



Enercore

*Maîtrise énergétique
Bâtiments & Territoires*

Navitas Consilium SA
une spin off du 

PLAN DIRECTEUR DES ÉNERGIES COMMUNAL DE LA VILLE DE LANCY (CET LANCY)

RAPPORT FINAL



22 juin 2023

Ville de Lancy

République et canton de Genève



IMPRESSUM

Mandant

Ville de Lancy
Service des travaux et de l'urbanisme (STU) – Service de l'aménagement du territoire (SAT)
41, route du Grand-Lancy
1212 Grand-Lancy

Mandataire

Centre de Recherches Énergétiques et Municipales (CREM)

M. Loïc Darmayan
Av. de Marconi 19
Case postale 256
1920 Martigny

Tél. : +41 27 564 35 08

loic.darmayan@crem.ch

Partenaires

Enercore Sàrl

M. Daniel Gasser

Rue du Champ-Blanchod 13
1228 Plan-les-Ouates

Tél. : +41 76 385 31 79

daniel.gasser@enercore.net

Navitas Consilium SA

M. Gabriel Ruiz

Av. de Marconi 19
1920 Martigny

Tél. : +41 27 722 19 62

gabriel.ruiz@ncsa.ch

Version : Version 3

La version 3 du Plan directeur des énergies de la Ville de Lancy prend en compte les modifications demandées par le Canton de Genève lors de l'enquête technique en 2021. Pour des raisons d'économie des ressources, aucune autre mise à jour n'a été effectuée.

Par conséquent, les données, l'analyse, les cartes et les orientations reflètent l'état de la situation au 30 mars 2020, date de la finalisation de la version 2 du présent document.

Auteurs : Loïc Darmayan (LD)- CREM, Daniel Gasser (DG) - Enercore, Gabriel Ruiz (GR) - NCSA



Validation et suivi des mises à jour					
Version	Date	Identifiant et Visa			Descriptif succinct des mises à jour
		Auteur	Relecteur	Visa	
1	25.11.2019	LD, DG, GR	-	-	1 ^{ère} version du rapport envoyé à la Commune sans annexe.
2	30.03.2020	LD	DG		<ul style="list-style-type: none"> - Modifications et corrections selon retour de Mme Bogenmann par LD - Ajout complet des annexes - Relecture finale DG
3	23.06.2022	LD	CLB		<ul style="list-style-type: none"> - Corrections LD selon retour de l'enquête technique par le Canton de Genève - Relecture finale CLB

TABLE DES MATIÈRES

Impressum.....	0
Table des matières.....	2
Table des illustrations	5
Nomenclature et définitions	8
1 Nomenclature.....	8
2 Définitions	9
Préambule.....	10
1 Définition d'un Plan Directeur des Energies communal.....	10
2 Données utilisées pour réaliser cette étude	12
3 Confidentialité.....	13
4 Contexte Energétique national et cantonal	14
4.1 Contexte national	14
4.2 Contexte cantonal : stratégie énergétique	15
4.3 Subventions fédérales et cantonales	17
4.4 Périmètre de l'étude et limites	17
Partie A : Analyse du contexte communal de la Ville de Lancy et de sa vision ..	20
1 Carte d'identité de la commune et périmètre d'étude du PDE	20
2 Géographique et urbain	20
3 Acteurs et analyse socio-économique.....	22
3.1 Identification des acteurs majeurs	22
3.2 Analyse des types d'entreprises présentes sur le territoire	23
3.3 Analyse socio-économique	25
4 Développements urbains à venir ou en cours.....	29
5 Etats des projets ou études en cours relatifs à l'énergie	31
5.1 CAD la Chapelle	31
5.2 CAD Palettes	32
5.3 CAD Lancy Pont-Rouge	33
5.4 CAD Surville	34
5.5 CADIOM	34
6 Aperçu des objectifs, des stratégies et de la vision déjà définis par la Commune	35
6.1 Cité de l'énergie, objectifs à court terme	35
6.2 Plan énergie des bâtiments communaux, objectifs à court et moyen terme	35
6.3 La société à 2000 watts, objectifs à moyen et long terme	37

7	Environnement pollution.....	38
8	Synthèse et enseignements du contexte.....	39
Partie B : Diagnostic énergétique – Etat des lieux du territoire		40
1	Consommations de chaleur 2016	42
1.1	Agents énergétiques	43
1.2	Affectation des bâtiments	44
1.3	Époque de référence	45
1.4	Niveaux de température d’approvisionnement	46
1.5	Densité des besoins de chaleur	47
1.6	Installations existantes	48
1.7	Gros consommateur et processus industriels	49
2	Identification des preneurs de froid potentiels	50
3	Consommation d’électricité 2016	51
4	Ressources locales	53
4.1	Synthèse des potentiels énergétiques locaux	54
4.2	Énergie éolienne	56
4.3	Énergie solaire	56
4.4	Énergie hydroélectrique	57
4.5	Énergie hydrothermique	58
4.6	Géothermie	59
4.7	Air ambiant	61
5	Biomasse.....	62
5.1	Valorisation actuelle	62
5.2	Évaluation du potentiel	62
6	Rejets thermiques.....	64
6.1	Valorisation actuelle	64
6.2	Évaluation du potentiel	64
7	Energies de réseaux.....	65
7.1	Réseau de gaz	65
7.2	Réseaux de chauffage à distance	65
8	Projection des besoins énergétiques futurs (2030)	66
8.1	Développement territorial 2030	66
8.2	Méthodologie et hypothèses de calcul	67
8.3	Besoins futurs 2030	68
Partie C : Définition d’un projet de planification énergétique.....		70
1	Découpage du territoire en zones énergétiques	70
2	Précision sur les orientations à donner concernant le développement de la géothermie a moyenne profondeur et des aquifères	72

3	Orientations stratégiques détaillées par zone.....	72
3.1	Zone CADIOM	72
3.2	Zone CADIOM extension	74
3.3	Zone la Bâtie	75
3.4	Zone Surville	76
3.5	Zone centre	76
3.6	Zone sud route de Chancy	77
3.7	Zone Pont-Rouge	78
3.8	Zone la PRAILLE-PAV	78
3.9	Zone CAD Palettes	80
3.10	Zone route Saint-Julien Sud	81
3.11	Zone TPG-Artisanat	81
3.12	Zone Villas	82
4	Bilan 2016 des besoins de chaleur par zone	84
Partie D : Etude et analyse des stratégies énergétiques 2030.....		85
1	Objectifs quantitatifs 2030 de la Ville de Lancy, sur la voie de la société à 2000 watts 85	
2	Méthodologie de scénarisation	85
3	Scénario énergétique 2030 retenu et bilans	86
3.1	Axe 1 – Maitrise des besoins 2030	87
3.2	Axe 1 – Développement urbain 2030	87
3.3	Axe 2 – Développement des énergies renouvelables (substitution fossile)	88
3.4	Axe 3 – Développement des infrastructures énergétiques	88
3.5	Bilan 2030	89
4	Analyse d’opportunités d’infrastructures utilisant la géothermie hydrothermale (ressource non retenu dans le scénario 2030)	95
Partie E : Mise en œuvre et suivi		98
1	Plan d’action	98
1.1	Axe 1 - Réduction et maîtrise des consommations énergétiques	98
1.2	Axe 2 - Valorisation des ressources renouvelables et substitution des énergies fossiles 99	
1.3	Axe 3 - Développement des réseaux énergétiques	99
1.4	Axe 4 - Information et suivi de la politique énergétique communale	100
2	Proposition de plan de suivi	100
Bibliographie		101
Annexes		102

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Lien entre procédures d'aménagement et planification énergétique territoriale – source OCEN	11
Figure 2: Répartition de la consommation d'énergie suisse en 2016 par secteur d'utilisation (OFEN, 2017)	14
Figure 3: Consommation finale d'électricité en 2016 par secteur (OFEN, 2017)	14
Figure 4: Répartition de la consommation de chaleur en 2016 par secteur (OFEN, 2017)	14
Figure 5 : Schématique de la démarche proposée	18
Figure 6: Evolution démographique de Lancy depuis 1981	20
Figure 7 : Contexte géographique et urbain de la commune	21
Figure 8 : Parcelles de la Commune suivant les propriétaires publics	22
Figure 9 : Définition des PME	23
Figure 10 : Répartition des entreprises par classe de taille dans les branches économiques	24
Figure 11 : Répartition des emplois par classes de taille dans les branches économiques	25
Figure 12 : Régime de propriété par type d'immeuble, selon le nombre	27
Figure 13 : Type de personne par type d'immeuble, selon le nombre	27
Figure 14 : Développement urbain territorial de la Ville de Lancy	30
Figure 15 : Etat du développement du réseau thermique la Chapelle les Sciens – source cadastre réseaux SIG	31
Figure 16 : périmètre de déploiement de CAD Palettes	32
Figure 17 : Infrastructure thermique Lancy-Pont-Rouge – source ALPIQ Intec (nouvellement Bouygues ES)	33
Figure 18 : Projet de réseau CAD à Surville – d'après présentation de SIG à la commune le 9.10.18 par Jad Khoury	34
Figure 19 : Réseau de chaleur CADIOM	34
Figure 20 : Localisation des bâtiments communaux	36
Figure 21 : Principe de société 2000 watts pour la Suisse	37
Figure 22 : Suivi du bilan des watts par habitant - Antenne Société à 2000 watts, version d'août 2019	37
Figure 23 : Suivi du bilan des gaz à effet de serre - Antenne Société à 2000 watts, version d'août 2019	38
Figure 25 : Synthèse des grandes infrastructures thermiques en projet ou en cours de réalisation	39
Figure 26 : Nature de l'énergie consommée, pourcentage de l'énergie finale	40
Figure 27 : Répartition des postes de consommations de l'énergie finale	40
Figure 28 : Impact de chacun des postes de consommation sur les indicateurs d'énergie primaire, énergie primaire non renouvelable et d'émission de gaz à effet de serre (GES)	40
Figure 29 : Nature de la chaleur consommée, pourcentage de l'énergie finale	42
Figure 30 : Répartition des postes de consommations de chaleur	42
Figure 31 : Impact de chacun des postes de consommation sur les indicateurs d'énergie primaire, énergie primaire non renouvelable et d'émission de gaz à effet de serre (GES)	42
Figure 32 : Répartition par vecteur énergétique pour la consommation totale de chaleur finale	43
Figure 33 : Répartition de la consommation par vecteur énergétique pour le chauffage (haut) et l'ECS (bas)	43

Figure 34 : Cartographie par bâtiment des agents énergétiques principaux pour le chauffage _____	43
Figure 35 : Cartographie de l'affectation principale des bâtiments selon la classification SIA _____	44
Figure 36 : Répartition de la surface de référence énergétique par affectation principale des bâtiments (classe SIA). _____	44
Figure 37 : Epoques de références pour les bâtiments _____	45
Figure 38 : Répartition de la SRE et besoins spécifiques des logements en fonction des époques de constructions des bâtiments _____	45
Figure 39 : Cartographie des niveaux de températures estimés pour les systèmes de chauffage des bâtiments	46
Figure 40 : Répartition de la SRE par niveau de température pour le chauffage _____	46
Figure 41 : Carte des densités de besoins de chaleur actuels par maille hectométrique _____	47
Figure 42 : Densité de puissance des chaudières à assainir entre 2017 et 2035 par maille hectométrique ____	48
Figure 43 : Répartition de la puissance par agent énergétique _____	48
Figure 44 : Identification des bâtiments rattachés à un grand consommateur de la commune de Lancy _____	49
Figure 45 : Identification des preneurs de froid potentiel selon le type de service _____	50
Figure 46 : Répartition des services fournis par l'électricité consommée _____	51
Figure 47 : Consommation électrique pour la production de chaleur _____	51
Figure 48 : Marquage électrique de la commune _____	52
Figure 49 : Nature de l'électricité consommée _____	52
Figure 50: Fonctionnement d'une PAC électrique (source : SuisseEnergie) _____	54
Figure 51 : Estimation de l'épaisseur de « l'alluvion ancienne (AA) » _____	59
Figure 52 : Découpage du territoire communal en zones urbaines _____	66
Figure 53 : Projets de développement urbain _____	67
Figure 54 : Méthode de simulation des besoins futurs _____	68
Figure 55 : Carte des densités des besoins de chaleur futurs 2030 par maille hectométrique _____	69
Figure 56 : Comparaison des densités des besoins de chaleur 2016-2030 par zone du PGA _____	69
Figure 57 : Découpage du territoire en zones énergétiques _____	71
Figure 58 : Zone CADIOM _____	73
Figure 59 : zone CADIOM extension _____	74
Figure 60 : Zone La bâtie _____	75
Figure 61 : Zone centre Nord et Sud _____	77
Figure 62 : Zone sud route de Chancy _____	78
Figure 63 : Zone la Praille-PAV _____	79
Figure 64 : Zone CAD-Palettes _____	80
Figure 65 : Zone route Saint-Julien Sud _____	81
Figure 66 : zone TPG-Artisanat _____	82
Figure 67 : Zone villas _____	83
Figure 68 : Bilan des besoins de chaleur en 2016 par agent énergétique et par secteur / zone _____	84
Figure 69 : Représentation schématique de la méthode de scénarisation _____	86

Figure 70 : Impact de la maîtrise des besoins liée à la rénovation en 2030 par zone _____	87
Figure 71 : Impact de la maîtrise des besoins liée à la démolition et nouvelles constructions en 2030 par zone	87
Figure 72 : Développement des énergies renouvelables décentralisées en 2030 par zone _____	88
Figure 73 : Développement des infrastructures énergétiques en 2030 par zone _____	89
Figure 74 : Besoins et approvisionnement en chaleur – 2016 vs. 2030 _____	90
Figure 75 : Energie primaire renouvelable et fossile en chaleur – 2016 vs. 2030 _____	90
Figure 76 : Besoins et approvisionnement en électricité – 2016 vs. 2030 _____	91
Figure 77 : Energie primaire renouvelable et fossile en électricité – 2016 vs. 2030 _____	91
Figure 78 : Evolution des besoins de chaleur en 2030 par zone et part d'énergie renouvelable 2016 vs 2030 _	93
Figure 79 : Approvisionnement électrique en 2030 par zone _____	94
Figure 80 : Secteurs d'analyse d'infrastructures énergétiques _____	95
Figure 81 : Synoptique pour production de chaleur avec nappe phréatique ou aquifère – secteurs 1, 3, 4, 5 _	96
Figure 82 : Synoptique production combinée chaud/froid avec nappe phréatique – secteur 2 _____	96
Figure 83 : Exemple de canevas à mettre en place pour suivre les actions _____	100
Tableau 1 : Données utilisées pour l'étude et leur source	13
Tableau 2 : projets urbains d'importance sur le territoire de la commune de Lancy.....	29
Tableau 3 : Synthèse des ressources et de leur utilisation	53
Tableau 4 : Potentiels énergétiques de la région et part exploitée.....	55
Tableau 5 : Installations existantes de production d'énergie solaire répertoriées.....	56
Tableau 6 : Potentiel maximal de production d'énergie solaire	56
Tableau 7 : Détail de l'évolution des besoins futurs	68
Tableau 8 : Bilans énergétiques globaux en 2016.....	85
Tableau 9 : Situation 2016 (31'359 hab.) et atteinte des objectifs de la Société à 2000 watts	85
Tableau 10 : Résumé des besoins et approvisionnements de chaleur actuels (2016) et simulés (2030)	90
Tableau 11 : Résumé des consommations et des productions électriques actuelles (2016) et simulées (2030)..	91
Tableau 12 : Bilans énergétiques globaux en 2030.....	92
Tableau 13 : Situation 2030 (40'859 hab.) et atteinte des objectifs de la Société à 2000 watts.....	92
Tableau 14 : Description des infrastructures énergétiques analysées (*Procter&Gamble)	96
Tableau 15 : synthèses des performances énergétiques calculées – secteurs 1, 3, 4, 5.....	97
Tableau 16 : Ressources utilisées et quantités valorisées en 2030	99

NOMENCLATURE ET DÉFINITIONS

1 NOMENCLATURE

AE : Agent énergétique

CAD : Chauffage à distance

CCF : Couplage chaleur-force, produisant électricité et chaleur

COP : Coefficient de performance

ECS : Eau chaude sanitaire

EH : Equivalent-habitant

EH_{hyd} : Equivalent-habitant hydraulique

EnDK : Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie

EU : Eaux usées

GES : Gaz à effet de serre

GGP : Géothermie grande profondeur

kW_c : kW crête, puissance de production électrique d'une installation solaire photovoltaïque dans des conditions standards (irradiation de 100W/m²)

MoPEC : Modèle de prescriptions énergétiques des cantons

OFEN : Office Fédéral de l'Energie

OFEV : Office Fédéral de l'Environnement

PAC : Pompe à chaleur

PDE : Plan Directeur Communal des Energies

PDCom : Plan Directeur Communal

PV : Photovoltaïque

RegBL : Registre des bâtiments et logements

REE : Registre des entreprises et établissements

RPC : Rétribution à prix coûtant du courant injecté issu d'énergies renouvelables

SBP : Surface brute de plancher

SGV : Sondes géothermiques verticales

SIA : Société suisse des ingénieurs et architectes

SIL : Services industriels de Lausanne

SIG ou SIT : Système d'information géographique ou Système d'information territoriale

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

ST : Solaire thermique

UIOM : Usine d'incinération des ordures ménagères

2 DÉFINITIONS

- **Besoins (énergie utile)** : quantité d'énergie requise pour assurer une prestation, indépendamment du système de conversion qui va la fournir (besoin effectif de chaleur pour chauffer une habitation p.ex.). Equivaut à l'énergie dont dispose effectivement l'utilisateur une fois l'énergie finale transformée par ses propres appareils de conversion. $E_{\text{besoin}} < E_{\text{consommée}}$
- **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. $E_{\text{besoin}} + E_{\text{pertes}} = E_{\text{consommée}}$
- **Énergie primaire** : L'énergie primaire comprend l'énergie consommée mais également l'énergie utilisée pour l'exploitation et l'approvisionnement de la ressource concernée.
- **Energie de process** : correspond à toute consommation énergétique non liée au conditionnement des locaux ou à la production d'eau chaude sanitaire. Il s'agit de toute consommation énergétique entrant directement dans la fabrication industrielle d'un produit.
- **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 CO₂ 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 exprimés en tonnes équivalentes de CO₂ (t_{eq,CO2}).
- **Production de froid** : La production de froid regroupe deux types de productions.
 - o Le froid pour le rafraîchissement : Il s'agit de la production de froid à des fins de climatisation des locaux. Ce type de froid a la caractéristique de n'être nécessaire que durant la période estivale. Notons qu'un bâtiment peut être rafraîchi de manière active (groupe de froid impliquant une consommation énergétique) ou de manière passive (ventilation naturelle et autres procédés n'impliquant qu'une consommation d'énergie minimale pour alimenter les pompes de circulation ou ventilateurs).
 - o La production de froid pour les process : Elle regroupe toutes les productions de froid non liées au conditionnement des locaux. Il peut s'agir non seulement de process industriels, mais également d'autre nature, comme la production de glace dans les patinoires ou la production de froid dans les locaux frigorifiques des centres commerciaux.
- **Taux de pénétration d'un vecteur énergétique** : Le taux de pénétration traduit le pourcentage des besoins énergétiques satisfaits grâce au vecteur étudié. C'est l'équivalent d'un taux de raccordement pour un CAD.

PRÉAMBULE

Le contexte énergétique global actuel est marqué par d'importants défis : réchauffement climatique, disponibilité des ressources naturelles, évolution des sociétés (démographie, urbanisation, modes de vies) qui implique des changements drastiques des modes d'approvisionnement et de consommation énergétiques. Pour relever ces défis des actions sont nécessaires à tous les niveaux de gouvernance et si les opportunités ne manquent pas, les chemins qui mènent à leur réalisation ne sont pas évidents à tracer pour les collectivités publiques. C'est là précisément le rôle de la planification énergétique territoriale, ancrée dans un Plan Directeur des Energies communal.

1 DÉFINITION D'UN PLAN DIRECTEUR DES ENERGIES COMMUNAL

Ce Plan Directeur des Energies communal (PDE) ancre la politique énergétique de la Ville de Lancy sur le long terme. Sont inclus dans ce document sa vision et ses objectifs, l'état actuel et futur de son territoire (contexte, besoins, ressources, équipements, etc) ainsi que sa stratégie, avec les moyens à mettre en œuvre pour un développement énergétique durable de son territoire.

La Commune de Lancy (ci-après désignées « la Commune ») a pris la décision d'identifier les besoins et les ressources caractérisant son territoire et de constituer des scénarios traduisant différentes stratégies de développement énergétique. Dans cette optique, **les étapes pour la réalisation du PDE** se décomposent de la façon suivante :

- L'analyse du contexte communal ;
- Un premier bilan du territoire en termes de besoins en énergie, d'approvisionnement ainsi qu'en termes de ressources énergétiques et infrastructures existantes ;
- Une évaluation géoréférencée des besoins de chaleur actuels et à l'horizon 2030 de l'ensemble des bâtiments du territoire communal ;
- Une évaluation des ressources énergétiques et des installations à disposition à une échelle locale ;
- Un scénario de développement de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'énergie sur son territoire d'ici à 2030.

Cette étude détermine ensuite les zones du territoire propices pour :

- La valorisation des ressources locales et renouvelables disponibles : solaire, géothermie, eaux usées, bois, entres autres ;
- Promouvoir l'efficacité énergétique ;
- La réduction de la dépendance vis-à-vis des énergies fossiles et nucléaire ;
- L'utilisation des infrastructures existantes et à venir en adéquation avec une valorisation des énergies renouvelables ;
- L'adéquation offre-demande en fonction des projets planifiés et de la densification urbaine.

Grâce à ce PDE, **la Commune** pourra ainsi :

- Avoir une connaissance approfondie de la situation énergétique communale et établir la référence d'un suivi énergétique ;
- Bénéficier d'une vision énergétique future de l'approvisionnement énergétique du territoire à court, moyen et long terme (intégration des études existantes et projets connus) ;
- 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 ses promoteurs, ou pour mener des études technico-économiques ciblées ;
- Grâce aux scénarios développés, définir l'évolution souhaitable de l'approvisionnement énergétique sur son territoire ; en cohérence avec les possibilités offertes, les impacts environnementaux correspondants et la vision énergétique future fixées ;

- Fixer et ancrer les orientations stratégiques ainsi que sa politique énergétique sur tout le territoire concerné dans un document-cadre tel que le Plan directeur Communal (PDCoM) ;
- Avoir à disposition de l'information pratique pour communiquer avec les citoyens et les promoteurs de projets avec des recommandations par zone énergétique ;
- Elaborer un règlement de subvention énergie pour inciter et soutenir les actions des citoyens.

La mobilité, qui est un facteur important de consommation d'énergie, doit être étudiée et faire partie d'une planification spécifique, non incluse dans ce PDE.

La fiche D02 du Plan Directeur cantonal 2030, adopté par le Grand Conseil le 20 septembre 2013, établit les principes de coordination de l'aménagement du territoire et de la politique énergétique cantonale de la façon suivante :

Mesures de mise en œuvre

- Réaliser des concepts énergétiques territoriaux (CET) dans le cadre des projets d'aménagement découlant du plan directeur cantonal.
- Spatialiser et qualifier les ressources énergétiques renouvelables du canton.
- Spatialiser et qualifier les installations et infrastructures énergétiques nécessaires.
- Réserver les surfaces nécessaires.
- Identifier les périmètres où les objectifs de politique de protection du patrimoine et de politique énergétique sont en concurrence.

Mandat de planification

Le canton :

- Établit la politique énergétique (Conception générale de l'énergie et Plan directeur de l'énergie) ;
- Donne mandat aux SIG d'élaborer le plan des énergies de réseaux.

Les communes :

- élaborent des plans directeurs communaux de l'énergie.

D'après la fiche D02 et l'illustration suivante, un Plan Directeur communal des Energies est planifié sur le périmètre d'une commune. Quant à lui, le Concept Energétique Territorial (CET) est planifié à l'échelle d'un plan directeur ou localisé de quartier.

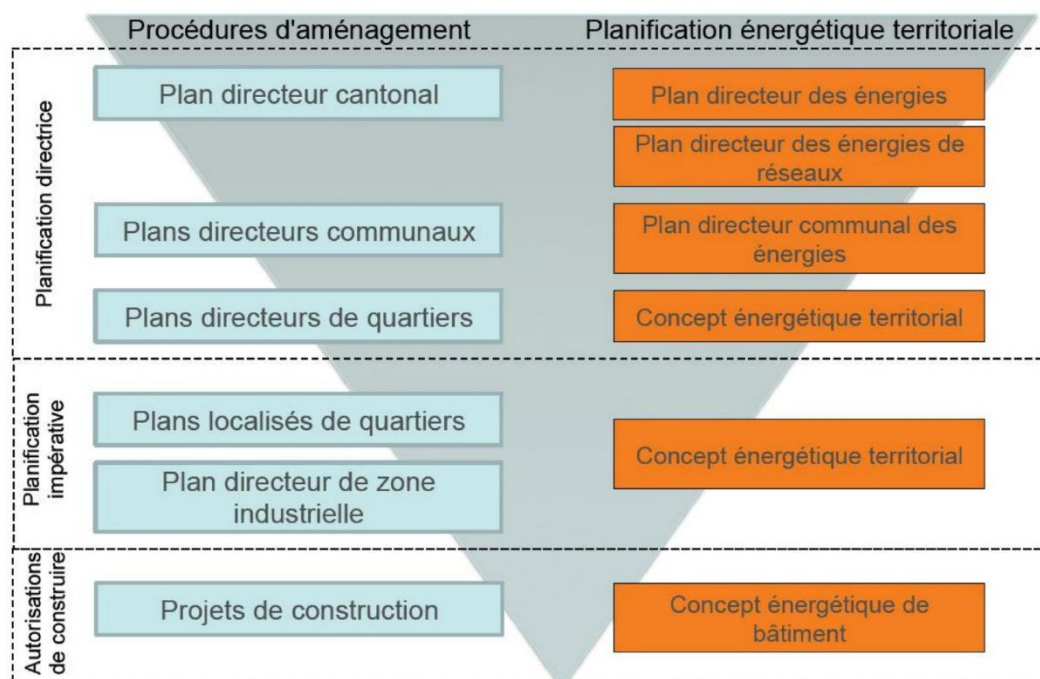


Figure 1 : Lien entre procédures d'aménagement et planification énergétique territoriale – source OCEN

2 DONNÉES UTILISÉES POUR RÉALISER CETTE ÉTUDE

Les données utilisées pour l'étude sont résumées dans le tableau ci-dessous. Elles proviennent de différents services cantonaux, de l'OFS, ainsi que du KBOB.

Donnée	Type	Source	Année de référence	Statuts
Cadastre	Cartographique	SITG	2016	Utilisable
RegBL	Table attributaire	OFS	2016	Utilisable
Registre des entreprises	Table attributaire	OFS	2016	Utilisable
Facteur KBOB d'énergie primaire et d'émissions de GES ¹	Table attributaire	KBOB	2014	Utilisable
Plan d'affectation des zones	Règlement en cours de validation	Commune	2018	Utilisable
Plan parcellaire	Cartographique	SITG	2016	Utilisable
CAD existants	Cartographique	OCEN	2016	Utilisable
Réseau de gaz	Cartographique	OCEN	2016	Utilisable
Registre cantonal des chaudières	Cartographique (SCANE_CHAUDIER E et nrg_air_ramonage)	OCEN	2016	Utilisable
Consommations des bâtiments communaux	Table attributaire	SIG	2016	Utilisable
Consommation d'électricité : bilan communal	Table attributaire	SIG	2016	Utilisable
Consommations d'électricité : données par bâtiments	Table attributaire	SIG	2016	Utilisable
Consommation CAD : données par bâtiments	Table attributaire	Couche SCANE_Indice3ans	2016	Utilisable
Marquage de la chaleur	Rapport / Etude	Internet	2016	Utilisable
Consommation de gaz : bilan communal	Rapport	Commune	2016	Utilisable
Consommation de gaz : données par bâtiments	Table attributaire	Couche SCANE_Indice3ans	2016	Utilisable

¹ http://www.eco-bau.ch/resources/uploads/Oekobilanzdaten/Flyer_Oekobilanzdaten_Oktober_2014.pdf

Donnée	Type	Source	Année de référence	Statuts
Règlement des constructions	Règlement en cours de validation	Commune	2018	Utilisable
Bâtiments protégés	Cartographique	SITG	2016	Utilisable
Cadastre solaire	Cartographique	SITG	2013	Utilisable mais complété à l'aide des hypothèses NCSA
Réseau d'évacuation des eaux	Cartographique	SITG	2016	Utilisable
Données sur les gros consommateurs	Rapports d'audit	Commune	2016	Utilisable
Potentiel géothermique à faible profondeur : couches de conductivité et admissibilités	Cartographie	SITG	2016	Utilisable
Potentiels nappes phréatiques	Cartographie	SITG	2016	Utilisable
Déchets	Rapport	Commune	2016	Utilisable

Tableau 1 : Données utilisées pour l'étude et leur source

3 CONFIDENTIALITÉ

Ce paragraphe a pour but de mettre en lumière les conditions de confidentialité relatives à l'utilisation des informations contenues dans la présente étude.

Plusieurs sources de données utilisées sont soumises à des conditions d'utilisation et de diffusion (RegBL, REE, registre des chaudières, données de consommations, ...). Si ces données ont pu être ici exploitées à des fins de planification, 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, et afin d'être en conformité, 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 du Mandant de s'informer, au cas par cas, sur les possibilités de diffusion de ces résultats.

A titre indicatif (mais non exhaustif), les résultats concernés sont les suivants :

- Les agents énergétiques ;
- Les affectations ;
- Les époques de références ;
- Les niveaux de température ;
- Les puissances et délais d'assainissement des chaudières ;

- Les consommations annuelles de chaleur et d'électricité ;
- Les densités des besoins de chaleur actuels et futurs ;
- Les priorités des rénovations ;

4 CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE NATIONAL ET CANTONAL

4.1 CONTEXTE NATIONAL

4.1.1 ENJEUX ÉNERGÉTIQUES

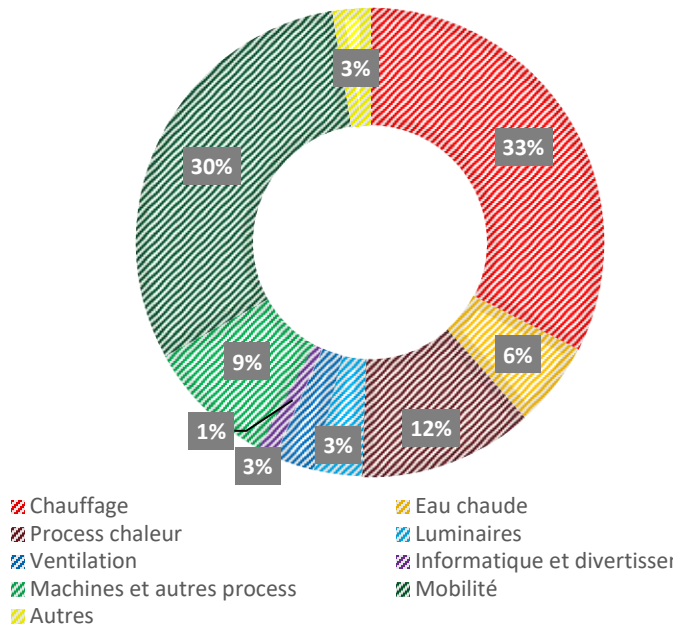


Figure 2: Répartition de la consommation d'énergie suisse en 2016 par secteur d'utilisation (OFEN, 2017)

En 2016, 51 % de la consommation d'énergie était utilisée sous forme de chaleur pour le chauffage (33%), la production d'eau chaude sanitaire (6%) et les process industriels (12%). Le reste de l'énergie consommée est en majorité de nature électrique, sauf dans le cas du secteur de la mobilité où les combustibles fossiles représentent 95% de la consommation.

Hors mobilité et agriculture, la chaleur représente 76% de la consommation annuelle d'énergie et l'électricité (hors chaleur) 24%.

Comme le montre la Figure 3, 28% de la consommation d'électricité sert à produire de la chaleur (chauffage -10% -, eau chaude sanitaire - 4% - ou process - 14% -). Quant à la consommation de chaleur, elle est majoritairement dédiée au chauffage (Figure 4).

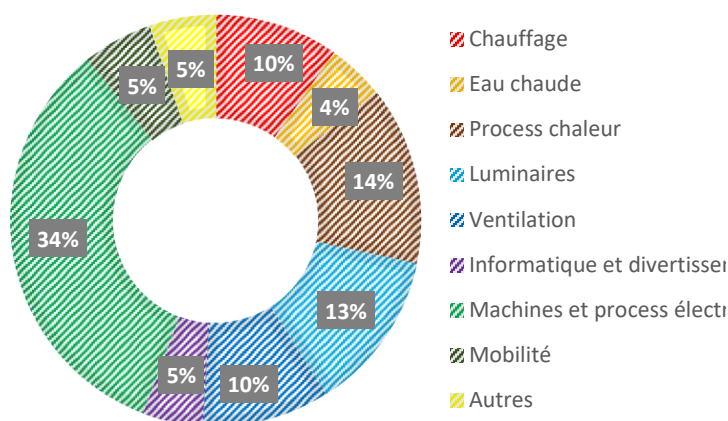


Figure 3: Consommation finale d'électricité en 2016 par secteur (OFEN, 2017)

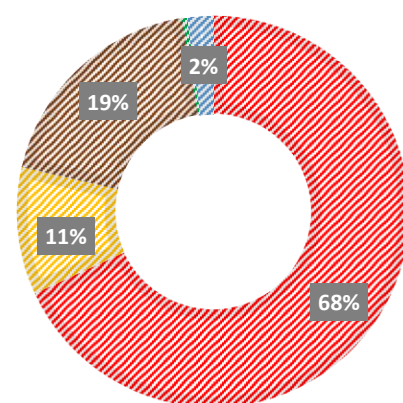


Figure 4: Répartition de la consommation de chaleur en 2016 par secteur (OFEN, 2017)

Pour résumer, si on enlève le secteur consommé par la mobilité qui représente 30% (cf. Figure 2), la consommation d'énergie pour la chaleur atteint **~73% de la consommation finale totale**, soit chaleur (51%) / [chaleur + électricité (70%)].

4.1.2 STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE 2050

Suite à 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 objectifs² 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 à l'horizon 2035 par rapport à 2015³.

Les principes que les différents acteurs impliqués - des autorités aux consommateurs en passant par les distributeurs d'énergie - doivent observer 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.

En vue de la mise en œuvre de cette stratégie, le Parlement a procédé à une révision de la loi sur l'énergie et adopté un premier paquet de mesures. Ce projet a fait l'objet d'un référendum accepté à plus de 58% par la population le 21 mai 2017.

4.2 CONTEXTE CANTONAL : STRATEGIE ENERGETIQUE

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.

Afin de coordonner les actions entre les cantons, la Conférence des Directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK) a élaboré, en 2000, le MoPEC, modèle de prescriptions énergétiques des cantons. 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 MoPEC⁴.

Les grandes orientations stratégiques du Canton de Genève sont fixées dans le *Plan directeur cantonal de l'énergie 2005-2009* publié par le Service cantonal de l'énergie. Ce rapport cite les objectifs énergétiques du Canton :

- Réduire la consommation au minimum (p.ex. grâce à des bâtiments de haut standard énergétique) ;
- Améliorer l'efficacité à tous les niveaux des filières de transformation, de la production d'énergie jusqu'aux équipements finaux (p.ex. remplacer des chaudières à haute température par des réseaux de chauffage à distance) ;
- Approvisionner les filières en énergies renouvelables, locales si possibles, ou importées et certifiées ;
- Agir sur les comportements afin que les équipements soient utilisés de manière rationnelle, c'est-à-dire uniquement lorsque c'est nécessaire.

La loi sur l'énergie (mise à jour en 2014) exige que :

- Les nouvelles constructions et les rénovations couvrent au moins 30% de leurs besoins d'eau chaude sanitaire par des capteurs solaires thermiques ;

² La stratégie énergétique 2050 après la votation finale au Parlement, OFEN, 2016

³ Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien - Ausgabe 2015, OFEN, 2016

⁴ <https://www.endk.ch/fr/politique-energetique/mopec>

- Des compteurs soient installés sur les installations de production d'eau chaude pour déterminer leur consommation ;
- Les chauffe-eaux doivent être dimensionnés et réglés sur une température d'exploitation n'excédant pas 60°C. Sont dispensés de cette exigence les chauffe-eaux devant être réglés sur une température plus élevée pour des raisons d'exploitation ou d'hygiène ;
- Les constructions de bâtiments d'importance ou à statut particulier produisent un concept énergétique ;
- Tous les propriétaires de bâtiments chauffés calculent leur indice de dépense de chaleur (IDC) ;
- Les grands consommateurs réalisent des actions de performance énergétique.

La Directive relative au concept énergétique de bâtiment (mise à jour en 2014) indique notamment que :

- Les bâtiments d'importance sont ceux dont la SRE est supérieure à 3'000 m² pour les surfaces de logement ou supérieure à 2'000 m² pour les autres bâtiments ;
- Les bâtiments à statuts particuliers sont les bâtiments des collectivités publiques, des établissements et fondations de droit public et leurs caisses de pension ainsi que les bâtiments bénéficiant d'une loi de subventionnement votées par le Grand Conseil.

De plus, la législation genevoise en matière d'énergie insiste sur la planification énergétique territoriale dans les projets d'aménagement afin d'en réduire la consommation et d'augmenter l'utilisation des ressources renouvelables locales. Celle-ci consiste à :

- Elaborer des concepts énergétiques qui permettent de renoncer progressivement aux énergies fossiles et de développer des stratégies pour l'assainissement des chauffages les plus polluants ;
- Inscrire ces concepts dans les plans directeurs communaux, les plans localisés de quartiers, ainsi que ceux des zones industrielles ou agricoles spéciales.

Concernant les changements climatiques provoqués par les émissions de gaz à effet de serre dues à l'activité humaine, ces derniers font partie des principaux défis du développement durable⁵. Afin de lutter contre la hausse des températures et les changements climatiques qu'elle entraîne, le canton de Genève s'est fixé un double objectif, défini dans le volet 1 du plan climat cantonal (stratégie cantonale) :

- Réduire les émissions de gaz à effet de serre sur son territoire de 40% d'ici 2030 par rapport à 1990.
- S'engager à maîtriser les conséquences des changements climatiques, leurs effets étant déjà perceptibles.

Le volet 2 du plan climat cantonal (plan de mesures) présente les mesures à prendre pour atteindre ce double objectif. Il comprend :

- 15 mesures de réduction, comme par exemple limiter la consommation d'énergie fossile dans les bâtiments, favoriser la mobilité douce et promouvoir des modes de consommation bas carbone
- 10 mesures d'adaptation, comme par exemple lutter contre les îlots de chaleur en ville, prévenir les crues de l'Arve et préserver les milieux naturels.

Les mesures sont déclinées sous forme de fiches. L'axe 1 « énergie et bâtiments » se décompose en 4 fiches :

- Fiche 1.1 : Interdire le chauffage à combustibles fossiles dans les bâtiments neufs et dans les bâtiments faisant l'objet de transformations importantes.
- Mesure 1.2 : Réduire la consommation d'énergie fossile lors du remplacement d'une installation de production de chaleur.
- Mesure 1.3 : Prévoir la production propre de courant dans les bâtiments à construire ou à rénover.
- Mesure 1.4 : Encourager la construction de bâtiments énergétiquement autonomes.

⁵ Plan Climat Cantonal : <https://www.ge.ch/dossier/developpement-durable-actions/changement-climatique>

En réponse à une motion du Grand Conseil, le Conseil d'Etat a décidé, le 4 décembre 2019, de déclarer l'urgence climatique (voir communiqué de presse). Celle-ci fixe désormais des objectifs plus ambitieux : 60% de réduction des émissions de GES d'ici 2030 (par rapport à 1990) et la neutralité carbone pour 2050.

4.3 SUBVENTIONS FEDERALES ET CANTONALES

En ce qui concerne le subventionnement des installations énergétiques, le Canton de Genève, afin de soutenir les objectifs de la Confédération, a mis en place un programme de promotion énergétique qui donne droit à des aides financières. Un résumé des montants des aides financières fédérales et cantonales, ainsi que les conditions d'octroi de celles-ci se trouvent à l'**ANNEXE 1**.

4.4 PERIMETRE DE L'ETUDE ET LIMITES

De manière générale, l'analyse menée dans cette étude porte sur la réduction des besoins de chaleur ainsi que sur le changement d'agent énergétique en vue d'améliorer le bilan environnemental lié à la consommation de chaleur. Ainsi, les thématiques du chauffage et de l'ECS sont analysés quantitativement de manière approfondie.

Bien que l'électricité soit abordé moins précisément, il fait tout de même l'objet d'une brève analyse et d'une série de recommandations listées en fin d'étude.

4.4.1 LE TERRITOIRE CONCERNÉ

Le territoire concerné l'ensemble du territoire communal de Lancy. Tous les bâtiments existants sur ce territoire sont considérés. De même, toutes les réserves à bâtir dans les zones à densifier ainsi que toutes les futures zones de développement territorial de la Commune sont considérées pour anticiper l'évolution du territoire et des besoins énergétiques associés. Les autres ressources sont également évaluées pour l'ensemble du territoire. De plus, certaines ressources sont évaluées à l'échelle régionale afin d'évaluer l'existence d'opportunité de valorisation de ces ressources sur le territoire de Lancy.

4.4.2 ANNÉE DE RÉFÉRENCE

L'évaluation des consommations énergétiques a été effectuée durant la 3^{ème} trimestre de l'année 2017. Les estimations ont donc été faites sur les données 2016. Pour cette raison, l'année de référence considérée pour l'analyse des besoins et l'atteinte des objectifs est 2016.

4.4.3 SOCIÉTÉ À 2'000 W

Le concept de « Société à 2'000 W » est un concept imaginé des chercheurs des écoles polytechniques de Suisse et largement repris désormais par Suisse Energie. L'idée est de limiter la consommation énergétique à 2'000 Watts par personne en moyenne, ce qui représente 48 kWh par jour et par personne ou encore 17.5 MWh/an/personne. De plus, les ressources utilisées pour la production d'énergie doivent être majoritairement renouvelables (75%) et les émissions de CO₂ limitées. Ainsi les périmètres d'analyse et les éléments considérés dans les bilans pour le calcul d'indicateurs respectent les prescriptions du concept « Société à 2'000 W ». Des explications détaillées sur ce concept et les périmètres à considérer sont disponibles à l'**ANNEXE 2**.

4.4.4 DÉMARCHE PROPOSÉE

La démarche proposée dans le cadre de cette étude est décomposée en 4 phases comme le montre la figure ci-après.

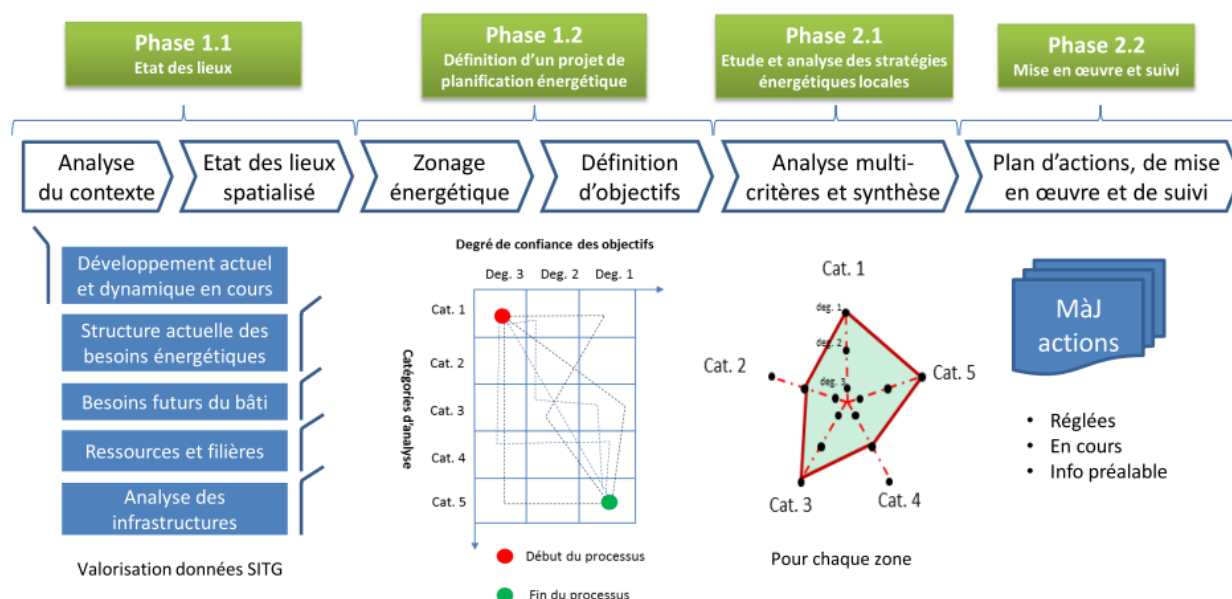


Figure 5 : Schématisation de la démarche proposée

Les **attentes spécifiques** de la Ville de Lancy sont :

- D'intégrer une 1^{ère} dimension socio-économique dans le PDE.
- De mettre en place une méthodologie pour le plan de suivi.
- Intégrer les résultats du PDE dans un chapitre « Energie » du Plan Directeur Communal 2020 (en révision).

Pour ce qui est des **limites de l'étude**, aucune étude de faisabilité de système énergétique n'a été réalisée. Ce travail nécessite des études spécialisées plus ciblées.

4.4.5 ÉLÉMENTS EXCLUS DU PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Grand projet Praille Acacias Vernets (PAV)

Le grand projet Praille Acacias Vernets (PAV) situé sur les territoires des villes de Genève, Carouge et Lancy, représente le plus grand potentiel de logements du canton et une opportunité de développement unique au cœur de la ville. En raison de l'étendue du site sur les 3 villes, seul le secteur du PAV sur le territoire de Lancy a été considéré dans la suite de l'étude.

