ENQUÊTE DES RÉSEAUX DE CHALEUR ET DE FROID

ÉDITION 2022

FEDENE SNCU

Décarbonons nos quotidiens

EDITO

Yann ROLLAND,
Président du SNCU

Les tensions géopolitiques et le renouvellement du parc nucléaire français impactent fortement le quotidien des Français, les services des collectivités et l'activité des entreprises. Ce changement - profond - invite l'État et les collectivités territoriales à mettre en place un nouveau modèle énergétique résolument plus sobre, plus efficace, plus renouvelable et plus local.

Trop souvent négligée, la production de chaleur - qui représente pourtant près de la moitié de la consommation finale d'énergie en France - dépend trop des énergies fossiles dont l'approvisionnement est incertain et les prix sont volatils[1]. Les ménages sont les premiers exposés : la chaleur représente au moins 75% de la consommation de leur foyer[2] dont plus de la moitié est couverte par des énergies fossiles[3] importées[4].

En plus d'être un levier essentiel pour la transition énergétique, la production de chaleur à partir d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) locales est un enjeu stratégique majeur !

Les réseaux de chaleur favorisent l'autonomie et la transition énergétique des territoires.

Les résultats de l'enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid montrent que les réseaux de chaleur conservent la dynamique vertueuse qui leur est propre. Le taux d'EnR&R moyen a augmenté de 2 points pour atteindre 62,6% réduisant par la même occasion le contenu CO_2 moyen à 125 g CO_2 ACV[5]/kWh. Cette dynamique va s'accélérer grâce à la valorisation accrue de la chaleur fatale et à l'exploitation maitrisée de la biomasse et de la géothermie. Elle bénéficiera à tous grâce au classement de près de 600 réseaux de chaleur vertueux (>50% EnR&R).

L'ensemble des acteurs des réseaux de chaleur restent fédérés autour d'un objectif commun : livrer 39,5 TWh de chaleur issue d'EnR&R en 2030. Cette ambition est une formidable opportunité pour les territoires puisque 1 600 réseaux de chaleur vertueux devront être créés ou étendus ces huit prochaines années. Plus de 14 000 nouveaux emplois directs et indirects, non délocalisables, contribueront au quotidien à la transition énergétique.

Le raccordement aux réseaux de chaleur vertueux, relai du bouclier tarifaire.

L'année dernière, la FEDENE affirmait que les réseaux vertueux constituaient « *la meilleure réponse à la flambée du prix des énergies fossiles* ». Le mix multi-énergies locales des réseaux de chaleur et la part fixe importante dans leur facturation montrent aujourd'hui leur efficacité pour protéger les ménages, surtout les plus précaires, les services publics et les entreprises. Les pouvoirs publics doivent encourager leur raccordement. Une telle mesure serait également bénéfique pour les finances publiques, car le coût d'abattement des réseaux de chaleur vertueux s'avère plus faible que de nombreuses autres technologies[6].

Le rafraichissement sobre, efficace et durable dans les centres urbains est tout aussi urgent.

Cet été, la France a connu d'importants incendies et des records de chaleur ont été battus. Le rafraichissement des villes fondé sur un ordre de mérite sobriété – efficacité – durabilité n'a jamais été aussi pressant ! Pour éviter dès aujourd'hui la multiplication de solutions énergivores et qui aggraveront les phénomènes d'îlots de chaleur, les collectivités ont à portée de main des solutions vertueuses et matures : les réseaux de froid. Elles doivent s'en emparer sans attendre !

[1] En 2020, 22,8% de la chaleur était produite à partir d'EnR&R locales. Source : Panorama de la Chaleur, 2021.
[2] 62,9% pour le chauffage et 12% pour l'eau chaude sanitaire. Source : Eurostat.
[3] Le gaz naturel, les produits pétroliers (fioul et GPL) et le charbon couvrent respectivement 41,3%, 12,2% et 0,2% des besoins de chaleur du secteur résidentiel. Source : estimation FEDENE à partir de CEREN, données sur l'énergie dans le résidentiel en France Métropolitaine, mises à jour 18 janvier 2022.
[4] La France importe 96,3% de son charbon, 94,7% de son gaz naturel et 98,6% de son pétrole. Source: Eurostat, Energy Mix Dependency Imports Russia, March 2022.
[5] Analyse de cycle de vie. La RE2020 mesure les émissions de gaz à effet de serre sur toute la durée de vie d'un bâtiment ou d'une infrastructure.
[6] 37 €/ teq CO_2 évitée pour les réseaux de chaleur contre, 59€ pour l'éolien, 71 € pour le photovoltaïque au sol, 190-535 pour le photovoltaïque en toiture et 493 € pour les pompes à chaleur.

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE – ÉDITION 2021

Les données issues de l'enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid démontrent cette année encore la contribution efficace des réseaux à la transition énergétique.

898 réseaux de chaleur – chiffres clés

29,8 TWh de chaleur livrée nette (25,4 TWh en 2020)

62,6 % taux d'énergie renouvelable et de récupération - EnR&R en production (60,5% en 2020)

0,125 kg/kWh contenu moyen de CO_2 ACV (0,129kg/kWh en 2020)

6 529 km de longueurs desservies (6 199 km en 2020)

44 945 bâtiments raccordés (43 045 en 2020)

1,024 de rigueur climatique (0,813 [7]en 2020)

35 réseaux de froid – chiffres clés

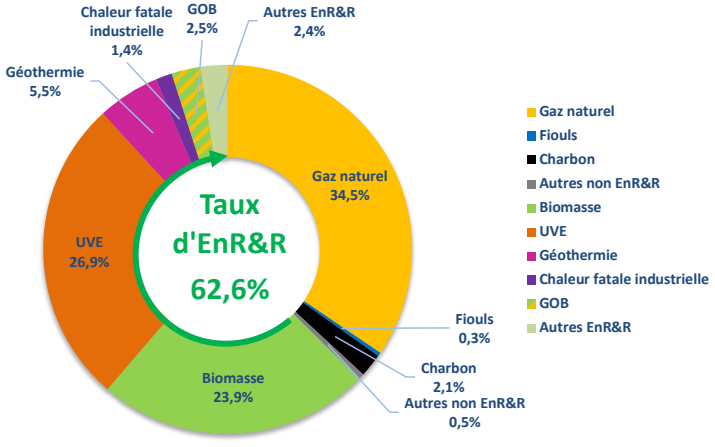
0,8 TWh de froid livré net (0,8 en 2020)

0,021 kg/kWh taux moyen de CO_2 ACV (0,021 en 2020)

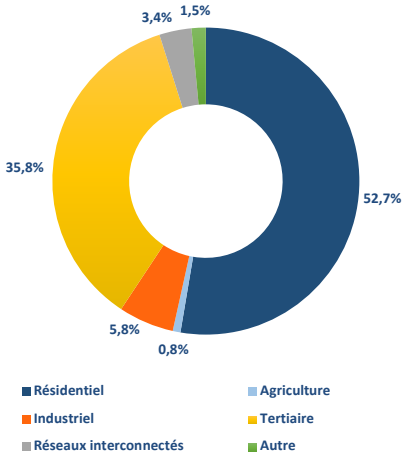
238 km de longueurs desservies (225 km en 2020)

1 445 bâtiments raccordés (1 401 en 2020)

Mix énergétique 2021



Secteurs de livraison 2021



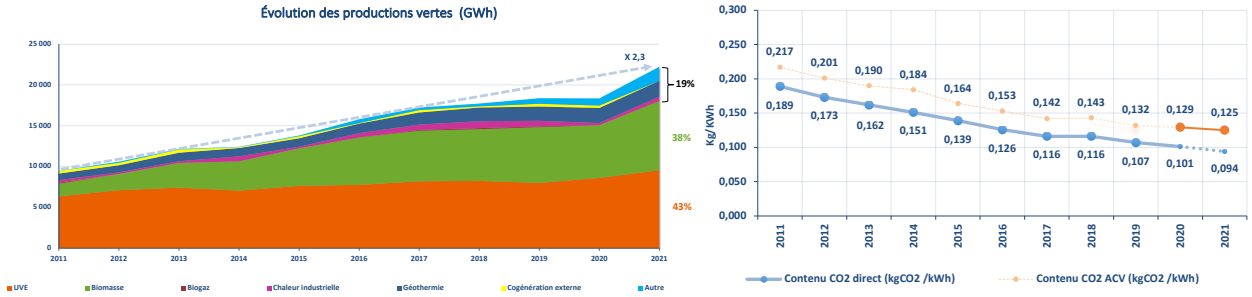
En 2021, les réseaux de chaleur ont livré **62,6%** d'énergies d'origine renouvelable ou de récupération. Pour rappel, le mix énergétique représente la répartition en énergies produites.

[7] La période de référence de calcul de l'indice de rigueur climatique a été modifiée en 2021 par le SDES, nouvelle période de référence : 1911-2020

Des réseaux de chaleur toujours plus vertueux

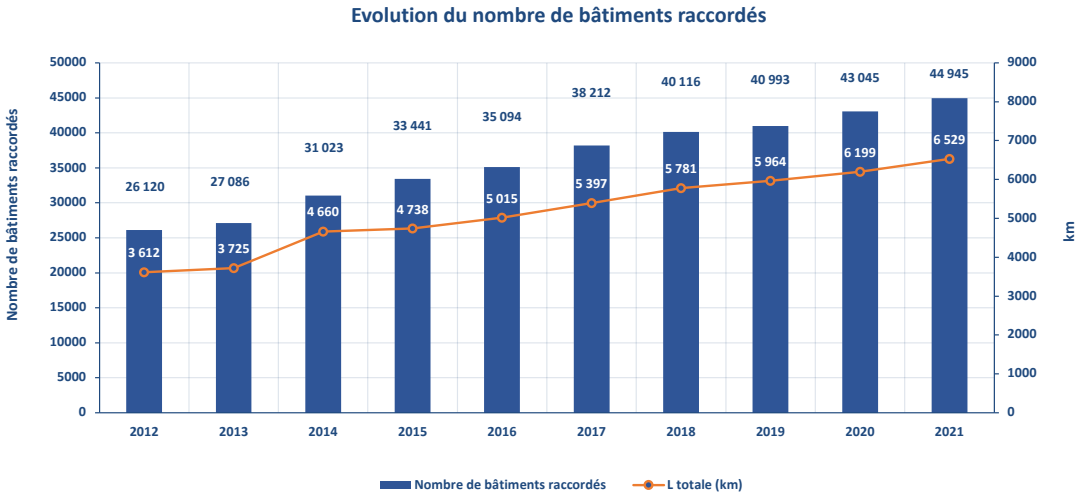
Avec 62,6% de chaleur produite à partir d'EnR&R, les réseaux de chaleur maintiennent un bon rythme de verdissement. Ce dernier est essentiellement tiré par la récupération de la chaleur fatale (UVE et industrielle) et l'exploitation durable de la biomasse française en substitution des énergies les plus carbonées (charbon et fioul).

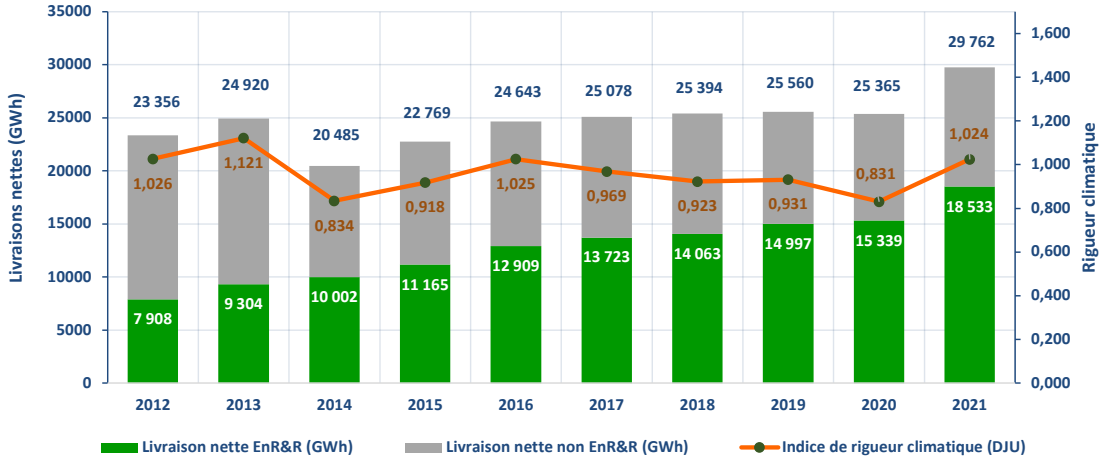
Cette production verte toujours croissante, permettant une décarbonation des réseaux de chaleur avec un contenu CO_2 en émissions ACV moyen de 125 g/kWh.

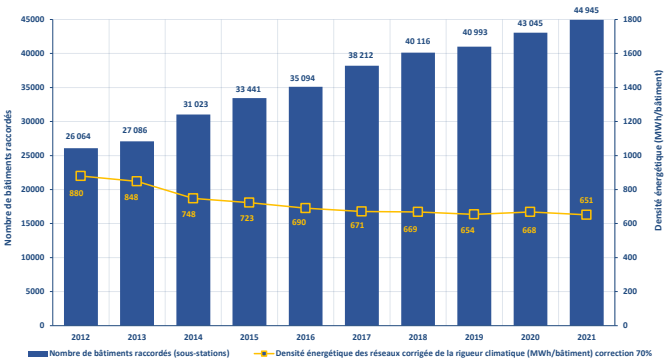


Les réseaux de chaleur sont en moyenne moins émissifs de 45% par rapport au gaz naturel et de 61% par rapport au fioul. En 10 ans, le contenu CO_2 en émissions directes moyen est passé de 217 à 125 g/kWh, soit une baisse de 42%.

La croissance des réseaux de chaleur amorce une reprise encore insuffisante





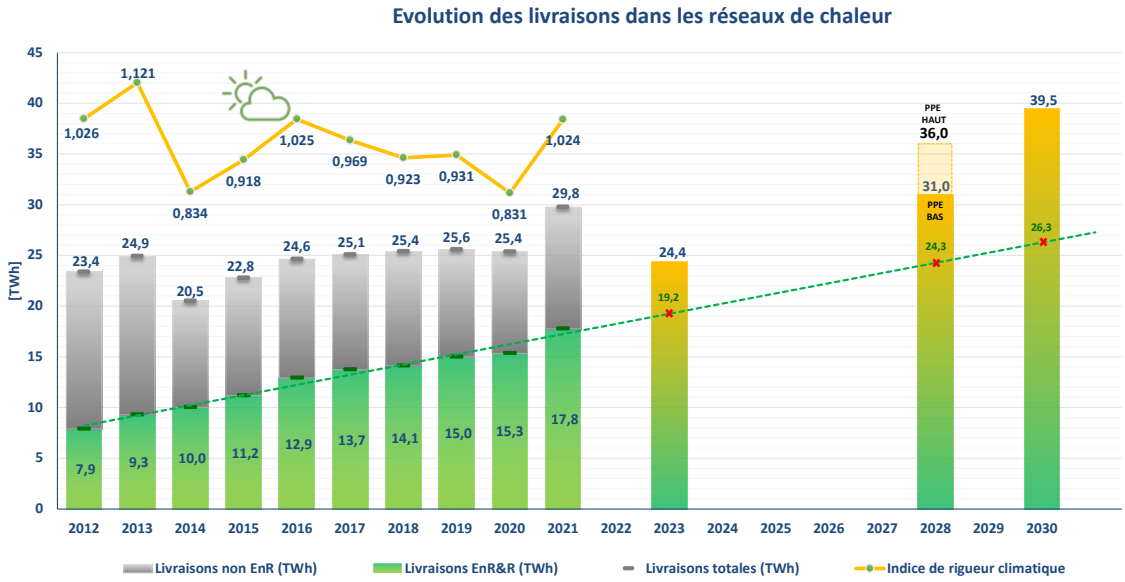


Entre 2016 et 2021, le nombre de bâtiments raccordés aux réseaux de chaleur a progressé de **28%.**

Pour le parc de bâtiments raccordés aux réseaux de chaleur, une diminution de la consommation énergétique persiste partant d'une moyenne de 880 MWh/bat en 2012 pour arriver à **651 MWh/bat en 2021.**

La baisse de la consommation des bâtiments reflète l'amélioration de l'efficacité énergétique de 26% depuis 2012 soit de 3%/an en moyenne.

Leur développement doit accélérer rapidement pour atteindre les objectifs



Les objectifs en matière de livraisons vertes (EnR&R) des réseaux de chaleur fixés dans la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et la LTECV, respectivement 24,4 TWh en 2023 et une multiplication par 5 des livraisons entre 2012 et 2030, ne pourront pas être atteints au rythme de développement actuel.

Le verdissement accéléré des réseaux ne permettrait pas à lui seul de répondre à l'ambition, et son atteinte exigera une accélération tant de la densification des réseaux existants que de la création de réseaux dans les villes non encore dotées de cette infrastructure vertueuse.

Toutefois, si le rythme des livraisons réelles marque le pas, cette situation résulte de l'impact des conditions climatiques. Une simulation de l'impact de cet effet climatique sur les livraisons de chaleur présentée ci-après indique que leur progression, bien qu'encore largement insuffisante traduit les efforts déjà engagés.

Table des matières

Partie 1. Introduction 10

1.1. Présentation de la FEDENE 11

1.2. Missions de la FEDENE 11

1.3. Contexte et objectifs de l'enquête 12

1.4. Remerciements 13

Partie 2. Les réseaux de chaleur en France en 2021 14

2.1. Qu'est-ce qu'un réseau de chaleur ? 15
2.1.1. Principe de fonctionnement 15
2.1.2. Les avantages des réseaux de chaleur 16
2.1.3. Positionnement des réseaux de chaleur en France 17
2.1.4. L'emploi dans les réseaux de chaleur en France 20

2.2. Caractéristiques générales des réseaux enquêtés 21
2.2.1. Les chiffres clés 21
2.2.2. Focus sur les petits réseaux 22
2.2.3. Focus sur les réseaux classables et classés 22
2.2.4. Les modes de gestion 24

2.3. Les énergies mobilisées 25
2.3.1. Les sources d'énergies 25
2.3.2. Le bouquet énergétique 27
2.3.3. Place de la cogénération 30

2.4. Évolution des émissions de CO_2 33
2.4.1. Contenu en CO_2 33
2.4.2. Application de la RE2020 aux réseaux de chaleur 36
2.4.3. CO_2 évité 38

2.5. Distribution 38
2.5.1. Niveaux de température 38
2.5.2. Évolution des longueurs de réseaux 39
2.5.3. Sous-stations 40

2.6. Livraisons de chaleur et suivi des objectifs 41
2.6.1. Livraisons de chaleur 41
2.6.2. Suivi des objectifs de livraisons vertes 41
2.6.3. Réseaux récents 43

2.7. Bilan énergétique 44

2.8. Évolution des performances 44
2.8.1. L'état de densification 44
2.8.2. L'intensité vertueuse 45
2.8.3. La densité énergétique 46

2.9. Profil des réseaux vertueux (réseaux dont le taux EnR&R est > 50%) 47
2.9.1. Les sources d'énergie des réseaux vertueux 47
2.9.2. Le bouquet énergétique des réseaux vertueux 47
2.9.3. Contenus en CO_2 des réseaux vertueux 48

2.10. Profil des boucles d'eau tempérée 49

2.11. Impact du verdissement sur le raccordement 50

2.12. Mix énergétique et taille des réseaux 51

Partie 3. Chiffres clés des réseaux de chaleur dans les régions 52

3.1. Politique énergétique territoriale française 53
3.2. Déclinaison régionale des chiffres 54
3.3. Cartes des régions 55
3.4. Le classement automatique dans les régions 56
Partie 4. Chiffres clés des EnR&R dans les réseaux 57
4.1. La biomasse 58
4.2. Les unités de valorisation énergétique – UVE 59
4.3. La géothermie 60
Partie 5. Les réseaux de froid en France en 2021 61
5.1. Qu'est-ce qu'un réseau de froid ? 62
5.1.1. Principe de fonctionnement 62
5.1.2. Les avantages des réseaux de froid 65
5.1.3. Positionnement en France 66
5.2. Caractéristiques générales des réseaux enquêtés 67
5.2.1. Les chiffres clés des données 2021 67
5.2.2. Bouquet énergétique 68
5.3. Performance énergétique 69
5.4. Performance environnementale 69
5.5. Livraisons de froid 70
5.6. Modes de gestion 70
5.7. Objectif de développement des réseaux de froid 70
Annexe 1 : DÉFINITIONS et informations méthodologiques 72
Annexe 2 : Questionnaire de l'édition 2021 de l'enquête 74

Table des illustrations

Figure 1 : Cartes des réseaux de chaleur et de froid, source Via Sèva 13
Figure 2 : Schéma de fonctionnement d'un réseau de chaleur (Source : Via Sèva) 15
Figure 3 : Panorama de la chaleur dans le secteur résidentiel européen (source : Eurostat) 17
Figure 4 : Comparatif de la couverture des besoins en chaleur par secteurs (%). 18
Figure 5 : Comparaison des mix énergétiques 2018 19
Figure 6 : Répartition des emplois directs et indirects dans les réseaux de chaleur et de froid (In Numeri-ADEME) 20
Figure 7 : Les emplois directs en France dans les réseaux de chaleur et de froid (In Numeri-ADEME) 20
Figure 8 : Caractéristiques générales des réseaux de chaleur enquêtés 21
Figure 9 : Mode de gestion des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur 25
Figure 10 : Énergies utilisées en nombre de réseaux 25
Figure 11 : Sources d'énergie utilisées par les réseaux (en % du nombre de réseaux et en énergie livrée) 26
Figure 12 : Réseaux utilisant des énergies renouvelables et de récupération 26
Figure 13 : Bouquet énergétique (en énergie entrante) 27
Figure 14 : Entrants des dix principales sources d'énergie 28
Figure 15 : Évolution des taux d'EnR&R depuis 2009 29
Figure 16 : Évolution du bouquet énergétique (en énergie produite) 29
Figure 17 : Évolution des EnR&R utilisées par les réseaux de chaleur (en énergie produite) 30
Figure 18 : Comparaison de la cogénération aux outils de productions séparées d'électricité et de chaleur (unité MWh) 31
Figure 19 : Répartition 2018 du parc français des cogénérations gaz en puissance électrique installée (données ATEE 2019). 31
Figure 20 : Réseaux équipés de cogénération interne ou externe en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur 31
Figure 21 : Bouquets énergétiques des équipements de cogénération interne et externe dans les réseaux de chaleur 32
Figure 22 : Bouquets énergétiques des équipements de cogénération interne et externe dans les réseaux de chaleur 32
Figure 23 : Évolution du contenu en CO_2 direct et ACV des réseaux de chaleur (kg/kWh) 34
Figure 24 : Dispersion des réseaux de chaleur en termes d'émissions de CO_2 en ACV 34
Figure 25 : Contenu en CO_2 ACV des sources d'énergie en kg/kWh d'énergie livrée (source arrêté DPE) 35
Figure 26 : Répartition des réseaux de chaleur existants par rapport aux seuils EGES de la RE2020 37
Figure 27 : Contenus en CO_2 des sources d'énergie renouvelable et de récupération 37
Figure 28 : CO_2 ACV évité en 2021 - par le recours à des réseaux de chaleur en comparaison à des chaudières gaz 38
Figure 29 : Type de fluide caloporteur utilisé en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur 39
Figure 30 : Évolution de la longueur des réseaux 39
Figure 31 : Représentation d'une sous-station (source : Via Sèva) 40
Figure 32 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés (sous-stations) aux réseaux 40
Figure 33 : Ventilation des livraisons de chaleur 41
Figure 34 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R 42
Figure 35 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R corrigées du facteur climatique 42
Figure 36 : Caractéristiques principales des réseaux créés depuis 2015 43
Figure 37 : Bilan énergétique des réseaux de chaleur en 2021 44
Figure 38 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés en fonction des longueurs desservies 44
Figure 39 : Évolution des livraisons aux utilisateurs entre 2012 et 2021 45
Figure 40 : Évolution de l'intensité vertueuse des réseaux de chaleur entre 2012 et 2021 45
Figure 41 : Évolution de la densité énergétique et des bâtiments raccordés entre 2012 et 2021 46
Figure 42 : Sources d'énergies utilisées par les réseaux vertueux (en % du nombre de réseaux et en énergie livrée) 47
Figure 43 : Bouquet énergétique des réseaux vertueux 47
Figure 44 : Entrants des dix principales sources d'énergie pour les réseaux vertueux 47
Figure 45 : Comparaisons des contenus carbone des énergies selon les méthodologies RT2012 et RE2020 48
Figure 46 : Bouquet énergétique des boucles d'eau tempérées (en énergie entrante) 49
Figure 47 : Ventilation des livraisons de chaleur des boucles d'eau tempérée 49

Figure 48 : Dynamique en nombre de réseaux et en points de livraison des réseaux vertueux versus non vertueux 50
Figure 49 : Évolution entre 2012 et 2021 des bâtiments raccordés et des livraisons nettes corrigées 50
Figure 50 : Mix énergétique des réseaux livrant plus de 20 GWh 51
Figure 51 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 20 GWh 51
Figure 52 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 3,5 GWh 51
Figure 53 : Caractéristiques principales par région 54
Figure 54 : Bouquet énergétique entrant des réseaux de chaleur par région 54
Figure 55 : Répartition régionale de la livraison annuelle de chaleur des réseaux 55
Figure 56 : Nombre de réseaux, longueurs et taux d'EnR&R entrant par région 55
Figure 57 : Schéma de principe d'un réseau de froid, Via Sèva 62
Figure 58 : groupe froid à compression (Quantum) 63
Figure 59: groupe froid à absorption (Serm) 63
Figure 60 : Tour ouverte - principe et équipement 64
Figure 61 : Tour fermée - principe et équipement 64
Figure 62 : Condenseur à air - principe et équipement 64
Figure 63 : Dry cooler - principe et équipement 64
Figure 64 : Évolution mondiale des besoins en froid de confort. (Source : extrait du rapport de l'AIE, The Future of cooling) 66
Figure 65 : Caractéristiques générales des réseaux de froid enquêtés 67
Figure 66 : Évolution de la consommation des quantités d'entrants par équipements et répartition de l'utilisation des équipements dans la production des réseaux de froid 68
Figure 67 : Facteur de performance saisonnier (FPS) des groupes froids à compression par type de source renouvelable 69
Figure 68 : Taux de fuite des réseaux de froid (un réseau de froid exclu en raison d'une anomalie) 69
Figure 69 : Ventilation des livraisons de froid 70
Figure 70 : Maîtrise d'ouvrage des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de froid 70
Figure 71 : Objectif de développement des réseaux de froid 71

INTRODUCTION

1.1. Présentation de la FEDENE

Le Syndicat National du Chauffage et de la climatisation Urbaine (SNCU) regroupe les gestionnaires publics et privés de réseaux de chaleur et de froid. Ses adhérents ont en charge plus de 90% de l'activité du secteur. Le SNCU est l'un des 7 syndicats de la Fédération des Services Énergie Environnement (FEDENE). FEDENE-SNCU est membre fondateur du Comité Stratégique des réseaux de chaleur et de froid, et du Club de la chaleur renouvelable qui regroupent les principaux organismes du secteur. Elle est également un membre fondateur de l'association Via Sèva qui œuvre pour une meilleure information du grand public sur les réseaux de chaleur et de froid en développant une communication pédagogique accessible à tous.

1.2. Missions de la FEDENE

I. Faire connaître et promouvoir la profession et les réseaux de chaleur et de froid vertueux

Les missions de FEDENE-SNCU comprennent la promotion et le développement des réseaux de chaleur et de froid ainsi que la représentation des intérêts de la profession auprès des décideurs, des acteurs institutionnels et des parties prenantes. En particulier, elle contribue à :

- Mettre en valeur les réseaux de chaleur et de froid – en mettant notamment en avant leur contribution à la transition énergétique ;
- Favoriser leur développement (extensions, densification, création, interconnexions) et leur verdissement ;
- Faire connaître et porter les enjeux actuels et futurs liés aux réseaux de chaleur et de froid, en lien avec ses partenaires français et européens ;
- Être force de propositions auprès des instances françaises et européennes, en participant activement à l'élaboration des législations et réglementations françaises, européennes et internationales les concernant ;
- Apporter une expertise et formuler des recommandations et des propositions sur l'ensemble des questions économiques, sociales, administratives, techniques, financières, juridiques, fiscales ou normatives intéressant la profession.

II. Produire des données fiables et actualisées sur l'activité du secteur

FEDENE-SNCU produit et met à disposition des données actualisées sur les réseaux de chaleur et de froid. Ainsi, il mène depuis les années 1980 **des enquêtes nationales annuelles auprès de l'ensemble des gestionnaires de réseaux de chaleur et de froid**. Ces enquêtes sont désormais réalisées en partenariat avec l'association AMORCE. Il s'agit d'une source primordiale – **unique en Europe** – d'informations techniques et économiques pour de nombreux acteurs, tant au niveau local, national, qu'européen. Ces données contribuent à la notoriété et à la promotion des réseaux de chaleur et de froid, en mettant notamment en avant leur rôle majeur dans la transition énergétique.

FEDENE-SNCU réalise par ailleurs des études et des enquêtes visant à améliorer l'état des connaissances sur les réseaux de chaleur et de froid.

1.3. Contexte et objectifs de l'enquête

L'enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid est reconnue d'intérêt général et de qualité statistique et à caractère obligatoire :

- **Elle est diligentée annuellement par le SNCU, qui a reçu, pour ce faire, l'agrément du ministère de la Transition écologique et solidaire, du ministère des Finances et des comptes publics et du ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique ;**
- **Elle est réalisée, avec le concours de l'association AMORCE, sous la tutelle du service de la donnée et des études statistiques (SDES), du ministère de la Transition écologique et solidaire qui valide chaque année le questionnaire de l'enquête et délivre au SNCU le visa afférent ;**
- **Elle s'adresse à tous les gestionnaires d'un ou plusieurs réseaux de chaleur ou de froid en France métropolitaine et à Monaco, quel qu'en soit le propriétaire ;**
- **Elle est soumise à la réglementation sur le secret statistique (loi n° 51-711 du 7 juin 1951).**

L'enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid est l'unique source d'informations de cette ampleur sur les réseaux de chaleur et de froid en France. La dernière version papier de son questionnaire est disponible à l'annexe 2 de ce rapport. Cette enquête permet de calculer les données clés de chaque réseau : taux d'énergie renouvelable et de récupération (EnR&R), contenu en CO_2, taux de chaleur cogénérée et consommation des auxiliaires. La méthode de calcul appliquée est précisée dans *le guide méthodologique de l'enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid*[8]. Ces informations, couvertes par le secret statistique, ne peuvent être utilisées à des fins de contrôle : elles sont destinées au service de la donnée et des études statistiques (SDES) du ministère de la Transition écologique et Solidaire (MTES).

Les contenus CO_2 recueillis à l'occasion de cette enquête sont également utilisés par le ministère de la Transition écologique et solidaire, pour se conformer à la réglementation sur le diagnostic de performance énergétique (DPE) sur les bâtiments existants proposés à la vente en France. Cette réglementation oblige les réseaux à effectuer une déclaration sur leur contenu en CO_2, qui est ensuite publié dans un arrêté mis à jour annuellement[9].

Concernant les contenus en CO_2 publiés dans cet arrêté, afin de tenir compte de possibles états transitoires et temporaires dans la vie d'un réseau, la valeur publiée dans l'arrêté pour un contenu en CO_2 est la valeur la plus faible entre le contenu collecté de l'année n et la moyenne des contenus collectés pour les années n, n-1 et n-2. **Sans réponse à l'enquête, le réseau de chaleur se voit attribuer le contenu CO_2 du charbon : 0,385 kgCO_2/kWh.**

A partir de 2021, l'enquête permet de renseigner le contenu CO_2 en émissions directes (kg/kWh), le contenu CO_2 en émissions ACV (kg/kWh), et le taux EnR&R (%), données de référence pour caractériser un réseau urbain lorsqu'un bâtiment souhaite se raccorder.

Les données renseignées permettent également de répondre à des exigences de suivi sur la production des réseaux, à différents niveaux :

- Contribution à l'élaboration du bilan énergétique annuel de la France :
  - Pour les questionnaires annuels communs de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) et d'Eurostat (règlement n°1099/2008 du Parlement européen et du Conseil de l'Union européenne concernant les statistiques sur l'énergie),
  - Pour le bilan produit annuellement par le ministère de la Transition écologique (dernière édition : Chiffres clés de l'énergie, 2021).
- Suivi des objectifs français en matière de développement des énergies renouvelables (directive 2009/28/CE sur la promotion des énergies renouvelables) ;

[8] Note méthodologique sur le calcul des données clés de chaque réseau, SNCU, 2022, téléchargeable sur le site enquete-réseaux.fr
[9] L'arrêté du 21 octobre 2021 met à jour de l'arrêté du 15 septembre 2006 : il indique le contenu en CO_2 des réseaux de chaleur et de froid établi à partir des données d'exploitation de l'année 2018-2020.

