bâti, par exemple : l'efficacité et le réglage des installations de chauffage ou encore le comportement et les habitudes de consommation. Si leur influence reste relativement marginale par rapport à la rénovation des bâtiments, leur impact reste significatif.

7.2 Ligne directrice 2 : Approvisionnement en chaleur

7.2.1 Ressources prioritaires pour l'approvisionnement des systèmes individuels

La transition des installations de production de chaleur à base d'énergies fossiles et de chauffage électrique direct par des énergies renouvelable repose d'une part sur les solutions individuelles de production de chaleur à partir des ressources renouvelables identifiées et d'autre part sur le développement des réseaux CAD alimenté par des énergies renouvelables. La *Figure 22* représente la carte de la disponibilité spatiale des ressources renouvelables définies comme prioritaires pour l'approvisionnement en chaleur par des systèmes individuels selon le scénario. Il s'agit de zones indicatives, basées sur les ressources théoriquement disponibles et autorisées. Les conditions locales à l'échelle d'une construction peuvent être variables.

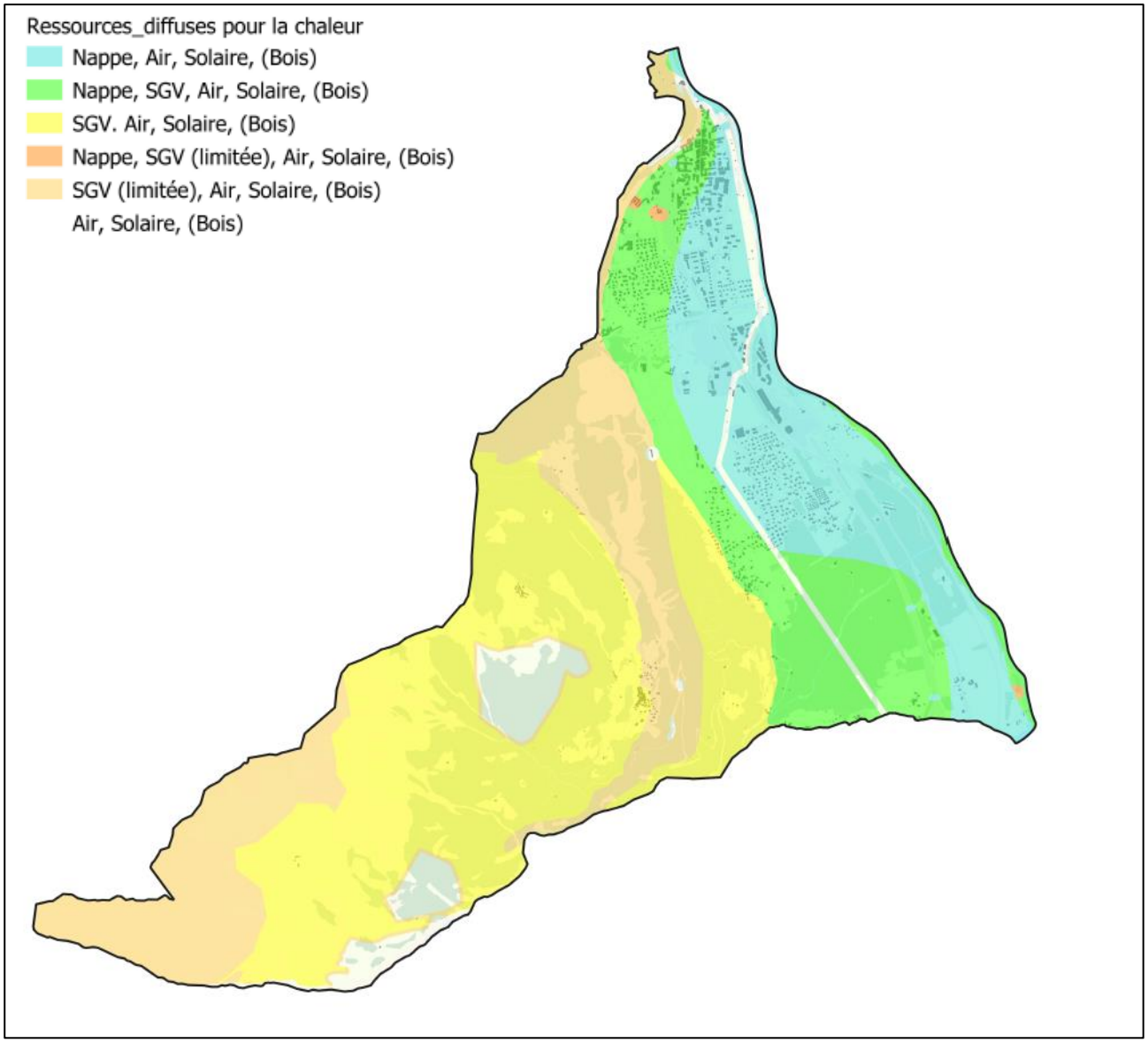


Figure 22 : Ressources prioritaires pour l'approvisionnement en chaleur par des systèmes individuels

7.2.2 Concepts de développement CAD

Avant d'intégrer es projets de partenaires externes, les zones pertinentes pour le développement d'un ou plusieurs CAD, ont été identifiés et sont présentées par la *Figure 23*.

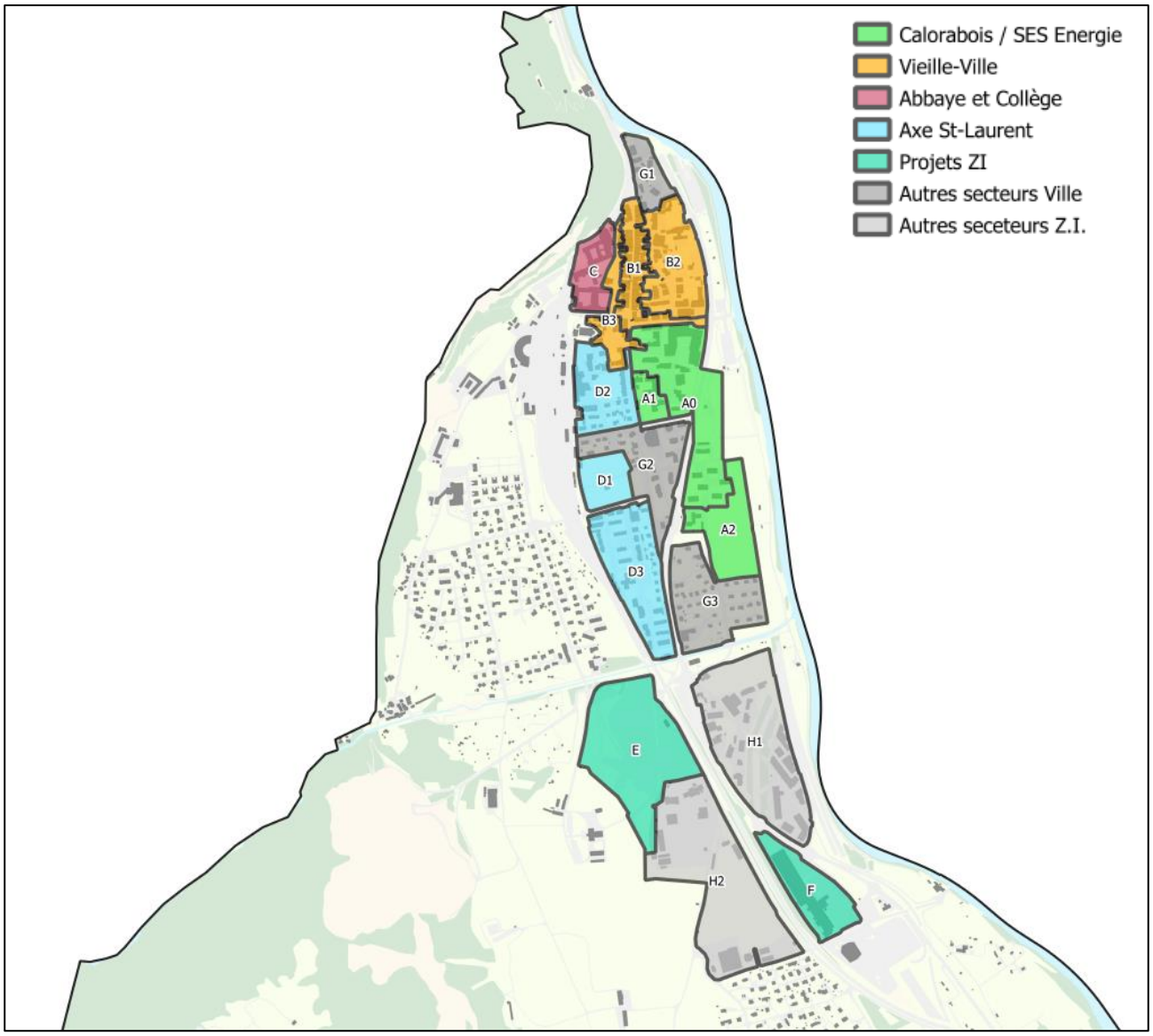


Figure 23 : Zones de développement CAD proposées dans le cadre du mandat

Les **zones A** correspondent au déploiement actuel du réseau Calorabois / SES Energie (A0), son extension prévue (A1) et une seconde extension naturelle (A2), couvrant le reste du Plan de Quartier des Îles, dont la partie nord est déjà approvisionnée par le réseau.

Les **zones B**, regroupent le centre historique, avec trois axes majeurs de développement : la Grand-Rue (A1), la Rue St-François (A2) et l'Avenue d'Agaune (A3). Ces trois secteurs se caractérisent par du bâti ancien, relativement compact et principalement alimenté au gaz et au mazout. Celles-ci pourraient être alimentés par une extension du réseau existant (moyennant des chaudières supplémentaires), par une extension de celui de l'Abbaye (utilisant l'énergie de la Source de la Croix, pas complètement exploitée, combinée à une autre énergie) ou par un système indépendant.

La **zone C** concerne l'Abbaye et le Collège, qui bénéficient déjà d'un système centralisé. Avec le rachat de l'établissement, le Canton souhaiterait se désolidariser du système actuel. Dans ce cas, le Collège pourrait être relié à la partie Vieille Ville.

Les **zones D**, regroupées sous le vocable « axe St-Laurent », regroupent deux zones d'immeubles, autour du PQ St-Laurent (D1), qui constitue une opportunité pour installer une centrale de chauffe, a minima pour ses propres constructions, au mieux surdimensionnée pour desservir toute la zone. La construction d'un nouveau bâtiment public est prévue dans la zone D2, qui pourrait également abriter une centrale de chauffe.

Les **zones F et G** concernent respectivement les zones de développement de l'Île d'Épine et des Perris. Afin d'exploiter au mieux les ressources, il convient de coordonner l'approvisionnement en énergie lors du développement de ces zones.

Dans une perspective plus large, ou à plus long terme, les zones intermédiaires moins denses pourront également être raccordées, conduisant à un système global interconnecté, que ce soit en Ville (**G1 à G3**) ou dans la zone d'activités existante (**H1**) ou la zone en développement des Marais (**H2**).

Le reste du territoire ne présente pas d'opportunités majeures de développement de réseaux. Des collaborations entre quelques bâtiments restent néanmoins possibles au cas par cas, notamment dans les centres de Mex et d'Epinassey.

Le détail des taux de couverture et de l'approvisionnement considérés dans les scénarios est donné au chapitre 8.1.

7.2.3 Taux de substitution des énergies fossiles

En plus de la disponibilité spatiale des ressources et des données de développement des réseaux thermiques, le paramètre qui caractérise cette seconde ligne directrice (approvisionnement en chaleur renouvelable) est le taux de substitution des installations existantes. Par substitution, on entend le fait de remplacer un système de production de chaleur à mazout, à gaz ou électrique direct par le raccordement à un réseau thermique ou par un système individuel basé (entièrement ou en partie) sur les ressources renouvelables identifiées. Cette décision, qui revient aux propriétaires, intervient le plus souvent quand l'installation existante arrive en fin de vie. Le taux auquel cette substitution se produit dépend donc de la durée de vie des installations mais d'autres facteurs peuvent entrer en ligne de compte comme le cadre légal et réglementaire, les incitations (subventions), le développement d'infrastructures (réseaux thermiques), le taux de rénovation et, bien sûr, la motivation des propriétaires. A titre d'exemple, un taux de substitution moyen de 3% par an implique une substitution complète des systèmes individuels à énergie fossile, pour du renouvelable, après 33 ans.

7.2.4 Pondération des ressources

Lors de la substitution d'une installation existante ou de la construction d'un nouveau bâtiment, le propriétaire peut choisir entre plusieurs systèmes de production de chaleur basés (entièrement ou en partie) sur les ressources prioritaires identifiées. Ce choix dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels figurent par exemple : la disponibilité spatiale des ressources et réseaux, le niveau de température de distribution de chaleur, le cadre réglementaire, les conditions économiques (coût d'investissement, subventions, coûts opérationnels) et la sensibilisation aux enjeux énergétiques. Dans le cas où plusieurs solutions sont possibles, le scénario intègre une logique de répartition des ressources basée sur une pondération définie de façon à refléter une évolution plausible.

7.3 Ligne directrice 3 : Approvisionnement en électricité

Comme démontré dans l'état des lieux, l'approvisionnement électrique est déjà majoritairement renouvelable (> 90%). En revanche, une marge de progression existe sur le terrain de la production, de l'autoconsommation d'électricité photovoltaïque et l'approvisionnement des clients sur le marché libre (> 100 MWh). Pour cet axe directeur, deux hypothèses caractérisent un scénario : le marquage de l'électricité importée et la production électrique locale (exploitation du potentiel local et taux d'autoconsommation).

7.3.1 Marquage électrique

Le marquage électrique sur le territoire communal est actuellement complètement renouvelable pour les clients Genedis. En revanche, la qualité de l'approvisionnement des consommateurs du marché libre est inconnue. Une marge de manœuvre existe en termes de sensibilisation et d'incitation afin de maintenir ou améliorer l'état actuel.

7.3.2 Production électrique locale

Le potentiel de production électrique locale repose principalement sur le solaire photovoltaïque. Le choix d'installer ou non des panneaux photovoltaïques sur un bâtiment revient au propriétaire. Mais ce choix dépend également d'autres facteurs comme le cadre réglementaire, les incitations ou la sensibilisation aux enjeux énergétiques. La production locale considérée pour un scénario est définie par deux facteurs : le taux d'exploitation du potentiel photovoltaïque identifié (cf. 4.1) et le taux d'autoconsommation de cette production[15]. La valorisation des autres potentiels de production électrique locale identifiés et quantifiés est également prise en compte dans la quantification du scénario sur la base des hypothèses présentées au chapitre 4.1. L'étude des autres sources potentielles d'énergie est néanmoins recommandée.

