

Enquête des réseaux de chaleur et froid

ÉDITION 2023



 **FEDENE**

Réseaux de
chaleur & froid

Édito

Il est urgent d'agir pour le climat et l'économie !

Le sujet de l'énergie est désormais au cœur des préoccupations de tous : familles, entreprises, collectivités. Les crises récentes à la suite de la guerre en Ukraine ont augmenté le poids des dépenses énergétiques sur le budget de tous malgré la protection du bouclier tarifaire et la facture énergétique du pays a doublé entre 2021 et 2022. Ces crises ont aussi – et c'est une bonne nouvelle – accéléré la prise de conscience de l'impact des énergies fossiles sur le climat et la planète et fait évoluer les comportements des consommateurs.

Le temps presse pour agir collectivement pour accélérer la transition énergétique ! Tous les acteurs, publics et privés, doivent s'associer pour cette ambition indispensable. Un domaine devra être au cœur de cette ambition : la chaleur !

Pourquoi la chaleur ?

La chaleur représente en effet près de la moitié de l'énergie consommée en France ; elle est – de loin – le premier poste de consommation d'énergie devant les transports¹ et les usages spécifiques de l'électricité². Et c'est encore plus conséquent pour les familles. Les trois quarts de l'énergie consommée par un foyer français sert à chauffer ses occupants et à leur fournir de l'eau chaude.

Cette production de chaleur est encore majoritairement fossile et fortement carbonée. Des solutions existent pour faire beaucoup mieux pour notre planète et le portefeuille des Français : les réseaux de chaleur. Avec une chaleur produite à plus de 65% à partir d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) produites localement, à des tarifs plus compétitifs que la chaleur issue d'énergie fossile. Alors il faut accélérer encore le développement de ces solutions collectives qui ne représentent que 5% de la chaleur distribuée en France.

Nous avons tous à y gagner :

Pouvoir d'achat : les prix des réseaux de chaleur s'avèrent beaucoup plus stables que ceux du gaz et de l'électricité qui ont beaucoup augmenté et beaucoup varié depuis 2021. Les réseaux de chaleur préservent le pouvoir d'achat des ménages³, surtout des plus précaires.

Environnement : avec un taux EnR&R locales dépassant 65%, se raccorder à un réseau de chaleur c'est privilégier une chaleur faiblement carbonée, durable et de proximité grâce à la récupération de la chaleur des incinérateurs (UVE) et au développement de la géothermie et l'usage de la biomasse. Il s'agit d'un levier absolument majeur de la transition énergétique.

Économie circulaire : les réseaux de chaleur ont la capacité – unique – de récupérer et distribuer de la chaleur qui serait autrement perdue. Le développement de cette économie circulaire et locale est vertueux et contribue à la compétitivité des territoires. Son potentiel est considérable : tous les ans, l'industrie et les data centers perdent plus de chaleur qu'il n'en faut pour chauffer Paris⁴ !

Finances publiques : l'ADEME⁵, la Cour des Comptes⁶ et la Direction générale du Trésor⁷ identifient les réseaux de chaleur comme des moyens particulièrement utiles pour accélérer la transition énergétique et surtout qu'ils constituent un usage particulièrement efficace des deniers publics. Tous les acteurs de la filière appellent l'Etat à fortement et rapidement revaloriser le soutien public en faveur de la chaleur EnR&R et de ses réseaux.



Yann ROLLAND, Président de FEDENE Réseaux de chaleur & froid

¹ Environ 34% de la consommation finale d'énergie. Source : négaWatt.

² Electroménager, éclairage, internet, audio-visuel, etc. Représente 14% de la consommation finale d'énergie. Source : négaWatt.

³ Amorçage, Enquête sur le prix de vente de la chaleur et du froid en 2021, édition 2023. La facture annuelle, en coûts globaux, d'un logement peu performant en chauffage et eau chaude sanitaire s'élevait en moyenne à 1 982€ s'il est raccordé à un réseau de chaleur, 2 483€ s'il utilise une chaudière gaz, 3 259€ s'il est chauffé grâce à un chauffage individuel électrique et 3 948€ avec une chaudière fioul.

⁴ La consommation moyenne de chauffage de la capitale est d'environ 20 TWh.

⁵ ADEME, « Collectivités : le pari gagnant des réseaux de chaleur et de froid renouvelables », 18 novembre 2020.

⁶ Cour des comptes, Le chauffage urbain : une contribution efficace à la transition énergétique insuffisamment exploitée, septembre 2021.