- Contribution à l'établissement des bilans régionaux et infrarégionaux élaborés par les services déconcentrés de l'État :
  - Schémas Régionaux Climat Air Énergie – SRCAE,
  - Plans Climat Air Énergie Territoriaux – PCAET.

Enfin, les résultats de l'enquête permettent la fourniture des données demandées dans le cadre de l'article 179 de la loi n°2015-992 relative à la transition énergétique et de ses textes d'application (décret n°2016-973 du 18 juillet 2016 & arrêté du 18 juillet). Cette disposition oblige depuis 2015 l'ensemble des gestionnaires de réseaux de chaleur et de froid à transmettre au ministère de la Transition écologique, un certain nombre de données concernant les réseaux qu'ils gèrent : puissance installée du réseau, production annuelle, part issue d'installations de cogénération, contenu en CO_2 du réseau, livraisons de chaleur et de froid.

Les réseaux de chaleur et de froid enquêtés sont des réseaux :

- Constitués d'un réseau primaire de canalisations, empruntant le domaine public ou privé, transportant de la chaleur ou du froid et aboutissant à plusieurs bâtiments ou sites ;
- Comprenant une ou plusieurs installation(s) de production et/ou processus de récupération de chaleur ou de froid à partir d'une source externe à cet ensemble.

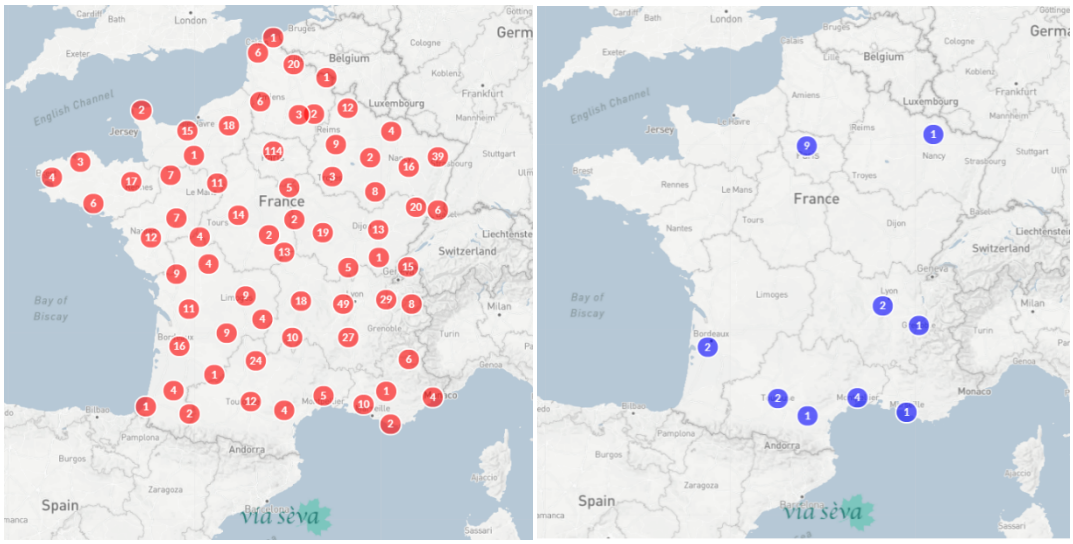


Figure 1 : Cartes des réseaux de chaleur et de froid, source Via Sèva

1.4. Remerciements

Nous tenons à remercier particulièrement notre partenaire et maître d'ouvrage pour la réalisation de cette enquête, à savoir le service de la donnée et des études statistiques (SDES) du ministère de la Transition écologique.

Nous tenons à remercier également l'ensemble des gestionnaires privés et publics qui ont répondu à cette édition de l'enquête nationale annuelle des réseaux de chaleur et de froid.

Nous remercions aussi tous les adhérents de FEDENE-SNCU.

Enfin, nous remercions l'association AMORCE, qui se charge spécifiquement de la partie économique de cette enquête.

Rédacteurs

SNCU, sncu@fedene.fr
Samuel FELD – Responsable du Pôle Technique FEDENE
Hugo BELIN – Secrétaire Général du SNCU

LES RÉSEAUX DE CHALEUR EN FRANCE EN 2021

2.1. Qu'est-ce qu'un réseau de chaleur ?

2.1.1. Principe de fonctionnement

"On désigne sous le nom de chauffage urbain une distribution de chaleur à un certain nombre d'immeubles d'une ville, d'un quartier ou d'un ensemble immobilier : cette distribution se fait par un fluide chauffant circulant dans un réseau de tuyauteries." (Revue technique de l'ingénieur, René NARJOT, 1988)

Un réseau de chaleur est un système de distribution de chaleur produite de façon centralisée, permettant de desservir plusieurs usagers. Il comprend une ou plusieurs unités de production de chaleur, un réseau de distribution primaire dans lequel la chaleur est transportée par un fluide caloporteur et un ensemble de sous-stations d'échange, à partir desquelles les bâtiments sont desservis par un réseau de distribution secondaire.

Les réseaux de chaleur regroupent des équipements de production, ou chaufferies, pour produire la chaleur. Ces équipements peuvent être internes au réseau, ou externes lorsqu'il s'agit de chaleur récupérée ou achetée à un tiers. Ils se distinguent en fonction de leur source d'énergie utilisée, qui est majoritairement à caractère renouvelable ou de récupération (R&R).

Généralement un réseau comporte un ou plusieurs équipements principaux qui fonctionnent en continu, et un ou plusieurs équipements d'appoint ou de secours utilisés en renfort pendant les heures de pointe ou en remplacement lorsque cela est nécessaire. Ces équipements peuvent être localisés au sein d'une même unité de production ou répartis dans plusieurs chaufferies le long du réseau.

Le réseau permet de livrer les clients en chaleur, grâce à des sous-stations d'échange. Généralement situées en pied d'immeubles, elles permettent le transfert de chaleur par le biais d'un échangeur entre le réseau de distribution primaire et le réseau de distribution secondaire qui dessert un immeuble ou un petit groupe d'immeubles.

Plus précisément en termes de répartition physique, le réseau de chaleur est constitué :

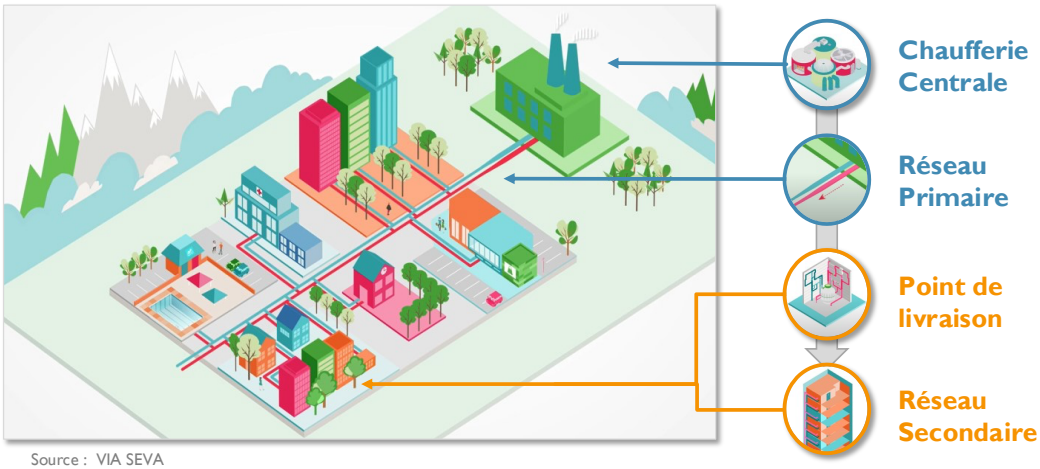


Figure 2 : Schéma de fonctionnement d'un réseau de chaleur (Source : Via Sèva)

- D'un réseau primaire, réparti entre les équipements de productions et les sous-stations des clients desservis par le réseau de chaleur. Ce réseau primaire constitue le périmètre d'étude de l'enquête annuelle. Il est composé de canalisations dans lesquelles la chaleur est transportée par un fluide caloporteur (vapeur ou eau chaude à différents niveaux de température) avec :
  - Un circuit aller transportant le fluide chaud issu de l'unité de production ;
  - Un circuit retour ramenant le fluide, qui a été délesté de ses calories après passage par la sous-station d'échange. Le fluide est alors à nouveau chauffé par le ou les équipements de production, puis renvoyé dans le circuit.
- De réseaux secondaires, faisant le lien entre chaque sous-station et les corps de chauffe (radiateurs…) utilisé pour transmettre la chaleur dans les pièces chauffées des clients. Les réseaux secondaires ne font pas partie du réseau de chaleur au sens juridique puisqu'ils ne sont pas gérés par le gestionnaire du réseau de chaleur, mais par le gestionnaire du bâtiment. Un compteur de chaleur est le plus souvent installé au bout du réseau primaire, permettant ainsi de suivre les consommations du bâtiment et procéder à la facturation.

2.1.2. Les avantages des réseaux de chaleur

Les réseaux de chaleur possèdent un grand nombre d'avantages par rapport aux besoins actuels énergétiques, environnementaux, économiques et fonctionnels.

1. **Acteurs de la transition énergétique :** la substitution rapide d'énergies non EnR&R permises par les réseaux de chaleur en fait un vecteur idéal pour transmettre de manière massive des énergies renouvelables et de récupération décarbonées. Les réseaux de chaleur contribuent ainsi à limiter l'impact du réchauffement climatique en réduisant les gaz à effet de serre.
2. **Unique mode de chauffage valorisant l'ensemble des ressources énergétiques locales** disponibles, avec une part croissante et majoritaire d'énergies renouvelables et de récupération.
3. **Créateurs d'emplois pérennes dans tous les territoires** : le recours aux énergies renouvelables et de récupération, associé à la construction et l'entretien de chaufferies, à l'exploitation de réseaux, crée des emplois non délocalisables.
4. **Défenseur de la qualité de l'air sur tout le territoire :** par la mutualisation et la centralisation des moyens de production de chaleur, facilitant le recours à des technologies particulièrement performantes, pour le traitement des éventuels polluants issus de la combustion, et par une exploitation continue et optimisée réalisée par des professionnels dédiés. Également à l'échelle du bâtiment, aucun polluant n'est émis.
5. **Garant d'un niveau de confort pour l'usager :** un poste de livraison, bien plus compact qu'une chaufferie d'immeuble, est synonyme de gain de place et d'esthétique. L'usager bénéficie d'un niveau de confort optimal et d'une eau chaude à température constante toute l'année.
6. **Fournisseurs d'une énergie durable, au meilleur coût pour les usagers :** le gestionnaire du réseau de chaleur assure une prestation de service de qualité à un coût maîtrisé, efficace pour toutes les parties prenantes : l'entité responsable du service (la collectivité en cas de réseau public), les abonnés et les usagers. Les réseaux de chaleur contribuent ainsi pleinement à ce que l'ADEME définit comme l'économie des fonctionnalités qui consiste *« à fournir aux entreprises, individus ou territoires, des solutions intégrées de services et de biens reposant sur la vente d'une performance d'usage ou d'un usage et non sur la simple vente de biens. Ces solutions doivent permettre une moindre consommation des ressources naturelles dans une perspective d'économie circulaire, un accroissement du bien-être des personnes et un développement économique ».*

Bénéficiant généralement d'une TVA à taux réduit (5,5%), la facture énergétique d'un réseau de chaleur se compose de deux postes :

- Le R1 : part proportionnelle représentant le coût de la consommation des combustibles nécessaires à la fourniture d'1 MWh d'énergie calorifique. Cette part bénéficie d'une TVA à taux réduit pour l'usager dès que le réseau produit annuellement au moins 50 % d'énergies renouvelables et de récupération.
- Le R2 : l'abonnement représentant les éléments fixes tels que les investissements et la maintenance. Elle est répartie entre les abonnés selon la puissance souscrite ou une unité de répartition forfaitaire. Le R2 bénéficie toujours d'une TVA à taux réduit.

2.1.3. Positionnement des réseaux de chaleur en France

En 2019, la Commission européenne (CE) a lancé le Pacte Vert Européen, véritable « *vision stratégique européenne à long terme pour une économie prospère, moderne, compétitive et climatiquement neutre* ». Pierre angulaire du Pacte, la loi sur le climat consacre l'objectif de neutralité climatique de l'Union européenne d'ici 2050 et fixe un jalon en 2030 : réduire de 55 % les émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990.

La Commission européenne propose de modifier ou refondre toutes les directives et réglementations utiles à la transformation de l'UE d'ici 2030 dans le paquet "*Fit for 55*". Le verdissement de la chaleur et du froid est un volet crucial pour la réussite du paquet.

En 2020, les EnR représentaient 19,1% de la consommation brute finale d'énergie française, loin derrière l'objectif de 23% que s'était fixé l'Etat. La France est le seul Etat membre de l'Union européenne à ne pas avoir respecté ses objectifs de développement d'EnR !

L'importance de la chaleur dans la transition énergétique européenne.

Représentant plus de 50% de la consommation énergétique de l'Union européenne, la production de chaleur dépend encore trop des non EnR&R [10]. En 2020, seuls 23,1% de cette production provenaient d'énergies renouvelables[11]. Le verdissement de la chaleur n'est un uniquement un enjeu environnemental ; c'est un défi que l'Union européenne doit relever pour renforcer son autonomie énergétique et plus particulièrement pour protéger ses citoyens. En effet, la part de la chaleur dépasse 75% dans la consommation énergétique du secteur résidentiel européen[12] :

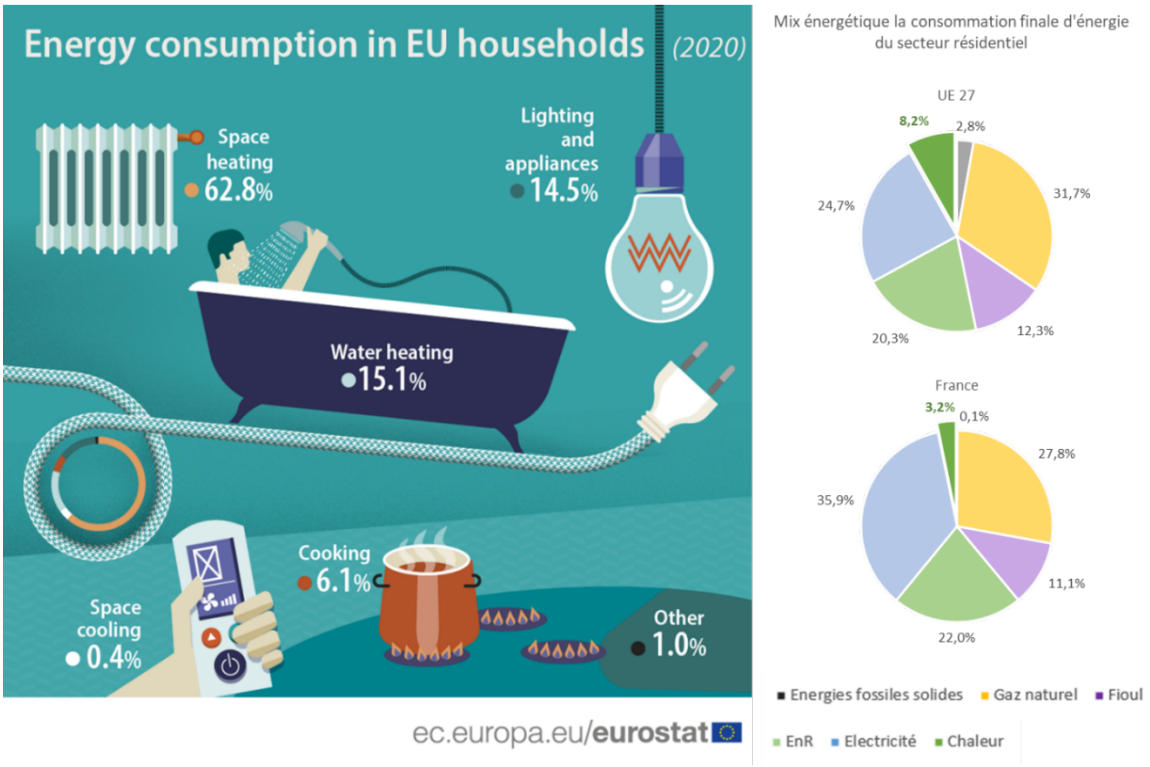


Figure 3 : Panorama de la chaleur dans le secteur résidentiel européen (source : Eurostat)

[10] Euroheat & Power, *DHC Market Outlook*, 2021.
[11] Eurostat, Share of energy from renewable sources for heating and cooling, 2004-2020.
[12] Le chauffage et l'eau chaude sanitaire représentent respectivement 62,8% et 15,1% de la consommation énergétique des logements européens.

La dépendance du secteur résidentiel aux non EnR&R – très largement importées[13] - est d'autant plus forte puisqu'elles représentent respectivement 69% de ses besoins. Malgré leur capacité à valoriser massivement les EnR&R locales, les réseaux de chaleur ne couvrent que 8,2% des besoins de chaleur du secteur résidentiel européen.

A titre de comparaison, la France se place dans la moyenne européenne avec 43% de sa consommation finale consacrée à la chaleur, dont 23,4% serait produite à partir d'énergies renouvelables[14]. Avec 75% de la consommation des foyers français[15], la production de chaleur dépend à 39% des non EnR&R importées[16]. Les foyers français se distinguent dans le paysage européen par une forte électrification des usages : 36% de la consommation finale du secteur résidentiel contre 25% en moyenne dans l'UE27.

La part des réseaux de chaleur dans le mix énergétique européen.

Selon les dernières statistiques européennes, de l'ordre de 10 000 réseaux[17] livrent environ 445 TWh de chaleur[18], répondant ainsi à environ 8% de la demande totale européenne[19] en chaleur et 12% de la demande en chauffage et eau chaude sanitaire des secteurs tertiaires et résidentiels[20].

Les réseaux de chaleur français occupent une place tout à fait particulière dans le paysage européen. Comparés aux autres réseaux européens, les réseaux de chaleur français[21] couvrent une part relativement faible des besoins de chaleur des différents secteurs :

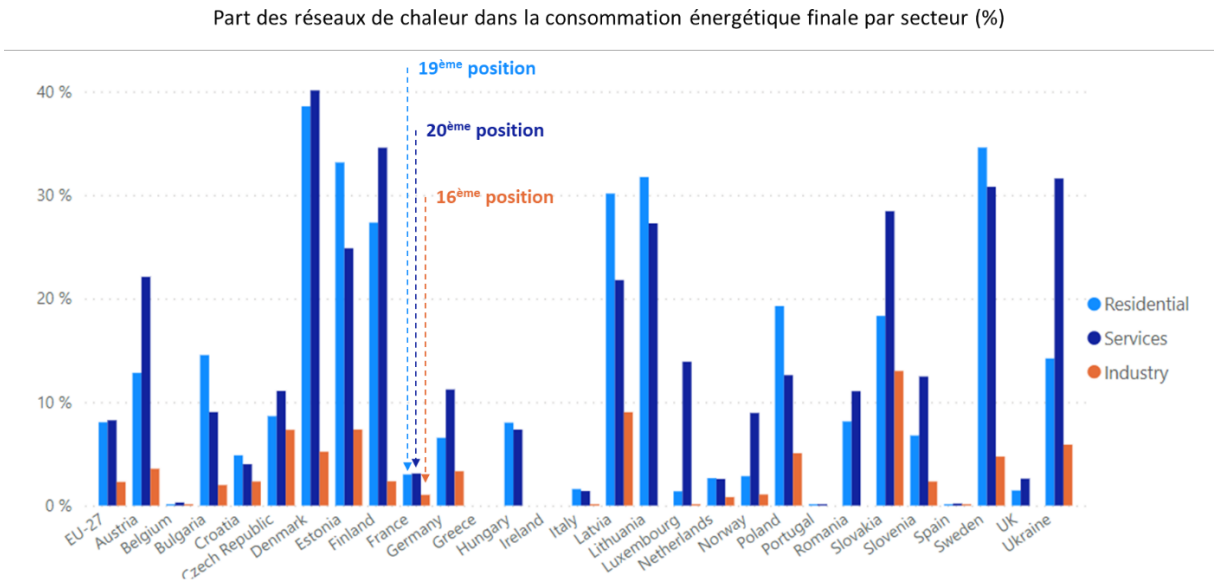


Figure 4 : Comparatif de la couverture des besoins en chaleur par secteurs (%).

[13] En moyenne, 83,6% du gaz naturel, 97% du fioul et 35,8% du charbon sont importés dans l'UE27. Source: Eurostat, *Energy Mix Dependency Imports Russia*, March 2022.
[14] Eurostat, *Share of energy from renewable sources for heating and cooling*, 2004-2020.
[15] 62,9% pour le chauffage et 12% pour l'eau chaude sanitaire.
[16] La France importe 96,3% de son charbon, 94,7% de son gaz naturel et 98,6% de son pétrole. Source: Eurostat, Energy Mix Dependency Imports Russia, March 2022.
[17] IREES, *District Heating and Cooling Trend*, 2021.
[18] European Commission, *Overview of District Heating and Cooling Markets and Regulatory Frameworks under the Revised Renewable Energy Directive*, 2021. Données 2018.
[19] Interreg, *District Heating in North-West Europe. A guide for Energy Consumers*, 2020.
[20] European Commission, *Overview of District Heating and Cooling Markets and Regulatory Frameworks under the Revised Renewable Energy Directive*, 2021.
[21] Résidentiel 3% ; tertiaire 3,1% ; industrie 1%. La moyenne européenne est respectivement de 8,2%, 8,2% et 2,3%

Le mix énergétique des réseaux de chaleur européens.

Les réseaux de chaleur français se distinguent de leurs homologues européens par leur mix énergétique. D'abord, 63% de la chaleur livrée par les réseaux européens est cogénérée[22]. Bien que ces infrastructures soient essentielles pour maintenir la compétitivité des réseaux français, la cogénération ne représente que 16,8% de leur production.

Puis, les opérateurs et les collectivités françaises ont consacré depuis une dizaine d'années d'importants moyens pour verdir le mix énergétique des réseaux. En moyenne, la production de chaleur issue d'EnR&R double tous les dix ans en France. En 2018, le mix énergétique moyen des réseaux européens ne dépassait pas 33% d'EnR&R alors que ces énergies composaient 58% du mix énergétique moyen français.

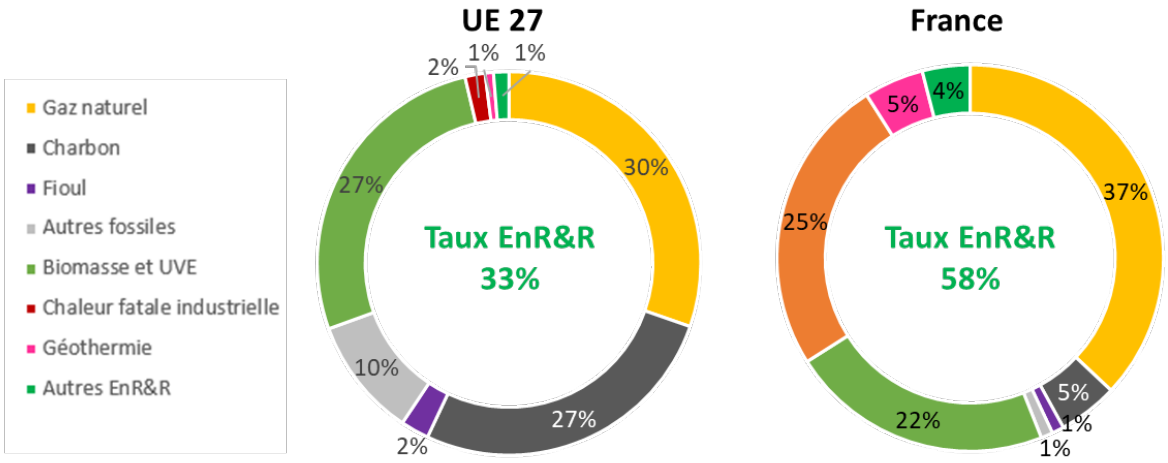


Figure 5 : Comparaison des mix énergétiques 2018

Le développement de la chaleur renouvelable et de récupération est un enjeu fondamental des stratégies environnementales et énergétiques françaises (PPE, LTECV) et européennes (Pacte Vert Européen). La France possède d'importants gisements de chaleur EnR&R et un fort potentiel de développement des réseaux de chaleur.

[22] European Commission, *Overview of District Heating and Cooling Markets and Regulatory Frameworks under the Revised Renewable Energy Directive*, 2021.

2.1.4. L'emploi dans les réseaux de chaleur en France

L'étude de l'ADEME[23] sur la filière des réseaux de chaleur et de froid (mai 2019) a réalisé un état des lieux des emplois directs et indirects générés par le secteur des réseaux de chaleur et de froid en France, incluant :

- Les emplois liés aux investissements de production EnR&R et de distribution de chaleur ;
- Les emplois d'exploitation et maintenance de production EnR&R et de distribution de chaleur ;
- Les emplois liés à la production de biomasse ;
- Les emplois de suivi chez les maîtres d'ouvrage.

En 2017, les réseaux de chaleur et de froid représentent 12 800 emplois directs et indirects en équivalent temps plein (ETP), dont 6 800 directs en France.

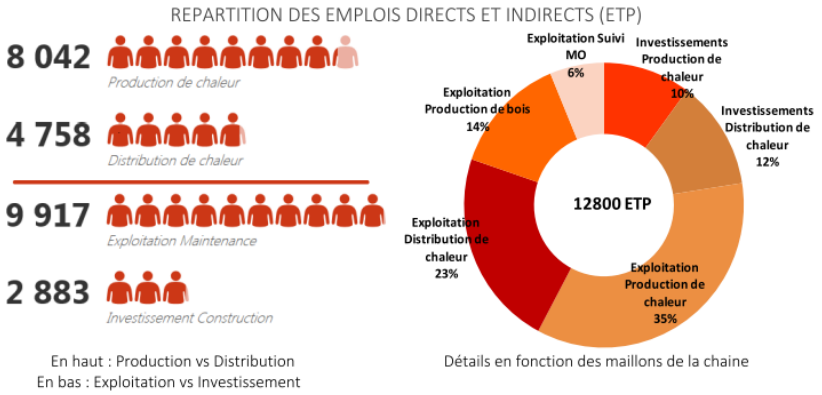


Figure 6 : Répartition des emplois directs et indirects dans les réseaux de chaleur et de froid (In Numeri-ADEME)

Parmi les 6 800 ETP directs en France, 78% concernent l'exploitation (production et distribution confondues) et 48% concernent la production de chaleur (exploitation et investissement confondus).

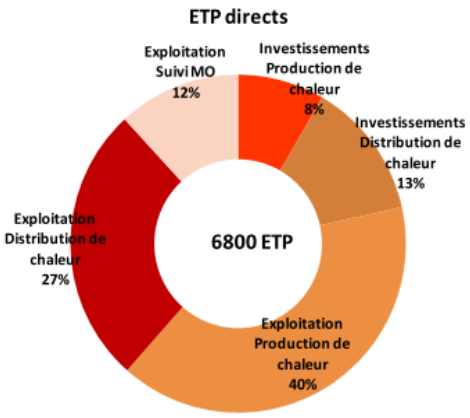


Figure 7 : Les emplois directs en France dans les réseaux de chaleur et de froid (In Numeri-ADEME)

Concernant uniquement la distribution primaire d'énergie par les réseaux de chaleur et de froid, l'emploi est estimé à 4 500 ETP, dont 2 681 directs et 1 773 indirects.

Enfin, sur ces 2 681 ETP directs liés à cette distribution primaire d'énergie, la répartition est la suivante :

- 66% pour les activités d'exploitation et maintenance ;
- 26% pour les nouveaux investissements (création et extension) ;
- 5% pour les études (schémas directeurs, études de faisabilité…) ;
- 3% pour la fabrication d'équipement.

L'atteinte des objectifs de la LTECV, à savoir livrer 39,5 TWh de chaleur issue d'EnR&R permettrait de créer 14 250 ETP directs et indirects d'ici 2030.

Source : Via Sèva, MANERGY en collaboration avec la Fedene, *Schéma Directeur National des réseaux de chaleur 2030*, 2022.

[23] Lien vers l'étude ADEME

2.2. Caractéristiques générales des réseaux enquêtés

2.2.1. Les chiffres clés

860 réseaux de chaleur ont répondu à l'édition 2022 de l'enquête sur les données d'exploitation calendaires en 2021. Pour conserver un échantillon stable d'une année sur l'autre, les données des réseaux n'ayant pas répondu à cette édition, mais à celles de 2021 ou de 2020 ont été intégrées dans l'analyse statistique. Cette imputation est corrigée de la rigueur climatique et redressée selon une méthode statistique définie conjointement avec le SDES. Cette année, 38 réseaux ont été imputés, portant à 898 le nombre de réseaux de chaleur étudiés, soit un taux de réponse de 95%.

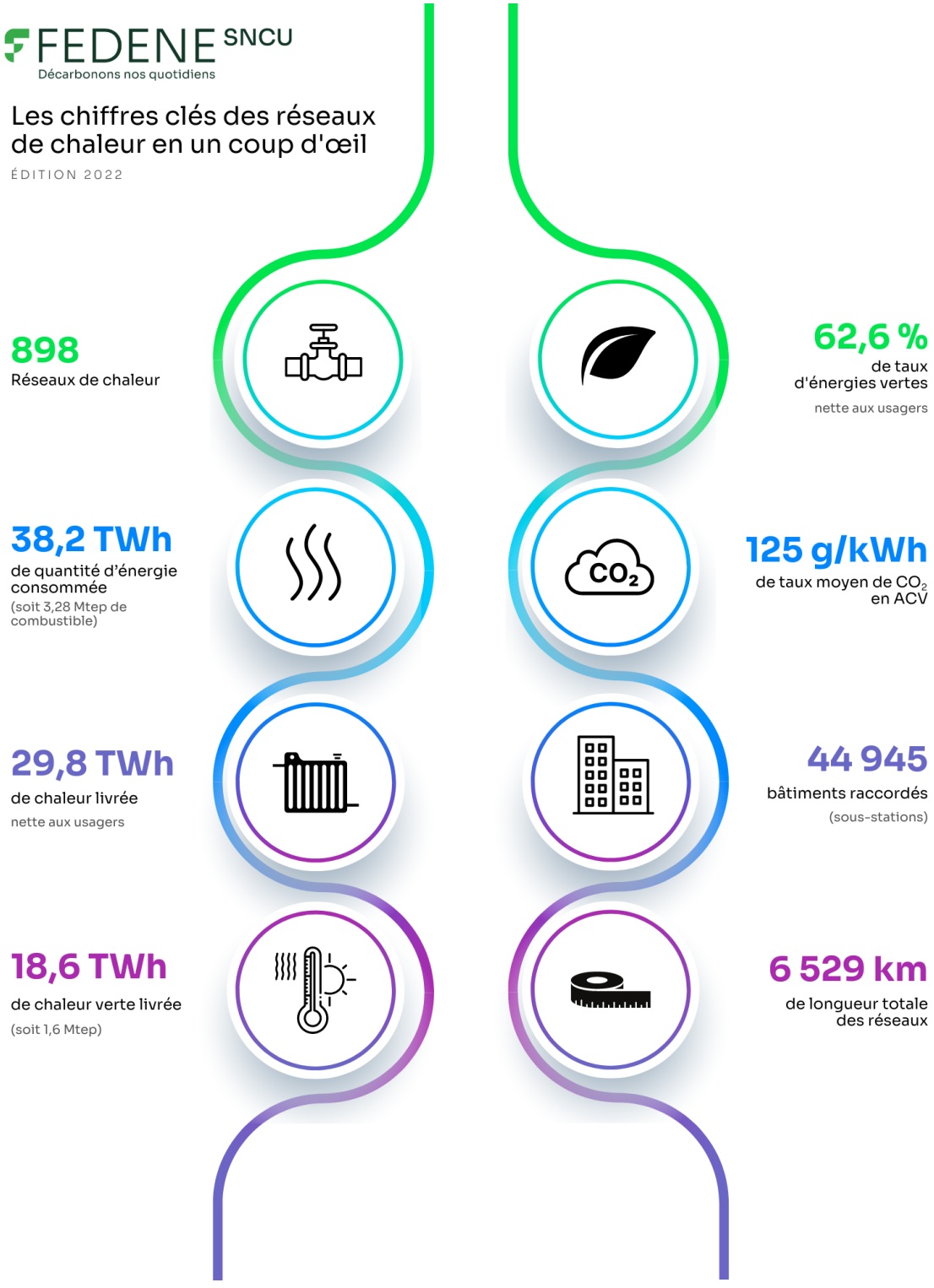


Figure 8 : Caractéristiques générales des réseaux de chaleur enquêtés

2.2.2. Focus sur les petits réseaux

Un focus a été effectué sur les « petits réseaux », c'est-à-dire ceux dont la puissance installée est inférieure à 3,5 MW :

Caractéristiques	Réseaux de chaleur < 3,5 MW	
Nombre de réseaux	255 (28%)	
Longueur totale des réseaux	239 km (4%)	
Nombre de points de livraison	3 335(7%)	
Total énergie thermique livrée nette	312 GWh (1%)	26,8 ktep [24]
Livraison moyenne par réseaux	1,2 GWh	0,105 ktep

Les petits réseaux sont nombreux, mais ils ne représentent qu'une faible partie des livraisons de chaleur.