Mobilité

Bien que représentant une part importante des consommations d'énergie primaire et d'émissions de CO₂ sur un territoire, le volet « mobilité » a été exclu du périmètre d'étude. En effet, la problématique de la mobilité doit faire l'objet d'une approche différente que celle utilisée ici pour la planification énergétique territoriale. De ce fait, il n'était pas souhaitable de traiter les deux thématiques avec la même approche dans une démarche commune. En revanche, une étude ultérieure sur un volet « mobilité » pourrait tout à fait compléter ce plan directeur. En effet, une étude quantifiée sur les consommations et l'impact de la mobilité pourraient être intégrées au bilan « Société à 2'000 Watts ». Les actions à mettre en place pour diminuer l'impact de ce secteur pourrait ainsi compléter les actions ciblant les bâtiments proposés dans cette étude.

Consommations de froid

Les besoins en froid, à la différence des besoins en chaud pour les bâtiments, ne peuvent pas être estimés à l'échelle d'une ville avec une précision raisonnable. Or, les données liées aux consommations de froid n'ont pas pu être mises en évidence. L'identification de ces consommations fera donc partie du Plan d'Actions du présent PDE.

Rejets thermiques

Les différentes sources de données obtenues lors de l'étude, n'ont pas permis d'évaluer de manière quantitative les rejets thermiques des gros consommateurs. Les rejets thermiques potentiels ont néanmoins été identifiés mais pas évalués. L'intégration des rejets thermiques quantifiés dans le PDE fera donc partie du Plan d'Actions du présent PDE

Partie A : ANALYSE DU CONTEXTE COMMUNAL DE LA VILLE DE LANCY ET DE SA VISION

1 CARTE D'IDENTITÉ DE LA COMMUNE ET PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DU PDE

La commune de Lancy est une commune du canton de Genève. Son territoire est essentiellement urbain, en continuité avec celui de Genève et de Carouge. Il comporte un grand nombre d'industries et d'entreprises.

La population de la commune comptait **31'359** habitants permanents au 1^{er} janvier 2016. L'évolution de cet effectif est décrite dans le graphique de la Figure 6.

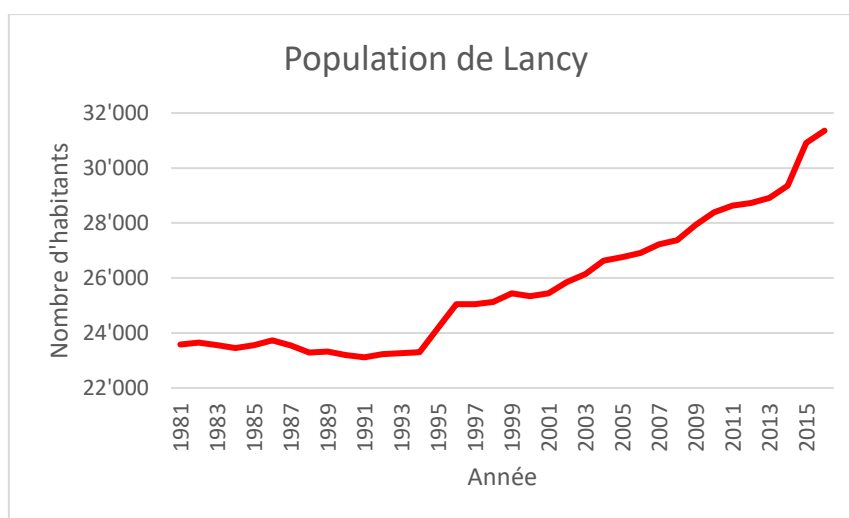


Figure 6: Evolution démographique de Lancy depuis 1981

La superficie de Lancy est de 4,77 km², soit une densité de population d'environ 6'600 hab/km².

Un périmètre élargi autour des limites de la commune sera pris en compte notamment :

- pour l'analyse des ressources et des infrastructures ;
- l'analyse des développements (en termes d'aménagement ou d'infrastructures énergétique) en lien avec les communes voisines ;
- la construction de scénarios en lien avec les communes voisines.

2 GÉOGRAPHIQUE ET URBAIN

Le territoire de la commune se situe dans la première couronne urbaine de l'agglomération genevoise. Il est, de ce fait, quasiment entièrement urbanisé avec des formes très diverses (Figure 7) :

- Des grands ensembles de logements au Nord et au Sud ;
- Une partie du périmètre Praille-Acacias-Vernets (PAV) touche le territoire à l'est en marquant une continuité urbaine avec Genève et Carouge (on y trouve les ports-francs et la zone ferroviaire/activités, située entre Pont-Rouge et Bachet, actuellement en mutation) ;
- Deux pôles « historiques », Grand-Lancy et Petit-Lancy ;
- Un pôle centre comprenant des parts importantes d'activités de services et de commerce ;
- Une zone d'activités au Nord (les Morgines) ;
- Des zones villas encore significatives dont certaines enclavées en territoire très urbanisé ;
- La présence de la gare Lancy-Pont-Rouge et de la halte Lancy-Bachet du Léman Express.

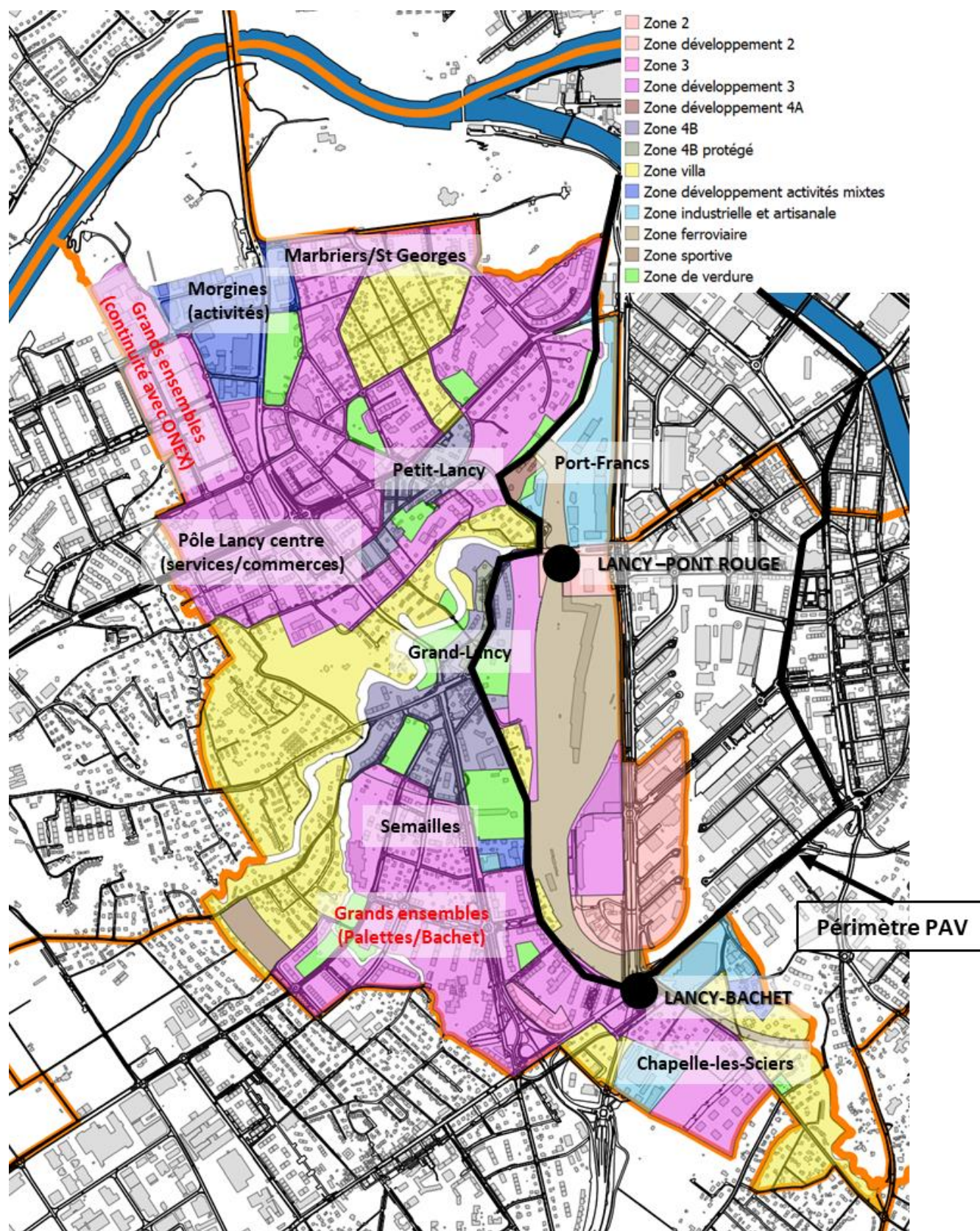


Figure 7 : Contexte géographique et urbain de la commune

3 ACTEURS ET ANALYSE SOCIO-ÉCONOMIQUE

3.1 IDENTIFICATION DES ACTEURS MAJEURS

Les acteurs majeurs pouvant influencer directement le développement énergétique de la commune sont présentés ci-après.

Les Services Industriels de Genève sont un acteur de grande importance sur le territoire. Ils :

- Distribuent l'électricité et le gaz sur le territoire de Lancy et ils gèrent également l'assainissement des eaux usées.
- Portent de nombreux projets de développement d'installations de production d'énergie renouvelable.
- Exploitent les réseaux de chauffage à distance CADIOM, CAD la Chapelle et participent au développement des projets du CAD Palettes et de CAD Surville (cf. chapitre Partie A :5).

Les acteurs publics sont propriétaires de nombreuses parcelles sur la commune, comme on peut le voir sur la figure ci-après, avec notamment :

- L'état de Genève et sa fondation liée.
- La Commune.
- La Fondation pour les terrains industriels de Genève (FTI).
- Les CFF.
- Les caisses de prévoyance d'organismes paraétatiques.

Ces acteurs publics devraient être exemplaire, en jouant un rôle précurseur tant dans le domaine des économies d'énergie, de l'augmentation de l'efficacité énergétique que de l'utilisation et l'encouragement des énergies renouvelables.

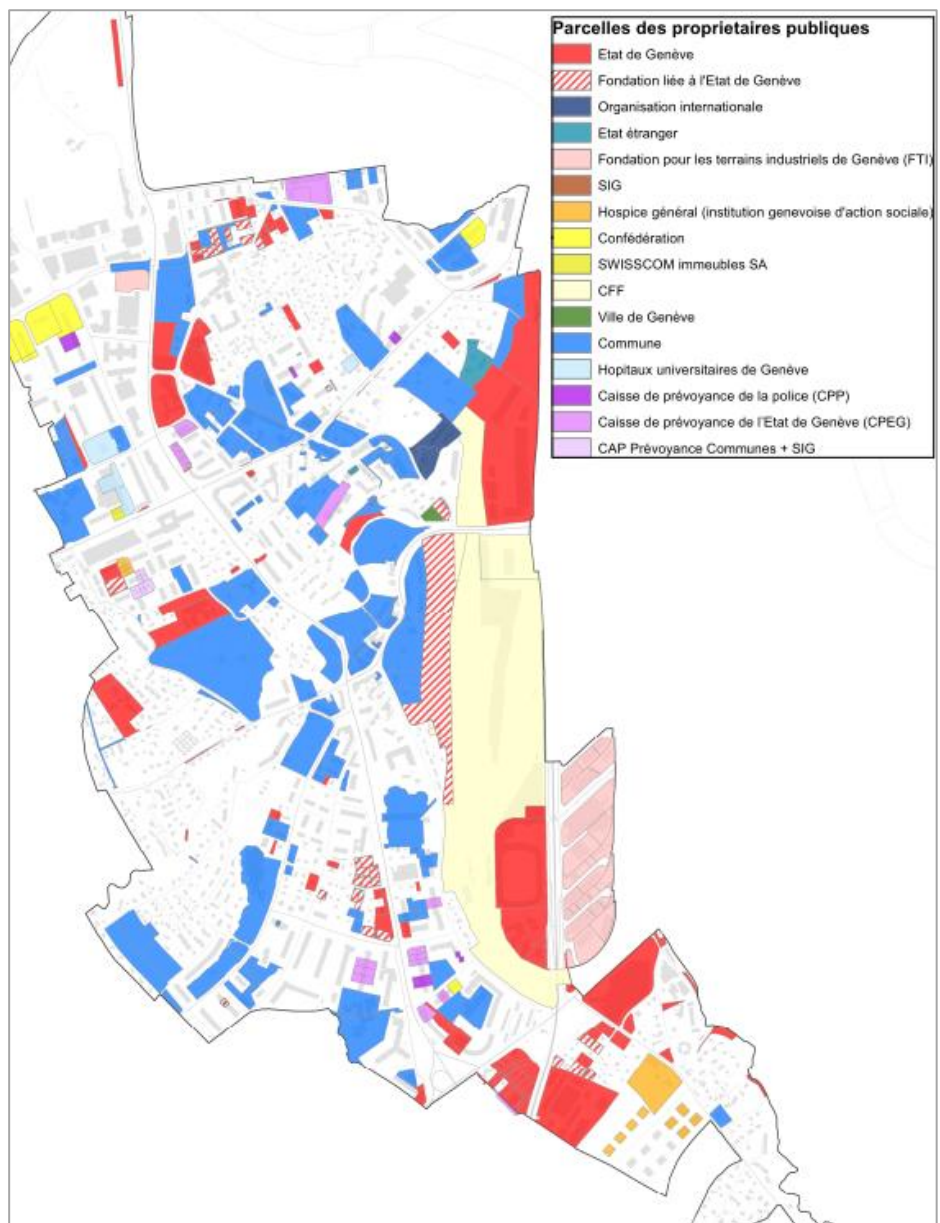


Figure 8 : Parcelles de la Commune suivant les propriétaires publics

3.2 ANALYSE DES TYPES D'ENTREPRISES PRESENTES SUR LE TERRITOIRE

Les petites et moyennes Entreprises (PME) suscitent un intérêt accru ces dernières années. Ceci est notamment dû au fait qu'elles constituent un pilier important de l'économie suisse. L'analyse suivante se fonde donc sur la terminologie et l'analyse faites à l'échelle suisse sur la Structure des PME en 2016 par l'Office fédéral de la Statistique (OFS)⁶, rapporté au territoire de Lancy.

Quant aux Grandes Entreprises, ce sont celles qui emploient plus de 250 employés. Les PME se définissant comme les entreprises qui occupent moins de 250 personnes et sont décomposées comme suit :

Type d'entreprises	Classes de taille PME
Microentreprises	moins de 10 emplois
Petites entreprises	10 à 49 emplois
Moyennes entreprises	50 à 249 emplois
Petites et moyennes entreprises (PME)	1 à 249 emplois

Source: OFS – Statistique structurelle des entreprises (STATENT)

© OFS 2018

Figure 9 : Définition des PME

Les entreprises de Lancy sont analysées en fonction de leurs branches d'activités économiques ; en fonction du secteur primaire, secondaire ou tertiaire ; ainsi que par le nombre d'entreprises et le nombre d'emplois. La liste des activités économiques est donnée par la Nomenclature générale des activités économiques, NOGA 2008.

Le **secteur primaire** correspond aux activités de la branche A-Agriculture, sylviculture et pêche.

Le **secteur secondaire** correspond aux activités des branches suivantes :

- B-Industries extractives
- C-Industrie manufacturière
- D-Production et distribution d'énergie
- E-Production et distribution d'eau ; gestion des déchets
- F-Construction

Enfin, le **secteur tertiaire** concerne les entreprises des branches listées ci-après, à savoir :

- G-Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles
- H-Transports et entreposage
- I-Hébergement et restauration
- J-Information et communication
- K-Activités financières et d'assurance
- L-Activités immobilières
- M-Activités spécialisées, scientifiques et techniques
- N-Activités de services administratifs et de soutien
- O -Administration publique
- P-Enseignement
- Q-Santé humaine et action sociale
- R-Arts, spectacles et activités récréatives
- S-Autres activités de services

⁶ <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/actualites/quoi-de-neuf.assetdetail.6468587.html>

Les microentreprises constituent toujours la majorité des entreprises, elles dominent surtout dans le secteur primaire.

Les petites entreprises quant à elles sont principalement présentes dans le secteur secondaire et principalement dans la branche « Production et distribution d'eau ; gestion des déchets » ainsi que le secteur tertiaire avec la branche « Administration publique » dans lesquelles elles sont fortement représentées.

Finalement, les moyennes et grandes entreprises se trouvent principalement dans le secteur tertiaire et un peu dans le secteur secondaire.

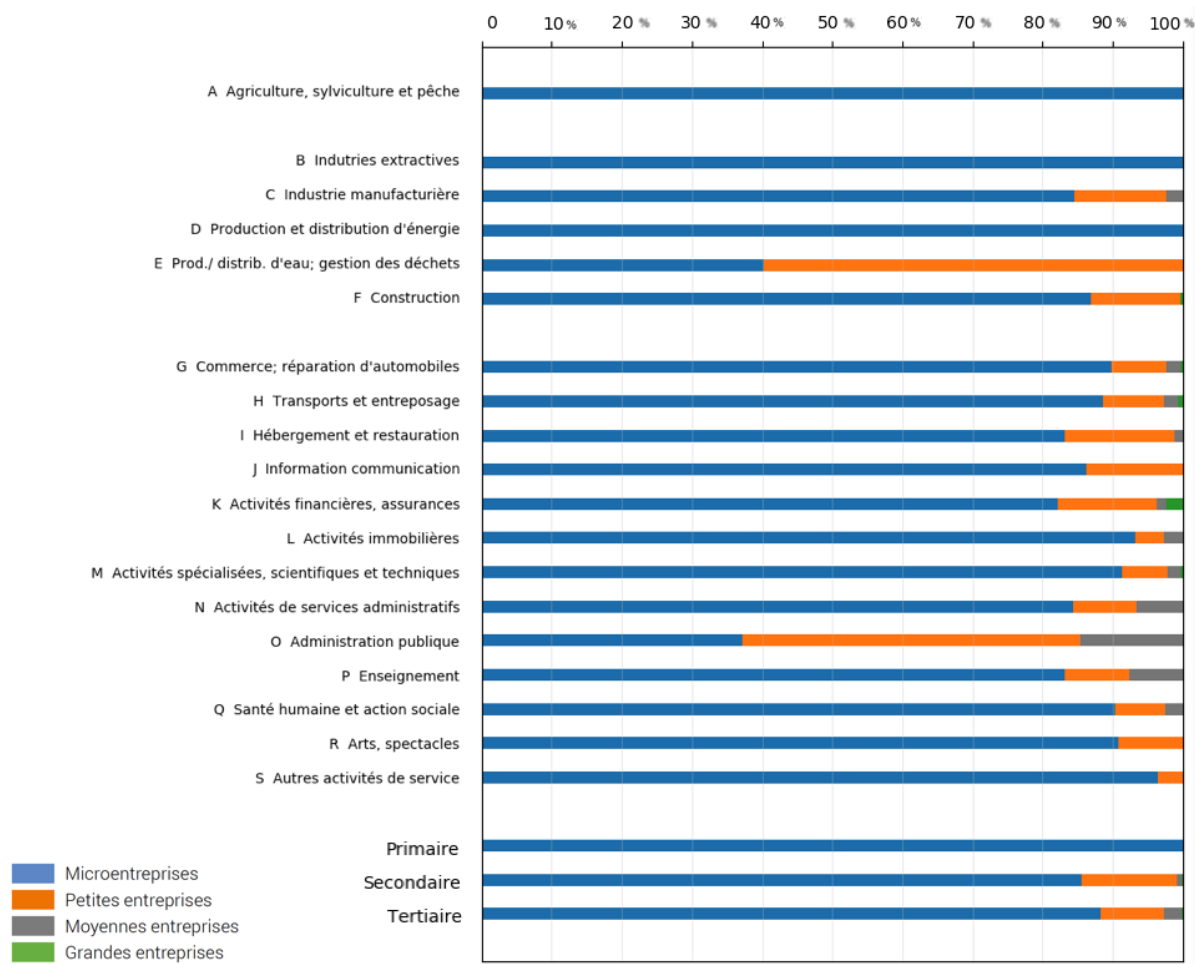


Figure 10 : Répartition des entreprises par classe de taille dans les branches économiques

Le graphique suivant présente la répartition des emplois par classe de taille et par branche économique. Certaines branches présentent des proportions d'emplois élevées dans les grandes entreprises. C'est le cas en particulier des branches « Construction », « Transports et entreposage », « Activités financières et d'assurance » ou « Activités spécialisées, scientifiques et techniques ».

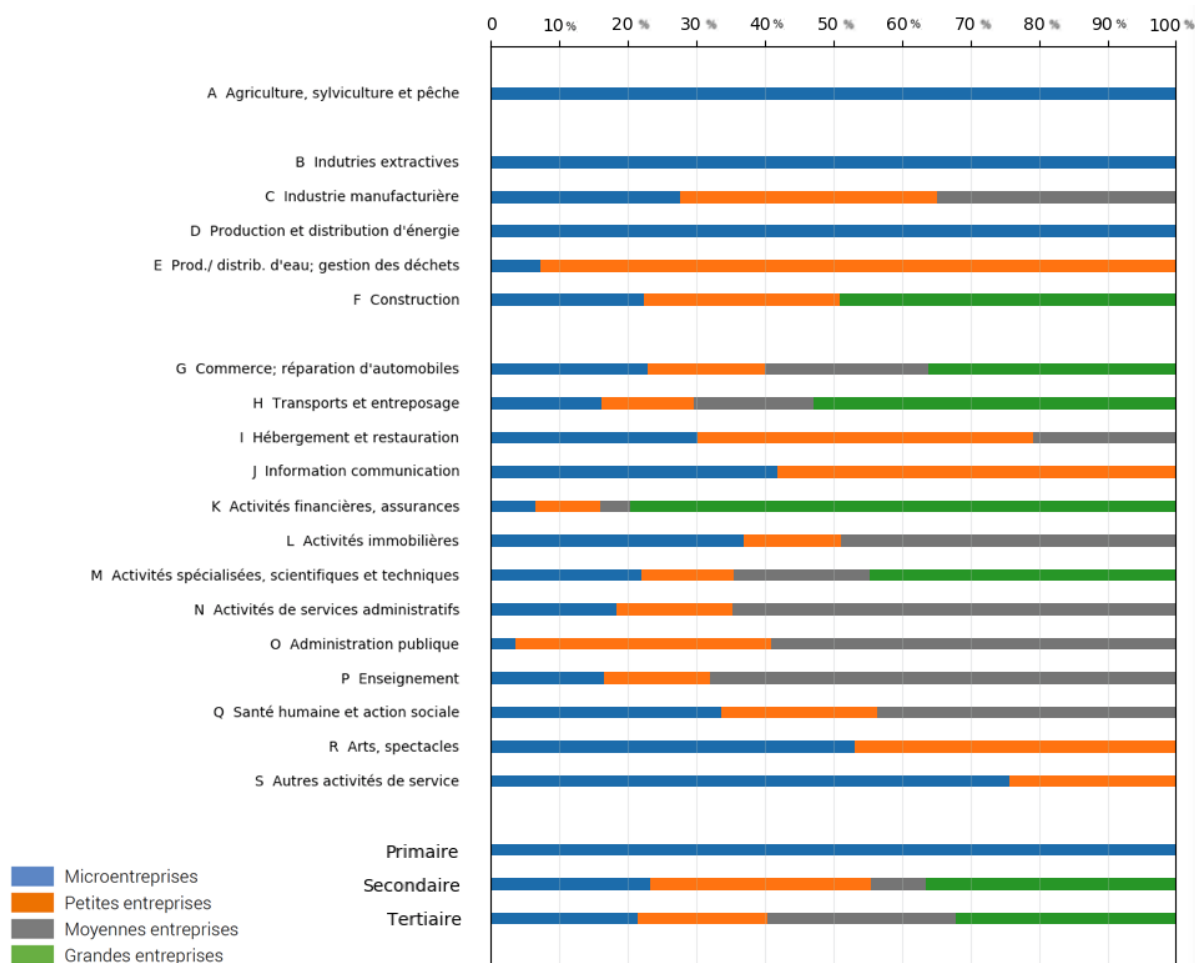


Figure 11 : Répartition des emplois par classes de taille dans les branches économiques

Une cinquantaine d'entreprises / établissements avec plus de 50 employés sont présents sur la commune. Le listing complet et la cartographie de ces entreprises sont disponibles à l'ANNEXE 3. Parmi les plus importantes, comprenant au moins 250 employés, on peut citer :

- Procter & Gamble International Operations SA.
- Transports publics genevois (TPG).
- Banque Lombard Odier & Cie SA.
- Induni & Cie SA.
- Ernst & Young SA.
- Banque Cantonale de Genève.

Des actions de communication en lien avec l'énergie pourraient être mises en place en collaboration avec les grandes entreprises de Lancy afin d'obtenir plus d'engagement dans la transition énergétique. Il pourrait aussi y avoir des actions ciblées mises en place en fonction des branches d'activités spécifiques.

3.3 ANALYSE SOCIO-ECONOMIQUE

Au travers cette analyse socio-économique, il est possible d'identifier **d'abord le régime de propriétés** c'est-à-dire différencier des Coopératives d'habitation, des PPE, des propriétaires uniques, etc.

Dans un 2^{ème} temps, l'analyse identifie la **nature des propriétaires** afin de savoir si ce sont des personnes physiques ou morales. Cette étape correspond à un filtre qui permet d'appréhender indirectement si nous avons affaire à un propriétaire institutionnel ou non, et d'avoir une première idée de la capacité financière notamment.

Ces éléments sont une des bases clés pour l'évaluation de l'impact de la maîtrise foncière des acteurs publics sur le déploiement des énergies renouvelables, connaissant les parcelles en mains publiques et les potentiels énergétiques disponibles. Les acteurs pouvant avoir un rôle clé dans la mise en œuvre des stratégies (commune, SIG, canton, fondations immobilières, M.O. privés, associations ...) peuvent être ensuite ciblés, par exemple, avec le développement d'actions dédiées avec les régies les plus ancrées sur le territoire.

Comme expliqué auparavant, les **types d'immeuble par parcelle** sont d'abord classifiés comme suit :

- **Bien-fonds, parcelle (B-F)** : la propriété foncière s'étend jusqu'aux limites du bien-fonds.
- **Part de copropriété (COP)** : en tant que forme particulière de la copropriété, la PPE représente elle-même un immeuble. Sa particularité réside dans le fait que le copropriétaire a le pouvoir exclusif d'administrer, d'utiliser et d'aménager certaines parties dites privées du bâtiment. En principe, le copropriétaire peut disposer librement de sa part de copropriété (il peut par exemple la mettre en gage ou l'aliéner). Un droit de préemption des autres copropriétaires n'existe que s'il a été spécialement prévu et annoté au registre foncier.
- **Droit distinct et permanent (DDP)** : le droit de superficie est une servitude en vertu de laquelle le propriétaire d'un terrain, dénommée le superficiant, octroie à un tiers, dénommé le superficiaire, le droit de construire, de détenir et d'entretenir des constructions sur le terrain grevé. Il est intitulé « droit distinct et permanent » ou « DDP ». Il a ainsi pour but de dissocier la propriété des constructions et bâtiments, hors sol ou sous-sol, de la propriété du terrain. La durée du DDP varie entre 30 et 100 ans. Il est inscrit comme immeuble au Registre Foncier. A l'échéance du droit de superficie, les constructions font retour au propriétaire du terrain, moyennant le versement d'une indemnité équitable. Le droit de superficie peut également être prolongé, ou renouvelé, pour une durée maximum de 100 ans. En contrepartie de la mise à disposition du terrain, le propriétaire ou les propriétaires versent une rente annuelle (la rente de superficie) au propriétaire du terrain, fixée dans le contrat de superficie, et, en général, indexable au coût de la vie. Cette rente est garantie par l'inscription d'une hypothèque légale au Registre Foncier. Le droit de superficie est cessible (aliénable), aux conditions fixées par le contrat de superficie, et passe aux héritiers en cas de décès. Le propriétaire ou les propriétaires peuvent en outre inscrire des gages hypothécaires ou des servitudes, notamment, sur le droit de superficie.
- **Lot de propriété par étages (PPE)** : la propriété par étages est une forme particulière de copropriété où chaque copropriétaire a un droit exclusif d'utiliser et d'aménager certaines parties intérieures d'un bâtiment. Le droit du copropriétaire comporte deux éléments distincts :
 - une part de copropriété (quote-part), qui porte sur l'immeuble tout entier;
 - un droit de jouissance et d'utilisation exclusif de son unité d'étage.

Le régime de propriété des parcelles se décompose de la manière suivante :

- **Copropriété simple** : la propriété est partagée avec une ou plusieurs personnes. Les parts de copropriété dépendent de la plupart du temps des montants fournis par les intéressés. Chaque propriétaire peut disposer librement de sa part, mais doit aussi assumer les responsabilités d'un propriétaire. Les décisions sont prises selon le principe de la majorité. La propriété par étages est une forme de copropriété pour laquelle la loi fixe des règles détaillées.
- **Dépendance** : lorsqu'un propriétaire décide que la propriété d'un immeuble ou d'une quote-part de copropriété d'un immeuble doit dépendre de la propriété d'un autre immeuble, il peut faire mentionner un rapport de dépendance (ORF)
- **Propriété individuelle** : le propriétaire fournit seul le capital propre. Il peut disposer librement de l'objet, mais étes aussi seul responsable de l'entretien, des dommages et du paiement des intérêts à la banque.
- **Propriété commune** : dans ce cas, les propriétaires sont, par la voie d'un contrat (mariage ou société simple) ou d'une disposition légale (une hoirie), propriétaires en commun – et cela indépendamment du montant investi par chacun.

Comme le montre la figure ci-après, les types d'immeubles sur la commune sont essentiellement des Bien-fonds et des parts de copropriété. Le régime de propriété est quant à lui essentiellement une propriété individuelle.

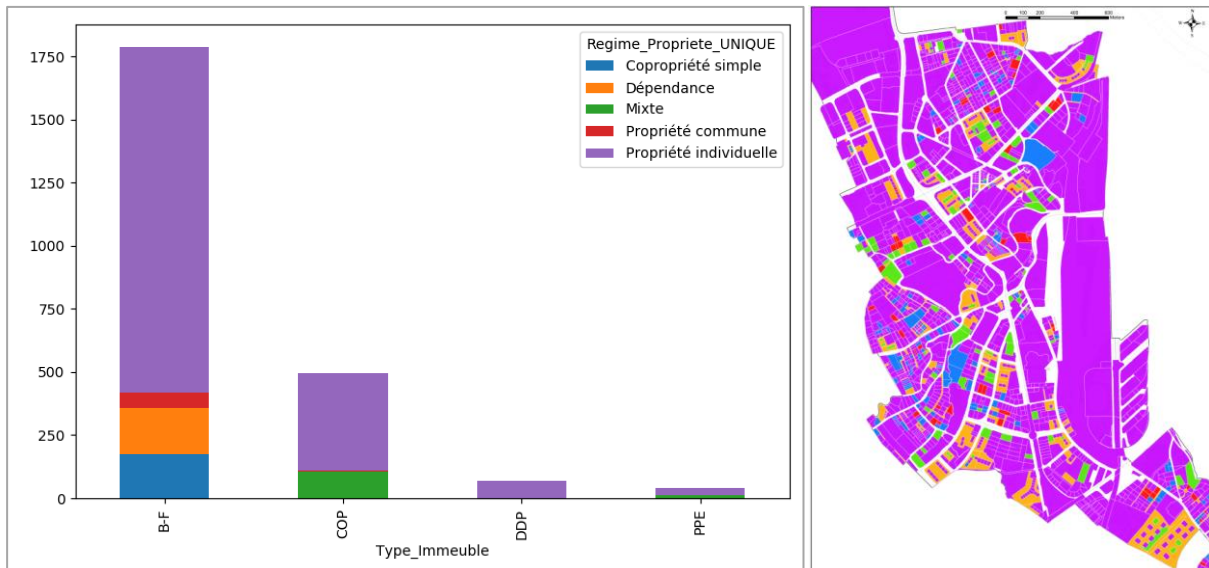


Figure 12 : Régime de propriété par type d'immeuble, selon le nombre

Concernant la nature des propriétaires par parcelle, il est possible de faire l'analyse suivante :

- Pour les immeubles de type B-F, il y a presque autant de personnes morales simples, de personnes physiques simples, puis ensuite des bâtiments de type mixte.
- Pour les immeubles de type COP, il s'agit principalement de personnes physiques multiples

Pour plus de détail, se référer à la Figure 13.

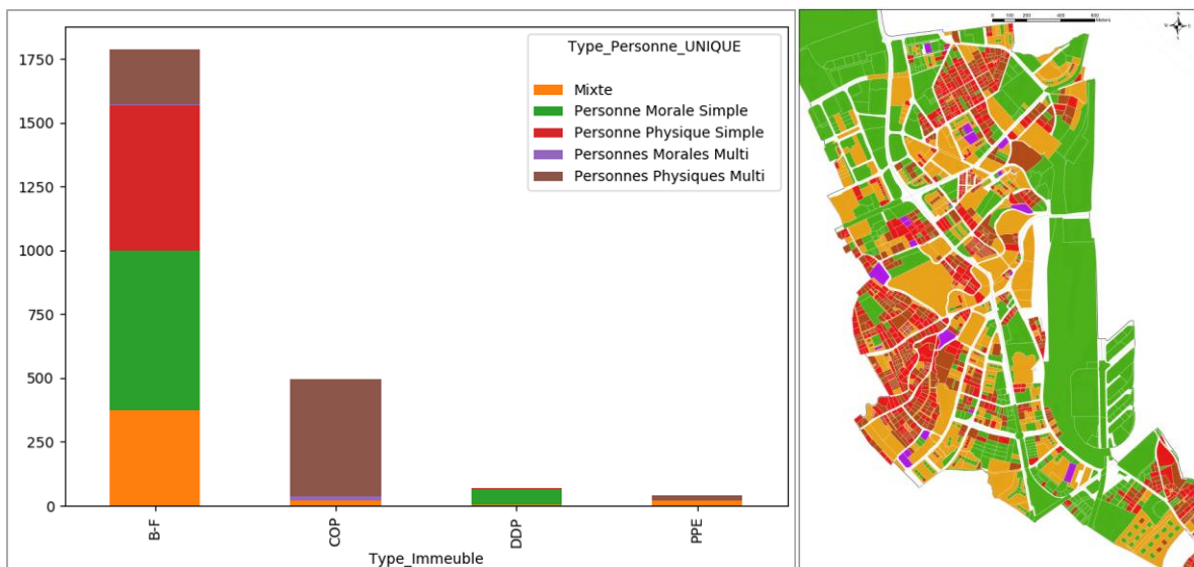


Figure 13 : Type de personne par type d'immeuble, selon le nombre

Cette première analyse permet d'identifier les parcelles ayant une propriété individuelle avec une personne morale ou physique, sur lesquelles il sera en principe plus facile de développer certaines actions du Plan Directeur des Energies, étant donné qu'il n'y a qu'une personne à convaincre si on prend l'exemple de la rénovation de l'enveloppe énergétique. En effet, le passage à l'action peut s'avérer plus complexe lorsque plusieurs personnes doivent donner leur accord, comme c'est le cas pour les COP ou les PPE.

Cette analyse n'a pas pu être menée jusqu'au bout étant donné qu'il n'a pas été possible d'obtenir le registre des habitants, pour des questions de confidentialité de données vis-à-vis du Canton.

Il n'a donc pas été possible d'obtenir une information plus précise que celle de la parcelle. De plus, l'identification des bâtiments sous statut locatif ou non, voir mixte n'a pas pu être fait, le but était de cibler les contraintes de mise en œuvre des actions en lien avec le statut locatif ou non des bâtiments d'un territoire avec les contraintes décisionnelles liées à ces typologies.

De plus, le nom et l'adresse de ces propriétaires (Mr Dupont, Compagnie d'assurance Lambda, etc.) aurait notamment permis par la suite aux autorités communales de réaliser des questionnaires ciblés ou de contacter des acteurs spécifiques pour des démarches d'informations, de conciliation ou de concertation en lien avec des stratégies énergétiques communales et ainsi fédérer la commune et la société civile mobilisée.

Finalement les données spatialisées ci-après, permettent de compléter le contexte socio-économique de la Commune. Ces dernières peuvent avoir une influence sur les leviers d'action, comme :

- Le **recensement des logements économiques** construits entre 1920 et 1960⁷. En vue de la transformation ou de la démolition ou reconstruction d'ensembles de logements économiques, le département de l'aménagement, de l'équipement et du logement (DAEL) a réalisé un recensement de ces logements selon 3 notes : la valeur patrimoniale, la valeur d'usage ainsi que la valeur d'aménagement. Ces notes définissent si ces logements doivent être conservés ou si une démolition – reconstruction peut être envisagée.
- Les **logements d'utilité publique** (LUP) et les logements **subventionnés par catégorie** : habitation bon marché, loyer modéré ou subvention personnalisée (habitation mixte).

Une attention particulière doit être portée à ce type de logement et plus particulièrement en lien avec la rénovation énergétique du parc bâti.

Les informations du DAEL sur le recensement des logements permet de savoir si un bâtiment doit être rénové énergétiquement ou démolit et reconstruit.

Il pourrait être mise en place des actions de rénovation énergétique pour les logements d'utilité publique, avec un enjeu d'exemplarité ainsi que pour les logements subventionnés afin d'éviter que les habitants ne vivent en précarité énergétique, du fait aussi de leur faible revenu. Des actions pour le remplacement des appareils énergivores pourraient aussi être réalisées sur ces ensembles.

Toutes les cartes réalisées lors de l'analyse socio-économique sont disponibles en **ANNEXE 4**.

En parallèle, l'OCEN a réalisé un mandat de service avec EcoDiagnostic, Enercore et le CREM pour le développement d'une méthodologie permettant une meilleure prise en compte des acteurs dans les concepts énergétiques territoriaux (CETs), améliorant ainsi les probabilités de succès de ceux-ci (en termes d'atteinte des objectifs définis pour la consommation énergétique future). Le terme « acteurs » fait référence ici aux individus et ménages, ainsi qu'aux institutions publiques et entreprises privées⁸.

La méthodologie développée – conçue comme une boîte à outils pratique et opérationnelle – permet d'inclure les acteurs dans la planification énergétique territoriale, à travers les étapes successives suivantes :

- Identification et catégorisation des acteurs socio-économiques présents sur le territoire ;
- Classement des acteurs par ordre d'importance (en raison de leur consommation énergétique présente et/ou future, ou en raison des moyens d'action dont ils disposent) et identification des comportements significatifs (c'est-à-dire ceux qui valent la peine d'être changés et qu'il est possible de changer) ;
- Analyse et choix des comportements à influencer (par exemple, comportements ayant une influence significative sur la consommation énergétique, ou comportements d'investissement) ;
- Sélection des moyens permettant d'influencer les comportements d'acteurs (à choisir dans la boîte à outils que nous aurons développée en fonction de différentes situations identifiées).

Le concept territorial réalisé sur la commune de Lancy a servi d'étude d'exemple pour illustrer la pertinence de la méthodologie sur les zones énergétiques Centre et Sud route de Chancy.

Malheureusement, en accord avec l'OCEN, le mandat a été arrêté en cours de route. La méthodologie développée, appliquée sur le territoire de Lancy, est disponible en **ANNEXE 5**.

⁷ http://ge.ch/geodata/SIAMEN/RLE_fiches_pdf/note%20explicative/FAMILIA_Note%20explicative_finale.pdf

⁸ Dans le domaine de la théorie des organisations, le terme "acteur" renvoie à des individus mais aussi à des groupes (Crozier ; 1964).

4 DÉVELOPPEMENTS URBAINS À VENIR OU EN COURS

Le développement urbain de la commune est actuellement très dynamique (voir Figure 14). Celui-ci va en effet induire une augmentation de la population estimée à 9'500 habitants à l'horizon 2030⁹.

Nous pouvons répertorier 5 projets urbains d'importance qui sont en cours de réalisation ou sur le point de démarrer (Tableau 2).

Nom du projet	Surfaces construites	Descriptif/périmètre
Lancy pont rouge	121'900 m ² d'activités 56'900 m ² de logement	En cours de construction (bâtiments administratifs quasiment achevés)
Surville	30'600 m ² d'activités 93'700 m ² de logement	PLQ adopté, procédures d'autorisation de construire en cours
Semailles	3'800 m ² d'activités 121'900 m ² de logement	PDQ semailles divisés en plusieurs PLQ dont certains sont réalisés et d'autres en cours
Chapelle les Sciers/Chapelle Gui	4'100 m ² d'activités 64'200 m ² de logement	Le périmètre Chapelle les Sciers est en cours de construction (+ de 50% achevé). Le périmètre Chapelle-Gui fait l'objet d'un PLQ encore en instruction.
Marbriers	43'769 m ² (logements) dont un demi-groupe scolaire (école du plateau en projet)	PDQ des marbriers divisés en plusieurs PLQ. Plusieurs réalisés et d'autre en cours de réalisation.
Total	160'400 m ² d'activités 380'500 m ² de logement	

Tableau 2 : projets urbains d'importance sur le territoire de la commune de Lancy

A cela se rajoute :

- Des projets de bâtiments en cours (DD ou DR en instruction ou en cours de construction) parmi lesquels nous signalons, un garage AMAG en construction, un hôtel industriel en projet, un projet d'extension de bâtiments industriels de la société INDUNI, 2 tours de logements de 15 étages en projet vers le chemin de la Caroline.
- Plusieurs périmètres en cours de planification (en bleu sur la légende de la Figure 14). Il peut s'agir de périmètres en cours de réflexion (comme PAV camembert, Praille-Ouest, espace sous le viaduc, PLQ trèfle blanc avec projet de patinoire) ou bien de PLQ en cours d'adoption (PLQ ancien-Puits par exemple).
- Deux concours d'architectes déjà adjugés pour des opérations de renouvellement urbain (Claire-vue et Cité-de-Bachet).
- Le projet de l'école primaire du plateau (DD en instruction), en lien avec le développement du quartier des marbriers ainsi que le projet de l'école Pont-Rouge (concours d'architecture).
- Les potentiels à long terme (en vert sur la Figure 14) qui correspondent aux périmètres de « Dents Creuses ». Il s'agit de zones ayant un fort potentiel de développement théorique (densification, renouvellement urbain).

⁹ Source d'information : Plan Directeur Communal en cours de réalisation par le bureau acau architecture sa

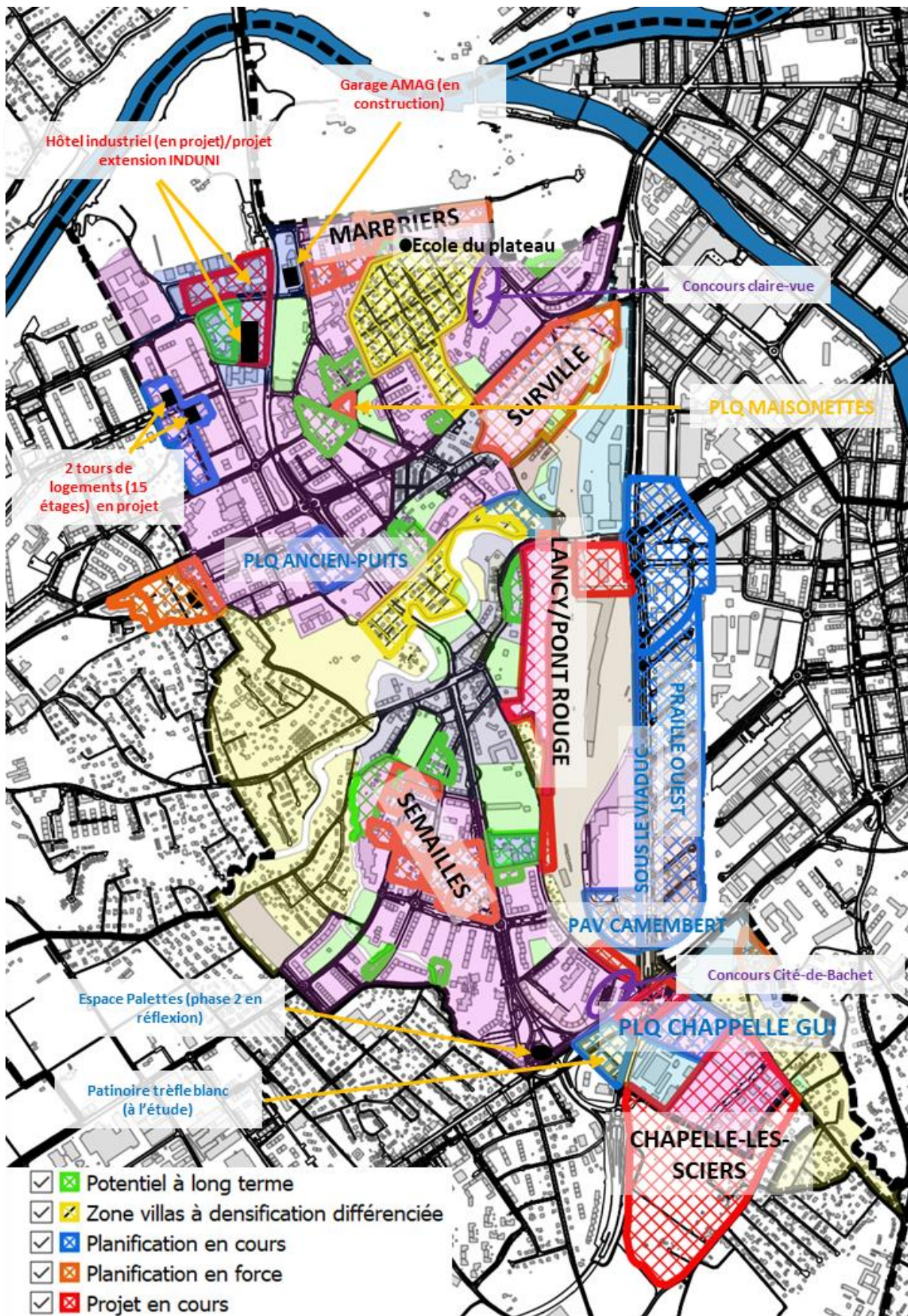


Figure 14 : Développement urbain territorial de la Ville de Lancy

5 ÉTATS DES PROJETS OU ÉTUDES EN COURS RELATIFS À L'ÉNERGIE

Lancy est un territoire déjà très investi, en termes de planification énergétique. Des périmètres importants ont fait l'objet de CET (par ex : Semailles, Surville ou Pont-Rouge), le vaste périmètre Praille Acacias Vernet, qui recouvre en partie la commune, a fait l'objet de nombreuses études.