8 Quantification du scénario énergétique

8.1 Variantes

Deux variantes du scénario énergétique ont été élaborées, l'une « minimale » et l'autre « objectifs ». Les paramètres de ces deux variantes sont résumés dans le *Tableau 7*. Elles constituent deux évolutions possibles, compte tenu des différents potentiels et opportunités identifiés. La variante « minimale » correspond, en termes de rénovation et substitution, à une progression selon la tendance actuelle. La variante « objectifs » se distingue de la variante « minimale » en ceci qu'elle repose sur une prise en main de la stratégie plus appuyée pour viser les objectifs-cadres 2000W. Elle suppose donc une politique énergétique et des mesures plus volontaristes.

En ce qui concerne les réseaux de chaleur, la variante minimale envisage un développement par blocs, menés par la Commune et des partenaires, tandis que la variante « objectifs » est plus ambitieuse, pré-supposant un apport d'énergie externe important (incinération des déchets de Satom ou géothermie de Lavey[16]).

[15] En raison de la particularité du réseau électrique qui ne peut pas stocker d'énergie, la part de production locale réinjectée sur le réseau ne réduit pas les importations. Même si en pratique la production sera consommée localement, le jeu des certificats fait que l'approvisionnement des bâtiments alentours dépendra du marquage.

[16] Note : à ce stade des réflexions, les résultats de l'étude géothermique à Lavey n'étaient pas encore connus.

	Variante minimale		Variante objectifs	
Taux de rénovation annuel moyen[17]	1% (moyenne nationale)		1.5%	
Taux de rénovation annuel (zones protégées)	0.5%		0.75%	
Standard de construction et gap de performance[18]	SIA 380/1 + 20%		Minergie +10%	
Réduction de la demande thermique (optimisation et comportement)[19]	0%		10%	
Réseaux thermiques (valeurs à l'horizon 2035)	Taux de raccordement	Approvisionnement	Taux de raccordement	Approvisionnement[20]
Actuel et extensions prévue (A0, A1)	100%	CCF Bois	100%	Incinération des déchets ou géothermie
PQ les Îles Sud (A2)	100%		100%	
Vieille-Ville (B1, B2, B3)	40%	PAC source de la Croix + complément CCF bois	70-80%	
Abbaye et Collège (C)	100%	PAC Source de la Croix	100%	
Axe St-Laurent (D1, D2, D3)	PQ :100% global : 40%	CCF Bois	60-70%	
Zones supplémentaires Ville (G1, 2, 3)	-	Systèmes individuels	40%	
Les Perris (E)	-		100%	Géothermie ou déchets
Île d'Épines (F)	-		100%	
Zones supplémentaires Z.I. (H1, H2)	-		40%	
Taux de substitution annuel moyen des installations fossiles	2%		3%	
Réduction de la demande électrique (efficacité et comportement)[21]	0%		5%	
Taux d'exploitation du potentiel PV (en 2035)	15%		25%	
Taux d'autoconsommation de la production PV (en 2035)	30%		40%	
Marquage électrique (en 2035)	100% renouvelable (clients captifs)		100% renouvelables (tous clients)	

Tableau 7 : Paramètres des variantes du scénario

8.2 IMPACT SUR LES BILANS D'APPROVISIONNEMENT

8.2.1 APPROVISIONNEMENT EN CHALEUR

[17] *Taux annuel moyen considéré depuis 2020.*
[18] *Voir chapitre 3.2*
[19] *En 2035 par rapport à 2020*
[20] *La source soulignée est celle considérée dans les calculs. A ce stade, on imaginait, si le potentiel était confirmé, approvisionner par géothermie une partie des zones, en commençant naturellement par le sud, jusqu'à épuisement, et le nord par l'incinération des déchets.*
[21] *En 2035 par rapport à 2020*

Les graphiques de la *Figure 24* montrent l'évolution des besoins de chaleur, de leur approvisionnement et de la composition de l'énergie primaire (énergie renouvelable/non renouvelable) sur la base du scénario énergétique selon les 2 variantes étudiées (cf. *Tableau 7*).

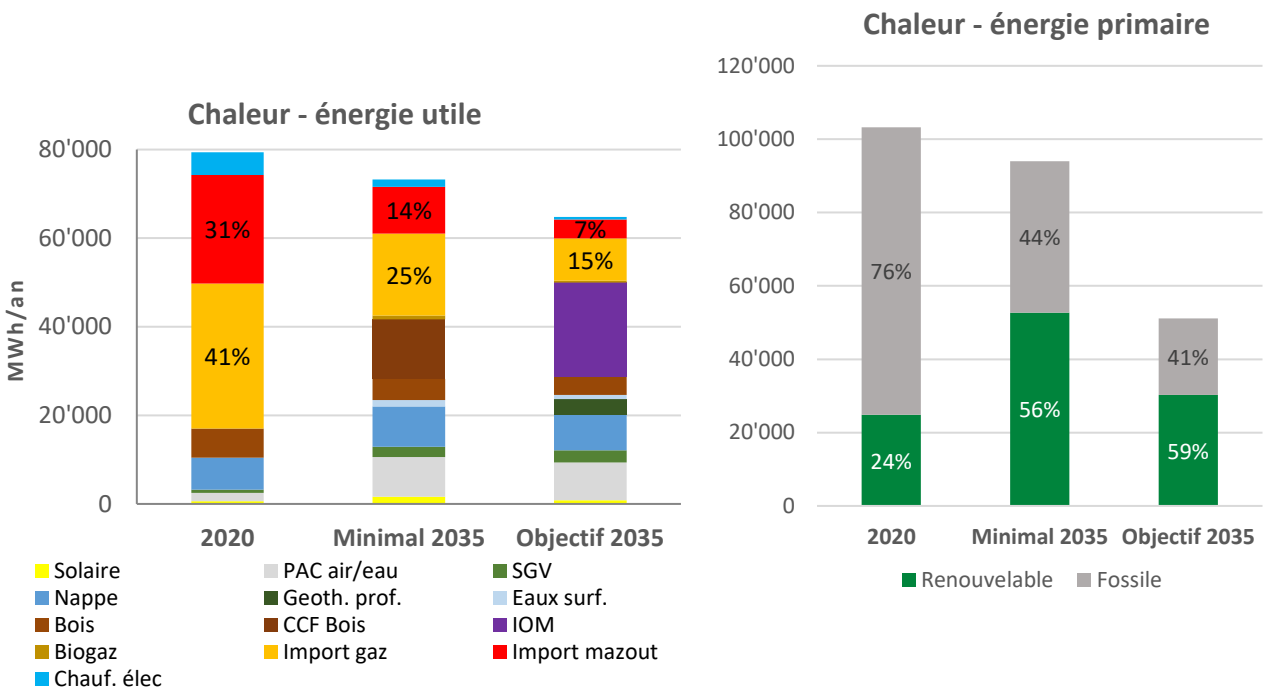


Figure 24 : Bilan comparé des scénarios pour la chaleur

Le premier graphique montre la diminution des besoins de chaleur totaux ainsi que l'évolution de l'approvisionnement en fonction du scénario. On constate l'effet combiné de la rénovation et de la substitution qui permet de réduire les besoins de 83% pour le mazout et 70% pour le gaz[22], dans la variante « objectifs », contre respectivement 57% et 43% pour la variante « minimale ». Le second graphique montre que la quantité d'énergie primaire totale pour la chaleur diminue déjà dans la variante « minimale » (-9%) et diminue encore dans la variante « objectifs » (-50%, grâce aux déchets). La part d'énergie primaire renouvelable augmente dans les deux variantes de 56% à 59% environ. En conséquence, la quantité d'énergie primaire d'origine non renouvelable est fortement réduite.

8.2.2 Approvisionnement en électricité

Les graphiques de la *Figure 25* montrent l'évolution de la consommation et de l'approvisionnement électrique ainsi que l'origine et la quantité d'énergie primaire pour l'électricité (énergie primaire de la partie hors chaleur uniquement) d'après le scénario selon les 2 variantes analysées (cf. *Tableau 7*).

Dans les deux variantes, la diminution de la consommation d'électricité des chauffages électriques directs est rattrapée par l'augmentation du nombre de PAC et les besoins d'électricité hors chaleur des nouvelles constructions, ce qui conduit à une augmentation de la consommation électrique de 8% dans le scénario « minimal ». Dans la variante « objectifs », la consommation électrique globale est stabilisée grâce à la réduction plus importante de la demande électrique dans les bâtiments (amélioration de l'efficacité des appareils et évolution des comportements).

En termes d'énergie primaire pour l'électricité hors chaleur, le mix actuel étant déjà entièrement renouvelable pour les clients captifs, la marge de progression est plus faible que dans le domaine de la chaleur. Pour les deux variantes, la consommation d'énergie primaire pour l'électricité hors chaleur augmente avec la consommation d'énergie finale liée aux nouvelles constructions alors que dans le scénario « objectifs » l'énergie primaire liée à l'électricité diminue légèrement. Aussi, dans les deux variantes, la part d'énergie primaire consommée pour l'électricité est identique (79%) mais la quantité d'énergie primaire diminue légèrement dans la variante « objectifs » grâce aux efforts de sobriété dans la consommation,

[22] *Y compris le gaz actuellement consommé par le réseau CAD.*

qui contrebalance la part plus importante d'électricité PV produite sur le territoire, moins favorable (quantité d'énergie primaire plus importante et par renouvelable plus faible) que l'énergie hydraulique qui constitue la principale source d'approvisionnement de l'énergie importée.

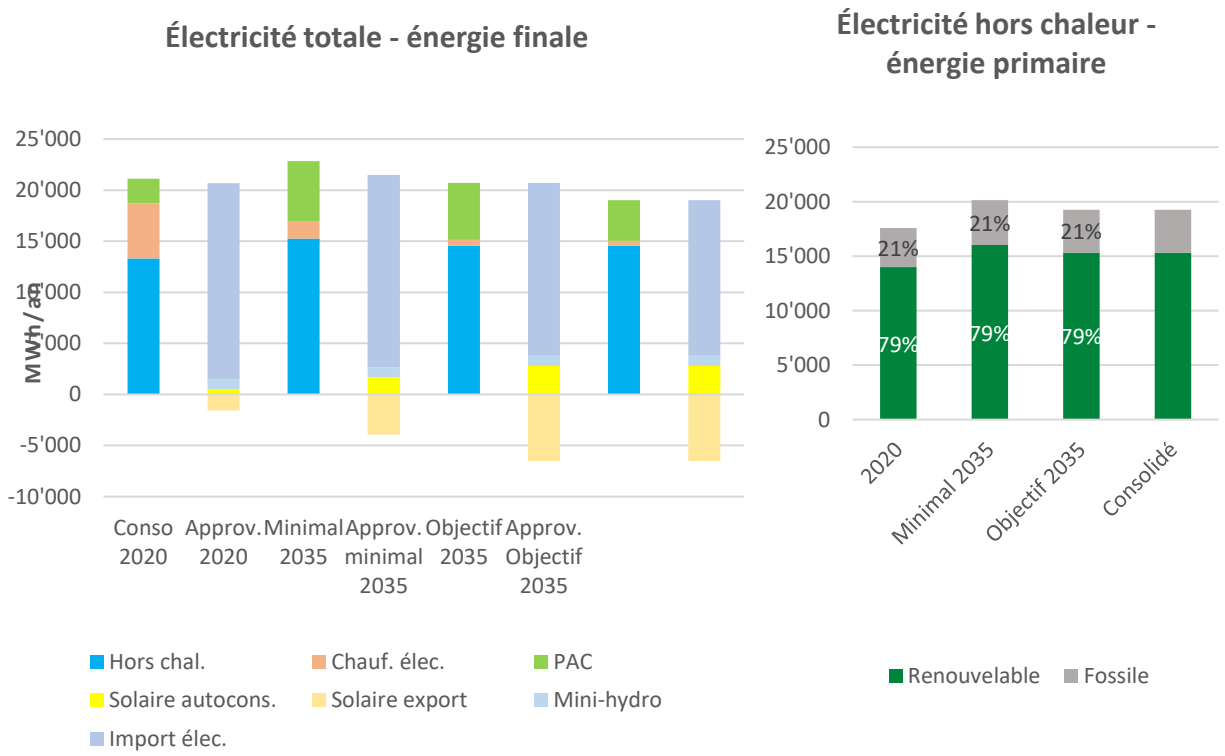


Figure 25 : Bilan de la consommation d'électricité et de l'énergie primaire pour l'électricité (hors chaleur) selon les scénarios énergétiques

9 COMPARAISON DU SCÉNARIO AVEC LES OBJECTIFS-CADRES

9.1 COMPARAISON AVEC LES OBJECTIFS DE LA SOCIÉTÉ À 2000 WATTS

La Société à 2000 Watts propose un ensemble d'objectifs de référence développé par SuisseEnergie pour les communes. Ce cadre est notamment utilisé dans le processus de labélisation Cité de l'Energie. Il vise à diminuer les consommations énergétiques globales ainsi que les émissions de gaz à effet de serre induits en augmentant la part des énergies renouvelables. L'objectif final étant que, à l'horizon 2050, chaque habitant consomme en moyenne annuelle une puissance ne dépassant pas 2000 W d'énergie primaire toutes consommations confondues (SuisseEnergie, 2020).

Sur cette base, il a été jugé pertinent d'effectuer un comparatif des résultats de la quantification du scénario avec les quatre objectifs de la Société à 2000 Watts suivants :

1. Réduire la consommation d'énergie primaire par habitant de 68% en 2050 par rapport au niveau en 2000 ;
2. Réduire les émissions de GES par habitant de 50% en 2030 par rapport au niveau de 2000 puis atteindre zéro émission nette à l'horizon 2050 ;
3. Atteindre 100% d'énergie finale renouvelable dans l'approvisionnement en chaleur à l'horizon 2050 ;
4. Atteindre 100% d'énergie finale renouvelable dans l'approvisionnement électrique à l'horizon 2030.

Plusieurs éléments justifient néanmoins de considérer ce comparatif avec précaution :

- Les objectifs de la Société à 2000 Watts concernent l'ensemble de la Suisse. Les territoires ne sont cependant pas égaux, notamment en matière d'état initial du parc bâti, de proportion d'activité économique, industrielle et touristique, autant de considérations qui influencent fortement la consommation d'énergie par habitant d'un territoire. Par ailleurs, la disponibilité des ressources renouvelables et leur potentiel varient fortement d'un territoire à l'autre. Il n'est donc pas question que chaque commune atteigne strictement tous les objectifs, mais plutôt qu'elle y contribue à la hauteur de ses contraintes et opportunités.
- Les deux premiers objectifs sont exprimés par rapport à l'état en l'an 2000. Comme la consommation énergétique et les émissions de GES de la commune en 2000 sont inconnues, les tendances nationales (2000 à 2020) et les objectifs sont exprimés en pourcentage en utilisant les valeurs du bilan 2020 comme point de référence (100%). Les objectifs concernant les parts d'énergie renouvelable pour la chaleur et l'électricité étant donnés en valeur absolue, ce problème ne se pose pas.
- Le comparatif est effectué pour les objectifs visés pour l'année 2035 qui est l'année de simulation retenue dans cette étude. Les objectifs de la société à 2000 Watts sont établis à l'horizon 2050 avec pour certains d'entre eux des objectifs intermédiaires en 2020, 2030 et 2040. Les objectifs à l'horizon 2035 sont interpolés sur la base ce ces jalons.

