



Schéma directeur du réseau de chaleur

Phase 2 – Potentiel de développement du service de la chaleur

Janvier 2024

S.A.R.L. au capital de 53 500 €uros
RCS Rouen 488 524 919
n° TVA intracommunautaire : FR23488524919
Adresse électronique : plumail@ceden.fr



1	Contexte & Résultats	1
1.1	Contexte	1
1.2	Principaux résultats	1
2	Etat des lieux des besoins de chaleur	3
2.1	Analyse des superficies des bâtiments	3
2.2	Analyse des consommations de gaz	4
2.2.1	Analyse par secteur	4
2.2.2	Analyse géographique	5
2.3	Typologie du secteur résidentiel	7
2.3.1	Etude des caractéristiques des logements	7
2.3.2	Cas des maisons individuelles	8
2.3.3	Cas des logements collectifs chauffés individuellement	10
2.4	Identification des besoins de chaleur	12
2.4.1	Méthode	12
2.4.2	Résultats globaux	13
2.4.3	Analyse par zone	15
2.5	Synthèse des besoins de chaleur	25
3	Evolution des besoins de chaleur	26
3.1	Evolution de la rigueur climatique	26
3.2	Evolution de la performance énergétique	27
3.2.1	Logement social	27
3.2.2	Logement privé	28
3.2.3	Tertiaire	28
3.3	Synthèse de l'évolution des besoins	28
4	Création d'un réseau de froid	30
4.1	Contexte	30
4.1.1	Place du froid dans le mix énergétique	30
4.1.2	Place des réseaux dans la fourniture de froid	30
4.2	Principes d'un réseau de froid	31
4.2.1	Fonctionnement	31
4.2.2	Comparaison avec la production décentralisée	31
4.2.3	Modes de production	32
4.3	Aspects économiques	33
4.3.1	Comparatif production locale / réseau	33
4.3.2	Comparatif PAC compression / absorption	34
4.4	Synthèse pour la ville de Laval	34
5	Annexes	35
5.1	Annexe 1 – Correspondances des numéros des sous-stations avec les bâtiments concernés pour la densification du RCU	35
5.2	Annexe 2 – Illustration de la méthode d'identification	39
5.2.1	L'Habitat	39
5.2.2	Le tertiaire	42
5.2.3	Synthèse	44

	Nom	Date
Rédigé par	Lucas LE BRETON	08/01/2024
Validé par	Dominique PLUMAIL	16/01/2024

1 Contexte & Résultats

1.1 Contexte

La Ville de Laval, autorité organisatrice du service public de la chaleur et de froid a délégué à la société LEN (Laval Energie Nouvelle) la gestion et l'exploitation de son réseau de Chaleur avec pour objets :

- La distribution et la fourniture de chaleur d'eau chaude aux abonnés ;
- La gestion des relations contractuelles avec les abonnés et la perception des redevances ;
- L'exploitation, l'entretien, la maintenance et le renouvellement de l'ensemble des ouvrages délégués ;
- La recherche de nouveaux abonnés, les possibilités d'extensions du réseau et la diversification des sources d'approvisionnement en énergie

De plus, la ville a confié à CEDEN la réalisation du **schéma directeur de son réseau de chaleur**. Ce schéma directeur a pour vocation d'établir un état des lieux du réseau actuel, des besoins de chaleur du territoire et des sources de chaleur renouvelable ou de récupération disponibles puis de bâtir plusieurs scénarios de développement possible du service public de la chaleur et du froid.

Ce document vient synthétiser les études menées sur les besoins de chaleur du territoire et le potentiel de développement du service de la chaleur.

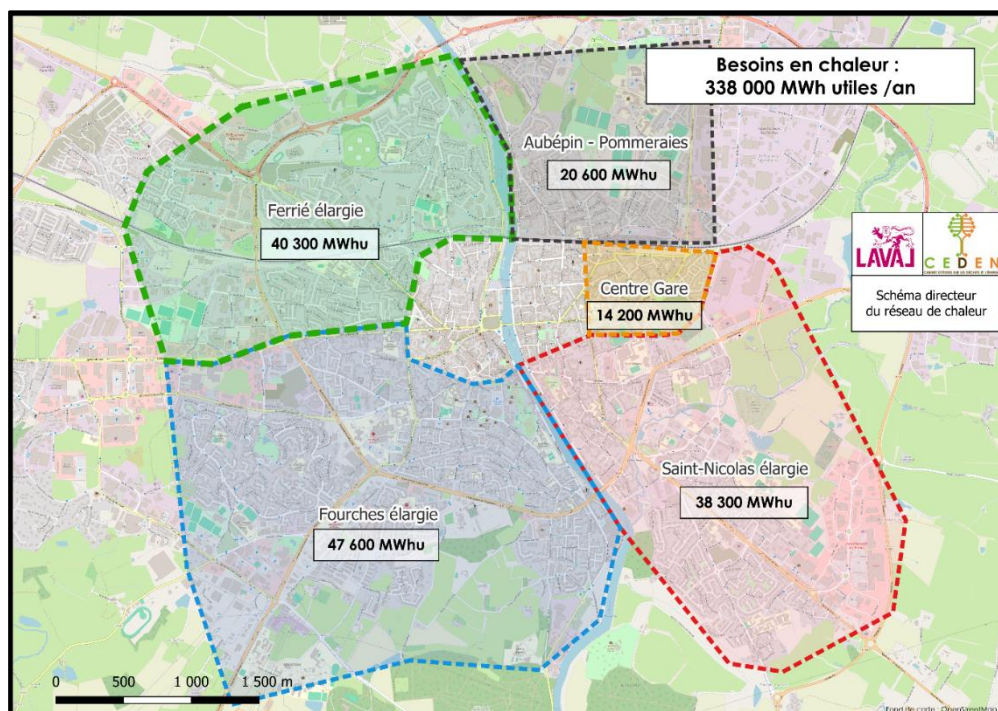
1.2 Principaux résultats

• Le périmètre du réseau de chaleur

Plusieurs points importants ressortent de l'étude du potentiel de développement du service public de la chaleur sur le territoire, de la ville de Laval. Ainsi, il s'avère que :

- Sur l'ensemble de la Ville, les **besoins de chaleur pour 2022** ont été estimés à **338 000 MWh** utiles /an. Ces besoins ne sont pas homogènes sur l'ensemble du territoire et se concentrent en particulier sur plusieurs quartiers bien définis, comme l'atteste la carte ci-dessous.

Figure 1 : Potentiel de développement par zone



- Le périmètre choisi sur la ville, comme l'indique la figure 1, ne concerne pas le Centre-Ville de Laval, **qui représente pour autant 20% des besoins en chaleur**.
- Trois zones principales ont été identifiées : les Fourches, Ferrié, Saint-Nicolas. Ces zones ont été élargies aux quartiers voisins. Le réseau de chaleur ne dessert actuellement pas l'intégralité de ces secteurs, bien que le périmètre de la concession les englobe.

Le potentiel de développement actuel, concentré sur ces trois zones, serait de l'ordre de **+37% à +70%**, soit **75 900 MWh/an à 94 700 MWh/an**.

- *Le territoire communal non-intégré au périmètre de la concession*

Les zones **Centre Gare** et **Aubépin – Pommeraies** sont des zones envisagées pour le développement d'un réseau de chaleur, et présentent donc des besoins spécifiques d'extension du réseau, hors du cadre de densification du RCU de LEN.

- *L'évolution des besoins*

Une **projection à l'horizon 2050** de ces besoins a été estimée : ceux-ci devraient diminuer jusqu'à 160 GWh/an, soit une **baisse de 30%**. Cette baisse peut sembler relativement modeste face au regard des injonctions des différents cercles de réflexion sur la transition énergétique, mais viennent traduire le fait que certaines consommations n'ont pas vocation à diminuer substantiellement – notamment l'utilisation d'ECS – et que les contraintes réglementaires et le niveau des aides actuelles ne sont pas à la hauteur d'un effort plus drastique.

- *Le froid n'est pas adapté au réseau de LEN !*

Enfin, **la création d'un réseau de froid n'est pas envisageable pour la ville de Laval**, en raison de l'existence de moyens de production de froid pour le Centre Hospitalier de Laval et de la polyclinique du Maine, de la nature très ponctuelle des besoins de froid des EHPAD, ou encore du faible nombre de jours successifs durant lesquels les températures dépassent les 35°C.

2 Etat des lieux des besoins de chaleur

2.1 Analyse des superficies des bâtiments

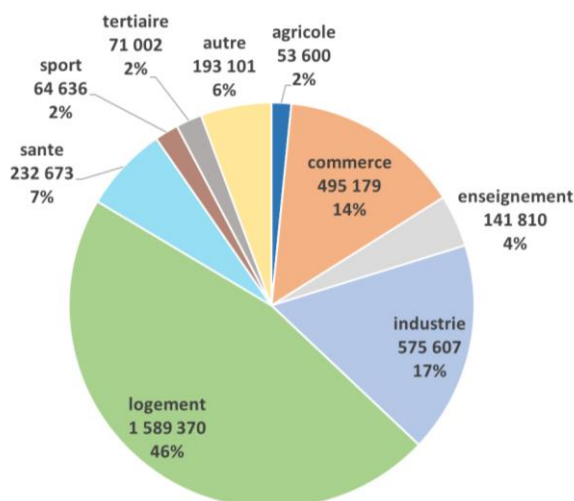
L'essentiel des besoins de chaleur d'une ville se situe dans le **chauffage de ses bâtiments**. En effet, même si les nouvelles réglementations thermiques – en particulier la RE2020 – induisent une évolution très positive sur les consommations de chauffage et font donc remonter la part des usages spécifiques que sont la production d'eau chaude sanitaire, les processus industriels ou la cuisine, cette évolution part d'une situation où ces usages sont minoritaires.

Ainsi, la simple donnée des surfaces des bâtiments du territoire peut se révéler instructive pour estimer grossièrement l'ordre de grandeur des besoins de chaleur. Cette analyse a pu être menée grâce à la base de données TOPO de l'IGN, qui recense tous les bâtiments du territoire sur les caractéristiques suivantes :

- Secteur d'activité
- Surface au sol
- Hauteur / nombre d'étages
- Date de création.

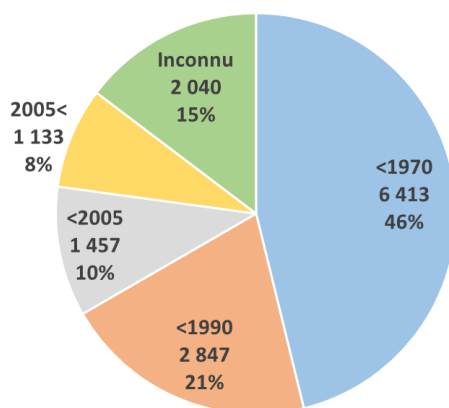
Ainsi, la **surface totale de plancher des bâtiments** présents sur la ville de Laval s'élève à **3,4 km²**, qui se répartit suivant plusieurs secteurs d'activité de la manière suivante.

Figure 2 : Répartition des surfaces de bâtiments par secteur en MWh PCS (source TOPO, IGN)



Cette décomposition par secteur a un intérêt pour estimer les besoins de chaleur : ainsi on sait que seuls les bâtiments associés au résidentiel ont un besoin d'ECS significatif, et les ratios de consommations ramené au m² sont évidemment très différent d'un secteur à un autre.

Figure 3 : Répartition des surfaces de bâtiments par années de construction (source TOPO, IGN)



Avant d'estimer le besoin associé au chauffage de ces bâtiments, il est utile d'étudier la répartition de l'âge de ces constructions. Cette donnée est également incluse, quoiqu'avec un degré de fiabilité probablement faible, dans la base de données de l'IGN et peut donc servir à une réflexion en termes d'ordre de grandeur. On note ainsi que **l'essentiel (67%) des surfaces de bâtiments ont été construites avant les années 1990**. Même si un certain nombre de bâtiment a probablement fait l'objet d'une rénovation depuis cette date, la consommation globale est sans doute plus proche des performances des bâtis anciens que des nouvelles constructions.

2.2 Analyse des consommations de gaz

2.2.1 Analyse par secteur

Les **consommations de gaz naturel** d'un territoire sont souvent un **premier axe pertinent** pour aborder la question des besoins de chaleur. En effet, il s'agit de données assez fiables à l'échelle de la ville et de ses différents quartiers et c'est également un vecteur énergétique principalement dédié à la production de chaleur. Hormis des usages très spécifiques dans l'industrie lourde, dans les transports ou pour la cuisine, l'essentiel du volume consommé est ainsi dédié à la production de chaleur, que ce soit pour assurer le chauffage de bâtiments ou la production d'eau chaude sanitaire (ECS). A ces avantages vient s'ajouter un troisième facteur : les sites utilisant le gaz comme énergie de chauffage sont le plus souvent dotés de réseaux hydrauliques à l'intérieur des bâtiments afin de véhiculer la chaleur jusqu'aux émetteurs terminaux. Ils se prêtent ainsi bien mieux au raccordement à un réseau de chaleur que les bâtiments chauffés à l'électricité et donc dépourvus de réseau hydraulique.

En 2021, **la consommation de gaz sur la ville de Laval s'est élevée à plus de 338 000 MWh utiles** (données GrDF 2021).

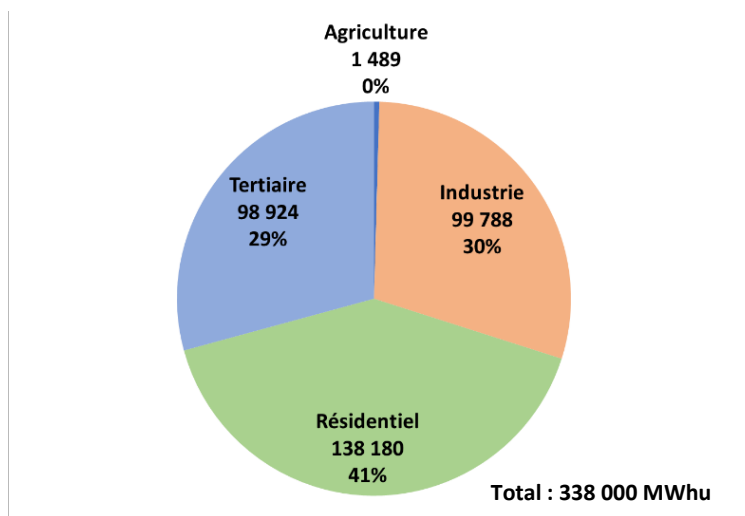
Le comptage en MWh utiles

La plupart des factures énergétiques auxquelles sont confrontées les gestionnaires de bâtiments ainsi que les ménages sont exprimées en MWh PCS (pour le gaz) et en MWh électrique (pour l'électricité) ou en MWh utile pour l'achat de chaleur à un réseau de chaleur urbain. Ces unités sont conventionnelles, mais posent une problématique de taille : elles ne sont pas comparables. Ainsi, la quantité de chaleur que fournit 1 MWh PCS de gaz dépend du rendement de la chaudière gaz et sera toujours strictement inférieur à 1 MWh utile correspondant à la chaleur directement exploitable dans les émetteurs terminaux.

Dans cette étude, le choix a été fait de convertir toutes les quantités en MWh utiles afin de pouvoir effectuer des comparaisons. A cette fin, un rendement moyen de 85% a été retenu (sauf mention contraire) pour les chaudières gaz.

Cette consommation est différemment répartie suivant les 3 principaux secteurs que sont le Résidentiel, le Tertiaire et l'Industrie, comme l'indique le graphe ci-après.

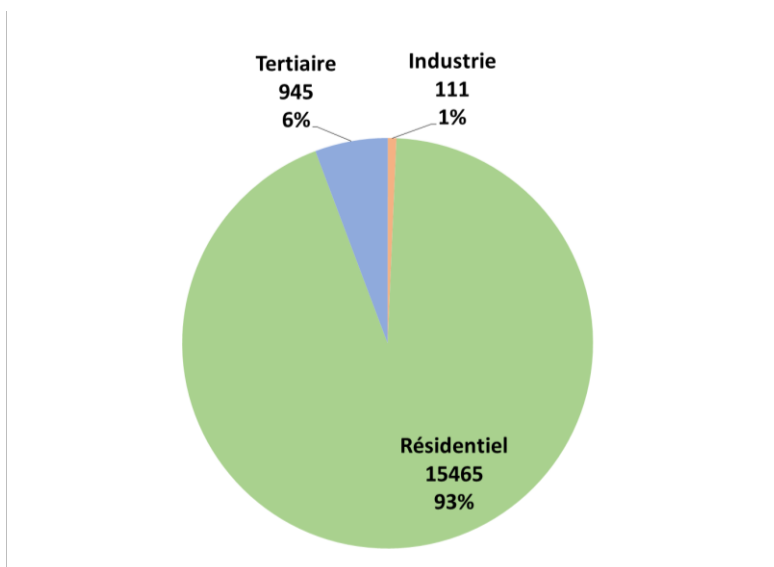
Figure 4 : Répartition de la consommation de gaz par secteur en MWh utiles(données GrDF 2021)



N.B : Pour GRDF, le secteur « Résidentiel » ne concerne que les logements individuels. Les logements collectifs sont comptabilisés dans le secteur « Tertiaire » avec l’enseignement, le commerce, etc...

Le **secteur résidentiel représente la majeure partie des consommations**, suivi par le tertiaire, et l’industrie qui représentent chacun un peu moins d’un tiers des consommations. On notera également que l’agriculture représente seulement 0.4% des besoins en chaleur de la ville.

Figure 5 : Répartition des points de livraisons de gaz par secteur (données GrDF 2021)



Il apparaît que les consommations résidentielles sont réparties sur un la quasi-totalité des points de livraisons ce qui semble indiquer **une prédominance du chauffage individuel** (chaudière murale en appartement) sur le chauffage collectif (chaudière en pied d’immeuble).

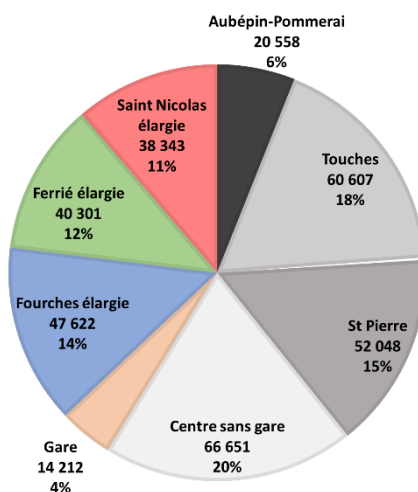
2.2.2 Analyse géographique

La géographie de ces consommations est également utile pour caractériser le potentiel de développement du service de la chaleur. Les données GrDF permettent ainsi de préciser la consommation de chaque secteur à la maille IRIS, soit un découpage de l’INSEE correspondant à peu près à la notion de quartier d’une ville.

Ce découpage permet ensuite de regrouper chaque IRIS à sa zone prédéfinie ultérieurement dans l’étude parmi : Ferrié élargie, Fourhces élargie, Saint-Nicolas élargie, Centre-gare et Aubépin-Pommerai.