Les principaux projets d'envergure, en cours ou à l'étude, concernent le développement d'infrastructures thermiques. Celles-ci sont décrites succinctement dans ce qui suit.

5.1 CAD LA CHAPELLE

Un réseau de chaleur, entièrement financé et exploité par SIG, est en cours de développement sur le périmètre du PDQ Chapelle-les-Sciars (voir Figure 14 et Figure 15). Ce réseau est déjà en service dans le secteur du PDQ situé sur la commune de Lancy, qui est construit depuis 2015. Il est actuellement en travaux dans le secteur encore en construction situé sur la commune de Plan-les-Ouates. Il est prévu que le réseau alimente également le PLQ Chapelle-Gui lorsque celui-ci aura été réalisé. Le PLQ trèfle-blanc avec sa patinoire, si elle se réalise, sera également alimenté par le réseau. Les bâtiments de la ZIA seront également raccordés.

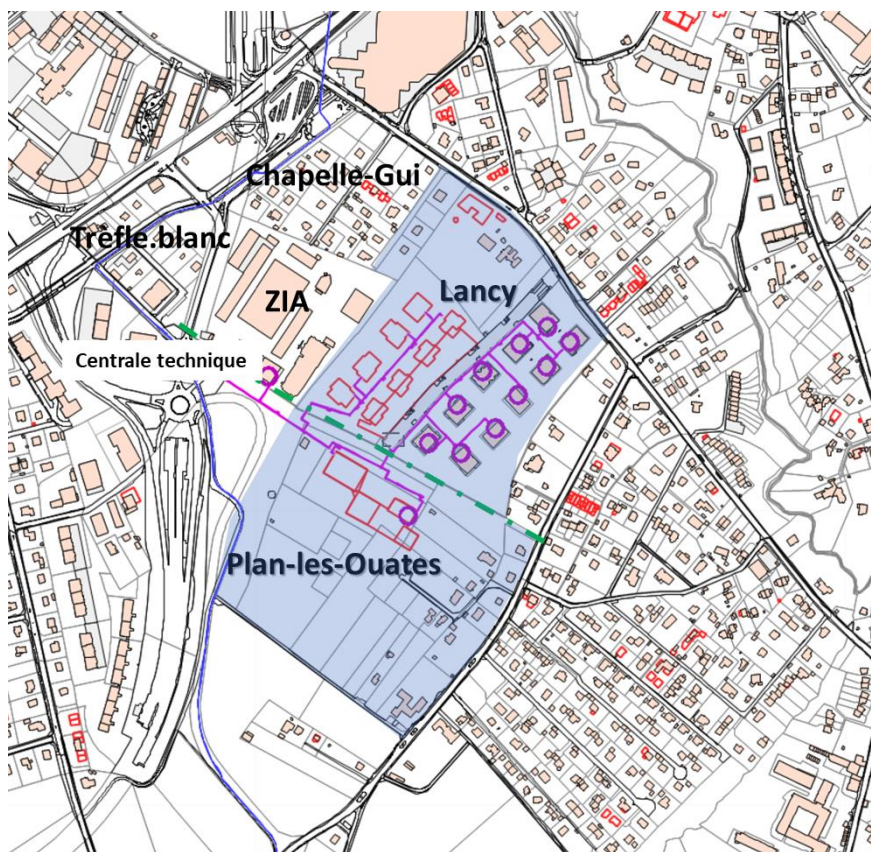


Figure 15 : État du développement du réseau thermique la Chapelle les Sciars – source cadastre réseaux SIG

L'alimentation centralisée du réseau est assurée par 2 chaudières aux granulés de bois (500 kW de puissance totale) pour la production de chaleur en ruban, et 3 chaudières au gaz (2'900 kW de puissance totale) pour la production de chaleur de pointe. Le pourcentage d'énergie renouvelable dans le mix de chaleur est de 50%. Il est prévu de compléter la production par des PAC raccordées aux géostructures du CEVA pour une puissance d'environ 550 kW ; dans cette future configuration, il sera possible en été de rafraîchir les bâtiments et de recharger thermiquement les géostructures (via les PAC) pour éviter qu'elles ne gèlent en hiver¹⁰. Si la patinoire trèfle-blanc est raccordée un concept d'échange thermique avec les PAC sera mis en œuvre, y compris les rejets de chaleur des installations de production de froid.

¹⁰ Source d'information – Responsable projet SIG – Bertrand Giet

5.2 CAD PALETTES

Ce réseau de chaleur, entièrement financé et exploité par SIG, est planifié pour un développement en plusieurs phases sur un périmètre englobant le quartier de grands ensembles Palettes/Bachet ainsi que le PDQ des semailles en cours de réalisation (voir Figure 14 et Figure 16). Des équipements d'importance situés à la périphérie du secteur (centre sportif Maignac et Ecole En Sauvy) seront également raccordés au réseau à moyen terme. Le déploiement du réseau en est pour le moment à ses débuts.

Il est prévu d'alimenter dans un premier temps le réseau par un mix énergétique gaz/bois à environ 50/50%. Plusieurs chaudières au gaz, réparties dans différentes chaufferies existantes du quartier, assurent les pointes de puissance, tandis que des chaudières aux granulés de bois fournissent un ruban de puissance sur l'année.

A terme, le réseau devrait être interconnecté au CAD d'importance cantonale, « Rive Gauche », qui bénéficiera de ressources renouvelables supplémentaires dans le mix énergétique (chaleur fatale des Cheneviers et géothermie de moyenne profondeur selon les réussites du programme GEO 2020).

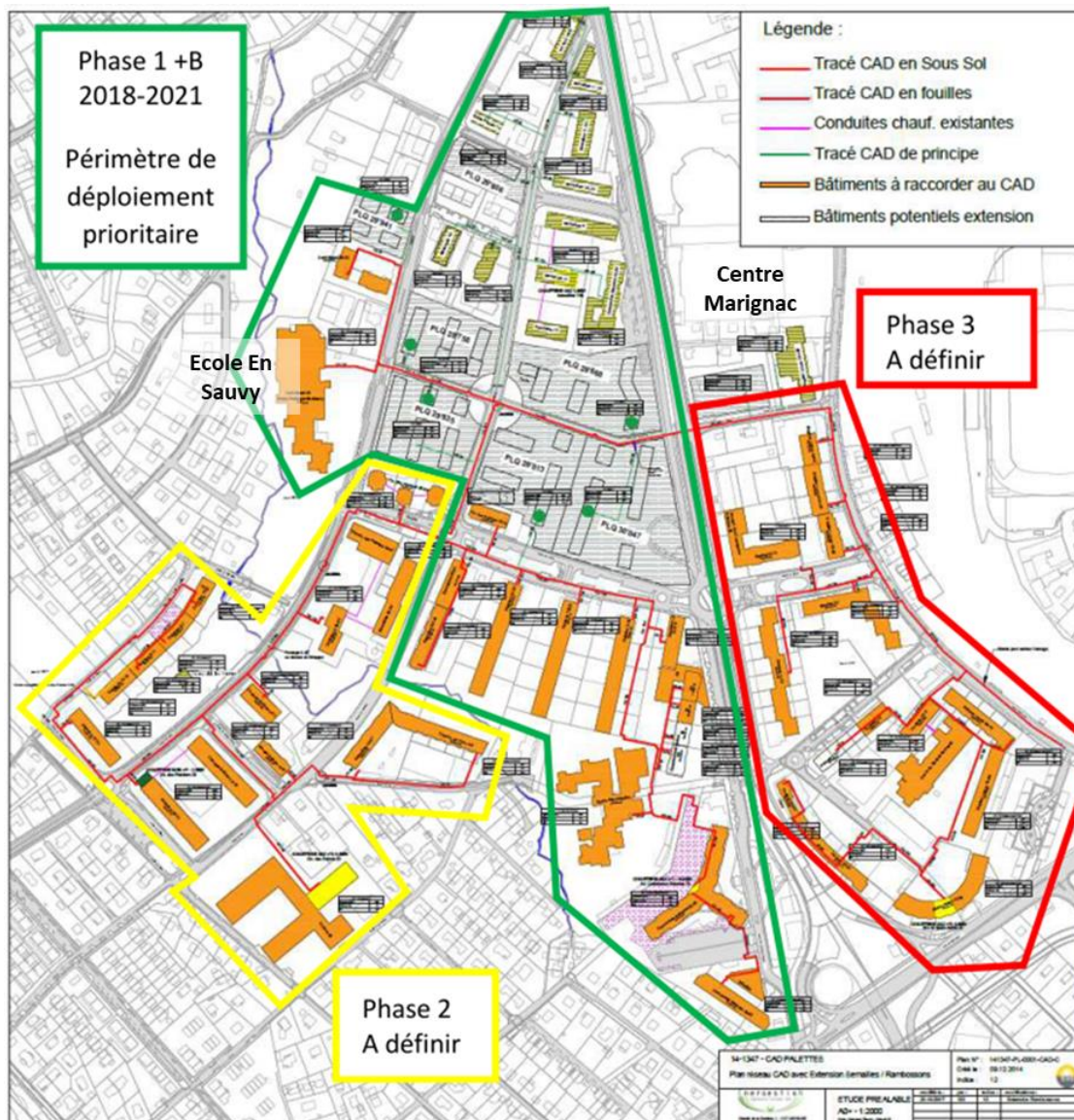


Figure 16 : périmètre de déploiement de CAD Palettes¹¹

¹¹ Source : Projet CAD Palettes, fiche infrastructure, version 04.12.2017, SIG

Cette carte présente les différentes phases de déploiement du CAD Palettes au 04.12.2017. Les bâtiments en jaune représentent les bâtiments éventuels à raccorder au réseau.

Suite à l'évolution du projet CAD Palettes, un nouveau tracé du CAD a été fourni par SIG à la fin de l'année 2018. Ce tracé montre que la plupart des bâtiments jaunes se raccorderont au réseau CAD Palettes ainsi que le centre sportif de Marignac (cf. les cartes réalisées en annexe du présent rapport).

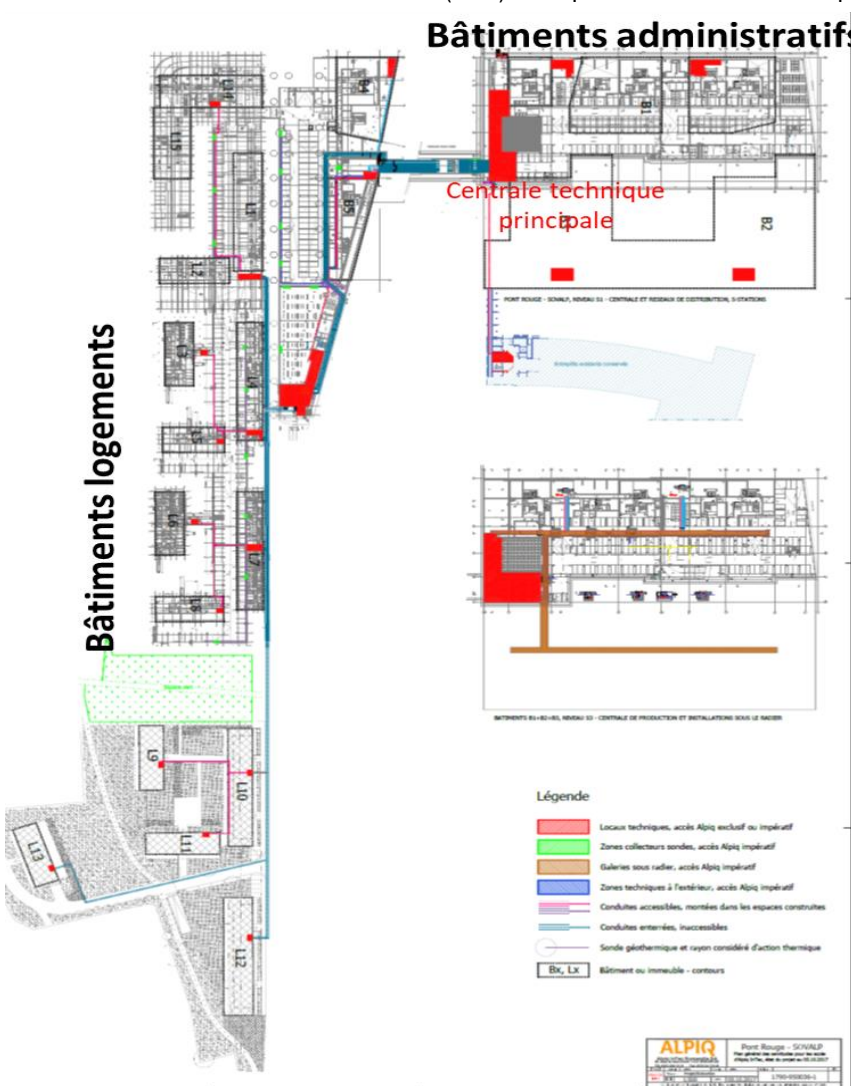
5.3 CAD LANCY PONT-ROUGE

Cette infrastructure est développée sur le périmètre exclusif du quartier Lancy Pont-Rouge. Il est financé par Bouygues E&S Intec ainsi que par la société Zurichoise Energie 360 qui a racheté récemment une grande part de l'infrastructure et assure également l'exploitation et la vente d'énergie.

Une partie du réseau est actuellement en service et alimente les bâtiments administratifs quasiment achevés, le déploiement va continuer vers les bâtiments de logements dont la construction démarre (voir Figure 14 et Figure 17).

L'installation comporte :

- Plusieurs champs de sondes géothermiques répartis (pour un total de 330 à 300 m de profondeur) utilisés à la fois pour la production de chaleur par PAC et la production de froid par geo-cooling avec l'apport des PAC en mode réversible. Il y a ainsi deux réseaux distincts, l'un à 36/27°C (chaleur basse température) et l'autre à 18/12°C (froid). La production de chaleur pour l'ECS étant assurée par des PAC décentralisées. La puissance installée est de 5,9 MW pour le chaud et 5 MW pour le froid et il est prévu d'atteindre un équilibre annuel chaud/froid de 50/50% assurant ainsi une recharge optimale du champ de sonde.



est de 5,9 MW pour le chaud et 5 MW pour le froid et il est prévu d'atteindre un équilibre annuel chaud/froid de 50/50% assurant ainsi une recharge optimale du champ de sonde.

- Une chaudière au gaz d'appoint de 1,2 MW est installée pour assurer les pointes de puissance en chaleur
- Enfin, une PAC de récupération de la chaleur sur les eaux usées de 600 kW apporte également une contribution

Le mix énergétique pour la production de chaleur est prévu à 80% (PAC géothermiques), 10% (chaudière au gaz), 10% (PAC sur eaux usées).

La production de froid est quant à elle assurée à 100% par les PAC en mode réversible ou bien par les sondes en direct.

Figure 17 : Infrastructure thermique Lancy-Pont-Rouge – source ALPIQ Intec (nouvellement Bouygues ES)

5.4 CAD SURVILLE

Il est prévu par SIG, en partenariat avec CAD Léman, d'alimenter en chaleur le quartier de Surville à partir du réseau Genilac (installation de PAC centralisées pour le quartier connectée à l'eau du lac). Les pointes de puissance et le secours étant assuré par le gaz. Un projet en ce sens est actuellement à l'étude (voir Figure 18).

Toutefois, en attendant l'arrivée de GENILAC en 2025, une alimentation transitoire au gaz sera mise en place.

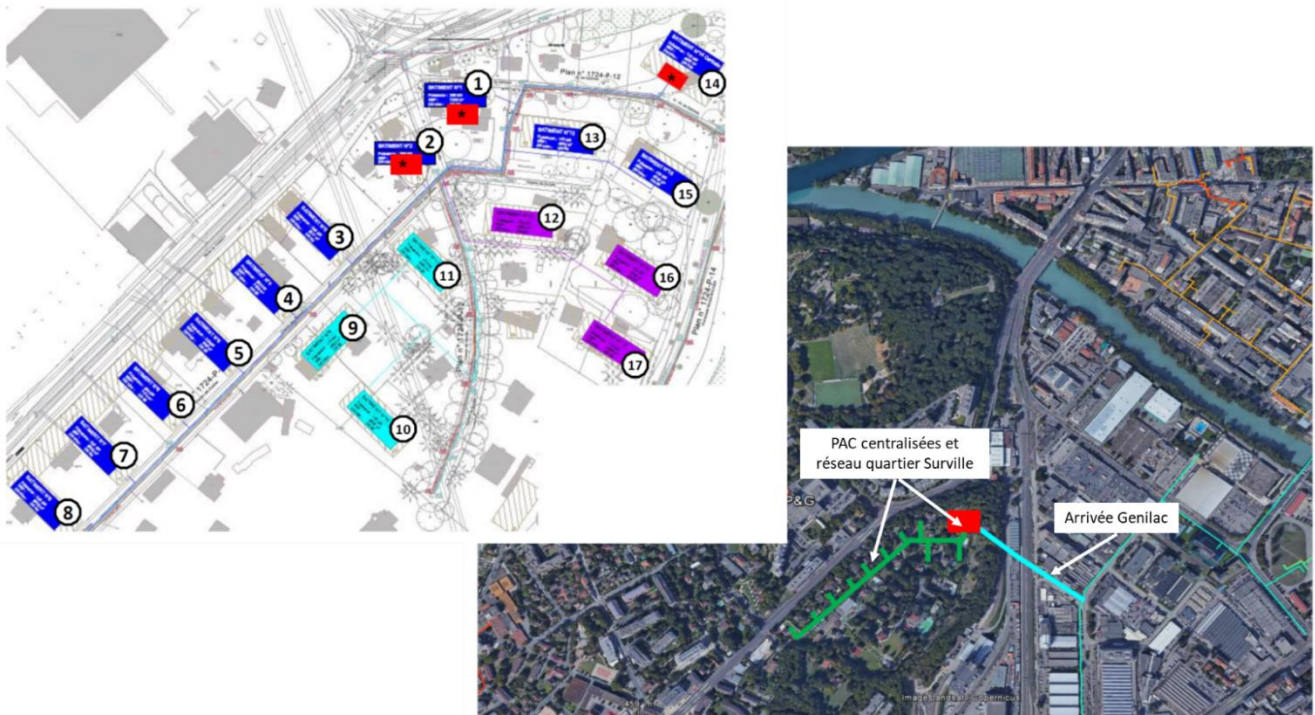


Figure 18 : Projet de réseau CAD à Surville – d'après présentation de SIG à la commune le 9.10.18 par Jad Khoury

5.5 CADIOM

Au Nord de la commune, le quartier de grands ensembles de logements en continuité avec Onex, la zone d'activités des Morgines et une partie du quartier des Marbriers sont raccordés au réseau de chaleur cantonal CADIOM.

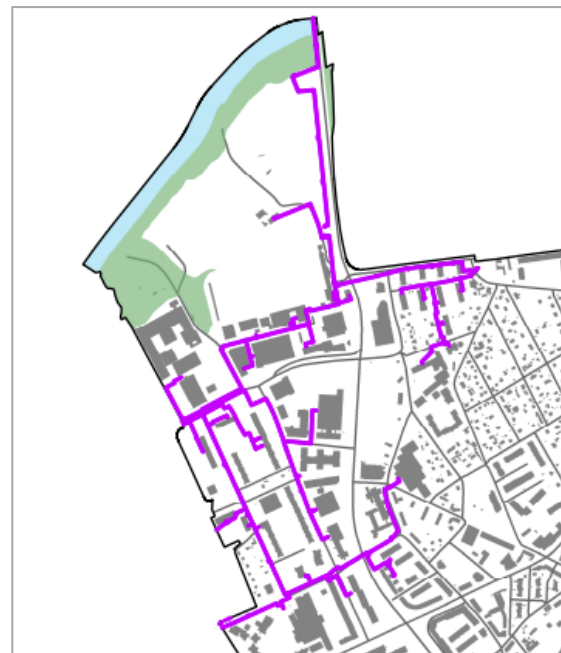


Figure 19 : Réseau de chaleur CADIOM

6 APERÇU DES OBJECTIFS, DES STRATÉGIES ET DE LA VISION DÉJÀ DÉFINIS PAR LA COMMUNE

6.1 CITE DE L'ENERGIE, OBJECTIFS A COURT TERME

La Ville de Lancy est active depuis les années 2000 dans une politique énergétique durable engagée. Elle a reçu une première fois le label Cité de l'énergie en 2008, puis une deuxième fois en 2012 et fut récompensée à nouveau en 2016, avec un excellent score.

Sa politique est fondée sur les principes d'efficacité, d'exemplarité et de durabilité énergétique avec comme **vision à long terme l'objectif d'une société à 2000 watts**.

Le plan d'actions 2016-2019 dans le cadre de Cité de l'énergie est en cours d'exécution. Les objectifs prioritaires à l'horizon 2020 sont les suivants :

- **Approvisionnement**
 - Eclairage public 100% renouvelable
 - Parc bâtiment administratif et financier à 50% renouvelable (selon tarif SIG)
- **Efficacité énergétique**
 - Catégoriser les consommateurs et contrats Ergo
 - Assainissement des bâtiments
- **Energie renouvelable**
 - 20% chaleur renouvelable pour parc bâtiments administratif et financier
 - Doubler production photovoltaïque par rapport à 2014
- **Consommation d'eau**
 - Réduire de 15% la consommation eau d'arrosage des espaces verts par rapport à 2014
 - Réducteur de débit à installer dans bâtiments administratifs
- **Etudier variantes techniques** efficaces lors de la construction ou rénovation de bâtiments communaux.
- Utiliser des instruments **de suivi des actions**.
- **Compléter la directive communale** pour les autorisations de construire avec ambition sur le recours au renouvelable.

6.2 PLAN ENERGIE DES BATIMENTS COMMUNAUX, OBJECTIFS A COURT ET MOYEN TERME

La Ville de Lancy en tant que commune exemplaire a réalisé en 2017 son plan énergie des bâtiments de son patrimoine administratif qui fixe :

- Une diminution des consommations d'énergie thermique, d'eau et de GES de 5% en 2020 et de 20% en 2035 par rapport à l'année 2014
- Diminution de la consommation d'électricité de 20% à l'horizon 2035 par rapport à l'année de référence 2014.

De manière plus concrète, voici une liste de réalisations faites ou en cours concernant la rénovation des bâtiments :

- Ecole Tivoli, réalisation d'un CPE (Contrat à la Performance Energétique) - 2018/2019
- Ecole Palettes raccordé au CAD Palettes – 2017
- Ecole Caroline – assainissement sous-station CADIOM – 2018
- Ecole des Morgines - assainissement sous-station CADIOM – 2019 (car IDC>800 MJ/m².an)
- Ecole En-Sauvy – assainissement régulation – 2018 (car IDC>800 MJ/m².an)
- Ecole Petit-Lancy - assainissement régulation – 2018
- Assainissement de tous les bâtiments du patrimoine financier avec IDC > 800 et 600 MJ/m².an

Par ailleurs, la Commune prévoit de conclure des contrats de suivi Energo pour :

- L'école Caroline
- La Salle communale Petit-Lancy
- L'espace Palettes
- La mairie

Tous les bâtiments du patrimoine financier de la Commune et gérés par la régie Brun sont passés du mazout au gaz.

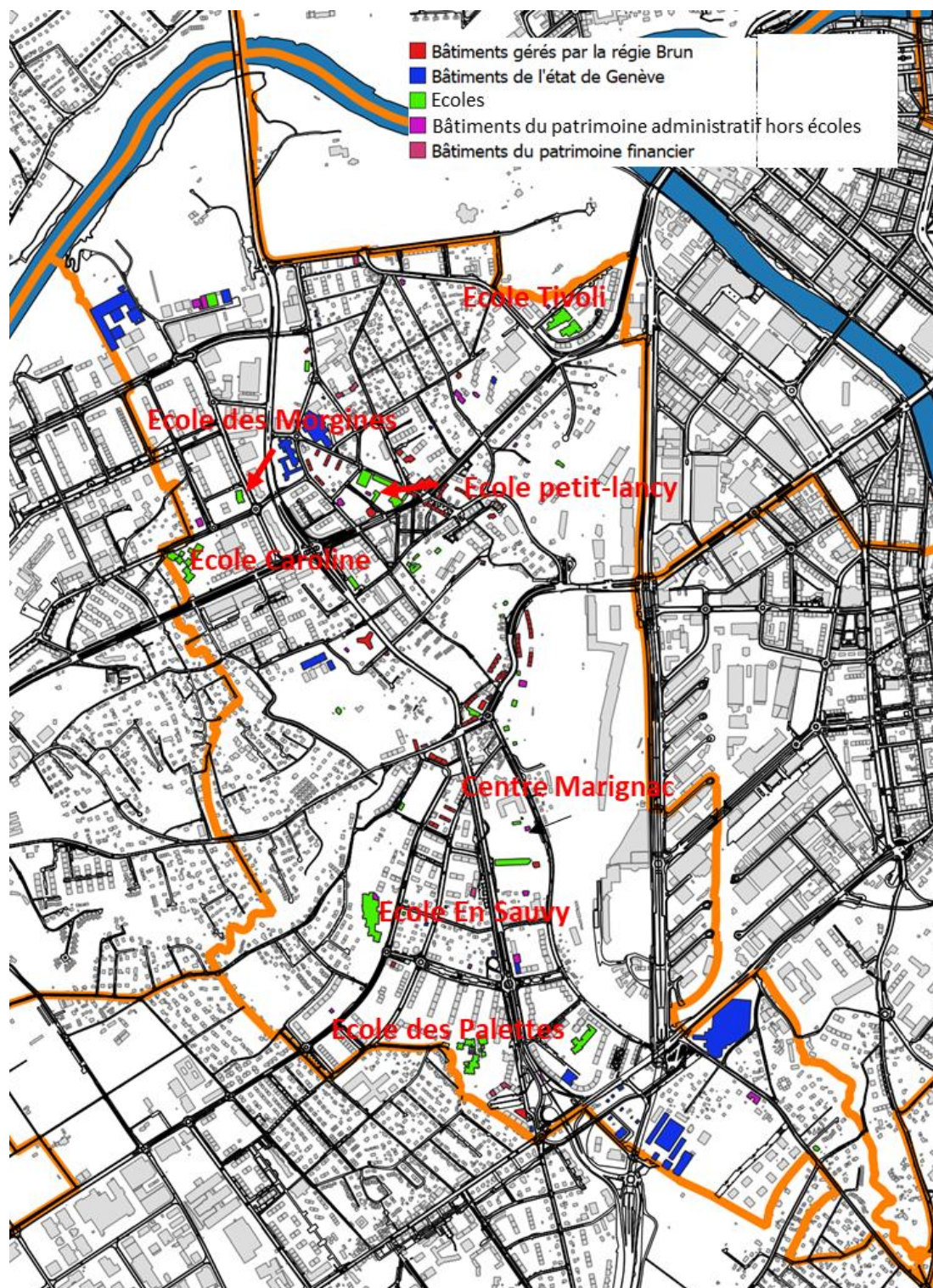


Figure 20 : Localisation des bâtiments communaux

6.3 LA SOCIETE A 2000 WATTS, OBJECTIFS A MOYEN ET LONG TERME

Les objectifs de la Ville de Lancy, d'atteindre la société à 2000 watts, sont en accord avec les objectifs de la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération et du Plan directeur cantonal de l'énergie et visent à :

- Un accroissement de l'efficacité énergétique et de l'utilisation rationnelle de l'énergie consommée dans les bâtiments.
- Un accroissement de l'utilisation des énergies renouvelables locales sur le territoire de Lancy ainsi que la substitution des énergies fossiles, des nouveaux bâtiments et des existants.
- Une diminution des émissions de gaz à effets de serre sur le territoire de Lancy.

En 2005, un Suisse consommait en moyenne 6'300 watts et émettait 8.5 tonnes d'équivalent CO₂ par personne. Comme le montre la figure ci-dessous, les objectifs quantitatifs de la société à 2000 watts à long terme (horizon 2100) sont :

- Réduire d'un facteur 3.2 la consommation d'énergie primaire par habitant.
- Réduire sa consommation d'énergie fossile non renouvelable à 500 W.
- Réduire ses émissions de gaz à effet de serre à 1 tCO₂ eq./an.

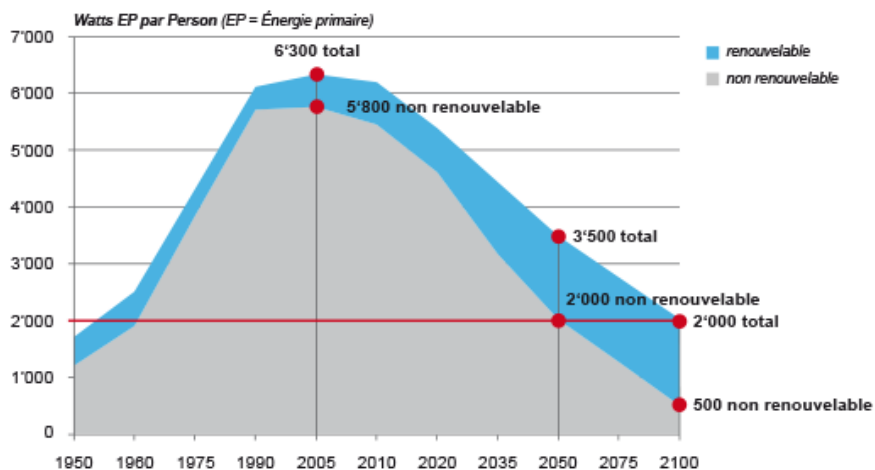


Figure 21 : Principe de société 2000 watts pour la Suisse

Les objectifs finaux à l'horizon 2100, relevant du très long terme, la Commune vise ainsi les objectifs intermédiaires proposés par le concept « 2000 Watts » pour 2030. Les actions du Plan Directeur des Energies seront donc développés dans le sens des objectifs intermédiaires.

Depuis 2005, les bilans de société à 2000 watts et gaz à effet de serre par habitant pour la Suisse n'ont eu de cesse de diminuer, comme on peut le constater sur les graphiques ci-après. En 2018, un habitant suisse consommait 4'490 watts et émettait 6.2 tonnes d'équivalent CO₂ par personne.

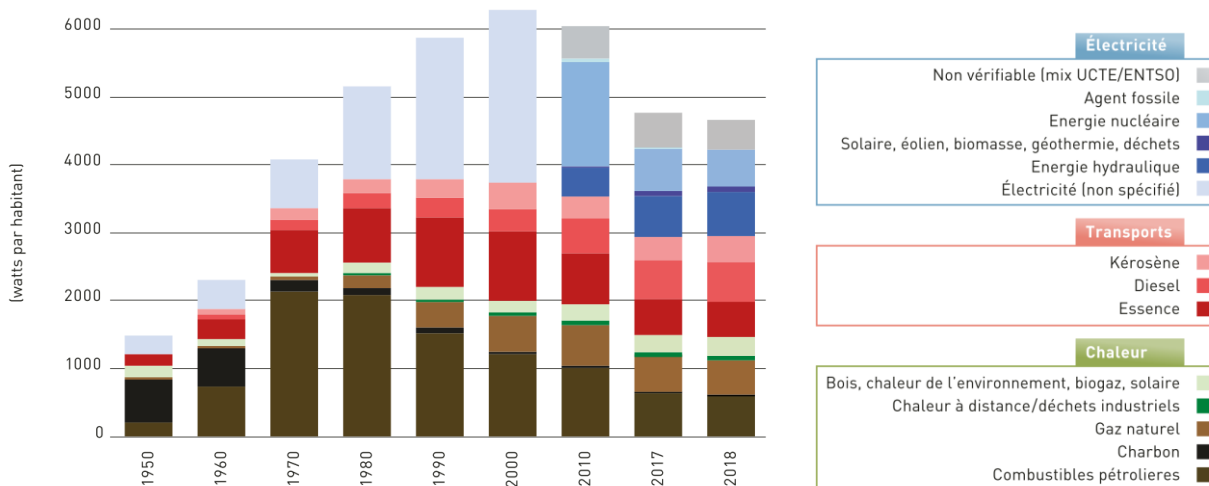


Figure 22 : Suivi du bilan des watts par habitant - Antenne Société à 2000 watts, version d'août 2019

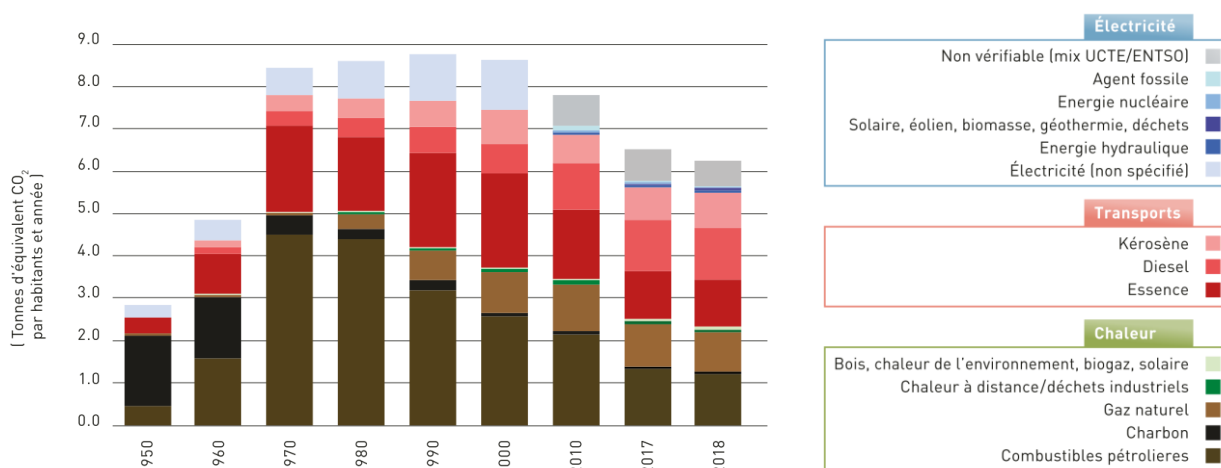


Figure 23 : Suivi du bilan des gaz à effet de serre - Antenne Société à 2000 watts, version d'août 2019

7 ENVIRONNEMENT POLLUTION

Les installations de chauffage à combustion (gaz, mazout, bois) contribuent pour une part importante aux émissions de CO₂ ainsi qu'à celles de polluants atmosphériques, tels que les PM10, HAP, suies, NOx. Le chauffage est considéré comme la deuxième source de pollution de l'air, après le trafic motorisé. A Lancy, les valeurs d'immissions des polluants atmosphériques ne dépassent pas les valeurs limites fixées par l'OPair¹², sauf pour le PAV, situé en zone à immissions excessives (ZIE) (cf. mesures des polluants atmosphériques sur Lancy dans le PDCom 2020, fiche H. Mobilité générale).

Il convient de limiter au maximum les émissions de polluants atmosphériques, en appliquant les mesures définies dans la Stratégie de protection de l'air 2030¹³, et tout particulièrement l'axe stratégique 2 pour la réduction des émissions dues au chauffage : orienter l'utilisation du bois de chauffage vers la cogénération ; assurer la conformité des installations de chauffage en termes d'émissions polluantes ; promouvoir les réseaux de chauffage à distance à faibles émissions atmosphériques ; assurer l'assainissement énergétique des bâtiments. De même, le Plan de mesures OPair adopté en 2018 pour la période 2018-2023, indique les mesures à suivre pour le chauffage : assainir les installations de chauffage et renforcer les normes pour les chauffages à bois ; optimiser la conception et l'exploitation des réseaux de chaleur et de refroidissement au regard des enjeux de la qualité de l'air. Elles sont à prendre en compte dans l'établissement des orientations et du plan d'action ci-après.

¹² Ordonnance sur Protection de l'Air

¹³ République et Canton de Genève, 2016

8 SYNTHÈSE ET ENSEIGNEMENTS DU CONTEXTE

La commune de Lancy connaît un fort développement et on peut constater que la plupart de ses grands projets sont déjà bien investis en termes de planification énergétique, ce qui a donné lieu au développement et à l'étude en cours de plusieurs infrastructures thermiques (voir Figure 25), dont certaines seront connectées aux réseaux cantonaux sous l'égide des SIG.

Il convient donc, dans le cadre de ce PDE d'approfondir la dynamique en cours en investissant particulièrement les zones non touchées par le développement des grandes infrastructures thermiques, tout en mettant l'accent sur la valorisation des ressources locales (géothermie, rejets thermiques, énergie solaire), et la montée en puissance des production électriques locales.

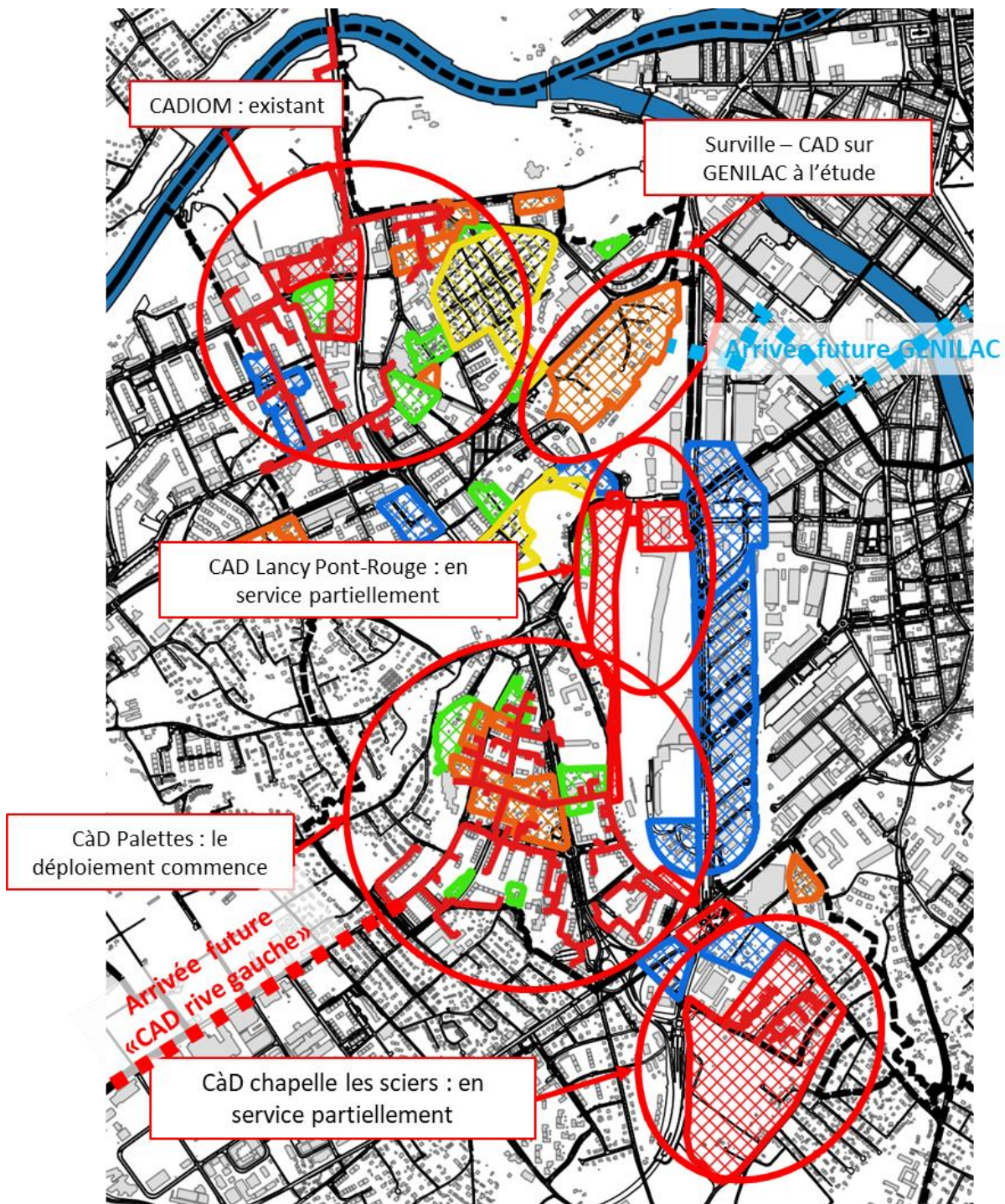


Figure 25 : Synthèse des grandes infrastructures thermiques en projet ou en cours de réalisation

Partie B : DIAGNOSTIC ÉNERGÉTIQUE – ÉTAT DES LIEUX DU TERRITOIRE

La partie de cette étude a permis de caractériser et cartographier les besoins et les consommations énergétiques actuels du territoire. C'est en effet sur la base d'un état des lieux évalué de la manière la plus détaillée possible que des stratégies pertinentes sont élaborées quant à l'utilisation future de l'énergie sur l'ensemble du territoire.

SYNTHÈSE DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES ANNUELLES 2016

NB. DE BÂTIMENTS DANS LE CADASTRE :	3'755	PART DE BÂTIMENTS CHAUFFÉS ¹⁴ :	66 %	CONSOMMATION ANNUELLE TOTALE D'ÉNERGIE FINALE :	417 GWh
SURFACE DE RÉFÉRENCE ÉNERGÉTIQUE (SRE) TOTALE :	2.3 mio m²	NB. D'HABITANTS AU 1 ^{ER} JANVIER 2016 :	31'359		

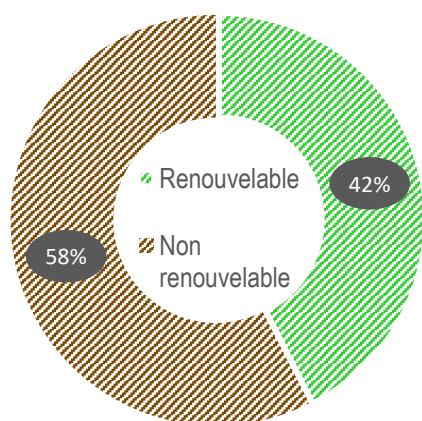


Figure 26 : Nature de l'énergie consommée, pourcentage de l'énergie finale

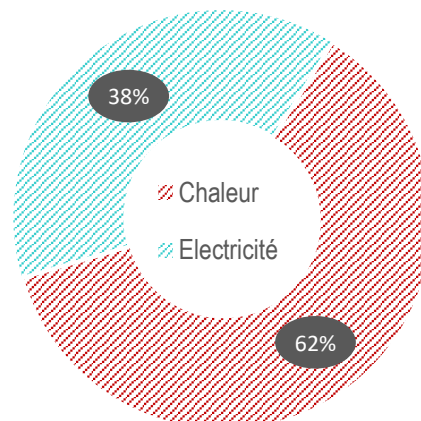


Figure 27 : Répartition des postes de consommations de l'énergie finale

ÉNERGIE PRIMAIRE
480 GWh/an
15 MWh/hab

ÉNERGIE NON RENOUVELABLE
301 GWh/an
9.6 MWh/hab

ÉMISSIONS DE GES
68'800 t_{eq,CO2}
2.2 t_{eq,CO2}/hab

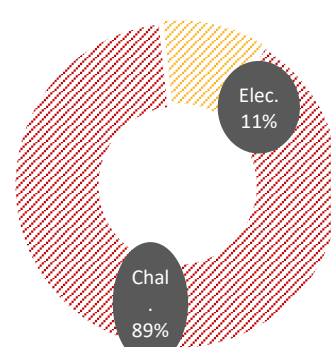
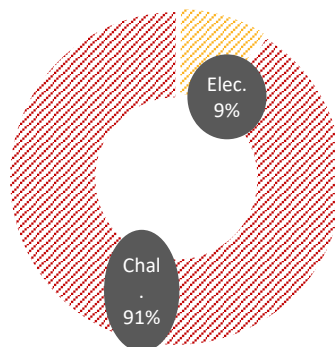
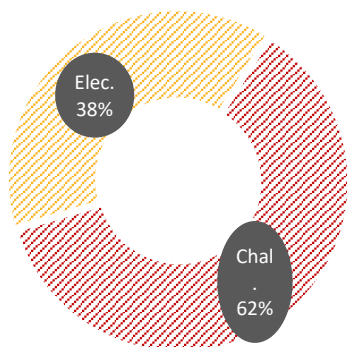


Figure 28 : Impact de chacun des postes de consommation sur les indicateurs d'énergie primaire, énergie primaire non renouvelable et d'émission de gaz à effet de serre (GES)

¹⁴ Les bâtiments restants sont des dépendances, des bâtiments sous-terrain, des garages ou encore des dépôts non chauffés

Les besoins de chaleur estimés comprennent le chauffage des locaux et la préparation de l'eau chaude sanitaire. Lorsque cela est possible, les besoins de chaleur ainsi que les consommations d'électricité sont géoréférencés. La base de données des bâtiments fournie par la commune a été utilisée à cet effet. Pour les bâtiments dont les données de cette base sont inexploitablement directement ou inexistantes, les besoins sont estimés sur la base des informations contenues dans le Registre Fédéral des Bâtiments et Logements (RegBL) et le Registre des Entreprises et Etablissements (REE) ainsi que le registre cantonal des chaudières. Il se peut toutefois que certaines approximations subsistent en raison de l'impossibilité de contrôler manuellement chaque bâtiment du cadastre.

Précisons que les consommations globales de gaz et d'électricité ont été fournies par les Services Industriels de Genève (SIG). Ces informations données à l'adresse pour un certain nombre de bâtiments ont pu être implémentées dans cette étude et le reste des consommations a dû être estimé. A défaut de pouvoir être totalement géoréférencées, ces informations ont servi à valider les résultats obtenus.

Les besoins et consommations énergétiques actuels (énergie utile, finale et primaire, ainsi qu'émissions GES en résultant) sont détaillés par agent énergétique à l'**ANNEXE 6**.