Les graphiques de la *Figure 26* montrent la comparaison des objectifs de la Société à 2000 Watts avec la situation après application des scénarios énergétiques selon les deux variantes envisagées. Les valeurs devant être calculées par habitant, l'augmentation de la population est estimée sur la base de l'augmentation de la SRE considérée au chapitre 3 (~14%).

Alors que la variante « objectifs » permet d'atteindre et parfois dépasser les objectifs fixés par la Société à 2000 Watts par rapport à la tendance nationale, on observe que la variante minimale ne permet pas l'atteinte de tous ces objectifs.

La différence entre les variantes dépend des paramètres définis au chapitre 8.1.

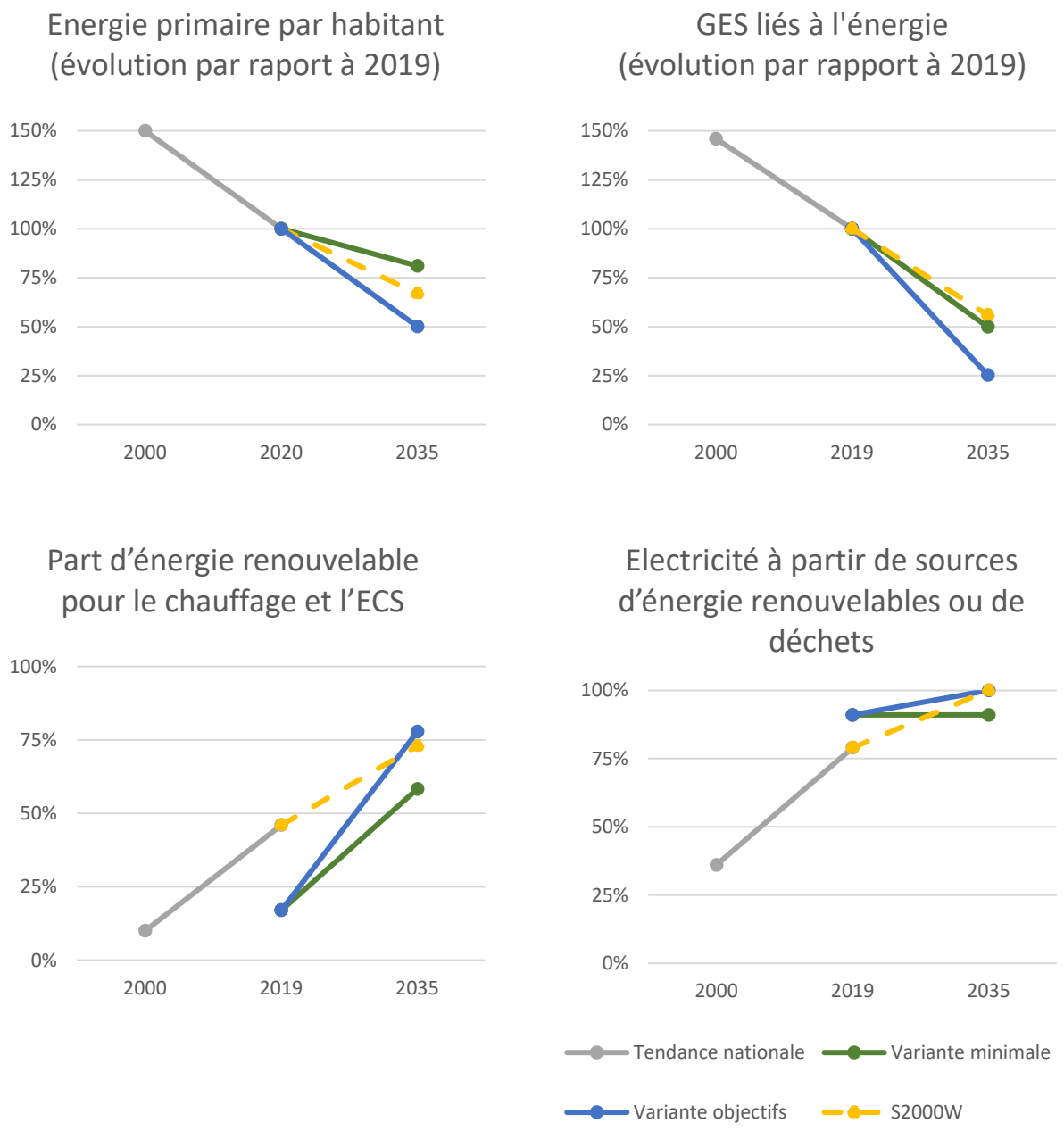


Figure 26 : Comparaison des scénarios avec les quatre objectifs retenus de la Société à 2000W

Partie C : Consolidation de la stratégie énergétique

Les deux variantes du scénario énergétique ont servi de base à la définition avec la Commune de la stratégie énergétique consolidée. Celle-ci se matérialise au travers des lignes directrices (intentions stratégiques), dont la stratégie sectorielle d'approvisionnement en chaleur, des objectifs spécifiques quantifiés (valeurs cibles) et des mesures présentées dans cette partie. La stratégie consolidée s'inscrit dans la ligne de la variante « objectifs » présentée plus haut.

10 Stratégie énergétique consolidée

10.1 Performance énergétique du parc bâti

La stratégie énergétique communale vise à réduire la consommation énergétique du parc bâti par habitant de trois manières :

- Favoriser l'augmentation du taux de rénovation moyen du parc bâti existant ;
- Encourager l'adoption de standards de construction à haute performance énergétique ;
- Développer l'exemplarité du patrimoine communal.

10.2 Approvisionnement en chaleur

Les principes d'interventions pour cette deuxième ligne directrice sont les suivants :

- Encourager la substitution des systèmes fossiles et des chauffages électriques par des systèmes exploitant en priorité les ressources renouvelables locales disponibles par secteur ;
- Coordonner le développement du réseau CAD existant ;
- Augmenter la part renouvelable du mix d'approvisionnement du CAD ;
- Développer l'exemplarité du patrimoine communal.

La carte des secteurs énergétiques pour l'approvisionnement en chaleur (*Figure 27*) permet de coordonner la stratégie énergétique avec l'aménagement du territoire.

Après les premières réflexions présentées au chapitre 7.2.2 et discutées avec la Commune, des échanges avec SATOM ont permis de consolider une zone de développement du réseau, intégrée à la vision de la SATOM au niveau régional. Cette zone de développement, illustrée par la

Figure 20, devrait permettre de couvrir 50% des besoins de chaleur d'ici 2035. Celle-ci reprend la quasi-totalité des zones imaginées dans la variante « objectifs ». Seule la zone du Plan d'aménagement spécial « Les Marais » n'est à ce stade pas retenu par la SATOM et dépendra des opportunités qui se présenteront. En revanche, une branche à l'ouest de la gare jusqu'à la clinique Saint-Amé, a été rajoutée, desservant au passage une partie de la zone de villas.

Pour chaque secteur, les ressources prioritaires pour l'approvisionnement en chaleur des bâtiments existants et des nouvelles constructions sont données dans le *Tableau 8*.

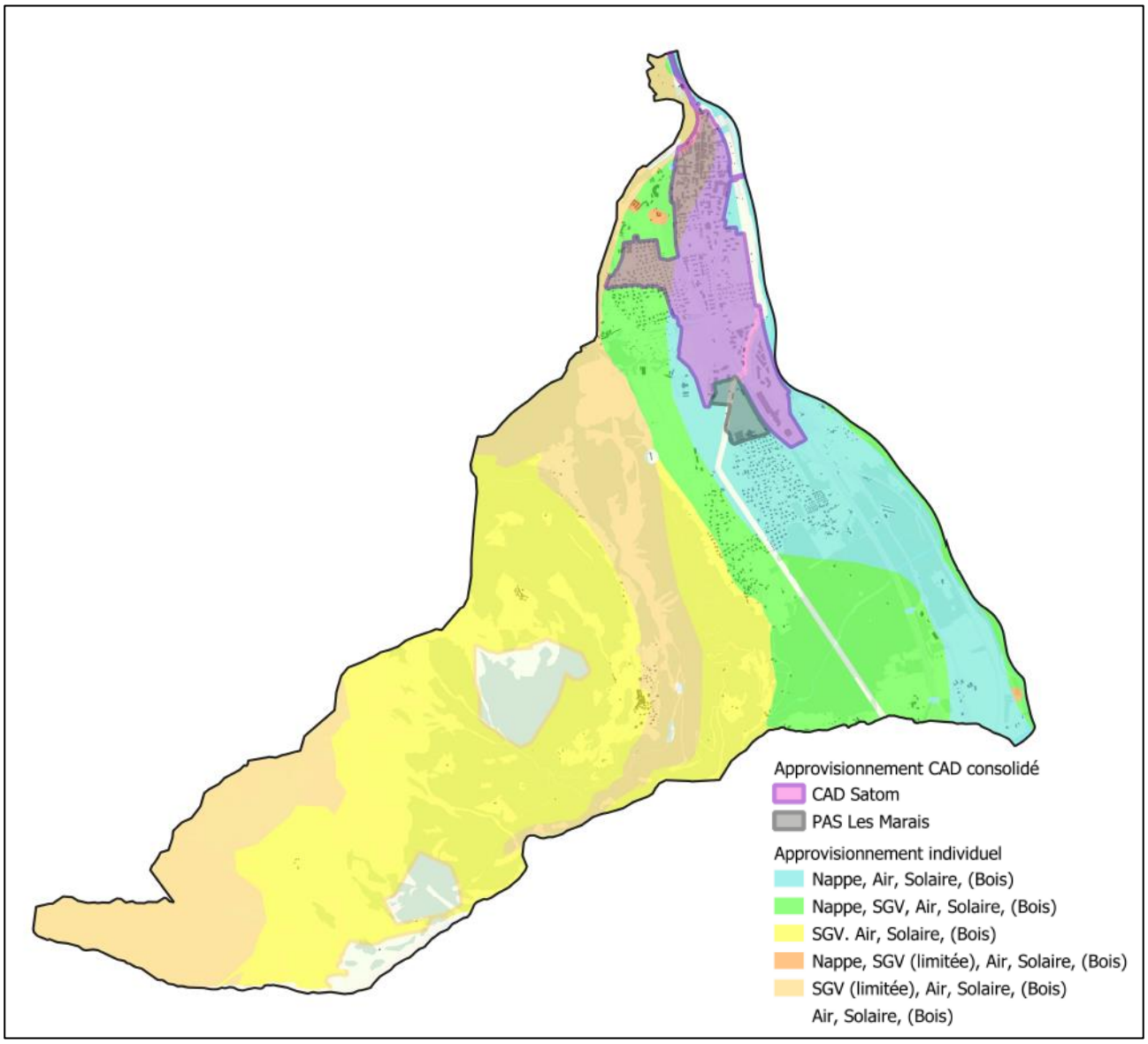


Figure 27 : Stratégie sectorielle consolidée avec les secteurs énergétiques pour l'approvisionnement en chaleur

Secteurs	Nouvelles constructions et bâtiments existants avec chauffage basse température (< 55°C)	Bâtiments existants avec chauffage haute température (> 55°C)	Précisions / remarques
CAD	Raccordement au CAD ou Solutions individuelles de production d'énergie renouvelable selon disponibilité sectorielle des ressources		Les bâtiments neufs et existants concernés couvrent en priorité leurs besoins de chaleur et d'ECS en se raccordant au réseau CAD. Des mesures conservatoires peuvent être mises en place pour les bâtiments qui devraient changer d'installations de chauffage avant l'entrée en service du réseau (autorisation d'une chaudière à gaz provisoire par ex.). Si le développement du CAD n'a pas lieu comme prévu, les bâtiments couvrent leurs besoins de chaleur en priorité par la production individuelle d'énergie renouvelables (par ex. hydrothermie sur la nappe, géothermie à faible profondeur, aérothermie, thermie solaire, bois) en fonction des contraintes et opportunités locales (cf. *Figure 27*).
Hors du secteur CAD	Solutions individuelles de production d'énergie renouvelable selon disponibilité sectorielle des ressources	Bois avec appoint solaire thermique ou assainissement thermique et PAC / solaire	En dehors des secteurs de réseau thermique, les bâtiments couvrent leurs besoins de chaleur en priorité par la production individuelle d'énergie renouvelables (par ex. hydrothermie sur la nappe, géothermie à faible profondeur, aérothermie, thermie solaire, bois) en fonction des contraintes et opportunités locales (cf. *Figure 27*). Pour les bâtiments ayant des besoins de chaleur à haute température, le bois est la ressource la plus adéquate (le gaz étant à proscrire), à moins d'un assainissement thermique. Il est en revanche à limiter pour les besoins à basses températures, la ressource bois étant limitée et les PAC souvent plus efficientes.

Tableau 8 : Approvisionnement en chaleur par secteur énergétique

10.3 APPROVISIONNEMENT EN ÉLECTRICITÉ

La stratégie énergétique vise à développer la production et l'autoconsommation d'électricité renouvelable locale de la manière suivante :

- Favoriser le développement du solaire photovoltaïque ;
- Encourager l'autoconsommation et les réseaux d'échanges pour l'électricité photovoltaïque ;
- Recourir à la technologie de CCF dans l'approvisionnement des CAD dans le cas où une chaudière à bois est maintenue.

10.4 QUANTIFICATION DU SCÉNARIO CONSOLIDÉ

La quantification du scénario consolidé sert de base à l'élaboration des objectifs spécifiques. En plus de la stratégie sectorielle consolidée (*Figure 27*), les paramètres retenus pour cette quantification sont résumés dans le *Tableau 9* et correspondent aux paramètres du scénario « objectifs ». En effet, il est essentiel pour la Commune de Saint-Maurice d'atteindre l'ensemble des objectifs fixés par la politique énergétique et seuls les paramètres du scénario plus ambitieux permettent de les atteindre. Les calculs ont cependant été affinés, en particulier concernant l'étendue et l'approvisionnement des réseaux, ce qui explique les différences dans les résultats détaillés, qui ne remettent nullement en cause la stratégie.