⁷ Lettre n°222 Trésor-Eco, « Les énergies renouvelables thermiques », juin 2018.



Et le froid ?

Le réchauffement climatique est déjà là et personne n'y échappe ; les centres urbains denses sont et seront particulièrement affectés puisque les îlots de chaleur seront aggravés par des émissions de chaleur anthropiques et les rejets thermiques des solutions de climatisation.

Là aussi le temps presse : il faut adapter les territoires au réchauffement climatique de manière collective et responsable.

2 à 5 fois plus performants que les installations autonomes, les réseaux de froid valorisent les EnR&R froides (fleuve, mer, géothermie de surface, pompes à chaleur collectives). Le froid en réseau est le meilleur moyen de rafraîchir les Français et de protéger les personnes fragiles des effets de la chaleur tout en préservant la planète.

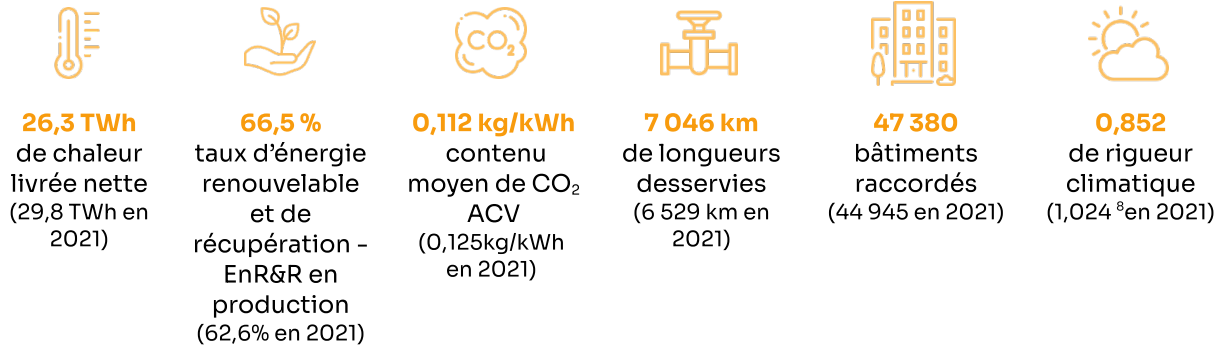
Face à ce constat, un seul mot d'ordre pour le climat et l'économie en 2024 : agir !



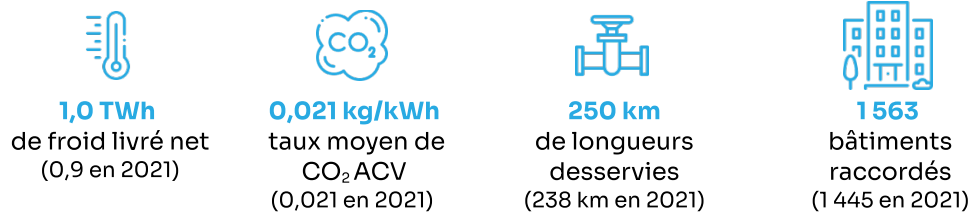
Synthèse des résultats de l'enquête – Édition 2023

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.

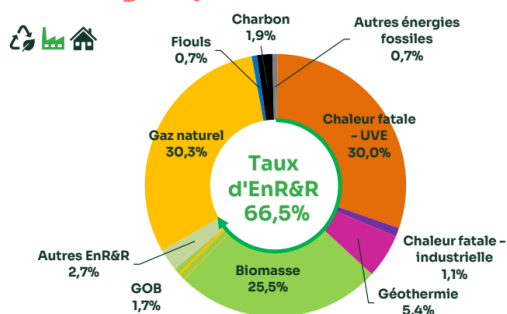
946 réseaux de chaleur – chiffres clés



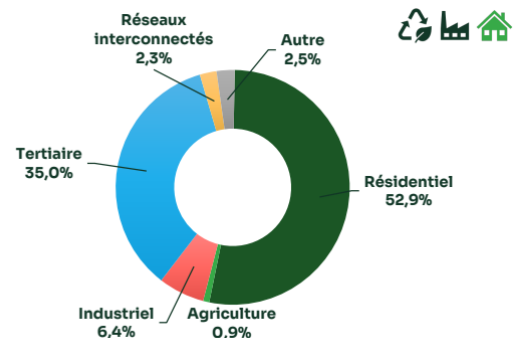
40 réseaux de froid – chiffres clés



Mix énergétique 2022



Secteurs de livraison 2022



En 2022, les réseaux de chaleur ont fourni **66,5%** d'énergies provenant de sources renouvelables ou de récupération. Note, le mix énergétique représente la répartition des différentes sources d'énergie utilisées pour la production de chaleur.