1 CONSOMMATIONS DE CHALEUR 2016

SYNTHÈSE DES CONSOMMATIONS DE CHALEUR

NB. DE BÂTIMENTS CHAUFFÉS :	2'466	SRE :	2.3 mio m ²
ÉNERGIE FINALE PAR AN :	276 GWh	ÉNERGIE UTILE PAR AN :	248 GWh

NATURE ET RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE POUR LA CHALEUR

ÉNERGIE POUR LE CHAUFFAGE :	243 GWh/an	ÉNERGIE POUR L'ECS :	32 GWh/an
-----------------------------	------------	----------------------	-----------

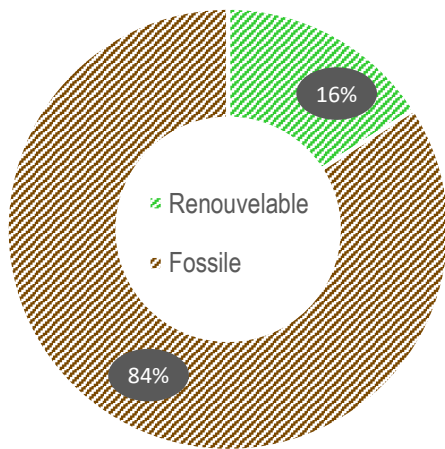


Figure 29 : Nature de la chaleur consommée, pourcentage de l'énergie finale

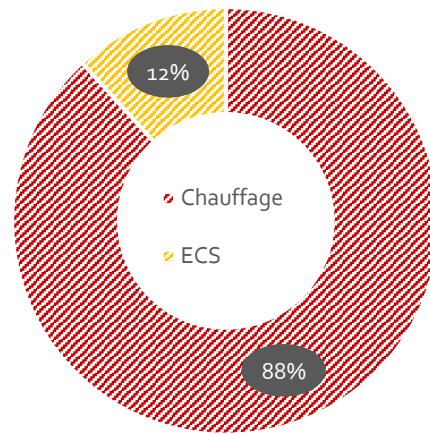


Figure 30 : Répartition des postes de consommations de chaleur

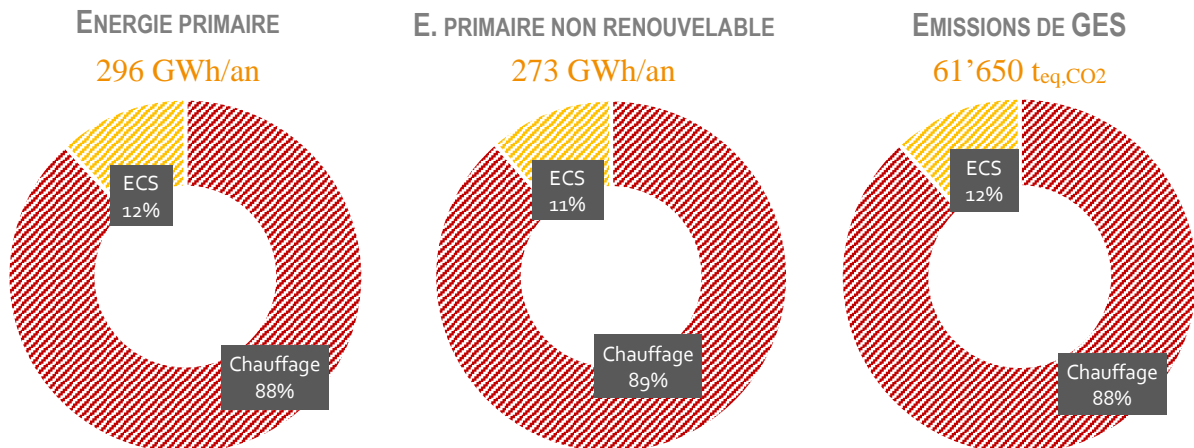


Figure 31 : Impact de chacun des postes de consommation sur les indicateurs d'énergie primaire, énergie primaire non renouvelable et d'émission de gaz à effet de serre (GES)

Afin d'établir une base pour l'élaboration de stratégies énergétiques pertinentes, les caractéristiques énergétiques de chaque bâtiment ont été déterminées et cartographiées et sont présentées dans ce chapitre. Pour chacune des caractéristiques analysées ci-dessous, des extraits de cartes et des graphiques illustrent les résultats obtenus. Des cartes complètes sont jointes à ce rapport et la liste de celles-ci se trouve à l'ANNEXE 7.

1.1 AGENTS ENERGETIQUES

Ci-dessus sont illustrées les consommations énergétiques globales. Afin d’apporter davantage de précisions, la consommation de chaleur est décomposée entre agents énergétiques ci-dessous. Quant à la consommation d’électricité, elle est étudiée au chapitre 3 de cette partie. Le mix de l’approvisionnement énergétique pour la production de chaleur a une importance prépondérante pour effectuer une analyse pertinente des consommations énergétiques d’un territoire et de leur impact sur l’environnement. Les agents énergétiques pour la production de chaleur ont donc été quantifiés et cartographiés.

CONSOMMATION DE CHALEUR FINALE PAR AGENT ÉNERGÉTIQUE

CHAUFFAGE :

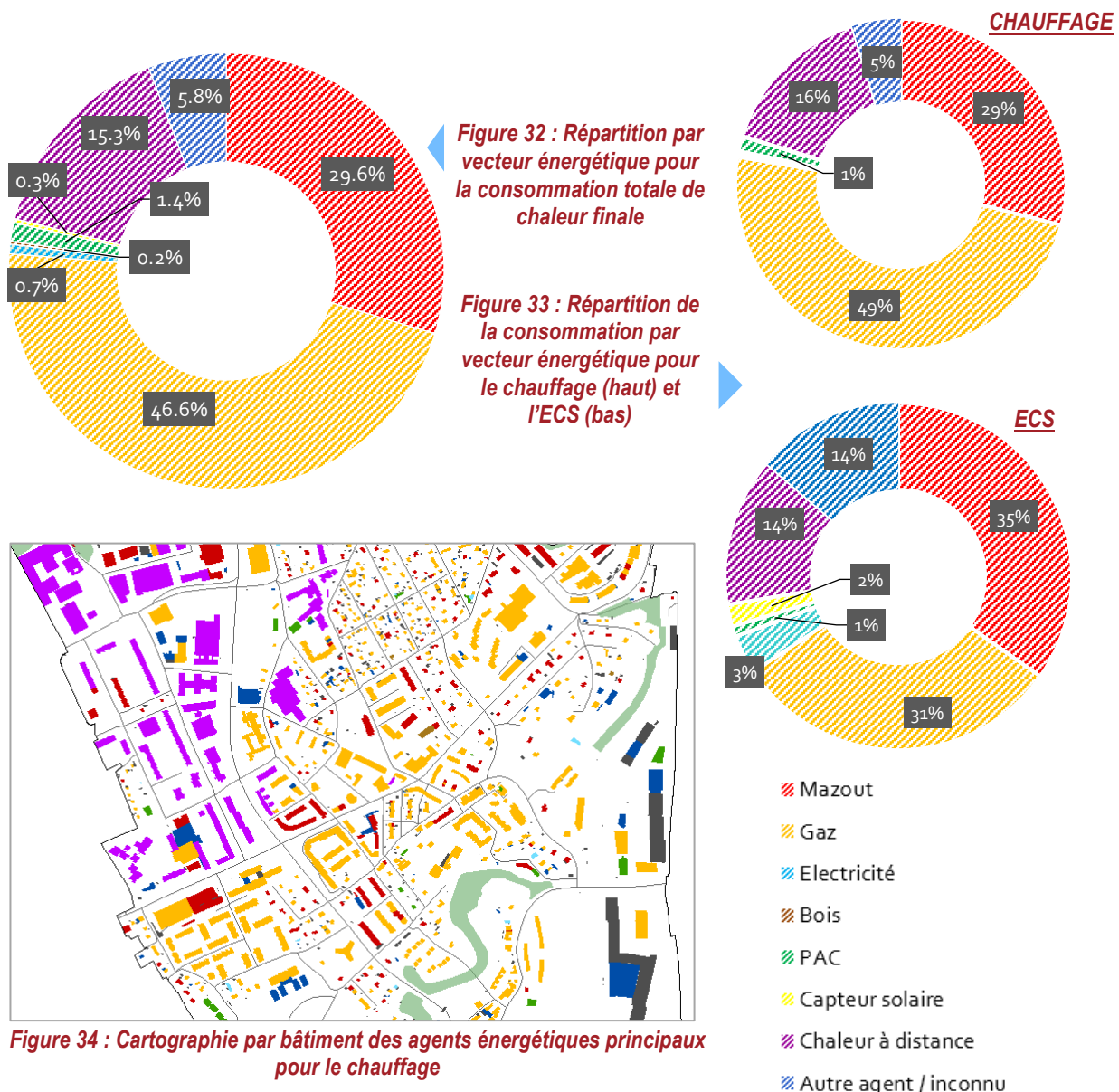
243 GWh/an

ECS :

32 GWh/an

TOTAL :

276 GWh/an



Il apparaît que le mazout et le gaz naturel en tête sont de loin les deux agents énergétiques les plus utilisés actuellement (>75%). Ce sont des combustibles fossiles, par définition non renouvelables, qui émettent de grandes quantités de gaz à effet de serre. L’amélioration des bilans de la Commune passera donc forcément par leur substitution, du moins partielle.

1.2 AFFECTATION DES BATIMENTS

L'affectation principale des bâtiments donne une information sur son utilisation/occupation et, par conséquent, sur ses consommations énergétiques. Il est donc utile de s'intéresser de manière détaillée à cette caractéristique.

AFFECTATION PRINCIPALE DES BÂTIMENTS

SRE TOTALE :

2.3 mio m²

PART DE SRE - LOGEMENT :

63 %



- Logements collectifs
- Maisons individuelles
- Administration
- Ecoles
- Commerces
- Restauration
- Lieux de rassemblement
- Hopitaux
- Industries
- Depots
- Instal. sportives
- Piscines couvertes
- Affectations particulieres

Figure 35 : Cartographie de l'affectation principale des bâtiments selon la classification SIA

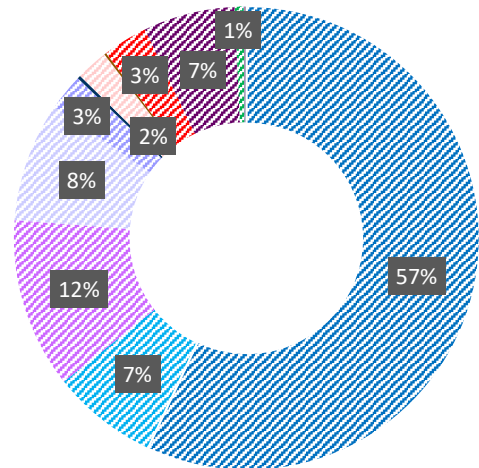


Figure 36 : Répartition de la surface de référence énergétique par affectation principale des bâtiments (classe SIA).

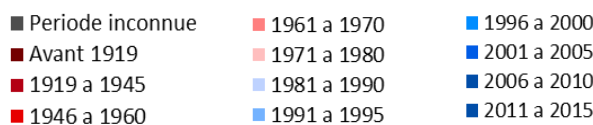
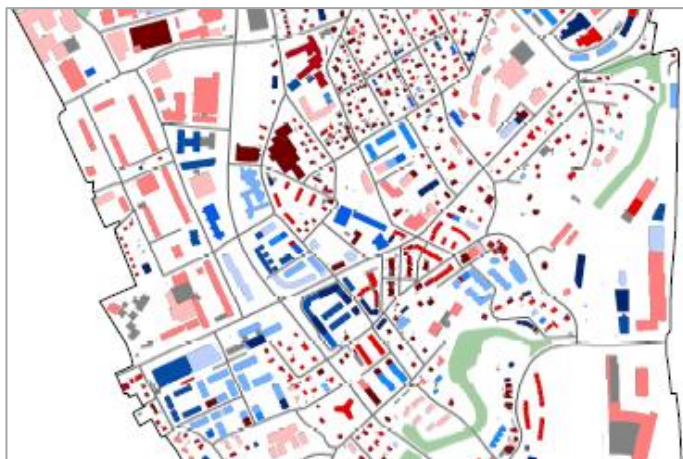
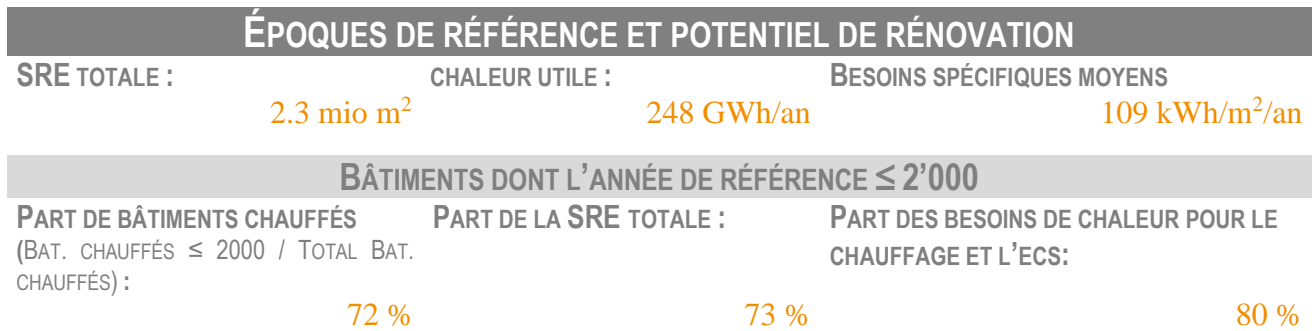
Comme l'illustre la Figure 36, les logements sont très majoritaires sur l'ensemble de la commune. Ils représentent 63% de la SRE et 57% des bâtiments. Aussi, l'évolution de la consommation globale est majoritairement rythmée par la demande des logements. L'importante proportion de logements implique en général un important potentiel de réduction de la consommation grâce à des rénovations. Mais pour ce faire, les propriétaires doivent être convaincus des bienfaits de la rénovation et être prêts à y investir.

1.3 ÉPOQUE DE REFERENCE

L'époque de référence des bâtiments est un élément important de l'analyse de l'état des lieux pour les consommations de chaleur. Elle permet de déduire plusieurs paramètres (besoins spécifiques de chauffage par m² de SRE, potentiel de rénovation, systèmes de distribution de chaleur, etc.) déterminants lors de l'élaboration des concepts énergétiques. Deux sources sont utilisées pour déterminer l'époque de référence :

- Époque de construction
- Époque de rénovation lorsqu'une rénovation ultérieure à l'année 2'000 est indiquée dans le RegBL

L'époque de référence des bâtiments est donc l'époque de rénovation pour les bâtiments rénovés à partir de l'année 2000 et l'époque de construction pour tous les autres.

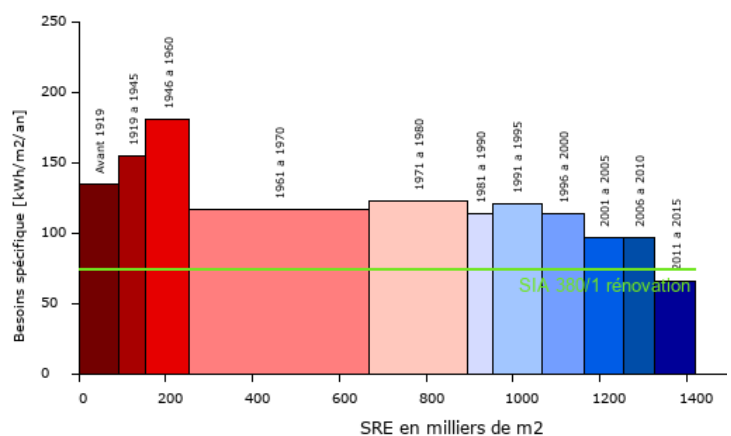


La norme SIA 380/1 en vigueur table sur une valeur moyenne limite de besoins spécifiques de chaleur d'environ **60 kWh/m²/an** (contre une moyenne de 109 aujourd'hui) pour le chauffage et l'ECS **des logements collectifs neufs**. Pour un bâtiment rénové, 125% de cette valeur est admise, soit 75 kWh/m²/an. Elle est basée sur une moyenne des valeurs limites correspondant aux habitats collectifs et individuels. La majorité des bâtiments étant construits avant les années 2000, il est judicieux d'analyser de plus près le potentiel de rénovation.

Figure 37 : Epoques de références pour les bâtiments

Figure 38 : Répartition de la SRE et besoins spécifiques des logements en fonction des époques de constructions des bâtiments

La surface de chaque rectangle de la Figure 38 représente les besoins de chaleur cumulés pour chaque époque de référence pour les bâtiments résidentiels. La surface se situant au-dessus du trait vert représente la quantité d'énergie qu'il serait possible d'économiser si tous les bâtiments étaient **rénovés** selon les normes énergétiques actuelles (SIA). Pour les bâtiments dont l'époque de référence est antérieure à 2000, le potentiel d'économie de chaleur par la rénovation correspond à **30% des besoins de chaleur actuels totaux** (41% des besoins de chaleur si on prend en compte seulement les bâtiments d'habitation).



1.4 NIVEAUX DE TEMPÉRATURE D'APPROVISIONNEMENT

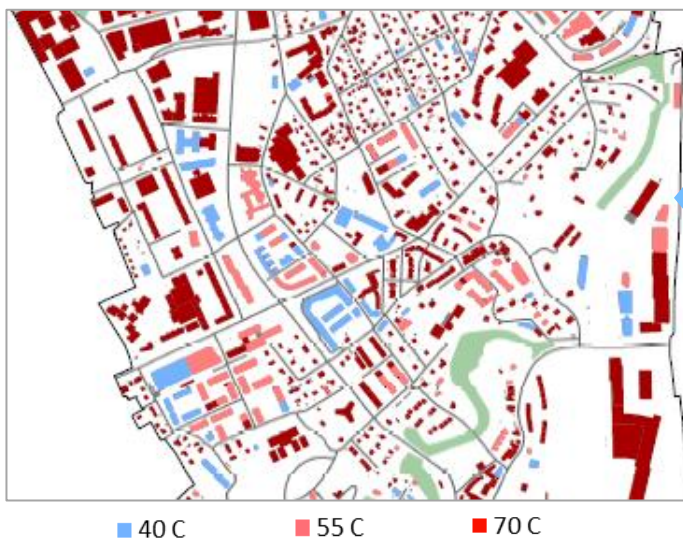
Les niveaux de température nécessaires pour les systèmes de chauffage en place dans les bâtiments existants traduisent l'accès actuel aux énergies renouvelables, car ces dernières ne sont généralement pas exploitables avec un rendement satisfaisant pour produire de la chaleur à haute température (bois-énergie excepté). Les niveaux de température dans les systèmes de chauffage des bâtiments dépendent de trois paramètres principaux :

- Le type de chauffage (chauffage au sol, radiateurs muraux, etc.)
- L'isolation du bâtiment
- L'affectation du bâtiment

Les chauffages au sol utilisent généralement des circuits de distribution de chaleur ayant une température d'alimentation de 30 à 40°C, voire moins de 30°C pour les plus performants. Les radiateurs conventionnels nécessitent, par contre, des températures allant de 50 à 80 °C. Concrètement, moins les bâtiments sont isolés, plus la température de distribution du système de chauffage est élevée. Ainsi, le niveau de température pour le conditionnement du bâtiment est estimé sur la base de son époque de construction, de rénovation et de son affectation. En revanche, la production d'ECS dépend uniquement des contraintes sanitaires. Il est en effet indispensable d'atteindre des températures proches des 60 °C afin d'éviter tout risque de légionellose.

RÉPARTITION DES NIVEAUX DE TEMPÉRATURE DANS LES BÂTIMENTS

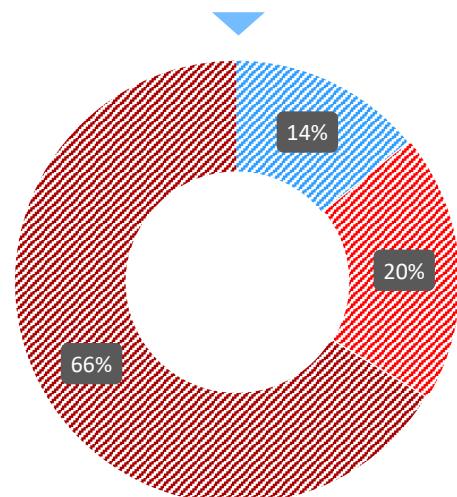
PART DE BÂTIMENT AVEC CHAUFFAGE AU SOL	PART DE BÂTIMENT AVEC RADIATEURS À 55°C (MOYENNE)	PART DE BÂTIMENT NÉCESSITANT 70°C OU PLUS
SRE : 14 %	SRE : 20 %	SRE : 66 %
CHALEUR UTILE : 12 %	CHALEUR UTILE : 18 %	CHALEUR UTILE : 70 %



La part de chauffage au sol (basse température) est faible comparée aux chauffages à moyenne et haute température.

Figure 39 : Cartographie des niveaux de températures estimés pour les systèmes de chauffage des bâtiments

Figure 40 : Répartition de la SRE par niveau de température pour le chauffage



La répartition des niveaux de température est assez inhomogène. Les bâtiments industriels ainsi que les grands immeubles ont des besoins de températures globalement plus élevés. Les bâtiments avec chauffage au sol sont situés principalement dans les quartiers résidentiels.

1.5 DENSITE DES BESOINS DE CHALEUR

La densité des besoins de chaleur est un élément déterminant pour identifier des secteurs à fort potentiel de développement pour les énergies de réseau. En effet, plus la quantité d'énergie fournie par mètre de conduite du réseau est grande, plus la rentabilité est élevée car l'investissement est plus rapidement amorti. A noter qu'en plus de la densité des besoins, les époques de références et les agents énergétiques actuels ainsi que les éventuels besoins de refroidissements doivent également être pris en compte pour évaluer ce potentiel.

DENSITÉS DE BESOINS DE CHALEUR		
SEUIL D'INTÉRÊT POUR UN CAD : ¹⁵	PART D'HECTARES > 500 MWh/AN :	SURFACE DES HECTARES > 500 MWh/AN :
> 500 MWh/ha/an	38 %	176'000 m ²

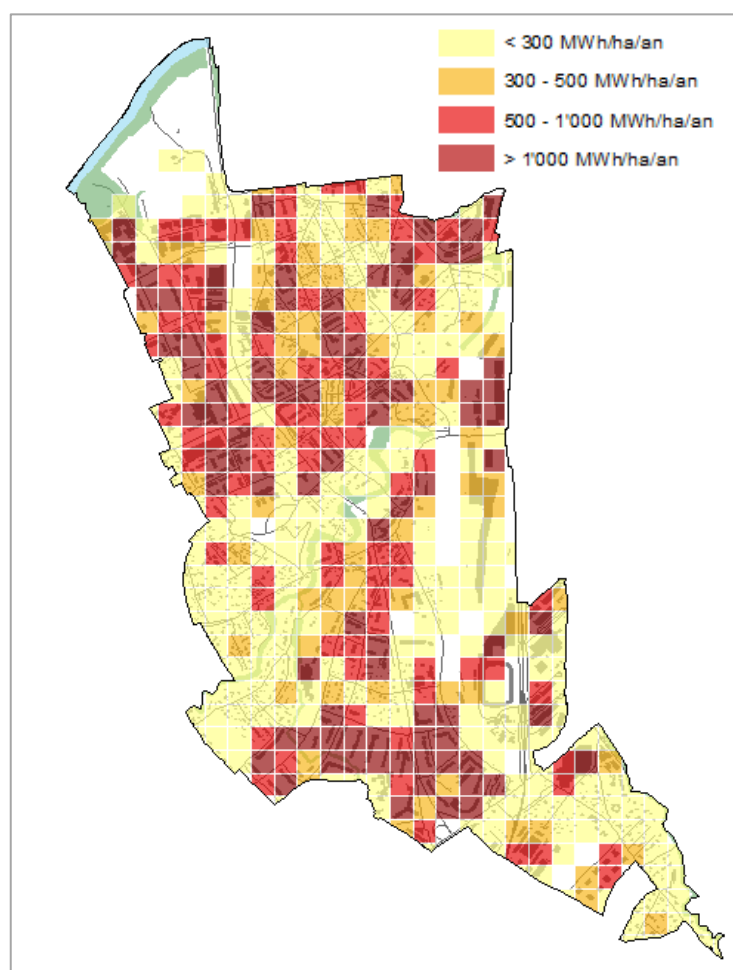


Figure 41 : Carte des densités de besoins de chaleur actuels par maille hectométrique

Plus du tiers du territoire présente une densité de besoins de chaleur potentiellement intéressantes pour l'implantation de réseaux de chaleur, où des CAD sont parfois déjà en fonction ou en projet. Cette proportion pour les zones où aucun CAD n'existe pour le moment, est plus importante pour les quadrants Nord-Est, le quartier au Sud de la zone des Morgines ainsi que le long du Chemin des Semailles. Dans ces quartiers, des densités de besoin de chaleur supérieures à 500 MWh/ha/an ont été identifiées.

¹⁵ Seuil généralement admis pour des CAD classiques alimenté au gaz, au bois ou au mazout avec une distribution de la chaleur entre 60 et 80 °C. Ce seuil représente une consommation de 2 MWh/m_{conduite}/an et 250 m de conduite par hectare. Il est important de garder en tête qu'il s'agit de moyennes statistiques permettant de cibler, dans un premier temps, quelles sont les zones pour lesquelles il est judicieux d'étudier de manière plus détaillée les différentes possibilités de construction d'un nouveau CAD. Pour l'extension d'un CAD existant, le seuil peut se situer plus bas.

1.6 INSTALLATIONS EXISTANTES

La spatialisation des installations de production de chaleur existantes, de leur puissance et de leur date d'installation permet d'identifier le potentiel de substitution des énergies fossiles par des énergies renouvelables. Elles sont également une indication précieuse dans l'établissement de stratégies impliquant le déploiement de CAD. Les données intégrées proviennent du registre Cantonal et du fichier du ramoneur communal. Ces bases de données contiennent des informations concernant les agents énergétiques, les puissances ainsi que les dates d'installation des chaudières. L'année d'assainissement est estimée sur la base de la date d'installation à laquelle une durée de vie type de 25 ans est ajoutée. Ici uniquement les chaudières sont donc prises en compte (et non pas les Pompes à Chaleur qui sont analysées dans le chapitre 3 relatif à l'énergie électrique).

DENSITÉS DE PUISSANCE CHALEUR À ASSAINIR

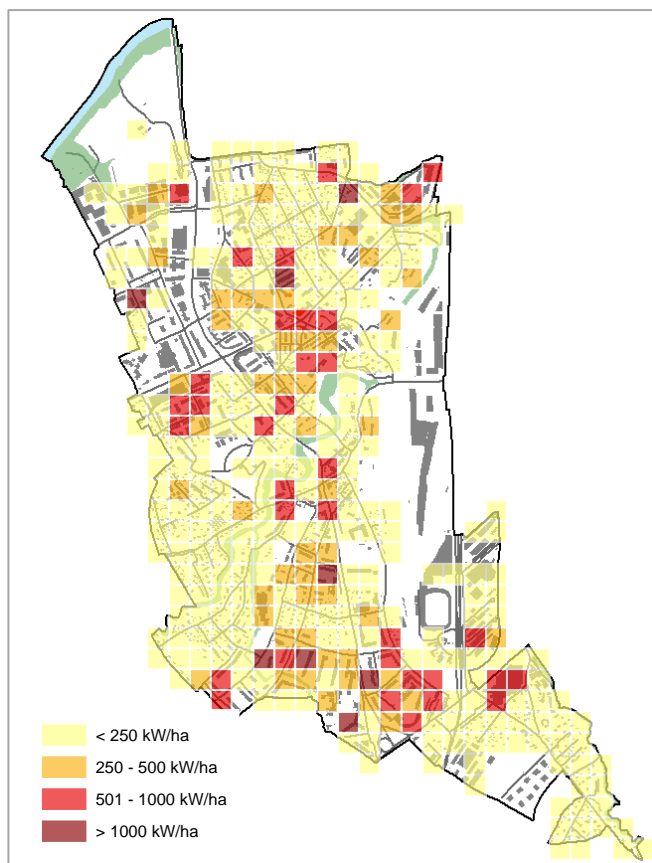


Figure 42 : Densité de puissance des chaudières à assainir entre 2017 et 2035 par maille hectométrique

La puissance cumulée des chaudières qui ont pu être spatialisées est de 78 MW. Comme le montre la Figure 42, la répartition des chaudières à assainir d'ici 2035 sur le territoire est relativement inhomogène. La Figure 43 montre la répartition de la puissance par agent énergétique. Même si le mazout est l'agent énergétique le plus représenté, la puissance cumulée des chaudières à gaz reste conséquente, tout comme les consommations de chaleur qui y sont liées. Lors d'un assainissement, les chaudières individuelles à mazout sont les cibles prioritaires pour un raccordement à un CAD. Globalement le potentiel de remplacement des énergies fossiles est important.

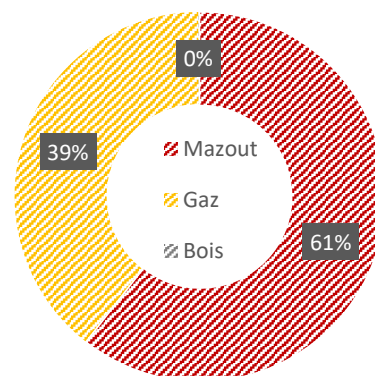
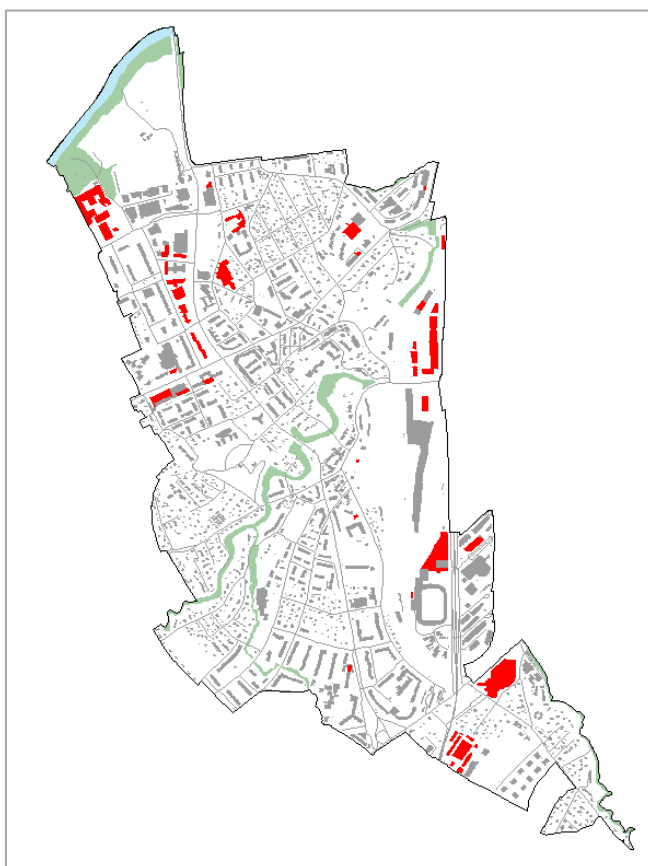


Figure 43 : Répartition de la puissance par agent énergétique

1.7 GROS CONSOMMATEUR ET PROCESSUS INDUSTRIELS

Les données traitées ont permis d'identifier les grands consommateurs présents sur le territoire de la commune de Lancy. Ceux-ci, au nombre de 21 sur le territoire ont été localisés sur la figure suivante.



Ceux-ci sont soumis à des audits afin d'identifier les potentiels de récupération de chaleur ou de valorisation de leurs déchets. Les grands consommateurs doivent entreprendre des actions de performance énergétique (APE) afin d'optimiser leurs équipements et leurs installations.

Les grands consommateurs produisant du froid et ayant donc des rejets de chaleur potentiellement exploitables ont été répertoriés dans la carte du chapitre suivant (no 2).

Le regroupement de grands consommateurs dans les quartiers des Morgines, du Pont-Rouge ou également dans le Sud de la commune, peuvent potentiellement représenter un intérêt pour la production de chaleur afin d'alimenter un CAD.

Figure 44 : Identification des bâtiments rattachés à un grand consommateur de la commune de Lancy

2 IDENTIFICATION DES PRENEURS DE FROID POTENTIELS

Les besoins de froids concernent deux types de services : le conditionnement des locaux et les process froids (refroidissement, réfrigération). L'identification des preneurs de froid présumés se fait sur la base de l'activité renseignée dans le Registre des Entreprises et des Etablissements (REE), ainsi que sur la base des informations transmises lors des séances avec la Commune et en étudiant les audits des gros consommateurs. Les résultats sont à prendre avec précaution, car la méthode d'identification se base sur des critères généraux.



Figure 45 : Identification des preneurs de froid potentiel selon le type de service

Selon ces informations, 74 bâtiments ont été identifiés comme preneurs de froid potentiels. Comme on le constate sur la Figure 45 une importante concentration de besoins de froid se situe dans la zone industrielle des Morgines, dans le secteur des Ports-Francis ainsi que dans les environs du stade de la Praille. Ces regroupements peuvent motiver la mise en place de solutions de type freecooling avec ou sans récupération des rejets de chaleur (cf. Partie B :6 traitant des rejets thermiques).

3 CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ 2016

Afin d'en faciliter l'analyse, la consommation électrique a été décomposée comme suit :

- La production de chaleur, elle-même composée de la production d'ECS, du chauffage. La chaleur produite par le biais de l'électricité peut être produite par des résistances électriques (chauffages électriques directs) ou par des pompes à chaleur (PAC) auquel cas les performances énergétiques sont meilleures.
- La consommation d'électricité « hors chaleur ». Elle est constituée de toutes les consommations électriques des ménages, des bâtiments (éclairage, électroménager, etc.) et des infrastructures communales (éclairage public, traitement de l'eau, etc.) qui ne sont pas directement liées à la production de chaleur. Comme décrit ci-dessus pour des raisons de disponibilité de données, les consommations d'électricité liées au rafraîchissement des locaux ou à la production de froid industriel sont intégrées dans cette catégorie.

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE 2016

CONSOMMATION TOTALE :	144.1 GWh/an	HORS CHALEUR :	141 GWh/an
BÂTIMENTS PUBLICS ¹⁶ :	4.4 GWh/an	ECLAIRAGE PUBLIC ¹⁷	5.5 GWh/an
CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE :	1.9 GWh/an	PAC :	1.1 GWh/an

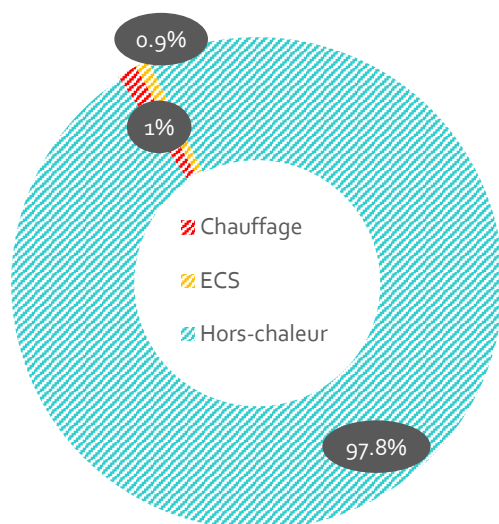


Figure 46 : Répartition des services fournis par l'électricité consommée

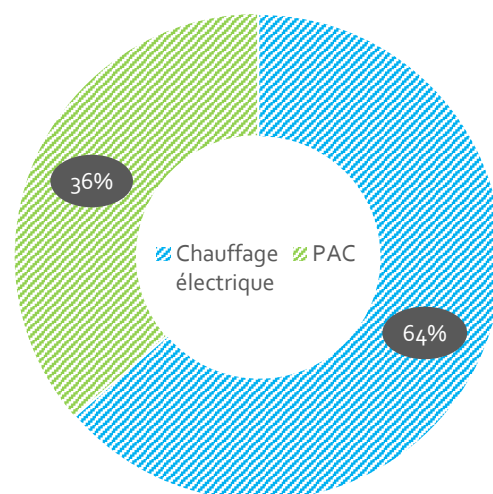


Figure 47 : Consommation électrique pour la production de chaleur

La part d'électricité pour le chauffage représente moins de 2% de la consommation électrique totale. Comme le montre la Figure 47, les chauffages électriques directs sont responsables de la plus grande part de cette consommation électrique (i.e. 64% pour le chauffage direct et 36% pour les PAC). Il est utile de mentionner à ce stade que le remplacement d'un chauffage électrique direct par un chauffage par PAC est malheureusement la plupart du temps très problématique car ce genre d'opération implique d'installer une distribution hydraulique de chauffage dans les bâtiments (installation de conduites, percements, passages compliqués, etc.).

¹⁶ Inclus dans « Hors chaleur »

¹⁷ Idem

MIX ÉLECTRIQUES PROPOSÉS SUR LE TERRITOIRE

La commune est approvisionnée en électricité par les SIG. Les informations communiquées par le distributeur donnent la consommation par type de produit (Figure 49), ce qui permet de reconstituer le marquage de l'électricité consommées sur le territoire (Figure 48).

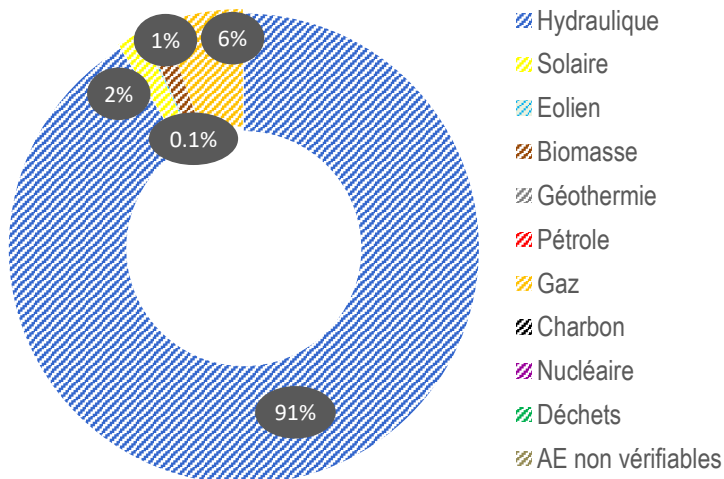


Figure 48 : Marquage électrique de la commune

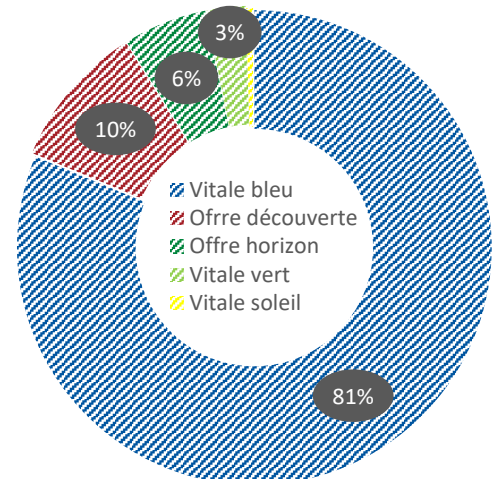


Figure 49 : Nature de l'électricité consommée

Bien que la totalité de l'électricité utilisée sur le territoire desservi par les SIG soit renouvelable depuis le 1^{er} janvier 2017, elle n'est pour la majeure partie pas produite localement. De ce fait, les distributeurs électriques doivent s'assurer un approvisionnement renouvelable local sur le long terme. Pour ce faire, plusieurs axes sont possibles :

- Renouveler et établir de nouveaux contrats d'importation d'électricité renouvelables avec les producteurs suisses ou étrangers.
- Continuer à investir dans des installations de production renouvelables sur le territoire (éoliennes, hydrauliques, etc.).
- Augmenter la production locale d'électricité renouvelable en multipliant notamment les petites installations décentralisées.

Ce dernier point concerne directement la planification énergétique car il s'agira d'établir des pistes permettant de cibler quels sont les potentiels les plus intéressants à valoriser sur le territoire communal.

4 RESSOURCES LOCALES

Dans cette partie, sont analysées les différentes ressources présentes sur le territoire et permettant d'assurer un approvisionnement énergétique futur. Sont traitées aussi bien les ressources renouvelables locales sur le territoire que les différentes infrastructures de réseaux comme le gaz ou les réseaux thermiques existants ou en projet. Chacune des ressources possède des propriétés propres concernant la production d'énergie thermique ou électrique. Le Tableau 3 résume les différentes utilisations possibles pour chacune des ressources.

Ressource	Sous-catégorie ressource	Type d'utilisation/production				Remarques
		Chaleur directe ou combustion	Chaleur avec PAC	Électricité	Rafrâissement	
Énergie éolienne	-	-	-	X	-	Pas considéré dans l'étude
Énergie solaire	-	X	-	X	-	Production simultanée de chaleur et d'électricité possible grâce à des panneaux hybrides
Hydroélectricité	-	-	-	X	-	-
Hydrothermie	Cours d'eau	-	X	-	X	-
	Lac	-	X	-	X	-
	Nappes	-	X	-	X	-
Géothermie	Faible profondeur	-	X	-	X	-
	Aquifères profonds	X	Parfois	Parfois	-	-
	GGP	X	-	X	-	-
Biomasse	Méthanisation	X	-	X	-	Production d'électricité possible par CCF
	Bois-énergie	X	-	X	-	Production d'électricité possible par CCF
Rejets thermiques	Eaux usées	-	X	-	Parfois	-
	Rejets industriels	X	Parfois	Parfois	Parfois	-
Réseau de gaz	-	X	Parfois	X	-	Production d'électricité possible par CCF
CAD	30 – 120°C	X	-	-	-	-
	< 20 °C	-	X	-	X	-

Tableau 3 : Synthèse des ressources et de leur utilisation

Afin de pouvoir interpréter les résultats exposés dans ce chapitre, il est nécessaire de connaître quelles technologies permettent de valoriser chacune des ressources citées dans le tableau ci-dessus.

Les panneaux solaires thermiques produisent de la chaleur pour l'ECS ou le chauffage, et les panneaux photovoltaïques produisent de l'électricité à partir de l'irradiation solaire.

La biomasse est utilisée dans des chaudières de différents types selon la valorisation visée (combustion de la matière). Les chaudières peuvent être remplacées par des couplages chaleur-force (CCF) permettant de produire simultanément de la chaleur et de l'électricité.

Le réseau de gaz peut alimenter des chaudières (combustion), des CCF ou encore des pompes à chaleur à gaz témoignant d'un rendement plus élevé qu'une chaudière à gaz. Avec l'état de la technique actuelle, les pompes à chaleur à gaz sont généralement des installations centralisées pour plusieurs bâtiments.

De manière générale, les installations productrices de chaleur approvisionnées en combustibles fossiles ou au bois et dérivés de bois émettent des polluants dans l'atmosphère (PM10 combustion, HAP, suies, NO_x), qui sont dangereux pour la santé. Pour protéger la santé de la population et comme visé par la Stratégie de protection de l'air 2030¹⁸, il convient de limiter ces émissions au maximum.

Pour la géothermie, l'hydrothermie, les chauffages à distance et les rejets thermiques, ce sont des échangeurs qui permettent de récupérer la chaleur. Les technologies permettant de soutirer la chaleur à basse température dans l'environnement (eau, air, sol) nécessitent en général l'utilisation d'une pompe à chaleur (PAC). Le principe d'une PAC consiste à relever le niveau de température d'une ressource afin d'obtenir les températures nécessaires pour une utilisation dans les systèmes de chauffage (30-35°C pour les chauffages au sol et 55- 70°C pour des radiateurs muraux) et pour l'ECS (55-60°C). Pour élever ces températures, les PAC utilisent de l'énergie électrique (ou du gaz). En fonction des niveaux de température en jeu, la quantité d'électricité nécessaire pour la production de chaleur varie. Cette quantité est représentée par le coefficient de performance (COP). Un COP de 4 par exemple, signifie qu'une unité d'énergie électrique permet de produire, 4 unités de chaleur (cf Figure 50, ci-dessous). Ainsi plus le COP d'une installation est élevé, moins la consommation électrique sera importante pour une même production de chaleur. Il existe par ailleurs différents types de PAC réversibles permettant de produire de la chaleur en hiver et du froid en été.

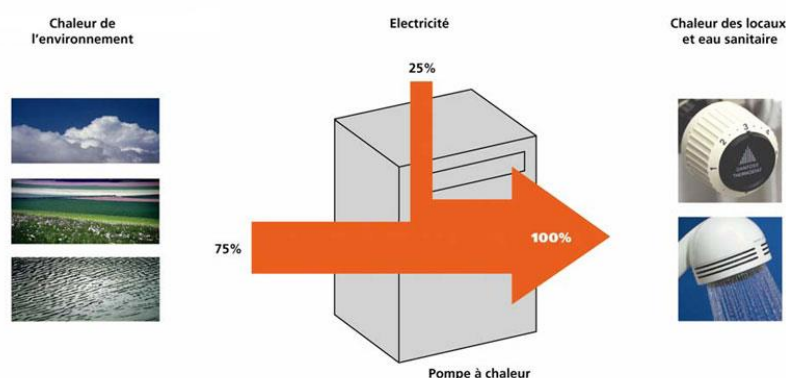


Figure 50: Fonctionnement d'une PAC électrique (source : SuisseEnergie)

4.1 SYNTHÈSE DES POTENTIELS ÉNERGÉTIQUES LOCAUX

Le tableau suivant résume les potentiels énergétiques identifiés sur le territoire communal. Sauf mention particulière, le potentiel énergétique correspond au potentiel mobilisable identifié (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. De plus, les potentiels identifiés n'intègrent pas, à ce stade, de considérations techniques ou économiques liées à leur exploitation. Des études technico-économiques sont donc recommandées afin d'affiner l'étude des potentiels économiquement exploitables.