Des données GRDF, on a pu extraire le graphique ci-dessous :

Figure 6 : Consommations de gaz par Zone Géographique de la ville de Laval en MWh utiles (données GrDF 2021)

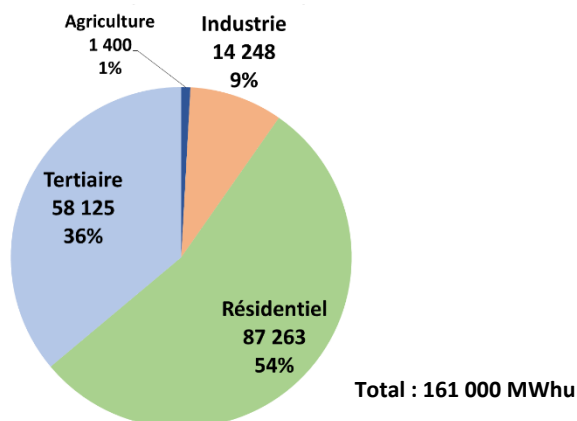


On constate que le découpage envisagé de la ville pour le projet de RCU ne concerne que **47% des besoins** en chaleur totaux, **soit 161 000 MWh utiles**.

Parmi ce découpage, on obtient la zone des Fourches élargie en tête avec 14% des besoins en chaleur totaux, suivi par Ferrié élargie avec 12% et Saint-Nicolas élargie avec 11%

Ce nouveau périmètre change donc de manière non-négligeable la manière dont les besoins en chaleur sont répartis par secteur, comme l'indique le graphique ci-dessous :

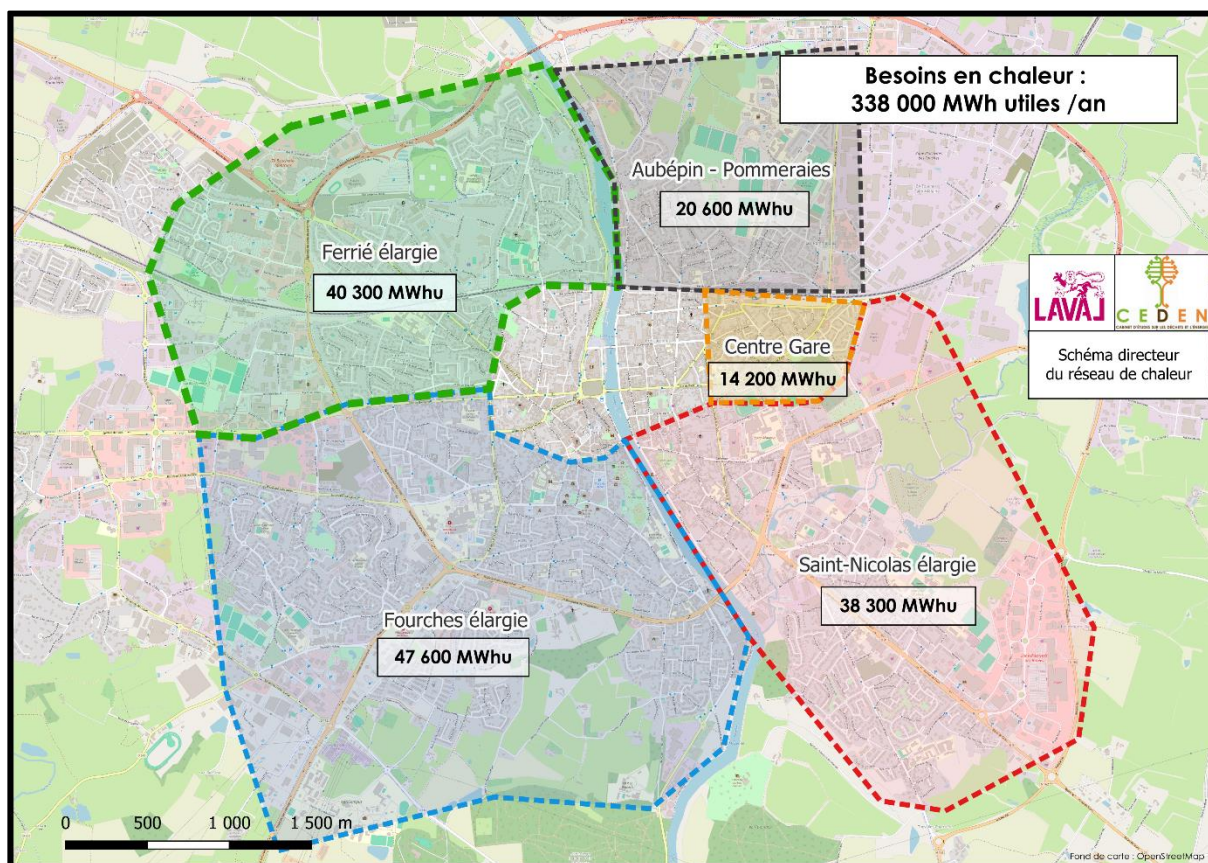
Figure 7 : Répartition de la consommation de gaz par secteur pour le périmètre choisi en MWh utiles(données GrDF 2021)



Il y a maintenant une majorité absolue des besoins qui sont de nature résidentielle, suivi de près par le secteur tertiaire à hauteur de 37%, puis on retrouve l'industrie à 11% et l'agriculture à 1%.

La carte ci-après présente le niveau de consommation de gaz dans le découpage de la ville qui a été retenu.

Figure 8 : Répartition par découpage géographique des besoins en chaleur (données GrDF 2021)



La répartition des besoins en chaleur dans les zones envisagées par le nouveau RCU peut être mieux appréhendé en regardant dans le détail, comme dans les [Analyses par zone](#). Cela permet de déterminer, zone par zone, la répartition chiffrée du chauffage selon différents critères (IRIS, Secteur ou encore Points de Livraison).

Par exemple pour la zone des Fourches élargie, nous avons une répartition qui semble assez équitable entre les quartiers, avec La Bourny à 33%, Avesnières à 30%, Gué d'Orger – Dactérie à 25% et les Fourches à 12%.

De plus, la zone Aubépin – Pommeraies est un axe de développement intéressant, puisqu'elle représente 6% des besoins totaux de la ville avec une majorité de quartiers résidentiels à raccorder au réseau. On y dénombre pas moins de 1360 points de livraisons pour du chauffage individuel, ce qui représente 9% des 16 524 PDL de la ville de Laval.

2.3 Typologie du secteur résidentiel

2.3.1 Etude des caractéristiques des logements

Le secteur résidentiel est souvent le premier secteur en termes de besoins de chauffage. Dans notre périmètre, il représente 55% des consommations de gaz avec **87 300 MWh utiles par an**, compte tenu des usages spécifiques pour la cuisine, par exemple.

Il s'agit toutefois d'une estimation largement par défaut : les logements du territoire disposent de plusieurs autres moyens de production de la chaleur, via l'électricité, le fioul ou encore le réseau de chaleur. Afin de caractériser les besoins totaux du secteur, il est pertinent de regarder la typologie de ces logements sous le prisme des études de l'INSEE.

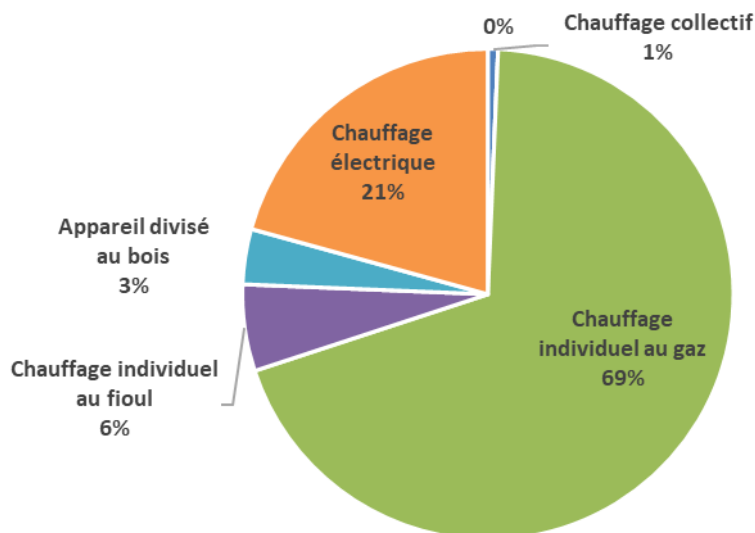
L'étude INSEE menée en 2018 a recensé environ **25 000 logements sur la Ville de Laval dont 10 030 logements individuels**. Dans le cadre des perspectives de développement du réseau de chaleur, plusieurs caractéristiques doivent être analysés :

- Comment est chauffé le secteur résidentiel, en prenant en compte la définition des data GRDF, donc comment sont chauffées les maisons individuelles ?
- Quelle **source d'énergie** est utilisée : électricité, fioul, gaz, bois, etc. ?

2.3.2 Cas des maisons individuelles

Le graphe ci-dessous détaille la répartition des principaux modes de chauffage pour les maisons individuelles.

Figure 9 : Typologie des modes de chauffage pour les maisons individuelles (source INSEE 2019)



Il apparaît très clairement que le chauffage individuel au gaz est prédominant comme méthode de chauffage, suivi par le chauffage électrique à 21%.

Il y a donc une piste de développement à envisager pour limiter l'utilisation de chaudière à gaz individuelle, et adopter une source de chauffage plus résiliente pour la majorité des logements individuels de la ville de Laval.

Du point de vue du service public de la chaleur, les maisons individuelles jouent un rôle particulier. En effet, elles sont – sur les plans techniques ou environnementaux – des potentiels clients d'un réseau de chaleur urbain et, d'ailleurs, **le réseau actuel de Laval ne dessert actuellement aucune maison individuelle.**

A titre d'exemple et pour la suite de cette sous-partie, on considère le réseau de chaleur de la ville de Saumur qui dessert 68 pavillons.



Sur les plans économiques et commerciaux, les maisons individuelles posent des problématiques importantes :

Surcoûts d'investissements :

La distance à parcourir par le réseau urbain pour desservir 20 pavillons est très largement supérieure à celle nécessaire à la desserte d'un immeuble de 20 logements. Par exemple, sur le quartier situé au nord du cimetière et à l'ouest du Musée des Blindés (voir carte ci-dessous), le réseau parcourt près de 400 mètres pour desservir 20 logements.

Densité thermique de besoin

C'est-à-dire la quantité de chaleur livrée divisée par la longueur des canalisations – et sachant que ces pavillons consomment environ 8 MWh/pavillon, ce quartier présente donc une valeur de 0,4 MWh/ml/an. Cette valeur est très faible comparée au reste du réseau, de l'ordre de 2,6 MWh/ml/an.

Gestion de la facturation

Par rapport à un bâtiment collectif chauffé collectivement où le réseau de chaleur va facturer une seule consommation en pied d'immeuble, la desserte de pavillons d'individuels impose au gestionnaire de devoir procéder à une facturation à un très grand nombre d'abonnés. Or, tant pour les réseaux de chaleur gérés en Régie – comme à Saumur – que pour ceux gérés par délégation de service publics, les outils nécessaires à la facturation et la communication client auprès d'un grand nombre d'abonnés souffrent d'un défaut de maturité.

Respect des normes de réglementation thermiques pour la construction (RE2020).

Le réseau de chaleur permet d'apporter une réponse pertinente dans le cas de construction de quartiers de pavillons. En effet les promoteurs sont alors placés face à l'alternative entre devoir assurer le niveau maximum de performances thermiques de la réglementation et d'équiper chaque pavillon d'un moyen de production EnR&R dédié, de type pompe à chaleur (PAC), et un raccordement à un réseau de chaleur vert. Dans ce cas, l'avantage économique semble être au réseau de chaleur urbain.

Ces considérations amènent souvent à ne pas considérer le raccordement des maisons individuelles dans les scénarios de développement du service public de la chaleur.

L'approche proposée ici est de ne pas les écarter complètement, en suivant le raisonnement que le verdissement des consommations des 8 000 pavillons individuels n'est pas une mince affaire et que chaque vecteur EnR&R (gaz vert, PAC, poêle à bois ou granulé, RCU) a un rôle à jouer. Ils ne seront toutefois pas un axe structurant de ce développement, mais plutôt une optimisation de la desserte de chaleur dans le tissu urbain.

Cas d'usage spécifique – bailleurs sociaux

Un cas d'usage spécifique permet tout particulièrement d'éviter les écueils cités ci-dessus : il s'agit d'un raccordement de pavillons neufs appartenant à un bailleur social. Cette opération a de nombreux avantages :

Densité thermique : le bailleur peut alors prendre en charge la réalisation d'un réseau technique de desserte des différents pavillons. **Le réseau de chaleur urbain s'arrête alors au début de la rue et n'a pas de surcoût d'investissement.**

Facturation : le bailleur présente un unique point de consommation pour l'ensemble des pavillons, évitant une gestion auprès de chaque logement pour le gestionnaire du RCU.

Contrat : de manière similaire, la démarche du gestionnaire du RCU pour faire signer les polices d'abonnement avant de lancer les travaux est grandement facilitée, le bailleur ne demandant qu'une police unique.

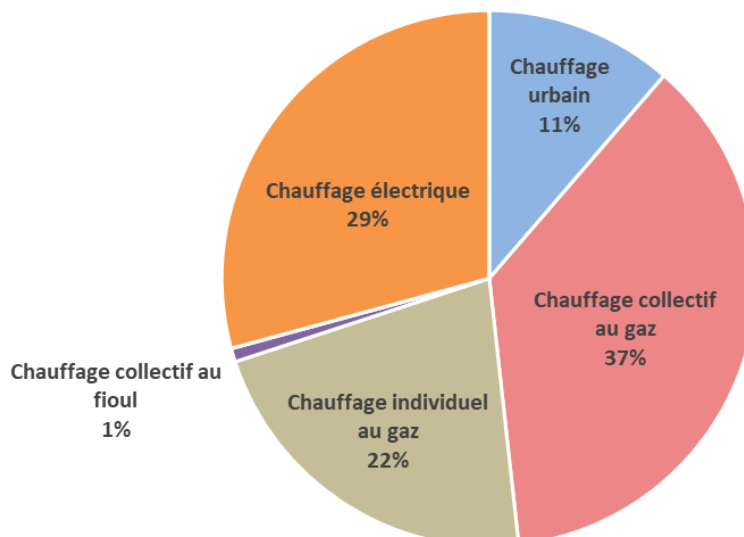
C'est notamment le cas pour la desserte de pavillons appartenant à Saumur Habitat à proximité de la rue Fricotelle.

Note : sur le principe, tous ces arguments peuvent s'appliquer à des logements privés se regroupant en association de copropriétaires. En pratique, il est rare de voir des propriétaires de maisons individuelles établir de telles associations.

2.3.3 Cas des logements collectifs chauffés individuellement

Le graphe ci-dessous détaille la répartition des principaux modes de chauffage pour les logements collectifs.

Figure 10 : Typologie des modes de chauffage pour les logements collectifs (source INSEE 2019)

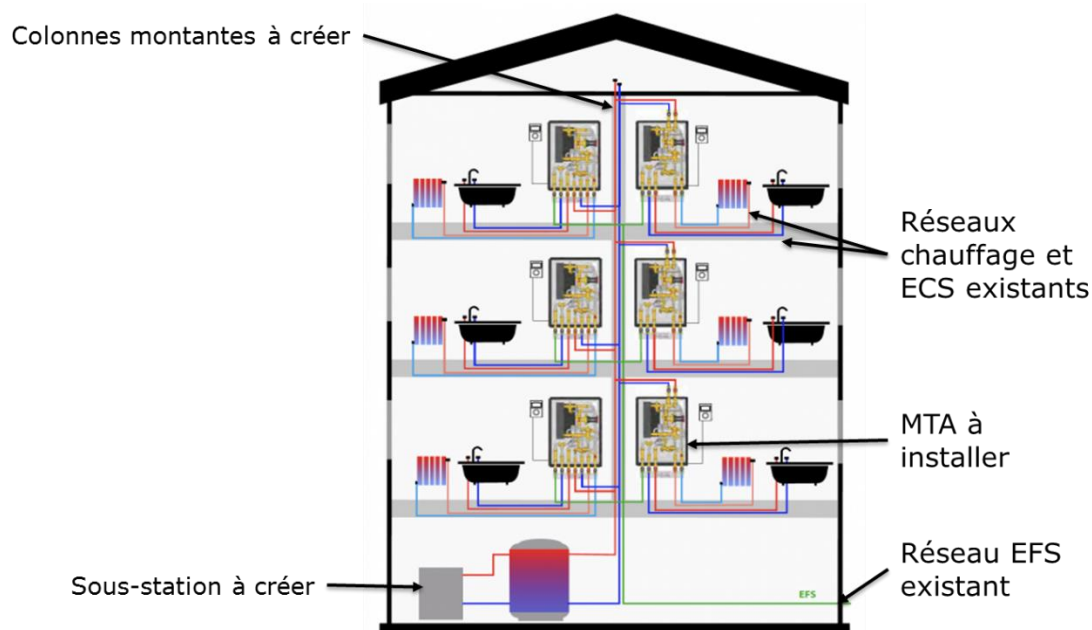


Les logements chauffés collectivement sont les **cibles prioritaires** du réseau de chaleur : le **chauffage au gaz** est prépondérant avec 37% des logements. **Le fioul domestique** correspond à une faible consommation résiduelle, progressivement amené à disparaître dans les années à venir.

L'étude de la typologie du secteur résidentiel a montré qu'un nombre important de logements collectifs (3600 sur les 16 000 de la ville) disposent de **chauffages individuels au gaz**, 29% assuré par des radiateurs électriques. Bien que ces logements aient les mêmes besoins de chaleur que les autres logements collectifs et nécessitent un traitement similaire pour le raccordement du bâtiment au réseau de chaleur, l'absence de distribution collective au sein du bâtiment va compliquer la possibilité du raccordement.

Avant de pouvoir se raccorder au réseau de chaleur, les gestionnaires de ces bâtiments vont ainsi devoir entreprendre des travaux au sein du bâtiment, voire même au sein de chaque logement. Afin de bien saisir les enjeux du raccordement de ces logements, il est utile de prendre conscience de l'aspect techniques de ces travaux. Ils sont représentés sur le schéma suivant.

Figure 11 : Conversion du chauffage individuel vers le RCU (chaudières gaz individuelles)



Comme indiqué sur le schéma, à la différence d'un immeuble collectif déjà doté d'un chauffage collectif où l'opération de raccordement consiste simplement à remplacer la chaudière de pied d'immeuble par un poste de livraison de la chaleur, le gestionnaire du bâtiment va devoir faire passer des colonnes montantes, installer des modules thermiques d'appartement (MTA) dans chaque logement, voire installer une distribution hydraulique et des radiateurs à eau si les logements étaient chauffés par des radiateurs électriques.