	Scénario consolidé	
Taux de rénovation annuel moyen[23]	1.5% *0.75% secteurs protégés*	
Standard de construction	Minergie +10% de gap de performance[24]	
Réduction de la demande thermique (optimisation et comportement)	10% en 2035 par rapport à 2020	
Réseaux thermiques (valeurs à l'horizon 2035)	Taux de raccordement	Approvisionnement[25]
Secteur CAD « Satom »	70% (moyenne sur l'ensemble de la zone)	92% Déchets 6% Bois 2% Gaz
Secteur PAS Les Marais	>90%	PAC eau-eau (nappe)
Taux de substitution annuel moyen des installations fossiles	3%	
Réduction de la demande électrique (efficacité et comportement)	5% en 2035 par rapport à 2020	
Taux d'exploitation du potentiel PV (en 2035)	25%	
Taux d'autoconsommation de la production PV (en 2035)	40%	
Marquage électrique (en 2035)	100% renouvelable (tous les clients)	

Tableau 9 : Paramètres du scénario consolidé

10.4.1 APPROVISIONNEMENT EN CHALEUR

Les graphiques de la *Figure 28* montrent l'évolution des besoins de chaleur, de leur approvisionnement et de l'énergie primaire sur la base du scénario énergétique consolidé. On constate que le scénario consolidé prévoit une diminution des besoins de chaleur (-18%) et de la consommation totale d'énergie primaire (-55%) ainsi qu'une augmentation de la part d'énergie primaire renouvelable dans la couverture des besoins de chaleur (de 24% à 57%). Cela est corrélé à une importante diminution des besoins couverts par le mazout (-91%), le gaz (-67%) et les chauffages électriques directs (-

[23] *Taux annuel moyen considéré depuis 2020. La situation de départ était plus faible (entre 0.5 et 0.8% par an ces dernières années), ce paramètre implique une accélération importante pour atteindre 2% en moyenne annuelle sur la période 2020-2035.*
[24] *Voir chapitre 3.2*
[25] *L'approvisionnement communiqué par Satom et considéré ici, est une prévision moyenne à l'échelle régionale et se veut plutôt conservateur. L'approvisionnement réelle pourra varier d'année en année, selon les conditions climatiques et les cas de maintenance ou de pannes du système principal, sollicitant alors plus ou moins fortement les appoints à bois et à gaz.*

91%) à l'horizon 2035. En termes d'énergie primaire, la forte diminution est due à la ressource déchets, énergie fatale à faible énergie grise. Cette source couvrant 46% de la chaleur (50% au total pour ce réseau), le volume d'énergie primaire est divisé par deux et sa part renouvelable bondit à 57%. Le bilan détaillé en termes d'énergie utile, finale, primaire et d'émissions de GES est donné à l'Annexe II.

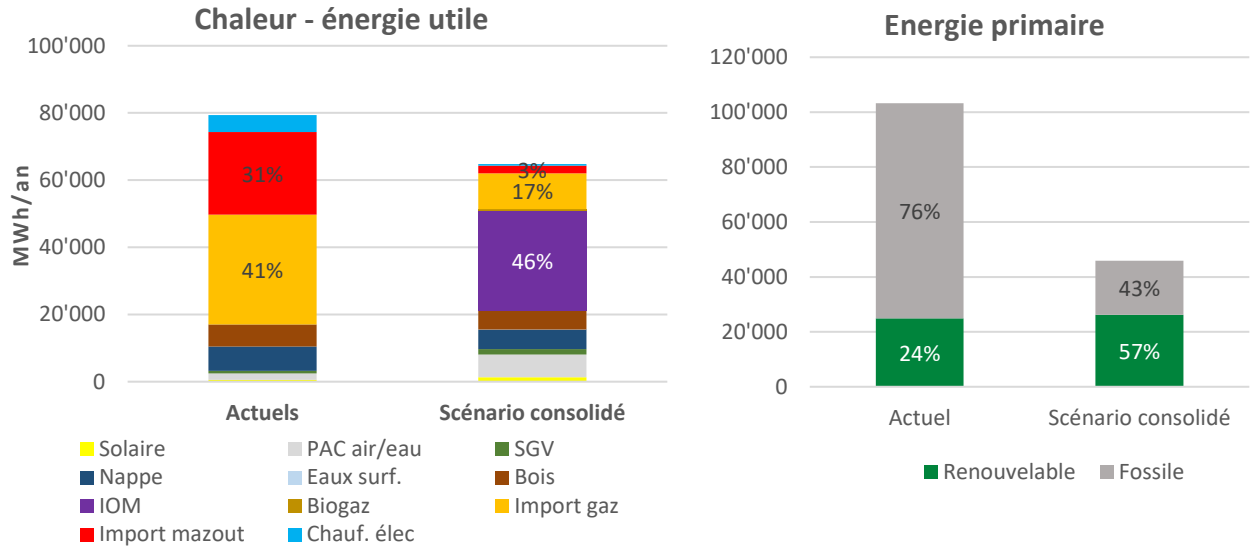


Figure 28 : Bilan de l'évolution des besoins de chaleur (gauche) et de l'énergie primaire (droite) pour la chaleur selon le scénario consolidé

10.4.2 APPROVISIONNEMENT EN ÉLECTRICITÉ

Les graphiques de la *Figure 29* montrent l'évolution de la consommation et de l'approvisionnement électrique ainsi que l'origine et la quantité d'énergie primaire pour l'électricité spécifique (hors chaleur) d'après le scénario consolidé. On constate que la consommation globale d'électricité diminue (-10%) grâce à la forte diminution des chauffages électriques directs, et une certaine modération dans les autres usages, bien que la consommation d'électricité spécifique et pour l'utilisation des PAC augmente. L'énergie primaire quant à elle augmente par rapport à la situation actuelle (+10%), en raison d'une production accrue d'électricité photovoltaïque qui, à quantités également, nécessite plus d'énergie primaire que l'électricité importée, principalement d'origine hydraulique. Le bilan détaillé en termes d'énergie utile, finale, primaire et d'émissions de GES est donné à l'Annexe II.

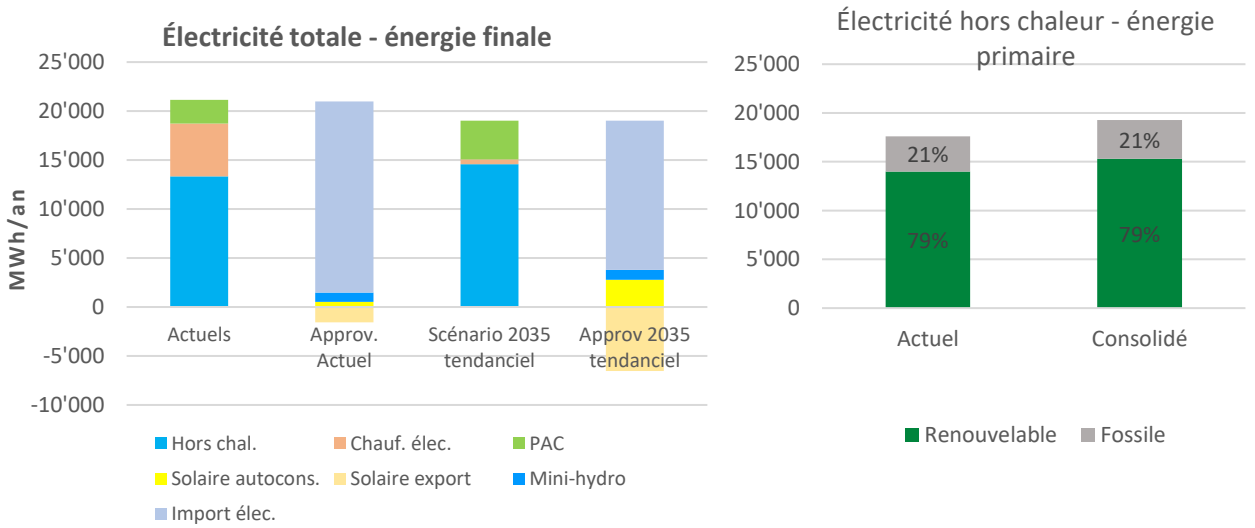


Figure 29 : Bilan de la consommation d'électricité (gauche) et de l'énergie primaire pour l'électricité hors chaleur (droite) selon le scénario consolidé

10.5 Comparaison avec les objectifs de la Société à 2000 watts

Les graphiques de la *Figure 30* permettent de comparer les indicateurs issus de la quantification du scénario consolidé avec les objectifs de la Société à 2000 Watts pour l'évolution de l'énergie primaire par habitant et les émissions de GES pour l'énergie. On y observe que les objectifs Société à 2000 Watts seront atteints et même dépassés. Ceci est en grande partie dû à l'opportunité que constitue le déploiement du réseau de chaleur à partir de l'usine de déchets, opportunité dont tous les territoires ne disposent pas, et ne doit pas être interprété comme une raison de limiter les efforts.

En effet, comme vu au chapitre 9, l'objectif de la Société à 200W est un objectif global, dans lequel chaque collectivité apporte sa pierre à l'édifice, à la hauteur de ses moyens et de ses opportunités. En l'occurrence, l'abondante énergie fournie par Satom, doit être valorisée autant que possible. La gestion externe de ce réseau permet également à la Commune de concentrer ses moyens d'actions dans d'autres domaines (rénovation, développement du photovoltaïque…). A l'inverse, d'autres territoires moins favorisés n'atteindront probablement pas, ou difficilement, les objectifs globaux, il est donc important que St-Maurice réalise autant que possible son potentiel.

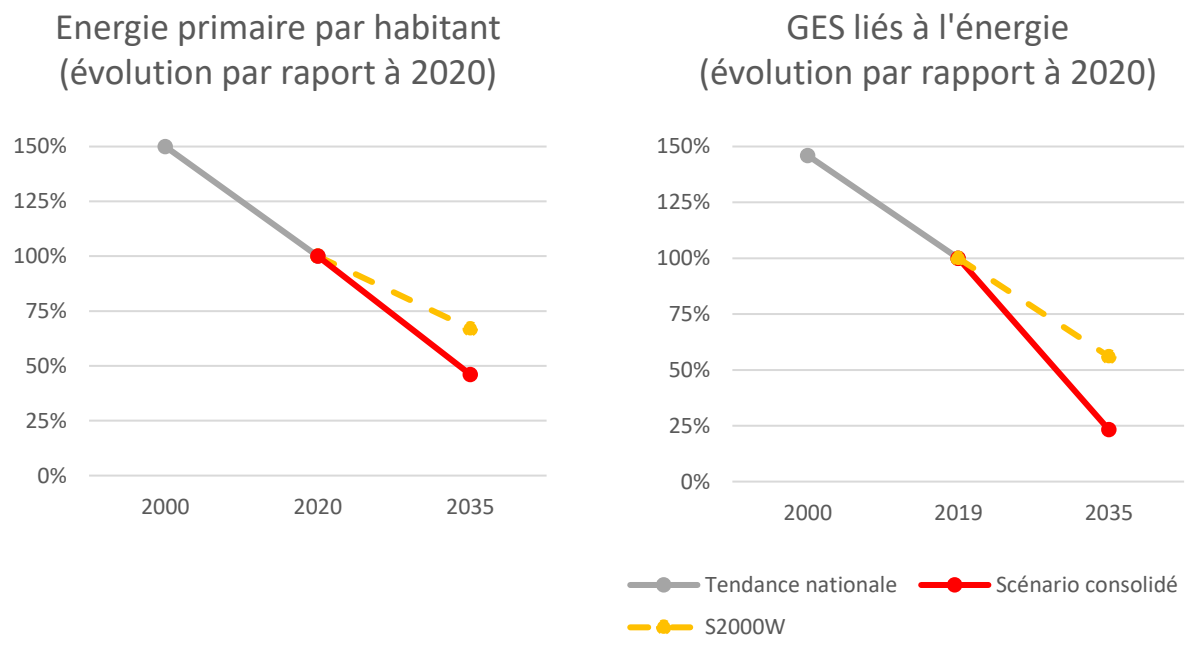


Figure 30 : Comparaison du scénario consolidé aux objectifs Société 2000W d'énergie primaire par habitant et d'émissions GES liés à l'énergie

La *Figure 31* montre la comparaison des indicateurs Société à 2000 Watts (part de renouvelable pour le chauffage et l'électricité) par rapport à la situation de la Commune en 2020 et son scénario énergétique consolidé. Le scénario consolidé permet d'atteindre ces deux objectifs d'ici 2035 et les observations du chapitre 9 s'appliquent ici.

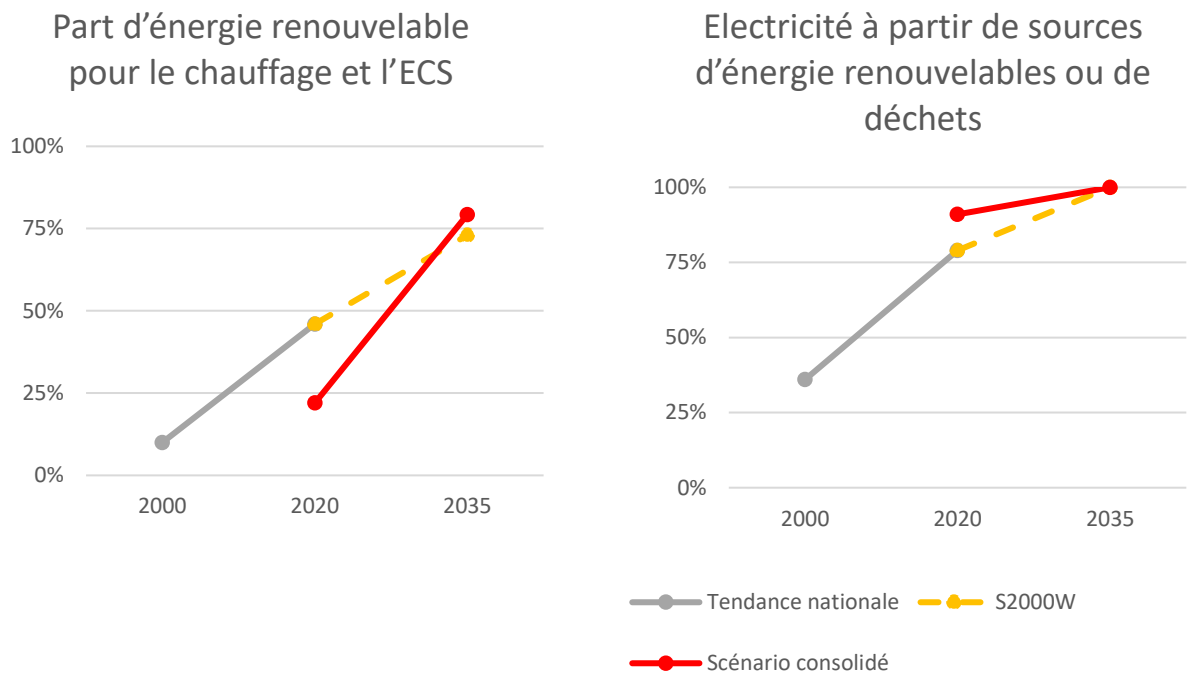


Figure 31 : Comparaison du scénario consolidé avec les objectifs de la Société à 2000 watts de part d'énergie renouvelable pour le chauffage et l'ECS et l'électricité à partir de sources renouvelables

10.6 COMPARAISON AVEC LES OBJECTIFS DE LA STRATÉGIE CANTONALE

Bien-que les objectifs spécifiques ne concernent pas les mêmes indicateurs que ceux de la stratégie cantonale et qu'ils ne soient donc pas directement comparables, le *Tableau 10* montre que la stratégie consolidée est cohérente avec ceux-ci.