¹⁸ République et Canton de Genève, 2016

Nature de l'énergie	Potentiel énergétique	Remarques	Energie déjà exploitée
Electricité			
Eolien	-	Sur le territoire aucun potentiel éolien n'a été identifié, mais plusieurs sites d'intérêts existent à l'échelle cantonale et la commune devrait s'y intéresser.	-
Solaire PV en toiture	46 GWh/an	Potentiel mobilisable en tenant compte des toitures intéressantes, bien exposées (cf. hypothèses).	507 MWh/an
Déchets ménagers via CCF	5'987 t	Basé sur les quantités de déchets connus. Le potentiel peut être augmenté en utilisant de nouvelles sources de déchets incinérables (non quantifié).	5'987 t (valorisés à l'UIOM des Cheneviers)
Déchets organiques via CCF	208 MWh ¹⁹	Actuellement les déchets verts sont méthanisés à l'usine de Châtillon	208 MWh/an ²⁰ valorisés hors du territoire

Chaleur			
Solaire TH en toiture	50 GWh/an	Potentiel mobilisable en tenant compte des toitures intéressantes, bien exposées et des bâtiments ayant des besoins de chaleurs (cf. hypothèses).	246 MWh/an
SGV	181 GWh/an	Potentiel mobilisable maximal qui tient compte des surfaces construites. Ceci-dit toute étude (mesure) plus précise sur la nature du sous-sol peut modifier ce potentiel (cf. hypothèses).	1.1 GWh/an
Déchets ménagers via CCF	5'987 t	Basé sur les quantités de déchets connus. Le potentiel peut être augmenté en utilisant de nouvelles sources de déchets incinérables (non quantifié).	5'987 t (valorisés à l'UIOM des Cheneviers)
Déchets organiques via CCF	416 MWh	Actuellement les déchets verts sont méthanisés à l'usine de Châtillon	416 MWh/an ⁹ valorisés hors du territoire
Bois-énergie	10'000 m ³	La forêt genevoise dans son ensemble peut produire chaque année 10'000m ³ de bois rond en partie inexploité. Parmi ceux-ci une part de ce bois sera dédié au bois d'œuvre, mais une part reste disponible pour la production de chaleur	0.4 GWh/an

Tableau 4 : Potentiels énergétiques de la région et part exploitée.

¹⁹ D'après le document « Utilisez l'énergie de vos déchets ! », OFEN ; 1 tonne de déchets méthanisables correspondent à 100 m³ de biogaz qui, valorisé dans un CCF fournit environ 150 kWh d'électricité et 300 kWh de chaleur.

²⁰ En 2017, 1200 t sont compostés et 1300 t sont méthanisés à Aarberg.

4.2 ÉNERGIE EOLIENNE

Il n'existe pas d'installation éolienne sur le territoire. Au vu de la situation et de la typologie de Lancy, il a été convenu, avec la Commune, que le potentiel éolien ne serait pas pris en compte dans cette étude.

4.3 ÉNERGIE SOLAIRE

L'irradiation solaire peut être valorisée de deux manières différentes :

- Par une production d'électricité grâce à des panneaux photovoltaïques (PV).
- Par une production de chaleur grâce à des panneaux solaires thermiques (ST)

Les panneaux ST produisent de la chaleur qui peut être utilisée pour la production d'ECS, pour les besoins de chauffage ou pour des besoins de process. L'inconvénient de cette technologie est que la production maximale intervient en été alors que les besoins les plus importants sont en hiver pendant la période de chauffage. Ainsi une partie de la chaleur est soit perdue, soit stockée (stockage journalier et/ou stockage saisonnier).

Les panneaux PV produisent un courant électrique qui est ensuite transformé dans un onduleur. L'électricité qui n'est pas consommée sur place peut ainsi être injectée sur le réseau (ou stockée temporairement dans des batteries). Ainsi l'ensemble de la production peut être exploitée.

4.3.1 VALORISATION ACTUELLE

Les surfaces solaires ST et PV existantes (2016) ont été répertoriées

Une carte représentant les installations existantes est disponible à l'**ANNEXE 8**.

SURFACES PHOTOVOLTAÏQUES EXISTANTES RÉPERTORIÉES	
SURFACE CUMULÉE ESTIMÉE 3'520 m ²	PRODUCTION TOTALE 506.83 MWh _{él} /an
SURFACES SOLAIRES THERMIQUES EXISTANTES RÉPERTORIÉES	
SURFACE CUMULÉE 437 m ²	PRODUCTION TOTALE 246 MWh _{th} /an

Tableau 5 : Installations existantes de production d'énergie solaire répertoriées

4.3.2 ÉVALUATION DU POTENTIEL

Le rayonnement solaire annuel moyen sur la commune se situe dans la moyenne suisse et est relativement homogène sur l'ensemble du territoire (~1'217 kWh/m²/an). Les cartes de l'irradiation solaire ainsi que celles des productions thermiques et électriques par bâtiment sont disponibles à l'**ANNEXE 8**. Les chiffres ci-dessous synthétisent le potentiel solaire pour l'ensemble des toitures. Les données de rayonnement solaire proviennent du cadastre solaire produit par le canton de Genève en 2013 pour les bâtiments couverts par cette étude. Pour les bâtiments construits dans l'intervalle, les données de rayonnement solaire proviennent de la base de données Meteotest et les potentiels sont calculés sur la base des hypothèses développées par Navitas Consilium SA (**ANNEXE 9**). Le potentiel futur est estimé proportionnellement à l'accroissement attendu de la SRE (cf. point 8).

POTENTIEL SOLAIRE ESTIMÉ POUR L'ENSEMBLE DES TOITURES					
	SURFACE DE PANNEAUX	PRODUCTION ÉLECTRIQUE (PV)	PRODUCTION THERMIQUE	PANNEAUX HYBRIDES	
				PROD. ÉLEC	PROD. THERMIQUE
BATI ACTUEL	PV: 377'704 m ² TH: 121'202 m ²	46.5 GWh _{él} /an	49.6 GWh _{th} /an ²¹	15 GWh _{él} /an	45 GWh _{th} /an
BATI FUTUR ²²	PV: 464'580 m ² TH: 150'000 m ²	57 GWh _{él} /an	61 GWh _{th} /an	18 GWh _{él} /an	55 GWh _{th} /an

Tableau 6 : Potentiel maximal de production d'énergie solaire

²¹ Les valeurs présentées sont celles d'une production d'ECS avec des panneaux vitrés. Elles correspondent au potentiel de production consommé pour satisfaire les besoins de l'ECS pour le bâtiment. Le surplus estival n'est donc pas considéré.

²² Pour le futur, le potentiel estimé des toitures des futures constructions est additionné au potentiel actuel. Le surplus de production potentielle n'est pas pris en compte dans les calculs du potentiel futur.

Les surfaces de panneaux décrites au Tableau 6 (thermique et PV) ne doivent pas être additionnées. Ce sont les mêmes surfaces qui peuvent accueillir soit des panneaux thermiques, soit des panneaux PV. Cependant, la surface disponible pour le PV est plus importante car elle concerne aussi des bâtiments où une installation solaire thermique n'a pas lieu d'être. Pour les hypothèses de calcul détaillées, se référer à l'**ANNEXE 9**.

Pour la suite de l'étude, un taux limite d'exploitation de 50% est appliqué sur la ressource maximale identifiée ci-dessus. Ceci tient compte du fait que tous les toits ne peuvent pas être exploités. Pour plus d'informations, voir l'**ANNEXE 9**. Les chiffres ci-dessus correspondent à des panneaux polycristallins car il s'agit de la technologie la plus répandue à ce jour.

RECOMMANDATIONS

Dans l'ensemble, le potentiel de valorisation de la ressource solaire est bon au regard de l'irradiation moyenne annuelle et jouit d'une bonne homogénéité dans les morphologies des bâtiments (peu de bâtiments créent de l'ombrage sur les toitures voisines). La recommandation générale est donc de viser une utilisation maximale de cette ressource. Les concepts énergétiques présentés en **Partie C** du présent rapport permettront de déterminer dans quelles zones les toitures doivent privilégier une installation ST. Pour toutes les surfaces de toiture restantes disponibles, il est recommandé d'installer des panneaux PV. D'autant plus que cette solution constitue quasiment la seule opportunité pour la Commune de produire de l'électricité renouvelable locale.

Ci-dessous, sont présentées des recommandations ciblées pour chacun des types de production d'énergie solaire :

PHOTOVOLTAÏQUE :

Pour les nouvelles constructions, des installations solaires intégrées en toiture devraient être envisagées. Elles permettraient non seulement d'augmenter la part de production locale d'électricité renouvelable et, d'autre part, de réduire les coûts de construction en comparaison aux installations classiques (pose du toit, puis pose du panneau solaire sur la toiture). Lorsqu'un système de PAC sol/eau ou eau/eau sans stockage ou une PAC air/eau est installé, il est judicieux d'installer des panneaux solaires PV sur la toiture afin de l'alimenter avec une production d'électricité sur site. Voir, idéalement, des panneaux hybrides permettant de contribuer à la préparation d'ECS. Le PV est une bonne solution pour atteindre des exigences de production d'électricité locale et renouvelable.

THERMIQUE :

Sur les bâtiments d'habitation, les panneaux ST permettent la production de chaleur pour la préparation d'ECS et/ou de chauffage. Rappelons que la Loi cantonale sur l'énergie impose l'utilisation d'énergie renouvelable pour la production minimale de 30% de l'ECS dans les nouveaux bâtiments et les rénovations. Le solaire thermique est une bonne solution pour satisfaire cette exigence. Dans la pratique il est admis que les panneaux peuvent couvrir jusqu'à 60% de l'ECS (règle de dimensionnement générale utilisée par les installateurs pour éviter le surdimensionnement des installations). Ils peuvent également permettre le préchauffage du système de chauffage lorsque des surfaces bien orientées et bien irradiées sont encore disponibles.

4.4 ÉNERGIE HYDROELECTRIQUE

4.4.1 VALORISATION ACTUELLE

Aucune installation hydroélectrique n'a été répertoriée sur la commune.

4.4.2 ÉVALUATION DU POTENTIEL

Aucun potentiel de production hydroélectrique n'a été identifié sur le territoire de Lancy.

4.5 ÉNERGIE HYDROTHERMIQUE

L'énergie hydrothermique peut provenir de 3 sources différentes : les cours d'eau, les lacs et les eaux souterraines. Cette ressource nécessite généralement l'utilisation d'une pompe à chaleur (PAC) afin de relever le niveau de température pour satisfaire les besoins de chauffage et/ou de production d'ECS. La température de ce type de ressource (entre 4 et 18°C généralement) offre la possibilité de la valoriser à la fois pour la production de chaleur et pour satisfaire des besoins de rafraîchissement (pour les sources généralement < 14°C), ce qui peut être un atout particulièrement intéressant pour des bâtiments ou des zones où les besoins de froid sont importants.

4.5.1 VALORISATION ACTUELLE

Sur le territoire de Lancy, aucun système d'hydrothermie n'a été relevé, mais plusieurs projets existent à proximité. Dans l'agglomération genevoise, plusieurs CAD sont alimentés en énergie par l'eau du lac. Celle-ci est pompée et son énergie est valorisée pour produire du froid ou de la chaleur. Plusieurs projets sont en cours d'étude voir de réalisation proche de Lancy, particulièrement à l'est de la commune. En effet, le projet GeniLac compte produire 32 GWh/an de froid et 7 GWh/an de chaleur qui seront livrés, entre autres, au quartier Praille-Acacias-Vernets. Le projet CADéco Jonction souhaite fournir 70 GWh/an de chaleur et 500 MWh/an de froid, principalement aux alentours du quartier de la Jonction.

4.5.2 ÉVALUATION DU POTENTIEL

4.5.2.a Eaux de surface

Cours d'eau

L'eau du Rhône, longeant la frontière nord de la commune, pourrait être valorisé afin de produire du froid ou de la chaleur pour alimenter un CAD dans la partie nord de la ville, ou pour co-alimenter le réseau CADIOM présent dans ce secteur.

Lac

De nombreux CAD, existants ou en projets dans les environs de Lancy, sont alimentés en énergie par l'eau du lac. Le plan localisé de quartier (PLQ) Praille-Acacias-Vernets (PAV) couvre partiellement le territoire de Lancy et il est prévu d'alimenter celui-ci en partie par un CAD utilisant l'énergie de l'eau du lac, GeniLac. De plus ce réseau alimentera le CAD Surville via une PAC centralisée. Etant donné l'ampleur des réseaux de ce type se mettant en place dans la région genevoise, il est intéressant d'étudier la possibilité de les exploiter également sur le territoire de la commune.

4.5.2.b Eaux souterraines

Des nappes phréatiques existent dans le sous-sol de Lancy et le potentiel énergétique de celles-ci a été étudié dans le Nord de la commune. La nappe phréatique du Rhône couvre une surface importante et dispose d'un potentiel de production de chaleur avec un potentiel de production de 47 W/m². Dans les quartiers est de Lancy, une nappe superficielle dispose d'un potentiel moyen de production de chaleur, soit environ 16 W/m². La nappe phréatique au sud de la commune ne présente pas d'intérêt hydrothermique.

RECOMMANDATIONS

COURS D'EAU

Étudier les possibilités d'approvisionnement des bâtiments des quartiers proches du Rhône par un réseau alimenté par l'énergie du fleuve.

LAC

Étudier les possibilités de raccordement aux CAD projetés utilisant l'eau du lac pour les quartiers proches de ceux-ci.

Eaux SOUTERRAINES

Encourager l'exploitation des eaux souterraines pour des nouveaux lotissements ayant des besoins de chaleur et de froid, principalement dans les quartiers nord de Lancy sur la nappe du Rhône, selon les connaissances actuelles.

Prendre en compte les résultats du programme Géo 2020, une fois connus, dans la stratégie énergétique.

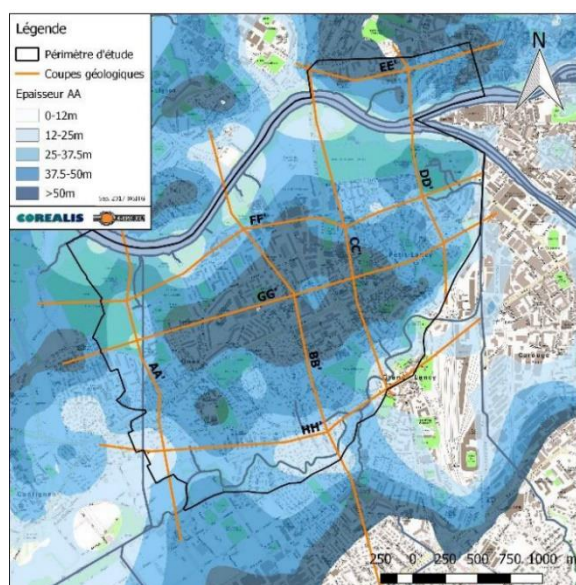


Figure 51 : Estimation de l'épaisseur de « l'alluvion ancienne (AA) »

Les investigations en cours dans le cadre du programme GEothermie 2020, indiqueraient que la nappe phréatique pourrait avoir une extension plus grande que celle officiellement répertoriée (moitié Nord de la commune de Lancy)²³.

4.6 GEOTHERMIE

La géothermie est caractérisée par la valorisation de la chaleur du sous-sol en énergie thermique ou électrique. Plusieurs types d'utilisation de cette énergie sont à distinguer ²⁴:

- **La géothermie faible profondeur ou très basse enthalpie** : La géothermie basse température²⁵ et faible profondeur ne dépasse généralement pas 400 m de forage vertical. La chaleur du sous-sol est ensuite extraite à l'aide de sondes géothermiques verticales (SGV) ou de géostructures énergétiques. Les niveaux de température atteints à de telles profondeurs (<20°C) ne permettant pas une utilisation directe de la chaleur, les SGV doivent donc être couplées à une PAC. Le COP dépend notamment de la différence entre la température de la source (le sol) et la température nécessaire pour la production d'ECS et/ou pour le système de chauffage. Plus ce niveau de température est bas, meilleures seront les performances de l'installation. Lorsque des sondes géothermiques sont couplées à des panneaux solaires thermiques, le surplus de chaleur estival de ces derniers peut être stocké dans le sous-sol. Ceci permet d'améliorer les performances du système ainsi que la quantité d'énergie disponible dans le sous-sol durant la période de chauffe (recharge). Étant donné la faible température de la ressource, il est possible d'utiliser l'installation pour le rafraîchissement en direct ou grâce à une PAC réversible en fonction des niveaux de température en jeu.
- Pour satisfaire des besoins de chaleur importants ou pour mettre en place des CAD, il est possible de mettre en parallèle plusieurs SGV, formant ainsi un champ de sondes. Dans ce cas, il est également possible de stocker l'énergie solaire en été ou, éventuellement, la chaleur provenant de rejets thermiques industriels.
- **La géothermie sur aquifères profonds** : Quand on parle de géothermie sur aquifère profonds, il s'agit de géothermie moyenne profondeur (entre 400 et 3'000 m). En fonction de la profondeur et de la composition du sous-sol, la température de l'eau des aquifères peut varier entre 25 et 100°C. Cette technologie consiste généralement à forer un doublet : deux forages dont un permet de pomper l'eau vers

²³ Etude d'opportunité Secteur St Jean-Lancy-Onex, nappe du Rhône, bureaux Corealis et Dropstone, 2017

²⁴ La valorisation des nappes phréatiques peut parfois être considérée comme une sorte de géothermie. Dans ce rapport elle est détaillée dans le chapitre sur l'hydrothermie.

²⁵ La notion de basse température se réfère à la température du sous-sol à la profondeur de forage et, par extension, à la température d'utilisation de la ressource. Le gradient géothermique (augmentation de la température avec la profondeur) est d'environ 3°C/100 m de profondeur.

un (ou des) bâtiment(s) à chauffer et l'autre permet de rejeter cette eau dans le milieu naturel une fois son énergie thermique exploitée.

- En fonction de sa température, cette eau peut être valorisée directement ou à l'aide d'une PAC. Etant donné les coûts de mise en œuvre d'un système de ce genre, le potentiel énergétique doit être relativement important pour que l'installation soit rentable. Aussi, on préférera généralement valoriser cette énergie grâce à un réseau de chauffage à distance pouvant approvisionner une importante quantité de bâtiments, dont un certain nombre demandent de la chaleur tout au long de l'année (industries, bains thermaux, etc.).
- **La géothermie grande profondeur (GGP)** : La géothermie grande profondeur fait référence à des forages allant de 3'000 à plus de 5'000 m. On distingue deux types d'installations : les installations hydrothermales et pétrothermales.
 - **Installations hydrothermales** : Elles exploitent l'eau stockée dans les nappes souterraines de grande profondeur. Dans ce cas, mis à part la profondeur des forages, la technique d'exploitation est identique à celle de la géothermie moyenne profondeur.
 - **Installations pétrothermales** : La technique utilisée consiste à injecter de l'eau dans des formations souterraines karstiques (réseaux de fissures), puis à la récupérer par pompage une fois réchauffée afin de valoriser son énergie thermique via un réseau de chaleur. L'eau est ensuite rejetée dans son milieu naturel via un autre puits. Il s'agit donc encore une fois d'un doublet. La température de l'eau peut varier entre 100 et 150-200°C environ (voire davantage si le forage est plus profond que 5'000m) en fonction de la profondeur et de la nature du sous-sol. A défaut de trouver des zones karstiques adéquates, la technique dite de « stimulation hydraulique » permet de créer des fissures ou d'en augmenter la taille et d'ouvrir un passage permettant à l'eau de circuler entre les deux puits. Pour ce faire, de l'eau est injectée à très haute pression dans les couches rocheuses profondes via un puits.
- La géothermie grande profondeur peut également permettre de produire de l'électricité si l'eau atteint une température d'au moins 100°C.

4.6.1 VALORISATION ACTUELLE

Actuellement, les besoins annuels de chaleur satisfaits grâce à des PAC sont de 4 GWh/an (soit 1.6 % de besoins totaux). Parmi ceux-ci on peut raisonnablement estimer qu'environ un tiers sont des systèmes avec sondes géothermiques verticales (SGV) couplées à des PAC sol-eau²⁶.

À ce jour, il n'y a aucune exploitation de la géothermie moyenne ou grande profondeur sur le territoire de Lancy.

4.6.2 ÉVALUATION DU POTENTIEL

4.6.2.a Géothermie faible profondeur

D'après les données du Canton, le territoire situé au Sud du stade de la Praille fait l'objet d'une interdiction de forage. Cependant, sur tout le reste du territoire les SGV sont autorisées. Une carte de l'admissibilité des SGV se trouve à l'**ANNEXE 8**.

Les surfaces disponibles pour l'implantation de SGV ont donc été identifiées, puis un potentiel maximal a été calculé pour chacune d'entre elles. Les hypothèses utilisées pour ce potentiel maximum sont décrites à l'**ANNEXE 9**.

²⁶ Le RegBL ne fait pas de distinction entre les différents types de PAC.

RECOMMANDATIONS

SGV

Lors de rénovations ou de nouvelles constructions dans des zones favorables, l'installation de sondes géothermiques verticales individuelles couplées à des pompes à chaleur est une solution d'approvisionnement de chaleur recommandable. Pour favoriser le développement énergétique dans ce sens, un programme de sensibilisation et d'encouragement des consommateurs devrait être mis sur pied.

De plus, il est souhaitable d'appuyer cette solution avec l'installation de panneaux solaires hybrides afin de subvenir aux besoins électriques des PAC ou de les compenser (au moins partiellement) et de recharger le sous-sol en chaleur.

Les champs de sondes représentent une solution pertinente pour les zones regroupant des bâtiments ayant des besoins de rafraîchissement.

Le potentiel maximal obtenu pour l'installation de PAC sol/eau est de **78 MW** pour une production annuelle de chaleur de **181 GWh**. Toutefois, ces chiffres devront être considérés avec précautions lors de l'élaboration des stratégies, car bon nombre de ces zones libres ne seraient en réalité pas exploitables pour des raisons autres que techniques. Afin de prendre ce paramètre en compte, un taux limite d'exploitation est appliqué à ce potentiel maximal comme dans le cas de la ressource solaire. Ce taux vaut en général 25%, mais il peut varier en fonction de la configuration spécifique de la zone concernée.

4.6.2.b Aquifères profonds

RECOMMANDATIONS

Aquifère moyenne profondeur

Attendre les résultats du GEO2020, pour savoir si la présence d'un aquifères moyenne profondeur est confirmée. Le cas échéant, intégrer le potentiel de cette nouvelle ressource dans la stratégie énergétique de la Ville de Lancy.

Aucun aquifère profond n'est confirmé sur le territoire. Néanmoins, les connaissances qui s'accumulent au niveau cantonal, en lien avec le programme GEO2020 sur les aquifères à moyenne profondeur (par ex. une campagne de sismique 3D est prévue fin été 2019), pourraient mettre en évidence la présence d'aquifères à moyenne profondeur (avec des températures $\geq 30^{\circ}\text{C}$). Si cette ressource est confirmée, celle-ci pourrait alimenter des réseaux thermiques de quartier.

4.7 AIR AMBIANT

L'exploitation de la chaleur de l'air ambiant est possible grâce à l'utilisation d'une PAC de type air/eau. Les performances de ce type d'installation dépendent principalement de la température extérieure. Ainsi, plus il fait froid, moins la PAC sera performante, plus la consommation d'électricité sera importante. Les progrès techniques de ces dernières années permettent cependant d'atteindre des coefficients de performance annuelle (COPA) supérieurs à 3.

4.7.1 VALORISATION ACTUELLE

Actuellement, la part des besoins annuels de chaleur satisfaits grâce à des PAC air-eau sur l'ensemble de la commune est estimée à la moitié des besoins couverts par des PAC²⁷ (cf. 4.6.1).

4.7.2 ÉVALUATION DU POTENTIEL

La chaleur de l'air ambiant peut être exploitée grâce à des pompes à chaleur air-eau. Même si cette technologie est moins efficace que les PAC sur SGV (utilisant des PAC eau-eau), elle permet une production de chaleur avec à une consommation électrique réduite en comparaison des chauffages électriques directs. A condition d'utiliser une électricité majoritairement renouvelable (la PAC peut, par exemple, être en partie alimentée par des panneaux PV sur le toit du bâtiment), le gain est encore plus important par

RECOMMANDATIONS

La PAC air-eau est une technologie accessible et à coût d'installation moins élevé que d'autres utilisant la géothermie (SGV par exemple). Cependant, les nuisances sonores constituent souvent un point négatif si la qualité des équipements ne correspond pas à la règle de l'art. C'est une solution alternative conseillée dans les bâtiments adaptés (chauffés à basse température) lorsqu'aucune autre solution d'approvisionnement renouvelable n'est possible ou que leur coût est trop élevé.

Les inconvénients mentionnés pour cette technologie (COP et nuisances sonores) peuvent être limités en s'assurant de la bonne qualité des appareils (garanties fabricant sur le bruit, certification, etc.).

²⁷ Le RegBL ne fait pas de distinction entre les différents types de PAC.

rapport à l'utilisation d'énergies fossiles. Par ailleurs, les coûts d'installation sont plus faibles que celui des SGV. Tout comme ces dernières, la technologie PAC air-eau convient surtout aux bâtiments nécessitant un niveau de température d'approvisionnement faible à moyen. La ressource étant l'air ambiant, le potentiel de celle-ci pourrait être considéré comme non limitant. Néanmoins, ce type d'installation doit être la majorité du temps installé sur le toit, il est donc important d'avoir assez de place en toiture, en prenant aussi en compte les problématiques de protection du patrimoine pour une bonne intégration.

5 BIOMASSE

5.1 VALORISATION ACTUELLE

La production actuelle de chaleur à partir de bois énergie est estimée à environ **0.4 GWh/an** (0.2% des besoins actuels de chaleur), essentiellement pour satisfaire des besoins de chauffage.

5.2 ÉVALUATION DU POTENTIEL

5.2.1 BOIS ÉNERGIE

Le bois énergie peut être utilisé sous différentes formes :

- Plaquettes forestières
- Pellets (appelés aussi granulés)
- Bois de feu

Il peut par ailleurs être valorisé de manière décentralisée grâce à des chaudières individuelles, ou de manière centralisée grâce à :

- Une chaudière de taille importante ;
- Un couplage chaleur-force.

Le couplage chaleur-force (CCF) peut utiliser deux procédés : la combustion ou la gazéification. La combustion consiste à brûler le bois pour produire de la vapeur qui est turbinée pour la production d'électricité. Une partie majoritaire de la chaleur contenue dans la vapeur est également valorisée par l'intermédiaire d'un échangeur pouvant alimenter un CAD. La gazéification, procédé dont plusieurs applications se sont multipliées, consiste à produire du gaz de synthèse par transformation thermique et chimique du bois. Le gaz de synthèse alimente ensuite un moteur au gaz à partir duquel de l'électricité est produite et les rejets de chaleur valorisés dans un CAD. La gazéification permet une valorisation plus efficace du potentiel énergétique contenu dans le bois par rapport à la combustion directe.

Le projet CAD Palettes qui devrait fournir près de 54 GWh/an de chaleur sera alimenté en partie au bois.

La forêt genevoise dans son ensemble peut produire chaque année 10'000m³ de bois rond en partie inexploité. Parmi ceux-ci une part de ce bois sera dédié au bois d'œuvre, mais une part reste disponible pour la production de chaleur.

Pour protéger la santé de la population et en cohérence avec la Stratégie de protection de l'air 2030²⁸, il convient de rester attentif aux émissions de polluants de l'air dues aux chauffages. En effet, les installations productrices de chaleur approvisionnées au bois et dérivés de bois émettent des polluants dans l'atmosphère qui sont dangereux pour la santé (PM10, HAP, suies, NO_x). Afin de limiter au maximum ces émissions, il convient d'orienter le potentiel « bois » au maximum vers la cogénération (CCF). Par ailleurs, aucune centrale thermique d'importance ne sera construite dans le cadre du plan directeur de quartier PAV²⁹, situé dans la zone à immission excessives, non conforme à l'OPair. Le reste de la commune se situe hors de la zone à immission excessives.

²⁸ République et Canton de Genève, 2016

²⁹ Plan directeur de quartier « Praille-Acacias-Vernets », concept énergétique territorial ; CSD Ingénieurs, Genève, 2013

5.2.2 DÉCHETS MÉNAGERS

Lors de l'incinération des ordures ménagères, la chaleur est utilisée dans un cycle vapeur pour produire de l'électricité et également valorisée localement au travers d'un réseau CAD. Les 5'987 tonnes de déchets ménagers (2017) de la commune sont actuellement acheminées essentiellement à l'usine d'incinération des Cheneviers. La chaleur produite par leur incinération (en plus de l'électricité) est valorisée localement au travers du réseau CADIOM qui contribue à l'approvisionnement de la partie Nord-Est de Lancy.

5.2.3 DÉCHETS ORGANIQUES

Les déchets organiques sont composés des déchets de cuisine, de jardinage, de déchets agricoles (légumes, fumier, lisier, etc.) et éventuellement de déchets industriels (issus de l'industrie agro-alimentaire, par exemple). Ces déchets peuvent être méthanisés afin de produire du biogaz. Il en résulte également un compost de bonne qualité pouvant être utilisé comme engrais. Le biogaz ainsi produit peut être utilisé de différentes manières :

- Combustion sur place pour une production de chaleur couplée éventuellement à une production d'électricité (CCF).
- Injection dans le réseau de distribution de gaz. Une telle opération nécessite un nettoyage du biogaz afin d'en éliminer les impuretés et extraire le méthane (molécule CH₄).
- Utilisation pour des véhicules fonctionnant au gaz.

Le système de collecte actuellement en place permet de récolter une bonne partie de ces déchets, soit 1'388 tonnes en 2017, qui sont acheminés à l'usine de Châtillon pour être méthanisé. Le biogaz est valorisé sur place pour la production de chaleur et d'électricité au travers d'un CCF.

5.2.4 BOUES D'ÉPURATION

Les boues produites dans les stations d'épuration (STEP), résultant du traitement biologique des eaux usées, peuvent être valorisée par l'intermédiaire de la bio-méthanisation qui permet de produire du biogaz, ou par incinération.

Les boues générées par le traitement des eaux usées à la STEP de l'Aire où les eaux usées de Lancy sont acheminées, digérées et déshydratées. Le biogaz produit par la digestion des boues d'épuration est injecté dans le réseau de gaz des SIG. Les boues déshydratées sont ensuite valorisées soit par combustion dans des usines d'incinération où leur énergie est valorisée au travers de CAD, soit par la production de ciment.

RECOMMANDATIONS

BOIS ÉNERGIE

En plaine, en dessous de la couche d'inversion des températures, les installations de petite taille pour la combustion du bois doivent être évitées pour des raisons de qualité de l'air. En effet, les installations individuelles ne sont pas équipées de filtre à particules fines (généralement des PM₁₀) efficaces, ce qui peut contribuer à accentuer la pollution de l'air. Par ailleurs, les installations centralisées permettent une meilleure gestion de la production de chaleur, et par conséquent de l'utilisation de la ressource et de la pollution de l'air. Pour ces raisons et en cohérence avec la Stratégie de protection de l'air 2030, les installations individuelles de chauffage à bois ne sont pas encouragées.

Pour exploiter une part du potentiel bois-énergie du canton de Genève et dans les secteurs situés en dehors de la zone d'immission excessive, il peut être intéressant de développer des installations de cogénération à bois (couplage chaleur-force CCF).

DÉCHETS MÉNAGERS ET ORGANIQUES

Tous les déchets sont déjà valorisés. Ils ne font l'objet d'aucune recommandation supplémentaire.

BOUES D'ÉPURATION

Idem

6 REJETS THERMIQUES

6.1 VALORISATION ACTUELLE

Plusieurs cas de valorisation internes ont été relevés au travers des audits des **Gros Consommateurs**, notamment, Lombard-Odier-Darier-Heintsch & Cie, Procter & Gamble Service SA et Crédit Suisse situés dans le quartier des Morgines. Ceux-ci récupèrent principalement des rejets de chaleurs issus de la production de froid nécessaire au fonctionnement de leurs serveurs.

6.2 ÉVALUATION DU POTENTIEL

6.2.1 CHALEUR DES EAUX USÉES

L'ECS, une fois utilisée, est envoyée dans le réseau d'évacuation des eaux usées (EU) alors qu'elle contient encore une quantité d'énergie qui pourrait être valorisée. Ainsi, il est possible de récupérer une partie de cette chaleur perdue à l'aide d'installations de différents types :

- Échangeurs de chaleur dans le bâtiment (uniquement possible dans les bâtiments de grande taille) ;
- Pose d'échangeurs de chaleur dans les conduites d'eaux usées. Pour des raisons techniques et de rentabilité économique, les conduites éligibles sont les conduites rectilignes d'au moins 20 m, ayant un diamètre d'au moins 80 cm (50 cm en cas de remplacement du collecteur avec des conduites à échangeur intégré) et un débit par temps sec minimum de 15 l/s ;
- En sortie de STEP, après le traitement des eaux usées, des échangeurs de chaleur récupèrent la chaleur des eaux épurées dont la température est généralement égale à la température en entrée de STEP.

La valorisation des rejets peut se faire de manière monovalente, bivalente ou multivalente (cf. **ANNEXE 9**) mais dans tous les cas une PAC est nécessaire.

6.2.1.a Récupération de chaleur dans les collecteurs

La récupération de chaleur sur les conduites d'eaux usées est une technique intéressante car elle permet généralement de valoriser de l'énergie thermique située directement à proximité de bâtiments.

D'après les données de la commune et du canton, quelques collecteurs au potentiel intéressant ont été identifiés, notamment dans le quartier des Morgines, ainsi qu'au sud, sous la route de Saint-Julien. Une grande longueur de collecteurs ayant un potentiel pouvant permettre de récupérer de la chaleur sur les eaux-usées passe en partie sous le parc de Tressy-Cordy ainsi que sous la Route du Grand-Lancy proche des Ports-Francis.

6.2.1.b Récupération de chaleur après traitement des eaux usées

Les eaux-usées produites sur le territoire sont acheminées via le réseau d'évacuation des eaux vers la STEP de l'Aire située sur la commune de Vernier. Dans le cadre de cette immense STEP, un projet de récupération de chaleur sur les eaux traitées est en cours d'étude pour alimenter le futur CAD structurant Rive-Gauche.

Des études menées par les SIG estiment le potentiel d'énergie mobilisable entre 300 et 400 GWh annuel en sortie de STEP. Les bâtiments connectés au futur CAD Rive-Gauche seront donc en partie chauffés avec cette ressource.

RECOMMANDATIONS

EAUX USÉES

Encourager les systèmes de récupération de chaleur en sortie de bâtiment pour les nouvelles grandes constructions (à partir de 40 logements).

Lors de l'extension ou l'assainissement du réseau d'évacuation des eaux, étudier systématiquement les opportunités de récupérations de chaleur par des échangeur intégrés aux nouveaux collecteurs.

REJETS THERMIQUES INDUSTRIELS

Etudier les opportunités de récupération de chaleur auprès des industries et des gros consommateurs ayant des besoins de froids. Ceux-ci sont essentiellement situés dans le quartier des Morgines au nord-ouest, dans le secteur des Ports-Francis à l'est ainsi qu'au sud-est. Proche du stade de la Praille.

6.2.2 REJETS THERMIQUES INDUSTRIELS

Aucune autre opportunité de récupération de rejets industriels n'a été confirmée sur le territoire de la Commune si ce n'est les rejets thermiques de Procter & Gamble qui avait d'abord été envisagés pour alimenter le futur CAD Surville. En revanche, des preneurs de froid ont été identifiés, ce qui implique généralement des rejets de chaleur. La température des rejets dépend du type d'utilisation du froid (rafraîchissement ou réfrigération) et de la nature des process. La concentration de preneurs de froid dans certains quartiers (chapitre 2 de cette partie) peut constituer une opportunité intéressante pour récupérer ces rejets de chaleur dans un réseau alimentant des PAC.

7 ENERGIES DE RÉSEAUX

7.1 RESEAU DE GAZ

Le réseau de gaz exploité par les SIG s'étend sur l'ensemble du territoire. D'après les données de l'exploitant, le réseau a fourni en 2016 quelques **140.7 GWh/an**, sans en spécifier les usages (chaleur, cuisson, process industriels). Les consommations par adresses n'étant que partiellement à disposition, une part a dû être estimée grâce aux données du RegBL. La consommation estimée pour la production de chaleur (chauffage et ECS) est de **126 GWh/an** soit une différence de près de 10% par rapport aux données de consommation.

7.2 RESEAUX DE CHAUFFAGE A DISTANCE

La commune compte deux réseaux de chauffage à distance en service, CADIOM et Chapelle-Les Sciers, et un troisième au 1^{er} stade de son développement, CAD-Palettes. Ces infrastructures sont traitées en détail dans le chapitre Partie A :5.

- CADIOM alimente en chaleur une grande partie des bâtiments du quartier des Morgines. Ce réseau alimente plusieurs communes dont Lancy par la fourniture de 140 GWh de chaleur issue de l'incinération des déchets à l'usine de Cheneviers.
- CAD Chapelle les Sciers alimente Lancy et la commune voisine de Plan-les-Ouates en chaleur. Ce réseau, alimenté au bois essentiellement est complété par un système de PAC exploitant l'énergie thermique des galeries souterraines du Léman Express. Le solaire thermique vient compléter l'installation et un appoint gaz a été installé. Ce réseau délivre environ 12 GWh de chaleur sur les deux communes.
- CAD-Palettes, actuellement en projet, compte fournir environ 54 GWh de chaleur, issue de la combustion de bois et de gaz naturel, aux habitants du quartier de l'Etoile Palettes. Une étude est en cours pour le connecter à CADIOM et au futur réseau CAD Rive-Gauche afin d'optimiser la production de chaleur d'origine renouvelable.

RECOMMANDATIONS RÉSEAUX

RESEAU DE GAZ

Bien que d'origine fossile, le gaz naturel émet, à quantité d'énergie égale, 20% de CO₂ en moins que le mazout. De plus, le gaz permet de s'affranchir de la problématique de la livraison par camion. Enfin, du biogaz peut être injecté dans le réseau afin d'améliorer le bilan environnemental de ce vecteur énergétique. Pour toutes ces raisons, le gaz peut être considéré comme un agent énergétique de transition et son utilisation devrait être encouragée en remplacement du mazout lors d'un changement de chaudière, lorsqu'aucune alternative renouvelable n'est justifiable. Il peut également servir d'appoint à certaines énergies renouvelables (par ex. solaire thermique).

RESEAU DE CHAUFFAGE A DISTANCE

Les réseaux de chauffage à distance permettent souvent de valoriser des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur qui ne pourraient pas être utilisés pour des installations individuelles. Par ailleurs, ils présentent certains avantages pour les propriétaires (gain de place dans les bâtiments, pas de livraison, etc.). Il est recommandé de faire recours au réseau CAD à chaque fois que cela est économiquement faisable (notamment grâce à une densité de besoins de chaleur suffisante) et qu'un approvisionnement majoritairement renouvelable est possible, avec une priorité à donner aux sources de chaleur non émettrices de polluants atmosphériques.

8 PROJECTION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES FUTURS (2030)

Les besoins énergétiques futurs sont calculés sur la base de l'état des lieux décrit dans les chapitres Partie B :1et Partie B :3 du présent rapport et du développement futur du territoire (zones constructibles ou à densifier) selon la révision du Plan Directeur Communal (état 08.2018) avec comme horizon 2030.

8.1 DEVELOPPEMENT TERRITORIAL 2030

Les zones urbaines sont découpées de manière à avoir des caractéristiques de développement urbain relativement homogènes au sein d'une même zone. Pour ce faire, les éléments suivants ont été analysés :

- Plan d'affectation (aménagement du territoire)
- Caractéristiques du bâti
- Développements futurs (plans de quartier ou plans de développement)

Le développement urbain de Lancy pour l'évaluation des besoins de chaleur des futures constructions se base sur les éléments suivants :

- Les 2 secteurs à densification différenciée, comme on peut le voir sur la Figure 52 ci-dessous.
- Les Plans Localisés (PLQ) de Quartier et Plans Directeurs de Quartiers (PDQ) connus (cf. page suivante).
- Les parcelles à bâtir sans constructions existantes selon le PGA de la commune.

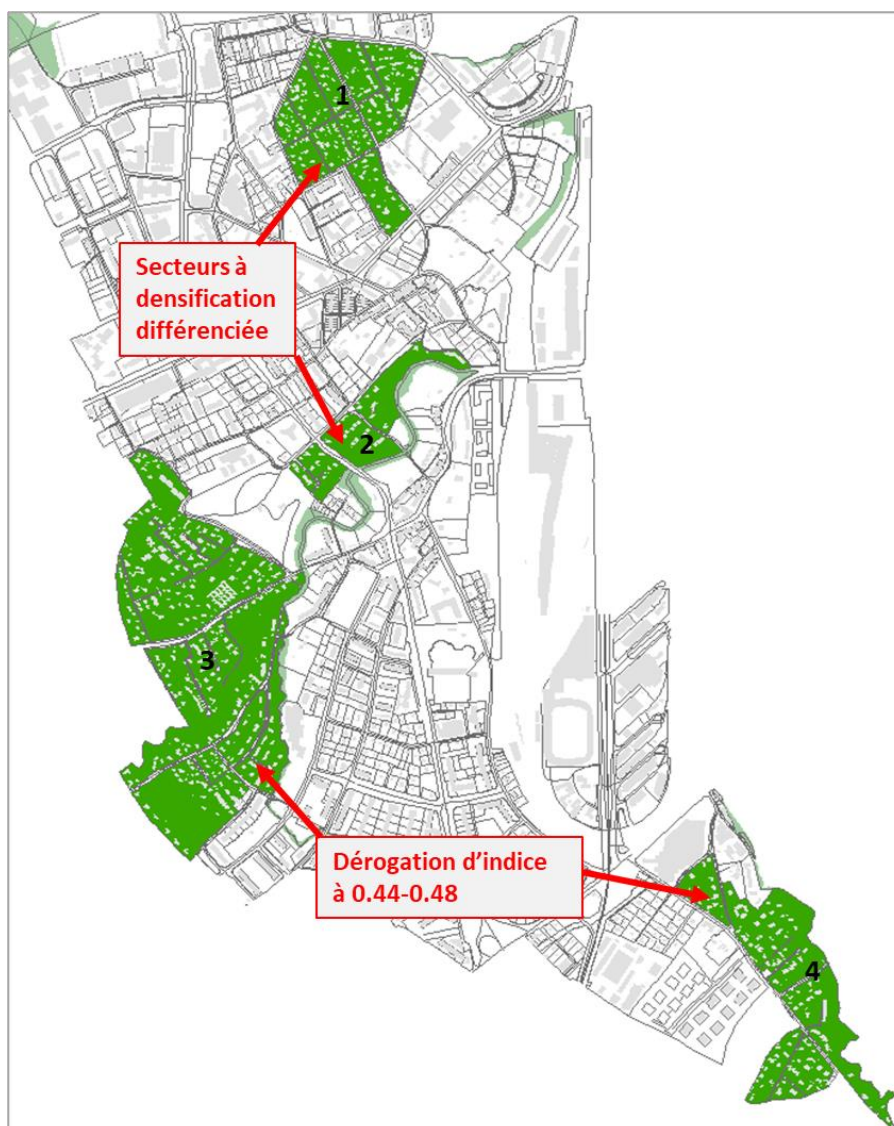


Figure 52 : Découpage du territoire communal en zones urbaines

Les besoins énergétiques (chaleur et électricité) des projets de développement urbain connus ont été calculés et intégrés aux bilans énergétiques³⁰ (secteurs « dents creuses » non-comptabilisées car potentiel théorique). Les caractéristiques des projets se trouvent à l'ANNEXE 10. Une représentation de l'étendue de ces projets est disponible à la Figure 53.

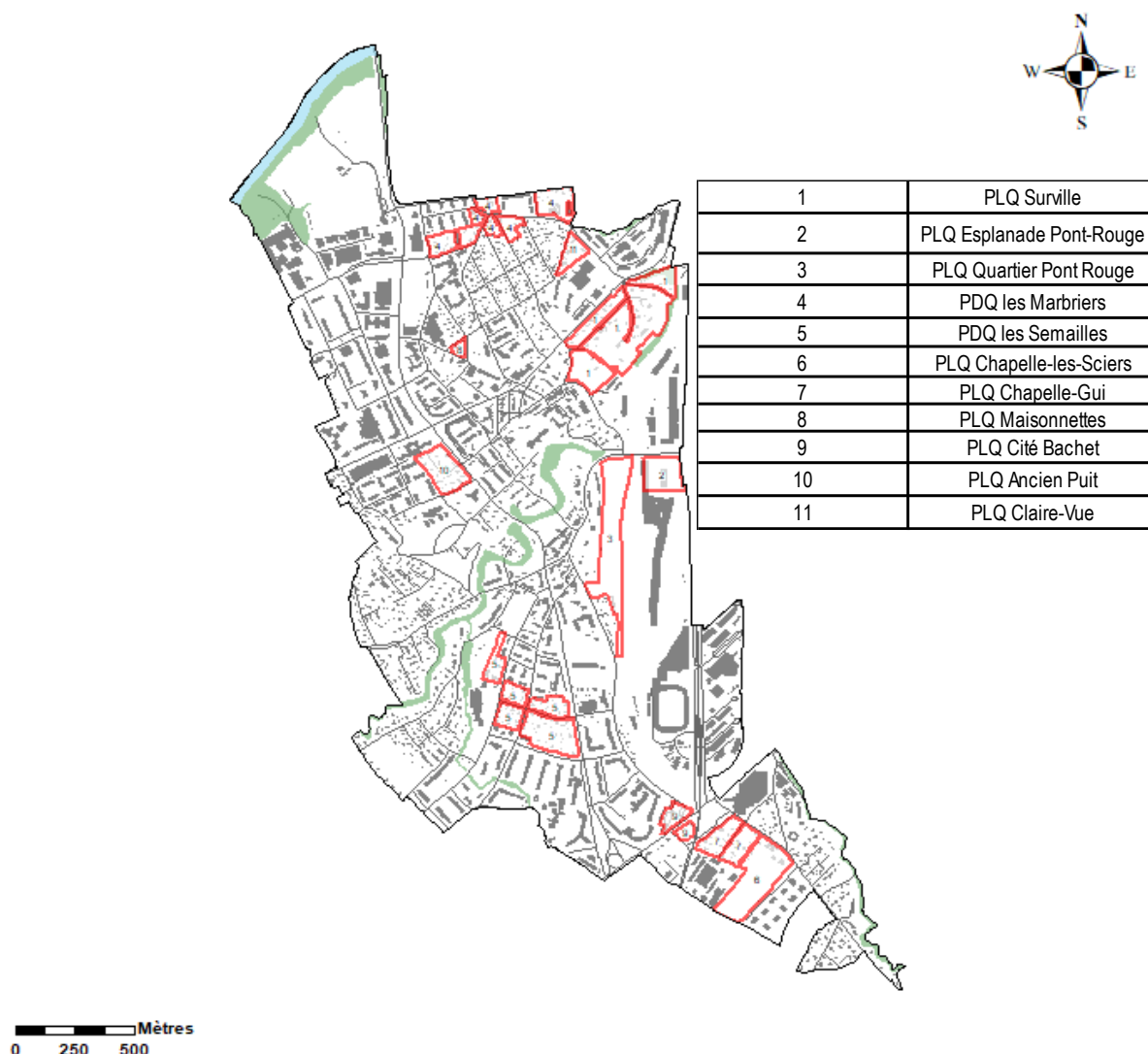


Figure 53 : Projets de développement urbain

8.2 METHODOLOGIE ET HYPOTHESES DE CALCUL

Afin de simuler l'évolution future des besoins énergétiques, une série de paramètres de développement urbain sont adaptés à chaque zone urbaine. Les besoins actuels couplés à ces paramètres permettent d'estimer les besoins futurs pour les bâtiments existants ainsi que pour les parcelles constructibles. Cette démarche est illustrée par la Figure 54 ci-dessous.