Ces opérations ne sont pas particulièrement compliquées sur le plan technique, mais ont un coût, de l'ordre de 6 000 à 8 000 € par logement. Elles sont donc loin d'être systématiques chez les gestionnaires de bâtiments, même si on constate de plus en plus d'opérations d'envergure sur le sujet. C'est notamment le cas de 437 logements d'Angers Loire Habitat sur le réseau de chaleur de Monplaisir.

De même que pour les maisons individuelles, le raccordement à un RCU pose plusieurs enjeux :

- **L'enjeu économique** est évident. Le montant des travaux est probablement rédhibitoire pour un ménage à faible revenu et ne disposant pas de solutions d'amortissement sur 5 à 10 années. Il faut toutefois considérer que, par rapport aux abonnés « classiques » d'un réseau de chaleur que sont les immeubles tertiaires fortement consommateurs ou les grands ensembles collectifs, un client individuel paye sa chaleur à un prix extrêmement élevé. Ainsi, en ce début d'année 2024 et compte tenu du bouclier tarifaire encore en vigueur, le coût de la chaleur global pour une chaudière murale gaz se situe autour de 180 à 200 €/TTC/MWh, ce qui laisse une marge de manœuvre appréciable pour un réseau de chaleur donc l'objectif est plutôt 100 € TTC/MWh.
- La **gestion de la facturation** est également un frein. Les bailleurs (ou syndicats) rechignent en effet à voir une charge qui était payée directement par le locataire revenir dans les charges à répartir entre les locataires. Notons à ce sujet que le comptage de la chaleur peut tout à fait être effectué logement par logement dans le cas de l'installation d'une desserte collective, des compteurs de chaleur étant intégrés au système de MTA.

Note : Outre le chauffage individuel, il est également possible d'être confronté à des situations mixtes avec un chauffage collectif et une production individuelle de l'ECS. La problématique économique est alors exacerbée, puisque les locataires doivent payer un abonnement et des frais d'entretien pour un besoin de chaleur beaucoup plus réduit. Ces cas peuvent donner lieu à des travaux réduits, notamment si les canalisations de distributions de chauffage existantes sont suffisamment larges pour alimenter les MTA.

Dans le **cadre de l'étude du schéma directeur**, l'approche proposée va différer suivant le mode de chauffage actuel de ces logements :

- Logements collectifs chauffés à **l'électricité** : ceux-ci ne seront **pas retenus dans les axes de développement structurant** du réseau, mais pourront être intégrés comme une optimisation à long terme à proximité du réseau structurant.
- Logements collectifs **chauffés individuellement au gaz** : ceux-ci sont **intégrés** aux axes de développement du réseau **avec un phasage** qui dépendra des discussions avec les acteurs concernés. L'hypothèse est que ces logements ont vocation à se raccorder, soit au plus tôt si la volonté du gestionnaire de bâtiment est présente, soit plus tard lors d'une rénovation importante du bâti, ce qui permettra d'inclure ces travaux dans une enveloppe globale.

2.4 Identification des besoins de chaleur

2.4.1 Méthode

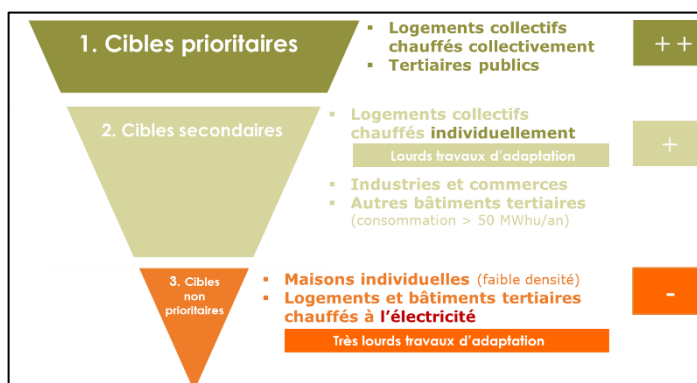
La définition des besoins de chaleur du territoire demande **un identification des consommateurs**, que ce soit sur leur typologie (habitat, tertiaire, systèmes de chauffage actuels, etc.) que leur localisation géographique. **CEDEN a développé un outil interne** visant à générer une identification précise et automatisée de ces besoins. Cet outil se base sur une démarche en plusieurs phases :

- **Phase 1 : Traitement des données publiques.** Il s'agit là d'un recoupement entre les multiples bases de données disponibles en libre-accès, et mettant notamment à disposition les parcelles cadastrales, les emprises des bâtiments, les listes de bâtiments publics et privés (écoles, équipements sportifs, bâtiments du secteur de la santé, logements du parc social, etc.). Cette étape va identifier l'ensemble des bâtiments d'un territoire et débiter une classification de ces derniers suivant les données disponibles.
- **Phase 2 : Complétion de la base de données avec les enquêtes dédiées et données GrDF.** Lors de la réalisation du schéma directeur, plusieurs acteurs ont été questionnés sur leur patrimoine immobilier, notamment la typologie et les consommations énergétiques. Il s'agit par exemple des bâtiments de la Ville, de l'agglomération, du bailleur social Méduane Habitat, du centre Hospitalier, etc. Ces données sont évidemment plus précises et plus fiables que celles issues des sources publiques, elles ont donc vocation à remplacer ces dernières. En ce qui concerne les données GrDF, elles ont pu être obtenue par la Ville à la maille adresse, ce qui permet de caractériser finement certaines consommations. Il s'agit toutefois d'une donnée à géométrie variable, en effet pour des raisons de protections des données à caractère personnel, GrDF ne communique pas les consommations de chaque point de livraison séparément, mais peut faire des regroupements par rue le cas échéant. Notons que la donnée est néanmoins plutôt fiable et précise sur les consommateurs importants, cibles naturelles du développement du service de la chaleur.
- **Phase 3 : Estimation des besoins de chaleur et du mode de chauffage.** L'outil va ensuite estimer pour chaque site le niveau de consommation et la manière dont cette chaleur est produite (type de combustible, chauffage central ou individuel, type de production ECS). L'estimation sera plus ou moins précise suivant le niveau de recoupement des bases publiques ou encore les enquêtes menées auprès des différents acteurs.
- **Phase 4 : Il en résulte 3 scénarios :**
 - **Tendanciel :** Situation actuelle sans modification du nombre d'abonnés
 - **2a :** Nombre d'abonnés proches du scénario actuel au chauffage collectif. Il ne prend pas en considération les logements chauffés individuellement, les bâtiments éloignés et à consommation faible et les ensembles nécessitant des conversions trop lourdes (par exemple : le chauffage à l'électricité, ce qui est le cas de l'Agri-Campus).
 - **2b :** Prévoit le raccordement de ces bâtiments nécessitant des travaux de conversion importants. Le dimensionnement de ce scénario prévoit des extensions au scénario 2a.

Figure 12 : Définition des cibles pour la détermination des scénarios

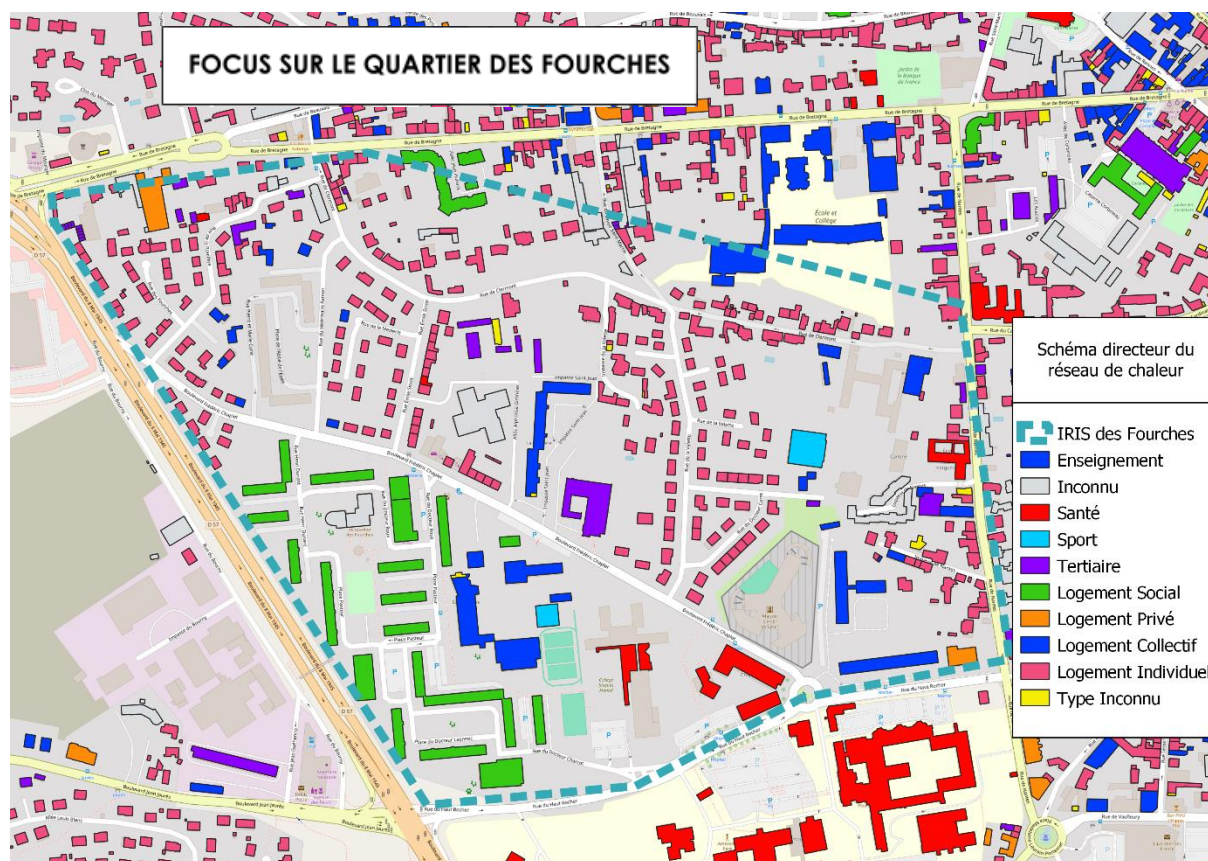
L'objectif de l'outil est de disposer d'une base cartographique de l'ensemble des besoins de chaleur qui permettra à la fois une réflexion globale sur l'ensemble de ces besoins, mais également la définition de scénarios d'extension et des tracés de réseau de chaleur.

Cette identification a vocation à être utilisée à un niveau plus fin, à la maille de zone, comme le montre la carte suivante prenant l'exemple des Fourches.



Pour illustration, l'identification des bâtiments sur la totalité de la ville de Laval est présentée sur la carte suivante.

Figure 13 : Identification des besoins de chaleur – Exemple du quartier des Fourches



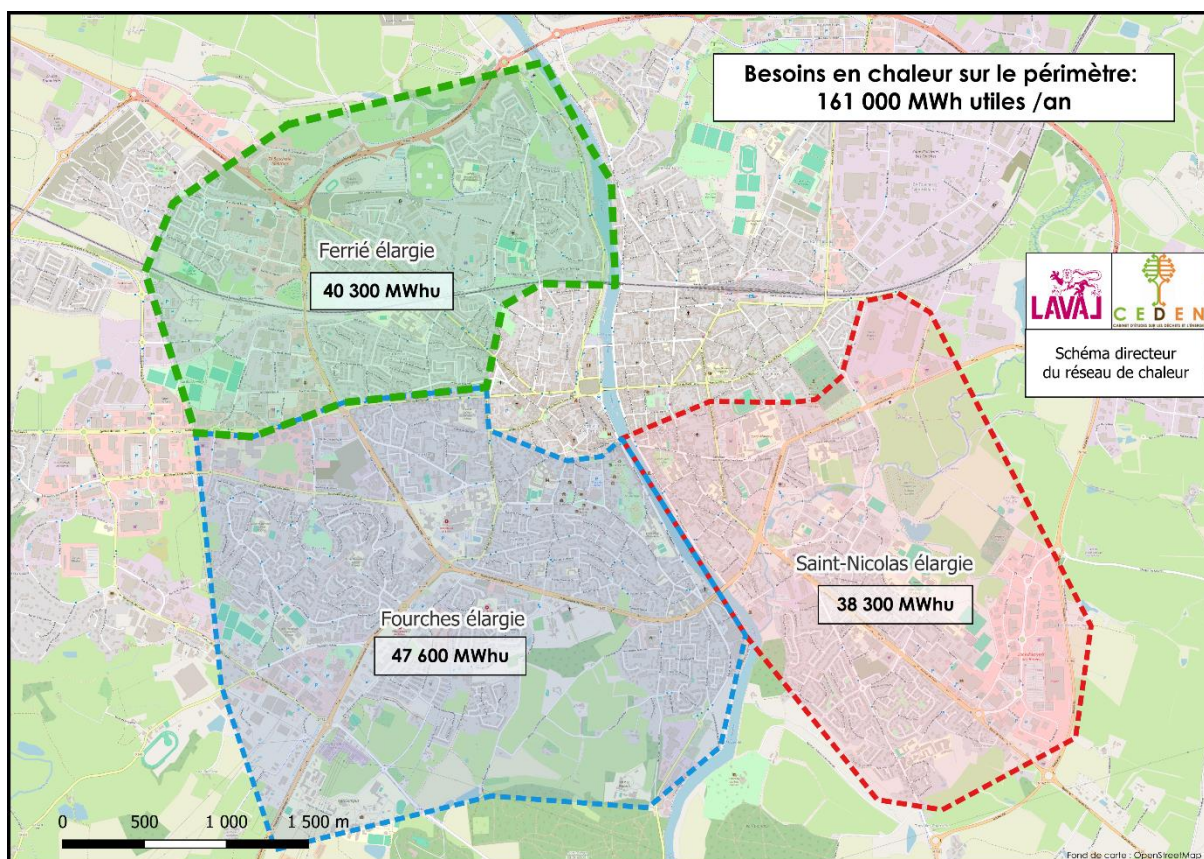
Un descriptif illustré des résultats de la méthode sur le quartier des Fourches est présenté en Annexe 2.

2.4.2 Résultats globaux

Les besoins de chaleur ont été restreint à ce stade de l'étude à ceux susceptibles d'être couvert par un réseau de chaleur. Les usages spécifiques comme les process industriels ont donc été écartés de l'analyse.

Les besoins totaux identifiés sur le périmètre choisi de la ville s'élèvent à **161 000 MWh/an**. Afin d'affiner l'analyse, ils ont été répartis sur plusieurs secteurs géographiques, présentés sur la carte suivante.

Figure 14 : Potentiel de développement par zone



Sur ces 161 000 MWh utiles, il a été retenu 2 scénarios permettant de livrer de 37% à 70% de chaleur renouvelable supplémentaire.

Tableau 1 : Chaleur livrée pour les deux scénarios

	Chaleur livrée (2027)			Longueur réseau km	Sous-stations unités	GES évités d'ici 2050 Teq-CO ₂	GES non-évités d'ici 2050 Teq-CO ₂
	MWh/an	éq-logts	Taux EnR				
Scénario Tendanciel	55 547	6900	92,3%	18 568	96	366 000	424 000
Scénario 2a Densification	75 900 (+37%)	9 500 (+37%)	89,0%	30 014 (+11 446)	153 (+57)	448 000 (+22%)	222 000
Scénario 2b Densification	94 700 (+70%)	11 800 (+70%)	88,5%	34 751 (+16 183)	185	534 000 (+46%)	73 000

2.4.3 Analyse par zone

2.4.3.1 Les Fourches

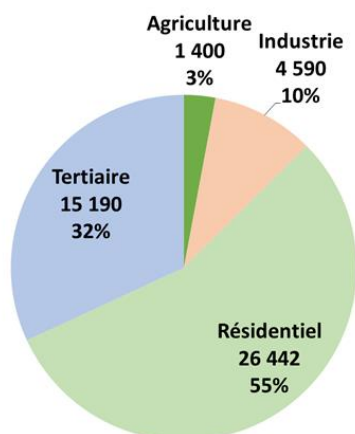
- *Le potentiel de raccordement en valeur absolue*

Cette zone se caractérise par un besoin de chaleur de l'ordre de **47 600 MWhu/an**, mais étalé sur une surface relativement importante.

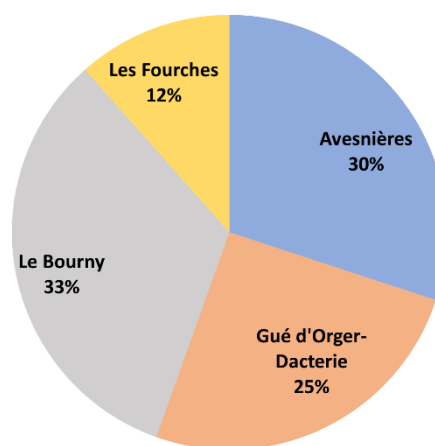
Les répartitions des besoins par secteur en MWhu, et par IRIS en MWh PCS sont les suivantes :

Figure 15 : Analyse par secteur et par IRIS (source : GRDF 2021) – Zone des Fourches élargie

Répartition par secteur en MWh utiles



Répartition par IRIS en MWh PCS



Il s'agit d'une zone majoritairement résidentielle avec quelques consommateurs importants, comme les établissements de Santé ou encore l'Agri-Campus, avec une répartition globale plutôt équitable entre les différents quartiers.

Actuellement, le RCU de LEN est établi hors de Bourny, couvrant les Fourches, Gué d'Orger-Dactérie et Avesnières, quartiers qui verront le réseau se densifier grâce aux scénarii 2a et 2b.

- *Les perspectives de raccordement à court et moyen terme*

Pour la zone des Fourches :

- **Le scénario 2a** permettra de couvrir de l'ordre de **8 400 MWhu** de chaleur supplémentaire
- **Le scénario 2b** permettra, lui, de couvrir de l'ordre de **13 400 MWhu** de chaleur supplémentaire (soit environ **5 000 MWhu** de plus que le scénario 2a).