Objectif de la stratégie cantonale à l'horizon 2030 (par rapport à 2015)	Impacts de la stratégie énergétique consolidée à l'horizon 2035 (évolution par rapport à 2020)
Réduire de 23% la consommation d'énergie finale par habitant	**-28%** de consommation d'énergie finale pour le parc bâti par habitant
Augmenter la production d'énergie renouvelable de 114%	**Multiplication** de la production PV par un **facteur 5**
Limiter l'augmentation de la consommation d'électricité par habitant à 4%	**-19%** de consommation d'énergie finale pour le parc bâti par habitant
Réduire de 50% la consommation de combustibles fossiles	**-77%** de besoins de chaleur couverts par des énergies non renouvelables

Tableau 10 : Comparaison des objectifs spécifiques avec les objectifs de la stratégie cantonale

Il n'est pas question que chaque commune atteigne strictement les objectifs de la stratégie cantonale (tout comme les objectifs de la Société à 2000 Watts) mais qu'elle y contribue à la hauteur de ses contraintes et opportunités. On voit ci-dessus que le scénario énergétique consolidé contribue à tous les objectifs de la stratégie cantonale.

11 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DE LA STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE À L'HORIZON 2035

Sur la base de la stratégie énergétique consolidée, de la quantification du scénario et de la grille de lecture proposée par la société à 2000 Watts, quatre objectifs sont fixés pour la politique énergétique communale à l'horizon 2035 par rapport aux valeurs de 2020 :

1. **Réduire d'au moins 50% la consommation d'énergie primaire du parc bâti par habitant ;**
2. **Réduire d'au moins 75% les émissions de GES liées à l'énergie pour le parc bâti ;**
3. **Atteindre 75% d'énergie finale renouvelable pour l'approvisionnement en chaleur du parc bâti ;**
4. **Maintenir un approvisionnement électrique 100% renouvelable (y compris pour les clients du marché libre) et augmenter la part produite localement.**

11.1 PRINCIPAUX INDICATEURS DE SUIVI

Ci-après, ces objectifs sont déclinés en indicateurs selon les principes d'intervention de la stratégie afin de rendre compte des efforts à fournir et de faciliter le suivi de la mise en œuvre de la stratégie. Ceux-ci ont pour but de donner un ordre de grandeur de l'effort à fournir, mais ne remplacent pas la mise en place d'un système de suivi complet et détaillé.

11.1.1 PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DU PARC BÂTI

La favorisation de la rénovation est le principe d'intervention qui aura le plus d'impact sur l'objectif n° 1 et qui contribuera également à l'objectif n° 2. Le rythme auquel les rénovations doivent intervenir afin d'atteindre l'objectif peut être exprimé en termes de surface de référence énergétique ou encore de nombre de bâtiments moyens à rénover chaque année.

Rénover 8'000 m² de SRE par an en moyenne, soit l'équivalent de 4 immeubles de logements collectifs et 16 logements individuels par année.

11.1.2 APPROVISIONNEMENT EN CHALEUR

La stratégie sectorielle d'approvisionnement en chaleur et les principes d'intervention en matière de développement des réseaux porteront le gros de la charge en ce qui concerne les objectifs 2 et 3. Le rythme auquel les installations fossiles et électriques directes doivent être substituées par des systèmes à énergie renouvelable peut être donné en termes de nombre d'installations moyennes à substituer par années ainsi qu'en terme du nombre de raccordements à un réseaux thermique à réaliser d'ici 2035.

Atteindre un rythme moyen de substitution des installations fossiles ou électriques de 7 immeubles de logements collectifs et 30 logements individuels par année.

Raccorder 2 GWh de besoins de chaleur aux réseaux thermiques en moyenne par année, soit entre 6 et 20 bâtiments/an (en ciblant prioritairement les plus gros consommateurs).

11.1.3 APPROVISIONNEMENT EN ÉLECTRICITÉ

L'objectif 4 repose en grande partie sur le développement de la capacité de production locale et de l'autoconsommation d'électricité photovoltaïque. Le rythme auquel ce développement devra intervenir peut être exprimé en termes d'une surface de panneaux PV à installer par année.

Atteindre 3'200 m² de panneaux solaires installés en moyenne par année.

12 PLAN D'ACTIONS

Un premier pas vers la mise en œuvre de la stratégie énergétique a consisté en l'élaboration d'un programme de politique énergétique et d'un plan d'actions. Tous deux ont été proposés par le CREM dans le cadre d'un mandat parallèle, mais s'appuient fortement sur la présente étude. L'organisation du plan d'action est la suivante :

- une mesure transversale pour l'établissement d'un suivi du programme de politique énergétique.

Quatre actions correspondant aux enjeux énergétiques identifiés dans le cadre de la PET :

- Mise en place d'un programme de subventions ;
- Développement du CAD de la SATOM ;
- Favoriser le développement du photovoltaïque ;
- Mise en place d'une comptabilité énergétique du patrimoine communal (exemplarité) ;

Une action élargissant le spectre au domaine de la mobilité, non couvert par la planification énergétique :

- Elaboration du plan directeur de la mobilité.

Le plan d'actions ainsi développé fait l'objet d'un document complémentaire à la présente étude, livré séparément.

13 SYNTHÈSE

Le présent rapport présente les résultats finaux de l'étude de planification énergétique territoriale de la Commune de Saint-Maurice. Il en ressort en particulier les éléments suivants :

- La consommation énergétique du parc bâti (chauffage, ECS et électricité hors chaleur) représente à l'échelle Suisse 70% de la consommation d'énergie. À Saint-Maurice, cette consommation s'élevait en 2020 à 100.6 GWh/an soit près de 22.1 MWh/hab/an (à titre comparatif, la moyenne cantonale était de 14.6 MW/hab en 2014) ;
- La consommation d'électricité du parc bâti (production de chaleur comprise) s'élève elle à 20.1 GWh/an, soit 2.7 MWh/hab/an ;
- En raison de proportion importante de mazout et de gaz, la production de chaleur pour le chauffage et l'ECS engendre à elle seule 98% des 17'216 t/an (3.8 t/hab/an) d'émissions de GES du parc bâti ;
- La rénovation des logements construits avant l'année 2000 aux standards énergétiques actuels permettrait de réduire les besoins de chaleur totaux du parc bâti de 40% ;
- En considérant un taux de rénovation de 1% par an, les économies de chaleur résultant de la rénovation du parc bâti existant ne permettraient que de partiellement compenser les besoins des nouvelles constructions, qui engendreraient une augmentation des besoins énergétiques en chaleur de 7%, selon la projection effectuée à l'horizon 2035 par rapport à 2020 ;
- La thermie solaire, l'hydrothermie sur la nappe, la géothermie à faible profondeur, l'aérothermie, et le bois-énergie représentent les plus gros potentiels locaux, en termes d'énergies renouvelables locales, pour l'approvisionnement en chaleur ;
- Le solaire photovoltaïque représente le plus gros potentiel pour la production locale d'électricité renouvelable ;
- La stratégie énergétique sectorielle (*Figure 27*) repose fortement, au centre-ville, sur le projet de développement du réseau thermique issu de l'usine montheysanne de valorisation des déchets Satom, englobant le réseau existant.s Son approvisionnement énergétique évoluera vers la valorisation de la chaleur issue de l'usine d'incinération, accompagnée d'un appoint bois et gaz. En dehors des zones CAD, l'approvisionnement individuel repose essentiellement sur l'hydrothermie sur la nappe, la géothermie à faible profondeur, l'aérothermie, la thermie solaire et le bois-énergie ;
- La quantification du scénario montre qu'il est possible d'atteindre les objectifs intermédiaires de la Société à 2000W à l'horizon 2035 et que la stratégie énergétique proposée est cohérente avec les objectifs des stratégies fédérale et cantonale en tenant compte des spécificités identifiées du territoire.

Cette planification énergétique territoriale est accompagnée d'un plan d'actions, qui, s'il est mis en œuvre tel que prévu, devrait permettre à la Commune d'atteindre les objectifs fixés.

La retranscription d'éléments à caractère énergétique dans le plan d'affectation des zones (PAZ) et/ou le règlement des constructions et des zones (RCCZ) est fortement recommandé pour apporter de la valeur aux aspects sectoriels de cette stratégie.

BIBLIOGRAPHIE

ASIG. (2017). *Notre avenir énergétique.* Récupéré sur https://gazenergie.ch/.

Canton du Valais (SEFH). (2019). *Valais, Terre d'énergies : Ensemble vers un approvisionnement 100% renouvelable et indigène. Vision 2060 et objectifs 2035.*

Centre de recherche sur l'environnement alpin. (2020). *Geothermoval II. Potentiel géothermique des conduits à perméabilité élevée à la base de la vallée du Rhône.*

Centre de recherches énergétiques et municipales. (2015). *Evaluation des rejets thermiques issus des eaux usées des stations d'épuration du Canton du Valais.*

E-Cube. (2018). *Potentiel d'injection de gaz renouvelable dans le réseau suisse à l'horizon 2030.*

ForêtValais. (2015). Potentiel réel du bois énergie en Valais et facteurs limitant.

Khoury, J., Hollmuller, P., Lachal, B. M., Schneider, S., & Lehmann, U. (2018). *COMPARE RENOVE : du catalogue de solutions à la performance réelle des rénovations énergétiques (écarts de performance, bonnes pratiques et enseignements tirés).* Genève: Office fédéral de l'énergie, Office cantonal de l'énergie de Genève, Swiss Competence Center for Energy Research FEEB&D, Services industriels de Genève.

OFEN. (2016). *La stratégie énergétique 2050 après la votation finale au Parlement.*

OFEN. (2016). *Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien - Ausgabe 2015.*

OFEN. (2021). *Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2020 nach Verwendungszwecken.*

OFS. (2021). *Etat et structure de la population - Indicateurs*. Récupéré sur Administration fédérale admin.ch: http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/01/02/blank/key/bevoelkerungsstand.html

Société suisse des ingénieurs et des architectes. (2010). *SIA 384/6:2010 - Sondes géothermiques.*

SuisseEnergie. (2020). *Leitkonzept für die 2000-Watt-Gesellschaft.*

SuisseEnergie pour les communes. (2012). *Société à 2000 watts : concept 2012 pour l'établissement d'un bilan.*

ANNEXES

I. Bilan énergétique détaillé de la situation actuelle (2020) 58

II. Bilan énergétique détaillé du scénario consolidé (2035) 59

III. Données utilisées 60

IV. Note méthodologique 62

V. Paramètres de développement urbain 70

VI. Cartes 72

I. Bilan énergétique détaillé de la situation actuelle (2020)

Chaleur	Energie utile [GWh/an]		Energie finale [GWh/an]		Energie finale pondérée [GWh/an]		Energie primaire [GWh/an]		Energie primaire non renouvelable [GWh/an]		Emissions de GES [kt/an]	
Mazout	**22.6**	**28.2%**	**25.1**	**28.4%**	**25.1**	**30.1%**	**29.5**	**28.9%**	**29.3**	**39.7%**	**7.3**	**43.1%**
Gaz	**32.4**	**40.6%**	**36.0**	**40.7%**	**36.0**	**43.2%**	**37.8**	**37.0%**	**37.6**	**50.9%**	**8.1**	**47.9%**
Electricité	**7.5**	**9.4%**	**7.8**	**8.8%**	**15.6**	**18.7%**	**17.7**	**17.3%**	**1.7**	**2.3%**	**0.3**	**2.0%**
Electrique direct	5.1	6.4%	5.4	6.1%	10.8	12.9%	7.1	7.0%	1.5	2.0%	0.2	1.0%
PAC	2.4	3.0%	2.39	2.7%	4.8	5.7%	10.5	10.3%	0.2	0.3%	0.2	1.1%
Air - eau	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%
Sol - eau	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Eau - eau	1.3	1.7%	1.3	1.5%	2.7	3.2%	6.4	6.3%	0.2	0.3%	0.1	0.9%
Rejets thermiques	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Indéterminé	1.0	1.3%	1.0	1.2%	2.1	2.5%	4.10	4.0%	0.0	0.0%	0.0	0.2%
Chaleur de l'environnement	**7.5**	**9.4%**	**7.5**	**8.5%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**
Air ambient	0.0	0.0%	0.0	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Sol	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Eaux sout. / de surface	4.7	5.9%	4.7	5.3%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Indéterminé	2.8	3.5%	2.8	3.1%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Rejets thermique	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**
Bois	**3.5**	**4.4%**	**4.7**	**5.3%**	**2.3**	**2.8%**	**5.4**	**5.3%**	**0.7**	**1.0%**	**0.1**	**0.8%**
Capteur solaire	**0.6**	**0.7%**	**0.6**	**0.7%**	**-**	**0.0%**	**0.7**	**0.7%**	**0.1**	**0.1%**	**0.0**	**0.0%**
CAD	**3.4**	**4.2%**	**4.3**	**4.8%**	**1.7**	**2.1%**	**7.3**	**7.1%**	**1.1**	**1.5%**	**0.3**	**1.8%**
Autre agent energetique	**2.4**	**3.1%**	**2.5**	**2.9%**	**2.7**	**3.3%**	**3.8**	**3.7%**	**3.3**	**4.5%**	**0.7**	**4.3%**
TOTAL chaleur	**79.9**	**GWh/an**	**88.4**	**GWh/an**	**83.4**	**GWh/an**	**102.0**	**GWh/an**	**73.8**	**GWh/an**	**16.8**	**kt /an**
Total par habitant	**17.5**	**MWh/an**	**19.4**	**MWh/an**	**18.3**	**MWh/an**	**22.4**	**MWh/an**	**16.2**	**MWh/an**	**3.7**	**t/an**

Part d'énergie primaire renouvelable : **28%**

CAD	Energie utile [GWh/an]		Energie finale [GWh/an]		Energie finale pondérée [GWh/an]		Energie primaire [GWh/an]		Energie primaire non renouvelable [GWh/an]		Emissions de GES [kt/an]	
Gaz	**0.3**	**0.4%**	**0.4**	**0.5%**	**0.2**	**0.2%**	**0.6**	**0.6%**	**0.6**	**0.8%**	**0.1**	**0.7%**
Bois	**3.1**	**3.8%**	**3.9**	**4.4%**	**1.5**	**1.9%**	**6.7**	**6.5%**	**0.5**	**0.7%**	**0.2**	**1.1%**
TOTAL CAD	**3.4**		**4.3**		**1.7**		**7.3**		**1.1**		**0.3**	