2.2.3. Focus sur les réseaux classables et classés

Entrée en vigueur le 1er janvier 2022, la loi « Énergie - Climat » de 2019 fait du classement des réseaux de chaleur et de froid vertueux un principe. Ce faisant, le législateur reconnait non seulement la capacité des réseaux de chaleur et de froid à valoriser l'ensemble des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) locales, mais met également un formidable outil à la disposition des collectivités territoriales pour développer la chaleur et le froid renouvelables sur leurs territoires.

Qu'est-ce que le classement des réseaux de chaleur et de froid vertueux ?

Le classement est une procédure qui entraine, sauf dérogation, une obligation de raccordement de tous les bâtiments neufs et rénovés situés dans le périmètre de développement prioritaire du réseau. Le classement systématique s'applique aux réseaux qui justifient :

- D'un taux EnR&R supérieur à 50% ;
- D'un équilibre financier ;
- De compteurs en sous-stations pour mesurer les quantités de chaleur et de froid livrées.

Les conditions relatives aux compteurs et à l'équilibre financier sont présumées satisfaites lorsque le taux EnR&R du réseau de chaleur ou de froid est supérieur à 50%. Dans ce cas, le réseau est dit « *vertueux* ».

Le classement est levier efficace de la transition énergétique.

La flambée actuelle du prix des énergies non EnR&R place les ménages, les acteurs publics et les entreprises dans une situation très délicate à laquelle les réseaux vertueux apportent une réponse pertinente. Leurs avantages sont :

- Sociaux - économiques : les prix des EnR&R locales ne sont pas directement liés aux cours des énergies non EnR&R, ce qui leur assure une meilleure stabilité. Ainsi, les collectivités et leurs habitants maitrisent mieux leur budget énergétique. Les réseaux de chaleur vertueux sont également des moyens économes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre d'un territoire ;
- Écologiques : en moyenne, les réseaux vertueux émettent 60% de CO_2 de moins qu'un chauffage au gaz naturel et 68% de CO_2 de moins qu'un chauffage au fioul. Les réseaux de chaleur et de froid vertueux sont les vecteurs énergétiques permettant de distribuer le plus d'EnR&R aux consommateurs ;

Classer un réseau de chaleur et de froid permet de distribuer au plus grand nombre une énergie durable par des systèmes performants. La dynamique lancée par le classement automatique permettra au réseau de se densifier davantage, ce qui améliorera sa situation économique. De nouveaux investissements permettant d'accélérer le verdissement de son mix, de l'étendre, de raccorder plus d'usagers... seront dès lors favorisés.

[24] ktep =kilo tonne équivalent pétrole (1 GWh=85,985 tep)

En 2022, pas moins de 601 réseaux classés ont pu bénéficier du classement automatique, soit les deux tiers des réseaux de chaleur en France :

Caractéristiques	Réseaux classés	
Nombre de réseaux	601 (67%)	
Longueur totale des réseaux	5 066 km (78%)	
Nombre de points de livraison	35 751 (80%)	
Total énergie thermique livrée nette	22 676 GWh (76%)	1 954 ktep[25]
Taux EnR&R moyen	69,2%	

L'ensemble des réseaux classés sont listés en annexe de l'arrêté du 26 avril 2022 relatif au classement des réseaux de chaleur et de froid qui sera mis à jour annuellement.

Pour avoir plus d'éléments sur les réseaux classés, voir le paragraphe relatif aux réseaux classés en régions page 55 de ce rapport.

[25] ktep =kilo tonne équivalent pétrole (1 GWh=85,985 tep)

2.2.4. Les modes de gestion

Les collectivités territoriales et leurs groupements disposent de la liberté du choix du mode de gestion pour exploiter leurs services publics. Cette liberté découle du principe constitutionnel de libre administration des collectivités territoriales[26]. Les collectivités territoriales décident librement de :

- Gérer directement le service ; ou
- Confier la gestion du service à un tiers par le biais d'une concession ou délégation de service public.

Cette délégation peut inclure l'exploitation totale du réseau de chaleur (gros travaux) ; l'exploitation partielle ou la maintenance (gestion du service sans gérer le matériel)

La gestion en régie

Dans le cas où le service public (collectivité, commune, autre…) est directement gestionnaire du réseau de chaleur, la maîtrise d'ouvrage peut se faire en régie, c'est-à-dire avec les fonds mêmes de l'entité publique, selon 3 types de contrat :

- **La régie sans contrat d'exploitation ou internalisée (ou directe) :** reviens à ce que la collectivité gère directement, sans contrat public d'exploitation, le service en fournissant directement des moyens humains et financiers pour le bon fonctionnement du bien ou du service. Les moyens alloués aux réseaux de chaleur en régie internalisée sont ainsi directement liés au budget de la collectivité.
- **La régie avec marché public d'exploitation ou externalisée :** la collectivité s'appuie sur une entreprise prestataire de service pour réaliser l'exploitation (régie avec marché à l'entreprise soumis au code des marchés publics) tout en continuant à gérer directement le réseau de chaleur. La régie externalisée d'un réseau de chaleur bénéficie ainsi d'une relative autonomie, sans pour autant bénéficier d'une personnalité morale, lui permettant de respecter l'exigence d'équilibre financier imposée.
- **Autre** : bien que la collectivité puisse gérer son réseau de chaleur, elle peut confier l'exploitation de ce dernier à des partenaires de droit privé. Cette gestion peut alors se faire avec contrat d'exploitation où les partenaires sont amenés à assurer un suivi de et un accompagnement de l'installation, ou sans, amenant les partenaires à gérer le réseau sans intervenir sur les installations.

Maîtrise d'ouvrage avec un partenaire comme gestionnaire

Dans le cas où la collectivité décide de ne pas gérer directement le réseau de chaleur, elle peut déléguer la maîtrise d'ouvrage à des entreprises sous forme de délégation de service public (DSP) :

- **La concession :** reviens à ce qu'une ou plusieurs autorités concédantes confient, durant un temps déterminé, les investissements qui comprennent l'exécution des ouvrages ou de la gestion de services à un ou plusieurs opérateurs économiques. Le titulaire du contrat, ou délégataire, obtient alors le droit d'exploiter l'ouvrage ou le service et assume la responsabilité quant aux risques liés à cette exploitation.
- **L'affermage :** est assez proche de la concession en dehors du fait que la personne publique (collectivité ou autre) finance les ouvrages. Le « fermier » reçoit ainsi un ouvrage, ici le réseau de chaleur, « prêt à servir » et l'exploite à ses risques, se finançant par des redevances prélevées aux usagers. Les droits de raccordement, ou « surtaxe » (supplément au terme R2) du « fermier », demandés aux usagers, remboursent l'investissement des collectivités.

[26] Article 72-3 de la Constitution du 4 octobre 1958

Les résultats de l'édition 2022 de l'enquête annuelle révèlent que 80% des réseaux sont sous maîtrise d'ouvrage publique via une délégation de service public (contrat d'exploitation, concession ou affermage) ou en régie.

La concession est le mode de gestion le plus souvent retenu par les collectivités pour les réseaux de taille importante. En effet, les réseaux gérés par concession représentent 37% des réseaux et 74% des livraisons de chaleur.

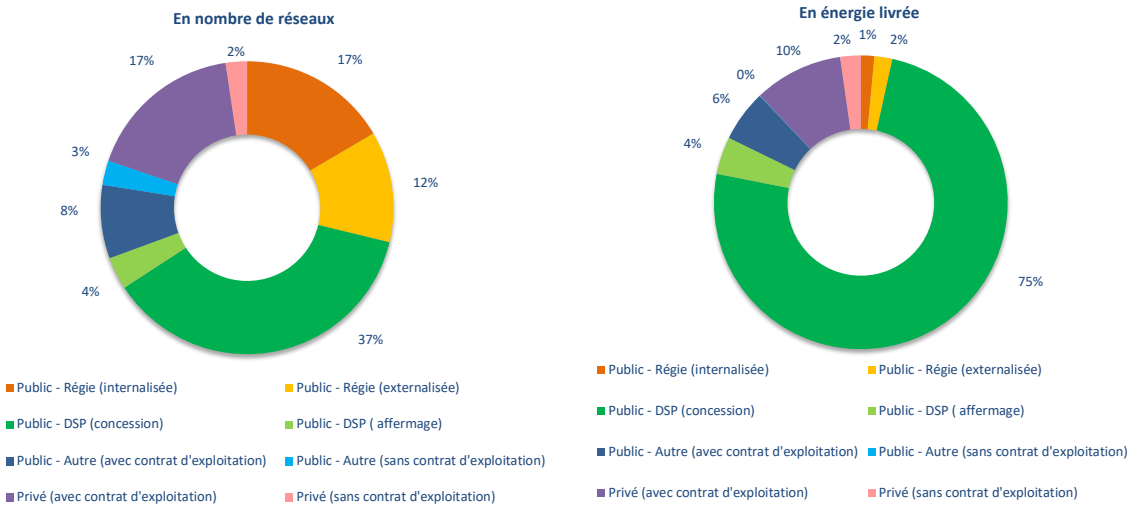


Figure 9 : Mode de gestion des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur

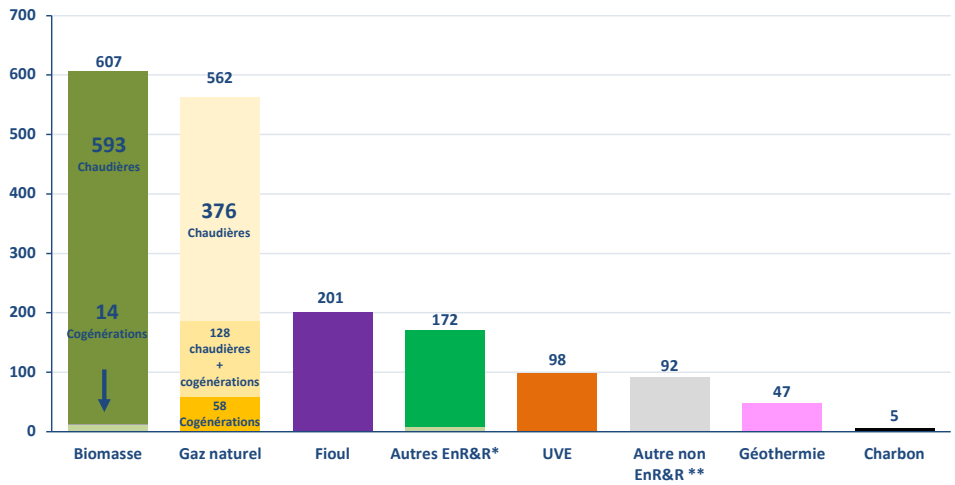
La filière des réseaux de chaleur est caractérisée par :

- **Un mix énergétique, en entrant composé, à majorité d'énergies renouvelables et de récupérations (62,5% d'EnR&R) ;**
- **La prépondérance de grands réseaux (>3,5 MW) en termes de nombre (72 %) et de quantité de chaleur livrée (99%).**

2.3. Les énergies mobilisées

2.3.1. Les sources d'énergies

La majorité des réseaux de chaleur sont multi-énergies. Ils sont capables de mobiliser plusieurs sources : énergies renouvelables (biomasse, géothermie, solaire…), énergies de récupération (chaleur issue des usines de valorisation énergétique des déchets, des process industriels, biogaz, data centers, eaux usées…) et énergies non EnR&R (gaz naturel, charbon et fiouls) (cf. Figure ci-dessous).



** : solaire, interconnexion, PAC, chaleur industrielle*

*** : GPL, électricité, autre combustible ou chaleur non-EnR&R)*

Figure 10 : Energies utilisées en nombre de réseaux

En 2022, **72 % des réseaux, représentant 89% des livraisons, ont fonctionné avec au moins deux sources d'énergie**.

Le plus souvent il s'agit d'une ou plusieurs sources principales, utilisées en continu, et une source d'appoint, mobilisée lorsque la demande en chaleur est plus importante (cf. Figure ci-dessous).

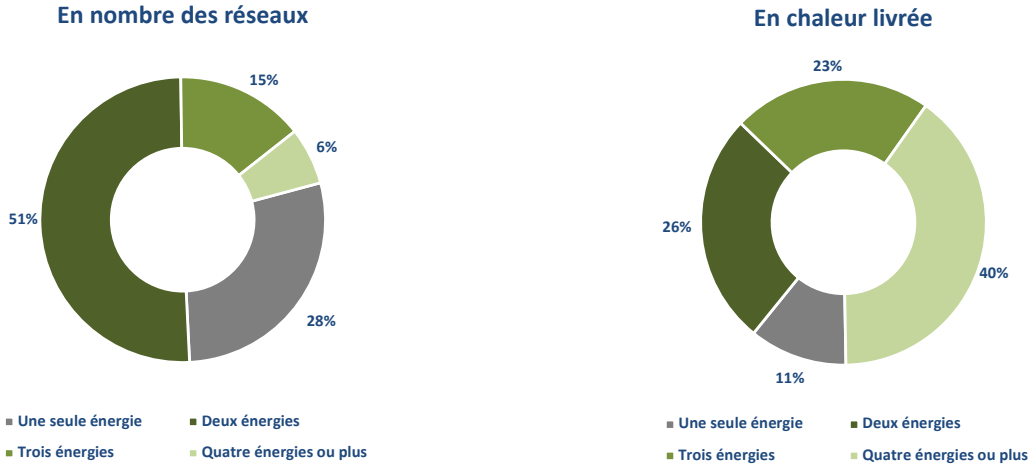


Figure 11 : Sources d'énergie utilisées par les réseaux (en % du nombre de réseaux et en énergie livrée)

Avec 89% des livraisons de chaleur effectuées en multi-énergies, les réseaux de chaleur démontrent leur flexibilité et leur capacité à assurer une continuité du service public au long terme.

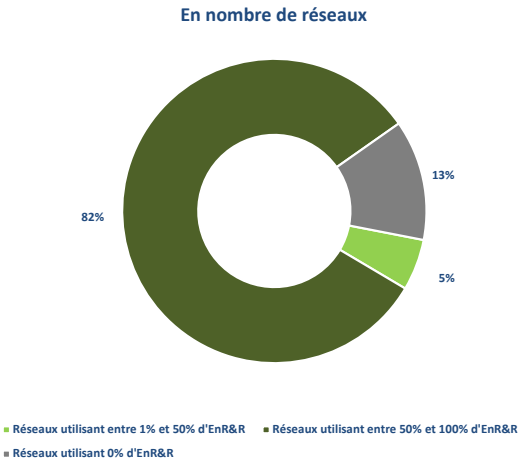


Figure 12 : Réseaux utilisant des énergies renouvelables et de récupération

Les réseaux de chaleur favorisent la production de chaleur verte, c'est-à-dire à base d'énergies renouvelables thermiques (ex. biomasse, géothermie…) et de récupération (chaleur issue de process industriels ou de la valorisation énergétique des déchets urbains).

Pour l'édition 2021 de l'enquête, 87% des réseaux urbains ont livré de la chaleur verte, dont 82% avec un taux d'énergies renouvelables et de récupération supérieur à 50%. Lorsque cette chaleur est vendue selon un principe abonnement / part variable liée à la consommation, le dépassement de ce taux permet de bénéficier d'un taux de TVA réduit à 5,5%.

De nombreux réseaux poursuivent leur verdissement et on observe que le pourcentage de réseaux utilisant des EnR&R progresse de 86% en 2020 à 87% en 2021, ce qui représente un début de verdissement de 36 réseaux en un an.

Avec 87% des réseaux utilisant des énergies renouvelables et de récupération, les réseaux urbains sont un vecteur efficace pour livrer de la chaleur verte au cœur des agglomérations et convertir rapidement les territoires.

2.3.2. Le bouquet énergétique

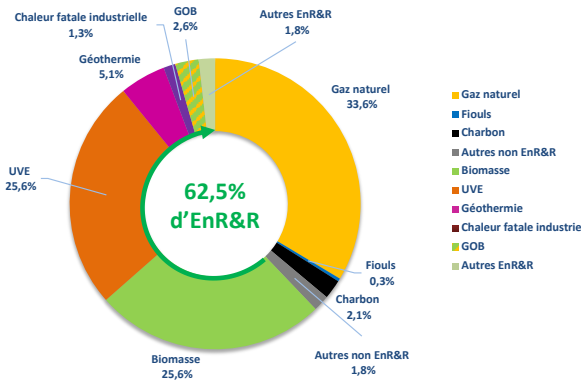


Figure 13 : Bouquet énergétique (en énergie entrante)

Les réseaux de chaleur ont un rôle essentiel à jouer dans le cadre des objectifs de développement des EnR&R, car ils permettent de mobiliser massivement :

- Des énergies renouvelables : 25,6% de biomasse et 5,1% de géothermie ;
- Des énergies de récupération : 1,3% issue de la chaleur fatale industrielle ;
- Voire les deux à la fois : 25,6% issues d'unités de valorisation énergétique (UVE) des déchets ménagers. L'énergie des UVE est reconnue par convention comme étant à 50% renouvelable et à 50% de récupération (principe lié à la part biogénique, donc renouvelable, contenue en moyenne dans les déchets valorisés).

Les entrants pour les autres EnR&R représentent 1,8%.

Les réseaux de chaleur ont utilisé, en 2021, 62,5% d'énergie entrante d'origine renouvelable et de récupération.

Le tableau 1 suivant présente pour chaque source d'énergie utilisée par les réseaux de chaleur, la quantité totale consommée, achetée ou récupérée et la quantité de chaleur produite en 2020.

Source de l'énergie		Nombre de réseaux		Énergies consommées ou achetées			Entrants utilisés pour la production de chaleur		Production thermique des réseaux		
		2021	Différence (pts)	2021		Écart /2020	Quantité (GWh pci) 2021	Ratio (%)	Quantité (GWh) 2021	Ratio (%)	Écart /2020
Énergies non EnR&R	Charbon	5	0	833 027	MWh pci	0,8%	819	2,1%	732	2,1%	1,2%
	Fioul lourd & CHV	6	0	16 983	MWh pci	26,2%	17	0,0%	15	0,0%	26,0%
	Fioul domestique	195	2	110 985	MWh pci	66,4%	111	0,3%	98	0,3%	69,3%
	Gaz naturel	562	22	18 971 958	MWh pcs	10,2%	12 821	33,6%	11 759	33,1%	10,4%
	GPL	24	3	24 989	MWh pcs	61,1%	22	0,1%	22	0,1%	58,3%
	Cogénération externe (part non EnR&R)	50	11	495 527	MWh	21,4%	496	1,3%	496	1,4%	21,4%
EnR&R	Biomasse	604	43	10 701 147	MWh pci	22,5%	9 490	24,9%	8 205	23,1%	27,1%
	Biogaz	4	1	57 450	MWh pcs	447,3%	30	0,1%	28	0,1%	198,4%
	Chaleur industrielle	24	5	508 049	MWh	92,0%	508	1,3%	508	1,4%	92,0%
	Unité de Valorisation Énergétique	98	11	9 881 125	MWh pci	8,3%	9 777	25,6%	9 544	26,9%	10,9%
	Géothermie directe	47	4	1 949 378	MWh	4,8%	1 949	5,1%	1 949	5,5%	4,8%
	Cogénération externe EnR&R (Biomasse)	4	-1	291 376	MWh	6,5%	291	0,8%	291	0,8%	6,5%
	Garantie d'origine biométhane	67	3	1 146 781	MWh pcs	123,1%	997	2,6%	899	2,5%	146,5%
	Pompe à chaleur (part EnR&R)	45	7		MWh				357	1,0%	45,1%
	Autres EnR&R	25	6	663 303	MWh	144,0%	661	1,7%	462	1,3%	68,7%
Autres	Chaudière électrique			3 448	MWh e	14,6%	4	0,0%	4,0	0,0%	11,3%
	Pompe à chaleur (part électrique)			142 720	MWh e	7,5%	139	0,4%	138	0,4%	3,7%
	Chaleur non EnR	1	1	18 090	MWh pci		19	0,0%	21		
Sous-total Énergies non EnR&R				20 453 468		10,2%	14 286	37,4%	13 122	36,9%	10,3%
Sous-total Énergies EnR&R				25 223 609			23 704	62,1%	22 243	62,6%	21,2%
Sous-total Énergies autres				164 258			162	0,4%	163	0,5%	18,1%
TOTAL				**45 841 335**			**38 153**	**100,0%**	**35 528**	**100,0%**	**16,9%**

Tableau 1 : Bouquet énergétique des réseaux (en énergie entrante et en énergie produite)

Le recours aux énergies renouvelables a une nouvelle fois augmenté par rapport à 2020 (énergies entrantes) :

- La géothermie directe a augmenté de 4,8%, atteignant 1,95 TWh
- Les garanties d'origines biométhane sont utilisées par 67 réseaux représentant 2,6% du mix de production.
- La biomasse a augmenté de 20%, atteignant 10,5 TWh.
- L'énergie provenant des unités de valorisation énergétique des déchets ménagers (50% renouvelable, 50% de récupération - article R712-1 du code de l'énergie) a également augmenté de 8,3% par rapport à 2020, s'établissant aux alentours de 9,8 TWh. Cette hausse s'explique par l'intégration d'unité de valorisation des déchets.
- La récupération de chaleur industrielle a doublé, atteignant 0,51 TWh en 2021.

Le recours aux énergies non EnR&R continue de diminuer, et de façon plus marquée les énergies non EnR&R les plus carbonées, ainsi :

- Le charbon a baissé par rapport à 2019. Il ne reste que 5 réseaux de chaleur y ayant recours représentant 2,1% de la production thermique totale
- L'usage du gaz naturel observe une augmentation de 10,2%, atteignant 19,0 TWh, cela est notamment dû au fait que l'année 2021 a été plus froide que 2020. Le gaz est notamment utilisé pour faire l'appoint.

Au global, le recours aux énergies entrantes non EnR&R a diminué de 2,1% par rapport à l'an passé.

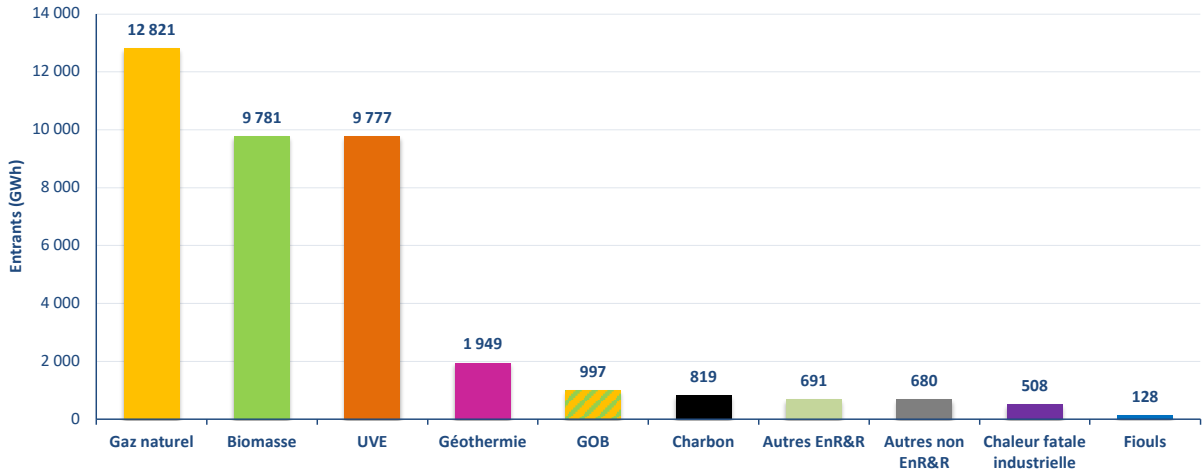


Figure 14 : Entrants des dix principales sources d'énergie

Le fioul lourd et le fioul domestique ne font plus partie des dix principales sources d'énergie (en entrants) contrairement à l'année 2019, et sont remplacés par l'entrant Autres énergies EnR&R comprenant les GOB ainsi que les PAC (part EnR&R).

Les énergies les plus carbonées sont progressivement remplacées par des énergies renouvelables et de récupération – essentiellement par la biomasse. La filière a pris des engagements pour sortir du charbon d'ici 2025.

La filière s'engage également à atteindre la neutralité carbone en 2050. A cet effet, la FEDENE et AMORCE ont produit une feuille de route présentant deux scénarii pour respecter cet objectif vital.

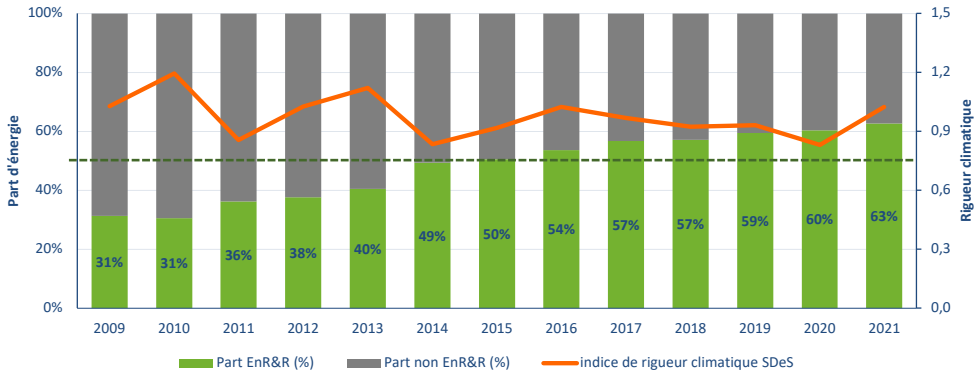


Figure 15 : Évolution des taux d'EnR&R depuis 2009

Les réseaux de chaleur poursuivent leurs efforts de verdissement et confortent en la matière leur avance par rapport aux autres réseaux énergétiques. En effet, avec un taux de 62,6% d'EnR&R, ils véhiculent une proportion d'énergie renouvelable et de récupération significativement plus importante que les autres réseaux énergétiques.

Le réseau électrique[27] comptait en 2021 un taux d'énergie renouvelable de 22,5%, soit 117,7 TWh d'électricité verte. Le réseau de transport de gaz[28] comptait quant à lui 6,4 TWh de capacité de production de renouvelable sur 474 TWh consommés, soit un peu moins de 1,4% d'énergie renouvelable en 2021.

La substitution rapide des énergies non EnR&R par les EnR&R est spécialement marquée sur les années 2010-2014 grâce à la mise en place du Fonds chaleur, la tendance ralentit néanmoins depuis 2015.

La figure ci-dessous permet de représenter le recours aux différentes énergies utilisées :

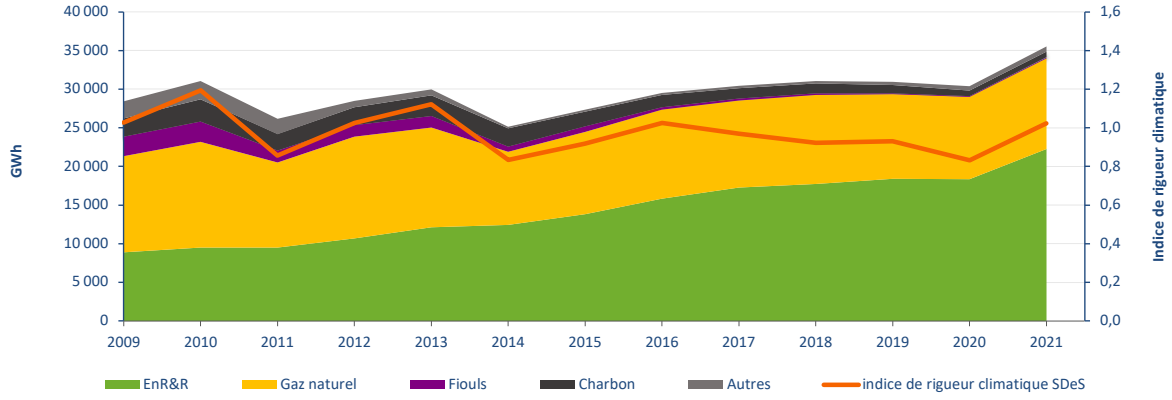


Figure 16 : Évolution du bouquet énergétique (en énergie produite)

L'indice de rigueur climatique national considéré est celui du SDES. Il correspond au rapport entre les Degrés-Jours Unifiés (DJU) de l'année n et le DJU d'une période de référence (1991-2020). Cette période de référence a été modifiée en 2021, sur les rapports précédents, la période de référence s'étendait de 1986à 2015.

Si cet indice est inférieur à 1, il traduit une année ayant été plus chaude que la période de référence (et plus froide si supérieur à 1). Il a été de 1,024 en 2021, c'est-à-dire faisant appel à moins de besoins en chauffage que la normale. Cet indice de rigueur climatique était de 0,831 en 2020 et 0,931 en 2019.

[27] Bilan électrique 2021 - RTE
[28] Bilan gaz et gaz renouvelables 2021 - GRT Gaz

La figure ci-dessous présente le détail du mix de la part d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R).

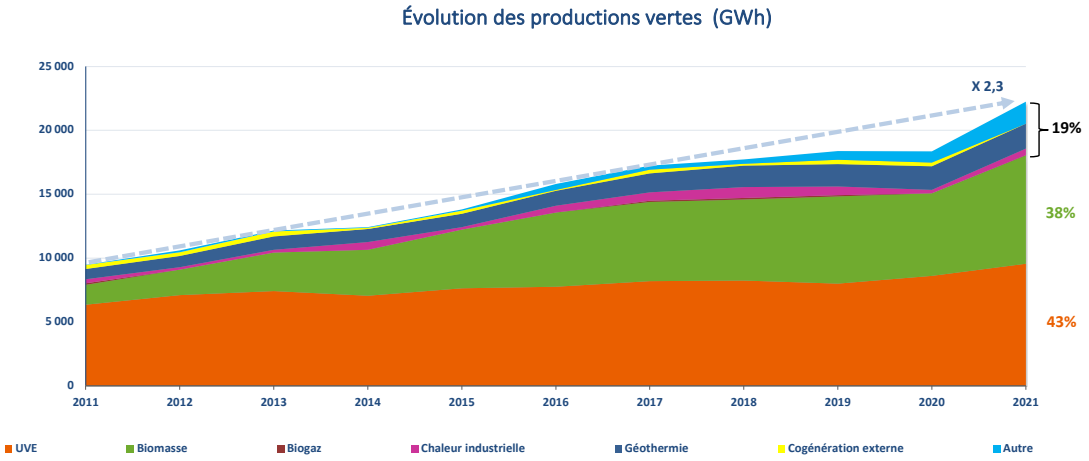


Figure 17 : Évolution des EnR&R utilisées par les réseaux de chaleur (en énergie produite)

Les réseaux de chaleur ont un rôle essentiel à jouer dans le cadre des objectifs de développement des énergies renouvelables et de valorisation des énergies de récupération. Les courbes d'évolutions (figures ci-dessus) démontrent que les réseaux de chaleur valorisent chaque année des EnR&R. Pour cela, ils se sont appuyés sur un socle historique d'unités de valorisation énergétique des déchets. Puis à compter de 2009, notamment grâce au soutien du Fonds chaleur, la part d'EnR&R s'est quasi linéairement accrue par l'augmentation presque constante et massive de la part de biomasse.

Le Fonds chaleur, dispositif de soutien financier géré par l'ADEME, a véritablement accéléré les projets de production de chaleur renouvelable et de récupération depuis sa mise en place en 2009. Depuis sa création le Fonds de chaleur a permis de produire 39 TWh d'EnR&R ! En douze ans, pas moins de 6 500 installations de réseaux de chaleur (création, verdissement, extension) ont été soutenues par le Fonds chaleur.

2.3.3. Place de la cogénération

Principe et avantages

La cogénération consiste à produire simultanément de l'électricité et de la chaleur à partir d'une même énergie primaire et au sein de la même installation. Ce procédé a le plus souvent recours au gaz naturel, mais il est également possible d'utiliser de la biomasse, du biogaz, voire d'autres formes de combustibles verts.