Figure 16 : Densification du réseau de chaleur – Zone des Fourches élargie

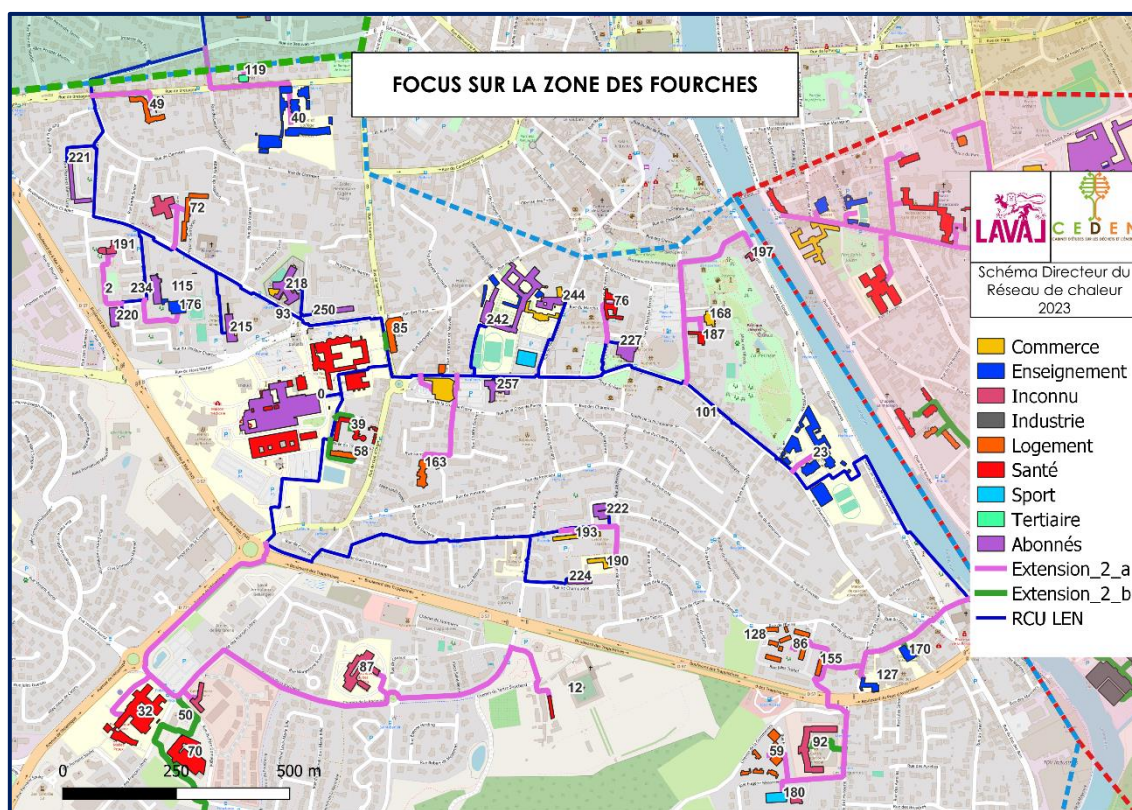


Tableau 2 : Densification du réseau de LEN – Zone des Fourches élargie

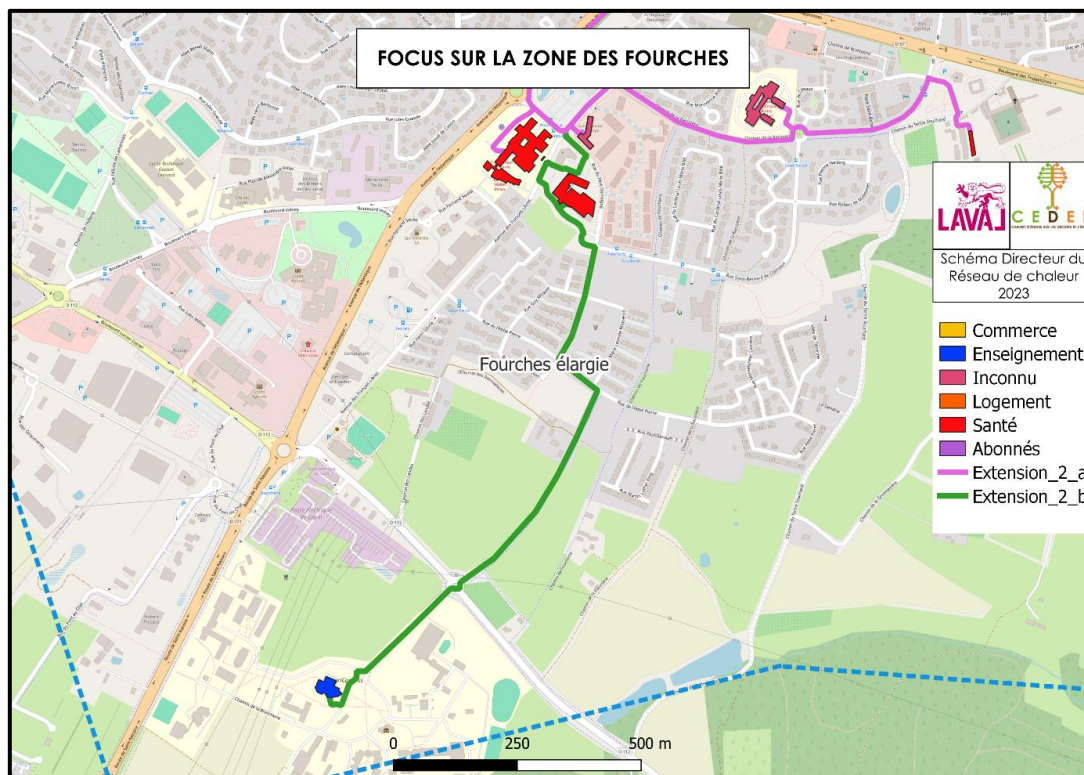
SST	Nom	Maître d'ouvrage	Besoins totaux (MWh)	Scénario
12	Magasin de l'Abbaye de la Coudre, ABBAYE DE LA COUDRE	Congrégation de la Coudre	899	2a
23	Lycée général et technologique privé d'Avesnières	OGEA Avesnières	720	2a
32	POLYCLINIQUE DU MAINE	S.A. Polyclinique du Maine	1753	2a
40	École et Collège Sainte-Thérèse	OGEA Sainte-Thérèse	466	2a
49	JEAN HUNAUT	Méduane Habitat	375	2a
59	EUGENE MESSMER	Méduane Habitat	324	2a
72	Résidence La Meslerie	Méduane Habitat	303	2a
76	SERVICE AUXILIAIRES DE VIE, CCAS LAVAL PLACES HEBERGEMENT URGENCE	Ville	292	2a
86	CENTRE MEDICO SOCIAL DE L'EPINE	Conseil Départemental	251	2a
87	Services Psychiatriques Adultes Lavallois	CH de Laval	247	2a
119	Résidence Les Platanes	Copropriété	156	2a
127	Ecole primaire privée Notre-Dame d'Avesnières	OGEA Avesnières	139	2a
155	L'EPINE	Méduane Habitat	652	2a
163	LE VIVAING	Méduane Habitat	364	2a
168	ZOOM	Laval Agglo	127	2a
176	GYMNASSE CONSTANT LAISIS	Ville	80	2a
179	GYMNASSE NOEMIE HAMARD	Ville	63	2a

SST	Nom	Maître d'ouvrage	Besoins totaux (MWh)	Scénario
180	GYMNASE Etoile Sportive Lavalloise	Ville	57	2a
187	MUSEE ECOLE DE LA PERRINE	Ville	45	2a
190	CTRE LOISIRS G. BRASSENS	Ville	44	2a
191	MQ FOURCHES = MAISON BLEUE	Ville	44	2a
193	GYMNASE DACTERIE	Ville	37	2a
197	BAINS DOUCHES LAVALLOIS	Ville	26	2a
206	F.J.T François Peslier	Méduane Habitat	342	2a
301	30-POSTE MENDES	Constructions en cours	190	2a
302	33-GENDARMERIE	Constructions en cours	423	2a
1	AgriCampus, Lycée d'enseignement général et technologique agricole de Laval,	Conseil Régional	2406	2b
39	SERVICE D'ACCUEIL ET ORIENTATION		467	2b
58	Le Gué d'Orger 2		354	2b
70	CIGMA		311	2b
79	MFR La Pignerie		277	2b
85	Le Charmille		252	2b
92	Centre de secours principal de Laval		229	2b
120	Hubert Process		152	2b
170	GS Louis Pergaud	Ville	117	2b
207	Gendarmerie		418	2b

Le réseau s'étendrait jusqu'à l'Agri-Campus au sud de la commune , comme illustré ci-dessous sur la figure 18.

Celui-ci représente 18% des besoins en chaleur qui seront livrés grâce au réseau de chaleur densifié en accord avec le scénario 2b.

Figure 17 : Densification du réseau de chaleur, focus sur l'Agri-Campus – Zone des Fourches élargie

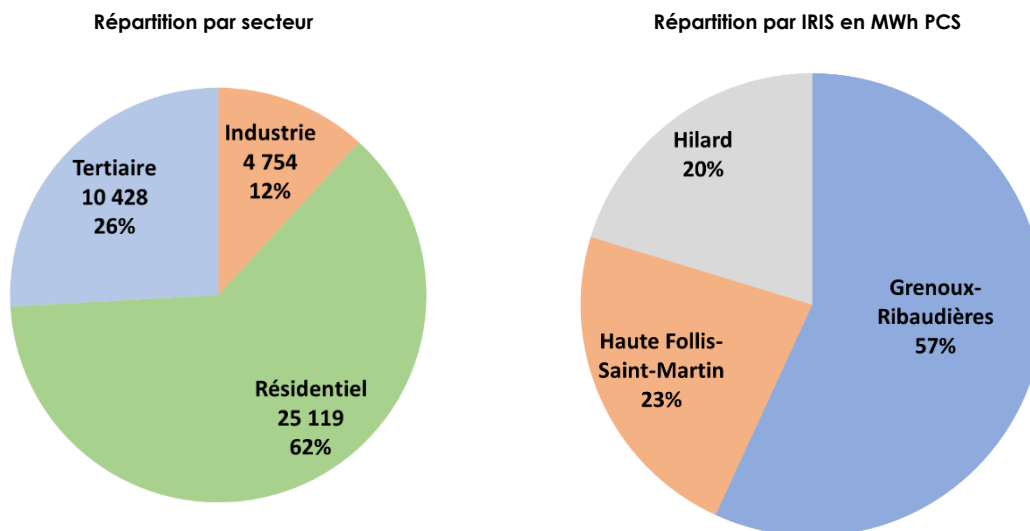


2.4.3.2 Ferrié

Cette zone se caractérise par un besoin de chaleur de l'ordre de **40 300 MWh/an**.

Les répartitions des besoins par secteur en MWh, et par IRIS en MWh PCS sont les suivantes :

Figure 18 : Analyse par secteur et par IRIS (Source : GRDF 2021) – Zone de Ferrié élargie



Il s'agit encore une fois d'une zone majoritairement résidentielle et une grosse partie des besoins sont localisés dans le quartier Grenoux-Ribaudières, qui n'est pas **concerné par la distribution de chaleur par le RCU de LEN**.

En revanche, ce dernier se situe majoritairement dans le quartier Hilard ainsi que dans une partie du quartier de Haute-Follis-Saint-Martin.

Sur ce territoire encore, on y trouve quelques établissements d'enseignement comme le collège Emmanuel de Martonne, un établissement sportif comme la salle multiculturelle de l'Espace Mayenne, ou encore de nombreux logements sociaux collectifs.

Figure 19 : Densification du réseau de chaleur – Zone de Ferrié élargie

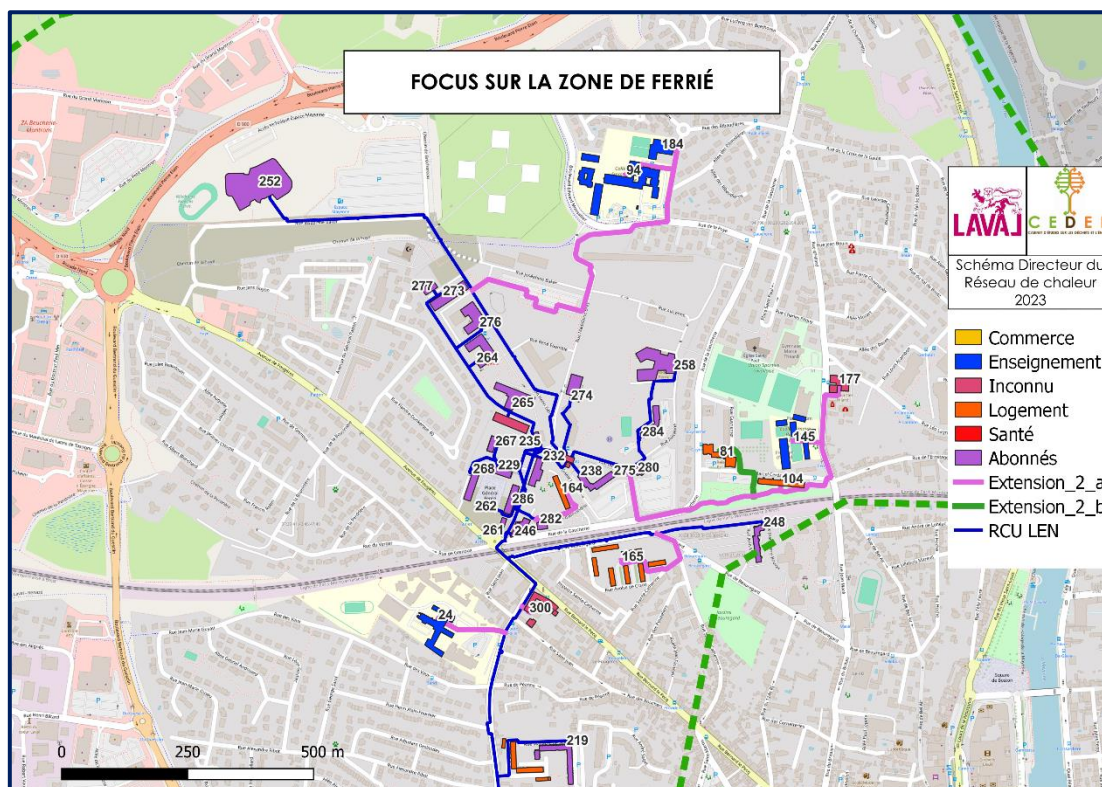


Tableau 3 : Densification du réseau de LEN – Zone des Ferrié élargie

SST	Nom	Maître d'ouvrage	Besoins totaux (MWh)	Scénario
24	Ecole / Lycée polyvalent privé Haute Follis	OGEc Haute Follis	245	2a
94	Collège Emmanuel de Martonne	Conseil Départemental	276	2a
104	HILARD	Méduane Habitat	1539	2a
145	GROUPE SCOLAIRE HILARD - PRIMAIRE MATERNELLE GYMNASE RESTO	Ville	345	2a
164	CLOSERIE DES ORMEAUX	Méduane Habitat	262	2a
165	SAINTE CATHERINE	Mayenne Habitat	609	2a
177	MQ HILARD	Ville	67	2a
184	GYMNASE RENÉ LE COZ	Ville	66	2a
81	ASSOCIATION "POLICHINELLE"	ASSOCIATION "POLICHINELLE"	276	2b

La densification du réseau permettrait de raccorder bon nombre de logements collectifs, ainsi que des bâtiments d'enseignement tel le collège Emmanuel de Martonne.

Pour la zone de Ferrié :

- **Le scénario 2a** permettra de couvrir de l'ordre de **3 400 MWh** de chaleur supplémentaire
- **Le scénario 2b** permettra, lui, de couvrir de l'ordre de **3 700 MWh** de chaleur supplémentaire (soit environ **300 MWh** de plus que le scénario 2a).

Le scénario 2b intervient donc peu dans cette zone géographique de la ville.

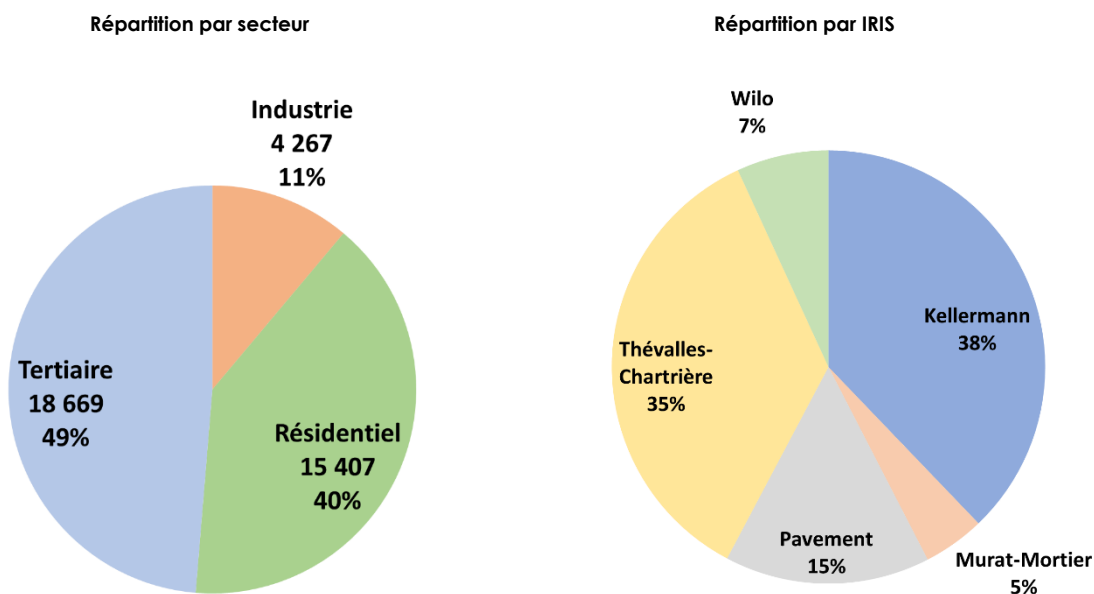
Par ailleurs, ce qui est prévu par **le scénario 2a** est le raccordement du logement social collectif situé 1 rue Marcel Cerdan qui représente à lui seul **42% des besoins qui seraient traités par le RCU densifié**, soit de l'ordre de **1 500 MWh**.

2.4.3.3 Saint-Nicolas

Cette zone se caractérise par un besoin de chaleur de l'ordre de **38 300 MWh/an**.

Les répartitions des besoins par secteur en MWh, et par IRIS sont les suivantes :

Figure 20 : Analyse par secteur et par IRIS (Source : GRDF 2021) – Zone de Saint-Nicolas élargie



Il s'agit d'une zone avec **une prédominance du secteur tertiaire**, dû à la présence de quelques **centres commerciaux comme celui de Pégase** situé Avenue de la Communauté Européenne, et dû à la présence de nombreux bâtiments de Santé comme la Maison de Retraite Faubourg Saint-Vénérand ou encore **l'EHPAD Jeanne Jugan**.

Il a été pris en compte dans cette zone le raccordement du **bâtiment Wilo**, qui est une usine dont l'IRIS est initialement **incluse dans la Z.A des Touches**, et dont la consommation représente **à lui seul 7% de toute la zone de Saint-Nicolas**, soit **3 249 MWh PCS**.