³⁰ Les besoins futurs ont été calculés sur la base des données envoyées le 21.08.2018 par Navitas Consilium et validées par Mme Nahory. Ils comprennent les besoins des « grands projets - PLQ en cours de réalisation / de planification » et, en dehors de ces périmètres, les nouveaux besoins simulés dans les secteurs de villas soumis à une dérogation d'indice.

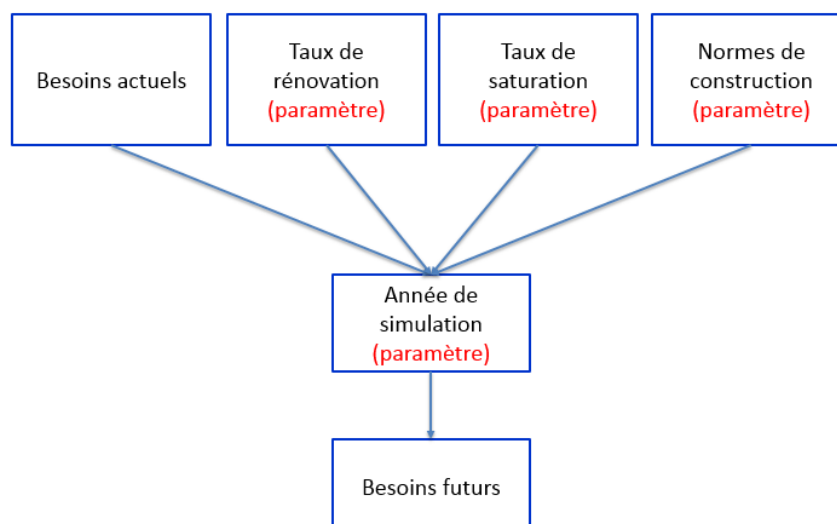


Figure 54 : Méthode de simulation des besoins futurs

- L'année de simulation retenue pour cette étude est **2030**. L'année 2030 a été choisie en fonction de la vision future en lien avec la révision du PDCOM.
- La saturation des zones à bâtir d'ici à 2030 est estimée en fonction des caractéristiques propres à chaque zone.
- Les normes de construction à choix sont les normes SIA ou le label Minergie.
- Les taux de rénovation sont compris dans une fourchette extrapolée d'après la moyenne suisse.

Les besoins énergétiques futurs sont calculés en fonction des divers paramètres décrits auparavant (détail à l'ANNEXE 11), ainsi que de paramètres appliqués aux différentes zones du plan d'affectation (disponibles à l'ANNEXE 12). Des besoins sont calculés sur les parcelles constructibles actuellement vides, ainsi que sur certaines parcelles partiellement construites. Les paramètres de sélection de ces dernières sont décrits à l'ANNEXE 9.

Les besoins de chaleur futurs pour l'ECS et les besoins électriques hors chaleur futurs ne changent qu'en fonction de la surface de référence énergétique prévue (traduisant la densification de la population). L'augmentation de la SRE dépend des coefficients d'utilisation des sols et des taux de saturation fixés. Le comportement humain n'étant pas pris en compte, les besoins de chaleur futurs pour l'ECS et les besoins électriques hors chaleur futurs par m² de SRE ne fluctuent donc pas, quels que soient les autres paramètres considérés. Les taux de rénovation par zone sont également disponibles à l'ANNEXE 11.

8.3 BESOINS FUTURS 2030

Sur la base des paramètres présentés ci-dessus, les besoins énergétiques futurs (Tableau 7) ainsi que la densité des besoins de chaleur) ont été simulés.

		Scénario		
Existant en 2016	Surface brute de plancher [m ²]	2'276'000		
	Besoins en 2016 [GWh/an]	ECS 29	Chaleur 219	Electricité 144
Existant en 2030	Surface brute de plancher rénovée d'ici à 2030 [m ²]	357'000 Soit 16 % du bâti existant ou l'équivalent de 17 bâtiments de logements collectifs par année		
	Besoins en 2035 [GWh/an]	ECS 29	Chaleur 182	Electricité 144
Nouvelles constructions en 2030	Surface brute de plancher supplémentaire projetée d'ici à 2035 [m ²]	532'000		
	Besoins en 2035 [GWh/an]	ECS 10	Chaleur 25	Electricité 14

Tableau 7 : Détail de l'évolution des besoins futurs

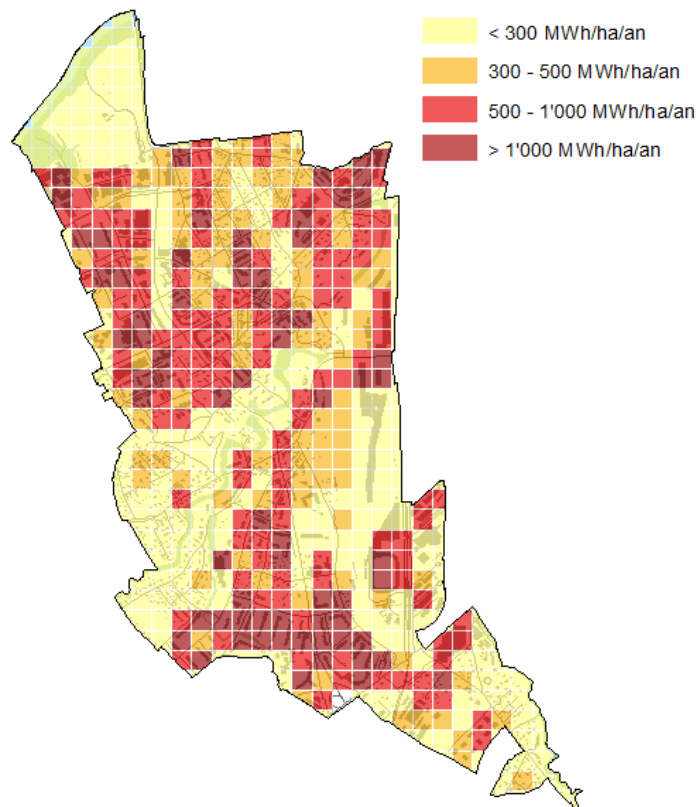


Figure 55 : Carte des densités des besoins de chaleur futurs 2030 par maille hectométrique

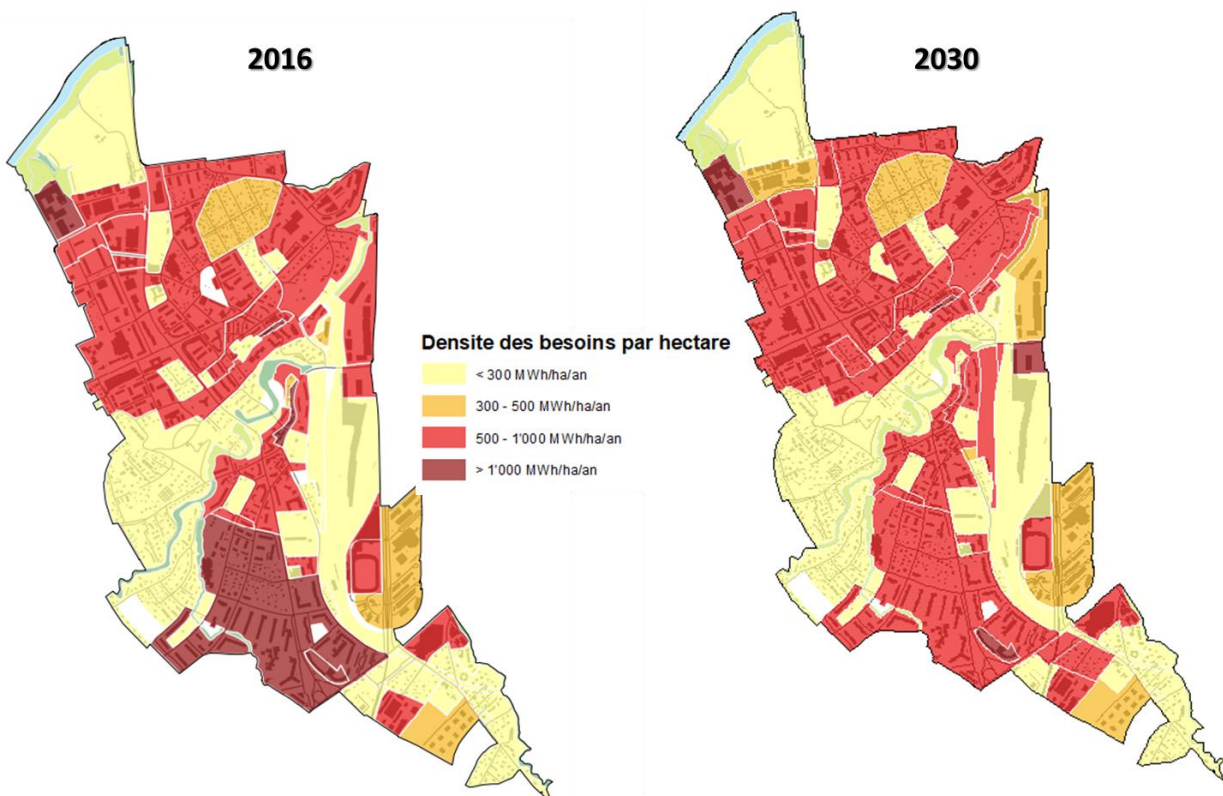


Figure 56 : Comparaison des densités des besoins de chaleur 2016-2030 par zone du PGA

Les zones en rouge en 2030 présentent à priori un intérêt de développement pour des réseaux de chaleur. La baisse relative de la densité de chaleur de 2016 à 2030 dans la zone de grands ensemble Bachet/Palettes est un effet de la rénovation des bâtiments.

Partie C : DÉFINITION D'UN PROJET DE PLANIFICATION ÉNERGÉTIQUE

1 DÉCOUPAGE DU TERRITOIRE EN ZONES ÉNERGÉTIQUES

Le découpage en zones énergétiques s'appuie sur les éléments donnés par l'analyse du contexte communal, notamment :

- La géographie urbaine.
- Les aires de déploiement de réseaux thermiques.
- Les périmètres de grands projets avec des acteurs bien identifiés.

Ainsi, une douzaine de zones sont proposées (Figure 57) dans lesquelles il sera possible de définir des stratégies énergétiques, en tenant compte :

- des interactions et des dépendances entre les zones ;
- de la dynamique des projets, des acteurs et de l'évolution des connaissances sur les ressources susceptibles d'être déployées.

A noter que nous avons aussi subdivisé les zones en secteurs, selon la typologie du bâti, les périmètres de développement/renouvellement urbain, les poches de rénovations prioritaires. Cela permettra de définir et de quantifier plus précisément certaines stratégies.

Dans ce qui suit, nous proposons des orientations stratégiques par zone en les structurant selon trois axes :

- **Axe 1 : La maîtrise des besoins**
 - Assainissement thermique des bâtiments
 - Objectif du taux de rénovation
- **Axe 2 : Le développement des énergies renouvelables (substitution au fossile)**
 - Géothermie/aérothermie/solaire/rejets thermiques/réseaux existants
- **Axe 3 : Le développement des infrastructures énergétiques**
 - Notamment les réseaux thermiques

L'**ANNEXE 13** présente les résultats détaillés de la stratégie énergétique des zones et secteurs par axe (ou niveau) sous la forme d'une carte et d'un tableau synthétique. Un résumé de cette analyse est développé ci-après.

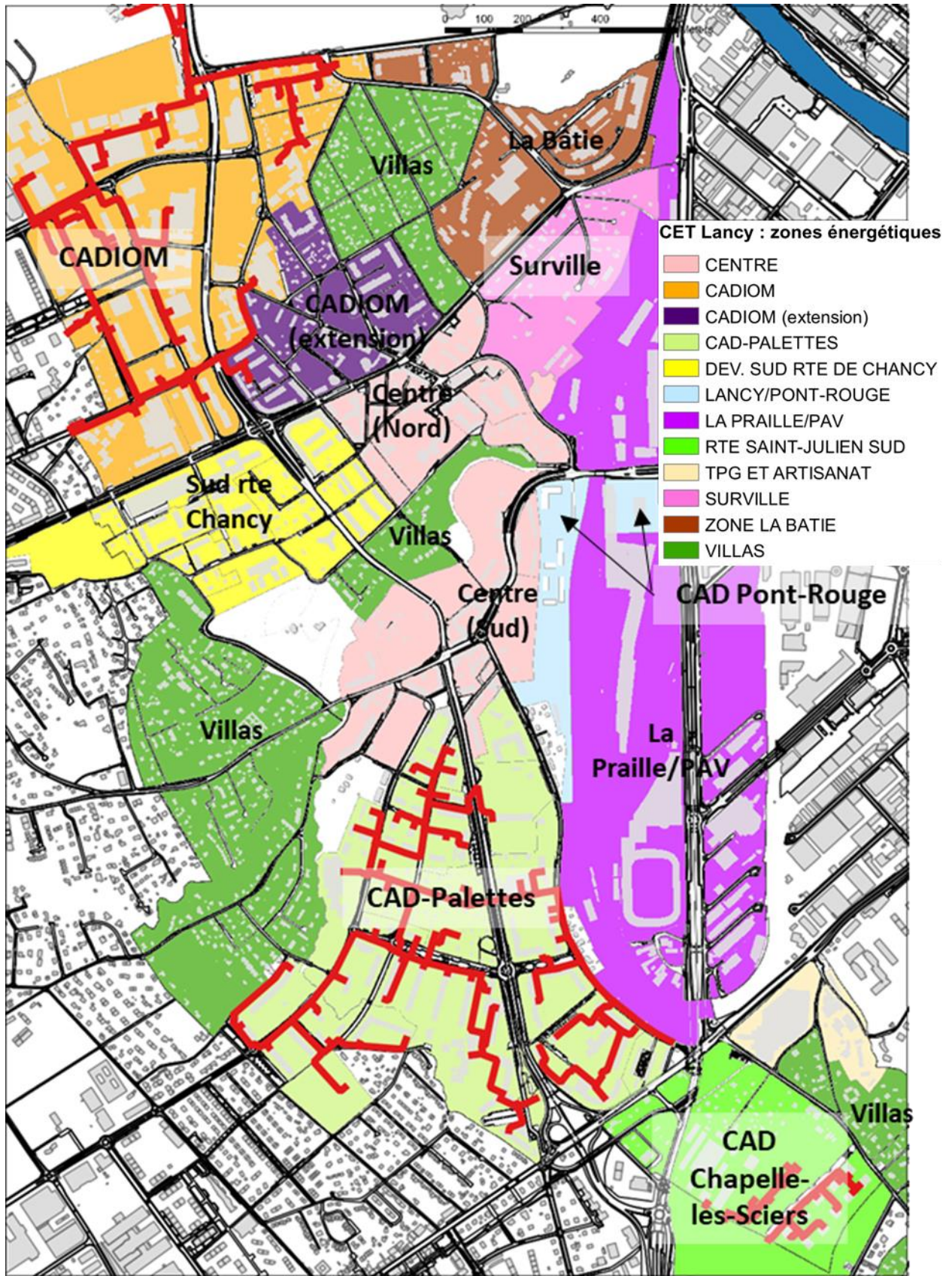


Figure 57 : Découpage du territoire en zones énergétiques

2 PRECISION SUR LES ORIENTATIONS A DONNER CONCERNANT LE DEVELOPPEMENT DE LA GEOTHERMIE A MOYENNE PROFONDEUR ET DES AQUIFERES

Dans le cadre du programme GEO2020 (porté par SIG au niveau cantonal), de nouvelles connaissances s'accumulent progressivement sur le potentiel des aquifères à moyenne profondeur (500 à 1500 m).

De plus, du fait des mesures, études et explorations menées par ce programme, des connaissances sont aussi acquises à faible profondeur. Ainsi, celles des nappes phréatiques (< 100 m de profondeur), dont on connaît déjà l'existence et que l'on exploite de longue date, sont également en train de s'enrichir (par exemple : découverte de nouveaux périmètres avec présence d'une nappe, nouvelles capacités de pompage).

Concernant la commune de Lancy, les connaissances actuelles (et officielles) sur la géothermie, telles qu'elles sont répertoriées dans le cadastre indiquent :

- Les zones d'autorisation ou d'exclusion (uniquement au sud) pour du forage de sondes (voir les cartes des ressources en annexe)
- Le potentiel des nappes phréatique (voir les cartes des ressources en annexe) qui ne semble vraiment intéressant que tout au nord de la commune (celui de la nappe d'accompagnement du Rhône)

Mais les investigations menées dans le cadre du programme GEO2020, laissent supposer une extension de la nappe d'accompagnement du Rhône plus grande que celle qui est répertoriée officiellement³¹, soit sur une bonne moitié Nord de la commune allant jusqu'à la zone « Sud Route de Chancy ». Evidemment tout cela est à confirmer par des tests, mais cette **ressource potentielle sera prise en compte dans les analyses des stratégies énergétiques par zone, qui sont explicitées dans les chapitres suivants**. Il en va de même pour l'utilisation d'aquifères à moyenne profondeur sur le territoire de la commune, pour lesquels il n'y a **pas encore de connaissances précises** (mais les études sont en cours), leur valorisation sera toutefois mentionnée comme **faisant partie du champ des possibles dans certains cas**.

Toutefois, les projections globales chiffrées sur les taux d'utilisation de ressources renouvelables par zones énergétiques, qui sont faites plus loin dans ce rapport, **se fonderont exclusivement sur les connaissances actuelles concernant la géothermie**, afin de rester conservatif dans les évaluations.

3 ORIENTATIONS STRATEGIQUES DETAILLEES PAR ZONE

3.1 ZONE CADIOM

Cette zone correspond à l'aire de déploiement du réseau thermique CADIOM sur le territoire de la Commune. Elle couvre le quartier de grands ensembles de logements en continuité avec la commune d'Onex, la zone d'activités des Morgines et une partie du quartier des Marbriers.

Sur la Figure 58, sont mis en évidence le secteur de grands ensemble (en bleu transparent), ainsi que le secteur d'activités (en rouge transparent) abritant une concentration de bâtiments gros consommateurs de type administratif.

Les orientations proposées pour cette zone selon les trois axes sont :

- **Axe 1** - maîtrise des besoins : cibler des opérations de rénovation systématique dans le secteur des grands ensembles qui comporte beaucoup de bâtiments datant des années 60-70 (bleu transparent). A noter que pour certains de ces bâtiments un potentiel de surélévation a été identifié, ce qui peut donner l'opportunité de synergie intéressante pour des opérations de rénovation combinée.

³¹ Cf. étude mandatée aux bureaux Corealis et Dropstone en 2017 intitulée : « Etude d'opportunité secteur St Jean-Lancy-Onex ».

- **Axe 2** - développement des énergies renouvelables
 - Continuer la valorisation des rejets thermiques de l'usine d'incinération des Cheneviers (via le réseau CADIOM).
 - Encourager l'installation de panneaux solaires photovoltaïques sur le toit des bâtiments gros consommateurs situés dans le secteur d'activités et sur les toits des bâtiments de logements situés dans le secteur de grands ensembles.
- **Axe 3** - développement d'infrastructures énergétiques
 - Renforcer le déploiement du réseau CADIOM, notamment pour les nouvelles constructions.
 - Envisager des infrastructures de rafraîchissement direct utilisant la nappe phréatique (potentiel encore à vérifier) pour les bâtiments d'activités gros consommateurs (secteur rouge transparent).

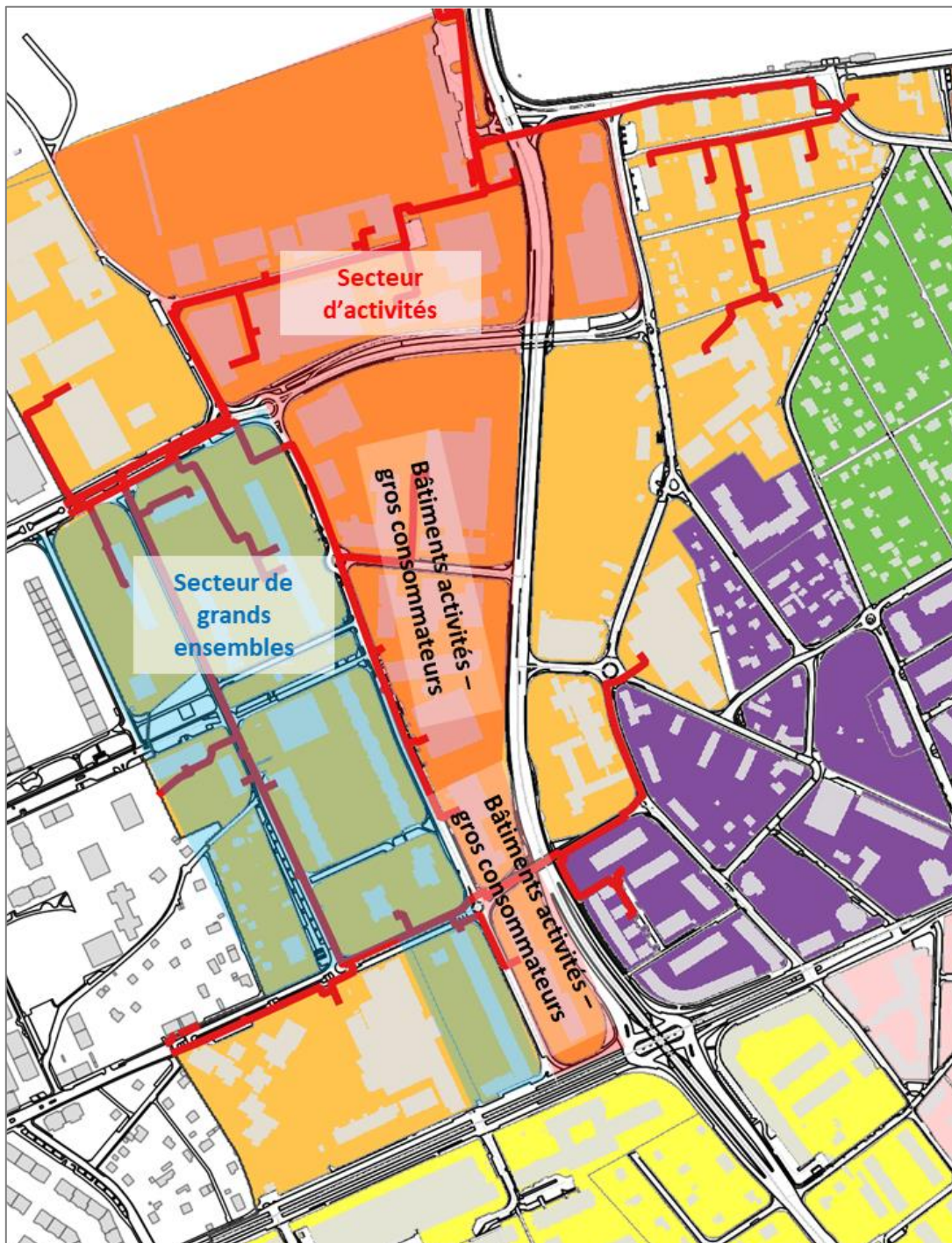


Figure 58 : Zone CADIOM

3.2 ZONE CADIOM EXTENSION

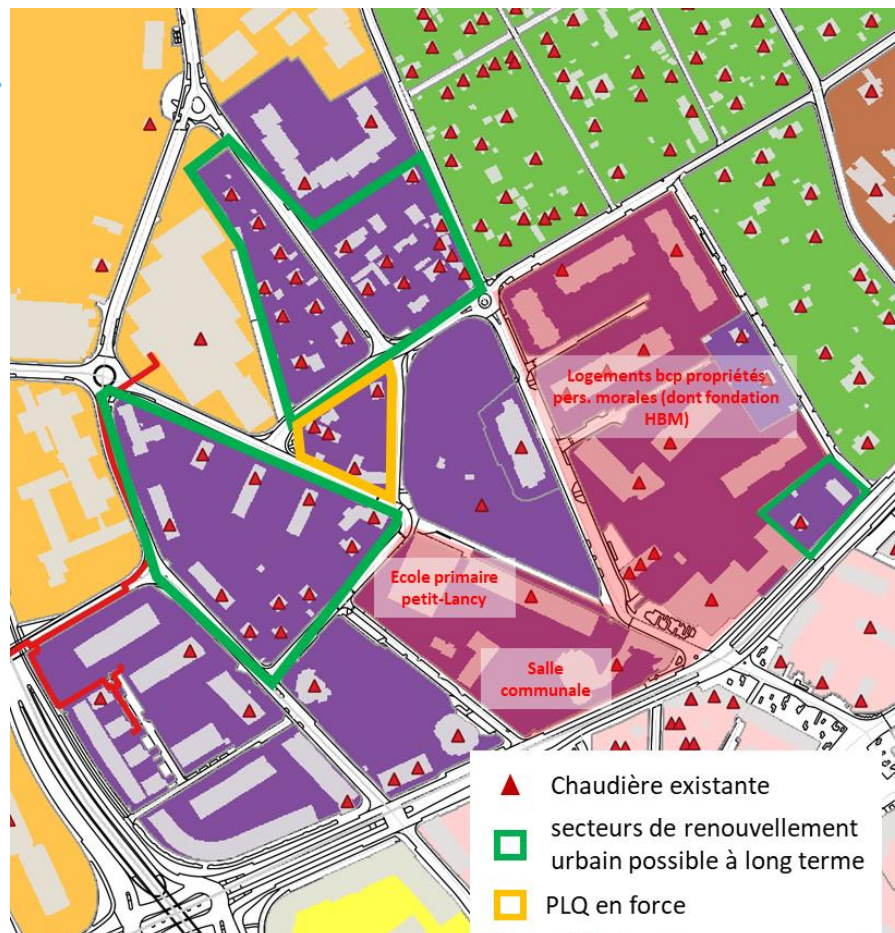
Il s'agit d'une zone principalement résidentielle (logements datant des années 60 jusqu'à très récent) avec des équipements d'enseignement. Cette zone est limitrophe de la zone CADIOM, et fait partie du périmètre de concession du réseau.

Comme le montre la Figure 59, cette zone comporte de nombreux secteurs de renouvellement urbain potentiels à long terme. Il y a même un PLQ en force (Maisonnettes n° 29990). La figure montre également un secteur mixte logements/école/salle communale (rouge transparent) comportant une faible concentration de chaudières (la partie logement a beaucoup de propriétés avec des personnes morales, dont la fondation HBM comme propriétaire et la partie école est propriété communale).

Les orientations proposées pour cette zone selon les trois axes sont :

- **Axe 1** - maîtrise des besoins : la qualité énergétique des bâtiments est hétérogène, il est donc préférable d'envisager des opérations de rénovation au cas par cas (voir cartes des priorités de rénovation).
- **Axe 2** - développement des énergies renouvelables
 - On peut envisager la valorisation des rejets thermiques de l'usine d'incinération des Cheneviers grâce à l'extension du réseau CADIOM dans la zone.
 - La géothermie faible enthalpie (sur sondes ou éventuellement nappe phréatique) est aussi à encourager.
- **Axe 3** - développement d'infrastructures énergétiques
 - Envisager la création d'un réseau de chaleur centralisé alimenté par CADIOM et (ou) une ressource géothermique dans le secteur mixte logements/école/salle communale (rouge transparent). La réalisation du PLQ Maisonnettes, qui se situe à côté de ce secteur, pourrait faciliter la planification de l'infrastructure. La géothermie moyenne profondeur sur aquifère, utilisée localement dans le secteur, pourrait même être une option selon les résultats du programme GEO2020.

Figure 59 : zone CADIOM extension



3.3 ZONE LA BATIE

Cette zone (Figure 60), est constituée de bâtiments résidentiels, de bâtiment d'activités et d'équipements d'enseignement. Deux nouveaux développements significatifs sont à y mentionner : un projet de logements (suite du concours d'architecture Claire-Vue), et un PLQ en force (n° 29769 – partie du PDQ des Marbriers qui est déjà très avancé). La zone est a priori à l'écart des grands projets d'infrastructures thermiques cantonales (CADIOM ou GENILAC notamment).

La Figure 60 met en évidence un premier secteur (orange transparent) abritant un bâtiment gros consommateur (Procter&Gamble) ainsi que le projet du concours d'architecture claire-vue, et un deuxième secteur (rouge transparent) autour du PLQ en force qui prévoit des logements.

Les orientations proposées pour cette zone selon les trois axes sont :

- **Axe 1** - maîtrise des besoins : la qualité énergétique des bâtiments est hétérogène, il est donc préférable d'envisager des opérations de rénovation au cas par cas (voir cartes des priorités de rénovation).
- **Axe 2** - développement des énergies renouvelables
 - La géothermie faible enthalpie (sur sondes ou éventuellement nappe phréatique) est à encourager.
 - Aérothermie.
 - Solaire thermique.
 - Encourager l'installation de panneaux solaires photovoltaïques sur le toit du bâtiment gros consommateur.
- **Axe 3** - développement d'infrastructures énergétiques
 - Envisager une infrastructure thermique d'échange chaud/froid entre le bâtiment Procter & Gamble et les bâtiments de logements (notamment le projet Claire-vue) avec appoint éventuel géothermie sur sondes ou sur nappe phréatique (secteur orange transparent).
 - Envisager un petit réseau de chaleur local pour le PLQ en force (et alentours), utilisant la géothermie sur sondes ou sur nappe phréatique (secteur rouge transparent).
 - La géothermie moyenne profondeur sur aquifère, utilisée localement dans les deux secteurs précédents, pourrait même être une option selon les résultats du programme GEO2020.

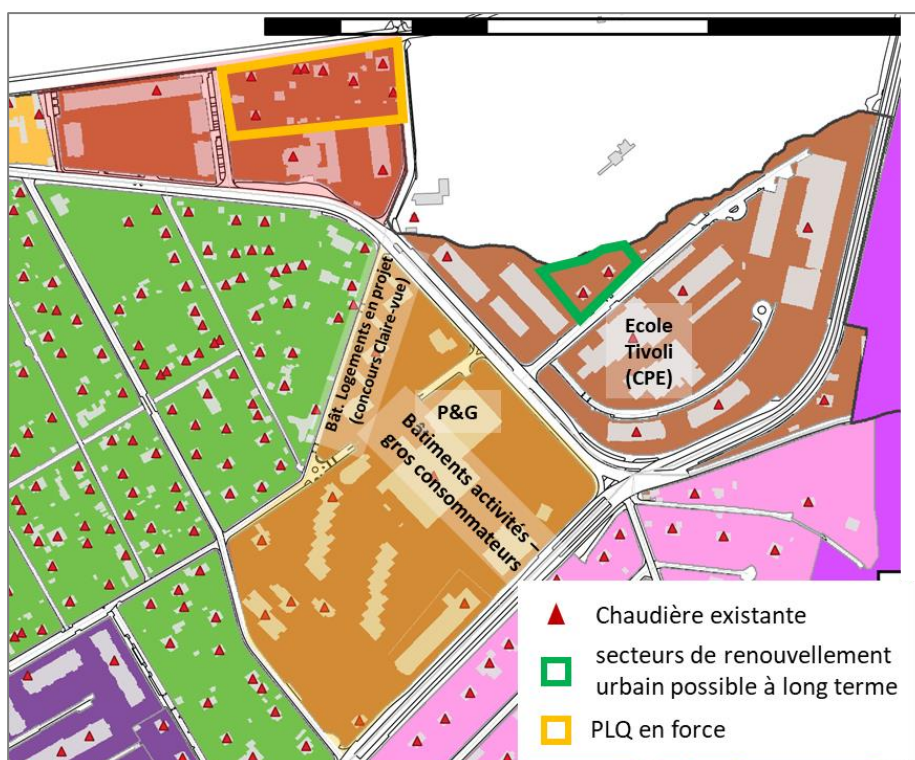


Figure 60 : Zone La bâtie

3.4 ZONE SURVILLE

Cette zone sera entièrement rebâtie dans le cadre du PLQ, désormais en force, qui couvre tout le périmètre.

Un projet d'approvisionnement thermique du quartier est déjà planifié par SIG (cf Partie A :5.4 – réseau de CAD avec PAC connectée à GENILAC).

La zone est donc déjà bien investie en termes de planification énergétique, nous pourrions recommander en plus concernant l'**Axe 2** - développement des énergies renouvelables, d'encourager la pose de panneaux photovoltaïques sur les toits des bâtiments et favoriser l'autoconsommation électrique (notamment pour la PAC).

3.5 ZONE CENTRE

La zone centre (Figure 61) a été définie d'abord autour des pôles historiques de la Commune (petit-Lancy pour le Nord et grand-Lancy pour le sud), puis en la délimitant par rapport à d'autres zones déjà bien identifiées (notamment celles avec des planifications de réseaux thermiques). Cette zone est principalement résidentielle avec la présence de nombreux magasins et petits commerces. La partie Nord présente une dynamique de développement territorial (un secteur de renouvellement urbain potentiel + un secteur avec MZ en cours).

La Figure 61 met en évidence un secteur (rouge transparent) abritant un ensemble de logements alimenté par une seule chaudière (avec un propriétaire a priori très majoritaire) jouté par un EMS.

Les orientations proposées pour cette zone selon les trois axes sont :

- **Axe 1** - maîtrise des besoins : la qualité énergétique des bâtiments est hétérogène, il est donc préférable d'envisager des opérations de rénovation au cas par cas (voir cartes des priorités de rénovation).
- **Axe 2** - développement des énergies renouvelables
 - La géothermie faible enthalpie est à encourager (sur sondes ou éventuellement avec nappe phréatique mais uniquement dans la partie nord, car le potentiel hydrothermique dans la partie sud est à exclure). A noter qu'il existe déjà beaucoup d'installations avec sondes.
 - Aérothermie.
 - Solaire thermique.
- **Axe 3** - développement d'infrastructures énergétiques
 - Envisager la création d'un réseau de chaleur centralisé alimenté par une ressource géothermique dans le secteur logements + EMS (rouge transparent). Une interconnexion à long terme au réseau de chaleur planifié dans la zone Surville est aussi possible. La géothermie moyenne profondeur sur aquifère, utilisée localement dans le secteur, pourrait même être une option selon les résultats du programme GEO2020.
 - Ailleurs, prévoir plutôt des approvisionnements thermiques décentralisés (PAC individuelles avec panneaux solaires).

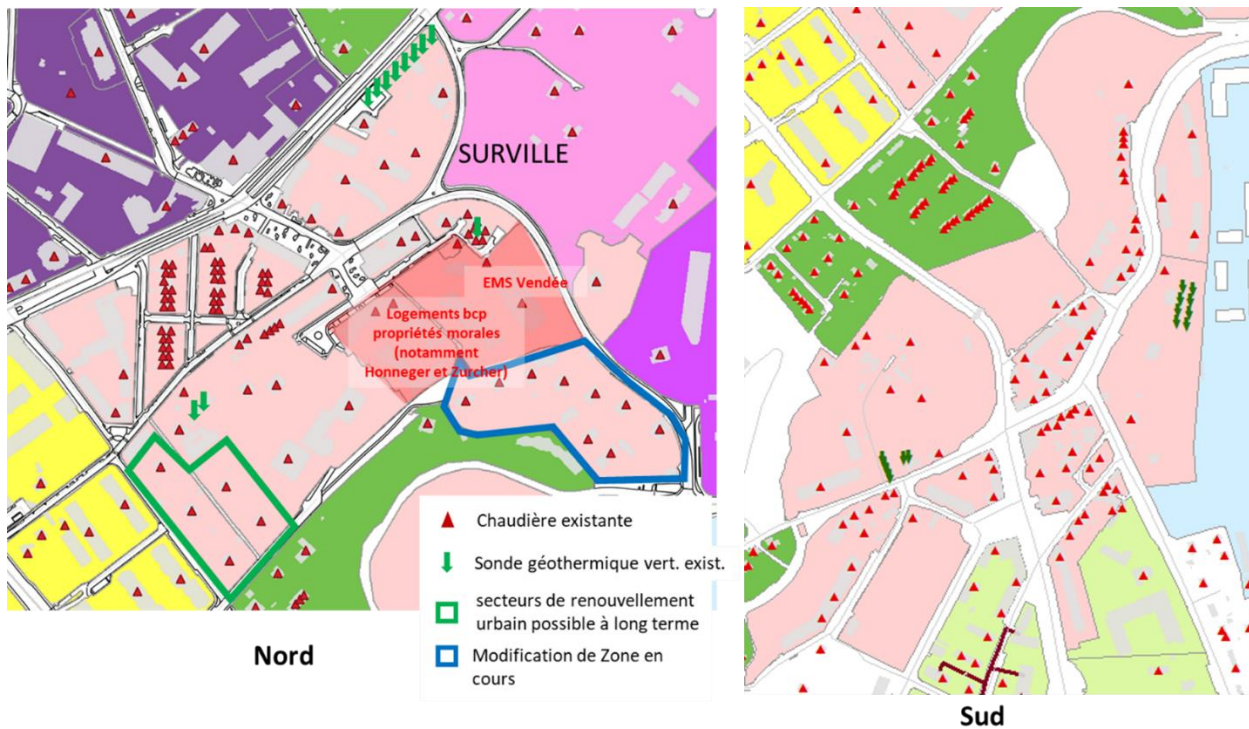


Figure 61 : Zone centre Nord et Sud

3.6 ZONE SUD ROUTE DE CHANCY

Cette zone (Figure 62) a été définie car elle correspond en partie au pôle central de Lancy, abritant activités et centre commerciaux. Elle se situe par ailleurs au Sud de la route de Chancy en dehors du périmètre de concession du réseau CADIOM. Le contour de la zone a été élargi à des parties résidentielles correspondant notamment à la réalisation du PLQ des Mouilles dans les années 90-2000.

La zone présente une importante dynamique de développement territorial avec un PLQ en cours de réalisation à cheval sur les territoires de Lancy et d'Onex, ainsi qu'un PLQ en force (ancien-puits).

La Figure 62 met en évidence un secteur (vert transparent) abritant des bâtiments d'activités gros consommateurs, un ensemble de logements (détenu principalement par plusieurs propriétaires individuels) alimenté par deux chaudières, et le collège de Saussure.

Les orientations proposées pour cette zone selon les trois axes sont :

- **Axe 1** - maîtrise des besoins : la qualité énergétique des bâtiments est hétérogène, il est donc préférable d'envisager des opérations de rénovation au cas par cas (voir cartes des priorités de rénovation).
- **Axe 2** - développement des énergies renouvelables
 - La géothermie faible enthalpie (sur sondes ou éventuellement nappe phréatique) est à encourager.
 - Aérothermie.
 - Solaire thermique.
 - Encourager l'installation de panneaux solaires photovoltaïques sur le toit du bâtiment gros consommateur.
- **Axe 3** - développement d'infrastructures énergétiques
 - Envisager un réseau de chaleur local sur nappe phréatique, voire sur aquifère dans le secteur activités/logements/collège (vert transparent).
 - Dans le même secteur, et si les rejets thermiques des bâtiments gros consommateurs sont suffisants, il serait intéressant d'envisager une infrastructure thermique d'échange chaud/froid entre les gros consommateurs, les bâtiments de logements et le collège avec l'appoint éventuel de la géothermie sur sondes ou via la nappe phréatique.

- Le PLQ ancien-puits qui est adjacent au secteur, pourrait être intégré dans le concept énergétique du secteur (vert transparent).
- Ailleurs, prévoir plutôt des approvisionnements thermiques décentralisés (PAC individuelles avec panneaux solaires).

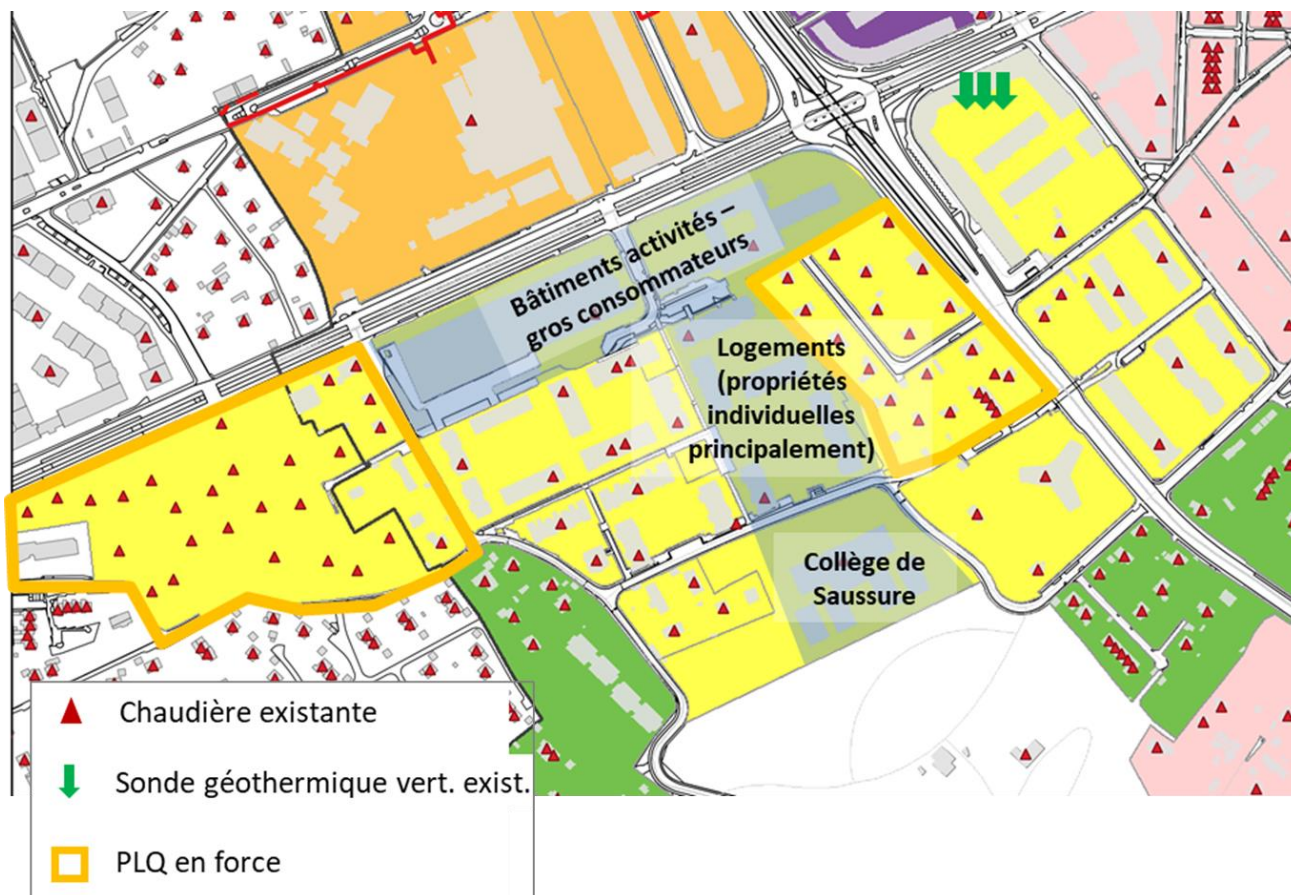


Figure 62 : Zone sud route de Chancy

3.7 ZONE PONT-ROUGE

Cette zone correspond à un projet urbain d'envergure entièrement nouveau pour lequel une infrastructure énergétique performante avec sondes géothermiques et production combinée chaud/froid est déjà mise en œuvre (cf Partie A :5.3).

La zone est donc déjà bien investie en termes de planification énergétique et il n'est pas nécessaire d'y donner de nouvelles orientations à un horizon 2030-2035.

3.8 ZONE LA PRAILLE-PAV

Cette zone correspond à la partie en territoire Lancéen du projet Praille-Acacias-Vernets, à l'exclusion toutefois de la zone Pont-Rouge qui est en cours de réalisation. Il s'agit d'une zone encore en devenir qui comprend notamment (voir Figure 63) :

- Au nord le secteur Port-Francis (constitué principalement de bâtiments d'activités répertoriés comme gros consommateurs).
- Au centre le secteur ferroviaire et le secteur du stade de Genève (avec des bâtiments gros consommateurs - notamment le centre commercial La Praille).
- Au sud un secteur en cours de planification avec des projets de bâtiments d'activités de grande hauteur (dit « secteur Praille Camembert »).
- A l'est un secteur industriel et artisanal en cours de planification et de mutation (appelé « praille-Ouest »).

Les orientations proposées pour cette zone selon les trois axes sont :

- **Axe 1** - maîtrise des besoins : peu de bâtiments à rénover car la zone va connaître beaucoup de mutation.
- **Axe 2** - développement des énergies renouvelables
 - Valorisation des rejets thermiques (usine d'incinération des Cheneviers), de l'eau du lac via GeniLac, de la géothermie sur aquifère au travers des réseaux thermiques d'importance cantonale.
 - Encourager l'installation de panneaux solaires photovoltaïques sur le toit du bâtiment gros consommateur.
- **Axe 3** - développement d'infrastructures énergétiques
 - Privilégier un raccordement futur du secteur port-francs au réseau GENILAC.
 - Privilégier un raccordement futur des secteurs stade de Genève, praille-camembert et praille-ouest au réseau CAD-rive gauche.