Toutefois, à la suite de l'arrêt des dispositifs de soutien à la filière cogénération, leur nombre va significativement se réduire dans les prochaines années au fil de l'arrêt des contrats de vente de l'électricité produite.

Les modules de cogénération produisent de l'électricité et de la chaleur au plus près des consommateurs et rendent les systèmes énergétiques territoriaux plus résilients. Il s'agit d'une solution particulièrement performante énergétiquement qui permet de valoriser pleinement la chaleur générée lors de la production d'électricité, en utilisant des technologies qui peuvent être des moteurs (pour le gaz ou biogaz) ou des turbines (tous combustibles).

La cogénération constitue un moyen de production plus performant, car elle consomme entre 15% et 30% d'énergie primaire en moins que les meilleurs outils disponibles pour produire séparément les mêmes quantités d'énergies électrique et thermique tout en répondant aux besoins en chaleur du site sur lequel elle s'implante. De plus, la proximité de la production avec la consommation permet de limiter les pertes de transport et de distribution d'électricité.

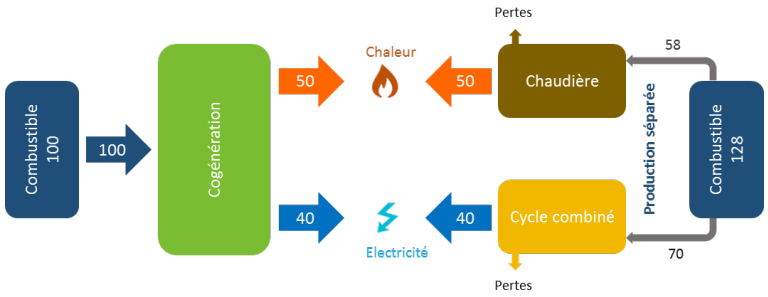


Figure 18 : Comparaison de la cogénération aux outils de productions séparées d'électricité et de chaleur (unité MWh)

Ce schéma montre de manière simplifiée que la production de 50 MWh de chaleur et de 40 MWh électrique nécessite 128 MWh en combustible pour des productions séparées contre 100 MWh pour la cogénération.

La production simultanée de chaleur et d'électricité par cogénération permet de :

- **Maximiser la valorisation de l'énergie consommée ;**
- **Réduire les émissions de CO_2 ;**
- **Réaliser des économies d'énergie primaire entre 15 et 30% ;**
- **Rendre les systèmes énergétiques locaux plus résilients.**

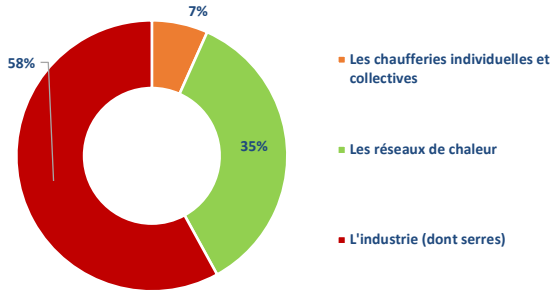


Figure 19 : Répartition 2018 du parc français des cogénérations gaz en puissance électrique installée (données ATEE 2019).

Selon les chiffres de l'ATEE de 2019, le parc français de cogénération gaz représente environ 4 858 MW électriques.

L'industrie avec 405 sites – 2 818 MW (dont 200 cogénérations de serres maraîchères totalisant 0,6 GW) représente le plus important segment du parc. Il est suivi par les réseaux de chaleur (427 sites – 1 715 MW) puis les chaufferies individuelles et collectives (191 installations cumulant 325 MW électriques).

Panorama des cogénérations dans les réseaux de chaleur

Les nombreux intérêts que représentent les cogénérations font que le nombre de réseaux équipés reste relativement constant ces dernières années : 22% en 2021, 23% en 2020, 26% en 2019 et 2018.

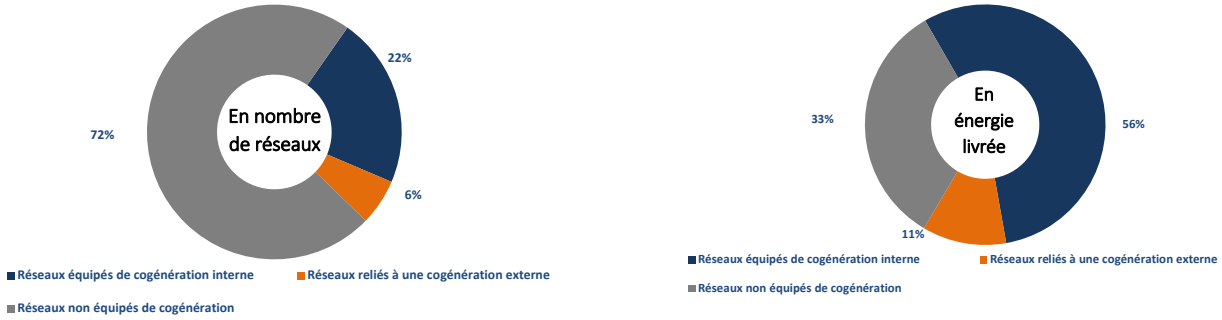


Figure 20 : Réseaux équipés de cogénération interne ou externe en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur

Cogénérations dans les réseaux de chaleur	Unité	Valeur 2021	Valeur 2020
Énergie entrante à l'équipement de cogénération	TWh	**11,5**	10,4
Électricité produite	TWhe	**3,6**	3,3
Chaleur produite à destination des réseaux de chaleur	TWhth	**5,2**	4,5

Tableau 2 : Caractéristiques des équipements de cogénération interne

Dans l'enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid, on distingue :

- La cogénération interne : cogénération dont la chaleur est entièrement dédiée au réseau. Les puissances et quantités d'énergie (électriques, thermiques, frigorifiques) sont celles qui sont produites exclusivement par cogénération.
- La cogénération externe : cogénération dont les équipements sont extérieurs aux installations de production du réseau et dont la chaleur n'est, le plus souvent, pas totalement dédiée au réseau.

La répartition des productions de chaleur issues des équipements de cogénération par type de combustible employé (cogénérations interne et externe confondues) confirme la tendance pour le gaz naturel. En effet, la cogénération au gaz naturel occupe la place principale avec 74% dans le mix énergétique des entrants dans les réseaux de chaleur, et représente 67% de l'énergie thermique produite par les cogénérations.

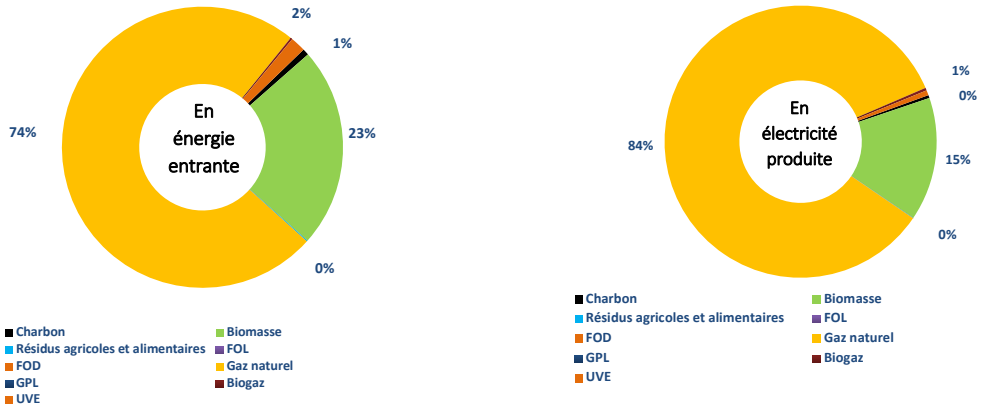
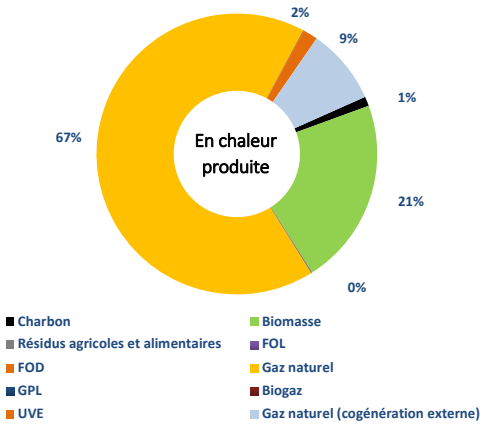


Figure 21 : Bouquets énergétiques des équipements de cogénération interne et externe dans les réseaux de chaleur



De la même manière, la part d'électricité produite par les équipements de cogénération interne est beaucoup plus importante pour le gaz (84% en 2021) que pour la biomasse. Ceci s'explique par le fait que les cogénérations biomasse ont généralement un fonctionnement annuel et flexible tandis que les cogénérations gaz sur réseaux de chaleur ne fonctionnent que pendant l'hiver à pleine charge.

Le bouquet énergétique des entrants des équipements de cogénération interne est marqué par une prédominance du gaz, une stabilité de la chaleur issue de l'ensemble du mix (cf. Figure ci-dessus - Gauche).

Figure 22 : Bouquets énergétiques des équipements de cogénération interne et externe dans les réseaux de chaleur

La biomasse est la première source d'énergie renouvelable pour les équipements de cogénération. Elle représente cette année 21% de la chaleur produite (interne et externe).

Concernant les cogénérations biomasse, elles ont contractuellement l'obligation de fonctionner en base avec une efficacité énergétique minimale en hiver, l'électricité étant un sous-produit de la production de chaleur. Leur faible part sur les réseaux de chaleur peut s'expliquer par le fait notamment que :

- L'emprise foncière nécessaire est très importante, mais chère et peu disponible en site urbain ;
- De nombreux réseaux avaient déjà engagé la construction de chaufferies bois grâce à la mise en place du Fonds chaleur et à la TVA réduite, il n'y avait alors généralement plus de place pour une cogénération biomasse.
- La fin des dispositifs de soutien, comme pour l'ensemble des installations de cogénération, quelle que soit l'énergie utilisée.

Le tableau suivant synthétise les chiffres précédents, par équipement de cogénération et selon les différents combustibles, dans les réseaux de chaleur.

Type de combustible		Nombre de cogé	Quantité utilisée (GWh pci)	Chaleur produite (GWh)		Électricité produite (GWhe)		Rendement de cogé	Part entrant moy pour cogé (%)	Puissance électrique installée (MWe)
Interne	Biomasse	14	2 647	1 235	21%	520	15%	0,66	50%	81
	Autres non EnR&R	1	85	62	1%	12	0%	0,88	7%	4
	Gaz naturel	186	8 472	3 796	64%	2 966	84%	0,80	19%	1 274
	UVE	2	200	96	2%	21	1%	0,59	16%	45
Externe	Gaz naturel	50		496	8%					
	Biomasse	4		291	5%					
Total interne		203	11 403	5 189	87%	3 519	100%	0,76		1 404
Total externe		54		787	13%					
TOTAL		**257**	**11 403**	**5 976**	**100%**	**3 519**	**100%**	**0,76**		**1 404**

Tableau 3 : Caractéristiques des équipements de cogénération dans les réseaux de chaleur

Ce tableau ne tient pas compte des cogénérations au sein des UVE externes dans les réseaux de chaleur. Cependant leur répartition est précisée en partie 2.3.

17% de la chaleur produite dans les réseaux urbains de chaleur est produite à partir d'équipements de cogénération.

2.4. Évolution des émissions de CO_2

2.4.1. Contenu en CO_2

Avec l'entrée en vigueur de la nouvelle réglementation environnementale des bâtiments, la RE2020, l'enquête nationale permet dorénavant d'obtenir le contenu en CO_2 en émissions directes et le contenu en CO_2 en émissions ACV pour chacun des réseaux de chaleur et de froid, selon un calcul défini dans le Guide méthodologique de l'enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid.

L'agglomération de ces chiffres individuels permet de calculer les contenus en CO_2 moyens des réseaux de chaleur en France.

Comme le montre la figure ci-dessous, le contenu CO_2 direct moyen des réseaux diminue encore pour s'établir à **94 g/kWh en 2021**. Cette réduction significative depuis 10 ans est principalement liée à l'introduction progressive de la biomasse dans le mix énergétique. En analyse de cycle de vie, le contenu CO_2 en émission ACV moyen s'établit à **125 g/kWh en 2020.**

La méthodologie de calcul du nouvel indicateur du contenu CO_2 en émissions ACV a été établie courant 2020 pour répondre aux nouvelles exigences de la RE2020 entrant en vigueur au 1er janvier 2022. Le contenu moyen en ACV a donc été recalculé rétroactivement pour les éditions ayant eu lieu avant la définition de la méthodologie. Le contenu CO_2 en émissions ACV remplacera à terme le contenu CO_2 en émissions directes qui est encore utilisé pour les projets RT2012.

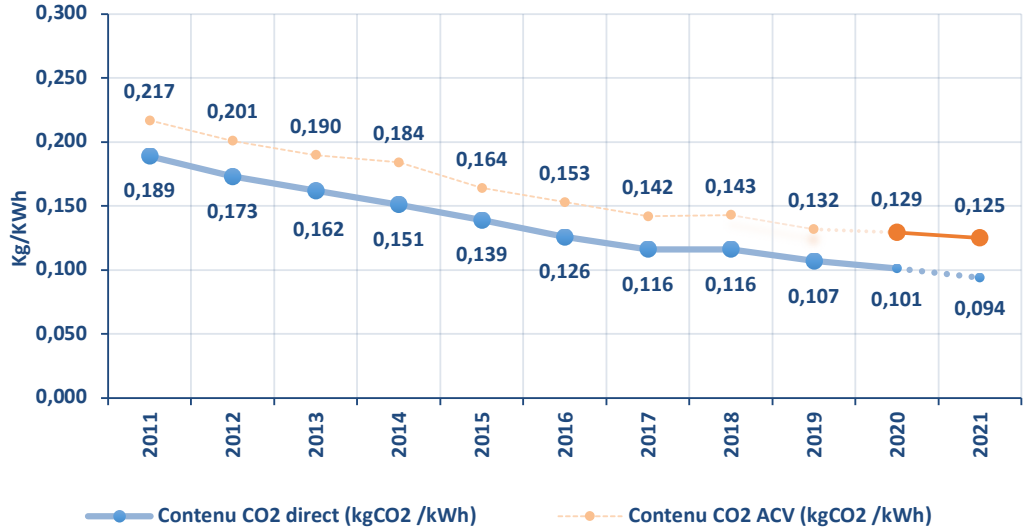


Figure 23 : Évolution du contenu en CO_2 direct et ACV des réseaux de chaleur (kg/kWh)

Avec un contenu moyen de CO_2 en émissions directes de 94 g/kWh en émissions directes, les réseaux de chaleur en France sont moins émissifs de :

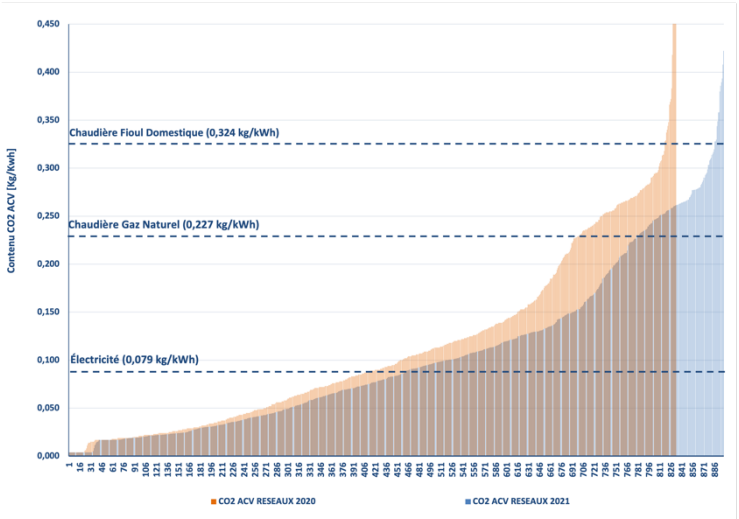
- **54% par rapport au gaz naturel (205 g/kWh) ;**
- **67% par rapport au fioul domestique (281 g/kWh).**

À noter qu'en 10 ans, le contenu moyen en CO_2 en émissions directes des réseaux a baissé de 49%.

Mesuré pour la première fois cette année, le contenu moyen CO_2 en émissions ACV des réseaux de chaleur est de 125 g/kWh. En ACV, les réseaux de chaleur sont moins émissifs de :

- **45% par rapport au gaz naturel (227 g/kWh) ;**
- **61% par rapport au fioul domestique (324 g/kWh).**

La figure ci-dessous montre le classement du contenu **CO_2 en émissions directes** et **CO_2 en émissions ACV** pour chacun des réseaux de l'échantillon du parc français ayant répondu à l'enquête sur les données 2021.



Les contenus varient d'un réseau à l'autre, en fonction de la multiplicité des situations et de la diversité des énergies disponibles utilisées.

De plus, la dispersion en contenu CO_2 ACV des réseaux 2021 (en bleu) montre les efforts accomplis par les réseaux pour limiter leurs émissions carbonées depuis l'année précédente (en orange).

Figure 24 : Dispersion des réseaux de chaleur en termes d'émissions de CO_2 en ACV

Le graphique précédent sous forme de tableau :

	Nombre de réseau de chaleur	Part des réseaux de chaleur	Part des livraisons de chaleur
TOTAL	**898**	**100%**	**100%**
> 0,324 kg CO_2eq/an/m²	**13**	**1,4%**	**0,2%**
0,227 - 0,324 kg CO_2eq/an/m²	**107**	**11,9%**	**8,4%**
0,125 - 0,224 kg Coq/an/m²	**161**	**17,9%**	**38,0%**
0,079 - 0,125 kg CO_2eq/an/m²	**189**	**21,0%**	**28,3%**
< 0,079 kg CO_2eq/an/m²	**428**	**47,7%**	**25,1%**

Pour comparaison, les contenus en CO_2 en ACV des autres modes de chauffage sont indiqués (source arrêté DPE du 15 septembre 2006, modifié) dans la figure ci-dessous :

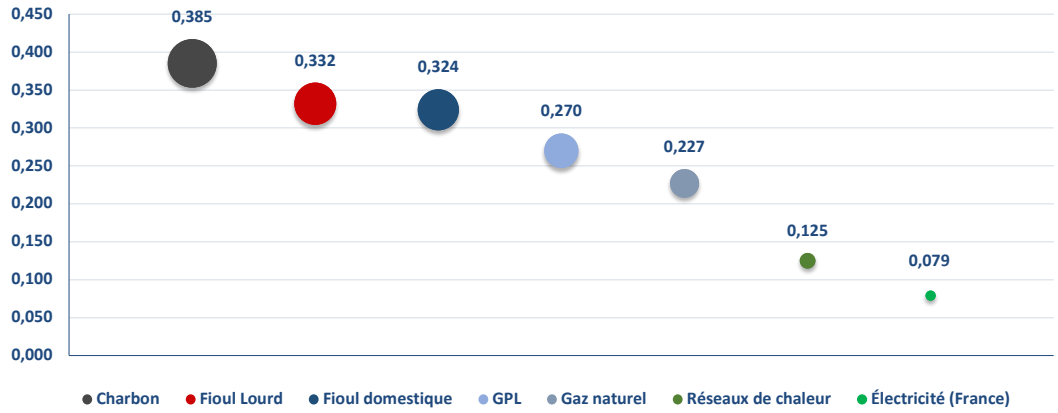


Figure 25 : Contenu en CO_2 ACV des sources d'énergie en kg/kWh d'énergie livrée (source arrêté DPE)

Par l'utilisation d'énergies peu carbonées, les réseaux de chaleur sont des vecteurs incontournables pour verdir la production de chaleur en France :

- **58% des réseaux ont un contenu en CO_2 en émissions ACV inférieur à 100 g/kWh**
- **87% des réseaux ont un contenu en CO_2 en émissions ACV inférieur à une chaudière gaz naturel.**
- **99% des réseaux ont un contenu en CO_2 en émissions ACV inférieur à une chaudière au fioul domestique.**

2.4.2. Application de la RE2020 aux réseaux de chaleur

FOCUS RE2020

Prévue par la loi relative à l'évolution du logement, de l'aménagement et du numérique d'octobre 2018, dite ELAN, la réglementation environnementale des bâtiments (RE2020) vise la diminution de l'impact environnemental des bâtiments neufs.

La RE2020 définit des seuils d'exigences en termes de sobriété énergétique, de recours aux énergies renouvelables et de récupération, de confort estival et d'empreinte carbone du bâtiment neuf tout au long de son cycle de vie.

Pour réduire l'impact des constructions neuves sur le climat, la RE2020 prend en compte l'ensemble des émissions CO_2 du bâtiment de sa construction jusqu'au traitement des déchets issus de la démolition. Cette analyse du contenu CO_2, dite analyse en cycle de vie (ACV), s'étend également aux réseaux qui fournissent le bâtiment l'énergie utile à son exploitation.

Ainsi, l'étude annuelle des réseaux de chaleur et de froid étudie à présent le contenu carbone des réseaux de chaleur et de froid en émissions directes (CO_2 en émissions directes) et en analyse de cycle de vie (CO_2 en émissions ACV).

Comme indiqué dans le Focus, la RE2020 retient une série de critères permettant de définir des standards relatifs à la sobriété énergétique des immeubles (Bbio renforcé, Cep), à l'usage des énergies décarbonées (RCR), aux émissions de gaz à effet de serre (EGES en ACV[29]) et au confort estival minimal (Degré-heures d'inconfort).

Pour chaque catégorie de bâtiments (logements individuels, logements collectifs, établissements scolaires, bureaux), la RE2020 a ajusté les valeurs seuils et les trajectoires des indicateurs. Pour se raccorder et livrer de l'énergie au bâtiment soumis à la RE2020, les vecteurs énergétiques doivent s'y conformer.

Par exemple, l'indice EGES exprimé équivalent kg CO_2 en ACV/m2/an, mesure les émissions liées aux consommations d'énergie primaire du bâtiment durant cinquante années de durée de vie. Une trajectoire a été spécifiquement déclinée pour les logements collectifs comme suit :

	Seuil 2022		Seuil 2025		Seuil 2028	
	EGES ($kgCO_2eq$ ACV/m2/an)	Contenu CO_2 ACV des RCU (gCO_2/kWh)*	EGES ($kgCO_2eq$ ACV/m2/an)	Contenu CO_2 ACV des RCU (gCO_2/kWh)*	EGES ($kgCO_2eq$ ACV/m2/an)	Contenu CO_2 ACV des RCU (gCO_2/kWh)*
Logements collectifs	14	<285	8	<145	6,5	<120

* Estimations moyennes SNCU sur des bâtiments types.

Même si les réseaux de chaleur ont un contenu carbone relativement faible et s'inscrivent sur une trajectoire moyenne de réduction continue depuis 10 ans, la RE2020 impose à chaque réseau l'atteinte d'un seuil de décarbonation ambitieux. En effet, 305 réseaux de chaleur représentant 50% des livraisons devront décarboner leur production de chaleur d'ici 2028 pour respecter le seuil EGES de 6,5 kg CO_2eq/m2/an :

[29] L'impact sur le changement climatique introduit dans la RE2020, associé aux consommations d'énergie primaire, est défini par un indicateur exprimé en kg équivalent CO_2/m^2, noté $IC_{énergie}$. Cet indicateur reflète la consommation en équivalent CO_2 du contributeur énergie utilisé sur 50 ans et en ACV dynamique (pondération de 0,8 appliquée). Pour information, l'indicateur EGES reflète le même impact mais ramené sur une année sans pondération pour l'ACV dynamique ($IC_{énergie}$ = EGES * 40).

Le graphique ci-dessous explicite les données du tableau :

	Nombre de réseau de chaleur	Part des réseaux de chaleur	Part des livraisons de chaleur
TOTAL	**898**	**100%**	**100%**
> 14 kg CO_2eq/an/m²	**30**	**3%**	**1%**
8-14 kg CO_2eq/an/m²	**191**	**21%**	**36%**
6,5-8 kg CO_2eq/an/m²	**76**	**8%**	**14%**
< 6,5 kg CO_2eq/an/m²	**601**	**67%**	**49%**

Nous constatons que les deux tiers des réseaux de chaleur respectent déjà les seuils 2028 de la RE2020. La décarboantion du tiers restant devrait s'accélérer ces prochaines années pour descendre en dessous des plafonds RE2020.

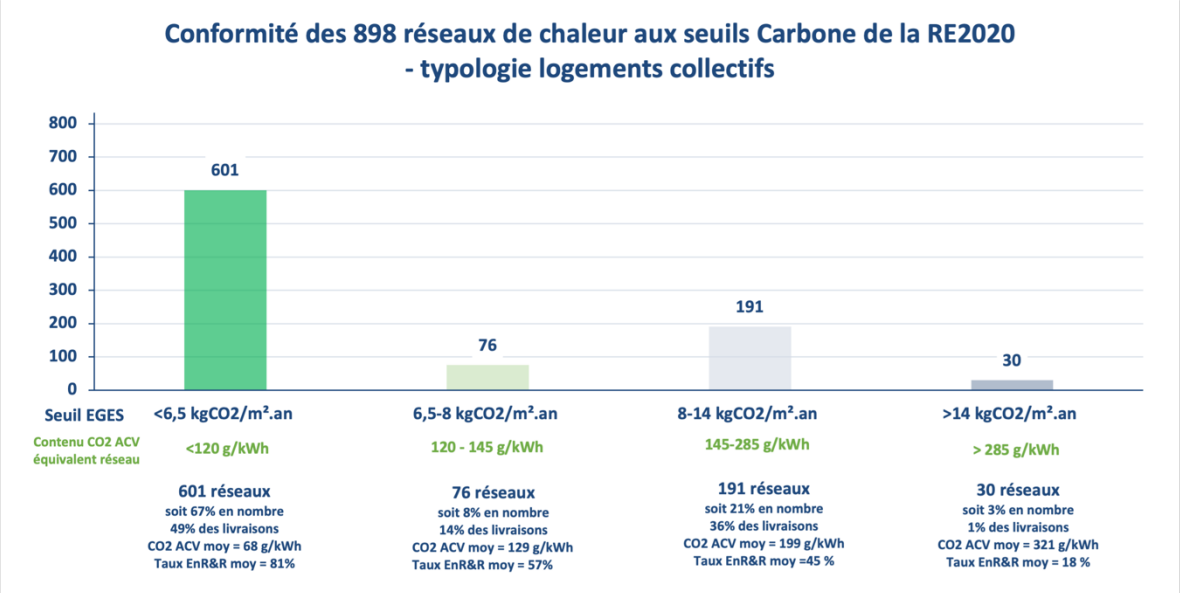


Figure 26 : Répartition des réseaux de chaleur existants par rapport aux seuils EGES de la RE2020

La prise en compte du contenu CO_2 en ACV n'a pas uniquement un impact sur le contenu des réseaux de chaleur, mais également sur le contenu associé à chaque énergie. En émissions directes, nous considérons le contenu CO_2 de toutes énergies renouvelables et de récupération comme nul ; en émissions ACV, chaque énergie renouvelable et de récupération se voit attribué un contenu CO_2 propre :

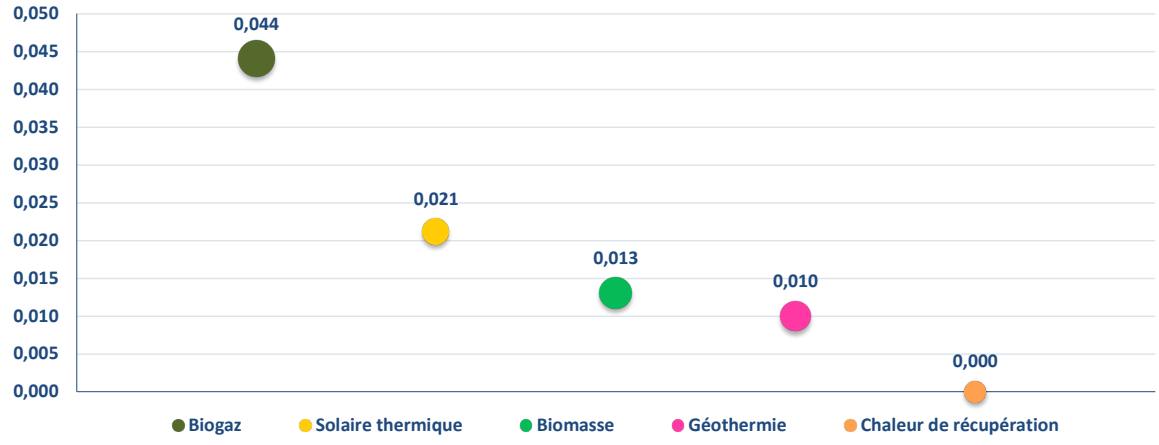


Figure 27 : Contenus en CO_2 des sources d'énergie renouvelable et de récupération

2.4.3. CO_2 évité

Le graphique ci-dessous précise les quantités de CO_2 en émissions ACV que le raccordement d'un bâtiment à un réseau de chaleur a pu éviter selon la méthodologie définie dans le *guide méthodologique du SNCU*[1].

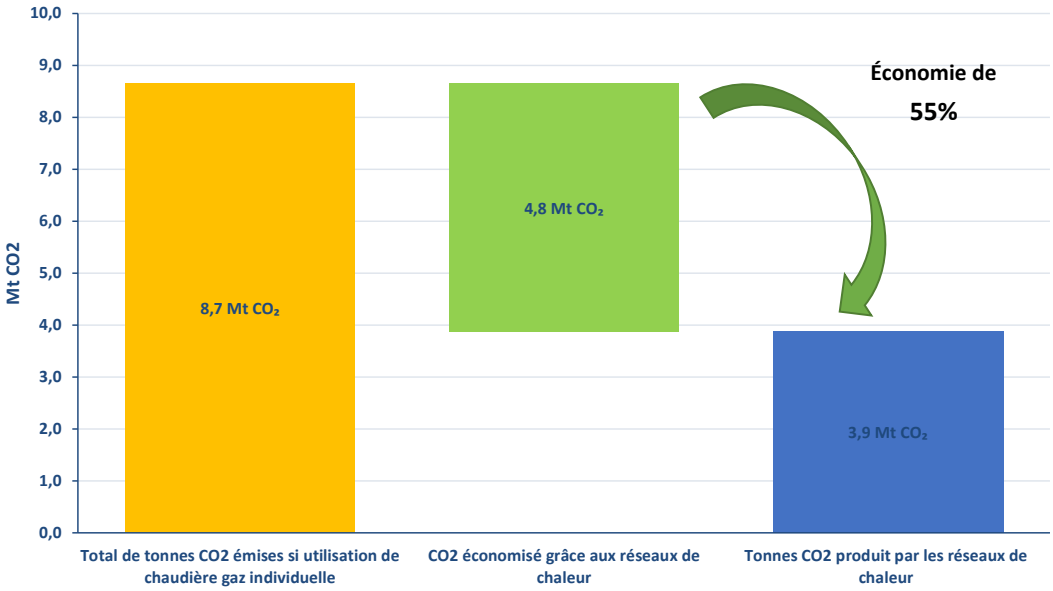


Figure 28 : CO_2 ACV évité en 2021 - par le recours à des réseaux de chaleur en comparaison à des chaudières gaz

L'utilisation de réseaux de chaleur a permis d'éviter 4,8 millions de tonnes de CO_2 en 2021 (par rapport à des chaudières individuelles gaz) soit l'équivalent de 2,3 millions de voitures retirées de la circulation chaque année !

2.5. Distribution

2.5.1. Niveaux de température

Les différentes sources de production de chaleur ne permettent pas d'atteindre les mêmes régimes de température. Les combustibles de type non EnR&R comme le gaz, ou renouvelable comme le bois, permettent d'atteindre plusieurs centaines de degrés et peuvent donc facilement livrer de la chaleur à une température de 100°C. À l'inverse, il est plus difficile d'atteindre de telles températures à partir de sources comme la géothermie superficielle et la récupération sur eaux usées. Le solaire thermique, la récupération de chaleur industrielle, la chaleur collectée dans un immeuble climatisé, etc. occupent autant de plages de température intermédiaires. De manière générale, plus la température du réseau est basse, plus celui-ci a accès à une variété importante de sources de chaleur exploitables dans des conditions optimales (par échange direct si la température de la source est supérieure à celle du réseau, par une pompe à chaleur si la température est légèrement inférieure)[30].

L'enquête des réseaux de chaleur permet également de dresser un état des lieux des différents niveaux de température utilisés pour transporter la chaleur produite et distribuée jusqu'aux sous-stations.

Le détail des niveaux de température des fluides caloporteurs dans les réseaux de chaleur a été introduit dans l'édition 2017 de l'enquête. Auparavant, seules les distinctions entre eau chaude, eau surchauffée et vapeur, étaient précisées sur les longueurs de chaque réseau.