Figure 21 : Densification du réseau de chaleur – Zone de Saint-Nicolas

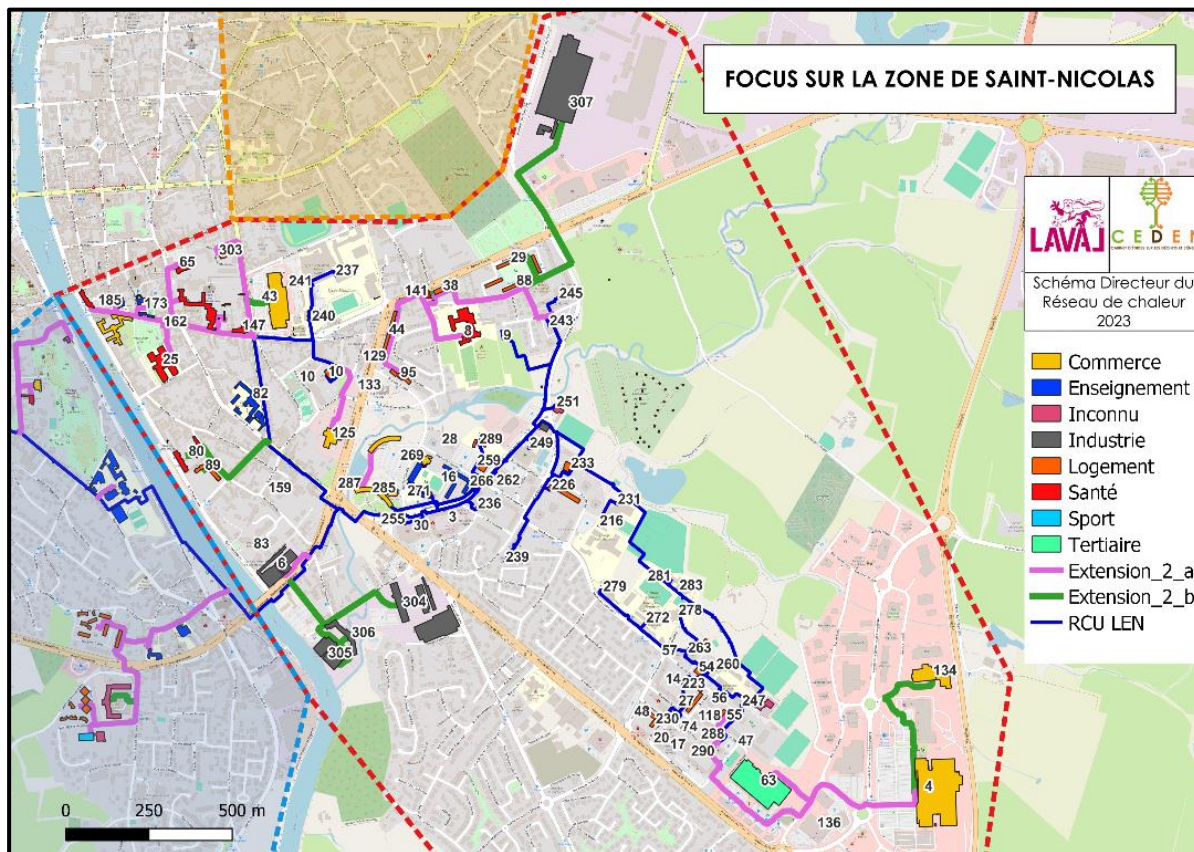


Tableau 4 : Densification du réseau de LEN – Zone de Saint-Nicolas

SST	Nom	Maître d'ouvrage	Besoins totaux (MWh)	Scénario
4	Centre Commercial E. Leclerc	SAS Nicodis	1614	2a
25	Maison de Retraite Le Faubourg Saint-Vénérand	CH de Laval	712	2a
38	Résidence Pasteur	Médiuane Habitat	290	2a
44	LA COCONNIERE	Médiuane Habitat	375	2a
63	PALINDROME CMA	Ville	260	2a
65	CENTRE DE PLANIFICATION ET D'EDUCATION FAMILIALE	Etat	321	2a
95	RESIDENCE MAC DONALD	Médiuane Habitat	243	2a
118	M	Copropriété	160	2a
125	CPAM de Mayenne	Etat	148	2a
147	IMAGIS	S.E.L.A.R.L Oncorad 53	117	2a
159	LE FRENE	Médiuane Habitat	118	2a
162	SAINTE ANNE	Médiuane Habitat	98	2a

SST	Nom	Maître d'ouvrage	Besoins totaux (MWh)	Scénario
173	ECOLE PRIMAIRE ALLAIN + RESTAURANT SCOLAIRE	Ville	84	2a
185	ECOLE MATERNELLE MICHELET	Ville	50	2a
209	EHPAD Notre Dame de la Miséricorde	Association Notre Dame de la Miséricorde	685	2a
210	Espace Saint Julien	Résidence Saint Julien SAS	655	2a
212	Centre des finances publiques	Etat	455	2a
303	RESIDENCE LE PARC	Copropriété	1195	2a
308	CAMPUS HAUTE FOLLIS 1	OGEF Haute Follis	425	2a
88b	Syndic Le Pavement Ville	Médiuane Habitat	0	2a
3	Résidence Murat, SSAD HANDAS		1932	2b
6	Tissus d'Avesnières		1508	2b
8	EHPAD JEANNE JUGAN	CENTRE HOSPITALIER DE LAVAL	172	2b
20	HALTE-GARDERIE "TOM POUCE", Résidence Saint-Nicolas		790	2b
43	PHARMACIE DELDALLE- PÂRIS, PHARMACIE SAINT MICHEL, Carrefour Market		428	2b
47	L		400	2b
54	C		360	2b
55	K		360	2b
56	I		360	2b
61	Grand Frais		345	2b
66	J		320	2b
80	ACCUEIL FAMILIAL THERAPEUTIQUE, Résidence Rive Gauche		276	2b
82	CLG PIERRE DUBOIS	CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA MAYENNE	235	2b
83	Les Calandres de Chanteloup		269	2b
88	Le Pavement Ville		236	2b
89	Résidence Esculape		236	2b
134	Art Concept Composites		133	2b
136	Conforama		131	2b
141	SERVICE APARTE		124	2b
304	24N-LACTALIS 2 (Beck 2)		468	2b
305	25N-LACTALIS 3 (Lactopole)		320	2b
306	26N-LACTALIS 4 (siège social)		594	2b
307	27N-WILO		3453	2b

La densification du réseau permettrait de raccorder bon nombre de bâtiments du secteur tertiaire comme les centres commerciaux ou les bâtiments de santé, ainsi que les usines de Wilo et Lactalis.

Pour la zone de Ferrié :

- **Le scénario 2a** permettra de couvrir de l'ordre de **8 000 MWh** de chaleur supplémentaire
- **Le scénario 2b** permettra, lui, de couvrir de l'ordre de **21 410 MWh** de chaleur supplémentaire (soit environ **13 000 MWh** de plus que le **scénario 2a**).

Beaucoup de raccordements sont à prévoir pour le scénario 2a, comme pour la zone des Fourches.

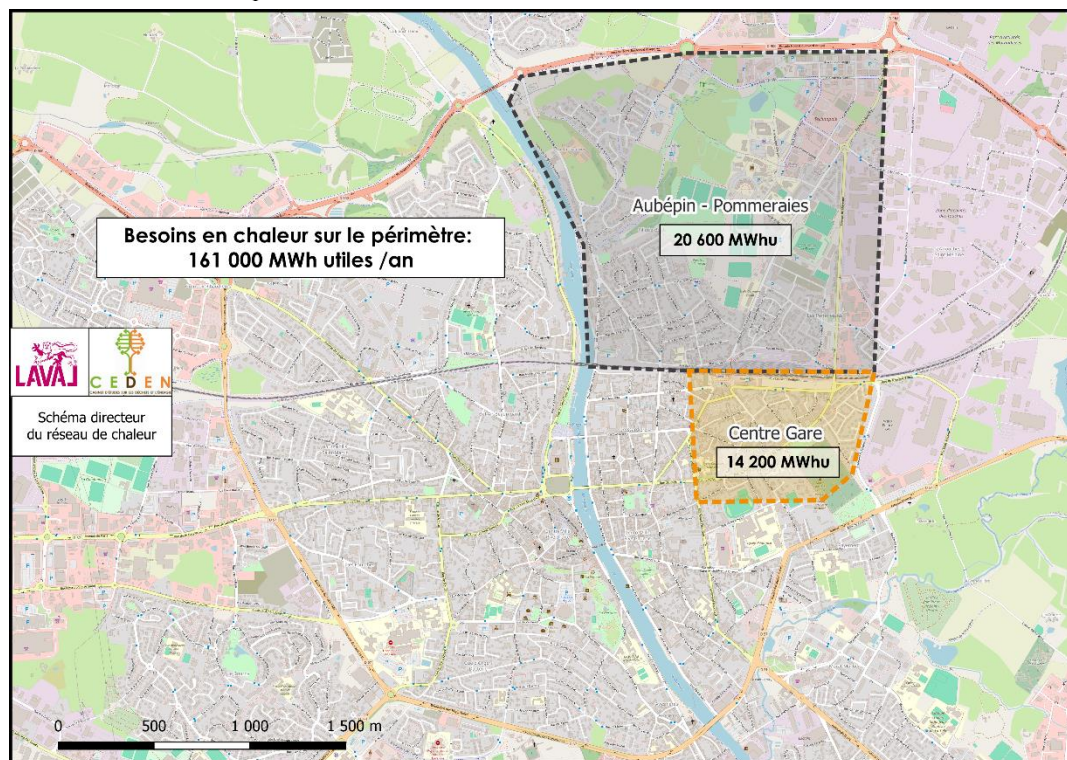
Par ailleurs, ce qui est prévu par **le scénario 2b pour la zone de Saint-Nicolas élargie** permettrait de rapporter 54% à lui seul de la chaleur prévue dans le scénario 2b.

2.4.3.4 Zones de la Gare & Aubépin – Pommeraie.

Il existe un scénario 3 qui prévoit de raccorder au RCU le quartier de la Gare, ainsi que les quartiers de l'Aubépin et des Pommeraies.

Ces deux zones sont caractérisés comme sur la figure 23 ci-après.

Figure 22 : Zones de la Gare et Aubépin – Pommeraies

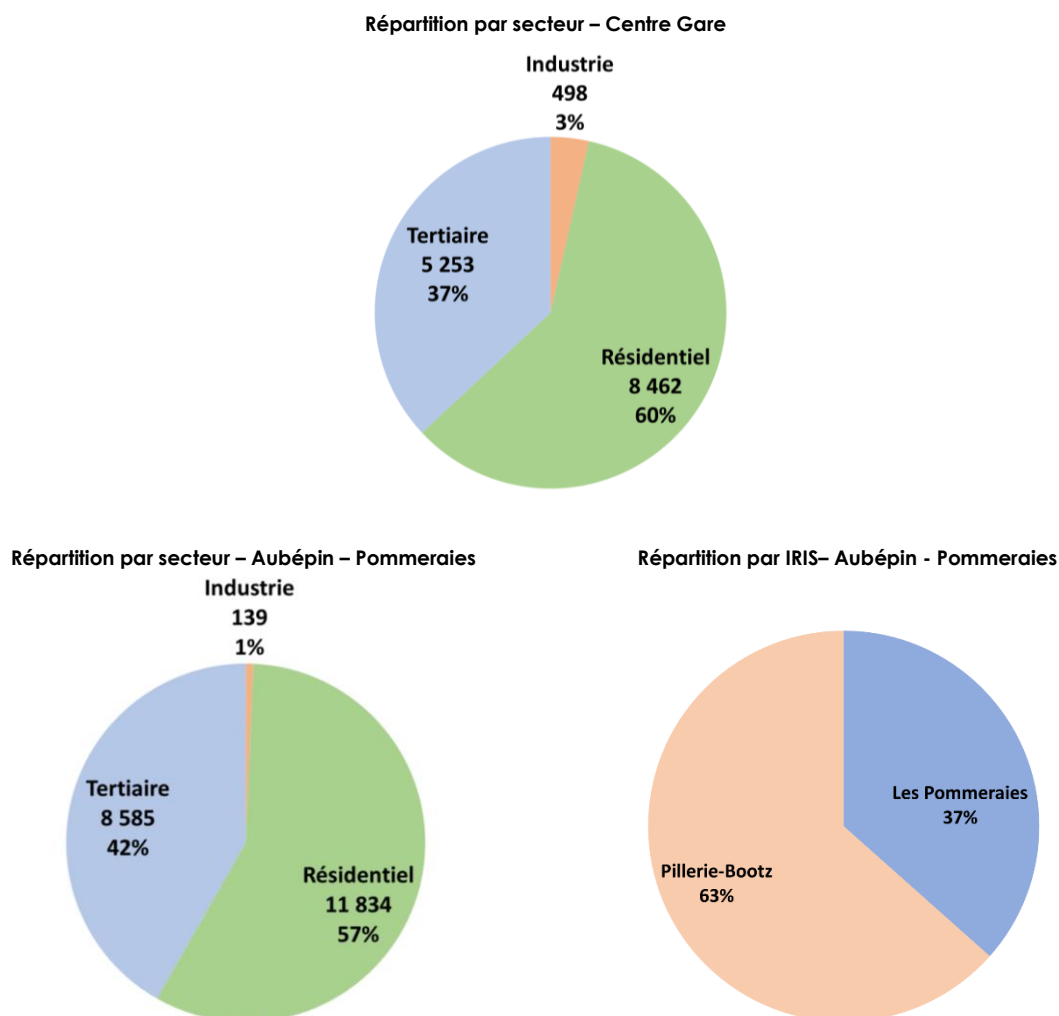


Les zones Centre Gare et Aubépin - Pommeraies se caractérisent par un besoin de chaleur, respectivement de l'ordre de **14 200 MWh/an** et **20 600 MWh/an**.

N.B : La zone Centre Gare n'est composée que d'une seule IRIS, celle de la **Gare-Senelle-Pont-de-Paris**, et la zone Aubépin - Pommeraies est composée des IRIS de l'**Aubépin** et des **Pommeraies**.

Les répartitions des besoins par secteur en MWh, et par IRIS en MWh PCS sont les suivantes :

Figure 23 : Analyse par secteur et par IRIS (Source : GRDF 2021) - Zones Centre Gare et Aubépin - Pommeraies



Encore une fois, il s'agit de zones majoritairement résidentielles, suivies de près le secteur tertiaire et avec très peu d'industrie.

Concernant la zone **Centre Gare**, on envisage subvenir aux besoins du secteur tertiaire avec le bâtiment de la gare elle-même et quelques commerces.

Pour la zone **Aubépin – Pommeraies**, on envisage de raccorder quelques logements, ainsi que des bâtiments du secteur tertiaire comme une piscine ou des bâtiments d'enseignement.

C'est un cas particulier dans notre étude, puisque ces quartiers sont limitrophes avec la commune de Changé, et impose donc de nouvelles contraintes concernant la création de nouvelles canalisations pour le RCU.

2.5 Synthèse des besoins de chaleur

En conclusion, les besoins de chaleur sur le territoire de la ville de Laval représentent actuellement environ 161 000 MWh/an. Ces besoins ont été décomposés selon plusieurs critères :

- **Localisation géographique** : certains secteurs de la ville sont moins propices que d'autres au développement du service public de la chaleur, un traitement différencié de ces besoins est donc nécessaire.
- **Usage du bâtiment** : les principaux usages (résidentiel, industrie, tertiaire, commerce, enseignement, etc.) offrent également une information intéressante sur la typologie de ces besoins mais également leur évolution à court et moyen terme.
- **Facilité de raccordement** : suivant les caractéristiques techniques (système de chauffage actuel, typologie du bâtiment, etc.) ou relatives au type de maîtrise d'ouvrage (bailleurs social, équipement public, entreprise privée, etc.) les bâtiments identifiés sont plus ou moins susceptibles de se raccorder au service public de la chaleur, les besoins ont donc été répartis en trois catégories allant d'un raccordement très probable à court terme (catégorie 1) à un raccordement partiel à long terme (catégorie 3).

Il a été décidé de décomposer en plusieurs scénarios les besoins en chaleur sur un périmètre de la ville bien défini.

Les scénarios 2a et 2b sont des scénarios de densification du RCU actuel de LEN, localisés très précisément dans les zones que nous avons pu identifier :

- La zone des **Fourches** avec un besoin de **47 600 MWh**
- La zone de **Ferrié** avec un besoin de **40 300 MWh**
- La zone de **Saint-Nicolas** avec un besoin de **38 300 MWh**

Le scénario 2a prévoit :

- Pour la zone des **Fourches** : une livraison de chaleur de l'ordre de **8400 MWh**, soit **18% des besoins totaux identifiés** pour cette zone.
- Pour la zone de **Ferrié** : une livraison de chaleur de l'ordre de **3400 MWh**, soit **8.4% des besoins totaux identifiés** pour cette zone.
- Pour la zone de **Saint-Nicolas** : une livraison de chaleur de l'ordre de **8000 MWh**, soit **21% des besoins totaux identifiés** pour cette zone.

Quant au scénario 2b, il prévoit :

- Pour la zone des **Fourches** : une livraison de chaleur de l'ordre de **13 400 MWh**, soit **28% des besoins totaux identifiés** pour cette zone.
- Pour la zone de **Ferrié** : une livraison de chaleur de l'ordre de **3 700 MWh**, soit **9.2% des besoins totaux identifiés** pour cette zone.
- Pour la zone de **Saint-Nicolas** : une livraison de chaleur de l'ordre de **21 410 MWh**, soit **56% des besoins totaux identifiés** pour cette zone.

Le potentiel de développement actuel, concentré sur ces trois zones, serait de l'ordre de +37% à +70%, soit 75 900 MWh/an à 94 700 MWh/an.

Une autre possibilité est la création d'un réseau de chaleur sur dans les quartiers de la Gare ainsi que dans les quartiers de l'Aubépin et des Pommeraies.

3 Evolution des besoins de chaleur

Plusieurs éléments vont venir faire évoluer les besoins de chaleur au fil du temps : certains sont subis, comme la diminution de la rigueur climatique due au réchauffement climatique, d'autres résultent d'actions telles les opérations de rénovation, la construction de nouveaux bâtiments, etc.