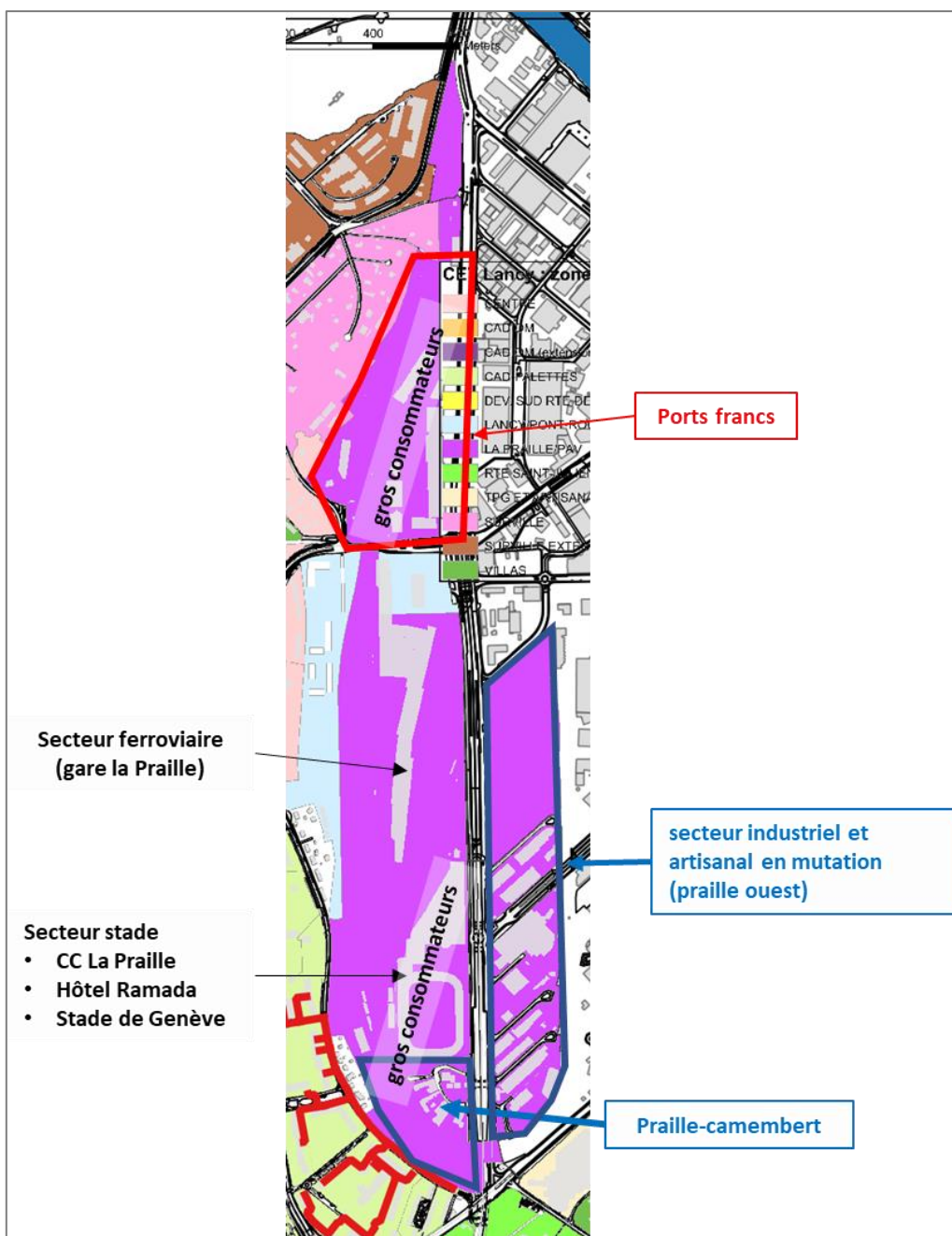


Figure 63 : Zone la Praille-PAV

3.9 ZONE CAD PALETTES

Cette zone a été définie par rapport à l'aire de déploiement maximale planifiée pour le réseau CAD-Palettes. Elle est principalement résidentielle et intègre au sud le quartier de grands ensembles Palettes/Bachet (secteur en bleu transparent sur la Figure 64). La dynamique de développement territorial est grande avec le PDQ les Semailles en cours de réalisation, il reste encore des potentiels de renouvellement urbain à long terme.

Les orientations proposées pour cette zone selon les trois axes sont :

- **Axe 1** - maîtrise des besoins : cibler des opérations de rénovation systématique dans le secteur de grands ensembles Palettes/Bachet (bleu transparent) qui comporte une majorité de bâtiments datant des années 60-70. A noter qu'un grand nombre de ces bâtiments ont un potentiel de surélévation identifié, ce qui peut donner l'opportunité de synergie intéressante pour des opérations de rénovation combinée.
- **Axe 2** - développement des énergies renouvelables
 - Valorisation future des rejets thermiques de l'usine d'incinération des Cheneviers, via le futur réseau cantonal CAD-Rive Gauche auquel sera interconnecté CAD-Palettes.
 - Valorisation future de la géothermie moyenne profondeur sur aquifère (selon les résultats du programme GEO2020), via le réseau CAD-Rive gauche.
 - Encourager l'installation de panneaux solaires photovoltaïques sur les toits des bâtiments de logements situés dans le secteur de grands ensembles Bachet/Palettes.
- **Axe 3** - développement d'infrastructures énergétiques : déploiement du réseau CAD-Palettes par SIG.

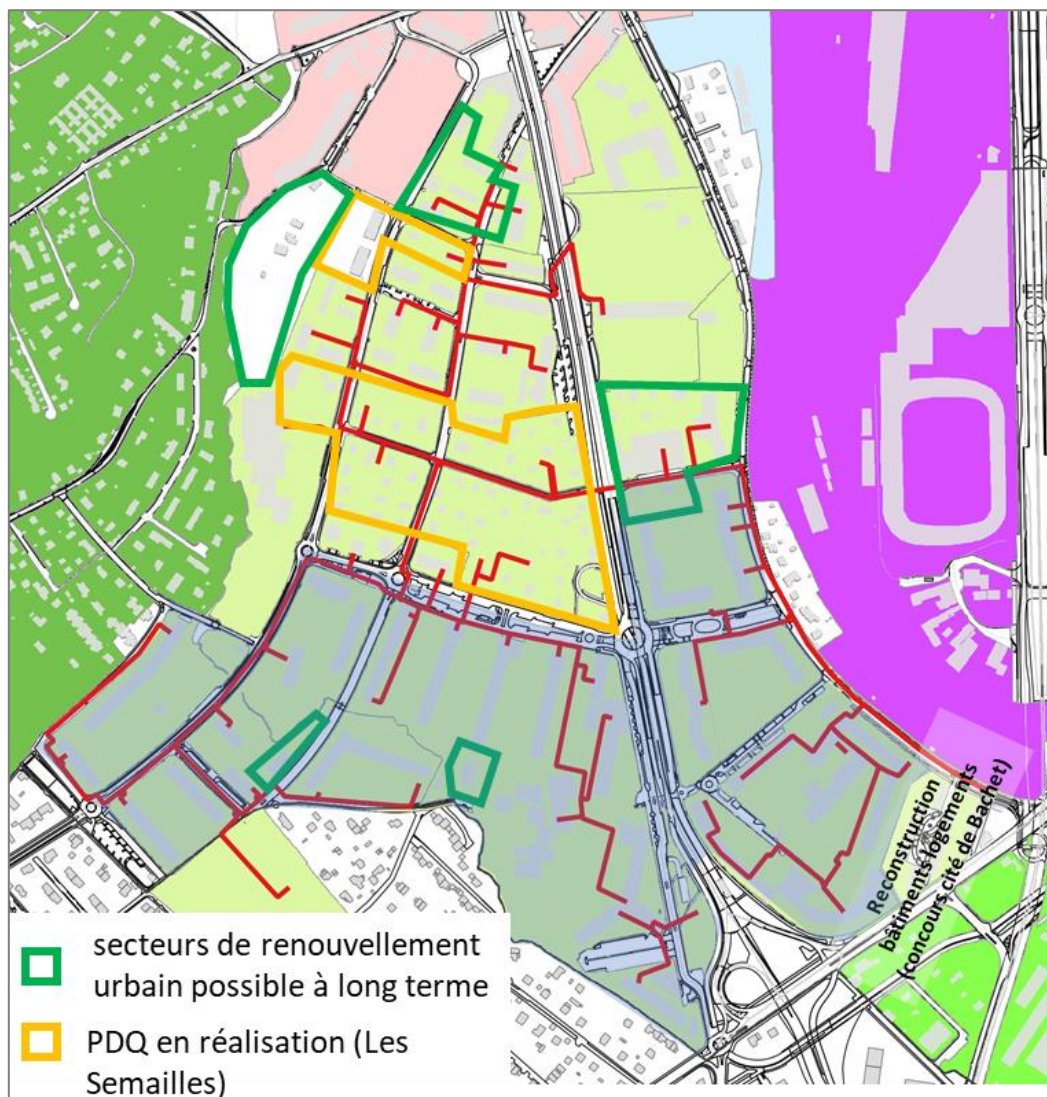


Figure 64 : Zone CAD-Palettes

3.10 ZONE ROUTE SAINT-JULIEN SUD

Cette zone (Figure 65), située au sud de la route de Saint-Julien, correspond :

- À l'aire de déploiement en cours du réseau CAD La Chapelle (contour orange sur la Figure 65 délimitant le PDQ Chapelle-les-Sciers).
- Aux deux secteurs en cours de planification (PLQ Chapelle-Gui et MZ trèfle-blanc) qui seront également alimenté par le CAD-la Chapelle.
- A la zone d'activités, prévue également pour être raccordée au CAD.

Les orientations proposées pour cette zone selon les trois axes sont :

- **Axe 1** - maîtrise des besoins : la zone est en cours de renouvellement quasi complet, aucun objectif de rénovation n'est donc à prévoir.
- **Axe 2** - développement des énergies renouvelables
 - Valorisation du bois et des rejets thermiques du CEVA via le réseau CAD La Chapelle.
 - Encourager l'installation de panneaux solaires photovoltaïques sur les grands bâtiments de logement.
- **Axe 3** - développement d'infrastructures énergétiques : déploiement du réseau CAD La Chapelle par SIG.

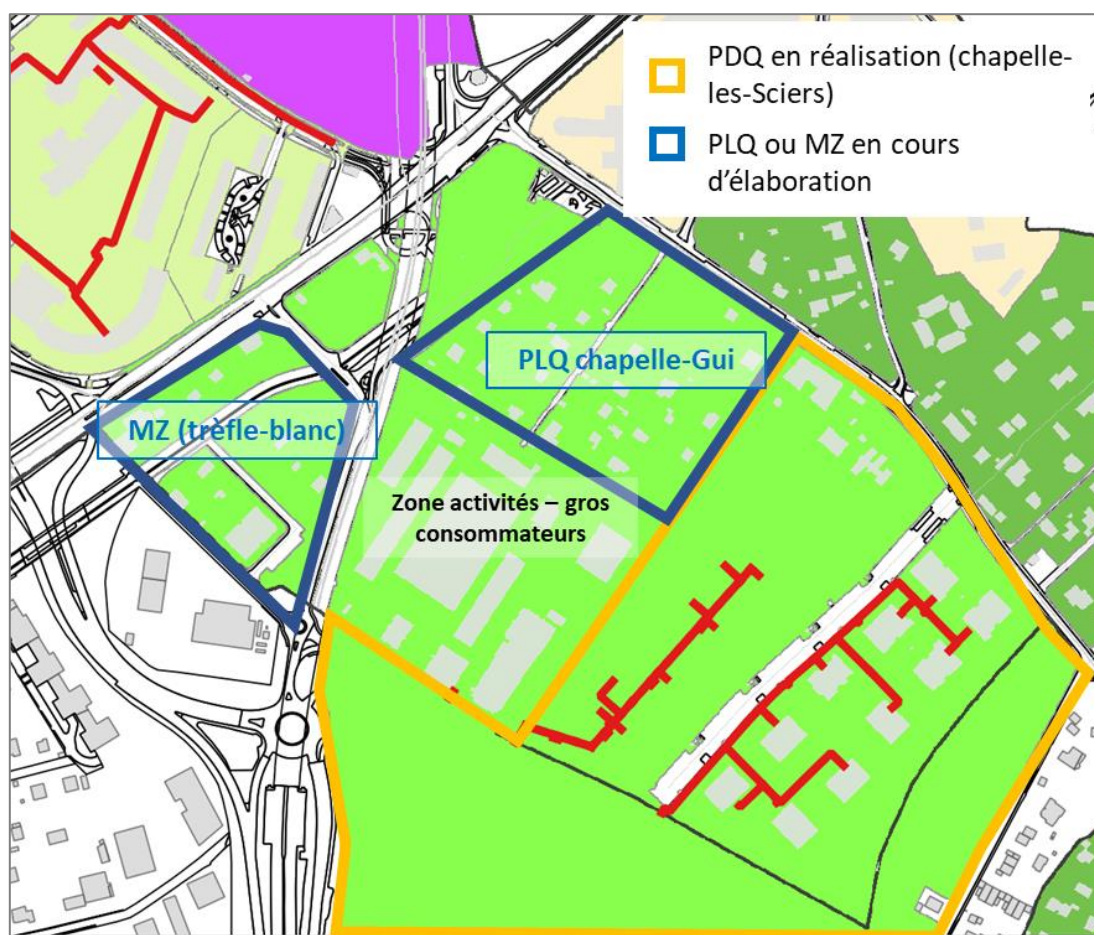


Figure 65 : Zone route Saint-Julien Sud

3.11 ZONE TPG-ARTISANAT

Cette zone (Figure 66), également située au sud de la route de Saint-Julien, a été définie car elle n'est pas destinée pour le moment à être raccordée à l'un des CAD évoqués précédemment. Elle est de nature industrielle et artisanale avec la moitié de sa surface occupée par le bâtiment central des TPG (maintenance + administration) et l'autre moitié correspondant à un secteur de renouvellement potentiel à long terme (secteur Grange-Collomb).

Les orientations proposées pour cette zone selon les trois axes sont :

- **Axe 1** - maîtrise des besoins : le bâtiment TPG est déjà pris en compte par le programme gros consommateur. Pas d'intérêt à cibler des rénovations sur le secteur de renouvellement à long terme.
- **Axe 2** - développement des énergies renouvelables
 - Bois (chaudière déjà prévue pour le bâtiment TPG).
 - Aérothermie.
 - Installation solaire photovoltaïque déjà présente sur le toit des TPG.
- **Axe 3** - développement d'infrastructures énergétiques
 - Systèmes décentralisés avec PAC air/eau ou au gaz pour le moment.
 - A long terme, un raccordement à CAD Rive-Gauche est à envisager.

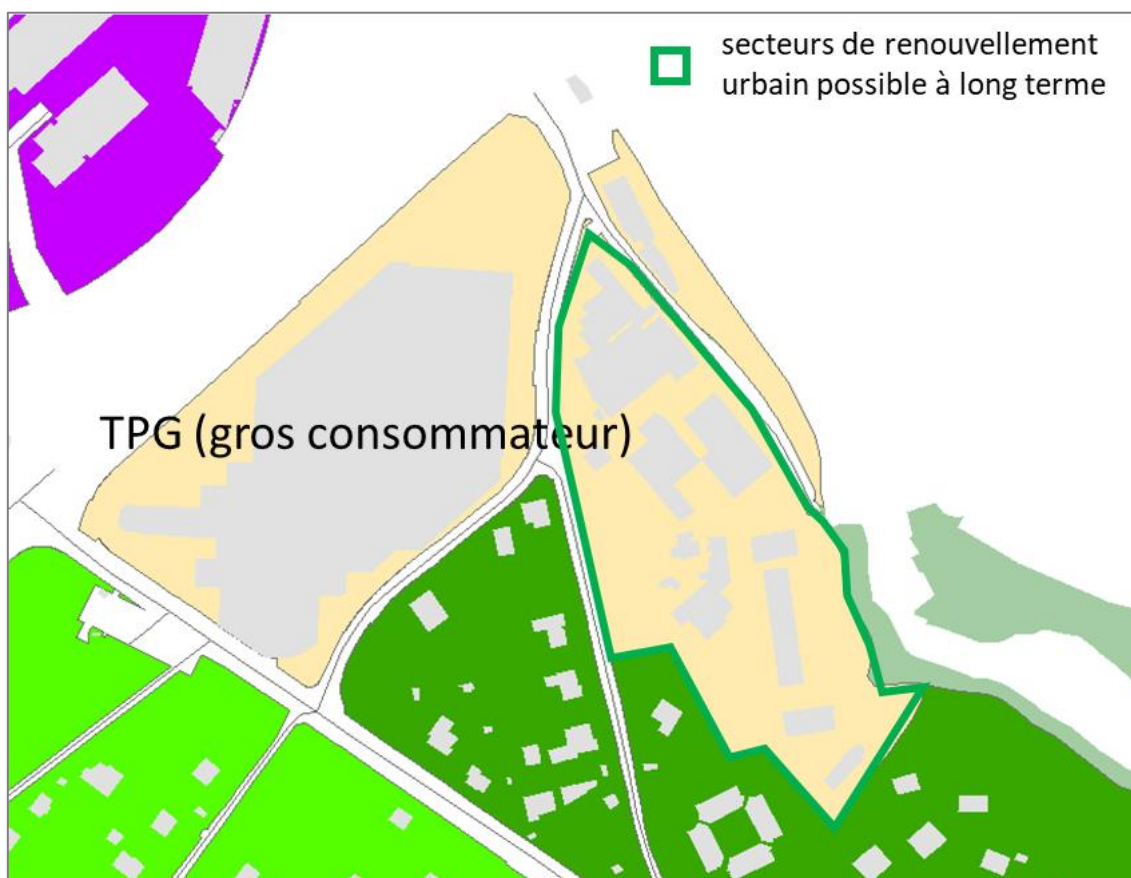


Figure 66 : zone TPG-Artisanat

3.12 ZONE VILLAS

Cette zone (Figure 67) est éclatée en 4 secteurs sur le territoire de la Commune :

- Secteurs 1 et 2, qui sont à densification différenciée, c'est-à-dire qu'il est possible d'y bâtir, au cas par cas, des poches d'habitats plus dense et plus important que le gabarit des villas.
- Secteurs 3 et 4 qui restent des zones villas à part entière mais pour lesquels la concentration de villa peut être augmentée jusqu'à atteindre, par dérogation, un Indice d'Utilisation du Sol de 0,48.

Globalement cette zone est caractérisée par une faible densité de besoin et comporte un mélange de constructions des années 60-70 (qui restent plutôt majoritaires) et de constructions plus récentes jusqu'à aujourd'hui.

Les orientations proposées pour cette zone selon les trois axes sont :

- **Axe 1** - maîtrise des besoins : rénovation à cibler au cas par cas, essentiellement dans le cadre de programme d'encouragement (programme bâtiment, eco21).

- **Axe 2** - développement des énergies renouvelables
 - Géothermie sur sonde (sauf pour le secteur 4 situé dans la zone interdite au forage).
 - Aérothermie.
 - Solaire thermique.
- **Axe 3** - développement d'infrastructures énergétiques : uniquement des systèmes décentralisés avec PAC individuelles et panneaux solaires.

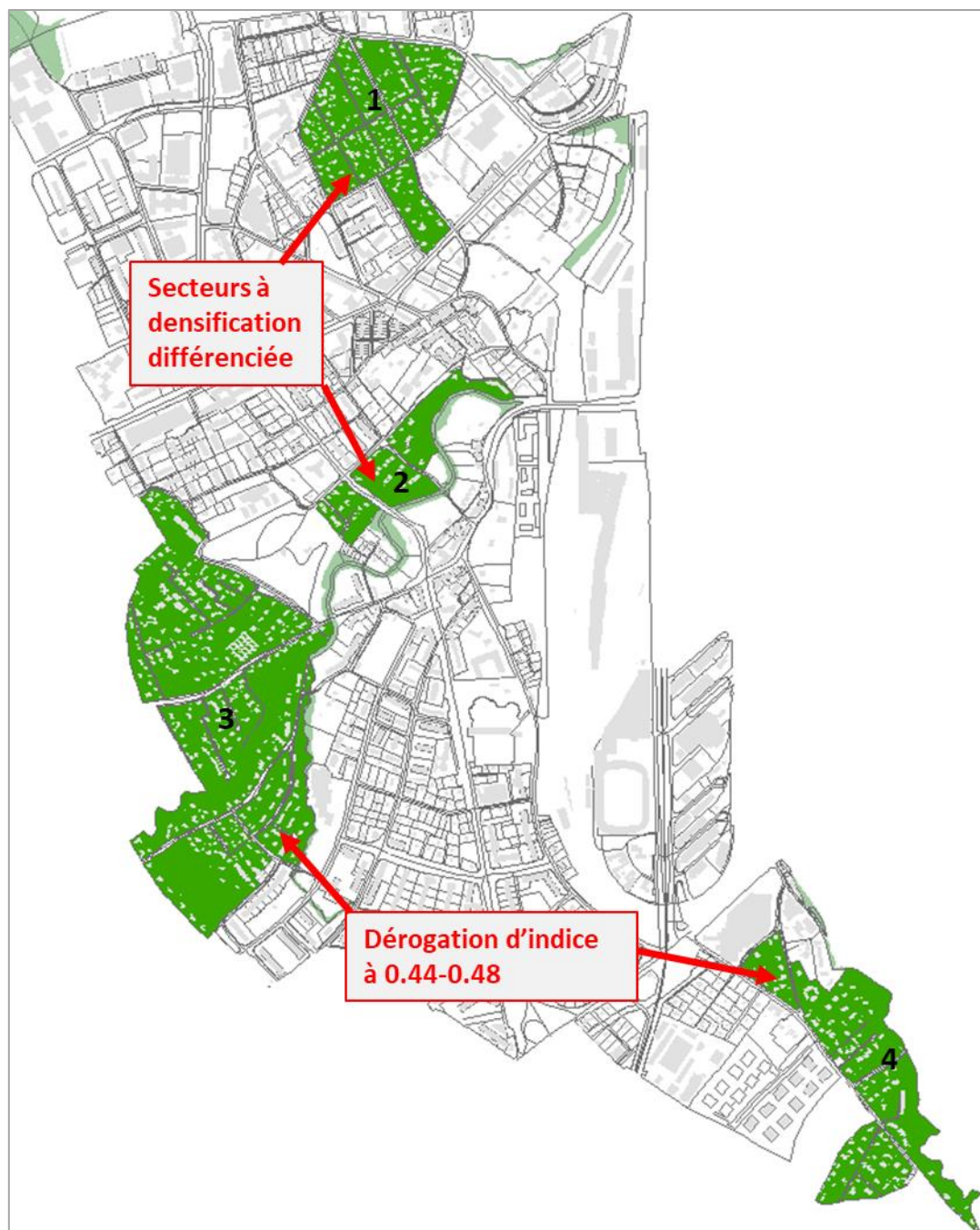


Figure 67 : Zone villas

4 BILAN 2016 DES BESOINS DE CHALEUR PAR ZONE

La figure ci-dessous présente les besoins de chaleur 2016, selon le découpage du territoire en zones énergétiques, comme présenté dans cette partie.

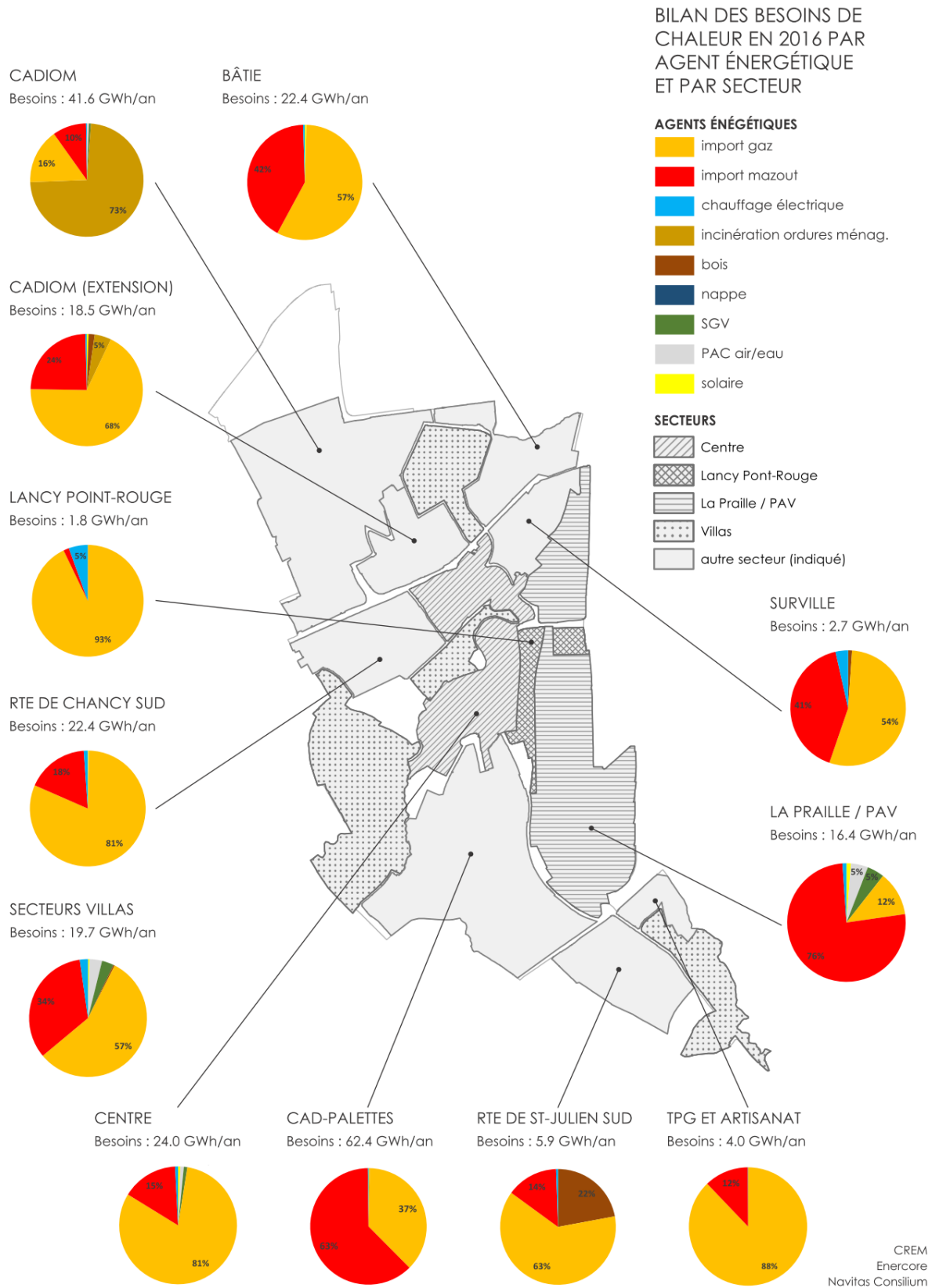


Figure 68 : Bilan des besoins de chaleur en 2016 par agent énergétique et par secteur / zone

Partie D : ETUDE ET ANALYSE DES STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES 2030

1 OBJECTIFS QUANTITATIFS 2030 DE LA VILLE DE LANCY, SUR LA VOIE DE LA SOCIÉTÉ À 2000 WATTS

Pour suivre la voie de la société 2000 watts, la Ville de Lancy doit atteindre les objectifs décrits ci-après d'ici à 2030, à savoir :

- Réduire d'un tiers l'énergie primaire totale consommée sur le territoire, qui se décompose en une partie d'énergie primaire d'origine non renouvelable et une autre d'origine renouvelable.
- Diminuer de moitié la partie d'énergie primaire non renouvelable.
- Réduire de moitié les émissions de gaz à effet de serre.

Le tableau ci-dessous, résume la situation énergétique actuelle de la commune en 2016.

Energie primaire [GWh/an]			
Actuel 2016	Totale	Non renouvelable	Emissions de GES [ktCO ₂ eq./an]
	479	299	68.5

Tableau 8 : Bilans énergétiques globaux en 2016

Le tableau ci-dessous représente les indicateurs de la société à 2000 watts calculés pour l'année 2016, qui sont mis en relation avec les objectifs intermédiaires à atteindre à l'horizon 2030-2035.

Indicateurs de la société à 2000 watts	Valeur 2016 par habitant	Objectif 2030 ³²
Energie primaire	1'744 W/hab.	-33%
Energie primaire non renouvelable	1'088 W/hab.	-50%
Emissions de gaz à effet de serre	2.2 tCO ₂ eq./hab.	-50%

Tableau 9 : Situation 2016 (31'359 hab.) et atteinte des objectifs de la Société à 2000 watts

2 MÉTHODOLOGIE DE SCÉNARISATION

L'approche par scénario permet à la planification énergétique de donner une vision détaillée de l'approvisionnement énergétique à moyen-long terme. Le scénario est établi en deux étapes, comme présenté à la Figure 69 :

- La première étape consiste à simuler les besoins énergétiques futurs en fonction de paramètres d'évolution urbaine.
- La deuxième étape consiste à établir des concepts énergétiques spatialisés par zone permettant de satisfaire les besoins calculés lors la première phase. Ces concepts intègrent des solutions d'approvisionnement favorisant autant que possible les ressources renouvelables locales disponibles tout en proposant un éventail de solution techniques possible et en identifiant les opportunités du territoire.

³² Par rapport aux valeurs de 2005, étant donné qu'il n'y a pas de référence sur les indicateurs de la société à 2000 watts entre 2005 et 2016. Les objectifs de la société à 2000 watts **calculés en 2035 ont été rapportés à l'année 2030** pour être en adéquation avec l'horizon temporel de la révision du PDCOM.

Le scénario retenu puis développé dans la suite de l'étude, utilise les résultats de la partie du rapport sur « la définition d'un projet de planification énergétique », selon les trois niveaux de définition des stratégies :

- **Axe 1 – Réduction et maîtrise des consommations énergétiques**
 - Assainissement thermique des bâtiments.
 - Objectif de taux de rénovation.
 - Réduction de la demande envisageable à différents horizons temporels.
- **Axe 2 – Valorisation des ressources renouvelables (géothermie/ aérothermie/solaire/ rejets thermiques/ réseaux existants) et substitution des énergies fossiles**
- **Axe 3 – Développement des réseaux thermiques**

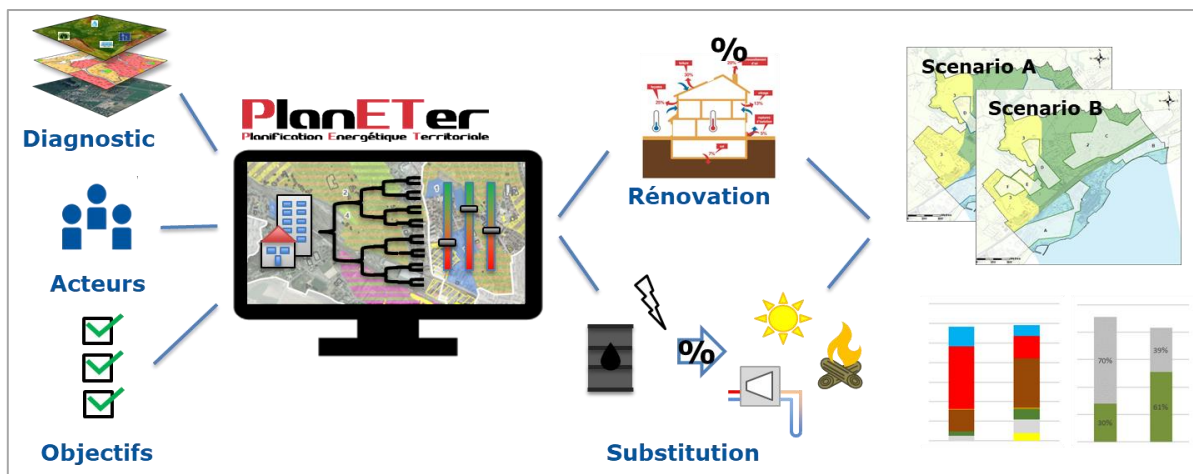


Figure 69 : Représentation schématique de la méthode de scénarisation

3 SCÉNARIO ÉNERGÉTIQUE 2030 RETENU ET BILANS

Une synthèse des résultats de la stratégie énergétique 2030 pour le scénario retenu est présentée ci-après, autour des 3 axes structurants. L'ANNEXE 14 présente le bilan énergétique 2030 des besoins de chaleur pour chaque zone énergétique, comparé à l'année 2016 sous forme de graphiques et tableaux.

3.1 AXE 1 – MAITRISE DES BESOINS 2030

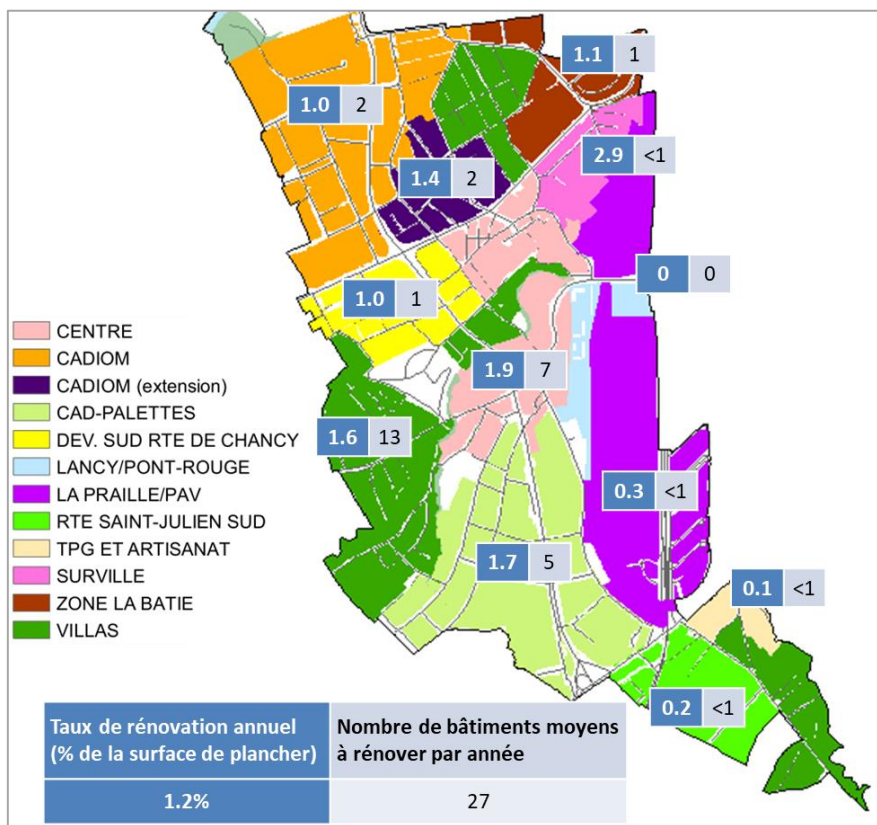


Figure 70 : Impact de la maîtrise des besoins liée à la rénovation en 2030 par zone

3.2 AXE 1 – DEVELOPPEMENT URBAIN 2030

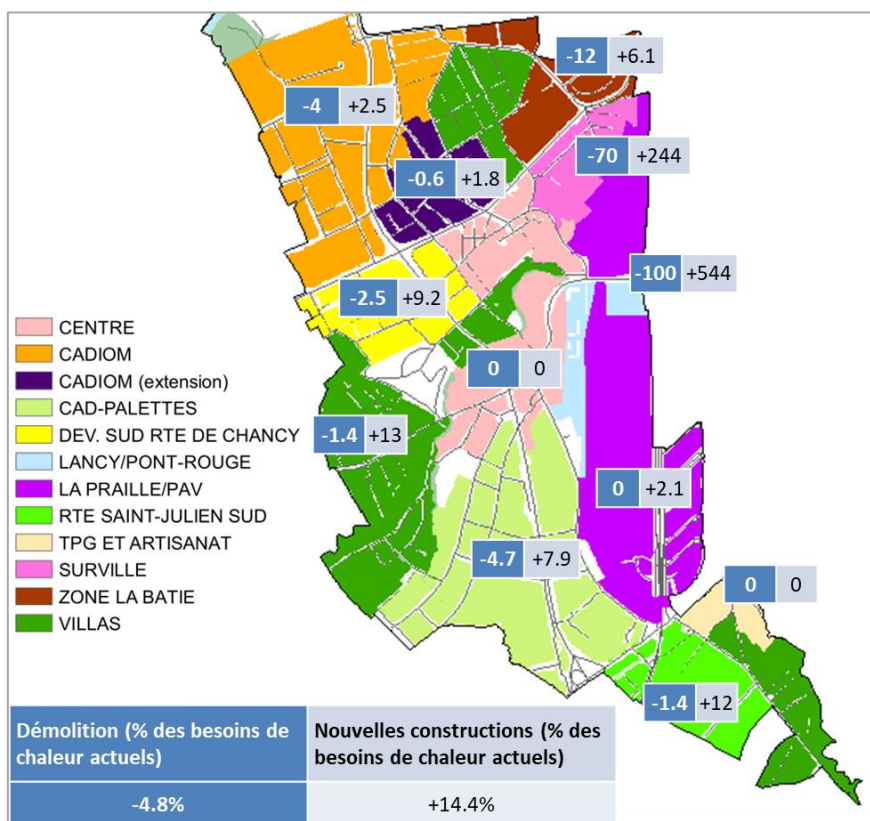


Figure 71 : Impact de la maîtrise des besoins liée à la démolition et nouvelles constructions en 2030 par zone

3.3 AXE 2 – DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES (SUBSTITUTION FOSSILE)

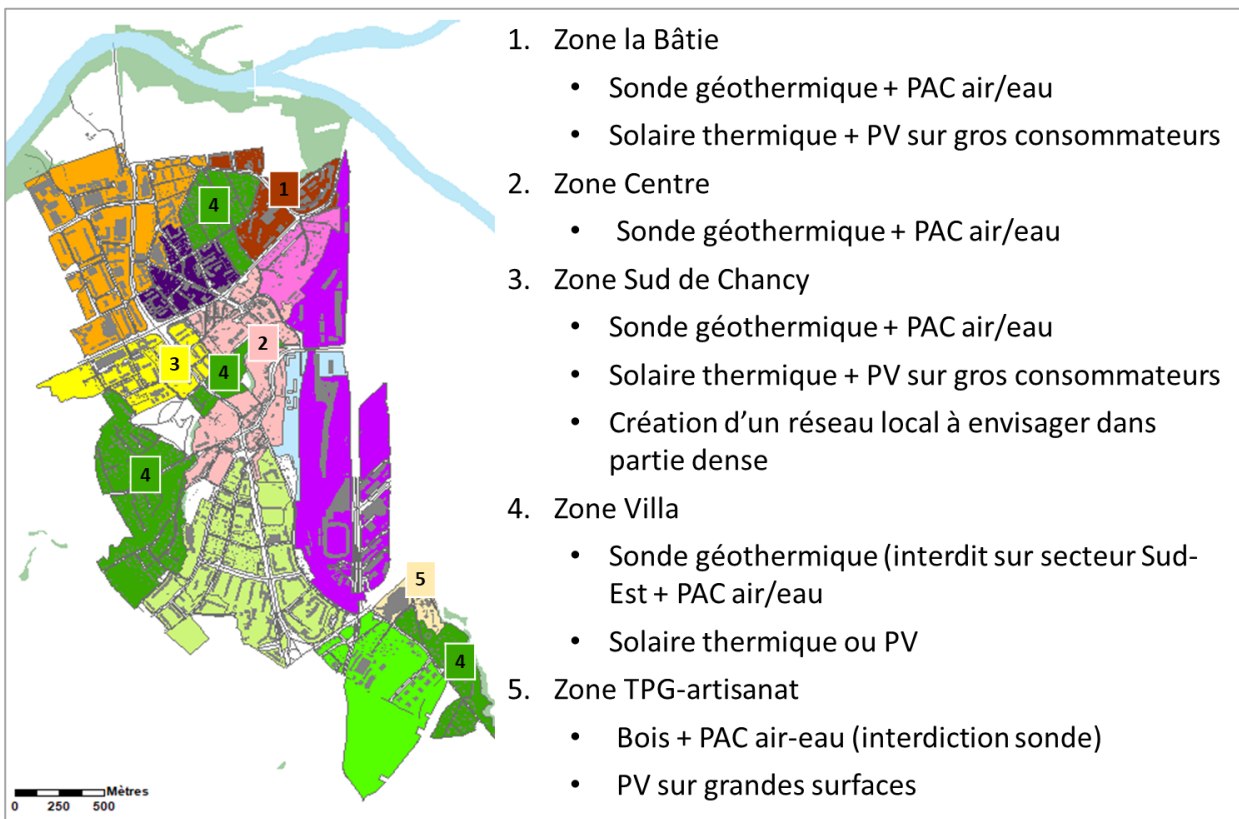
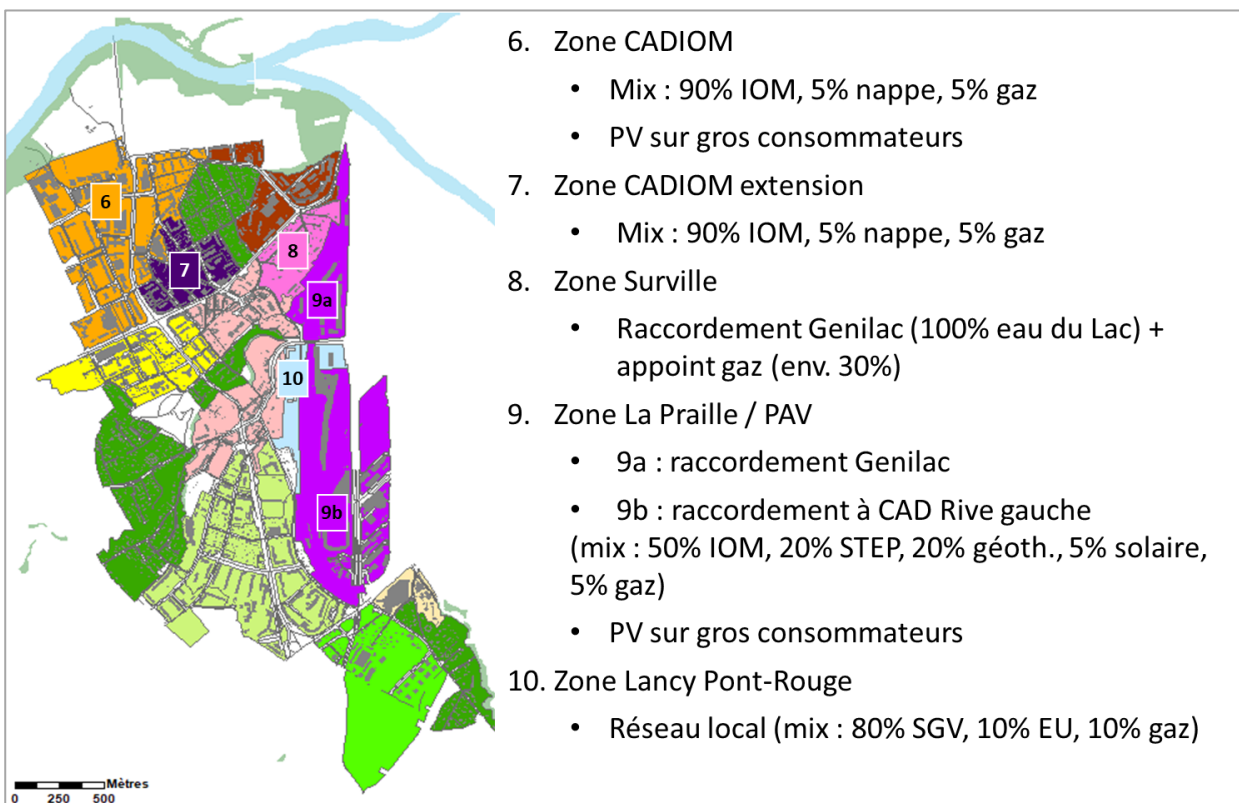


Figure 72 : Développement des énergies renouvelables décentralisées en 2030 par zone

3.4 AXE 3 – DEVELOPPEMENT DES INFRASTRUCTURES ENERGETIQUES



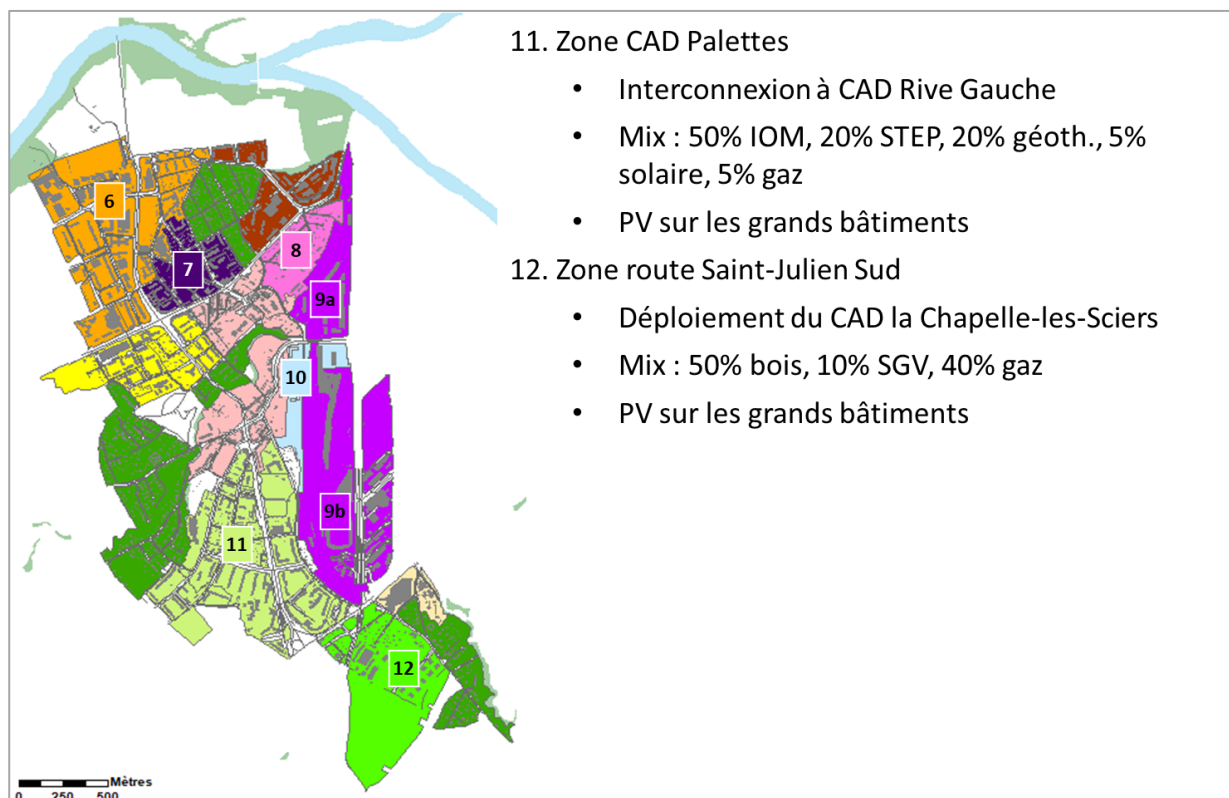


Figure 73 : Développement des infrastructures énergétiques en 2030 par zone

Une analyse multicritère des opportunités d'infrastructures énergétiques selon 5 catégories d'analyse et 3 degrés d'analyse a été réalisée sur 7 sous-secteurs de la Commune. Les résultats sont disponibles en ANNEXE 15.