Les graphiques du rapport utilisent un pictogramme en vert clair pour indiquer à quel stade du processus de production de chaleur se situe la donnée analysée. Ci-dessous



Les graphiques analysant les énergies entrantes : plaquettes de bois, molécule de gaz, électron...



Les graphiques analysant les énergies de production en sortie d'équipement.



Les graphiques analysant les quantités d'énergie livrée, donc au niveau des échangeurs terminaux chez les clients

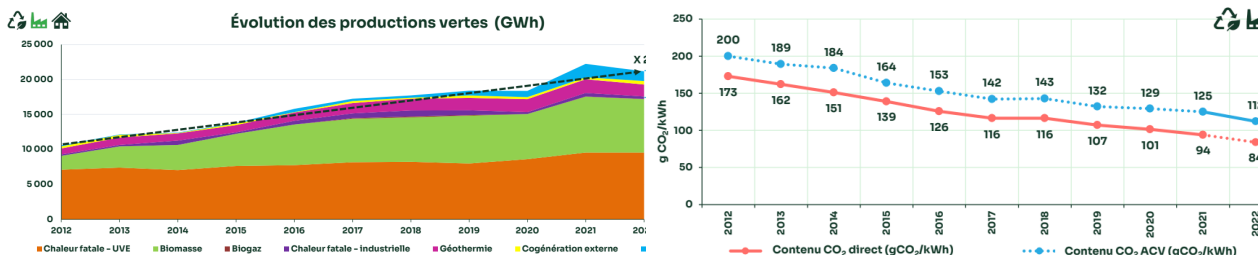
⁸ La période de référence de calcul de l'indice de rigueur climatique a été modifiée en 2021 par le SDES, nouvelle période de référence : 1911-2020



Des réseaux de chaleur toujours plus vertueux

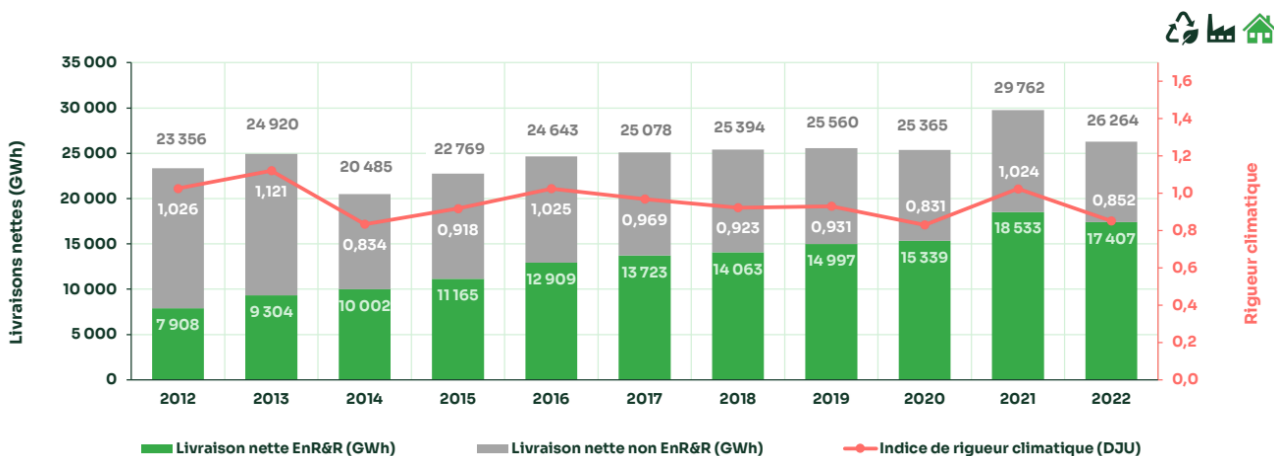
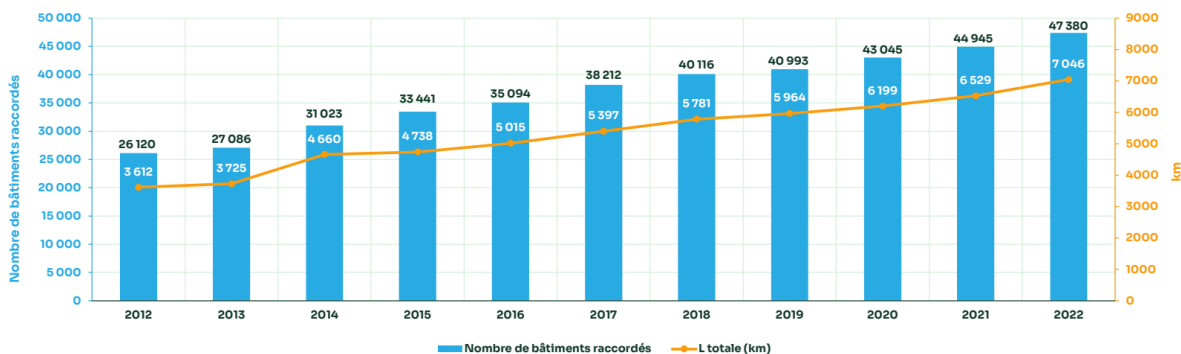
Avec une part de 66,5% de chaleur provenant des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), les réseaux de chaleur continuent de progresser dans leur démarche de transition vers des sources d'énergie plus respectueuses de l'environnement. Cette avancée significative s'appuie sur deux piliers essentiels : d'une part, la récupération de chaleur excédentaire, provenant notamment des installations de valorisation énergétique des déchets (UVE) et des secteurs industriels, et d'autre part, l'utilisation durable de la biomasse produite en France, en remplacement des sources d'énergie plus polluantes, telles que le charbon et le fioul.