Part d'énergie primaire renouvelable : **85%**

Electricité	Energie utile [GWh/an]		Energie finale [GWh/an]		Energie finale pondérée [GWh/an]		Energie primaire [GWh/an]		Energie primaire non renouvelable [GWh/an]		Emissions de GES [kt/an]	
Chaleur	**7.5**	**38.0%**	**7.8**	**38.8%**	**15.6**	**52.9%**	**17.7**	**52.1%**	**1.7**	**33.5%**	**0.34**	**47.9%**
Direct	5.1	25.9%	5.4	26.9%	10.8	36.6%	7.1	21.0%	1.5	29.2%	0.2	22.9%
PAC	2.4	12.1%	2.4	11.9%	4.8	16.2%	10.5	31.1%	0.2	4.3%	0.2	25.1%
Hors chaleur	**12.3**	**62.0%**	**12.3**	**61.2%**	**13.9**	**47.1%**	**16.2**	**47.9%**	**3.3**	**66.5%**	**0.37**	**52.1%**
Ménage	11.4	57.6%	11.4	56.9%	11.4	38.7%	15.1	44.5%	3.1	61.8%	0.3	48.4%
Sociétés et entreprises	0.4	1.8%	0.4	1.8%	0.4	1.2%	0.5	1.4%	0.1	2.0%	0.0	1.5%
Administration et bureaux	1.7	8.8%	1.7	8.7%	1.7	5.9%	2.3	6.8%	0.5	9.4%	0.1	7.4%
Autres	0.4	1.8%	0.4	1.8%	0.4	1.2%	0.5	1.4%	0.1	2.0%	0.0	1.5%
Total électricité	**19.8**	**GWh/an**	**20.1**	**GWh/an**	**29.4**	**GWh/an**	**33.9**	**GWh/an**	**5.0**	**GWh/an**	**0.71**	**kt/an**
Total par habitant	**4.3**	**MWh/an**	**2.7**	**MWh/an**	**6.5**	**MWh/an**	**7.4**	**MWh/an**	**1.1**	**MWh/an**	**0.16**	**t/an**

Part d'énergie primaire renouvelable : **85%**

	Energie utile		Energie finale		Energie finale pondérée		Energie primaire		Energie primaire non renouvelable		Emissions de GES	
Total général	**92.1**	**GWh/an**	**100.6**	**GWh/an**	**97.2**	**GWh/an**	**118.3**	**GWh/an**	**77.1**	**GWh/an**	**17.216**	**kt/an**
Total par habitant	**20.2**	**MWh/an**	**22.1**	**MWh/an**	**21.3**	**MWh/an**	**26.0**	**MWh/an**	**16.9**	**MWh/an**	**3.8**	**t/an**

Part d'énergie primaire renouvelable : **35%**

II. Bilan énergétique détaillé du scénario consolidé (2035)

Couverture des besoins de CHALEUR	Energie utile [GWh/an]		Energie finale [GWh/an]		Energie finale pondérée[2] [GWh/an]		Energie primaire [GWh/an]		Energie primaire non renouvelable [GWh/an]		Emissions de GES [kt/an]	
Mazout	**2.3**	**3.5%**	**2.5**	**3.5%**	**2.5**	**6.3%**	**2.9**	**6.4%**	**2.9**	**14.9%**	**0.7**	**16.5%**
Gaz	**10.6**	**16.4%**	**11.8**	**16.7%**	**11.5**	**29.2%**	**12.0**	**26.1%**	**11.9**	**60.3%**	**2.6**	**58.6%**
Gaz naturel	10.1	15.6%	11.2	15.8%	11.2	28.4%	11.8	25.7%	11.7	59.4%	2.5	56.9%
Biogaz	0.5	0.8%	0.6	0.8%	0.3	0.7%	0.2	0.4%	0.2	0.9%	0.1	1.7%
Electricité	**4.4**	**6.8%**	**4.4**	**6.2%**	**8.8**	**22.4%**	**16.1**	**35.1%**	**0.8**	**4.1%**	**0.5**	**10.6%**
Electrique direct	0.5	0.7%	0.5	0.7%	1.0	2.5%	0.7	1.4%	0.1	0.7%	0.0	0.3%
PAC	3.9	6.1%	3.9	5.5%	7.8	19.9%	15.5	33.7%	0.7	3.4%	0.5	10.3%
Air - eau	2.3	3.5%	2.3	3.2%	4.5	11.5%	7.6	16.5%	0.3	1.7%	0.3	5.8%
Sol - eau	0.4	0.6%	0.4	0.5%	0.8	2.0%	1.7	3.7%	0.1	0.4%	0.0	1.0%
Eau - eau	1.3	2.0%	1.3	1.8%	2.5	6.4%	6.2	13.5%	0.3	1.4%	0.2	3.5%
Rejets thermiques	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Chaleur de l'environnement	**10.1**	**15.6%**	**10.1**	**14.3%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**
Air ambient	4.5	7.0%	4.5	6.4%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Sol	1.2	1.8%	1.2	1.6%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Eaux sout. / de surface	4.4	6.8%	4.4	6.2%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Rejets thermique	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**
Bois	**3.6**	**5.6%**	**4.3**	**6.0%**	**2.1**	**5.4%**	**5.6**	**12.1%**	**0.8**	**3.9%**	**0.1**	**3.1%**
Capteur solaire	**1.3**	**2.0%**	**1.3**	**1.9%**	**-**	**0.0%**	**1.6**	**3.5%**	**0.1**	**0.6%**	**0.0**	**0.3%**
CAD	**32.4**	**50.0%**	**36.4**	**51.4%**	**14.5**	**36.7%**	**7.7**	**16.7%**	**3.2**	**16.3%**	**0.5**	**10.8%**
Autre agent energetique	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**
Total	**64.8**		**70.9**		**39.5**		**45.9**		**19.7**		**4.4**	
Total par habitant	**12.2**	**MWh/an**	**13.3**	**MWh/an**	**7.4**	**MWh/an**	**8.6**	**MWh/an**	**3.7**	**MWh/an**	**0.8**	**t/an**

Part d'énergie primaire renouvelable : **57%**

Détail du mix CAD	Energie utile [GWh/an]		Energie finale [GWh/an]		Energie finale pondérée[2] [GWh/an]		Energie primaire [GWh/an]		Energie primaire non renouvelable [GWh/an]		Emissions de GES [kt/an]	
Gaz	**0.6**	**2.0%**	**0.8**	**2.2%**	**0.3**	**2.2%**	**1.2**	**15.3%**	**1.2**	**36.2%**	**0.2**	**51.2%**
Electricité PAC	**0.0**	**0.1%**	**0.0**	**0.1%**	**0.0**	**0.2%**	**0.2**	**2.1%**	**0.0**	**0.7%**	**0.0**	**0.9%**
Chaleur de l'environnement	**0.1**	**0.3%**	**0.1**	**0.3%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**	**-**	**0.0%**
UIOM	**29.7**	**91.6%**	**33.0**	**90.5%**	**13.1**	**90.7%**	**2.0**	**25.7%**	**1.7**	**285.9%**	**0.1**	**18.6%**
Bois	**1.9**	**6.0%**	**2.5**	**6.9%**	**1.0**	**7.0%**	**4.4**	**56.9%**	**0.4**	**11.3%**	**0.1**	**26.3%**
Total CAD	**32.4**		**36.4**		**14.5**		**7.7**		**3.2**		**0.5**	

Part d'énergie primaire renouvelable : **58%**

Electricité hors chaleur	Energie utile [GWh/an]		Energie finale [GWh/an]		Energie finale pondérée[2] [GWh/an]		Energie primaire [GWh/an]		Energie primaire non renouvelable [GWh/an]		Emissions de GES [kt/an]	
Total	**14.6**		**14.6**		**11.8**		**19.3**		**4.0**		**0.4**	
Total par habitant[1]	**2.7**	**MWh/an**	**2.7**	**MWh/an**	**2.2**	**MWh/an**	**3.6**	**MWh/an**	**0.7**	**MWh/an**	**0.08**	**t/an**

Part d'énergie primaire renouvelable : **79%**

	Energie utile		Energie finale		Energie finale pondérée[2]		Energie primaire		Energie primaire non renouvelable		Emissions de GES	
Total général	**79.4**	**GWh/an**	**85.5**	**GWh/an**	**51.3**	**GWh/an**	**65.1**	**GWh/an**	**23.7**	**GWh/an**	**4.9**	**kt/an**
Total par habitant[1]	**14.9**	**MWh/an**	**16.0**	**MWh/an**	**9.6**	**MWh/an**	**12.2**	**MWh/an**	**4.4**	**MWh/an**	**0.9**	**t/an**

Part d'énergie primaire renouvelable : **64%**

[1] Augmentation de la population 16%

[2] Après application des facteurs de pondération nationaux

III. DONNÉES UTILISÉES

Donnée	Type	Source	Année de référence	Statuts
Mensuration officile (cadastre, parcellaire, couverture du sol)	Cartographique	GRB SA	2021	Utilisable
PAZ	Cartographique	GRB SA	2021	Utilisable
Règlement des constructions	Règlement	Commune	1995	Utilisable
Projets de développement urbain	Table attributaire	Commune – Bisa	2021	Utilisable
Documents des PQ Îles d'Epines, Les ìles, Les Perris, St-Laurent	Rapports et cartes	Commune	2021	Utilisable
Facteur KBOB d'énergie primaire et d'émissions de GES[26]	Table attributaire	KBOB	2016	Utilisable
RegBL	Table attributaire	OFS	2020	Utilisable
Registre cantonal des chaudières	Table attributaire	SEN	2021	Utilisable
Consommation d'électricité,	Table attributaire	Genedis	2020	Utilisable
Mix électrique	Table attributaire	Genedis	2020	Utilisable
Consommations du CAD	Table attributaire	Commune / Calorabois	2020	Utilisable
Mix CAD	Table attributaire	Commune / Calorabois	2020	Utilisable
Réseau CAD actuel et zones d'extensions projetées	Cartographique	Commune / Calorabois	2020	Utilisable
Consommations globales de gaz	Table attributaire	Energiapro	2020	Utilisable
Mix gaz	Table attributaire	Energiapro	2020	Utilisable
Réseau gaz	Cartographique	Energiapro	2020	Utilisable
Secteur ISOS	Cartographique	Canton	2021	Utilisable
Productions électriques locales (capteurs solaires)	Table attributaire	Genedis	2021	Utilisable
Production électrique locale (hydroélectricité)	Information en ligne (map.geo.admin.ch)	OFEN	2021	Utilisable

[26] *https://www.kbob.admin.ch/kbob/fr/home/publikationen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html*

Admissibilité des sondes et typologie du sous-sol	Cartographique	Canton	2021	Utilisable
Potentiel du bois-énergie local	Mail	Commune / triage forestier	2021	Utilisable
Données débits et températures STEP	Table attributaire	Commune	2019	Utilisable
Potentiel solaire	Cartographique	OFEN (toits solaires)	2020	Utilisable
Potentiel éolien	Cartographique	OFEN	2021	Utilisable
Statistiques des déchets	Table attributaire	Commune	2016-2020	Utilisable
Statistiques démographiques	Table attributaire	OFS	2020	Utilisable
Perspectives évolution démographiques	Rapport	Commune / Chablais Agglo	2019	Utilisable

IV. NOTE MÉTHODOLOGIQUE

Caractéristiques et consommations énergétiques actuelles du parc bâti

Afin de déterminer les caractéristiques énergétiques des bâtiments existants, plusieurs sources de données sont utilisées. De natures différentes (statistiques ou réelles), elles sont complémentaires et permettent d'obtenir une bonne connaissance du bâti sur le territoire de la commune. Les données provenant de sources statistiques fédérales (RegBL et REE par exemple) sont systématiquement utilisées et géolocalisées afin d'être liées à un bâtiment dans les données cadastrales. Les données réelles proviennent généralement de différentes sources (distributeurs d'énergie, communales ou cantonales) et ne sont pas systématiquement disponibles dans les communes. Lorsqu'elles sont disponibles et qu'il est possible de les spatialiser, les données réelles sont systématiquement prioritaires par rapport aux données issues des registres fédéraux ou des estimations statistiques.

Agents énergétiques (AE)

Le vecteur énergétique est déterminé de manière distincte pour la production de chaleur pour le système de chauffage et pour la production d'ECS. Lorsqu'il apparaît que plusieurs AE pourraient être utilisés simultanément pour la même production (un AE principal et un autre en appoint par exemple), celui qui est vraisemblablement le vecteur principal est retenu.

Sources de la donnée par ordre de priorité (selon disponibilité):

1. Consommations sur réseaux (CAD, gaz, électricité)
2. Informations des consommateurs (questionnaire à la population existant)
3. Informations disponibles auprès des Services Industriels (base de données existante)
4. Chaudières installées (liste des ramoneurs et/ou liste cantonale des délais d'assainissement)
5. RegBL

Note : *Lorsqu'aucune des sources ne permet de déterminer un agent énergétique mais qu'il apparaît que le bâtiment a des besoins de chaleurs, la mention « Autre AE/Inconnu » lui est attribuée.*

Affectation principale du bâtiment

Afin de déterminer le profil de consommation énergétique des bâtiments, une des 12 affectations de la norme SIA 380/1 est attribuée à chacun des bâtiments. Lorsqu'il y a plusieurs types d'activités au sein d'un bâtiment, c'est l'affectation principale des bâtiments qui est retenue. Pour les bâtiments particuliers (par exemple les serres de cultures maraîchères), une affectation spéciale ne figurant pas dans les catégories SIA leur est attribuée.

Sources de la donnée par ordre de priorité (selon disponibilité) :

1. Indication directement sur le cadastre communal des bâtiments
2. Catégorie et classe du bâtiment selon le RegBL
3. REE : le code NOGA des entreprises permet de déterminer le type d'activités prenant place dans le bâtiment et en déduire l'affectation. Lorsque plusieurs entreprises ayant des activités différentes sont localisées dans un même bâtiment, l'activité principale permet de déterminer l'affectation principale du bâtiment.
4. Au cas par cas : le Plan Générale d'Affectation (PGA), le Plan d'Affectation des zones (PAZ) ou encore le Plan d'Aménagement Local (PAL) selon le canton, peut permettre de définir l'affectation de certains bâtiments.

Note : *Lorsqu'aucune des sources ne permet pas de déterminer une affectation mais qu'il apparaît que le bâtiment a des besoins de chaleur, la mention « Affectation inconnue » lui est attribuée.*

Epoque de référence

L'époque de référence d'un bâtiment sert de base à déterminer ses besoins énergétiques spécifiques et le niveau de température nécessaire pour le système de chauffage. L'époque de référence est généralement définie par sa date de construction. Lorsqu'une information provenant de données réelles ou du RegBL permet de déterminer une époque de rénovation après 2000, l'époque de rénovation est retenue comme époque de référence.

Sources de la donnée par ordre de priorité :

1. Données réelles issues de registre communaux ou de corrections manuelles
2. RegBL

Surface de Référence Énergétique (SRE)

La Surface de Référence Énergétique (SRE) sert de base pour le calcul des besoins énergétiques pour le chauffage, l'ECS et l'électricité. Lorsque les données réelles ne permettent pas de connaître une SRE, elle est estimée. La surface de l'empreinte au sol du bâtiment (surface du polygone dans le cadastre des bâtiments) est multipliée par le nombre d'étage (RegBL) pour déterminer une surface brute de plancher (SBP). Cette SBP est ensuite transformée en SRE grâce un facteur de conversion qui tient compte des espaces non chauffés des bâtiments (cages d'escaliers, ascenseurs, etc.)