3.5 BILAN 2030

Ce chapitre présente la synthèse des approvisionnements prévus pour les besoins de chaleur et d'électricité en 2016 et à l'horizon 2030 sous forme de tableaux, de graphiques et de cartes. L'énergie primaire renouvelable et non renouvelable sont aussi caractérisées.

3.5.1 SYNTHÈSE CHALEUR

Besoins de chaleur totaux selon source	Actuels 2016 [MWh/an]	Actuels 2016 [en %]	Scénario 2030 [MWh/an]	Scénario 2030 [en %]
Solaire	804	0.3%	4'717	1.9%
PAC air/eau	1'914	0.8%	15'486	6.3%
SGV	1'882	0.8%	20'938	8.5%
Nappe	0	0.0%	1'919	0.8%
Geoth. moy. prof.	0	0.0%	6'756	2.8%
Geoth. prof.	0	0.0%	0	0.0%
Eaux surf.	0	0.0%	8'070	3.3%
Chaleur EU STEP	0	0.0%	7'326	3.0%
PAC rejets thermiques	0	0.0%	0	0.0%
Bois	1'765	0.7%	5'244	2.1%
IOM	32'657	13.2%	53'519	21.8%
Import gaz	119'501	48.3%	82'963	33.8%
Import mazout	87'179	35.2%	37'689	15.4%

Besoins de chaleur totaux selon source	Actuels 2016 [MWh/an]	Actuels 2016 [en %]	Scénario 2030 [MWh/an]	Scénario 2030 [en %]
Chauf. élec	1'846	0.7%	738	0.3%
Total	247'547	100.0%	245'364	100.0%
Part réseaux thermiques	38'057	15.4%	99'492	41%

Tableau 10 : Résumé des besoins et approvisionnements de chaleur actuels (2016) et simulés (2030)

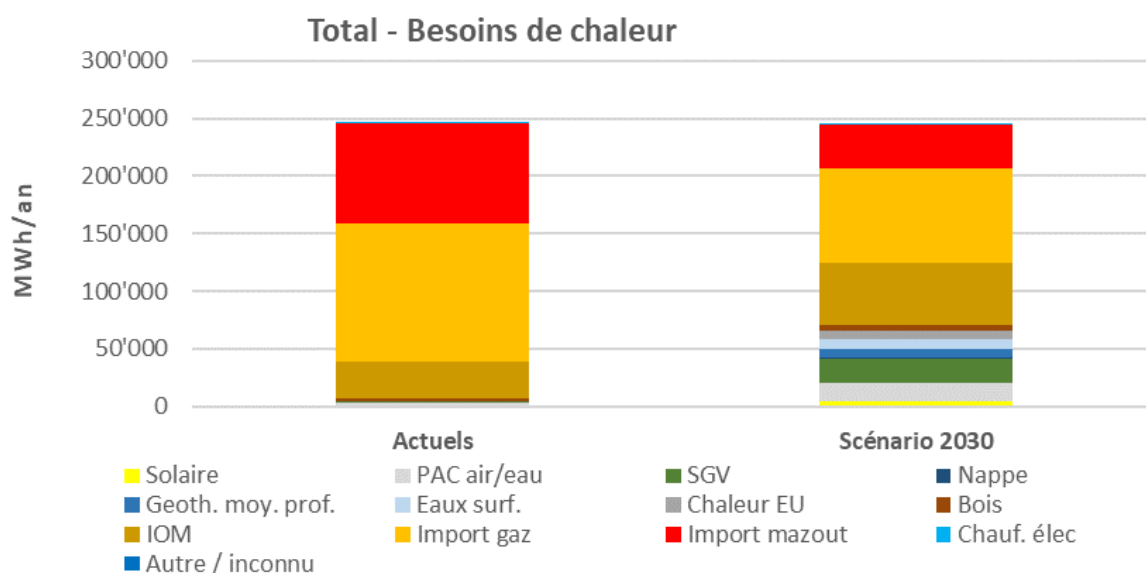


Figure 74 : Besoins et approvisionnement en chaleur – 2016 vs. 2030

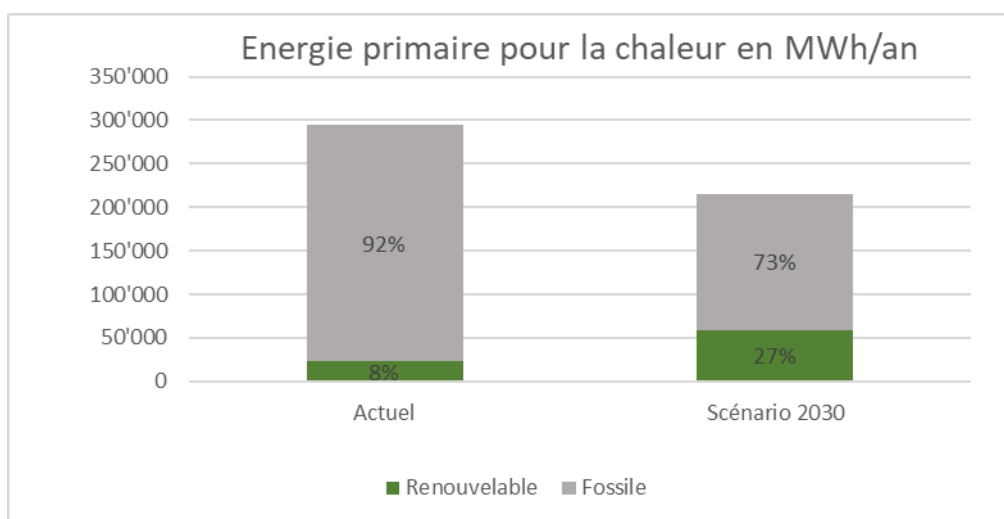


Figure 75 : Energie primaire renouvelable et fossile en chaleur – 2016 vs. 2030

3.5.2 SYNTHÈSE ÉLECTRICITÉ

Besoins en électricité en MWh/an	Actuels 2016	En %	Approv. actuel	En %	Scénario 2030	En %	Approv. 2030	En %
Hors chaleur	143'115	99.3%			157'430	96.2%		
Chauffage électrique	671	0.5%			285	0.2%		
PAC	273	0.2%			5'851	3.6%		
Solaire photovoltaïque			1'307	0.9%			21'096	12.9%
Import élec. renouvelable			142'752	99.1%			142'470	87.1%
TOTAL	144'059	100%	144'059	100%	163'566	100%	163'566	100%

Tableau 11 : Résumé des consommations et des productions électriques actuelles (2016) et simulées (2030)

La quantité d'énergie solaire photovoltaïque consommée en 2030 correspond à ~35% du potentiel total identifié.

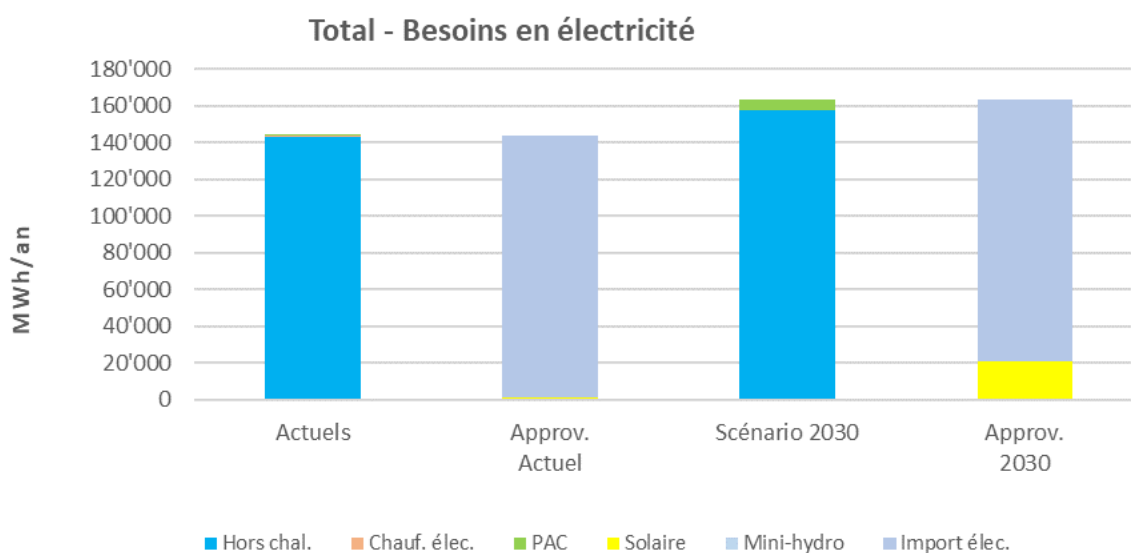


Figure 76 : Besoins et approvisionnement en électricité – 2016 vs. 2030

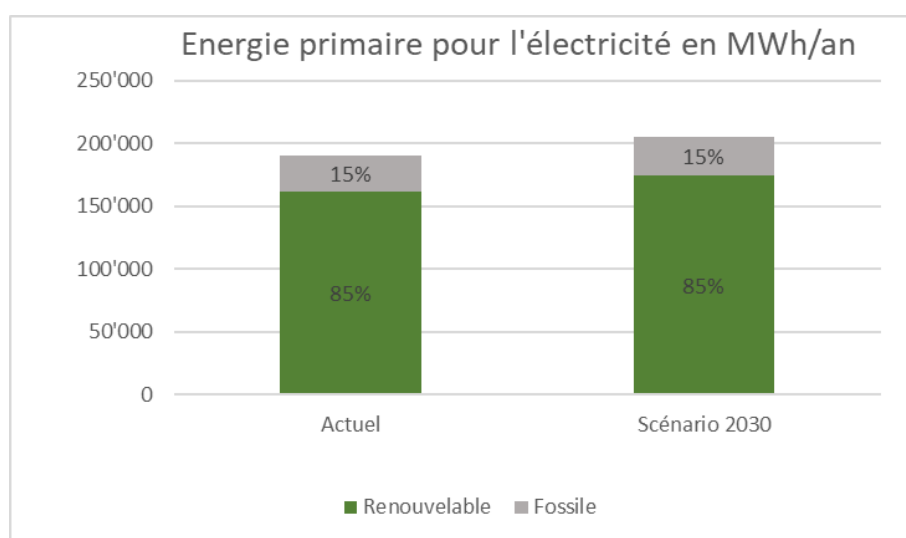


Figure 77 : Energie primaire renouvelable et fossile en électricité – 2016 vs. 2030

3.5.3 BILAN 2030 DES INDICATEURS DE LA SOCIÉTÉ À 2000 WATTS

Le tableau ci-dessous, résume la situation énergétique de la commune selon le scénario 2030 évalué.

Actuel 2016	Energie primaire [GWh/an]		Emissions de GES [ktCO ₂ eq./an]
	Totale	Non renouvelable	
	421	188	43.3

Tableau 12 : Bilans énergétiques globaux en 2030

Le tableau ci-dessous représente les indicateurs de la société à 2000 watts calculés pour le scénario 2030, qui sont mis en relation avec les objectifs intermédiaires à atteindre à l'horizon 2030-2035.

Indicateurs de la société à 2000 watts	Valeur 2030 par habitant	Réduction	Objectif 2030 ³³
Energie primaire	1'176 W/hab.	-32%	-33%
Energie primaire non renouvelable	524 W/hab.	-52%	-50%
Emissions de gaz à effet de serre	1.1 tCO ₂ eq./hab.	-52%	-50%

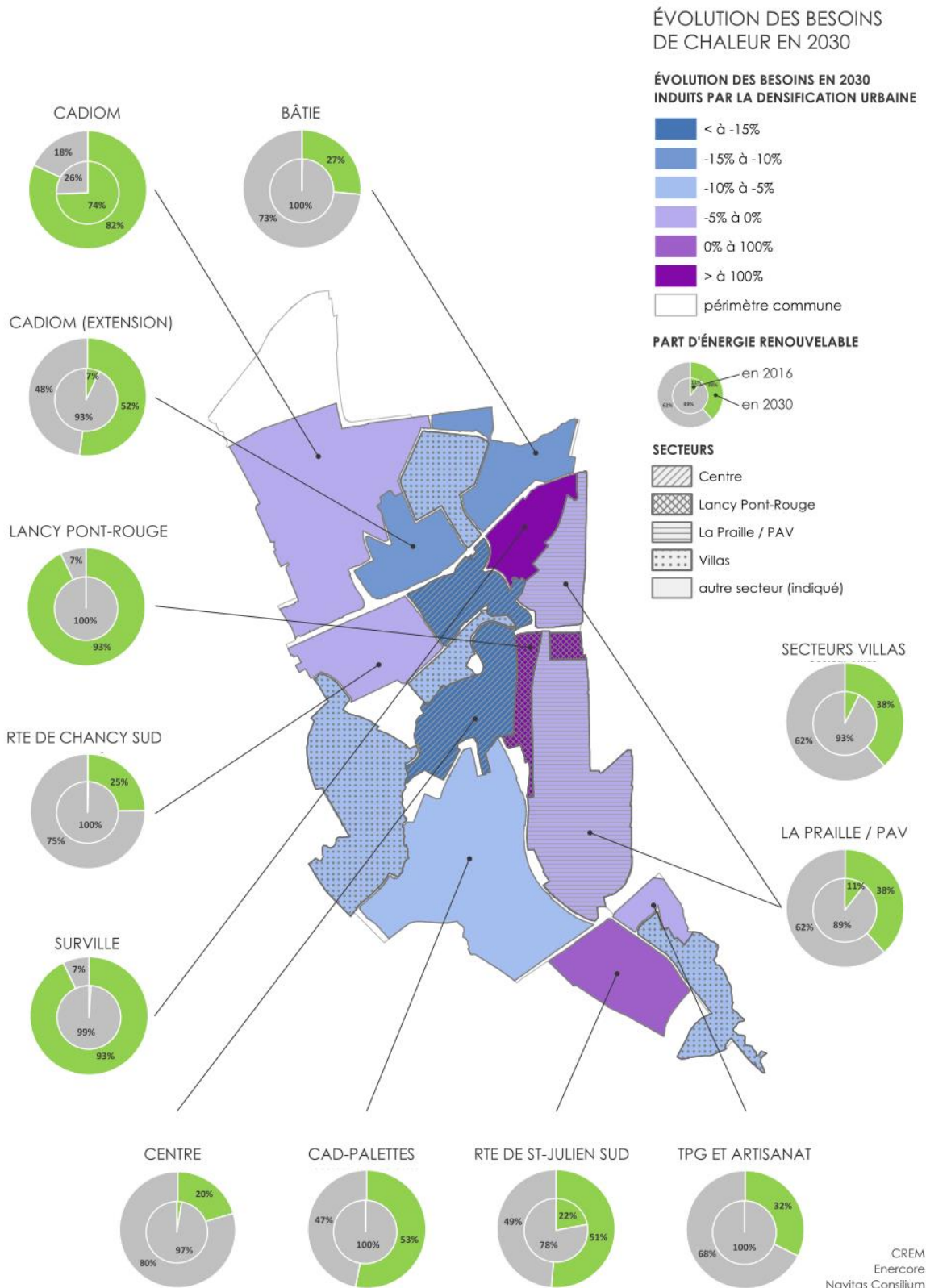
Tableau 13 : Situation 2030 (40'859 hab³⁴.) et atteinte des objectifs de la Société à 2000 watts

En appliquant le scénario 2030 développé lors de cette étude, la commune de Lancy atteindrait les objectifs de la société à 2000 watts pour l'horizon 2030-2035.

La carte ci-après montre par zone, les parts (en %) d'énergie fossile et renouvelable utilisées pour couvrir les besoins de chaleur en 2016 (camembert intérieur) et l'objectif en 2030 (camembert extérieur) en tenant compte des stratégies proposées dans le Plan Directeur des Energies. L'évolution des besoins de chaleur en % de 2016 à 2030 est aussi représenté par zone. L'important renouvellement urbain, dans les secteurs Surville ainsi que Lancy Pont-Rouge et route de st-julien sud, a pour effet d'augmenter significativement les besoins de chaleur de ces secteurs par rapport à 2016.

³³ Par rapport aux valeurs de 2005, étant donné qu'il n'y a pas de référence sur les indicateurs de la société à 2000 watts entre 2005 et 2016. Les objectifs de la société à 2000 watts **calculés en 2035 ont été rapportés à l'année 2030** pour être en adéquation avec l'horizon temporel de la révision du PDCom.

³⁴ Selon le PDCom 2030 : 9'500 habitants en plus.



La carte ci-après montre, par zone, les objectifs en 2030 de répartition (en %) de l'énergie solaire et des autres énergies utilisées pour la production d'électricité consommée sur le territoire de Lancy. Cet objectif est lié à la poursuite du déploiement de panneaux photovoltaïques sur les toitures (notamment celles des grands bâtiments). La récente nouvelle réglementation cantonale d'application de la loi sur l'énergie en matière de photovoltaïque n'a pas pu être prise en compte dans les objectifs 2030.

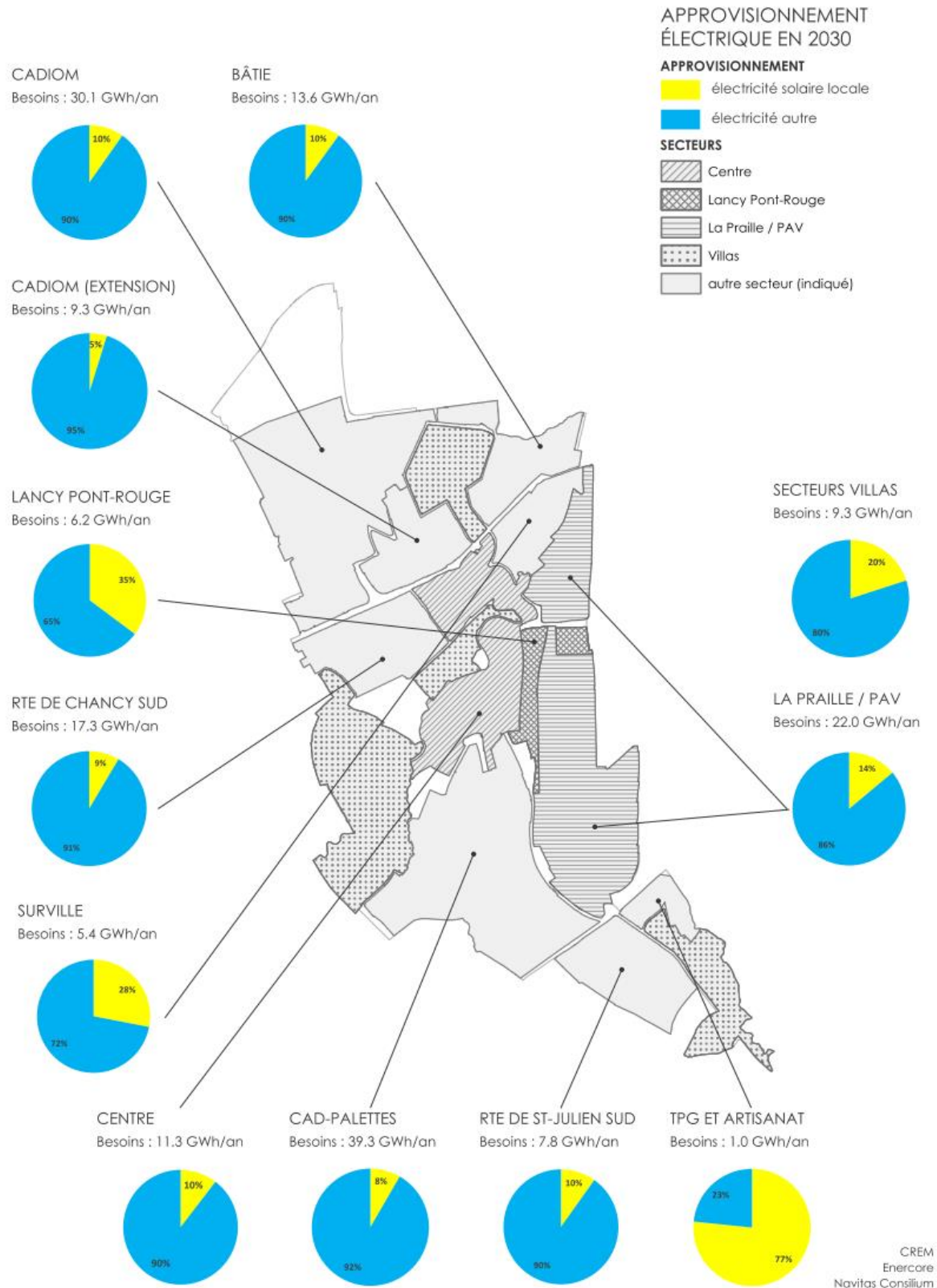


Figure 79 : Approvisionnement électrique en 2030 par zone

4 ANALYSE D'OPPORTUNITÉS D'INFRASTRUCTURES UTILISANT LA GÉOTHERMIE HYDROTHERMALE (RESSOURCE NON RETENU DANS LE SCÉNARIO 2030)

Le projet de planification énergétique, présenté dans la Partie C :, propose dans plusieurs zones de s'orienter vers la réalisation d'infrastructures thermiques centralisées locales, utilisant sur place la géothermie et possiblement l'hydrothermie (sur nappe phréatique voir sur aquifère). Certaines de ces opportunités, non retenues dans le scénario 2030, potentiellement porteuses d'enjeux pour la Commune, sont analysées dans ce qui suit.

L'analyse repose à ce stade sur des hypothèses de présence d'un potentiel hydrothermal dans la partie Nord de la Commune (voir explications Partie C :2). Afin de pouvoir faire des évaluations énergétiques chiffrées, les hypothèses de débit et température de pompage suivantes sont utilisées (à partir de sources de données du programme GEO 2020). Pour la géothermie sur aquifère, il est supposé uniquement la mise en œuvre de pompage sur la couche du crétacé (à 600 m).

- Nappe du Rhône
 - Débit = 5 l/s - 10 l/s - 15 l/s
 - Tsource = ~ 14°C
 - Tréinjection = 9°C
- Aquifère du Crétacé – prof. 600 m
 - Débit = 10 - 40 l/s
 - Tsource = ~ 30°C
 - Tréinjection = 15°C

La Figure 80 montre la localisation des 5 secteurs retenus pour l'analyse des infrastructures.

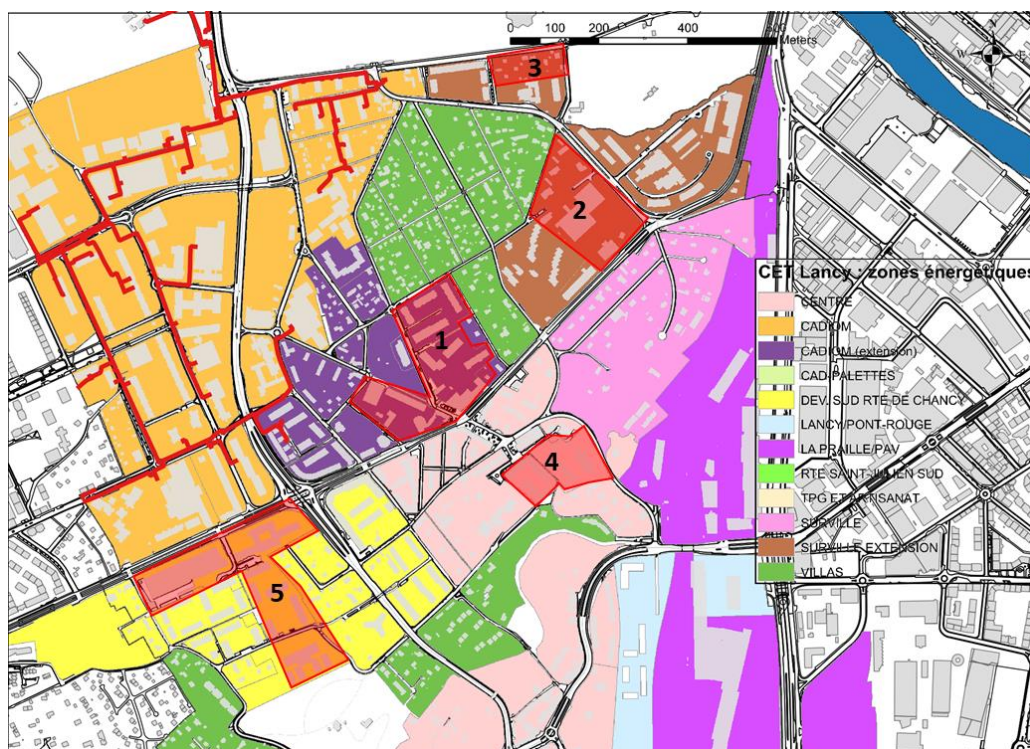


Figure 80 : Secteurs d'analyse d'infrastructures énergétiques

Le Tableau 14 décrit les infrastructures analysées.

Secteur	Zone énergétique correspondante	Infrastructure
1. logements/école petit-Lancy/salle communale	Zone CADIOM extension	Réseau de chaleur de quartier alimenté par PAC sur nappe phréatique, voire sur aquifère.
2. P&G*/claire-vue/logements	Zone la Bâtie	Réseau thermique d'échange chaud/froid entre bâtiment P&G et les logements avec apport nappe phréatique
3. PLQ (marbriers) - logements	Zone la Bâtie	Réseau de chaleur de quartier alimenté par PAC sur nappe phréatique
4. logements/EMS	Zone centre (Nord)	Réseau de chaleur de quartier alimenté par PAC sur nappe phréatique
5. activités/logements/collège	Zone sud Route de Chancy	Réseau de chaleur de quartier alimenté par PAC sur nappe phréatique, voire sur aquifère.

Tableau 14 : Description des infrastructures énergétiques analysées (*Procter&Gamble)

Les principes synoptiques de fonctionnement des infrastructures proposées dans le Tableau 14 sont décrits de façon simplifiée dans les figures suivantes : production de chaleur uniquement (Figure 81) ou production combinée de chaud et de froid (Figure 82) par échange thermique entre les besoins en chaleur de certains consommateurs (généralement logements) et les besoins en froid d'autres consommateurs (généralement bâtiments d'activités gros consommateurs).

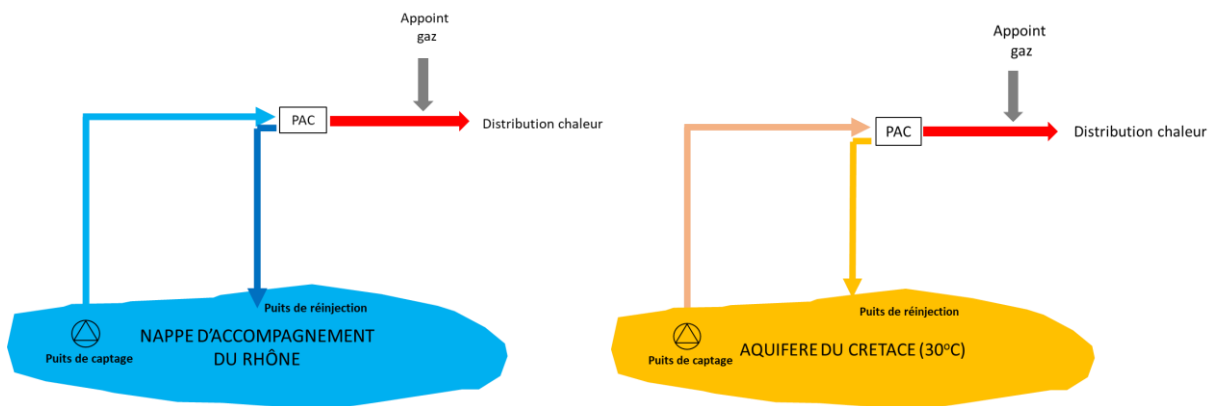


Figure 81 : Synoptique pour production de chaleur avec nappe phréatique ou aquifère – secteurs 1, 3, 4, 5

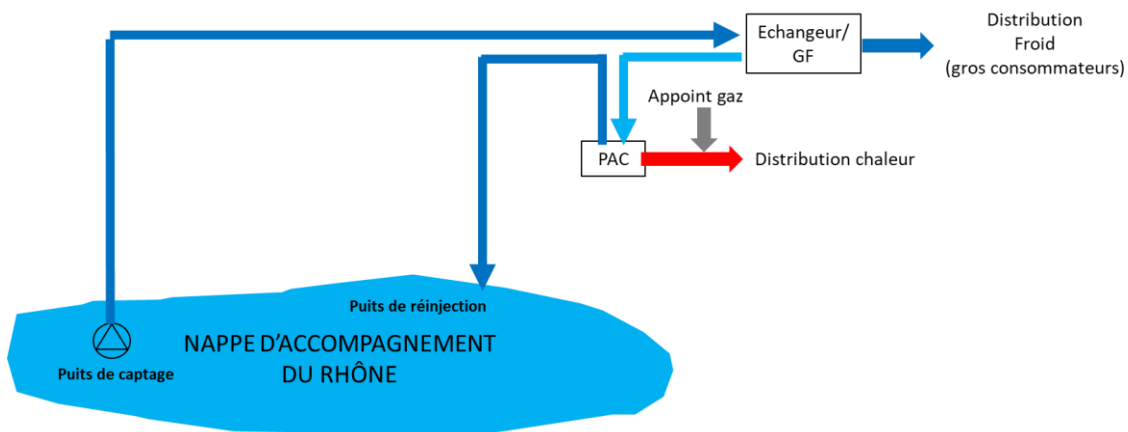


Figure 82 : Synoptique production combinée chaud/froid avec nappe phréatique – secteur 2

Une évaluation des performances énergétiques des infrastructures envisagées pour les secteurs 1, 3, 4, 5, a été faite en tenant compte de éléments suivants :

- La structure des besoins en chaleur et des températures de chauffage requises selon l'âge des bâtiments.
- Des hypothèses de potentiels des ressources hydrothermales présentées précédemment.
- Un profil horaire de demande.
- Un rendement des PAC (COP) ajusté selon les niveaux de température à produire et de la source.

Concernant le secteur 2, pour lequel une production combinée chaud/froid est envisagée, aucune évaluation valable n'est possible car les données sur les besoins en froid sont trop imprécises. On peut toutefois supposer que le bâtiment de Procter & Gamble abritant un centre de données, ses rejets thermiques liés à la production de froid sont probablement très conséquents en regard des besoins des logements à proximité.

Le Tableau 15 donne une synthèse des résultats ; on constate que pour certains secteurs (3 et 4), il est nécessaire d'envisager une ressource sur aquifère afin d'obtenir une part de chaleur fournie par la PAC supérieure à 50%.

Secteur	Nappe phréatique		Aquifère	
	Débit - puissance de la ressource	Part chaleur PAC au condenseur	Débit - puissance de la ressource	Part chaleur PAC au condenseur
1	15 l/s – 315 kW	35%	10 l/s - 627 kW	60%
3	5 l/s – 105 kW	80%		
4	10 à 15 l/s – 210 à 315 kW	55% à 70%		
5	15 l/s – 315 kW	38%	10 l/s - 627 kW	62%

Tableau 15 : synthèses des performances énergétiques calculées – secteurs 1, 3, 4, 5

Les résultats détaillés des évaluations sont donnés sous forme d'histogrammes dans l'**ANNEXE 16**.

Partie E : MISE EN ŒUVRE ET SUIVI

1 PLAN D'ACTION

Le programme d'action proposé dans ce Plan Directeur des Energies pour la Ville de Lancy s'articule autour de 4 axes stratégiques :

- Axe 1. Réduction et maîtrise des consommations énergétiques
- Axe 2. Valorisation des ressources renouvelables et substitution des énergies fossiles
- Axe 3. Développement des réseaux thermiques
- Axe 4. Information et suivi de la politique énergétique communale

Il comprend des fiches actions de mise en œuvre avec des mesures spécifiques qui peuvent être consultées en détail en **ANNEXE 17**. Sur la base d'un listing de plusieurs actions possibles, 8 actions ont été sélectionnées par le Groupe de travail pour y être développé.

Les fiches actions constituent la procédure à suivre pour la réalisation d'une mesure. Ces fiches incluent les éléments suivants :

1. Le nom de l'action de la fiche, l'axe concerné et les instances responsables de la mettre en œuvre.
2. Les domaines Cité de l'énergie concernés.
3. Le constat / motif ayant mené à la réalisation de la fiche action et la description de l'action en elle-même.
4. Les zones énergétiques / limites spatiales concernées (si applicable).
5. Les objectifs énergétiques, impacts CO₂ (voir environnementaux) et l'échéance temporelle de l'action.
6. Les étapes de mise en œuvre comprenant les acteurs impliqués, le niveau d'intervention de la Commune, une proposition de calendrier, les prérequis si applicables, voir si possible les coûts associés (humains/financiers).
7. Les impacts attendus des acteurs concernées par l'action.
8. La vérification de l'atteinte de l'action et les indicateurs de suivi à élaborer.
9. Les autres actions liées à cette fiche ainsi que des exemples similaires de réalisation d'autres communes.
10. L'état de réalisation de la fiche et les mesures conservatoires recommandées
 - « Réglée » : réalisation possible sans incertitudes ;
 - « En cours » : opportunité établie mais incertitudes à lever ;
 - « Information préalable » : grandes incertitudes pouvant mener à des irréversibilités.

1.1 AXE 1 - REDUCTION ET MAITRISE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

La réduction et la maîtrise des consommations énergétiques sont le premier pilier de toute stratégie énergétique car toute énergie qui n'est pas consommée n'est pas à produire. Pour cet axe, il est possible d'utiliser deux leviers d'actions : la rénovation thermique des bâtiments et l'amélioration de l'efficacité des installations techniques et des appareils.

L'objectif en termes de réduction des besoins de chaleur par la rénovation est de 25 GWh soit 10% des besoins de 2016. A ceci s'ajoute le renouvellement urbain et les futures constructions qui devraient engendrer 23 GWh de besoins de chaleur supplémentaires par rapport à 2016. Au final, les besoins de chaleur globaux 2030 devraient légèrement diminuer, tout en considérant une augmentation significative de la population.

Fiche action développée dans le cadre de l'axe 1

- **Fiche action n°1** : Favoriser la rénovation énergétique du parc immobilier au travers du programme d'accompagnement des décideurs immobiliers Lancy-Rénove

1.2 AXE 2 - VALORISATION DES RESSOURCES RENOUVELABLES ET SUBSTITUTION DES ENERGIES FOSSILES

Le deuxième grand axe stratégique est lié à la production locale d'énergie renouvelable. Il est en effet essentiel d'assurer un approvisionnement énergétique local afin de le diversifier et d'assurer une plus grande part d'autonomie. De plus, la plupart des énergies renouvelables ne sont exploitables que localement ou régionalement.

Le développement des filières renouvelables est donc essentiel pour l'atteinte d'objectifs énergétiques tels que la Société à 2'000 Watts et permet par ailleurs, le développement de l'économie locale. Ainsi, dans le Plan Directeur des Energies communal une analyse ressource par ressource a été menée afin de déterminer lesquelles devaient

être privilégiées de manière spatiale et quantitative. La réduction de l'utilisation des ressources fossiles a également été chiffrée afin d'atteindre les objectifs fixés.

Les ressources considérées et les niveaux d'exploitation visés (en termes des besoins à couvrir en 2030) sont donnés dans le tableau ci-contre.

Ressources	Chaleur	Electricité	Remarques
Rejets thermiques	53 GWh (21%)	-	Essentiellement issus de l'incinération des ordures ménagères via CADIOM
Géothermie faible prof.	21 GWh (8.5%)	-	Installations individuelles ou petits réseaux
Géothermie moyenne prof.	7 GWh (3%)	-	Par l'intermédiaire du CAD rive-gauche
Air ambiant	15 GWh (6%)	-	Installations individuelles
Eaux de surface	8 GWh (3%)	-	Par l'intermédiaire du réseau Génilac
Eaux souterraines	2 GWh (1%)	-	Le potentiel pourrait être plus important mais la connaissance du sous-sol doit être améliorée.
Solaire	5 GWh (2%)	21 GWh (13%)	

Tableau 16 : Ressources utilisées et quantités valorisées en 2030

Fiches actions développées dans le cadre de l'axe 2

- **Fiche action n°2** : Substituer les chaudières au mazout par une alternative majoritairement renouvelable, comme les ressources locales renouvelables ou le raccordement à un réseau thermique.
- **Fiche action n°3** : Encourager l'utilisation décentralisée des ressources locales et renouvelables pour les besoins thermiques : solaire thermique, géothermie à faible profondeur, hydrothermie (sur nappe phréatique) et aérothermie.
- **Fiche action n°4** : Développer la production solaire photovoltaïque et l'autoconsommation, principalement sur les toitures des grands bâtiments et des gros consommateurs.

1.3 AXE 3 - DEVELOPPEMENT DES RESEAUX ENERGETIQUES

Ce 3^{ème} axe vise le développement des réseaux thermiques à basse ou haute température, alimentés en priorité par des énergies renouvelables et par des sources de chaleur non émettrices de polluants atmosphériques, dans les zones à forte densité énergétique.

Le scénario retenu vise à couvrir plus de 40% des besoins de chaleur via des réseaux thermiques en 2030 contre un peu plus de 15% en 2016.

Fiches actions développées dans le cadre de l'axe 3

- **Fiche action n°5** : Promouvoir et accompagner le déploiement des réseaux thermiques d'échelle cantonale sur le territoire de Lancy, sous l'égide des SIG.
- **Fiche action n°6** : Accompagner le développement de réseaux thermiques locaux dans les secteurs non compris dans le Plan directeur des énergies de réseaux (PDER) du Canton.

1.4 AXE 4 - INFORMATION ET SUIVI DE LA POLITIQUE ENERGETIQUE COMMUNALE

Afin de pouvoir développer les autres axes mais aussi d'atteindre les objectifs énergétiques et climatiques communaux fixés, ce pilier développe les actions d'information aux différents publics cibles (population ou entreprises). La Ville de Lancy entreprend déjà plusieurs mesures d'information et de sensibilisation, il s'agit là de continuer ces démarches et d'utiliser de nouveaux moyens d'information afin de les faire adhérer à la politique énergétique ambitieuse de la Ville de Lancy.

Le suivi de la politique énergétique est aussi un des éléments importants de cet axe afin que la Ville de Lancy puisse adapter et faire évoluer les mesures en fonction des indicateurs de suivi mis en place et de l'avancement de l'atteinte des objectifs.

Fiches actions développées dans le cadre de l'axe 4

- **Fiche action n°7** : Informer et sensibiliser la population et systématiquement les jeunes aux enjeux énergétiques. Pour une école, viser la certification « École de l'énergie », portée par l'association Cité de l'énergie, qui serait la 1^{ère} certification d'une commune sur le Canton de Genève. Cette distinction est accordée aux écoles qui intègrent les thèmes de l'énergie dans toutes les activités du centre scolaire en intégrant tous les acteurs à leur programme scolaire de manière approfondie et en continu.
- **Fiche action n°8** : Faire évoluer le Plan Directeur des Energies par l'ajout de nouvelles données (potentiel de rejets thermiques, résultat du programme Géothermie 2020, etc.) et le mettre à jour périodiquement.

2 PROPOSITION DE PLAN DE SUIVI

Les indicateurs à suivre pour vérifier la bonne atteinte des objectifs à l'horizon 2030 sont déclinés dans chaque fiche action, dans un chapitre dédié. Il existe des indicateurs quantitatifs et qualitatifs. Ils sont consultables en **ANNEXE 17**.

Le plan de suivi pourrait prendre la forme d'un fichier Excel ou il est possible de suivre autant les dossiers énergétiques des nouvelles constructions ou pour de la rénovation énergétique, que les changements d'agents énergétiques. Etant donné que c'est SIG eco-21 qui gère les subventions cantonales, il sera nécessaire de définir des canevas et de valider les données qu'ils peuvent mettre à disposition de la Commune pour suivre sa politique énergétique.

Voici un exemple de canevas à mettre en œuvre.

n°	Adresse bâtiment	Nom Prénom	Téléphone	Adresse email	Quelle numéro d'action	Généralité sur le bâtiment				
						Année bâtiment	Type de bâtiment	Gestion bâtiment	metres carrés chauffés	Nbr de pièces chauffées
							[maison, immeuble, autre]	[privé; PPE; autre]	[m ²]	

Système de production de chaleur				Rénovation ¹					Savez-vous combien vous consommez ?		Avec-vous des panneaux solaires ?		Remarques, compléments donnés par le propriétaire
Agent énergétique (AE) ²	De quand votre système de chauffage	Système d'appoint? (cheminée, électrique)	Comment est produite votre eau chaude	Travaux sur votre enveloppe? [oui; non] ou année	Fê	Fa	Co	SS	Conso.	Unité	Solaire thermique	Solaire PV	
											[oui; non] ou les m2	[oui; non] ou les m2	

Figure 83 : Exemple de canevas à mettre en place pour suivre les actions

BIBLIOGRAPHIE

- Acau architecture SA. (2018). Révision du Plan Directeur Communal de Lancy.
- Association des entreprises électriques suisses. (2013). Electricité géothermique.
- Borel, L. (1991). Thermodynamique et énergétique, Volume I. Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Bundesamt für Energie. (2014). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2013 nach Verwendungszwecken.
- CSD Ingénieurs, Genève. (2013). Plan directeur de quartier « Praille-Acacias-Vernets », concept énergétique territorial.
- Corealis et Dropstone. (2017). Etude d'opportunité Secteur St Jean-Lancy-Onex, nappe du Rhône.
- EnDK. (2014). Modèle de prescriptions énergétiques des cantons.
- Energy Sàrl. (2017). Concept énergétique territorial PLQ Acacias 1, Etat de Genève – Direction PAV.
- Girardin et al. (2009). EnerGis: A geographical information-based system for the evaluation of intergrated energy.
- OFEN. (2014). Loi sur l'énergie.
- OFEN. (2015). Utilisez l'énergie de vos déchets !
- ODEN. (2016). Stratégie énergétique 2050.
- OFEN. (2017). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2016 nach Verwendungszwecken.
- OFS. (2015). 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>
- PLCO. (2015). CAD FRICAD. Récupéré sur PLCO - Pipelines Constructions SA: <http://www.plco.ch/fr/references/reseaux-de-chauffage-climatisation-a-distance/20-cad-fricad>
- SIG. (2018-2019). Responsable de projets, Bertrand Giet et Jad Houry
- Société suisse des ingénieurs et des architectes. (2010). SIA 384/6:2010 - Sondes géothermiques.
- République et Canton de Genève. (2017). Plan Climat Cantonal volet 1 et 2.
- République et Canton de Genève. (2016). Stratégie de protection de l'air 2030.
- République et Canton de Genève. (2018). Plan de mesures OPair 2018-2023.

ANNEXES

Le listing des annexes est présenté ci-après. L'ensemble de ces dernières est disponible dans un document séparé du présent rapport, au vu du contenu volumineux.

ANNEXE 1 : Aides financières fédérales et cantonales avec les conditions d'octroi

ANNEXE 2 : Concept société 2'000 watts

ANNEXE 3 : Entreprises / établissements avec plus de 50 employés et cartographie de ces entreprises

ANNEXE 4 : Cartes produites pour l'analyse socio-économique

ANNEXE 5 : Méthodologie complémentaire de prise en compte des acteurs, appliquée sur les zones énergétiques Centre et Sud route de Chancy, mandat OCEN

ANNEXE 6 : Synthèse des besoins et consommations énergétiques actuels (énergie utile, finale et primaire, ainsi qu'émissions GES en résultant), détaillés par agent énergétique

ANNEXE 7 : Cartes des caractéristiques énergétiques des bâtiments et des besoins de chaleur

ANNEXE 8 : Cartes des ressources et cartes complémentaires scénario 2030

ANNEXE 9 :

Hypothèses de calcul / explications développées par Navitas Consilium SA

Descriptif des concepts énergétiques majeurs et/ou novateurs^{xxxiii}

Facteurs KBOB

ANNEXE 10 : Paramètres des projets de développement urbain

ANNEXE 11 : Paramètres du scénario 2030

ANNEXE 12 : Paramètres de simulation par secteur

ANNEXE 13 : Résultats détaillés de la définition de la stratégie énergétique des zones et des secteurs par axe (ou niveau) sous la forme d'un tableau synthétique

ANNEXE 14 : Bilan énergétique par secteur en 2016 et selon le scénario énergétique 2030

ANNEXE 15 : Analyse multicritère des opportunités d'infrastructures énergétiques

ANNEXE 16 : Résultats des analyses de valorisation de la géothermique

ANNEXE 17 : Fiches actions du Plan Directeur des énergies de Lancy