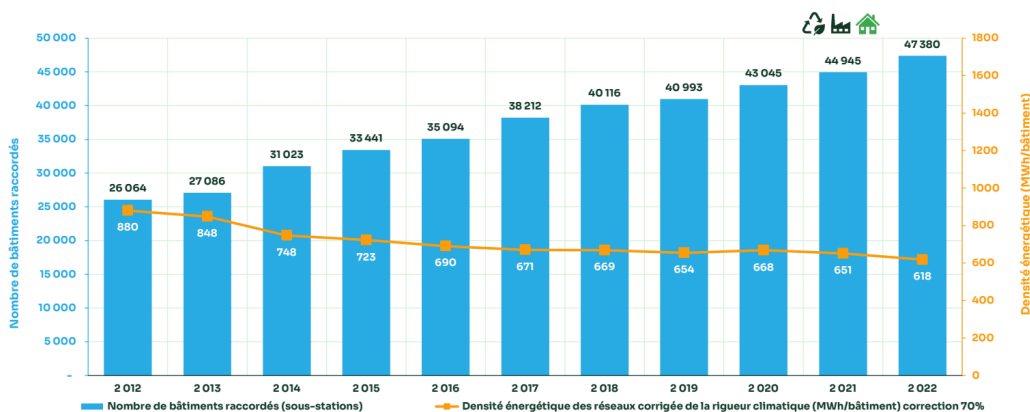
L'augmentation constante de la production d'énergie verte joue un rôle majeur dans la réduction des émissions de dioxyde de carbone. En effet, ces réseaux de chaleur affichent un faible contenu carbone, avec une émission moyenne de 112 g CO₂/kWh en ACV.



En moyenne, les réseaux de chaleur affichent des émissions de gaz à effet de serre qui sont inférieures de 51% par rapport au gaz naturel et de 66% par rapport au fioul. Sur une décennie, la quantité moyenne de dioxyde de carbone émise est passée de 200 à 112 g CO₂/kWh, ce qui représente une réduction significative de 44%.