En 2021, 90% des réseaux distribuaient la chaleur via un réseau primaire d'eau chaude (c.-à-d. dont la température est ≤ 110°C), desservant ainsi 50% de l'énergie thermique livrée (cf. Figure ci-dessous). Les chiffres sont identiques en 2020, 90% des réseaux distribuaient ce niveau de température représentant aussi 50% de l'énergie thermique livrée.

[30] Réseau de chaleur très basse température à sources multiples, site du Cerema, 2012

L'eau surchauffée est un fluide caloporteur « historique » ; on ne construit plus de réseaux en eau surchauffée même pour de grands réseaux, et depuis quelques années, on convertit plutôt les réseaux d'eau surchauffée en réseau d'eau chaude.

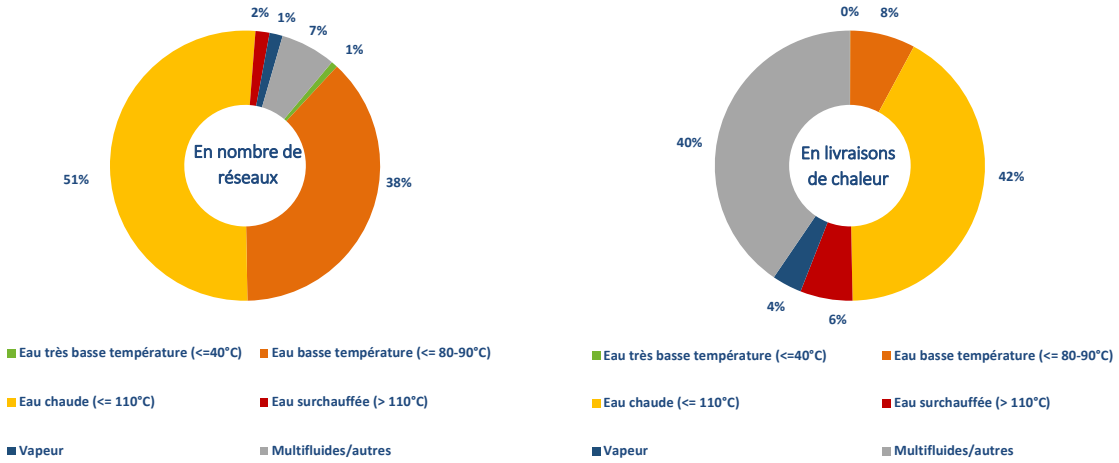


Figure 29 : Type de fluide caloporteur utilisé en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur

2.5.2. Évolution des longueurs de réseaux

La longueur totale des réseaux de chaleur a augmenté par rapport à l'année dernière, atteignant 6 529 km (soit 329 km supplémentaires). Cette augmentation est liée à deux phénomènes : l'augmentation du nombre de réseaux et l'extension de réseaux existants.

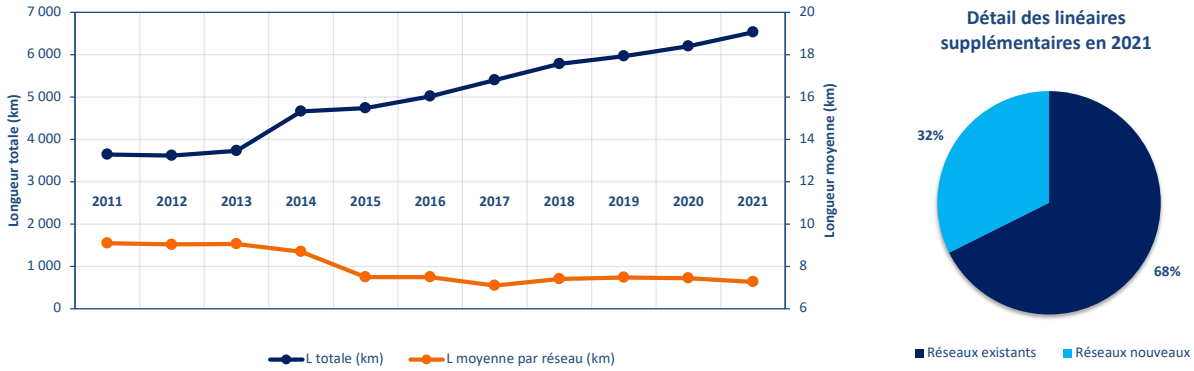


Figure 30 : Évolution de la longueur des réseaux

La longueur moyenne par réseau (longueur totale divisée par le nombre de réseaux) stagne, atteignant cette année 7,27 km par réseau (cf. Figure ci-dessus). Cela s'explique notamment par le recensement progressif des réseaux de petite puissance dans l'enquête depuis 2016. Pour les réseaux <3,5MW la longueur moyenne est de 0,94 km et de 9,8 km pour les réseaux >3,5MW.

2.5.3. Sous-stations

Une sous-station (ou point de livraison) est un équipement technique qui relie le réseau de chaleur à son client. Une sous-station peut desservir un ou plusieurs bâtiments. Le circuit de chauffage du bâtiment est isolé du réseau de chaleur par l'intermédiaire d'un ou plusieurs « échangeurs thermiques » qui transfèrent la chaleur du réseau vers le circuit de chauffage. L'eau chaude circule dans les radiateurs ou les planchers chauffants et alimente en chauffage le logement, le bureau ou le bâtiment public.

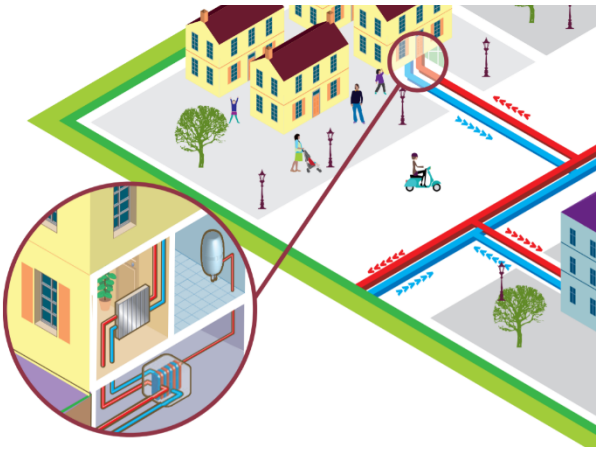


Figure 31 : Représentation d'une sous-station (source : Via Sèva)

Pour une meilleure compréhension, le nombre de « sous-stations » sera considéré dans ce rapport comme le nombre de « bâtiments raccordés ».

Le nombre de sous-stations est un bon indicateur du développement des réseaux, atteignant cette année le nombre de 44 945. Il croît de façon continue depuis 2007, avec une hausse plus marquée au cours des trois dernières années, en lien avec le travail de mise à jour de la base de sondage de l'enquête et l'augmentation du nombre de réseaux enquêtés (cf. Figure ci-dessous).

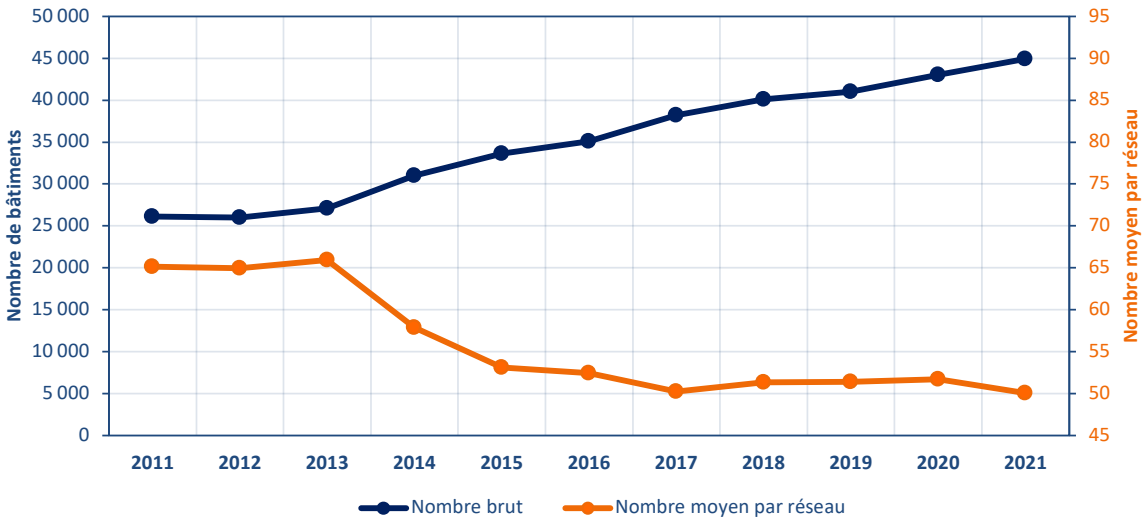


Figure 32 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés (sous-stations) aux réseaux[31]

Dans la même logique que l'évolution des longueurs de réseau, en lien avec la prise en compte d'un plus grand nombre de petits réseaux, le nombre moyen de sous-stations par réseau demeure à peu près constant atteignant cette année la valeur de 50 sous-stations par réseau. Les réseaux de moins de 3,5 MW représentent 7 % des sous-stations raccordées, soit 3 335 points de livraison.

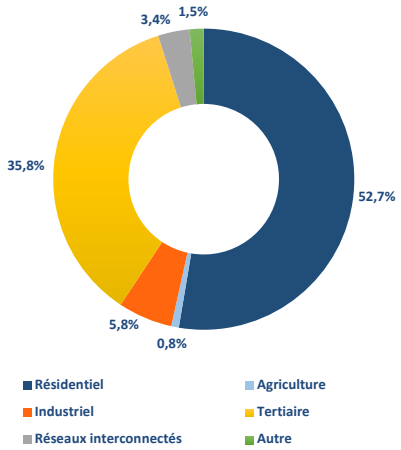
[31] Les nombres de sous-stations correspondant aux années 2013, 2014 et 2015 ont été modifiés de manière rétroactive en raison d'anomalies identifiées dans la déclaration. Cette correction a conduit à revoir à la baisse les nombres de sous-stations pour les années concernées (correction de – 2668 sous-stations).

2.6. Livraisons de chaleur et suivi des objectifs

2.6.1. Livraisons de chaleur

Les livraisons de chaleur représentent la chaleur qui est fournie aux utilisateurs finaux. La chaleur livrée par les réseaux peut alimenter différents secteurs :

- Résidentiel ;
- Agriculture ;
- Industrie ;
- Tertiaire ;
- Réseaux interconnectés.



29 762 GWh de chaleur nette ont été livrés aux utilisateurs finaux par les réseaux de chaleur en 2021, alimentant à 89 % des bâtiments résidentiels et tertiaires (cf. Figure ci-contre).

Les autres secteurs (industrie, agriculture, réseaux interconnectés, autre) se répartissent les 11% restants.

Après avoir diminué de 0,8% en 2020 par rapport à 2019, en raison de l'hiver doux, les livraisons de chaleurs nettes augmentent de 17% en 2021.

Les 255 petits réseaux (≤ 3,5 MW) représentent seulement 1% de ces livraisons.

Figure 33 : Ventilation des livraisons de chaleur

2.6.2. Suivi des objectifs de livraisons vertes

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) de 2015, définit des objectifs ambitieux pour le développement des énergies renouvelables et de récupération. L'un de ces objectifs concerne spécifiquement les réseaux de chaleur et de froid : il s'agit de « multiplier par cinq la quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrée par les réseaux de chaleur et de froid à l'horizon 2030 » par rapport à l'année de référence 2012.

La quantité de chaleur renouvelable et de récupération livrée par les réseaux de chaleur en 2012 était de 7,9 TWh (0,68 Mtep). Ainsi, la multiplication par cinq conduit à un objectif de 39,5 TWh (3,4 Mtep) à l'horizon 2030.

La programmation pluriannuelle de l'énergie de 2020 a fixé des objectifs de chaleur renouvelable et de récupération livrée par les réseaux de 24,4 TWh en 2023 et entre 31 et 36 TWh en 2028. Elle prévoit également l'atteinte d'un taux moyen de 60% d'EnR&R en 2023 et de 65% en 2030, ce qui correspond aux objectifs de livraisons totales de 41 TWh en 2023, de 49 à 57 TWh en 2028, et de 61 TWh en 2030.

Le développement des énergies renouvelables et de récupération se poursuit, passant de + 0,8 TWh -en 2017, à + 0,4 TWh -en 2018, + 0,9 TWh -en 2019, +0,3 TWh en 2020 et +2,5 TWh en 2021. Ce rythme moyen d'augmentation des livraisons réelles entre 2015 et 2021 est de 1 TWh/an. Sur la base des livraisons réelles, ce rythme conduirait à une production réelle de l'ordre de 18 TWh, en regard de l'objectif de 24,4 TWh à l'horizon 2023. Toutefois, en prenant en compte l'impact des conditions climatiques, ce rythme peut être estimé à 1,1 TWh par an. La réévaluation des valeurs 2021 combinée à ce rythme situerait les livraisons de chaleur renouvelable à environ 19,2 TWh, encore significativement en retrait par rapport à l'objectif de 24,4 TWh.

De manière synthétique, le graphique ci-dessous montre l'évolution des livraisons au regard des objectifs de la PPE et de la LTECV qui seront difficiles à respecter en l'état. L'objectif est donc de passer de 7,8% en 2012 à 20,3% en 2023, puis à plus de 25,8% en 2028 la part de chaleur renouvelable et de récupération qui est issue des réseaux de chaleur dans le mix français.

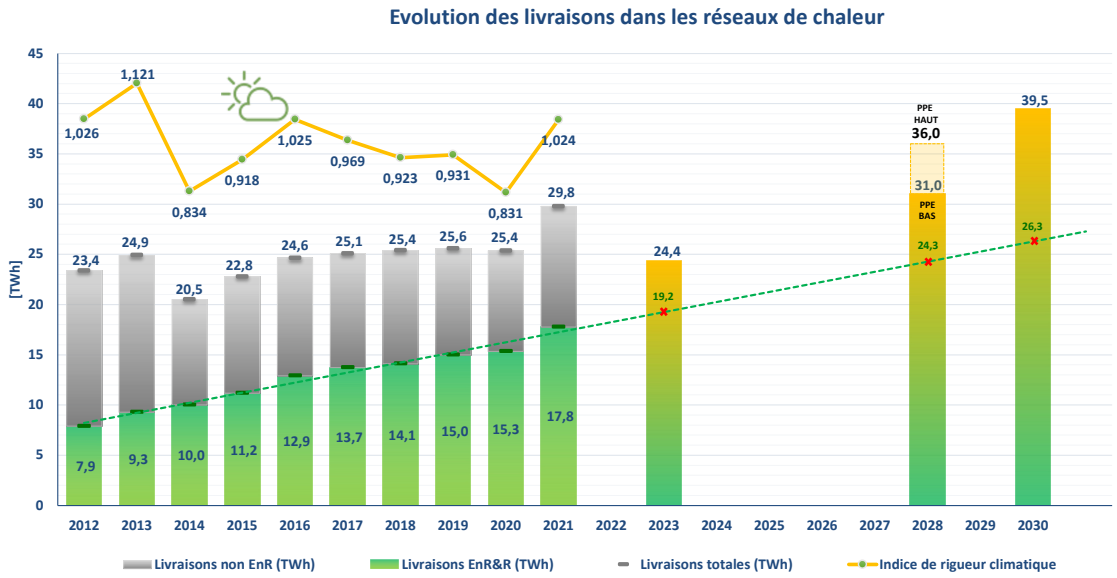


Figure 34 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R

Les livraisons nettes de chaleur EnR&R ont augmenté de 2,5 TWh entre 2020 et 2021. Toutefois, cette augmentation est à relativiser avec une année 2020 très douce et une année 2021 très froid. Corrigée des climatiques, l'augmentation n'est plus que de 0,1 TWh. Pour respecter l'objectif de la LTECV, il est nécessaire d'accélérer le rythme actuel de développement des EnR&R pour atteindre à minima + 2,4 TWh par an indépendamment de la rigueur climatique.

La FEDENE a souhaité montrer l'impact de l'indice climatique sur les livraisons annuelles de chaleur. Pour ce faire, les livraisons de chaleur ont été recalculées sur la base d'une rigueur climatique constante et égale à 1. Cette correction est appliquée sur 70% des livraisons de chaleur étant donné que 30% de ces livraisons de chaleur, répondant aux besoins de consommations d'eau chaude sanitaire des abonnés, ne varient pas en fonction de la rigueur climatique.

Les livraisons de chaleur corrigées climatiquement sont ainsi projetées jusqu'en 2030 pour comparer cette évolution aux objectifs de la LTECV et de la PPE, eux-mêmes calculés par le quintuplement des livraisons EnR&R de l'année 2012 et sur la base d'une rigueur de 1.

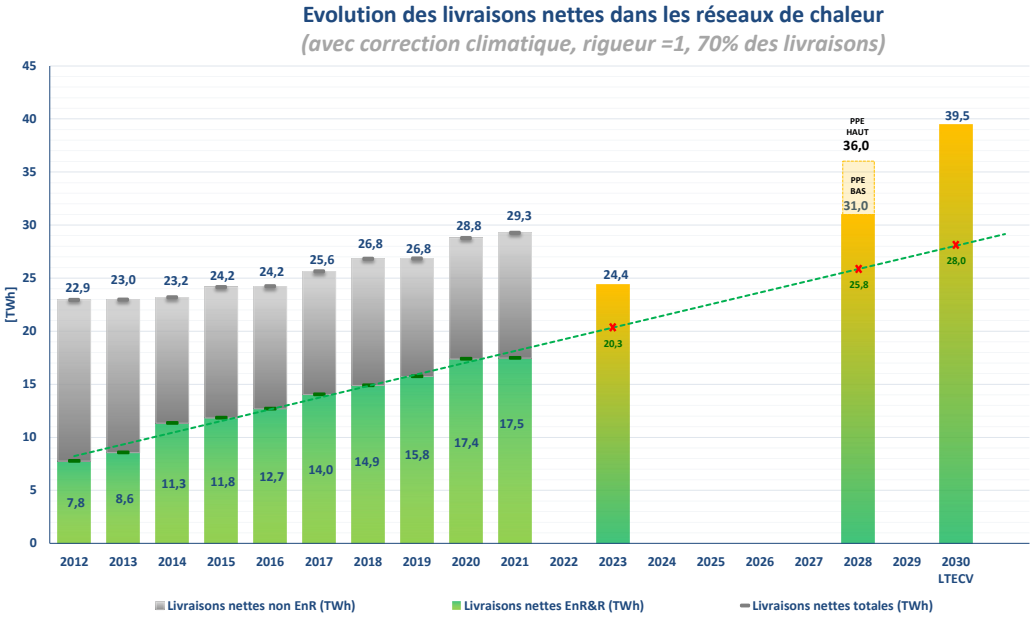


Figure 35 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R corrigées du facteur climatique

2.6.3. Réseaux récents

D'après l'enquête, on observe un rythme de créations de réseaux de chaleur insuffisant :

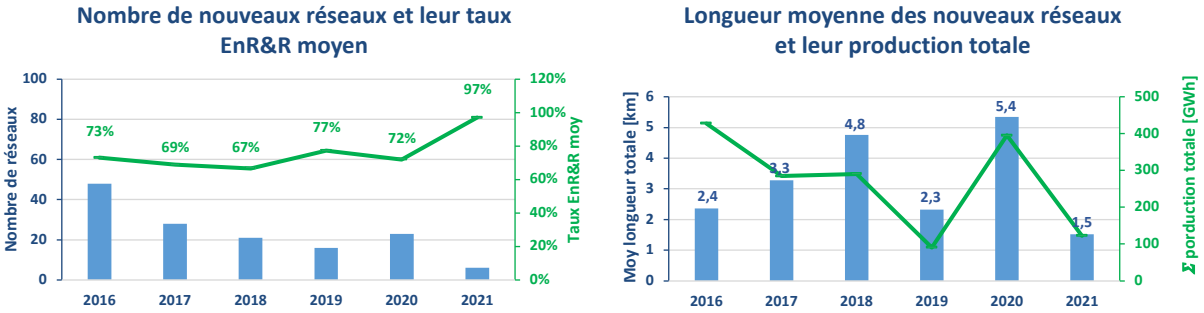


Figure 36 : Caractéristiques principales des réseaux créés depuis 2015

Les livraisons de chaleur des réseaux lancés à partir de 2012 représentent 19% des livraisons totales des réseaux de chaleur et 12% des livraisons vertes (>50 % EnR&R).

Depuis 2012, les livraisons vertes ont progressé de 7,9 à 22,2 TWh en 2021. La part des nouveaux réseaux représente 2,7 TWh de ces livraisons vertes avec un taux d'EnR&R moyen de 80%.

L'accélération des lancements de nouveaux réseaux est plus que nécessaire pour respecter les objectifs 2028 de la PPE (31,0 – 36,0 TWh).

La densification verte et la création de nouveaux réseaux de chaleur sont deux actions à mener conjointement pour atteindre les objectifs de développement des énergies renouvelables et de récupération fixée par la PPE et la LTECV.

Des mesures incitatives additionnelles et pérennes devraient être envisagées pour permettre une reprise du déploiement des nouveaux réseaux vertueux.

2.7. Bilan énergétique

Le bilan énergétique des réseaux de chaleur (cf. Figure ci-dessous) met en avant les rendements de production et de distribution des réseaux. Les données collectées permettent de calculer séparément les rendements de productions EnR&R et non EnR&R. On observe un meilleur rendement sur les productions d'EnR&R, avec 93,8%. Le rendement moyen de production des réseaux de chaleur est de 93,1%.

Les données ne permettent de différencier les rendements de distributions, rendement qui est en moyenne de 83,8% pour l'ensemble des réseaux.

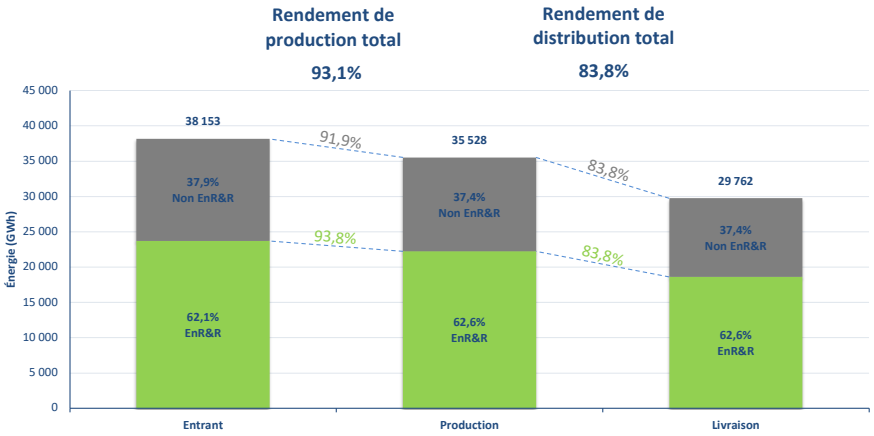


Figure 37 : Bilan énergétique des réseaux de chaleur en 2021

2.8. Évolution des performances

Dans cette partie, nous introduisons trois notions qui permettent d'observer l'évolution des performances des réseaux de chaleur sur le plan national et régional :

- **L'état de densification** (nombre de sous-stations raccordées par kilomètre de réseau) représente le ratio entre le nombre de bâtiments raccordés et le nombre de kilomètres de réseau desservis. Pour rappel, le nombre de « bâtiments raccordés » a été assimilé de manière simplifiée comme le nombre de sous-stations raccordées aux réseaux de chaleur ;
- **L'intensité vertueuse** (en GWh vert livré par kilomètre de réseau) représente le ratio entre la quantité d'EnR&R corrigée de la rigueur climatique et le nombre de kilomètres de réseaux desservis ;
- **La densité énergétique** (en GWh livré par bâtiment raccordé) représente le ratio entre les livraisons nettes totales corrigées de la rigueur climatique et le nombre de bâtiments raccordés.

Ces critères ont été comparés sur la période de 2012 (année de référence pour les objectifs de la LTECV) à 2021 (année de la présente étude).

2.8.1. L'état de densification

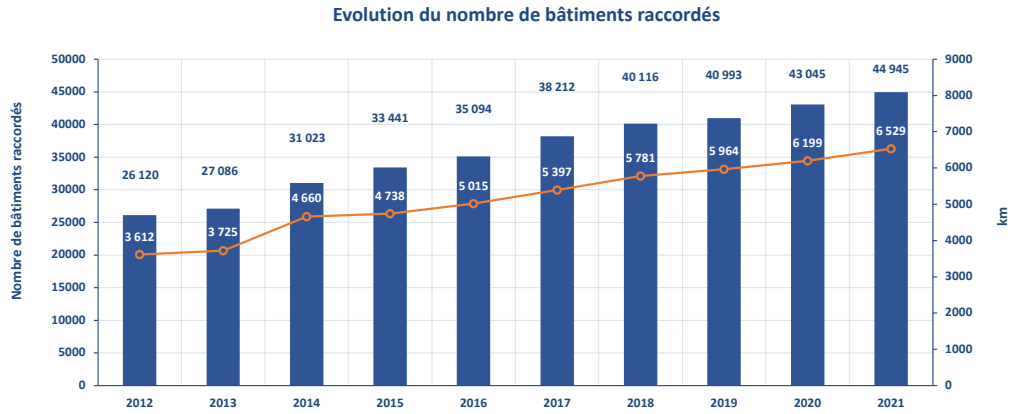


Figure 38 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés en fonction des longueurs desservies

Concernant l'indicateur « état de densification », les réseaux de chaleur en France se sont légèrement dédensifiés de 1% cette année, partant d'une moyenne de 7,2 bâtiments raccordés par kilomètre en 2012, pour arriver à 6,88 en 2021.

Le nombre de bâtiments raccordés et l'extension des réseaux restent croissants. Trois phénomènes peuvent être portés à l'attention du lecteur concernant la croissance des linéaires totaux. D'abord, comme évoqué supra, les réseaux de chaleur ont la capacité de valoriser des gisements de chaleur EnR&R locaux peu exploitables autrement. Certaines sources vertueuses (UVE, chaleur industrielle, etc.) relativement éloignées des abonnés ont été connectées, entrainant des linéaires de canalisations avec peu de bâtiments raccordés lors des mises en service de ces tronçons. Puis, la mise ne service de canalisations neuves peuvent être fructifiées à moyen terme via le raccordement de bâtiments situés à proximité. Enfin, le développement de certains réseaux dans des zones urbaines moins denses peut également limiter le nombre de raccordements par rapport au linéaire de canalisation déployé.

2.8.2. L'intensité vertueuse

La courbe ci-dessous permet de représenter l'évolution des livraisons nettes totales et vertes entre 2012 et 2021.

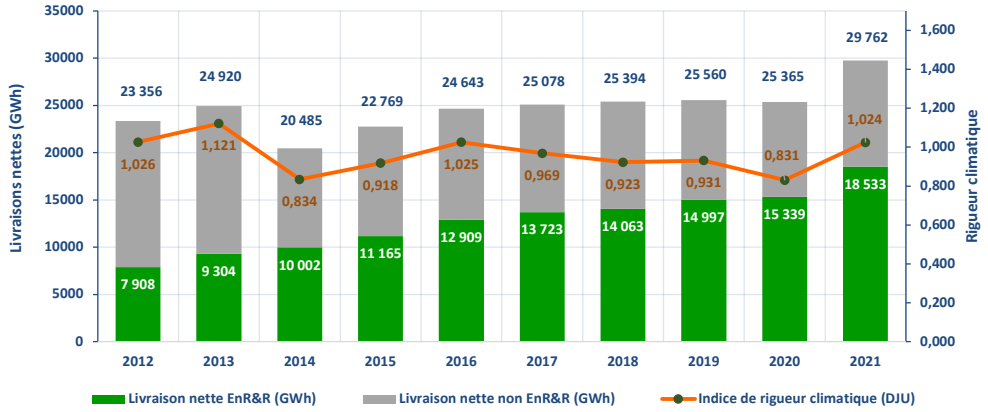


Figure 39 : Évolution des livraisons aux utilisateurs entre 2012 et 2021

Concernant l'indicateur d'intensité vertueuse, les réseaux de chaleur en France ont amélioré leur capacité à livrer des EnR&R de 30%, partant d'une moyenne de 2,19 GWh d'EnR&R par kilomètre en 2012, pour atteindre 2,84 GWh en 2021.

Figure 40 : Évolution de l'intensité vertueuse des réseaux de chaleur entre 2012 et 2021

Cette évolution peut être analysée comme étant la traduction de la mise en place du Fonds chaleur (aide à l'investissement) qui a permis de verdir les réseaux de chaleur, principalement grâce à la biomasse et au raccordement d'UVE.

2.8.3. La densité énergétique

Concernant l'indicateur de densité énergétique, le graphique ci-dessous précise son évolution en parallèle de celle du nombre de bâtiments raccordés. Ainsi, pour le parc de bâtiments raccordés aux réseaux de chaleur en France, une diminution de la consommation énergétique persiste partant d'une moyenne de 880 MWh par bâtiment raccordé en 2012 pour arriver à 651 MWh par bâtiment raccordé en 2021. L'amélioration de l'efficacité énergétique est de 26% depuis 2012 soit de 9%/an en moyenne.

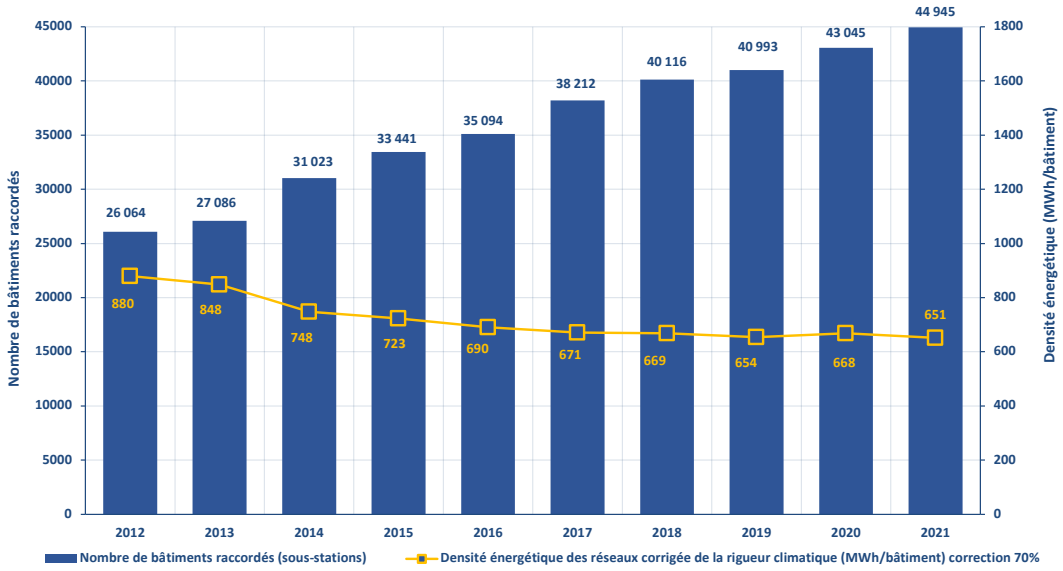


Figure 41 : Évolution de la densité énergétique et des bâtiments raccordés entre 2012 et 2021

Cette évolution illustre le fait que les opérateurs de réseaux de chaleur accompagnent leurs clients dans la réalisation effective d'économie d'énergie. Ainsi, le parc des bâtiments raccordés aux réseaux de chaleur consomme de moins en moins d'énergie pour répondre aux besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

Les réseaux de chaleur alimentent donc un parc de bâtiments dont les améliorations d'efficacité énergétique sont très significatives, en ligne avec les objectifs nationaux de sobriété / efficacité énergétique.

Parallèlement, leur usage d'un taux grandissant d'énergies renouvelables et de récupération, font des réseaux de chaleur et des bâtiments qui y sont raccordés, des systèmes énergétiques exemplaires de la transition énergétique.

Sur la période 2012-2021, les caractéristiques des réseaux de chaleur ont évolué significativement :

- **Une moindre densité de l'ordre de 3 % (état de densification) ;**
- **Une augmentation de leurs livraisons d'EnR&R par km de réseau desservi de 30 % (intensité vertueuse) ;**
- **Une amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments raccordés de 26 % (efficacité énergétique).**

2.9. Profil des réseaux vertueux (réseaux dont le taux EnR&R est > 50%)

2.9.1. Les sources d'énergie des réseaux vertueux

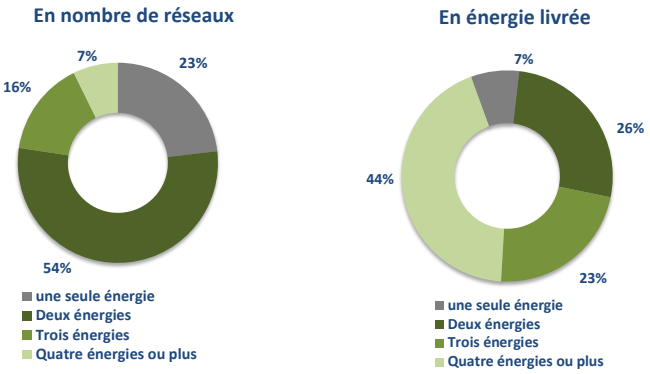


Figure 42 : Sources d'énergies utilisées par les réseaux vertueux (en % du nombre de réseaux et en énergie livrée)

En 2021, 77 % des réseaux vertueux, représentant 93% des livraisons vertueuses, ont fonctionné avec au moins deux sources d'énergie (cf. Figure ci-dessus). Le plus souvent il s'agit d'une ou plusieurs sources principales, utilisées en continu, et d'une source d'appoint, mobilisée lorsque la demande en chaleur est plus importante.