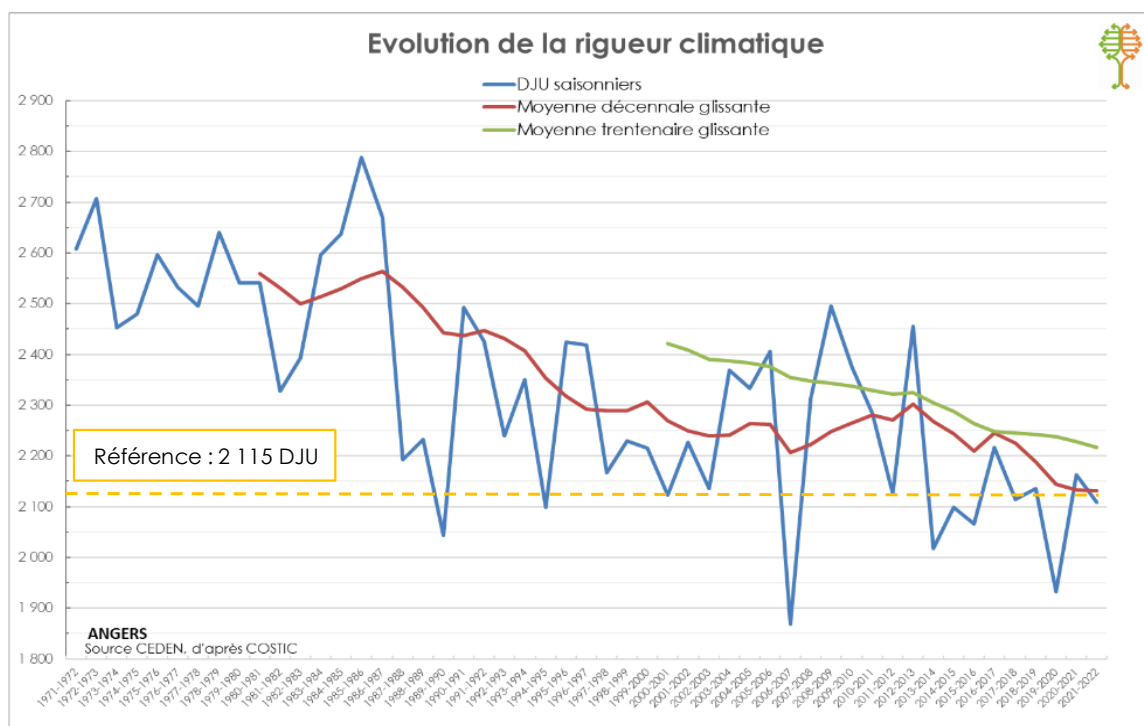
L'objectif de ce chapitre est de projeter l'évolution des besoins de chaleur jusqu'en 2050 afin de prendre en compte une évolution des livraisons de chaleur dans les scénarios à construire.

3.1 Evolution de la rigueur climatique

Le graphique suivant donne l'évolution de la rigueur climatique annuelle (station météo de référence : Angers) depuis l'année 1972. Les moyennes décennales et trentenaires glissantes y figurent. Pour information, CEDEN suit en continu **l'évolution des DJU communiquée par le COSTIC** et les exploite à travers différents graphiques gérés par saison de chauffe (base de données construite en interne).

Les courbes des moyennes décennales glissante et trentenaire glissante ne cessent de diminuer depuis 1972. Cette diminution est un premier facteur d'évolution des besoins énergétiques à prendre en compte lorsque l'on étudie les besoins énergétiques à l'horizon 2050.

Figure 24 : Evolution de la rigueur climatique (COSTIC – station Angers)



L'équation liée à la courbe affine de la moyenne trentenaire glissante indique une baisse annuelle de 10 DJU/an. En l'absence de scénario précis d'évolution des DJU, on peut considérer dans une première approche le cas d'une diminution continue à un rythme équivalent à celui observé sur la moyenne décennale. En 25 ans, soit entre 2025 et 2050, il serait ainsi perdu un total de 250 DJU. Ce qui correspond à une **baisse de près de 13% des besoins énergétiques liés au chauffage**.

La baisse de la rigueur climatique a un impact d'une diminution de près de 13% sur les besoins énergétiques liés au chauffage.

3.2 Evolution de la performance énergétique

3.2.1 Logement social

L'information concernant le DPE énergétique des logements indique que 85% des logements sociaux ont une étiquette énergétique inférieure ou égale à C, et concernent principalement les logements construits avant 1965. **Les logements construits avant 1965 constitueront donc la principale cible des programmes de rénovation énergétique à venir.**

Figure 25 : Efficacité énergétique des logements sociaux selon la classe d'âge du logement

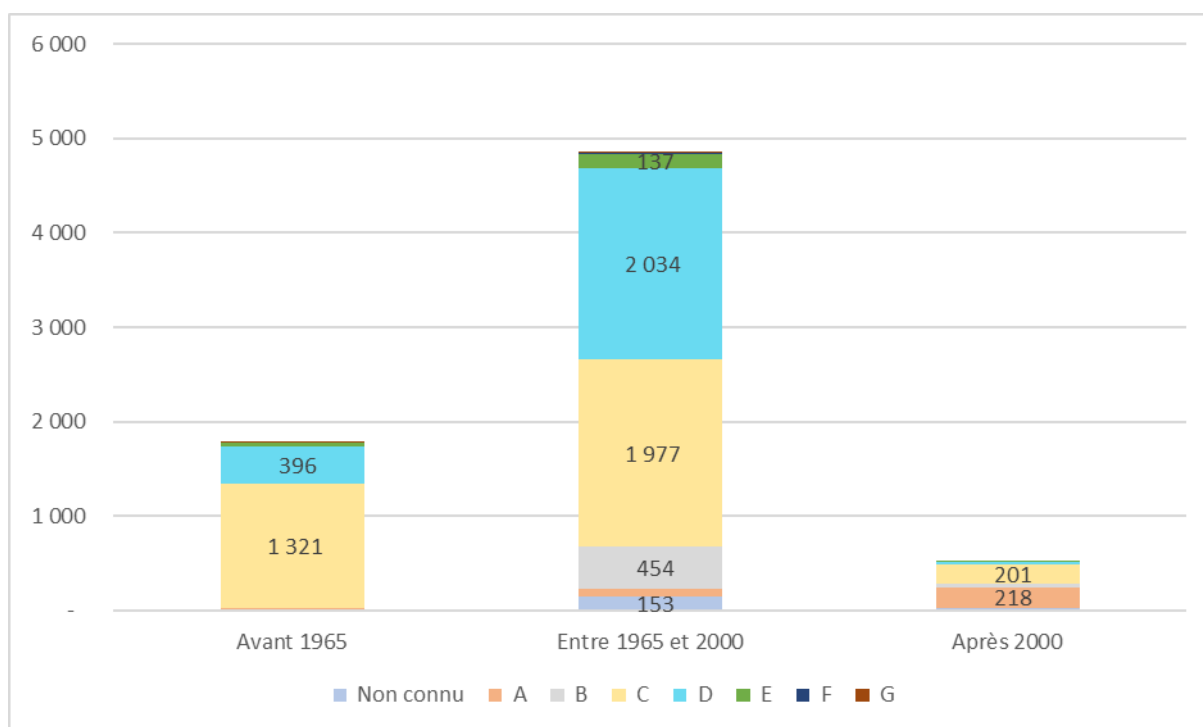
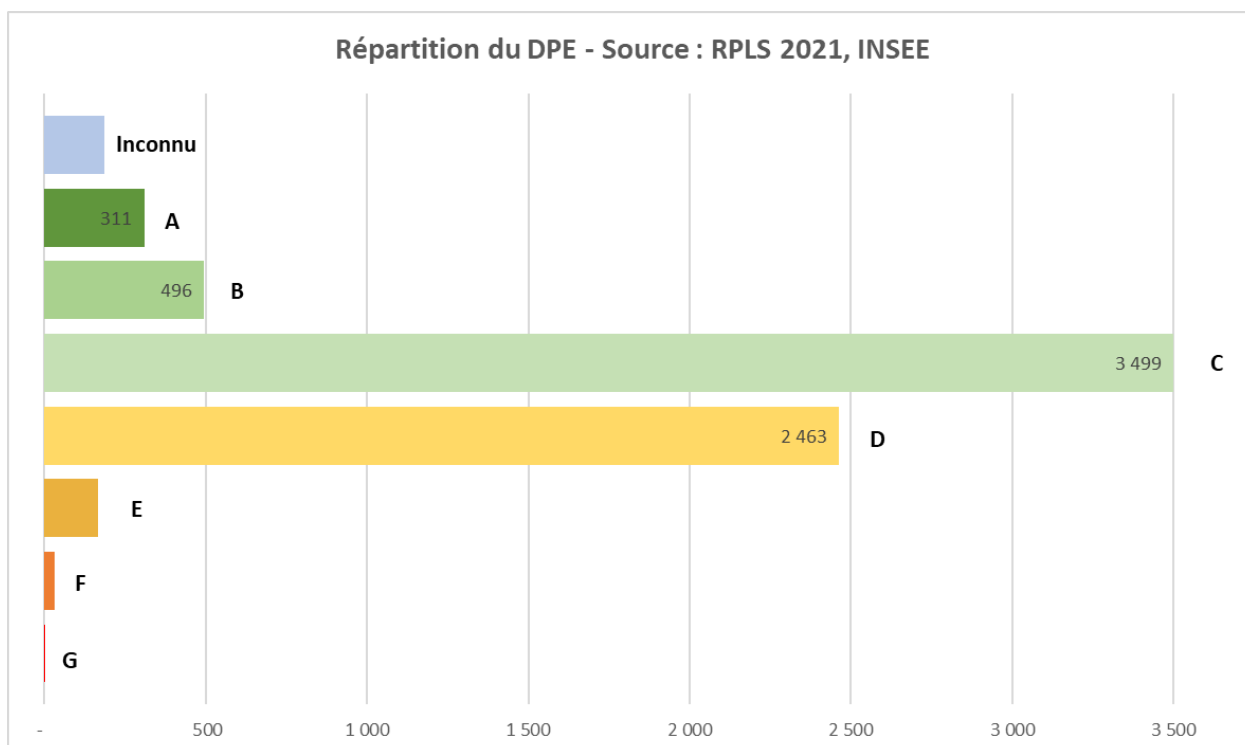


Figure 26b : Classement des bâtiments en fonction de leur DPE



Concernant les logements sociaux, l'atteinte de l'**étiquette A, B ou C pour tous les logements amèneraient à une réduction de consommation de 27%**. Un objectif plus ambitieux avec une atteinte de l'étiquette A (soit des rénovations BBC généralisées) induirait 67% de réduction des consommations. A noter que le PCAET a fixé un objectif de rénovation de 91% des logements sociaux au niveau A.

Il est retenu une réduction des consommations de chauffage de 35% sur 15 ans pour le logement social.

3.2.2 Logement privé

Le logement privé (collectif ou individuel) est probablement moins susceptible de réduire ses consommations avec la même rapidité que le secteur social, les raisons principales étant la lenteur et la difficulté des prises de décisions – en particulier pour les copropriétés – et la faiblesse relative des aides financières au vu du temps de retour sur investissement.

Il est retenu une réduction des consommations de chauffage de 15% sur 20 ans pour le logement privé.

3.2.3 Tertiaire

Les bâtiments tertiaires sont soumis au décret tertiaire, en particulier pour les bâtiments de plus de 1 000 m². Le décret prévoit une diminution ambitieuse des consommations : 60% d'ici 2050 par rapport à une année de référence entre 2010 et 2020. Toutefois, d'une façon générale, les bâtiments tertiaires ont d'ores et déjà diminué leurs consommations entre 2010 et 2020. De plus, l'ensemble des bâtiments ne sont pas concernés. Ainsi, il peut être estimé un rythme de réduction globale des consommations de 15% sur 20 ans pour l'ensemble des bâtiments tertiaires.

Il est retenu une réduction des consommations de chauffage de 15% sur 20 ans pour les bâtiments tertiaires.

3.3 Synthèse de l'évolution des besoins

Les besoins de chaleur actuels de Laval, pour le périmètre concerné par le RCU densifié, ont été estimés à 161 000 MWh/an pour l'année 2027. En projetant ces besoins à l'horizon 2050, **une diminution de 30%** est à prévoir, pour une valeur finale de **113 000 MWh/an**. L'évolution par zone est donnée dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Synthèse des besoins de chaleur – périmètre complet

Zone	Besoins - 2027 MWh/an	Besoins - 2050 MWh/an
Fourches	47 600	33 300
Ferrié	40 300	28 200
Saint-Nicolas	38 300	26 800
Centre Gare	14 200	9 940
Aubépin - Pommeraies	20 600	14 400
Total	161 000	112 600

Cette diminution des besoins peut sembler faible, notamment en considérant que, la meilleure des énergies étant celle qu'on ne consomme pas, l'effort collectif et individuel devrait se porter en premier lieu sur l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments. Plusieurs facteurs expliquent cette faible baisse des besoins :

- Le premier besoin de chaleur de la ville est celui du secteur résidentiel et correspond pour une grande partie à de la **production d'eau chaude sanitaire. Ce besoin ne devrait évoluer que marginalement**, via une limitation des pertes de distribution ou une évolution des mœurs. Ainsi,

l'atteinte de la neutralité carbone sur ce poste passe bien plus par de la mobilisation de ressources EnR, par exemple le chauffe-eau solaire.

- La **réalité des aides ou des obligations réglementaires actuelles** est très en deçà de ce qui serait nécessaire pour diminuer plus drastiquement les besoins énergétiques. Ainsi, les rénovations des maisons individuelles se font au compte-goutte et les contraintes du décret tertiaire, lorsqu'elles sont ramenées à la consommation des bâtiments en 2022, sont généralement bien plus faibles que les chiffres associés à la communication de ce décret (-40% et -60%).

4 Création d'un réseau de froid

Les réseaux de froids ont pour vocation de subvenir de manière **vertueuse** et **performante** aux **besoins de climatisation**. Ils représentent à ce titre un enjeu important pour les collectivités ainsi qu'un atout majeur dans la gestion de l'aménagement urbain pour les années à venir.

4.1 Contexte

4.1.1 Place du froid dans le mix énergétique

Les besoins de froid de confort (hors applications industrielles, donc) sur le territoire national représentent environ 19 TWh par an. Cela représente une faible part (1 %) des 1 600 TWh d'énergie finale consommée et de fait, c'est un besoin relativement discret au sein des politiques publiques. Contrairement aux autres types de besoins, il s'inscrit dans une dynamique montante : le scénario national bas carbone (SNBC) qui vise la neutralité énergétique en 2050 table sur une augmentation à 34 TWh/an en 2050, soit un quasi doublement des besoins.

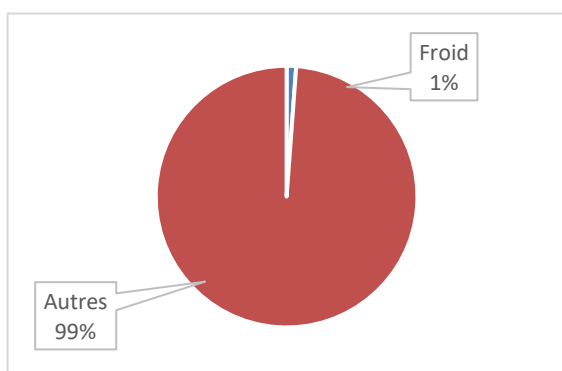
4.1.2 Place des réseaux dans la fourniture de froid

La production et distribution de froid via un réseau ne concerne qu'une part réduite des besoins actuels : moins de **1 TWh/an** sur les 19 TWh/an de besoins, soit 5%. Cette part est toutefois en augmentation régulière, et la loi LTECV tablait en particulier sur une **multiplication par 5 des livraisons** à l'horizon **2030**.

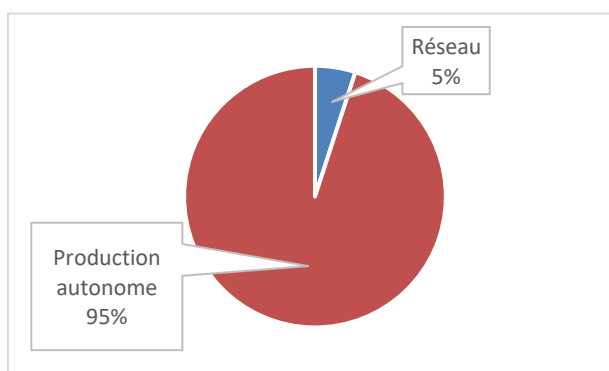
La France en particulier est en fer de lance du développement des réseaux froids en Europe : elle possède ainsi la plus grande puissance installée. Sur son territoire sont installé 23 des 115 réseaux recensés en Europe. Ces réseaux sont pour la plupart situés en Ile-de-France (9 sur 23) et dans le sud de la France. Ils couvrent plus de 200 km de canalisations.

Tableau 6 : Synthèse de l'enjeu des réseaux de froid

Part du froid dans les consommations d'énergie finale



Part des réseaux dans la distribution de froid



4.2 Principes d'un réseau de froid

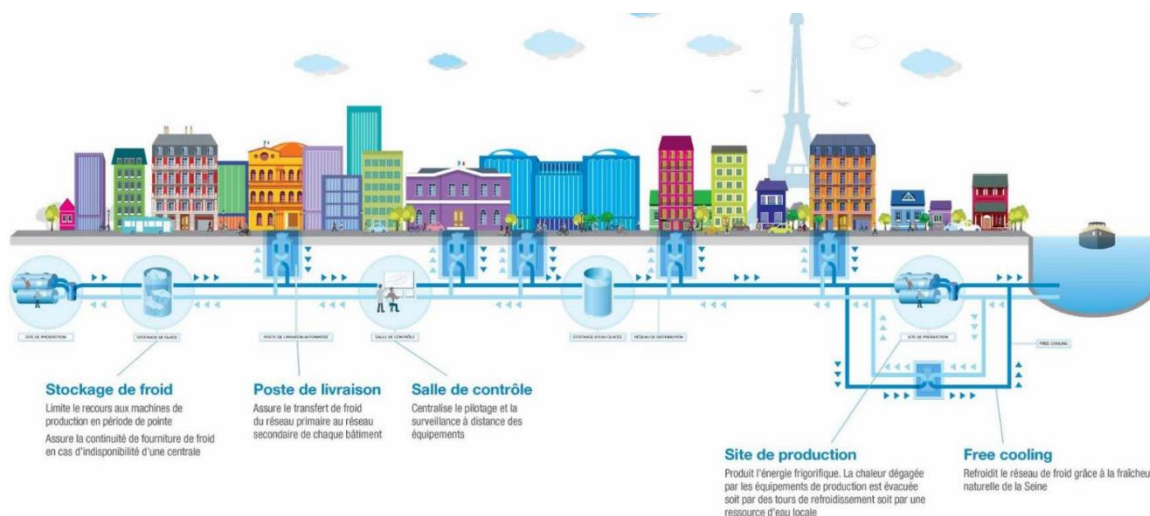
4.2.1 Fonctionnement

A l'instar d'un réseau de chaleur, un réseau de froid se décompose en trois étapes techniques :

- La **livraison du froid**, via des échangeurs de chaleur situés dans les sous-stations de chaque Abonné ;
- Le **transport du froid**, via un réseau de canalisations, le plus souvent enterrées ;
- La **production de froid** dans une chaufferie centrale.

Ces étapes sont représentées sur le schéma suivant.

Figure 26 : Principe du réseau de froid (source CLIMESPACE)



Les **abonnés** d'un réseau de froid sont **quasiment exclusivement** (à 94%) issus du **secteur tertiaire**, le plus souvent des bureaux.

La distribution de froid s'effectue par de **l'eau glacée**, avec des températures de départ entre 1 et 12 °C et un retour entre 10 et 20 °C.

La production de froid peut se faire de plusieurs façons :

- Groupes froids à **compression « classique »** : il s'agit ici de Pompes à Chaleur (PAC) fonctionnant à l'électricité ;
- Groupes froids à **absorption** : il s'agit alors de PAC spécifiques, qui fonctionnent avec une source de chaleur à la place de l'électricité.

Sur l'ensemble des réseaux français actuels, la **technologie principale est la compression classique** (à plus de 98%).