La croissance des réseaux de chaleur amorce une reprise encore insuffisante

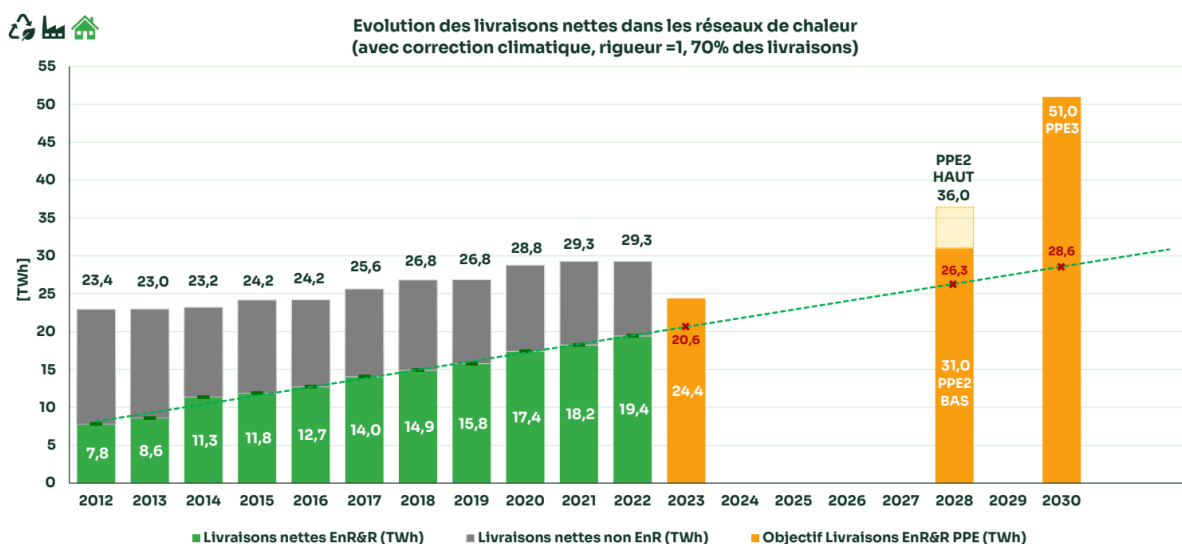




Entre 2012 et 2022, le nombre de bâtiments connectés aux réseaux de chaleur a enregistré une croissance de **82%**. Dans le parc de bâtiments raccordés aux réseaux de chaleur, on constate une baisse continue de la consommation énergétique, passant d'une moyenne de 880 MWh par bâtiment en 2012 à **618 MWh par bâtiment en 2022**.

Cette réduction de la consommation des bâtiments témoigne de plusieurs facteurs, notamment l'amélioration de l'efficacité énergétique. En 2022, des mesures de sobriété énergétique ont été instaurées par le gouvernement, contribuant ainsi à cette tendance à la baisse. Depuis 2012, on observe une diminution de 30%, soit une moyenne de 3% par an.

Leur développement doit accélérer rapidement pour atteindre les objectifs



Les objectifs de livraisons d'énergie verte (EnR&R) fixés pour les réseaux de chaleur dans la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) s'établissent respectivement à 24,4 térawattheures (TWh) en 2023 et à une multiplication par 5 des livraisons entre 2012 et 2030. Toutefois, il est actuellement difficile d'atteindre ces objectifs avec le rythme de développement en cours.

L'accélération du processus de verdissement des réseaux ne peut à elle seule permettre de réaliser cette ambition. Pour l'atteindre, il faudra accélérer à la fois la densification des réseaux existants et la création de nouveaux réseaux dans les zones urbaines qui ne disposent pas encore de cette infrastructure respectueuse de l'environnement.

Néanmoins, il est important de noter que si le rythme des livraisons réelles semble ralentir, cette situation est en partie due à des conditions climatiques variables. Une simulation de l'impact de ces variations climatiques sur les livraisons de chaleur, présentée ci-dessous, suggère que bien que la progression soit encore loin d'être suffisante, elle témoigne des efforts déjà consentis.