2.9.2. Le bouquet énergétique des réseaux vertueux

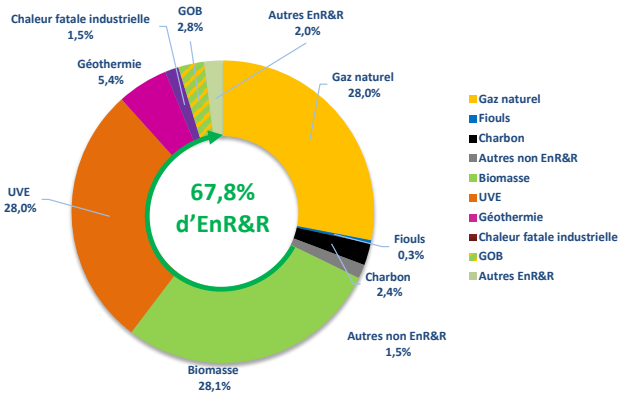


Figure 43 : Bouquet énergétique des réseaux vertueux

Les réseaux de chaleur vertueux disposent d'un bouquet énergétique suivant :

- 28% issues d'unités de valorisation énergétique (UVE) des déchets ménagers ;
- Des énergies renouvelables : 28,1% de biomasse, 5,4% de géothermie ;
- Des énergies de récupération : 1,5% issue de la chaleur fatale industrielle ;

Au total, les réseaux de chaleur vertueux ont utilisé 67,8% d'énergie entrante d'origine EnR&R et dont la première source utilisée est la biomasse.

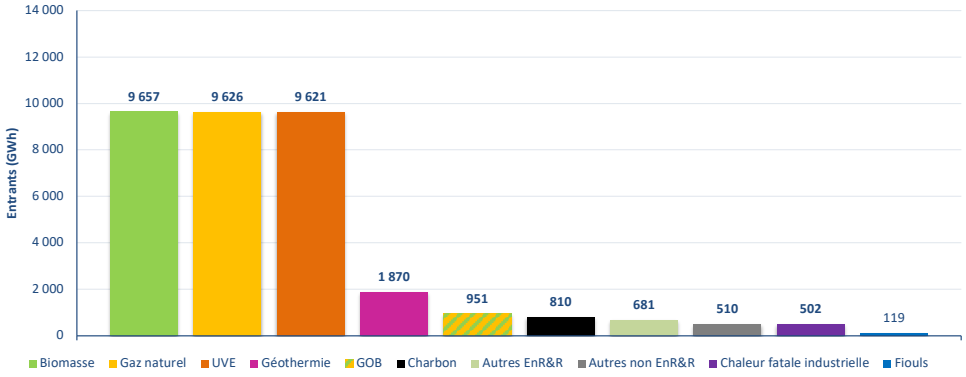


Figure 44 : Entrants des dix principales sources d'énergie pour les réseaux vertueux

La chaleur issue des unités de valorisation énergétique des déchets (UVE) et de la biomasse sont les sources d'énergie majoritaires utilisées par les réseaux vertueux. Parallèlement les énergies les plus carbonées, que sont le charbon et le fioul, ont vocation à sortir du mix énergétique des réseaux d'ici 2030.

2.9.3. Contenus en CO_2 des réseaux vertueux

Pour comparaison, le contenu CO_2 moyen en émissions directes des réseaux vertueux s'établit à **85 g/kWh** contre **94 g/kWh** pour la moyenne de l'ensemble des réseaux.

Le contenu CO_2 moyen en émissions ACV des réseaux vertueux s'établit à **117 g/kWh** contre **125 g/kWh** pour la moyenne de l'ensemble des réseaux.

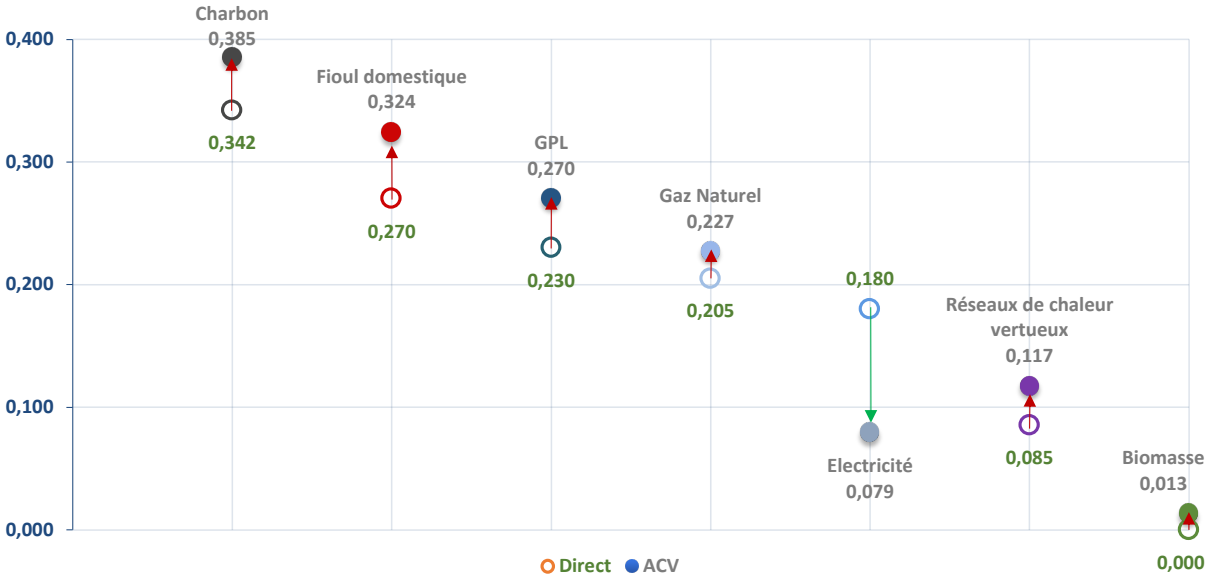


Figure 45 : Comparaisons des contenus carbone des énergies selon les méthodologies RT2012 et RE2020

Avec un contenu moyen en CO_2 en émissions directes de 85 g/kWh, les réseaux de chaleur vertueux en France sont moins émissifs de :

- **9 % par rapport à la moyenne des réseaux de chaleur (94 g/kWh) ;**
- **58% par rapport au gaz naturel (205 g/kWh) ;**
- **68% par rapport au fioul domestique (270 g/kWh).**

Avec un contenu moyen en CO_2 en émissions ACV de 117 g/kWh, les réseaux de chaleur vertueux en France sont moins émissifs de :

- **6% par rapport à la moyenne des réseaux de chaleur (125 g/kWh) ;**
- **48% par rapport au gaz naturel (227 g/kWh) ;**
- **64% par rapport au fioul domestique (324 g/kWh).**

2.10. Profil des boucles d'eau tempérée

En 2021, 7 boucles d'eau tempérée sont recensées dans l'enquête, dont 6 d'entre elles assurant une livraison de chaleur et de froid en simultané (livraisons chaleur = 9 923 MWh ; livraisons froid = 1 488 MWh).

9 923 MWh de chaleur nette ont été livrés aux utilisateurs finaux par les boucles d'eau tempérée en 2021, alimentant à 76,6 % des bâtiments résidentiels et à 23,4% des bâtiments tertiaires.

Les boucles d'eau tempérée disposent d'un bouquet énergétique composé à plus de **68,3% EnR&R**. La part EnR&R de pompes à chaleur (PAC) est la première énergie utilisée par les boucles d'eau tempérée.

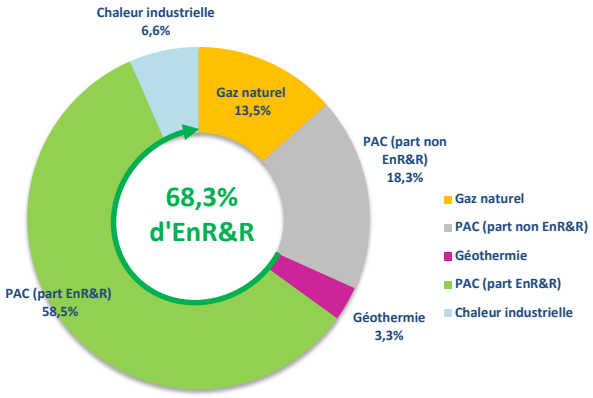


Figure 46 : Bouquet énergétique des boucles d'eau tempérées (en énergie entrante)

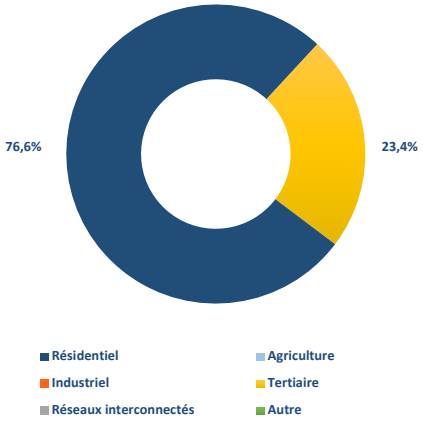


Figure 47 : Ventilation des livraisons de chaleur des boucles d'eau tempérée

Indicateurs moyens des BET assurant les livraisons de chaleur	Indicateurs moyens des BET assurant les livraisons de froid
Contenu CO_2 = 100 g/kWh **Contenu CO_2 ACV = 79 g/kWh** **Taux EnR&R = 70 %**	**Contenu CO_2 = 47 g/kWh** **Contenu CO_2 ACV = 78 g/kWh**

2.11. Impact du verdissement sur le raccordement

Sont considérés comme vertueux les réseaux livrant une chaleur produite à partir d'au moins 50% d'EnR&R. Ces derniers représentent l'immense majorité des réseaux recensés (83%) et des livraisons de chaleur (87%).

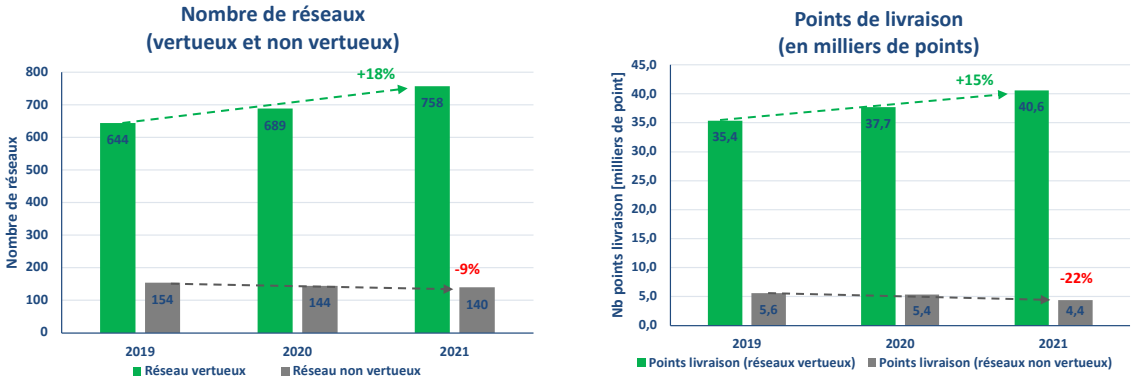


Figure 48 : Dynamique en nombre de réseaux et en points de livraison des réseaux vertueux versus non vertueux

Ces dernières années, les réseaux de chaleur vertueux se sont montrés plus dynamiques que les autres réseaux de chaleur.

Le nombre de réseaux de chaleur vertueux a crû (+18% depuis 2019), contrairement aux autres réseaux (-9% sur la même période). Ceci s'explique par le verdissement de réseaux et la création de nouveaux réseaux dont les mix sont composés à plus de 50% d'EnR&R.

Ce constat s'applique également à l'évolution du nombre de points de livraisons puisqu'on observe sur la même période une nette progression des réseaux vertueux (+15%) contre une baisse pour les autres réseaux (-22%).

Pour analyser le comportement des réseaux qui ont entrepris ou non une démarche de verdissement depuis 2012, les évolutions des bâtiments raccordés et des livraisons nettes totales ont été comparées sur trois typologies de réseaux :

- Réseaux vertueux (> 50% d'EnR&R) sur la période 2012-2021 ;
- Réseaux devenus vertueux au cours de la période 2012-2021 ;
- Réseaux à dominante non EnR&R (< 50% d'EnR&R) sur la période 2012-2021 ;

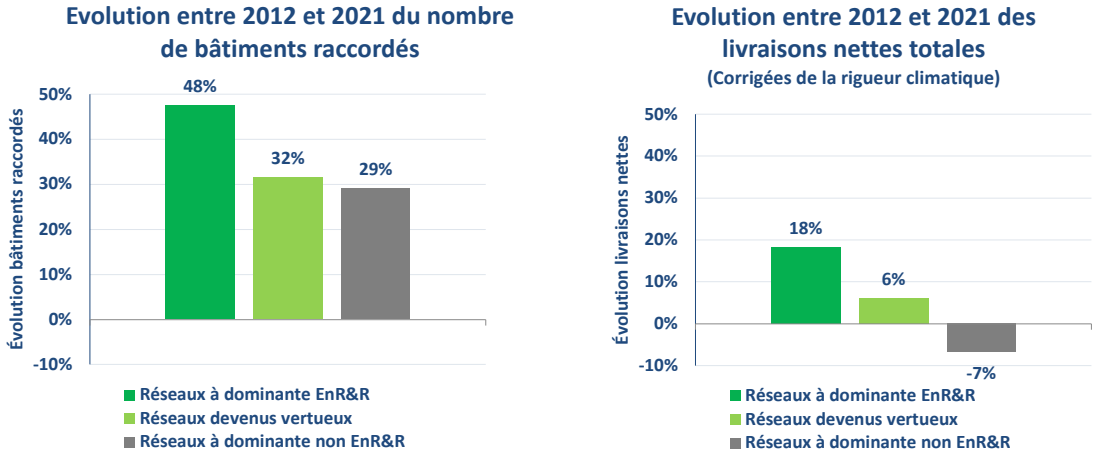


Figure 49 : Évolution entre 2012 et 2021 des bâtiments raccordés et des livraisons nettes corrigées

Les réseaux de chaleur ayant fait l'effort de verdissement nécessaire pour conserver ou atteindre le statut de réseau vertueux, ont connu une croissance dynamique sur la période observée. A contrario, les réseaux pour lesquels le taux d'EnR&R est resté inférieur à 50% sur cette période, ont une croissance en nombre de points de livraison moins importants et ont connu une décroissance de leurs livraisons de chaleur.

2.12. Mix énergétique et taille des réseaux

Les réseaux de chaleur ont la capacité – unique – de valoriser l'ensemble des EnR&R disponibles sur un territoire pour répondre au mieux à des besoins de chaleur locaux. Ce paragraphe met en évidence cette variation en fonction des quantités de chaleur livrées. Seront considérés comme de grands réseaux, ceux livrant plus de 20 GWh de chaleur par an alors que les réseaux moyens et petits en livrent moins.

La figure ci-dessous montre le mix énergétique des 278 grands des réseaux (31%). Ils représentent 90% des livraisons avec un taux d'EnR&R moyen de 62,8%.

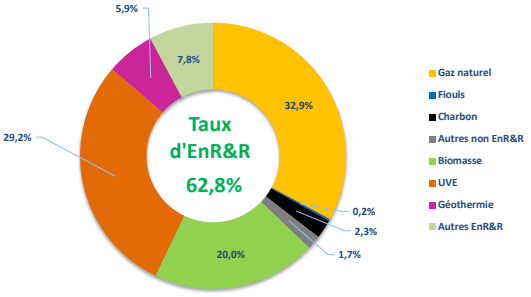


Figure 50 : Mix énergétique des réseaux livrant plus de 20 GWh

Considérant leur poids dans les livraisons totales, il n'est pas étonnant d'observer une forte similitude entre leur mix énergétique et le mix énergétique moyen des réseaux de chaleur. Nous remarquons néanmoins une part d'UVE (29,2%) beaucoup plus importante que dans le mix moyen (27%). A l'inverse, ces réseaux produisent moins de chaleur à partir de biomasse (20,0% contre 24% en moyenne).

Ces réseaux desservent des métropoles très denses dans lesquelles il est fort compliqué de construire de nouvelles chaufferies biomasse. La logistique pour approvisionner ces chaufferies est également plus compliquée. Une seconde explication est le poids des plus grands réseaux de chaleur de France qui valorisent la chaleur fatale abondante, décarbonée et bon marché des UVE situés à proximité.

La figure ci-dessous montre le mix énergétique des réseaux petits et moyens. Cette catégorie concentre 620 réseaux (69%) qui livrent 10% de la chaleur. Leur taux EnR&R moyen de 60,5% est légèrement inférieur à la moyenne.

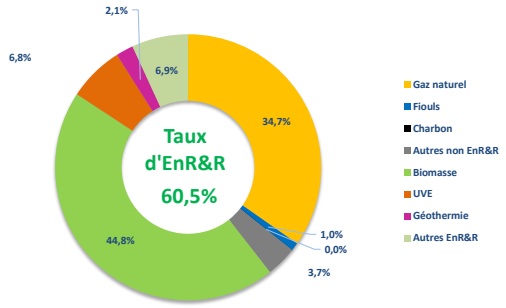


Figure 51 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 20 GWh

La biomasse est leur première source d'énergie (44,8%) devant le gaz naturel (34 ,7%) et la chaleur issue d'UVE (6,8%).

Ces réseaux sont déployés dans des villes moyennes ou petites qui sont proches des gisements forestiers. La moindre densité de population facilite également la logistique pour approvisionner les chaufferies en biomasse.

La production de chaleur à partir de gaz naturel est légèrement supérieure à la moyenne (+0,2%). Deux explications :

- Le gaz naturel vient en secours de la biomasse.
- 62 réseaux 100% gaz naturel livrent 19% de la chaleur de cette catégorie. Il s'agit de réseaux de grandes copropriétés privées, HLM, ZAC.

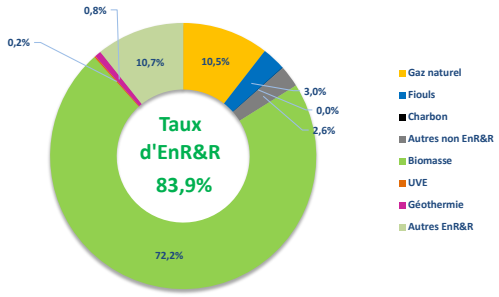


Figure 52 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 3,5 GWh

Dans les réseaux de chaleur livrant moins de 20 GWh par an sont inclus les petits réseaux, livrant moins de 3,5 GWh. 114 réseaux, généralement ruraux, représentent 1,3% des livraisons nationales. Leur mix énergétique les distingue des autres réseaux : 83,9%.

Avec une part biomasse de 72,2%, ces petits réseaux donnent un excellent exemple aux justifications décrites dans les paragraphes précédents. Les petits réseaux sont d'excellents outils pour valoriser les ressources locales de bois et offrir une chaleur décarbonée dans tous les territoires.

CHIFFRES CLÉS DES RÉSEAUX DE CHALEUR DANS LES RÉGIONS

3.1. Politique énergétique territoriale française

Les régions sont le nouveau fer de lance de la politique énergétique française et de fait les réseaux de chaleur s'inscrivent pleinement dans cette déclinaison.

– Réforme territoriale : les régions chef de file de la politique énergétique locale

Les lois récentes, loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (maptam) du 27 janvier 2014, loi de nouvelle organisation territoriale de la république (notre) du 7 août 2015 et la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (tecv) du 17 août 2015, ont confirmé les régions dans leur mission de chef de file en matière d'énergie-climat.

- **SRADDET** : la loi notre a instauré un document de planification transversal, le sraddet (schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires), qui intègre notamment les questions liées à l'habitat, la maîtrise de l'énergie et le développement des énergies renouvelables et de récupération, la lutte contre le changement climatique, la pollution de l'air et la prévention et de gestion des déchets. Ce schéma, adopté par chaque région en 2019, présente la nouveauté d'être prescripteur du fait que plusieurs documents futurs devront s'y conformer (srb, prpgd, cf. ci-dessous.

Le sraddet intégrera également les srcae (schéma régional climat – air – énergie).

- **SRB et PRPGD**

- SRB : le schéma régional biomasse doit prendre en compte la stratégie nationale de mobilisation de la biomasse, publiée en 2018 et présenter les gisements de biomasse actuellement mobilisés, la déclinaison des besoins et les gisements mobilisables à usage énergétique. Ce schéma indique, notamment, des objectifs chiffrés sur l'intégration du bois-énergie dans l'alimentation des réseaux de chaleur futurs ou existants.

- PRPGD : le plan régional et de prévention et de gestion des déchets est un outil de planification global de la prévention et de la gestion de l'ensemble des déchets produits sur le territoire, qu'ils soient ménagers ou issus des activités économiques. Il a pour rôle de mettre en place les conditions d'atteinte des objectifs nationaux de réduction des déchets d'amélioration des taux de tri et de valorisation des déchets. Ce plan met ainsi en avant des objectifs chiffrés sur les UVE (Unité de valorisation énergétique) et leur raccordement à des réseaux de chaleur.

– Le rôle des métropoles et des intercommunalités : sous le regard des Régions et de leur SRADDET, les intercommunalités ont également un rôle à jouer pour mettre en application, à une échelle plus fine, les objectifs souhaités par la loi de Transition énergétique.

Ainsi, la loi TECV permet désormais aux communes de disposer de la compétence « création, aménagement, entretien et gestion de réseaux de chaleur ou froid urbains ». Cette compétence suppose l'élaboration obligatoire d'un schéma directeur de réseaux de chaleur ou de froid pour les collectivités chargées de ce service.

Les Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) de plus de 20 000 habitants se voient quant à eux, à travers la loi TECV, dans l'obligation de rédiger un « Plan Climat-Air Énergie Territorial » (PCAET) mettant en avant les plans d'action relatifs à la qualité de l'air et du climat ainsi que dans le domaine de l'énergie.

Enfin, les EPCI disposent de la compétence « production d'énergie renouvelable », leur offrant la possibilité d'aménager, exploiter, faire aménager et faire exploiter toute nouvelle installation utilisant des énergies renouvelables, de valorisation énergétique des déchets ménagers ou assimilés, de cogénération ou de récupération d'énergie provenant d'installations visant l'alimentation d'un réseau de chaleur.

3.2. Déclinaison régionale des chiffres

Les réseaux valorisent les EnR&R du territoire. Ainsi, le mix énergétique et le dynamisme de développement des réseaux de chaleur varient selon les régions. L'Île-de-France (118 réseaux dont 62 classés, 12 650 GWh livrés), Auvergne-Rhône-Alpes (189 réseaux dont 148 classés, 3 849 GWh livrés), Grand Est (130 réseaux dont 84 classés, 3 209 GWh livrés) sont les régions dont les territoires sont le plus desservis par des réseaux de chaleur. Ils concentrent à eux trois 66% des livraisons de chaleur et pratiquement la moitié des réseaux classés de France.

Les données ci-dessous précisent les chiffres clés par région :

Régions	Nombre de réseaux	Longueur de réseau (km)	Nombre de bâtiments raccordés (sous-stations)	Livraisons de chaleur (GWh) 2021	Taux d'EnR&R (% Entrants)		Contenu en CO_2 ACV (kg/kWh)	
	2021	2021	2021	2021	2021	Versus 2020	2021	Versus 2020
Auvergne-Rhône-Alpes	191 (+15)	989 (+6%)	7 089 (+6%)	3 852 (+26%)	69,9%	3,6%	0,103	0,116
Bourgogne-Franche-Comté	73 (+0)	420 (+4%)	2 810 (+4%)	1 369 (+21%)	68,7%	3,9%	0,096	0,110
Bretagne	34 (+5)	191 (+11%)	1 099 (+7%)	805 (+23%)	74,7%	-3,6%	0,084	0,070
Centre-Val-de-Loire	36 (+1)	225 (+5%)	1 317 (+1%)	920 (+8%)	74,5%	-1,7%	0,086	0,081
Grand-Est	130 (+17)	781 (+3%)	4 919 (+12%)	3 209 (+17%)	67,6%	2,8%	0,110	0,113
Hauts-de-France	49 (+1)	495 (+7%)	2 742 (+6%)	1 805 (+21%)	54,4%	11,6%	0,140	0,184
Île-de-France	118 (+3)	2 025 (+5%)	15 123 (+1%)	12 650 (+15%)	53,6%	-0,2%	0,159	0,155
Normandie	51 (+3)	349 (+7%)	2 258 (+21%)	1 705 (+14%)	75,1%	8,2%	0,081	0,092
Nouvelle-Aquitaine	78 (+3)	309 (+1%)	2 425 (+1%)	957 (+12%)	73,1%	-0,8%	0,092	0,088
Occitanie	63 (+3)	279 (+8%)	2 849 (+5%)	827 (+14%)	80,9%	0,9%	0,063	0,066
Pays-de-la-Loire	34 (+6)	325 (+4%)	1 574 (+8%)	1 106 (+24%)	76,9%	1,8%	0,074	0,077
Provence-Alpes-Côte-D'azur et Corse	41 (+8)	141 (+19%)	740 (+4%)	557 (+32%)	65,4%	4,9%	0,101	0,123
GLOBAL France	**898 (+65)**	**6 529 (+5%)**	**44 945 (+4%)**	**29 762 (+17%)**	**62,6%**	**2,1%**	**0,094**	**0,129**

Figure 53 : Caractéristiques principales par région

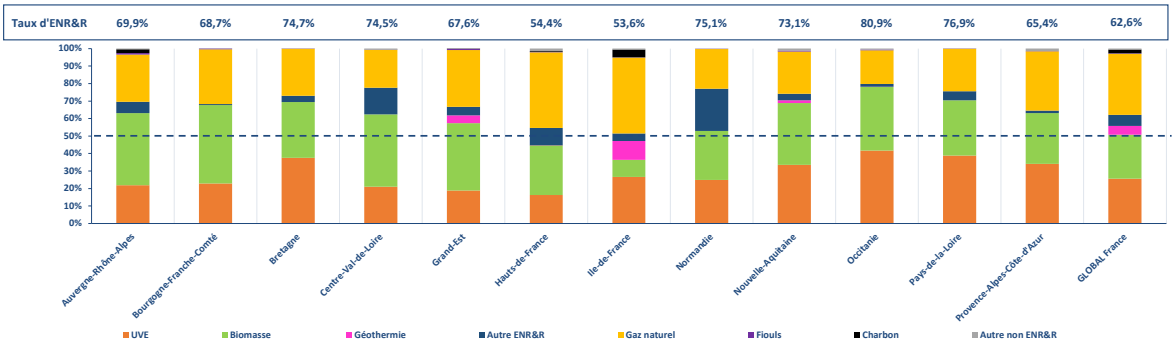


Figure 54 : Bouquet énergétique entrant des réseaux de chaleur par région

La diversité des mix énergétiques en région s'explique tant par la nature spécifique de chaque réseau que par les sources de chaleur renouvelable et de récupération disponibles sur les territoires.

3.3. Cartes des régions

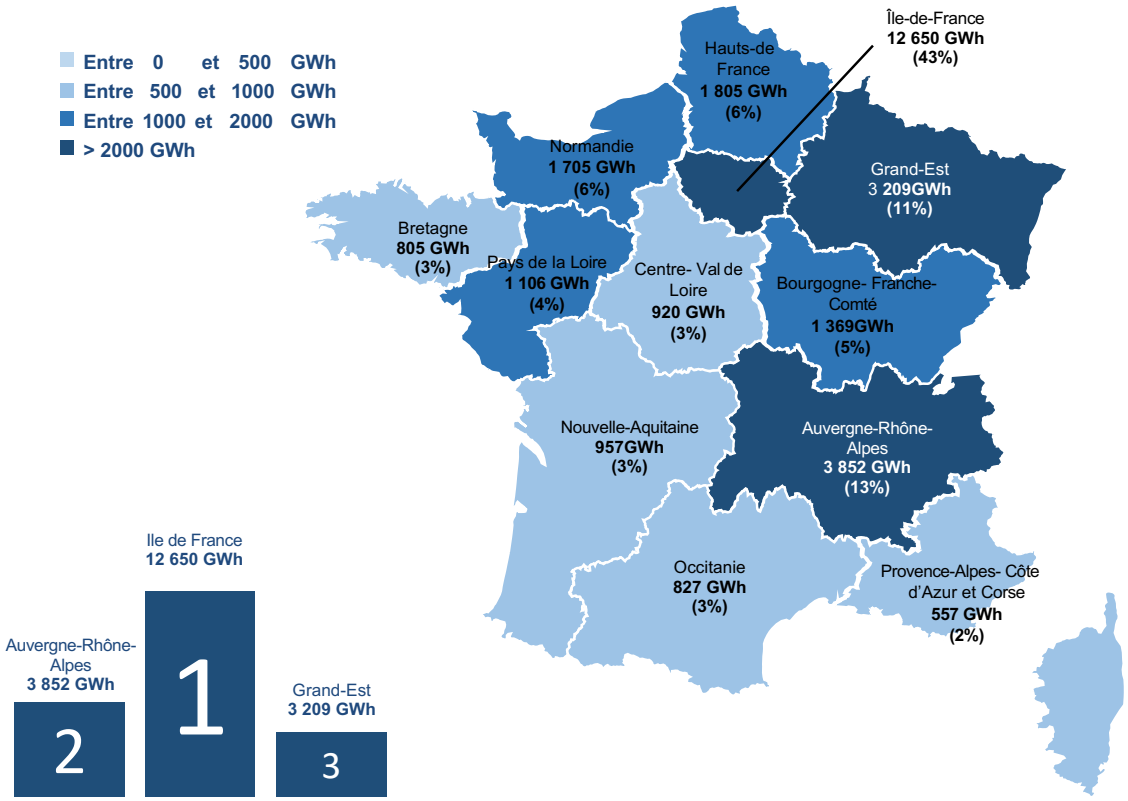


Figure 55 : Répartition régionale de la livraison annuelle de chaleur des réseaux

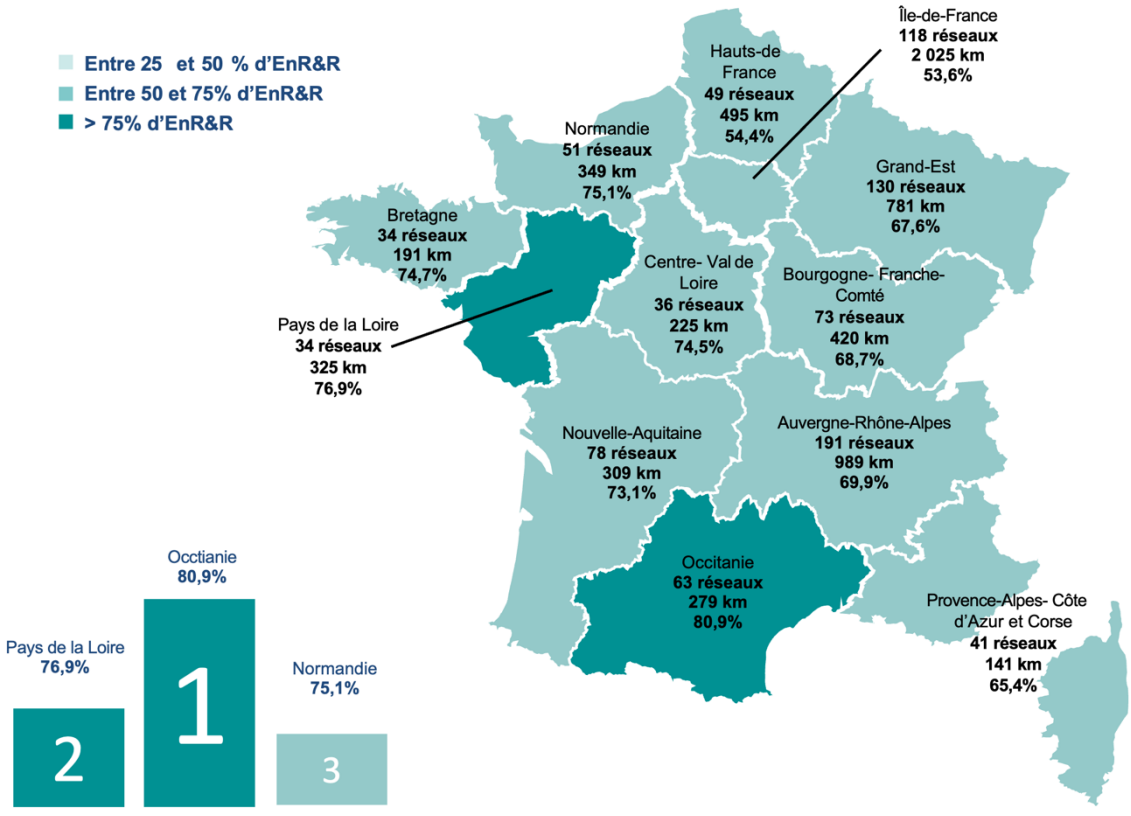


Figure 56 : Nombre de réseaux, longueurs et taux d'EnR&R entrant par région

Le classement des réseaux dans les régions

CHIFFRES CLÉS 2021

601
Réseaux classés

22 676 GWh
Chaleur livrée

69,2%
Taux d'EnR&R moyen

0,117 kg/kWh
Contenu CO_2 ACV moyen

La loi « Énergie - Climat » de 2019 fait du classement des réseaux de chaleur et de froid vertueux un principe. Les collectivités territoriales disposent d'un outil efficace pour développer la chaleur et le froid renouvelables et de récupération.