4.2.2 Comparaison avec la production décentralisée

Le **réseau** vient principalement **concurrencer** la production de froid par des **appareils autonomes**. Il permet en effet d'apporter un certain nombre d'avantages :

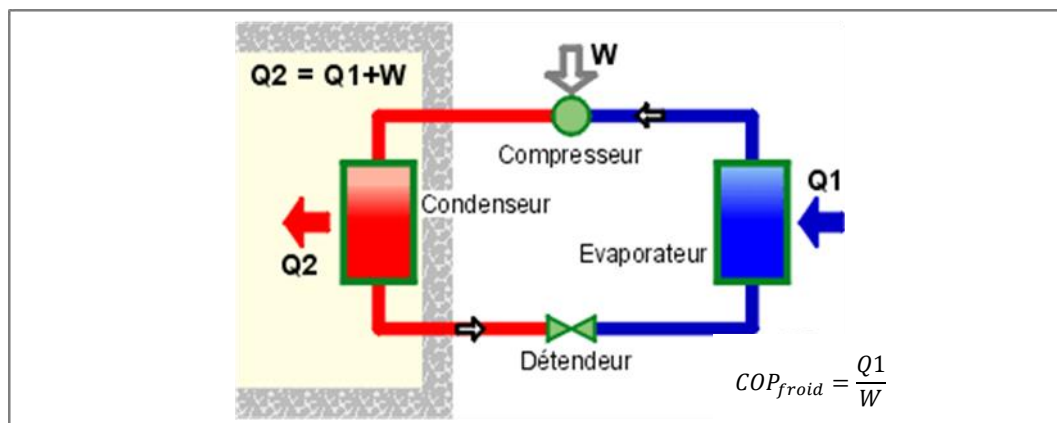
- Une **production de froid plus efficace** : par rapport aux appareils autonomes, le réseau de froid permet une multiplication du rendement par un facteur allant de **1,5 à 3**. De plus, l'agrégation des besoins de l'ensemble des abonnés permet d'améliorer la continuité d'utilisation des moyens de production en régime nominal ;
- Une **diminution** notable des **rejets polluants**, ceux-ci peuvent atteindre 10% dans le cas des appareils autonomes alors que la moyenne sur les réseaux de froids est de 0,1% ;
- Une meilleure maîtrise de **l'évacuation de la chaleur**. En effet, la production décentralisée du froid a tendance à créer des **îlots de chaleur urbains**, un phénomène par ailleurs renforcé par une évacuation de la chaleur par air sec (voir 4.2.3.1). A contrario, l'utilisation d'un réseau de chaleur permet de déplacer l'évacuation de la chaleur en dehors des zones urbaines denses et, de par l'utilisation de techniques à eau ou à air humide, de réduire significativement le phénomène.

4.2.3 Modes de production

4.2.3.1 PAC classique

La quasi-totalité des **unités de production de froid utilisées par les réseaux actuels** correspondent à une pompe à chaleur à **compression « classique »**, où le retour réseau joue le rôle de source froide (c'est là où la chaleur va être prélevée), la source chaude pouvant quant à elle être l'eau si la configuration du site le permet (fleuve, nappe géologique) ou l'air. Le fonctionnement de la PAC est résumé dans le graphe suivant.

Figure 27 : Fonctionnement d'une pompe à chaleur



Le COP froid est défini comme le ratio entre l'énergie prélevée à la source froide et l'énergie électrique consommée. Sa valeur dépend du régime de température du réseau d'une part et de la technologie d'évacuation de la chaleur employée de l'autre. Trois technologies peuvent être rencontrées :

- **Air sec** : Le condenseur transmet la chaleur à l'air ambiant, qui monte ainsi en température. Cette méthode est souvent responsable du phénomène d'îlots de chaleur urbain ;
- **Air humide** : le condenseur transmet sa chaleur principalement par évaporation d'eau (par arrosage de micro-gouttelettes d'eau sur la surface d'échange). L'air en ressort légèrement rafraîchi et plus humide en été ;
- **Eau** : le condenseur transmet la chaleur à un réservoir d'eau, le plus souvent un fleuve ou une nappe géologique. C'est la technologie la plus efficace, elle nécessite toutefois une implantation adéquate.

Le COP froid moyen (sur une saison) de ces différentes technologies est le suivant.

Technologie	Air sec	Air humide	Eau
COP froid moyen	3,16	4,51	5,50

Les bonnes performances de la technologie à eau expliquent le recours important (80% du froid produit) des réseaux actuels à cette technologie.

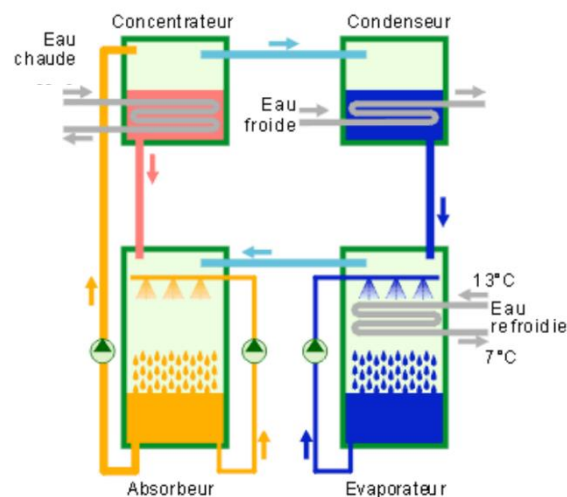
4.2.3.2 PAC à absorption

Les PAC à absorption présentent une alternative intéressante aux PAC classiques. Elles ont pour objectif de **remplacer l'énergie électrique** utilisée par le compresseur par de **l'énergie thermique**. Ceci permet en particulier de produire du froid à partir d'une source de chaleur fatale, **diminuant** par là même le **contenu carbone** du froid livré aux abonnés.

La PAC à absorption **remplace** ainsi le cycle **compression/détente** du fluide frigorigène par un cycle **absorption/séparation** du couple fluide frigorigène/absorbeur. Le cas le plus commun est celui de **l'eau** (fluide frigorigène) et du **bromure de lithium** (absorbeur). La phase d'absorption correspond à l'assimilation de la vapeur d'eau par le bromure de lithium, maintenant ainsi la basse pression requise au niveau de l'évaporateur. La phase de séparation consiste à chauffer la solution eau + bromure de lithium pour séparer les deux éléments ; le bromure de lithium retournant alors à l'étape d'absorption. L'eau ainsi extraite sous forme vapeur est condensée, le plus souvent dans une tour aéro-réfrigérante à boucle fermée, avant de retourner dans l'évaporateur.

Le schéma de la PAC à absorption est le suivant.

Figure 28 : Schéma de fonctionnement PAC à absorption (source ADEME-AMORCE)



Comparé à une PAC classique, le **COP froid est bien plus faible** : de l'ordre de **0,7** seulement. La pertinence de ce moyen de production est donc intrinsèquement liée à l'existence d'une source de chaleur fatale gratuite, ou a minima de très bon marché (moins de 10 €/MWh chaud).

Cette technologie offre par ailleurs une possibilité particulière : celle d'utiliser un réseau de chaleur existant pour distribuer du froid. Dans ce schéma, les sous-stations d'un réseau de chaleur se voient équipées de PAC à absorption, qui leur permettent de transformer la chaleur du réseau en froid.

L'intérêt est alors **double** : d'une part on s'affranchit de la nécessité d'installer de nouvelles canalisations et, de l'autre, on stimule le fonctionnement du réseau de chaleur en mi-saison et en été, périodes usuellement creuses pour ce type d'équipement.

Une application récente de ce mode de fonctionnement est le **réseau de froid du Mirail à Toulouse**. Mis en service en **fin 2017** par la société Coriance, l'objectif de ce réseau de froid est de desservir 7 sous-stations pour un besoin à terme de **1,7 GWh/an**, sur environ 73 000 m² de bureaux. Le réseau de chaleur actuel est alimenté en totalité par une usine de valorisation énergétique de déchets, qui trouve ainsi un débouché en période estivale. La technologie retenue pour les PAC à absorption est le couple **eau / bromure de lithium**.

4.3 Aspects économiques

4.3.1 Comparatif production locale / réseau

Le coût du froid moyen sur les 23 réseaux de France est de **140 € HT/MWh**. Dans le cadre du programme européen SUMMERHEAT, une comparaison avec le coût de revient du froid produit localement a été menée. Les ordres de grandeur des coûts identifiés sont les suivants :

- Pour des petites installations (<35 kW), le coût de revient par un appareil autonome est de 167 €/MWh ;
- Pour des installations importantes, le coût de revient est de 83 €/MWh pour une production décentralisée, contre 108 €/MWh pour le réseau.

Ces résultats doivent être nuancés car le **coût de revient** sur le réseau **dépend significativement** de la **densité thermique**, c'est à dire le besoin annuel de froid ramené à la longueur totale de canalisations.

4.3.2 Comparatif PAC compression / absorption

Dans le cadre du programme européen SUMMERHEAT, une comparaison a été menée sur le coût de revient des PAC à absorption. L'exercice arrive aux conclusions suivantes.

Tableau 7 : Coûts de revient selon la technologie PAC (source ADEME, 2018)

Puissance froide en sous-station (kW)	Coût (€ HT/MWh)	
	Compression	Absorption
35	167	285
300	83	81
1 000	108	104

La **PAC à absorption arrive à rivaliser avec les moyens de production classique**, mais uniquement sous **l'hypothèse d'une source de chaleur à bas coût** : les valeurs ont été calculées pour un prix d'achat de la chaleur de 7 €/MWh. Dès que ce prix augmente, la PAC à absorption se retrouve très peu compétitive.

La compétitivité de la PAC à absorption peut être améliorée si un **besoin de chaleur à basse température** vient se **conjuguer au besoin de froid**. C'est notamment le cas si une piscine est à proximité, ou si le bâtiment possède un besoin d'ECS particulièrement important. Dans ce cas, une partie importante de la chaleur rejetée par la PAC à absorption peut être valorisée, abaissant ainsi le coût global. Ce type d'utilisation est toutefois marginal au sein d'un parc d'abonnés typique d'un réseau de chaleur.

4.4 Synthèse pour la ville de Laval

En outre, les réseaux de froid sont développés dans les grands quartiers de bureau, comme le quartier de la Défense à Paris, ou dans des zones commerciales et de bureaux du Sud de la France comme Toulouse, Marseille ou Nice.

Pour les autres usagers, les besoins de production de froid sont réduits à mal compte-tenu du très faible nombre de jours successifs durant lesquelles les températures dépassent les 35°C.

Les besoins de froid concernent principalement le Centre Hospitalier de Laval et la polyclinique du Maine, qui disposent de leurs propres moyens de production, à savoir des groupes de froid électriques. Concernant les EHPAD, ces besoins de froid ne concernent que quelques jours pendant l'été.

De manière globale, ces besoins étant très ponctuels, ils ne justifient pas la création d'un réseau de froid ni la mise en place des PAC à absorption dont les coûts de revient sont prohibitifs.

La création d'un réseau de froid pour la ville de Laval n'est donc pas envisageable.

5 Annexes

5.1 Annexe 1 – Correspondances des numéros des sous-stations avec les bâtiments concernés pour la densification du RCU

Tableau 8 : Correspondances entre numéro de SST avec leurs bâtiments – Densification du RCU

SST	Nom	Maître d'ouvrage	Besoins totaux	Scénario
4	Centre Commercial E. Leclerc	SAS Nicodis	1614	2a
12	Magasin de l'Abbaye de la Coudre, ABBAYE DE LA COUDRE	Congrégation de la Coudre	899	2a
23	Lycée général et technologique privé d'Avesnières	OGEC Avesnières	720	2a
24	Ecole / Lycée polyvalent privé Haute Follis	OGEC Haute Follis	245	2a
25	Maison de Retraite Le Faubourg Saint-Vénérand	CH de Laval	712	2a
32	POLYCLINIQUE DU MAINE	S.A. Polyclinique du Maine	1753	2a
38	Résidence Pasteur	Méduane Habitat	290	2a
40	École et Collège Sainte-Thérèse	OGEC Sainte-Thérèse	466	2a
44	LA COCONNIERE	Méduane Habitat	375	2a
49	JEAN HUNAUT	Méduane Habitat	375	2a
59	EUGENE MESSMER	Méduane Habitat	324	2a
63	PALINDROME CMA	Ville	260	2a
65	CENTRE DE PLANIFICATION ET D'EDUCATION FAMILIALE	Etat	321	2a
72	Résidence La Meslerie	Méduane Habitat	303	2a
76	SERVICE AUXILIAIRES DE VIE, CCAS LAVAL PLACES HEBERGEMENT URGENCE	Ville	292	2a
86	CENTRE MEDICO SOCIAL DE L'EPINE	Conseil Départemental	251	2a
87	Services Psychiatriques Adultes Lavallois	CH de Laval	247	2a
94	Collège Emmanuel de Martonne	Conseil Départemental	276	2a
95	RESIDENCE MAC DONALD	Méduane Habitat	243	2a
104	HILARD	Méduane Habitat	1539	2a
118	M	Copropriété	160	2a
119	Résidence Les Platanes	Copropriété	156	2a
125	CPAM de Mayenne	Etat	148	2a
127	Ecole primaire privée Notre-Dame d'Avesnières	OGEC Avesnières	139	2a
145	GROUPE SCOLAIRE HILARD - PRIMAIRE MATERNELLE GYMNASE RESTO	Ville	345	2a
147	IMAGIS	S.E.L.A.R.L Oncorad 53	117	2a
155	L'EPINE	Méduane Habitat	652	2a
159	LE FRENE	Méduane Habitat	118	2a
162	SAINTE ANNE	Méduane Habitat	98	2a
163	LE VIVAING	Méduane Habitat	364	2a
164	CLOSERIE DES ORMEAUX	Méduane Habitat	262	2a
165	SAINTE CATHERINE	Mayenne Habitat	609	2a
168	ZOOM	Laval Agglo	127	2a
173	ECOLE PRIMAIRE ALLAIN + RESTAURANT SCOLAIRE	Ville	84	2a

SST	Nom	Maître d'ouvrage	Besoins totaux	Scénario
176	GYMNASSE CONSTANT LAISIS	Ville	80	2a
177	MQ HILARD	Ville	67	2a
179	GYMNASSE NOEMIE HAMARD	Ville	63	2a
180	GYMNASSE Etoile Sportive Lavalloise	Ville	57	2a
184	GYMNASSE RENÉ LE COZ	Ville	66	2a
185	ECOLE MATERNELLE MICHELET	Ville	50	2a
187	MUSEE ECOLE DE LA PERRINE	Ville	45	2a
190	CTRE LOISIRS G. BRASSENS	Ville	44	2a
191	MQ FOURCHES = MAISON BLEUE	Ville	44	2a
193	GYMNASSE DACTERIE	Ville	37	2a
197	BAINS DOUCHES LAVALLOIS	Ville	26	2a
206	F.J.T François Peslier	Méduane Habitat	342	2a
208	CAF 53	Etat	245	2a
209	EHPAD Notre Dame de la Miséricorde	Association Notre Dame de la Miséricorde	685	2a
210	Espace Saint Julien	Résidence Saint Julien SAS	655	2a
212	Centre des finances publiques	Etat	455	2a
300	27-VERSAILLES	Constructions en cours	338	2a
301	30-POSTE MENDES	Constructions en cours	190	2a
302	33-GENDARMERIE	Constructions en cours	423	2a
303	RESIDENCE LE PARC	Copropriété	1195	2a
308	CAMPUS HAUTE FOLLIS 1	OGEF Haute Follis	425	2a
177b	SALLES DE SPORT USL HILARD - MARCEL THEARD GYM EXTENSION VESTIAIRES FOOT	Laval Agglo	0	2a
88b	Syndic Le Pavement Ville	Méduane Habitat	0	2a
1	AgriCampus, Lycée d'enseignement général et technologique agricole de Laval,MFREO La Pignerie de Laval	Conseil Régional	2406	2b
3	Résidence Murat, SSAD HANDAS		1932	2b
6	Tissus d'Avesnières		1508	2b
8	EHPAD JEANNE JUGAN	CENTRE HOSPITALIER DE LAVAL	172	2b
20	HALTE-GARDERIE "TOM POUCE", Résidence Saint-Nicolas		790	2b
39	SERVICE D'ACCUEIL ET ORIENTATION		467	2b
43	PHARMACIE DELDALLE-PÂRIS,PHARMACIE SAINT MICHEL, Carrefour Market		428	2b
47	L		400	2b
54	C		360	2b
55	K		360	2b
56	I		360	2b
58	Le Gué d'Orger 2		354	2b
61	Grand Frais		345	2b
66	J		320	2b
70	CIGMA		311	2b
79	MFR La Pignerie		277	2b
80	ACCUEIL FAMILIAL THERAPEUTIQUE, Résidence Rive Gauche		276	2b
81	ASSOCIATION "POLICHINELLE"		276	2b

SST	Nom	Maître d'ouvrage	Besoins totaux	Scénario
82	CLG PIERRE DUBOIS	CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA MAYENNE	235	2b
83	Les Calandres de Chanteloup		269	2b
85	Le Charmille		252	2b
88	Le Pavement Ville		236	2b
89	Résidence Esculape		236	2b
92	Centre de secours principal de Laval		229	2b
120	Hubert Process		152	2b
134	Art Concept Composites		133	2b
136	Conforama		131	2b
141	SERVICE APARTE		124	2b
170	GS Louis Pergaud	Ville	117	2b
207	Gendarmerie		418	2b
304	24N-LACTALIS 2 (Beck 2)		468	2b
305	25N-LACTALIS 3 (Lactopole)		320	2b
306	26N-LACTALIS 4 (siège social)		594	2b
307	27N-WILO		3453	2b

5.2 Annexe 2 – Illustration de la méthode d'identification

Cette annexe vient présenter la méthode d'identification sur le quartier des Fourches, à titre d'illustration, de la méthode appliquée à l'ensemble de la Ville dans le cadre du schéma directeur.