Hypothèse : facteur de conversion SBP → SRE : **0.8**

Sources de la donnée par ordre de priorité :

1. Données réelles
2. RegBL + cadastre + hypothèses de calcul

Température du système de chauffage

La température estimée de départ des systèmes de chauffage est répartie selon 3 catégories : 70 °C, 55°C et moins de 40°C (chauffages au sol)

Hypothèses : La température du système de chauffage dépend de l'époque de construction et de la rénovation de la manière suivante :

		Rénovation après 2000	
		Oui	**Non**
Époque construction	**Avant1970**	55 °C	70 °C
	1970 - 2000	55 °C	55 °C
	Après 2000	< 40 °C	< 40°C
	Bâtiments futurs	< 40 °C	< 40 °C

Note : *La présence avérée (grâce à un questionnaire à la population par exemple) d'un système de chauffage au sol engendre automatiquement l'attribution d'un système de chauffage < 40 °C quel que soit l'époque de construction du bâtiment.*

Besoins de chaleur (hors process)

Les caractéristiques des bâtiments ont été référencées sur la base de la base de données MEU de Sinergy, datant de 2016, consolidée par croisement avec le RegBL (2020) et les consommations des énergies de réseau (gaz et chaleur à distance), disponibles à l'adresse. Lorsque les consommations réelles ne sont pas connues, des besoins spécifiques de chaleur sont attribués à chacun des bâtiments en fonction de leur affectation et de leur époque de référence. Les besoins spécifiques de chauffage ($Q_{SPEC,chauf}$ [kWh/m²]/an) sont attribués à partir des valeurs moyennes (par affectation et par époque) obtenues à partir d'une base de données réunissant plusieurs milliers de bâtiments. (Source : Novatlantis (Zürich), EnerGIS, étude interne sur bâtiments de Sion, norme SIA 380/1). Les besoins spécifiques d'eau chaude sanitaire (ECS) ($Q_{SPEC,ECS}$ [kWh/m²]/an) sont déterminés en fonction de l'affectation, indépendamment de l'époque de référence à partir des valeur limites de la norme SIA 380/1. Les besoins de chaleur globaux du territoire sont obtenus par agrégation des valeurs estimées par bâtiment.

Besoins de chaleur d'un bâtiment :

$$\mathrm{Q}_{besoins}[\mathrm{kWh/an}] = Q_{ECS} + Q_{chauf} = \mathrm{SRE} * \left(Q_{SPEC,ECS} + Q_{SPEC,chauf}\right)$$

Lorsque les consommations réelles sont connues, les besoins de chaleur sont obtenus en appliquant les rendement types décrit ci-après.

Note : *lorsqu'une époque de référence concerne une rénovation (cf. époque de référence), les valeurs sont majorées de 25 %.*

Consommation d'énergie finale pour la chaleur

Lorsque les consommations réelles ne sont pas connues, elles sont calculées à partir des besoins de chaleur estimés auxquels on applique un rendement type qui est fonction du vecteur énergétique (η_{AE}).

Consommation finale de chaleur d'un bâtiment :

$$Q_{BAT,CHAL}[kWh/an] = SRE * \left(\frac{Q_{SPEC,ECS}}{\eta_{AE,ECS}} + \frac{Q_{SPEC,CH}}{\eta_{AE,CH}}\right)$$

Agent énergétique	Rendement
Mazout	0.85
Gaz	0.85
Electricité	0.95
Bois	0.75
Pompe à chaleur	Voir détails sur les PAC ci-dessous
Capteur solaire	1
Autre/Inconnu	Moyenne pondérée

Pompes à chaleur (PAC)

Plusieurs technologies de PAC sont disponibles à ce jour sur le marché. Les configurations envisageables pour la valorisation de chaleur de l'environnement ou de rejets thermiques sont variées :

- Vecteur énergétique utilisé (électricité ou gaz)
- Fluide de travail (fluide frigorigène, CO_2, ammoniac etc.)

Ces différentes configurations ont une influence sur les coefficients de performance annuels d'une installation et donc sur la consommation annuelle d'énergie ne provenant pas directement de l'environnement ou d'un rejet thermique (gaz ou électricité). Afin de simplifier l'interprétation des résultats, et sauf mention du contraire, l'estimation de la valorisation possible de ressources à l'aide d'une PAC se fait systématiquement sur la base d'une installation fonctionnant à l'électricité et un fluide caloporteur de type frigorigène standard. Les différentes technologies de PAC électriques affichent généralement des performances différentes les unes des autres en fonction des technologies utilisées. Indépendant du type de PAC utilisé, le COP annuel dépend également des niveaux de température en jeux dans le système de chauffage (température de la source froide et température nécessaire en sortie du système). Les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous sont les valeurs utilisées dans l'évaluation de la consommation électrique des PAC pour l'état des lieux. Les performances des PAC ne sont pas différenciées en fonction de l'utilisation qui en est faite (chauffage uniquement ou chauffage et ECS).

Type de PAC	COP
PAC air/eau	3
PAC air/air	2.5
PAC sol/eau	4
PAC eau/eau	4.5
PAC non définie	Moy. pondérée

Note : *Ces COP sont relativement ambitieux pour des performances moyennes annuelles. En effet, l'ordre de grandeur de ces valeurs est celui des fournisseurs de PAC. Les valeurs annuelles mesurées révèlent régulièrement des performances moindres. Cependant, les technologies vont évoluer d'ici aux échéances des scénarios et devraient atteindre sans problème ces valeurs, voir les dépasser.*

Installations de production de chaleur à combustion (chaudières)

Lorsque les données des chaudières ne sont pas disponibles ou incomplètes comme c'est souvent le cas, la puissance nécessaire pour satisfaire les besoins de chaleur est estimée en fonction de l'affectation et en se basant sur les règles simples de dimensionnement édictées par SuisseEnergie[27] fournissant un nombre d'heures équivalent pleine charge par année. Ainsi les besoins annuels de chaleur du bâtiment sont divisés par le nombre d'heures pleines charge afin de déterminer la puissance de dimensionnement.

Consommation électrique spécifique (hors chaleur)

En l'absence de données de consommation mesurées à l'échelle du bâtiment, les valeurs limites pour la consommation électricité hors-chaleur de la norme SIA 380/1 sont utilisées afin d'estimer la consommation électrique des bâtiments. En revanche vu les écarts important entre les valeurs de la norme et les consommations effectives, ces estimations ne sont pas agrégées pour calculer le bilan global du territoire. Celui-ci est déduit directement des données de consommation globales transmise par le fournisseur. Si fournies, les quantités consommées sur le marché libre sont également prise en compte.

Bâtiments communaux

Lorsque cela est possible (disponibilité des données, possibilité de spatialisation, etc.), les données réelles sont utilisées pour les bâtiments communaux :

- Installations de chauffage
- Caractéristiques thermiques du bâtiment
- Consommations énergétiques (factures, comptabilité énergétique, etc.)

Note : *Si ces données ne sont pas disponibles, les bâtiments communaux sont traités de la même manière que les autres bâtiments du territoire.*

Calcul des ressources énergétiques

Les ressources énergétiques du territoire sont intégrées selon les données à disposition. De manière générale, lorsque des études spécifiques de potentiel de valorisation d'une ou de plusieurs ressources existent, elles sont intégrées dans les résultats présentés dans ce rapport. En l'absence d'étude spécifique, le potentiel des ressources est estimé sur la base des données couramment disponibles à l'aide d'une méthodologie développée par Navitas Consilium SA (voir ci-dessous en fonction des ressources).

On distingue le potentiel maximum (énergie techniquement disponible de façon durable), du potentiel mobilisable qui intègre les contraintes économiques et l'adéquation temporelle entre production et besoins. Le potentiel mobilisable est fortement dépendant des hypothèses considérées. Celle-ci sont détaillées ci-dessous pour chaque type de ressource.

Energie solaire

Le potentiel solaire est issu des données « toits solaires » de l'OFEN[28], qui expriment un potentiel théorique pour chaque toiture du pays, sur la base de la base de données swissBuildings3D de swisstopo. Pour obtenir un potntiel réaliste, les hypothèses suivantes sont appliquées. Tant pour le photovoltaïque que le solaire thermique, seuls sont conservées les toitures classées de « bonnes » à « excellente », c'est-à-dire sujettes à une irradiation directe supérieure à 1000 kWh/m²/an.

Potentiel solaire thermique

A cause de la caractéristique saisonnière de la production, il est peu intéressant d'installer des panneaux solaires thermiques sur les bâtiments n'ayant pas de besoins d'eau chaude sanitaire significatifs. En conséquence, seules les toitures des bâtiments avec les affectations de type : logement (collectifs ou individuels), restauration, hôpitaux, installations sportives et piscine couvertes sont considérées dans le calcul du potentiel global de l'énergie solaire thermique du territoire. Par ailleurs, les toitures pour lesquelles une surface de panneaux identifiée est inférieure à 5 m² sont considérées comme étant trop petite pour accueillir une installation. Leur potentiel est donc considéré comme nul.

[27] *http://www.lab-immo.ch/spec/lab-immo/Concepts/Energie/Suisse-Energie_-_Calcul_de_la_puissance_de_chauffe.pdf*
[28] *https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/statistiques-et-geodonnees/geoinformation/geodonnees/solaire/energie-solaire-aptitude-des-toitures.html*

Note : *Lorsque l'identification d'un projet incluant l'utilisation de l'énergie solaire thermique permet de définir plus précisément un rendement, celui-ci est indiqué dans la description du projet en question.*

Potentiel photovoltaïque

Contrairement au solaire thermique, la production photovoltaïque peut facilement être injecté dans le réseau ce qui permet, en première approximation, de valoriser l'entier de la production. Le potentiel mobilisable correspond donc au potentiel maximum. En revanche, il faut garder à l'esprit que les potentiels thermique et PV concernent les mêmes toitures. S'il existe un conflit entre l'usage thermique et photovoltaïque, la mise en œuvre de panneaux hybrides permettra de valoriser le rayonnement solaire à la fois sous forme de chaleur et d'électricité. Avec ce type de système, le rendement électrique est maintenu alors que le rendement thermique est diminué de moitié.

Finalement, les toitures pour lesquelles une surface de panneaux identifiée est inférieure à 10 m^2 sont considérées comme étant trop petite pour accueillir une installation. Leur potentiel est donc considéré comme nul.

Géothermie à faible profondeur

Le potentiel de la géothermie à faible profondeur est estimé en considérant un concept d'approvisionnement sur sonde géothermique verticale. Seules les portions de territoire pour lesquelles aucun obstacle légal (zones protégées, limites aux parcelles, etc.) ou physique (routes, construction souterraine, conduites, etc.) sont considérées pour déterminer le nombre de sondes maximales qu'il est possible d'installer. Le nombre maximal de SGV (Nb_{sondes} [-]) est ensuite déterminé en divisant la surface libre par la surface nécessaire par sonde (400m2 par sonde). Cette surface reflète la distance minimale de 20m entre sondes est définie afin d'éviter une surexploitation de la ressource et engendrer un refroidissement voire un gel des sols. La profondeur maximale retenue pour les calculs est de 400 mètres, sauf en cas de restriction légale de profondeur ou d'interdiction de forage. La conductivité thermique et la capacité thermique spécifique du sol sont fournies par le Canton sur tout le territoire communal. Ces données sont exprimées pour chaque tranche de 50 mètres de profondeur jusqu'à une profondeur maximale de 400 mètres.

Note : *Sauf mention du contraire, aucune recharge thermique n'est envisagée dans le calcul du potentiel annuel exploitable. Malgré cela, la distance choisie (relativement élevée) permet d'être serein quant à la pérennité de l'utilisation de la ressource. Cependant une exploitation avec recharge thermique du sous-sol (ce que recommande* ***geothermie.ch****) permettrait une exploitation plus intensive de la ressource tout en s'assurant de la pérennité du système. Ainsi le potentiel calculé dans ce rapport est plus proche de la borne inférieure du potentiel de la ressource que de la borne supérieure.*

Le potentiel énergétique (puissance énergie annuelle) par mètre de sonde est calculé sur la base de la norme SIA 384/6 sur les sondes géothermiques (Société suisse des ingénieurs et des architectes, 2010) comme suit :

Énergie annuelle **:** Q_{lin} [kWh/m_{sonde}/an]

Le potentiel énergétique des SGV est calculé par parcelle avant d'être agrégé à différentes échelles pour l'élaboration des concepts énergétiques. Ainsi le calcul par parcelle se fait selon la formule suivante :

Énergie potentielle soutirable à l'environnement :

$$\mathrm{Q_{SGV,env}}\ [\mathrm{kWh/an}] = \sum_{i=1}^{Nb_{sondes}} \mathrm{Prof}_{max,i} * Q_{lin,i}$$

Énergie potentielle soutirable en sortie de PAC :

$$\mathrm{Q_{SGV,PAC}}\ [\mathrm{kWh/an}] = \mathrm{Q_{SGV,env}} * \frac{\mathrm{COP}}{\mathrm{COP} - 1}$$

Aérothermie

Le potentiel de production de chaleur à partir de PAC fonctionnant sur l'air ambiant est illimité. Cependant cette ressource implique une consommation d'électricité plus importante que des PAC utilisant d'autres sources de froid (voir hypothèses PAC ci-dessus). C'est pourquoi il est important d'utiliser cette ressource judicieusement. De plus, l'altitude (température extérieur) à un rôle important sur les performances de ces installations. En effet, si elles sont bien adaptées aux territoires de plaine, leur performance diminue en altitude (à déconseiller au-dessus de 800 - 1'000m).

Récupération de chaleur sur les eaux usées.

La température en entrée de STEP est généralement connue. L'hypothèse est faite que la température des eaux épurées en sortie de STEP est la même qu'en entrée, ce qui est généralement le cas (à 1°C près) dans les installations mesurant cette information. La température dans le réseau n'est généralement pas connue. Dans le cas des réseaux séparatifs, l'hypothèse est faite que la température en tout point du réseau est la même qu'à l'entrée de la STEP, sauf mention du contraire. Les deltas de température envisageable dans une installation de récupération de chaleur des EU sont déterminés pour obtenir le potentiel énergétique maximal respectant les contraintes légales.

Pour que son potentiel d'un collecteur soit pris en compte, il doit présenter un débit minimal par temps sec de 10 l/s (~2'000 Equivalents-Habitant hydrauliques) et il doit alimenter une STEP traitant un débit par temps sec minimum de 25 l/s (~5'000 EH hydrauliques). La distance maximale entre la conduite et le(s) consommateur(s) pour une exploitation économiquement rentable est donné par le tableau ci-dessous :

Demande de chaleur	Distance maximale
< 100 kW	Pas de potentiel
100 kW	100 m
250 kW	200 m
> 500 kW	300 m

Il se peut que la température et le débit des eaux usées soient quelque peu différents d'année en année, et donc que le potentiel énergétique le soit aussi. Par conséquent, un taux limite d'exploitation de 80% par rapport au potentiel maximal est appliqué sauf mention contraire dans le rapport.