Quels réseaux peuvent bénéficier du classement automatique ?

Le classement systématique s'applique aux réseaux de chaleur et de froid publics :

- ✓ D'un taux EnR&R supérieur à 50% ;
- ✓ D'un équilibre financier ;
- ✓ De compteurs en sous-stations.

Quels avantages confère le classement ?

Le classement d'un réseau entraine, sauf dérogation, une obligation de raccordement de tous les bâtiments neufs et rénovés situés dans un périmètre, dit de développement prioritaire, autour du réseau classé. Ces raccordements améliorent la situation économique du service public.

Le raccordement bénéficie également aux nouveaux abonnés :

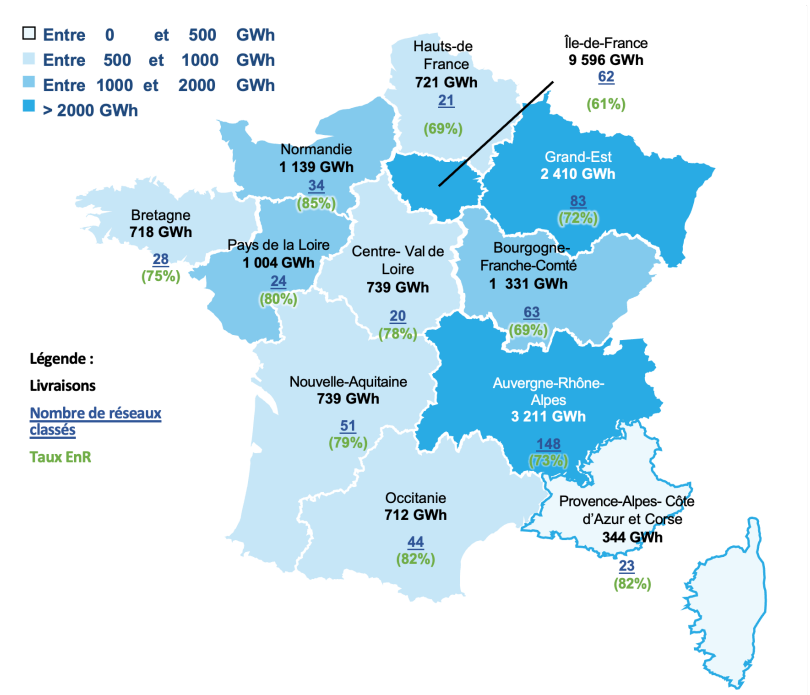
Economie : les prix et l'approvisionnement des EnR&R locales s'avèrent plus stables que ceux des énergies fossile importées.

Écologie : en moyenne, les réseaux vertueux émettent deux fois moins de CO_2 que des chauffages au gaz naturel ou au fioul.

Comment localiser les réseaux classés ?

L'ensemble des réseaux classés sont listés en annexe de l'arrêté du 26 avril 2022 relatif au classement des réseaux de chaleur et de froid qui sera mis à jour annuellement.

Livraisons des réseaux classés par région



1 — Ile-de-France
9 596 GWh

2 — Grand Est
2 410 GWh

3 — Auvergne-Rhône-Alpes
3 211 GWh

Le saviez-vous ?

La FEDENE, AMORCE, la FNCCR, le CEREMA ou Via Sèva publient de nombreuses informations et guides pour aider les collectivités dans leur classement.

Le potentiel du classement

Pour optimiser les effets du classement, la collectivité territoriale et l'opérateur peuvent:

1. S'assurer que le réseau concerné figure dans la liste des réseaux classés.
2. Définir une stratégie de classement efficiente.
3. Délimiter un périmètre de développement prioritaire couvrant les quartiers à fort potentiel.
4. Adapter l'instruction des permis de construire pour assurer le respect des normes réglementaires.
5. Communiquer largement les principales informations relatives aux réseaux classés.

CHIFFRES CLÉS DES ENR&R LOCALES DANS LES RÉSEAUX

Les EnR&R dans les réseaux de chaleur

La biomasse

CHIFFRES CLÉS 2021

612
Réseaux en utilisent

7 088 GWh
Chaleur livrée

59 %
Taux d'EnR&R moyen

0,013 kg/kWh
Contenu CO_2 ACV de la biomasse

0,134 kg/kWh
Contenu CO_2 ACV moyen des réseaux

La première EnR de France.

Près de 100 TWh de chaleur produite à partir de biomasse, soit 65% de la production de chaleur renouvelable française en 2020. Il s'agit de la première EnR de France !

Un puit carbone naturel.

La biomasse a trois rôles complémentaires pour réduire les émissions de gaz à effet de serre :

1. Elle absorbe le carbone ;
2. Elle stocke le carbone ;
3. Elle remplace les matériaux polluants et les énergies fossiles.

La première EnR des réseaux de chaleur.

Dans l'enquête, la biomasse est comprend le bois-énergie et les résidus agricoles.

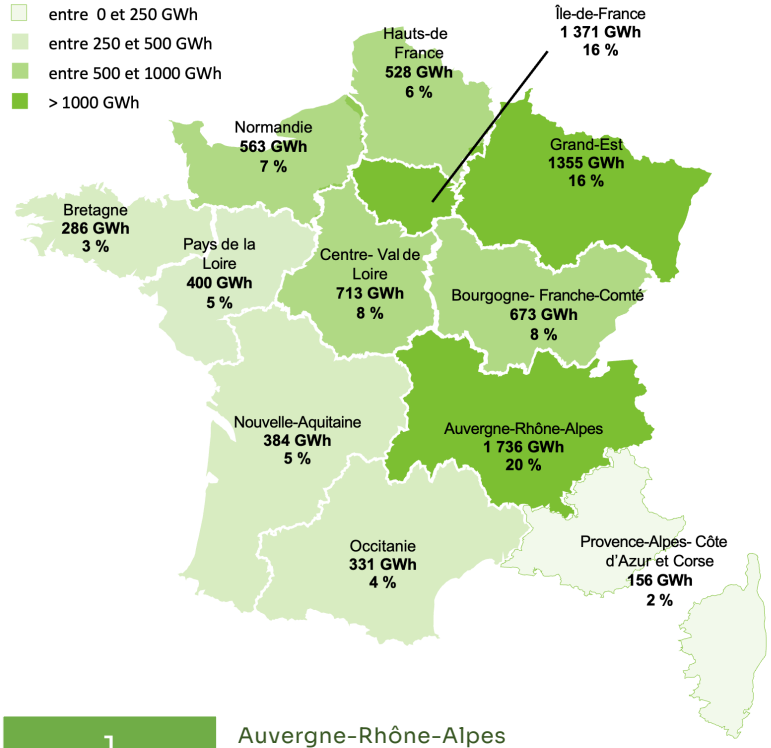
C'est une énergie renouvelable adaptée aux réseaux de chaleur, particulièrement pour les 114 petits réseaux qui livrent moins de 3,5 GWh/an. La biomasse représente 72,2% de leur mix énergétique de ces réseaux de chaleur généralement ruraux.

Le moteur du verdissement des réseaux.

Depuis la création du Fonds Chaleur, la biomasse permet un verdissement massif de la chaleur. Elle se traduit par le déploiement de chaufferies mobilisant une main-d'œuvre non délocalisable et des ressources locales, gérées de manière durable.

La production de chaleur au augmenté de 38% ces dix dernières années pour atteindre 8TWh en 2021, soir 24% de la production des réseaux.

Production de chaleur biomasse par région



1	Auvergne-Rhône-Alpes 1 736 GWh
2	Ile-de-France 1 371 GWh
3	Grand Est 1 355 GWh

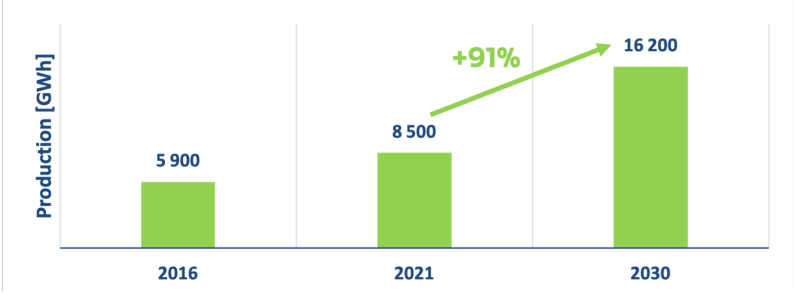
Le saviez-vous ?

La forêt française grandit. En effet, le volume de bois surpied a doublé durant le XX^{ème} siècle. Sa superficie couvre aujourd'hui 31% du territoire contre 15% en 1850.

Le potentiel de la biomasse

D'ici 2030, la biomasse représentera 25% du mix énergétique des réseaux de chaleur; elle consolidera sa place de première EnR.

Evolution des productions issues de biomasse



Les EnR&R dans les réseaux de chaleur

Les unités de valorisation énergétique (UVE)

CHIFFRES CLÉS 2021

98
Réseaux en utilisent

7 681 GWh
Chaleur livrée

61%
Taux d'EnR&R moyen

0,00 kg/kWh
Contenu CO_2 ACV de la chaleur fatale

0,124 kg/kWh
Contenu CO_2 ACV moyen des réseaux

Valoriser la chaleur fatale, une nécessité pour atteindre la neutralité carbone.

Si la meilleure énergie est celle qu'on n'utilise pas, la seconde est assurément celle que l'on récupère.

La chaleur fatale est une chaleur produite par un processus et qui est perdue. La valorisation de cette chaleur est vertueuse car elle permet d'économiser de l'énergie et de réduire les émissions de CO_2. En effet, en analyse de cycle de vie, son contenu carbone est nul.

La complémentarité réseaux - UVE

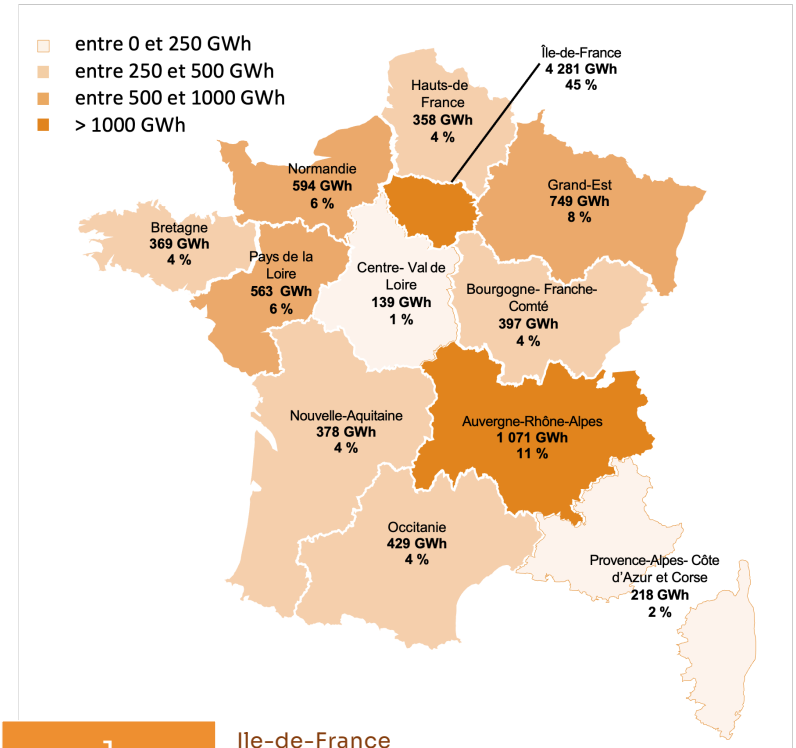
Les réseaux de chaleur sont un excellent moyen pour valoriser la chaleur perdue. Raccordée à un réseau de chaleur, une unité de valorisation énergétique (UVE) peut chauffer un foyer à partir des déchets de sept autres (Cerema). On peut également raccorder des sites industriels, des centrales électriques, et de manière générale toute installation dégageant d'importantes quantités de chaleur.

La chaleur issue des unités de valorisation énergétique permet de favoriser l'émergence d'une économie circulaire, créatrice d'activité économique et d'emplois pérennes sur toute la France et une amélioration de la qualité de l'air sur tout le territoire.

La chaleur fatale au-delà des UVE

La FEDENE a identifié près de 17 TWh de chaleur fatale disponibles sur divers sites industriels situés à proximité d'un réseau de chaleur. Leur valorisation permettrait d'éviter l'émission de dix millions de tonnes de CO2 tous les ans.

Récupération de chaleur d'UVE par région



1 Ile-de-France
4 281 GWh

2 Auvergne-Rhône-Alpes
1 071 GWh

3 Grand Est
749 GWh

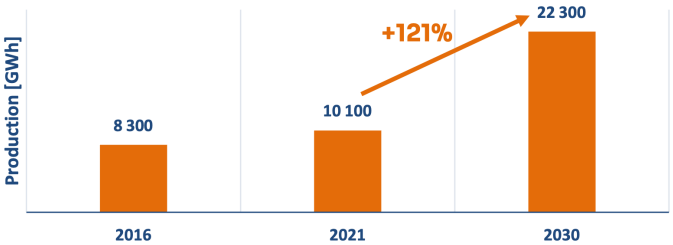
Le saviez-vous ?

Nos déchets sont un gisement énergétique sous exploité : les UVE et les combustibles solides de récupération (CSR) représentent respectivement 8 TWh et 5 TWh.

Le potentiel de la chaleur fatale

D'ici 2030, la valorisation de chaleur fatale pourrait dépasser 33% du mix énergétique des réseaux devenant la première source énergétique des réseaux de chaleur.

Evolution des productions issues de chaleur fatale (UVE et autres)



Les EnR&R dans les réseaux de chaleur

La géothermie

CHIFFRES CLÉS 2021

66
Réseaux en utilisent

2 065 GWh
Chaleur livrée

70 %
Taux d'EnR&R moyen

0,010 kg/kWh
Contenu CO_2 ACV de la géothermie

0,169 kg/kWh
Contenu CO_2 ACV moyen des réseaux

Les bénéfices de la géothermie

La géothermie est l'exploitation de l'énergie thermique contenue dans le sous-sol, dans lequel la température augmente avec la profondeur. En fonction de la température de la ressource et du niveau de température des besoins thermiques, la chaleur peut être prélevée directement ou valorisée au moyen de pompes à chaleur (PAC).

Le verdissement de la production de la chaleur et du froid un enjeu environnemental central, la géothermie est une EnR incontournable pour atteindre la neutralité carbone en 2050.

Développement des réseaux géothermiques

L'un des principaux enjeux de cette filière concerne le développement des réseaux de chaleur notamment en Île-de-France et dans le bassin aquitain avec une extension des réseaux géothermiques existants, le passage en géothermie de réseaux existants ou la création de nouveaux réseaux géothermiques.

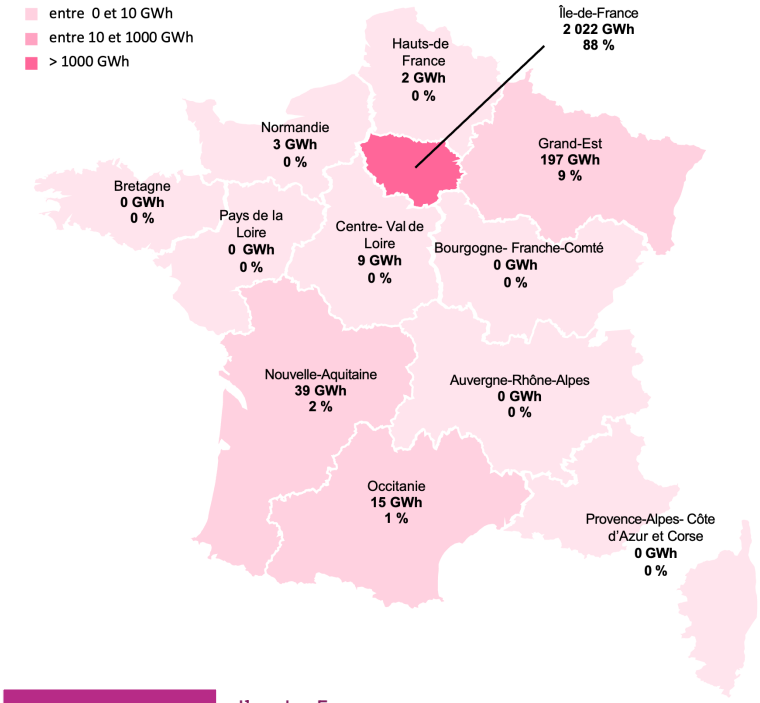
La production de frais ou de froid

La géothermie est idéale pour développer des boucles d'eau tempérée (BET). Il s'agit de réseaux qui ont la capacité de fournir de la chaleur et du froid à la fois.

Elles offrent de nombreux avantages :

- ✓ Meilleures performances énergétiques,
- ✓ Capacité de livrer de la chaleur et du froid,
- ✓ Valorisation de gisements de chaleur basse température et de froid (*free cooling*).

La chaleur issue de géothermie par région.



1 Ile-de-France
2 022 GWh

2 Grand Est
157 GWh

3 Nouvelle Aquitaine
39 GWh

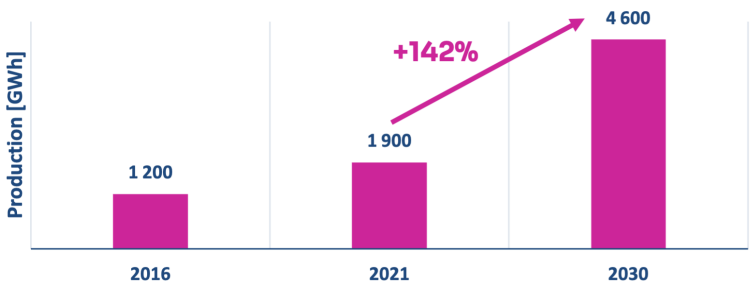
Le saviez-vous ?

La géothermie est la plus vieille énergie des réseaux de chaleur. En 1332, le réseau de Chaudes-Aigues (Cantal) puisait déjà sa chaleur de sources géothermales.

Le potentiel de la géothermie

Disponible à travers tout le territoire métropolitain, cette EnR souterraine permet de produire de la chaleur et du froid renouvelables et décarbonés.

Evolution des productions issues de géothermie



LES RÉSEAUX DE FROID EN FRANCE EN 2021

5.1. Qu'est-ce qu'un réseau de froid ?

Sur le même modèle que les réseaux de chaleur urbains, il existe des réseaux de froid qui assurent les besoins en froid des bâtiments raccordés, à l'échelle d'un site, d'un quartier ou d'une ville.

Aujourd'hui, les réseaux de froid répondent majoritairement à des usages commerciaux ou de confort, c'est-à-dire destinés à répondre aux besoins de climatisation. Ainsi, ils desservent principalement des bâtiments tertiaires (des bureaux, des centres commerciaux, des hôtels, des musées, des aéroports, des universités, des hôpitaux…) et, de façon très marginale à ce jour, des immeubles d'habitation. En effet, au-delà de la période estivale, la climatisation est devenue nécessaire tout au long de l'année en raison de l'utilisation grandissante de matériel électronique (écrans, ordinateurs, serveurs…), de l'éclairage, de l'architecture des bâtiments (baies vitrées, tours en verre…) qui conduisent à une hausse de la température au sein des bâtiments. Les réseaux de froid desservent également des industriels présents toute l'année, comme le refroidissement des datacenters ou la déshumidification de certains locaux.

Les réseaux de froid ont un véritable rôle à jouer dans la trajectoire vers plus de sobriété et d'efficacité énergétique, c'est pourquoi la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) vise le quintuplement des quantités de froid renouvelable et de récupération livrées par les réseaux d'ici 2030.

Pour rappel également, en termes de volume livré, les réseaux de chaleur livrent actuellement 25 fois plus que les réseaux de froid.

5.1.1. Principe de fonctionnement

Un réseau de froid est constitué :

- D'une ou plusieurs centrales de production de froid ;
- D'un réseau de canalisations permettant le transport de la chaleur extraite des bâtiments par un fluide caloporteur (en général de l'eau) dont la température se situe entre 1 et 12°C à l'aller, et entre 10 et 20°C au retour ;
- De points de livraisons, appelés sous-stations, assurant la collecte de la chaleur dans les immeubles à rafraîchir.

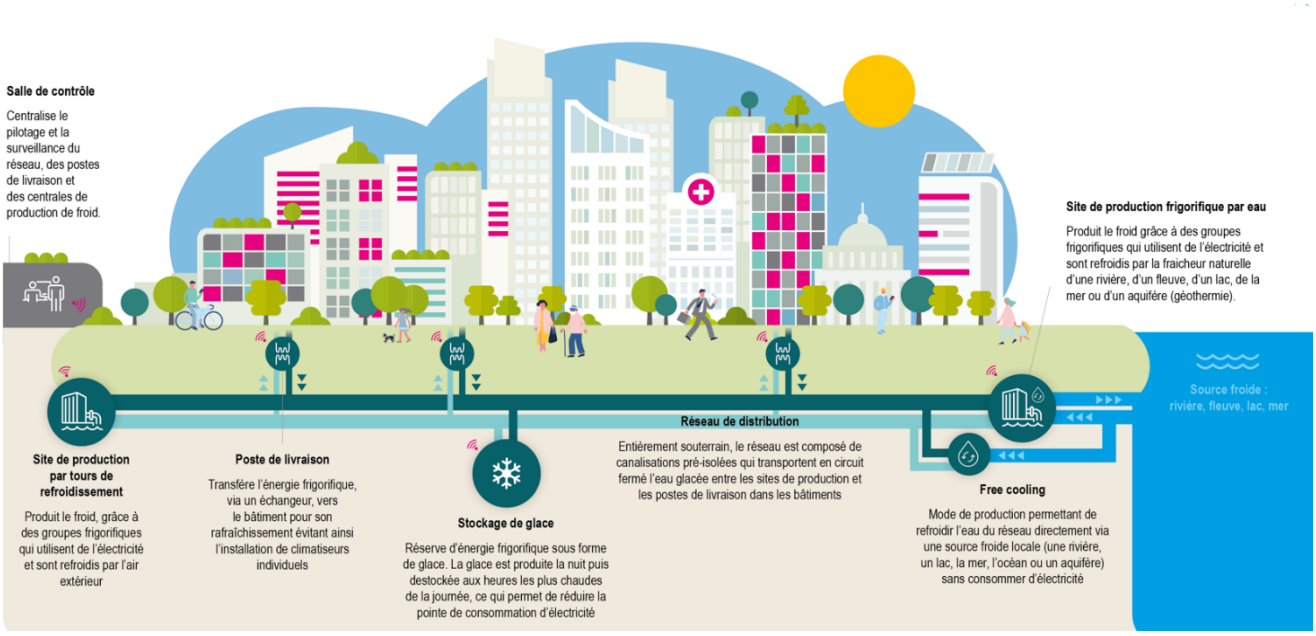


Figure 57 : Schéma de principe d'un réseau de froid, Via Sèva

Les réseaux de froid se substituent aux systèmes individuels ou collectifs centraux (pour un bâtiment) avec une efficacité énergétique incomparable et un recours à de nombreux éléments du milieu naturel (lac, rivière, mer, sous-sol…) pour le refroidissement du fluide caloporteur.

A l'instar du réseau de froid parisien, dont une partie significative des besoins sont fournis par la Seine, certains réseaux fonctionnent directement grâce à la fraîcheur disponible dans l'eau ou dans l'air ambiant (technologie du « free cooling »). Cette technologie ne peut être utilisée que dans le cas où la source naturelle est plus froide que le réseau (soit quelques pourcents de l'énergie tous les ans).

Lorsque la température de la source renouvelable disponible pour évacuer la chaleur est supérieure à celle du besoin à rafraichir, le froid des réseaux est produit à partir de groupes frigorifiques, dits « groupes froid ». Ces machines prélèvent de la chaleur dans un milieu à refroidir, appelé source froide, et la transfèrent vers un milieu extérieur (eau ou air extérieur) qui, lui, est réchauffé (source chaude). Le transfert d'énergie est réalisé par l'intermédiaire d'un fluide frigorigène soumis en continu à un cycle thermodynamique de succession de changements d'état gaz / liquide. Ce cycle peut s'expliquer de manière simplifiée avec :

- Un côté chaud ;
- Un côté froid ;
- Un compresseur pour faire le transfert entre les deux.

Le compresseur de ces machines peut utiliser soit :

- De l'électricité pour faire une compression dite mécanique, usuellement appelé « groupe froid à compression » ;
- De la chaleur pour faire une compression dite thermique, par l'intermédiaire d'un fluide intermédiaire dit absorbeur (bromure de lithium ou eau-ammoniac), usuellement appelé « groupe froid à absorption ».

Figure 58 : groupe froid à compression (Quantum)

Figure 59: groupe froid à absorption (Serm)

Les groupes froids à compression peuvent utiliser différentes sources renouvelables pour effectuer la phase de condensation permettant le rejet des calories vers l'extérieur.

- L'eau, lorsqu'elle est disponible sur site, permet une évacuation de chaleur plus efficace que l'air.
- L'air humide, utilise une évacuation de calories dite « latente », c'est-à-dire dont l'échange se réalise par transfert sur le changement de phase liquide/vapeur de l'eau. Très peu de chaleur se dégage donc de ces systèmes, qui sont donc de fait vertueux. Ils sont référencés en deux catégories principales, les tours ouvertes et les tours fermées.
- L'air sec, utilisant une évacuation de calories dite « sensible », c'est-à-dire dont l'échange se réalise par transfert de température. De la chaleur se dégage donc de ces systèmes qui participent ainsi au phénomène de réchauffement urbain local, appelé « îlot de chaleur ». Ils sont référencés en deux catégories principales, les condenseurs à air et les dry cooler. Cette technologie est généralement utilisée dans les installations autonomes de froid, en toiture des immeubles.

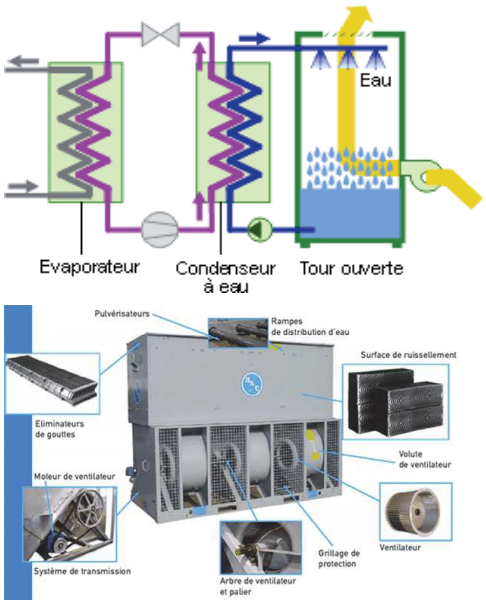


Figure 60 : Tour ouverte - principe et équipement

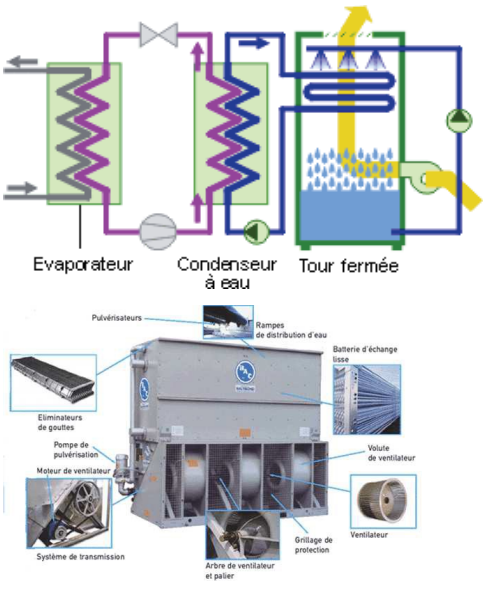


Figure 61 : Tour fermée - principe et équipement

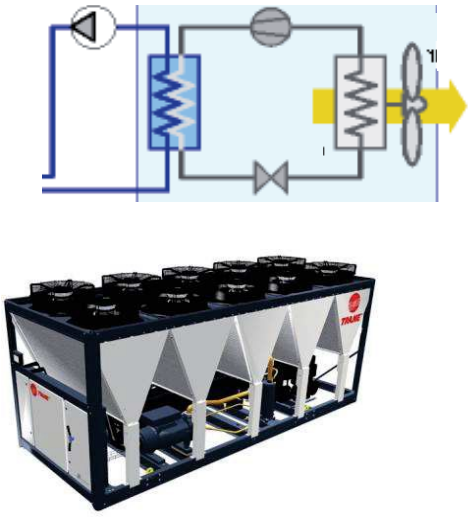


Figure 62 : Condenseur à air - principe et équipement

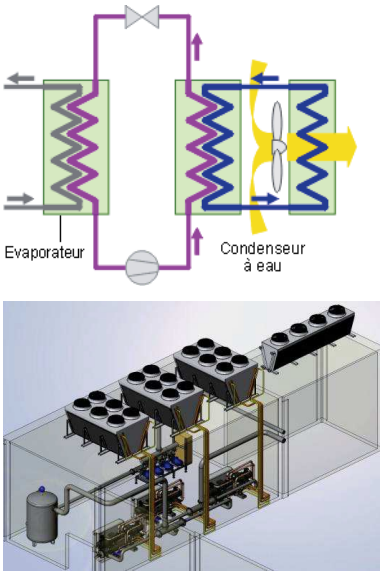


Figure 63 : Dry cooler - principe et équipement

Les groupes froids à absorption quant à eux utilisent une source chaude qui peut être :

- La valorisation d'une chaleur fatale (usine de valorisation énergétique des déchets, chaleur industrielle…) ;
- Un surplus d'énergie renouvelable non valorisée (biomasse, solaire thermique…).

Enfin, il est possible de générer à la fois de la chaleur et du froid via d'autres types de systèmes utilisant également des cycles thermodynamiques. C'est le cas des pompes à chaleur et des thermofrigopompes. Particulièrement pertinents à mi-saison, ces dernières permettent de produire du froid et du chaud simultanément, le rejet de l'un devenant la ressource de l'autre.

Comme les réseaux de chaleur, les réseaux de froid valorisent les sources naturelles de fraicheur présentes à proximité (lac, rivière, mer, sous-sol…) pour refroidir le fluide caloporteur.

5.1.2. Les avantages des réseaux de froid

L'ingénierie industrielle des réseaux de froid permet de garantir, sur plusieurs dizaines d'années, des performances et des niveaux de maîtrise qui n'existent pas pour les installations autonomes. Leurs caractéristiques présentent de nombreux avantages qui en font un vecteur particulièrement efficace et performant pour livrer du froid.