5.2.1 L'Habitat

5.2.1.1 L'habitat individuel

- **Généralités**

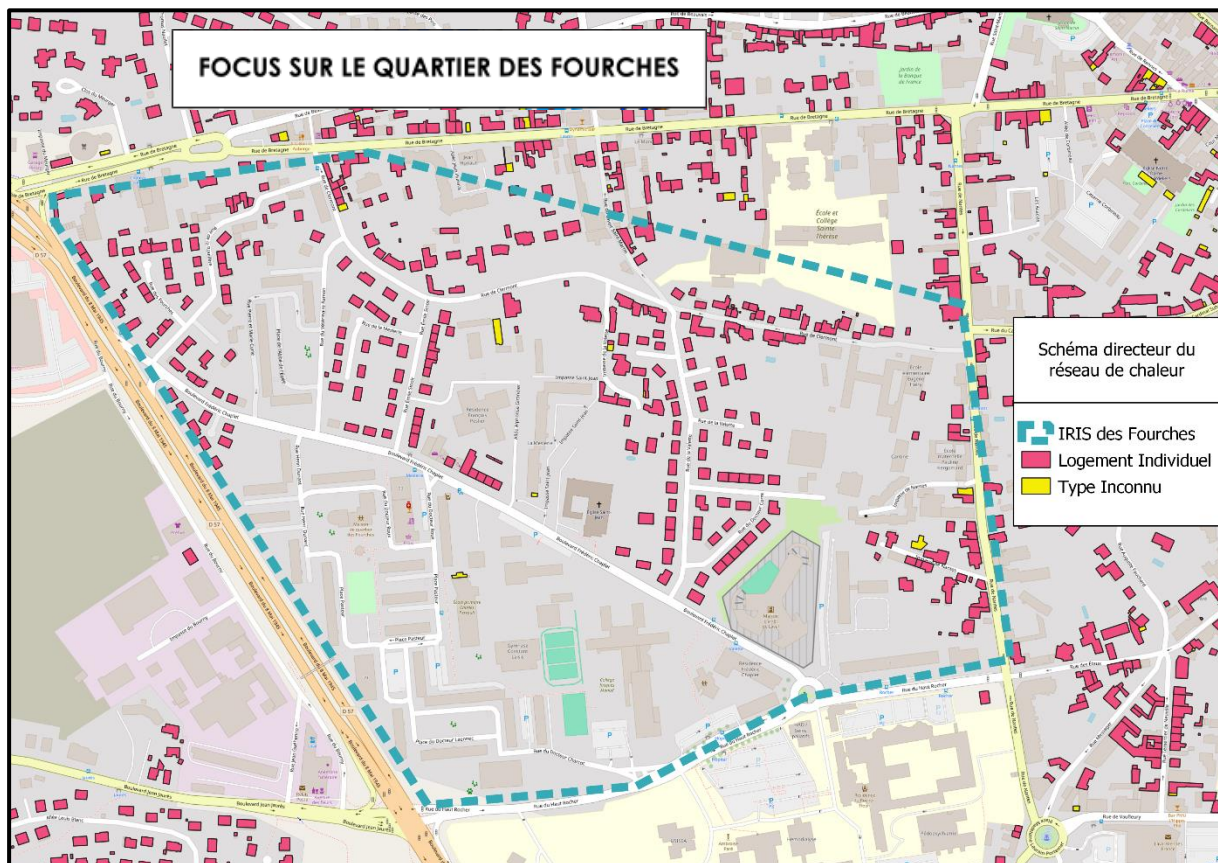
Le quartier des Fourches (à ne pas confondre avec la zone des Fourches élargie) compte près de **211 logements individuels**¹, et aucun ne relève du secteur de l'habitat social.

En termes de présence au sein du quartier, on peut noter que ces pavillons individuels représentent **34% de la surface plancher totale** des bâtiments du quartier. Il s'agit en fait de la composante majoritaire, sans être toutefois l'unique élément du quartier.

- **Localisation**

La carte suivante présente la localisation des pavillons individuels du quartier.

Figure 29 : Carte des logements individuels – Quartier des Fourches



On note que l'habitat individuel occupe une place importante dans la partie Nord du quartier avec une présence forte autour du boulevard Frédéric Chaplet.

- **Besoins de chaleur**

Les besoins de chaleur de l'habitat individuel sont essentiellement de 3 types : le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et la cuisine. Dans le reste de l'étude, on ne traitera pas la question du besoin de cuisine, en effet celle-ci n'est pas substituable par un réseau de chaleur.

Le besoin de chauffage dépend essentiellement de la surface de la maison et de sa performance thermique. A contrario, celui d'ECS est quasiment indépendant de ces deux paramètres, mais varie

avec le nombre d'occupants. Ces niveaux de consommation sont toutefois variables et donc difficile à estimer.

Les besoins énergétiques de l'habitat raccordé au réseau de chaleur de Saumur.

A titre indicatif, le besoin de chaleur moyen sur la Commune de Saumur s'établit à 7,6 MWh utiles/an/logement pour les 68 pavillons raccordés au réseau de chaleur..

On peut noter que ce besoin peut sembler faible et plutôt proche de celui des appartements. La surface moyenne de plancher de ces maisons est de l'ordre de 90 m², ce qui explique ce niveau relativement faible de consommation. La plupart des constructions ont été réalisées avant 1990.

Le besoin de chaleur moyen des pavillons de la ville de Laval est estimé à 6,8 MWh utiles/an/logement, soit un besoin global pour la zone des Fourches de 1 400 MWh/an.

• Transition vers la neutralité carbone

Ainsi que noté dans le paragraphe précédent, il n'est pas possible d'atteindre la neutralité carbone des besoins de chaleur de l'habitat individuel par le seul biais des rénovations thermiques. Il est donc pertinent d'envisager la transition vers une chaleur produite par des EnR&R. Cette transition peut s'opérer de plusieurs façons : le verdissement des réseaux actuels, l'installation d'un moyen de production autonome, ou le raccordement à un réseau de chaleur vert.

☞ Verdissement des réseaux actuels

La grande majorité des pavillons de la zone utilise le gaz comme énergie primaire. Or les perspectives de verdissement du réseau de gaz sont extrêmement faibles (de l'ordre de 10 à 15% à long terme), cette stratégie ne peut donc être utilisée que pour une partie des pavillons.

☞ Production EnR autonome

Il s'agit dans ce cas d'installer un moyen de production renouvelable, a priori une pompe à chaleur (prélevant la chaleur à l'air ambiant) ou une chaudière à granulés. Notons que ce système peut être complété par des panneaux solaires thermiques qui permettront de diminuer la consommation d'électricité dans le cas de la PAC et de granulés dans le cas du bois.

Cette solution permet de ramener à presque zéro les émissions de CO₂ dans le cas de la chaudière bois et nécessite dans le cas de la PAC un approvisionnement en électricité décarboné au cœur de l'hiver.

☞ Raccordement à un réseau de chaleur

Dans le cas d'un raccordement à un réseau de chaleur, le taux EnR&R du réseau va pouvoir s'appliquer au pavillon. Cela nécessite toutefois la pose d'une longueur importante de canalisation sous la voirie publique, ce qui va se traduire par un **investissement et des pertes thermiques élevées**, par comparaison à un même nombre de logements, mais situé dans un immeuble collectif.

Du fait des coûts élevés pour la mise en place de canalisations enterrées, la stratégie proposée pour ce secteur est la suivante :

- Pavillons dont le réseau de chaleur passe dans la rue : **Raccordement RCU** ;
- Groupe de pavillons rapprochés dont l'un au moins est à proximité immédiate du réseau de chaleur : **Raccordement au RCU** ;

Autres pavillons : **Production EnR&R autonome** en priorité, **verdissement du réseau de gaz** en cas de moyens financiers insuffisants.

5.2.1.2 L'habitat collectif

• Généralités

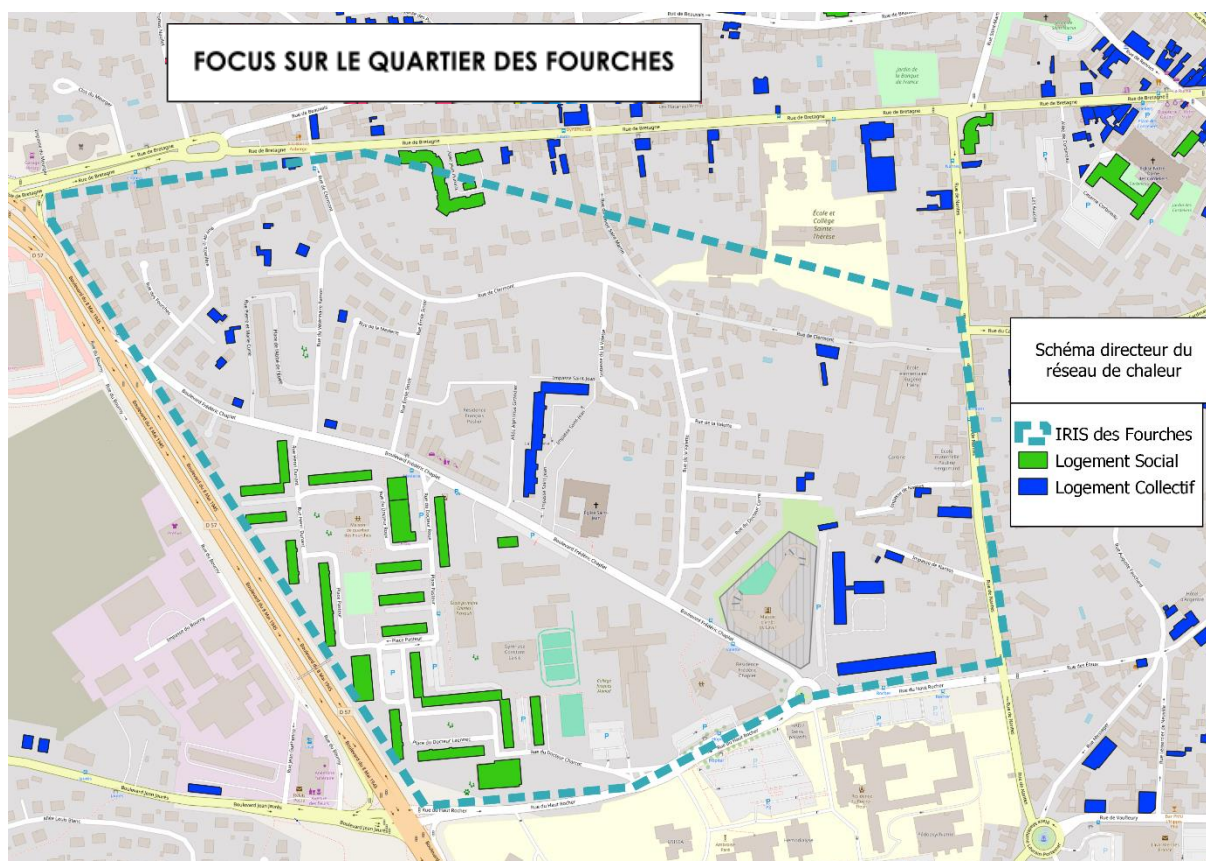
Le quartier des Fourches compte près de **807 logements collectifs**, dont 68% relèvent du secteur de l'habitat social. De même que pour les logements individuels, cela indique que la grande majorité des logements appartient à un nombre réduit d'acteurs, ce qui facilite les prises de décision.

En termes de présence au sein du quartier, on peut noter que ces immeubles d'habitation représentent **28% de la surface plancher** totale des bâtiments. Il s'agit donc d'une composante également significative sans être majoritaire.

• Localisation

La carte suivante présente la localisation des immeubles d'habitation du quartier.

Figure 30 : Carte des immeubles d'habitation – Quartier des Fourches



On note que l'habitat collectif est relativement disséminé sur la zone sud-ouest du quartier.

• Besoins de chaleur

Les besoins de chaleur sont identiques à ceux de l'habitat individuel. Le niveau de consommation actuel est cependant plus aisé à connaître. En effet la Ville bénéficie de sources d'information pertinentes à ce sujet :

Le besoin de chaleur moyen s'établit à 6,0 MWh utiles/an/logement, soit un besoin global pour la zone des Fourches de 4 900 MWh/an.

• Transition vers la neutralité carbone

De même que pour l'habitat individuel, la transition peut s'opérer de plusieurs manières. En particulier, dans le cas d'une production autonome au d'un raccordement au RCU, va se poser **la question de la conversion du mode de chauffage** pour les immeubles dont les appartements sont chauffés individuellement, c'est à dire ceux chauffé à l'électricité ou par des chaudières gaz individuelles.

☞ Production EnR autonome

Il s'agit dans ce cas d'installer un moyen de production renouvelable, a priori une pompe à chaleur (prélevant la chaleur à l'air ambiant) ou une chaudière à granulés. Notons que ce système peut être complété par des panneaux solaires thermiques qui permettront de diminuer la consommation d'électricité dans le cas de la PAC et de granulés dans le cas du bois.

Cette solution permet de ramener à presque zéro les émissions de CO₂ dans le cas de la chaudière bois, et nécessite dans le cas de la PAC un approvisionnement en électricité décarboné au cœur de l'hiver.

☞ Raccordement à un réseau de chaleur

Les immeubles d'habitation sont particulièrement adaptés au raccordement à un réseau de chaleur urbain, puisque la longueur de canalisation enterrée est réduite, un même point de livraison permettant d'approvisionner un grand nombre de logements. De plus, la place prise par la sous-station du réseau de chaleur est bien plus restreinte et soumise à moins d'exigences réglementaires qu'une chaufferie autonome.

La stratégie à adopter dans ce secteur est la suivante :

- Immeubles dotés d'un chauffage central : **raccordement au RCU** ;
- Immeubles avec chauffage individuel : conversion du mode de chauffage et raccordement au RCU en priorité, conversion du mode de chauffage et mise en place d'une production EnR autonome sinon.

5.2.2 Le tertiaire

• Généralités

Le quartier des Fourches compte 54 bâtiments relevant du secteur du tertiaire.

En termes de présence au sein du quartier, on peut noter que ce secteur représente 30% de la surface plancher totale des bâtiments. Il s'agit donc également d'une contribution significative à la physionomie de ce quartier.

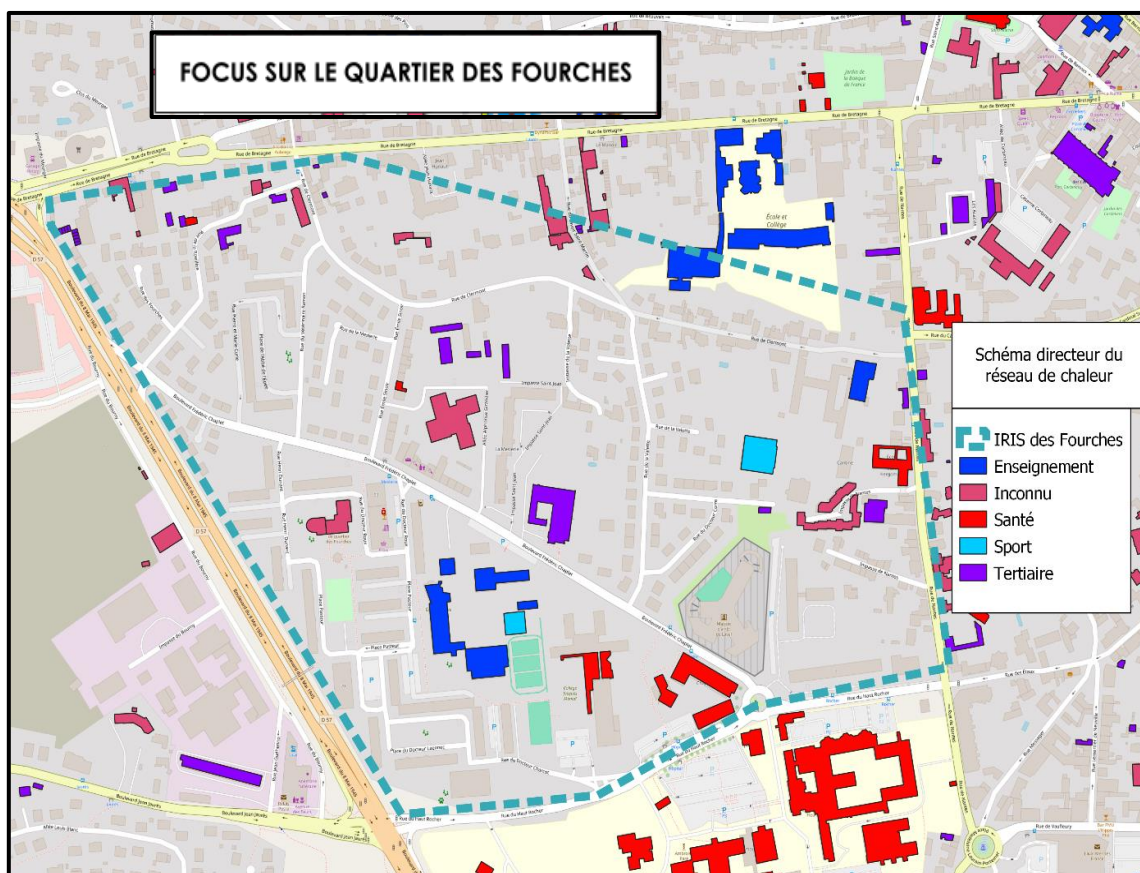
Plusieurs catégories se distinguent :

- En premier lieu le tertiaire de bureaux pour 20% de la surface plancher ;
- Les commerces (37%)
- Les équipements sportifs (8%) ;
- L'Enseignement (19%) ;
- La Santé (16%).

• Localisation

La carte suivante présente la localisation du tertiaire au sein du quartier.

Figure 31 : Carte du tertiaire – Quartier des Fourches



• Besoins de chaleur

Les besoins de chaleur du tertiaire vont dépendre du type. Les bâtiments du secteur de la santé – notamment les hôpitaux, cliniques et EHPAD – ainsi que les piscines vont avoir des besoins en ECS importants ainsi qu'un besoin de chauffage sur toute l'année. Les autres bâtiments auront principalement un besoin de chauffage, lequel sera intermittent pour les équipements sportifs de type gymnase.

Le niveau de ce besoin est également variable, puisqu'au-delà de la surface plancher, le ratio de consommation au m² sera plus faible pour des bureaux que pour un EHPAD et dépendra aussi du

niveau de réhabilitation de chaque bâtiment. La Ville dispose toutefois d'un atout important pour déterminer le niveau de ces besoins :

- Soit directement, par la connaissance des consommations des bâtiments communaux et communautaires ;
- Soit par des échanges avec les autres gestionnaires de bâtiments publics : la Région pour les lycées, le département pour les collèges, le Centre Hospitalier ;
- Soit par l'analyse des données de livraison GrDF à la maille adresse dans le secteur Tertiaire.

• *Transition vers la neutralité carbone*

Les possibilités pour les bâtiments de ce secteur découlent des leviers suivants :

- La rénovation thermique.
- Le recours à une source d'énergie verte. Deux options sont alors à considérer : l'autonomie et le raccordement à un réseau de chaleur.

☞ *Raccordement à un réseau de chaleur*

Le raccordement à un réseau de chaleur est le premier choix pour la décarbonation de ces bâtiments. La difficulté peut toutefois se situer sur la question de l'éloignement du réseau, surtout si les besoins du bâtiment sont faibles.

☞ *Production EnR autonome*

Il s'agit d'un choix principalement indiqué si le raccordement au réseau n'est pas envisageable. En effet, les coûts d'investissement et d'exploitation vont rendre très souvent cette solution plus onéreuse.

La stratégie proposée pour les bâtiments du tertiaire est la suivante :

- Si compatibilité du système de chauffage et proximité au RCU ou consommation suffisamment importante pour motiver une extension : raccordement au RCU ;
- Autres cas : production EnR autonome

5.2.3 Synthèse

La carte suivante présente finalement la carte générale des bâtiments au sein du quartier.

Figure 32 : Carte générale – Quartier des Fourches