Réseaux thermiques

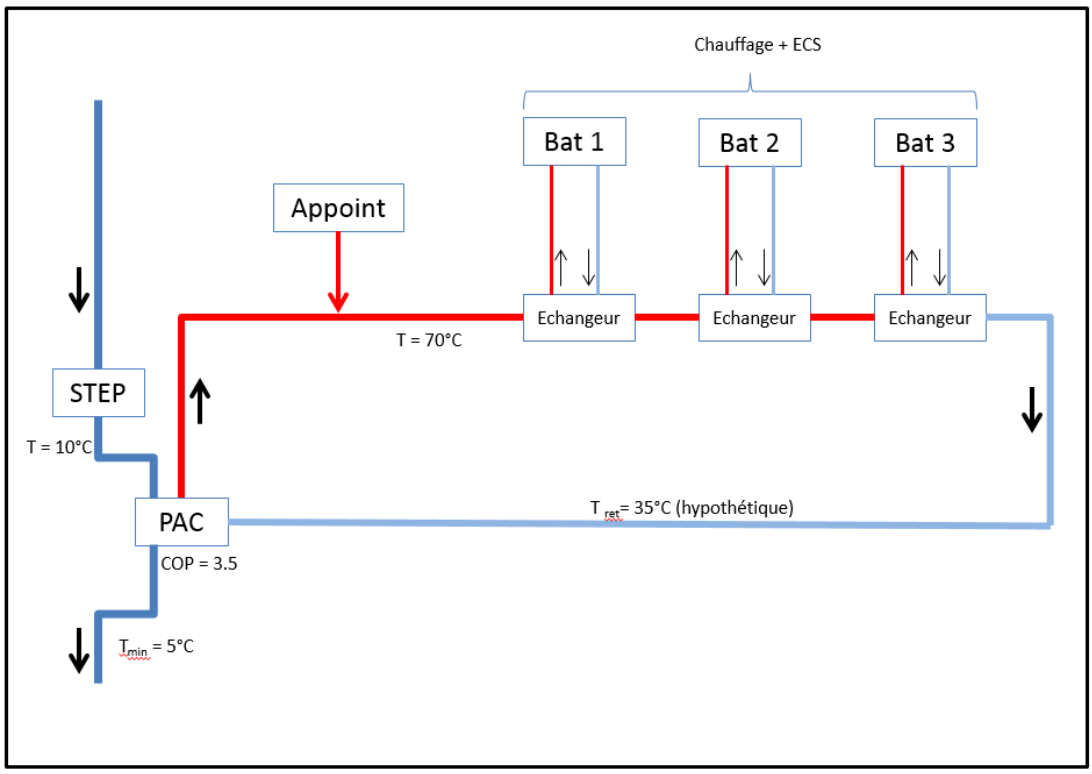
Les réseaux thermiques peuvent adopter plusieurs configurations différentes. Le tableau ci-dessous décrit les hypothèses considérées pour les différents types de réseaux thermiques envisagés. Ces hypothèses sont des paramètres théoriques très généraux. Dans la pratique, il est tout à fait possible de rencontrer des situations différentes.

Un réseau thermique est toujours victime de pertes thermiques lorsqu'il achemine de la chaleur. Ces pertes dépendent entre autres de la longueur du réseau et de la température d'approvisionnement. Pour les réseaux à moyenne température (65°C), les pertes thermiques (réseau + échangeurs de chaleur) sont estimées à 10% de l'énergie disponible en sortie de chaudière. Les pertes des réseaux à basse température (eau du lac, cours d'eau, etc.) sont généralement plus faibles. Elles sont ici négligées bien qu'en pratique la baisse de température engendrée peut péjorer le COP des PAC décentralisées associées au réseau.

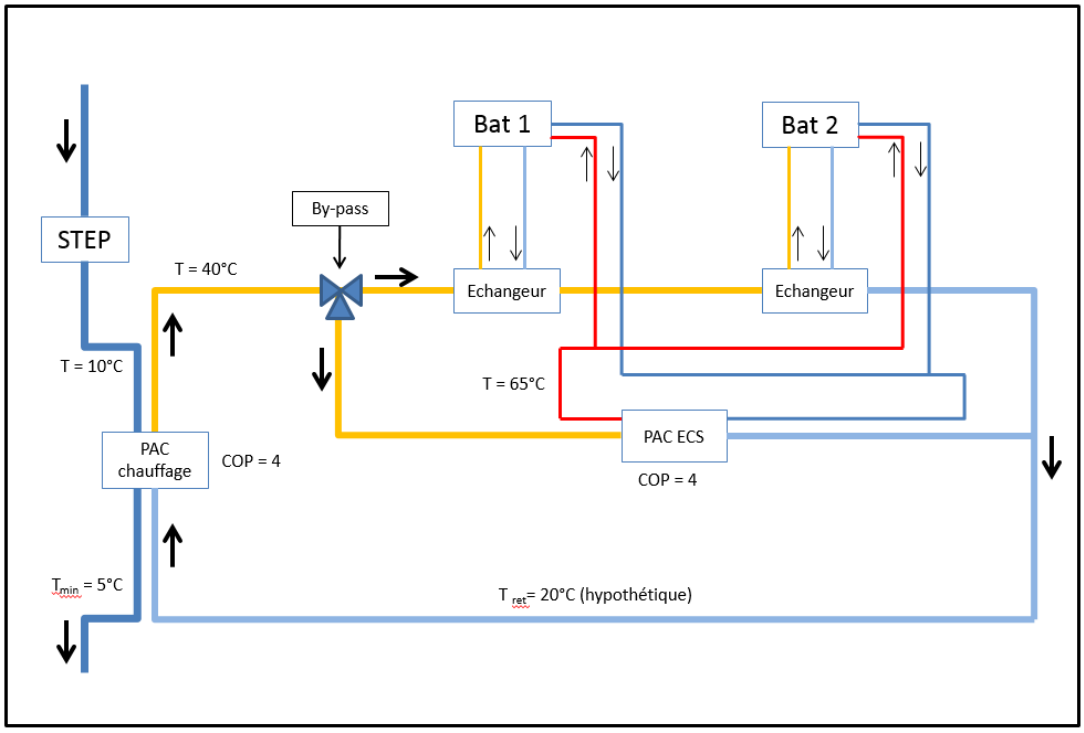
Un rendement type de 85 % est considéré pour les chaudières à bois alimentant des CAD qui sont généralement plus optimisées que les installations individuelles.

Un CAD sur eaux usées peut adopter plusieurs configurations différentes :

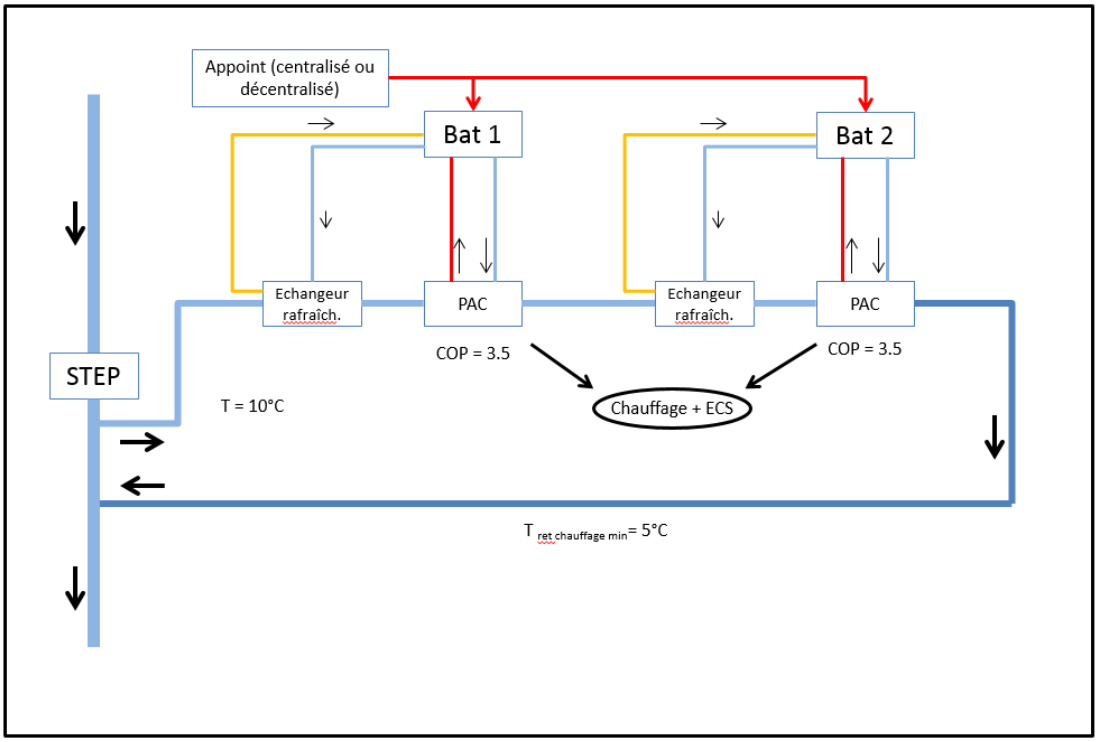
- Un chauffage à distance (CAD) moyenne température (Tdépart = 70°C) avec système bivalent à production centralisée (centrale de PAC secondée par un appoint comme une chaudière à gaz et distribution via réseau de chaleur). Dans cette configuration, le **COP des PAC** est fixé à **3.5** par défaut, et la durée annuelle de fonctionnement du réseau à puissance nominale à 4'000 h/an :



- Un chauffage à distance basse température : le système envisagé est constitué d'un circuit alimenté par des centrales de PAC placées en sortie de STEP. Un circuit primaire fournit l'énergie de chauffage (Tdépart = 35°C) et l'autre, installé en série, fournit l'ECS toute l'année (Tdépart = 60°C). L'installation d'un appoint (système bivalent) peut être envisagée pour couvrir la part des besoins pour le chauffage qui ne pourrait éventuellement pas être satisfaite (pointes hivernales). Dans cette configuration, le **COP des PAC** est fixé à **4** par défaut, et la durée annuelle de fonctionnement du réseau à puissance nominale à 2'500 h/an :



- Un bus thermique (Tdépart = 10°C par exemple) acheminant les eaux épurées (en partie ou la totalité) jusqu'aux bâtiments à chauffer. Chaque bâtiment à chauffer est équipé d'une PAC prélevant l'énergie thermique dans le réseau. Les PAC peuvent aussi être centralisées suivant la densité du bâti. Si nécessaire, ce système est soutenu par un chauffage d'appoint pouvant être centralisé ou décentralisé suivant la configuration des zones concernées (système bivalent). Dans cette configuration, le **COP des PAC** est fixé à **3.5** par défaut, et la durée annuelle de fonctionnement du réseau à puissance nominale à 2'800 h/an :



Un CAD exploitant l'énergie thermique de l'eau du lac peut adopter plusieurs configurations. La configuration envisagée est la suivante :

- Une boucle primaire exploitant l'énergie thermique de l'eau du lac par l'intermédiaire d'échangeurs de chaleur ;
- Des pompes à chaleur décentralisées par bâtiment ou par groupe de bâtiments raccordées à la boucle primaire et exploitant son énergie pour rehausser le niveau de température des circuits de chauffage secondaires propres aux bâtiments.

Cette configuration a l'avantage de permettre de fournir du froid aux bâtiments nécessiteux, qui permettent grâce à leurs rejets thermiques d'améliorer les performances du réseau.

V. PARAMÈTRES DE DÉVELOPPEMENT URBAIN

Projets de développement urbain															
N° de Projet	Nom	IUS projeté	SBP prévue [29]	Répartition des affectations [% de SRE] (si pas précisé, les valeurs par zone du PGA font foi)											
		[-]	[m²]	Logement collectif	Logement individuel	Administratif	Ecoles	Commerces	Restauration	Lieux de rassemblement	Hôpitaux	Industries	Dépôts	Install. Sportives	Piscines couvertes
1	Secteur gare	0,83	-		50%	10%		25%	10%				5%		
2	PQ Iles d'Epines	0,38	32 700	25%		20%		5%	5%	5%			40%		
3	PQ St-Laurent	0,60	12 772	90%		5%			5%						
4	PQ Les Iles Nord	0,83	13 409	90%		5%				5%					
5	PQ Les Perris	0,50	31 847			30%						30%	40%		
6	Projet Collège	-	-												
7	PAS Les Marais	0,50	-												
8	Zone à aménager l'Acquis	0,38	-												
9	Zone à aménager La Corne	0,60	-												
10	Zone à aménager les Iles Centre	0,83	-												
11	Zone à aménager Les Mayeux	0,38	-		100 %										

[29] *Si l'information n'est pas disponible, les surfaces sont estimées à partir de l'indice d'utilisation*

Densification													
Zone du PAZ	IUS[30]	Répartition des affectations [% de SBP]											
	[-]	Logement collectif	Logement individuel	Administratif	Ecoles	Commerces	Restauration	Lieux de rassemblement	Hôpitaux	Industries	Dépôts	Install. Sportives	Piscines couvertes
Zone vieille ville (VV)	0,80	70%		5%		10%	10%	5%					
Zone centre-ville (CV)	0,90	70%		5%		10%	10%	5%					
Zone vieux village et hameau (VH)	0,45		80%	5%		5%	5%	5%					
Zone d'extension village (EV)	0,45		80%	5%		5%	5%	5%					
Zone résidentielle forte densité (R3)	0,83	80%		5%		5%	5%	5%					
Zone résidentielle moyenne densité (R2)	0,60	80%		5%		5%	5%	5%					
Zone résidentielle faible densité (R1)	0,38		80%	5%		5%	5%	5%					
Zone mixte habitat et commerce (ZMHC)	0,83		50%	10%		25%	10%	0%			5%		
Zone d'activités touristiques (ZAT)	0,75		5%	20%		30%	35%	10%					
Zone mixte industrielle et de centres d'achat (ZMIC)	0,38		5%			40%	5%	0%		40%	10%		
Zone artisanale (ZA)	0,50		5%	5%						70%	20%		
Zone artisanale et industrielle (ZAI)	0,50		5%	5%						70%	20%		
Zone de camping résidentiel (ZC)	0,00		80%				10%	10%					
Zone d'intérêt général A (ZIG A)	0,00			50%				40%					10%
Zone d'intérêt général B (ZIG B)	0,00				60%			10%	10%			10%	10%
Zone d'intérêt général D (ZIG D)	0,00												
Zone d'intérêt général E (ZIG E)	0,00												
Zone d'extraction et de dépôt de matériaux	0,00												
Reste du territoire	0,00												

[30] *Un indice égal à zéro signifie qu'aucune densification n'a été simulée en dehors des projets connus.*

VI. CARTES

État des lieux

1. Agents énergétiques de chauffage
2. Agents énergétiques pour l'ECS
3. Affectations principales
4. Époques de constructions
5. Densité actuelle des besoins de chaleur par hectare

Projections des besoins futures

6. Zones d'affectations et projets urbains
7. Densité future des besoins de chaleur par hectare

Ressources énergétiques locales

8. Zones d'autorisation des sondes géothermiques
9. Potentiel solaire des toitures

Stratégie énergétique

10. Secteurs d'approvisionnement pour la chaleur (*figure 27* du rapport)