1. **Avantages énergétiques :** La production de froid pour la climatisation est un des principaux consommateurs d'électricité du bâtiment. Les réseaux permettent de mutualiser la production de froid dans un environnement urbain dense et mobilisent à cet effet des machines industrielles à très haut rendement énergétique (1,5 à 3 fois supérieur aux installations autonomes). De plus, le fonctionnement des groupes froid est beaucoup plus proche du point nominal, puisqu'ils sont mis en marche successivement en fonction de l'augmentation des besoins, comparé à celle de petits groupes froids autonomes dispersés dans les bâtiments. L'adaptation en continu de la production aux besoins réels et la possibilité de diversifier le bouquet énergétique réduit fortement la consommation électrique globale des bâtiments usagers. En outre, dans un contexte de quasi-saturation des réseaux électriques des grands centres urbains, les réseaux de froid, exploités et optimisés de façon industrielle, permettent :
    a. De reporter aux heures creuses les consommations électriques nécessaires à la fabrication et au stockage de la glace indispensable au refroidissement, contribuant ainsi à leur effacement durant les heures de pointe ;
    b. De jouer un rôle de stabilisateur et de soutien aux réseaux énergétiques pour apporter de la souplesse au système dans son ensemble ;
    c. De substituer des charges électriques par de la valorisation d'EnR&R disponibles.
2. **Avantages environnementaux et sanitaires :** la maîtrise des fluides frigorigènes, via un confinement très poussé (taux de fuite inférieur à 1 %) associé au choix des systèmes utilisés (eau, air humide), participe à l'adaptation au changement climatique et à la lutte contre les îlots de chaleur urbains (contrairement aux systèmes autonomes utilisant de l'air sec). Les réseaux de froid permettent une gestion centralisée et continue ainsi qu'une traçabilité de la lutte contre les risques sanitaires (légionelles).
3. **Contrôle des performances dans la durée :** les réseaux de froid sont équipés d'une instrumentation appropriée et d'un système d'acquisition de données permettant un pilotage et un contrôle en continu. Les consommations d'énergie sont ainsi parfaitement connues avec une précision qui n'existe pas pour les systèmes autonomes, dont les consommations sont généralement mesurées par le compteur électrique du bâtiment, qui comptabilise également les consommations des autres usages.
4. **Confort et sécurité des usagers :** invisibles et silencieux, les réseaux préservent le patrimoine architectural et permettent de valoriser des espaces supplémentaires. L'installation dans les bâtiments est limitée à une sous-station, ce qui réduit considérablement les opérations d'entretien et élimine tout risque de fuite de fluides frigorigènes. De plus, la garantie de performance, la maintenance, le remplacement et les mises à niveau technologiques des équipements sont du ressort unique du gestionnaire de réseau et non laissé aux usagers, comme pour les climatiseurs. Un maillage important permet un approvisionnement très efficace et fiable en froid au cœur des agglomérations urbaines.
5. **Aménagement urbain et valeur ajoutée des bâtiments :** Les réseaux de froid participent à l'aménagement des villes et constituent un atout pour la collectivité. À l'échelle du bâtiment, les réseaux contribuent à la valorisation patrimoniale des actifs, en leur apportant une valeur environnementale et durable, via divers labels reconnus, tout en libérant des surfaces grâce à un encombrement limité.

5.1.3. Positionnement en France

Les effets du réchauffement climatique, couplés à une augmentation de la population mondiale vivant de plus en plus en zones urbaines denses, font que les besoins en froid de confort seront de plus en plus importants ces prochaines années.

Le rapport de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), *The Future of Cooling* (*Le futur de la climatisation*), publié en juin 2018, fait état de ce phénomène mondial d'augmentation des besoins de froid à l'horizon 2050, en précisant les évolutions des principales régions concernées, dont l'Europe :

- **Sur le plan mondial,** les besoins de froid de confort étaient de 2 020 TWh en 2016, mobilisant 10% de la consommation électrique mondiale et principalement répartie dans les secteurs résidentiels et tertiaires. Ce besoin a déjà été multiplié par 3 depuis 1990. L'AIE prévoit une nouvelle multiplication par 3 de ces besoins à l'horizon 2050, atteignant ainsi 6 200 TWh.
- **En Europe,** les besoins de froid de confort étaient de 152 TWh en 2016, soit 7,5% des besoins de froid mondiaux pour 7% de la population. Ce besoin a déjà été multiplié par 2,4 depuis 1990. L'AIE prévoit une nouvelle augmentation d'un facteur de 1,6 à l'horizon 2050, atteignant ainsi 240 TWh.

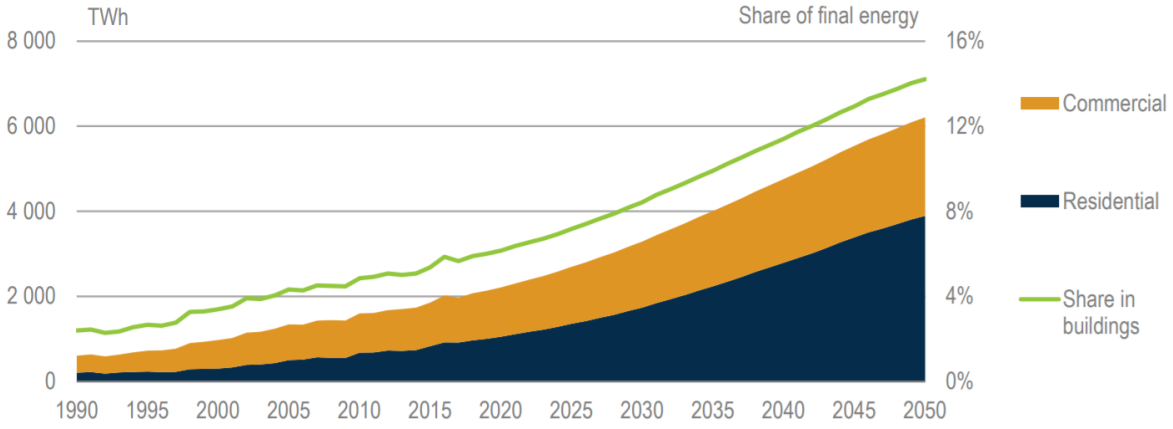


Figure 64 : Évolution mondiale des besoins en froid de confort. (Source : extrait du rapport de l'AIE, The Future of cooling)

En France, les besoins de froid de confort sont estimés à environ 19 TWh. Le scénario actuel de lastratégie nationale bas carbone (SNBC) du ministère de la Transition écologique, qui vise la neutralité carbone à l'horizon 2050, estime à environ 34 TWh l'augmentation des besoins en froid pour 2050.

Pour répondre à l'augmentation des besoins de refroidissement, les réseaux urbains sont des outils extrêmement efficaces pour produire du froid et lutter en même temps contre les îlots de chaleur, tout en mobilisant des EnR&R.

En Europe, la France est le premier pays d'Europe en matière de livraisons de froid, légèrement devant la Suède (données 2015 d'Euroheat & Power). Les réseaux de froid ont également connu un développement très important ces dernières années dans plusieurs pays, notamment en Finlande, en Autriche et en Pologne.

Dans un contexte d'urbanisation croissante, de réchauffement climatique et de vieillissement de la population, le froid deviendra un enjeu sanitaire majeur pour les territoires. Pour y répondre, la France doit poursuivre le développement des réseaux de froid dont les atouts permettent de lutter contre les phénomènes d'îlots de chaleur.

5.2. Caractéristiques générales des réseaux enquêtés

5.2.1. Les chiffres clés des données 2021

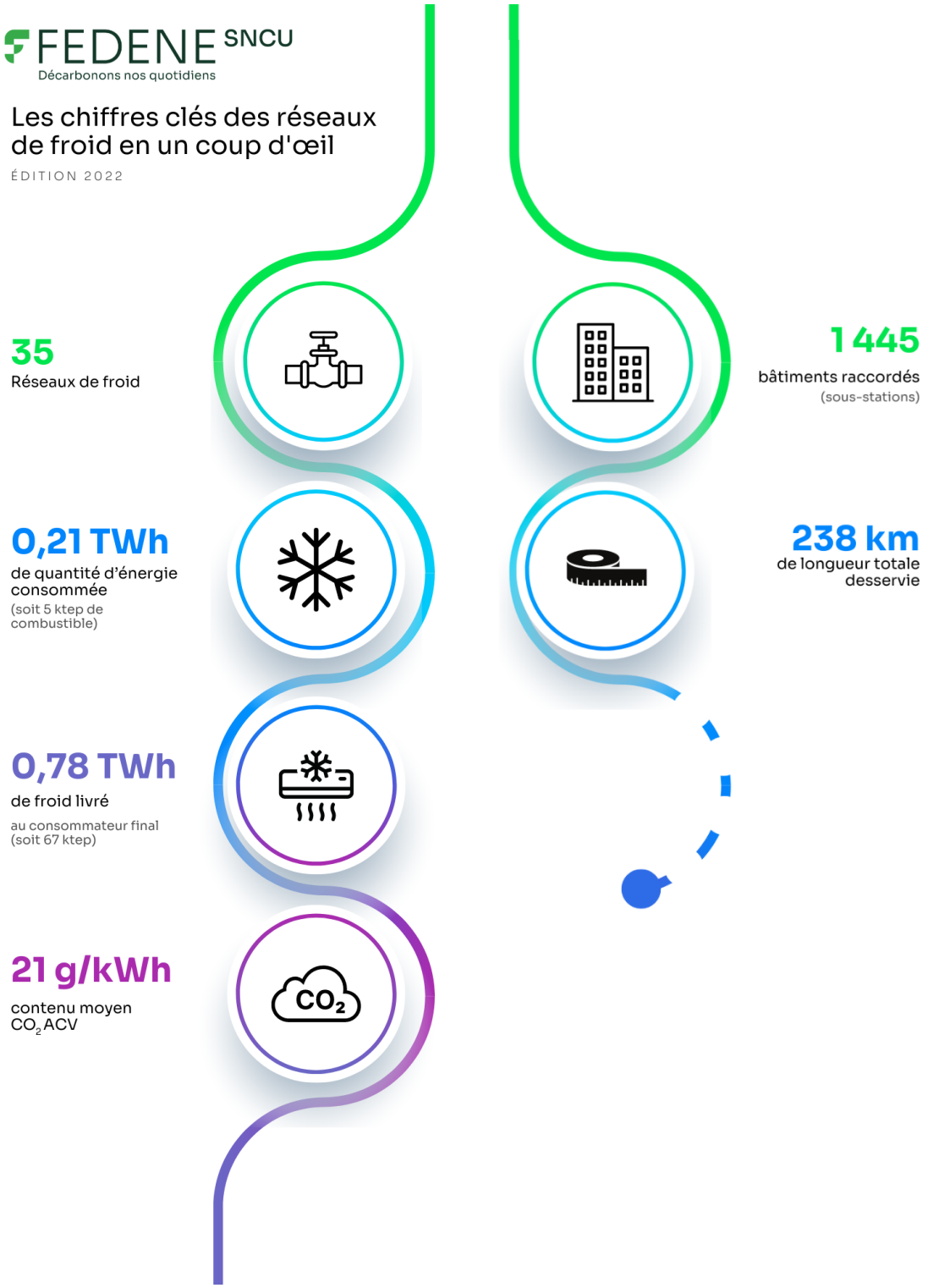


Figure 65 : Caractéristiques générales des réseaux de froid enquêtés

5.2.2. Bouquet énergétique

Le froid des réseaux urbains en France est produit principalement à partir de groupes froids à compression électrique (94,3%), c'est-à-dire utilisant l'électricité pour comprimer leurs fluides frigorigènes (cf. Schéma de principe d'un réseau de froid, Via Sèva).

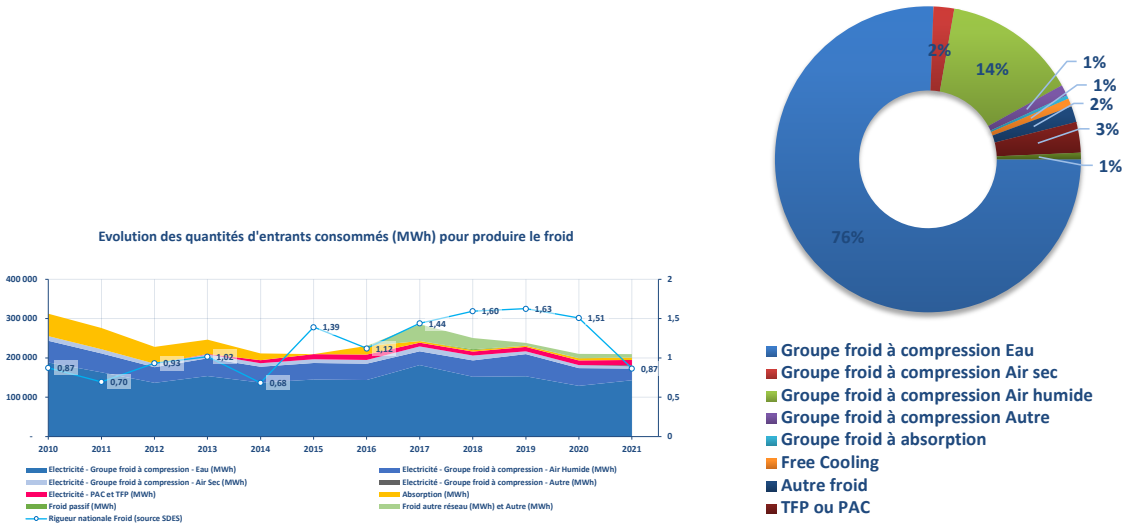


Figure 66 : Évolution de la consommation des quantités d'entrants par équipements et répartition de l'utilisation des équipements dans la production des réseaux de froid

Parmi ces groupes froids à compression électrique :

- Une grande majorité produit le froid à partir d'eau (76%) ou d'air humide (14%) ;
- Une très faible proportion a recours à un système à base d'air sec (2%). Comme expliqué au paragraphe 1.1, en zone urbaine le recours à ce type de process, majoritaire dans les installations autonomes, contribue à la création d'îlots de chaleur.

L'usage de groupes froids à absorption reste pour le moment marginal (0,4%).

Enfin, certains réseaux utilisent des pompes à chaleur ou des thermofrigopompes, permettant de générer aussi bien de la chaleur que du froid, pour une part de volume produit restant également faible (3 %).

5.3. Performance énergétique

Depuis l'édition 2021 de l'enquête sur les réseaux de froid, les enquêtés précisent la source froide utilisée pour les groupes froids à compression (GFC) électrique. Ce qui permet d'analyser les performances réelles de ces machines, en fonction de leur source froide, a donc pu être établi.

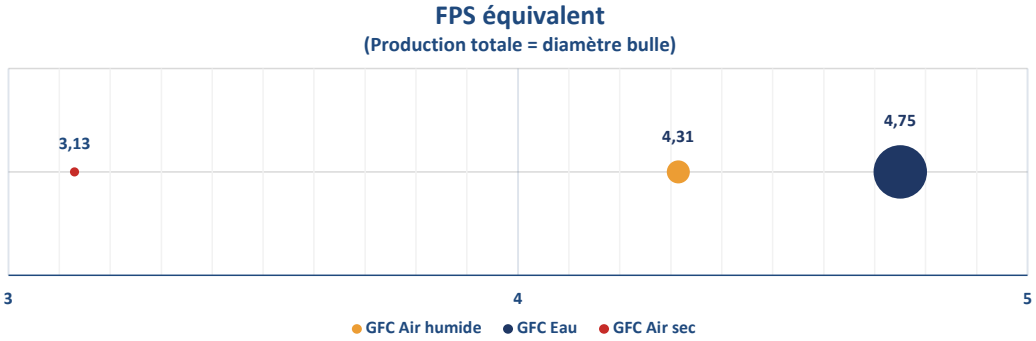


Figure 67 : Facteur de performance saisonnier (FPS) des groupes froids à compression par type de source renouvelable

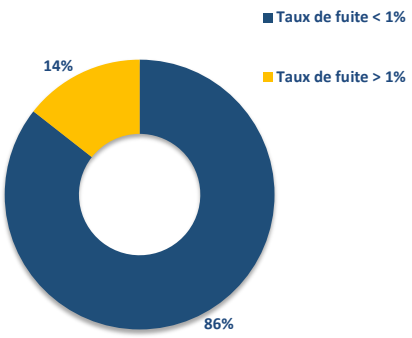
La performance énergétique réelle des groupes froids à compression électrique est calculée par un indicateur appelé le facteur de performance saisonnier (FPS). Le FPS est le ratio entre la quantité d'énergie de froid produite annuellement en sortie de chaque machine, par rapport à ce qu'elle a consommé électriquement en entrant.

$$FPS = \frac{\sum Quantité\ produite}{\sum Quantité\ totale}$$

Les groupes froids à compression électriques présentent des performances énergétiques appréciables pour l'air humide avec un FPS de 4,31 et pour l'eau avec un FPS de 4,75.

Les groupes froids à compression électriques, peu vertueux, car utilisant de l'air sec pour évacuer la chaleur, apparaissent comme étant de surcroît les moins efficaces énergétiquement avec une performance moyenne de l'ordre de 3,13.

5.4. Performance environnementale

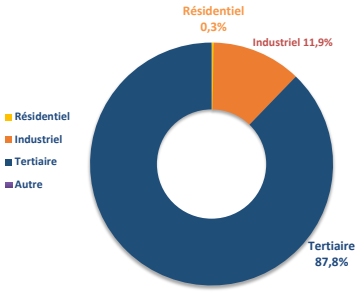


Les machines de production des réseaux de froid ont l'avantage de présenter des taux de fuite de fluides frigorigènes très faibles (0,1 % en moyenne), tous inférieurs aux taux des machines autonomes (de l'ordre de 10 %) (cf. Figure ci-contre).

Les réseaux de froid sont un outil efficace pour diminuer l'impact sur le dérèglement climatique par la maîtrise du confinement des fluides frigorigènes, fortement émetteurs en gaz à effet de serre. De plus, le contenu CO_2 des productions de chaque réseau de froid, est en moyenne de l'ordre de 11 g/kWh livré.

Figure 68 : Taux de fuite des réseaux de froid (un réseau de froid exclu en raison d'une anomalie).

5.5. Livraisons de froid



Les livraisons de froid atteignent 0,78 TWh en 2021.

Les livraisons de froid sont aujourd'hui majoritairement destinées à la climatisation du secteur tertiaire (88%), en particulier les bureaux, les hôpitaux, les universités, les aéroports. Elles sont également, de façon plus marginale, destinées au rafraîchissement du secteur résidentiel (0,3%) et industriel (12%).

Figure 69 : Ventilation des livraisons de froid

La reconnaissance d'une comptabilisation officielle de la part renouvelable des livraisons de froid. Fin 2021, la Commission Européenne a adopté, un acte délégué[32] relatif à la méthodologie de comptabilisation du froid renouvelable. L'article 3.6 de l'acte délégué permet aux États Membres d'ajuster au niveau national leurs estimations de SPF « fondées sur des hypothèses précises et des échantillons représentatifs de taille suffisante, de façon à obtenir une estimation sensiblement meilleure de l'énergie renouvelable produite que celle obtenue à l'aide de la méthode établie dans le présent acte délégué. » Le SNCU et la DGEC travaillent en étroite collaboration pour proposer un tel ajustement à la Commission Européenne.

Cette méthodologie n'étant clairement pas définie au niveau national, l'enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid ne mesurera pas cette année les taux EnR&R des réseaux de froid et des boucles d'eau tempérée (BET) livrant du froid.

5.6. Modes de gestion

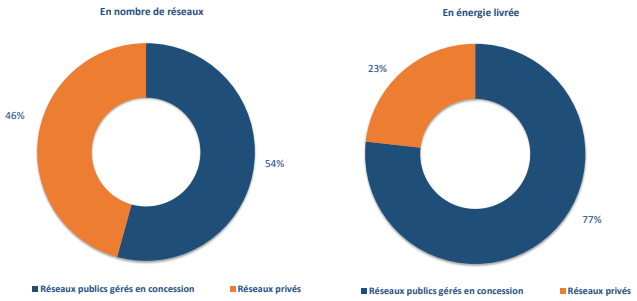


Figure 70 : Maîtrise d'ouvrage des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de froid

Les réseaux de froid sont majoritairement publics et concédés. Toutefois, au cours des dernières années, de nouveaux réseaux se sont développés sous l'impulsion d'acteurs privés.

5.7. Objectif de développement des réseaux de froid

La programmation pluriannuelle de l'Énergie d'avril 2020 (PPE 2) introduit pour la première fois des objectifs de développement spécifiques pour le froid renouvelable et de récupération issue des réseaux de froid. Elle prévoit un triplement des livraisons à horizon 2028 avec un jalon en 2023.

[32] Commission européenne, règlement délégué modifiant l'annexe VII de la directive (UE) 2018/2001 en ce qui concerne une méthode de calcul de la quantité d'énergie renouvelable utilisée pour le refroidissement et le réseau de froid, 14 décembre 2021.

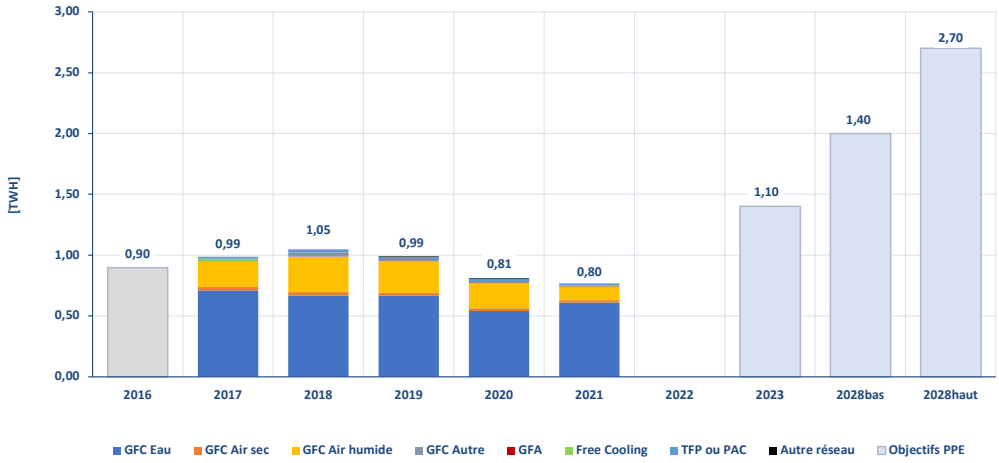


Figure 71 : Objectif de développement des réseaux de froid

Si la réduction des livraisons totales de froid en 2020 pouvait être attribuée à la fermeture totale ou partielle des bâtiments tertiaires (COVID-19), la diminution des livraisons constatée en 2021 résulte de la conjoncture de trois causes principales :

- Après le COVID les entreprises ont rationnalisé leurs espaces de bureaux afin de réduire leurs consommations énergétiques et optimiser l'utilisation de leurs espaces ;
- Le tourisme a lentement repris après le COVID ce qui a affecté l'occupation des hôtels ;
- L'été 2021 a été doux, ce qui a nécessité peu de climatisation dans les bâtiments tertiaires.

Des travaux sont en cours au niveau européen sur la définition du froid renouvelable et de récupération. Les principaux enjeux de cette définition

La définition communautaire du froid renouvelable donnera un cadre clair au développement du froid renouvelable.

L'atteinte des objectifs de la PPE passera essentiellement par la création de nouveaux réseaux de froid dans les zones urbaines à forte activité tertiaire.

ANNEXE 1 : DÉFINITIONS ET INFORMATIONS METHODOLOGIQUES

Degrés-jours unifiés (DJU)

Différence entre la température extérieure et une température de référence qui permet de réaliser des estimations de consommations d'énergie thermique pour maintenir un bâtiment confortable en proportion de la rigueur de l'hiver. La température de référence pour le SDES est considérée à 17°C.

Cogénération externe

Cogénération dont les équipements sont extérieurs aux installations de production du réseau et dont la chaleur n'est, le plus souvent, pas totalement dédiée au réseau.

Cogénération interne (ou « cogénération »)

Cogénération dont la chaleur est entièrement dédiée au réseau. Les puissances et quantités d'énergie (électriques, thermiques, frigorifiques) sont celles qui sont produites exclusivement par cogénération.

Émissions évitées

La cogénération sur un réseau permet d'éviter des émissions de CO_2, à hauteur de 0,356 kg/kWh d'énergie électrique produite.

Énergie livrée ou énergie « finale »

Énergie livrée en sous-stations et facturée à l'abonné.

Énergies renouvelables et de récupération (EnR&R)

Sont considérées comme EnR&R, au sens de la réglementation (BOI 3-C-1-07 n°32 du 08 mars 2007), les énergies suivantes : biomasse ; gaz à caractère renouvelable (issu des déchets ménagers, industriels, agricoles et sylvicoles, des décharges ou eaux usées); gaz de récupération (gaz de mines, cokerie, haut-fourneau, aciérie et gaz fatals) ; chaleur industrielle (chaleur fournie par un site industriel indépendant du réseau -hors cas de cogénération dédiée au réseau-) ; chaleur issue des Unités de Valorisation Énergétique des déchets (UVE) ; géothermie.

La chaleur issue de cogénération au gaz naturel n'est en revanche, pour l'heure, pas considérée comme telle par la réglementation.

Équivalent logement

Le nombre d'équivalent-logement d'un réseau correspond au nombre de logements qui seraient raccordés par ce réseau s'il n'alimentait que des logements. Il est estimé à partir des livraisons en prenant en compte un logement moyen. Il est corrigé de la rigueur climatique.

Indice de rigueur climatique

L'indice de rigueur climatique national considéré dans cette enquête est celui du SDES. Il est considéré comme le rapport entre le Degrés-Jour Unifiés (DJU) de l'année n et le DJU d'une période de référence (1986-2015). Si cet indice est inférieur à 1, il traduit une année ayant été plus chaude que la période de référence (et respectivement plus froide si supérieur à 1).

Installation de production alimentant le réseau

Installation qui comporte des appareils de production de chaleur ou de froid, le cas échéant avec production combinée d'électricité (cogénération), et utilisant des combustibles ou de l'électricité comme énergie primaire. La notion d'installation est celle qui est retenue au sens de la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement. Un réseau peut comprendre une ou plusieurs installations, voire aucune installation quand ce réseau achète toute la chaleur qu'il distribue.

Longueur de réseau

Longueur totale de caniveau des réseaux, équivalente à la longueur allée OU retour des canalisations.

Point de livraison

Sous-station ou autre réseau.

Puissance totale "garantie" ou puissance des autres sources d'énergie (thermique)

Puissance apportée au réseau par une installation externe à celui-ci et qui l'alimente en chaleur "prête à l'emploi", par exemple, une Unité de Valorisation Énergétique des déchets, une installation de cogénération externe.

Puissance totale installée (thermique)

Puissance utile nominale, thermique ou frigorifique, hors cogénération, (puissance disponible en sortie) des appareils de production des installations, y compris pour les appareils de secours.

Puissance souscrite

Puissance contractuellement convenue entre le gestionnaire du réseau et ses abonnés, qui correspond aux besoins thermiques exprimés par ce dernier.

R1 : partie de la facture du réseau proportionnelle à l'énergie thermique livrée.

R2 : partie forfaitaire de la facture du réseau, correspondant à un abonnement en relation avec la demande thermique maximale du client et liée aux opérations de conduite, petit entretien, gros entretien, renouvellement et, le cas échéant, financement.

Calcul de la production thermique par entrant

Dans le cas où la production thermique par entrant n'est pas mesurée ou connue, il est possible de l'estimer. Des valeurs de rendement thermique par défaut ont été fixées par type d'énergie entrante. Dans le cas où la production est connue (quand il s'agit d'une chaleur achetée par exemple), il est possible d'en déduire l'entrant correspondant en utilisant ces rendements.

Types d'énergies entrantes	**Rendement**
Charbon	88%
Bois énergie	86%
Résidus agricoles et agroalimentaires	86%
Fioul Lourd (y compris CHV)	89%
Fioul Domestique	89%
Gaz naturel	90%
GPL	90%
Biogaz	90%
Déchets urbains traités par une unité de valorisation énergétique (UVE) interne	86%
Chaudière électrique	100%

ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE DE L'EDITION 2021 DE L'ENQUETE

([lien vers le questionnaire complet])

SERVICE DES DONNÉES ET DES ÉTUDES STATISTIQUES (SDES)
Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, Tour Séquoia 92055 La Défense cedex

ENQUETE ANNUELLE SUR LES RESEAUX DE CHALEUR ET DE FROID - *Année civile 2020*

QUESTIONNAIRE CONFIDENTIEL A RETOURNER AVANT LE 9 Juin 2021

Vu l'avis favorable du Conseil national de l'information statistique, cette enquête, reconnue d'intérêt général et de qualité statistique, est obligatoire. **Visa n°2021A043EQ** du Ministre de la transition écologique et solidaire, du Ministre de l'économie et des finances, valable pour l'année 2021. Aux termes de l'article 6 de la loi n° 51-711 du 7 juin 1951 modifiée sur l'obligation, la coordination et le secret en matière de statistiques, les renseignements transmis en réponse au présent questionnaire ne sauraient en aucun cas être utilisés à des fins de contrôle fiscal ou de répression économique. L'article 7 de la loi précitée stipule d'autre part que tout défaut de réponse ou une réponse sciemment inexacte peut entraîner l'application d'une amende administrative.
Ce questionnaire confidentiel est destiné au SDES et à l'organisme professionnel agréé pour la réalisation de cette enquête.
La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, s'applique aux réponses faites à la présente enquête par les entreprises individuelles. Elle leur garantit un droit d'accès et de rectification pour les données les concernant. Ce droit peut être exercé auprès du SDES.

Ce questionnaire est à retourner au SNCU, organisme professionnel agréé par arrêté interministériel en date du 11 juillet 1995 (J.O. du 28 juillet 1995) à l'adresse ci-contre.

Syndicat National du Chauffage urbain
et de la Climatisation Urbaine (SNCU)
28 rue de la Pépinière 75008 PARIS
Tél : 06 47 48 52 93 - sncu@fedene.fr

TYPE DE RESEAU

☐ Réseau de chaleur ❶ *((cf. notice explicative, en partie IX du questionnaire)*
- *si la puissance installée de votre réseau est supérieure ou égale à 3,5 MW, remplir les parties I, II, III, IV et VIII*
- *si la puissance installée de votre réseau est inférieure à 3,5 MW, répondre aux parties I, II, questions 23, 26, 27, 36, 37, 38 et à la partie VIII*

☐ Réseau de froid ❶
- *si la puissance installée de votre réseau est supérieure ou égale à 3,5 MW, remplir les parties I, V, VI, VII et VIII*
- *si la puissance installée de votre réseau est inférieure à 3,5 MW, répondre aux parties I, V, questions 48,50, 51, 59, 60, 61 et à la partie VIII*

PARTIE I- IDENTIFICATION DU RESEAU *Au 31-12-2020*

1- NOM COURANT DU RESEAU : .....

2- L'IDENTIFICATION DU RESEAU A-T-ELLE CHANGE DEPUIS L'ANNEE PRECEDENTE ? : ❍ OUI ❍ NON
(En cas de réponse négative, il est inutile de remplir les questions 3 à 15)

DESIGNATION ET MODE DE GESTION DU RESEAU

3- COMMUNE D'IMPLANTATION PRINCIPALE DU RESEAU :..... CODE POSTAL : |_|_|_|_|_|

4- ANNEE DE CREATION DU RESEAU : |_|_|_|_| (1ère année de mise en service)

5- IDENTITE DU PROPRIETAIRE DU RESEAU : .....

6- STATUT ET MODE DE GESTION :

❍ RESEAU PUBLIC (COLLECTIVITE OU GROUPEMENT DE COLLECTIVITES) ❷:

☐ CONCESSION ❸ :	❍ Avec investissements du concessionnaire	❍ Sans investissements du concessionnaire (affermage)
☐ REGIE :	❍ Avec marché public d'exploitation	❍ Sans marché public d'exploitation
☐ AUTRE :	❍ Avec contrat d'exploitation	❍ Sans contrat d'exploitation

❍ RESEAU PRIVE (INDUSTRIEL, BAILLEUR, UNIVERSITE, HÖPITAL…)
☐ AVEC CONTRAT D'EXPLOITATION ☐ SANS CONTRAT D'EXPLOITATION

7- LE RESEAU A-T-IL FAIT L'OBJET D'UNE PROCEDURE DE CLASSEMENT ? ❹ : ❍ OUI ❍ NON

8- A COMBIEN D'ABONNE(S) LA CHALEUR EST-ELLE **VENDUE** ? : .....
❍ 0 : L'énergie produite est entièrement autoconsommée ❍ 1 : L'énergie produite est vendue à un seul tiers, en totalité
❍ 2 ou + : L'énergie produite est vendue à plusieurs abonnés, dont un pouvant être le maître d'ouvrage des installations

ETABLISSEMENT GESTIONNAIRE DU RESEAU

9- N° SIRET : |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| *(si plusieurs établissements sont concernés, mettre celui de l'opérateur principal)*

10- CODE APE de l'établissement (selon la NAF rév. 2) ⓮ : |_|_|.|_|_||_|

11- RAISON SOCIALE : .....

12- GROUPE *(d'appartenance de l'établissement gestionnaire du réseau)* : .....

13- ADRESSE : .....

14- CODE POSTAL : |_|_|_|_|_| 15- COMMUNE : .....

16- NOM DU CORRESPONDANT - MME / M. : ..... FONCTION :

TEL : ..... FAX : .....

EMAIL : .....

Fait à ....., le ....., Signature :

CACHET DE L'ETABLISSEMENT

DÉCARBONONS NOS QUOTIDIENS

WWW.FEDENE.FR
SNCU@FEDENE.FR
@FEDENE
@_FEDENE_

FEDENE SNCU
Décarbonons nos quotidiens