Table des matières

1. Introduction.....	9
1.1. <i>Présentation de la FEDENE.....</i>	<i>10</i>
1.2. <i>Missions de la FEDENE.....</i>	<i>10</i>
1.3. <i>Contexte et objectifs de l'enquête.....</i>	<i>11</i>
1.4. <i>Remerciements.....</i>	<i>12</i>
2. Les réseaux de chaleur en France en 2022.....	13
2.1. <i>Définition d'un réseau de chaleur.....</i>	<i>14</i>
2.2. <i>Caractéristiques générales des réseaux enquêtés.....</i>	<i>20</i>
2.3. <i>Les énergies mobilisées.....</i>	<i>24</i>
2.4. <i>Évolution des émissions de CO2.....</i>	<i>32</i>
2.5. <i>Distribution.....</i>	<i>37</i>
2.6. <i>Livraisons de chaleur et suivi des objectifs.....</i>	<i>39</i>
2.7. <i>Évolution des performances de distribution des réseaux de chaleur.....</i>	<i>43</i>
2.8. <i>Évolution des performances.....</i>	<i>43</i>
2.9. <i>Profil des réseaux vertueux (réseaux dont le taux EnR&R est > 50%).....</i>	<i>46</i>
2.10. <i>Profil des boucles d'eau tempérée.....</i>	<i>48</i>
2.11. <i>Impact du verdissement sur le raccordement.....</i>	<i>49</i>
2.12. <i>Mix énergétique et taille des réseaux.....</i>	<i>50</i>
3. Chiffres clés des réseaux de chaleur dans les régions.....	51
3.1. <i>Politique énergétique territoriale française.....</i>	<i>52</i>
3.2. <i>Déclinaison régionale des chiffres.....</i>	<i>53</i>
3.3. <i>Cartes des régions.....</i>	<i>54</i>
3.4. <i>Le classement automatique dans les régions.....</i>	<i>55</i>
4. Chiffres clés des EnR&R dans les réseaux.....	56
4.1. <i>La biomasse.....</i>	<i>57</i>
4.2. <i>Les unités de valorisation énergétique – UVE.....</i>	<i>58</i>
4.3. <i>La géothermie.....</i>	<i>59</i>
5. Les réseaux de froid en France en 2021.....	60
5.1. <i>Définition d'un réseau de froid.....</i>	<i>61</i>
5.2. <i>Caractéristiques générales des réseaux enquêtés.....</i>	<i>66</i>
5.3. <i>Performance énergétique.....</i>	<i>68</i>
5.4. <i>Performance environnementale.....</i>	<i>68</i>
5.5. <i>Livraisons de froid.....</i>	<i>69</i>
5.6. <i>Modes de gestion.....</i>	<i>69</i>
5.7. <i>Objectif de développement des réseaux de froid.....</i>	<i>70</i>
Annexe 1 : DÉFINITIONS et informations méthodologiques.....	71
Annexe 2 : Questionnaire de l'édition 2021 de l'enquête.....	73



Table des illustrations

Figure 1 : Cartes des réseaux de chaleur et de froid, source Via Sèva.....	12
Figure 2 : Schéma de fonctionnement d'un réseau de chaleur (Source : Via Sèva).....	14
Figure 3 : Panorama de la chaleur dans le secteur résidentiel européen (source : Eurostat).....	16
Figure 4 : Comparatif de la couverture des besoins en chaleur par secteurs (%).....	17
Figure 5 : Comparaison des mix énergétiques 2018.....	18
Figure 6 : Répartition des emplois directs et indirects dans les réseaux de chaleur et de froid (In Numeri-ADEME).....	19
Figure 7 : Les emplois directs en France dans les réseaux de chaleur et de froid (In Numeri-ADEME).....	19
Figure 8 : Caractéristiques générales des réseaux de chaleur enquêtés.....	20
Figure 9 : Mode de gestion des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur.....	23
Figure 10 : Énergies utilisées en nombre de réseaux.....	24
Figure 11 : Sources d'énergie utilisées par les réseaux (en % du nombre de réseaux et en énergie livrée).....	24
Figure 12 : Réseaux utilisant des énergies renouvelables et de récupération.....	25
Figure 13 : Bouquet énergétique (en énergie production).....	26
Figure 14 : Entrants des dix principales sources d'énergie.....	27
Figure 15 : Évolution des taux d'EnR&R depuis 2012.....	28
Figure 16 : Évolution du bouquet énergétique (en énergie produite).....	28
Figure 17 : Évolution des EnR&R utilisés par les réseaux de chaleur (en énergie produite).....	29
Figure 18 : Comparaison de la cogénération aux outils de productions séparées d'électricité et de chaleur (unité MWh).....	30
Figure 19 : Répartition 2018 du parc français des cogénérations gaz en puissance électrique installée (données ATEE 2019).....	30
Figure 20 : Réseaux équipés de cogénération interne ou externe en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur.....	30
Figure 21 : Bouquets énergétiques des équipements de cogénération interne et externe dans les réseaux de chaleur.....	31
Figure 22 : Bouquets énergétiques des équipements de cogénération interne et externe dans les réseaux de chaleur.....	31
Figure 23 : Évolution du contenu en CO ₂ direct et ACV des réseaux de chaleur (gCO ₂ /kWh).....	33
Figure 24 : Contenu en CO ₂ ACV des sources d'énergie en gCO ₂ /kWh d'énergie livrée (source arrêté DPE).....	33
Figure 25 : Dispersion des réseaux de chaleur en termes d'émissions de CO ₂ en ACV.....	34
Figure 26 : Répartition des réseaux de chaleur existants par rapport aux seuils EGES de la RE2020.....	36
Figure 27 : CO ₂ ACV évité en 2021 - par le recours à des réseaux de chaleur en comparaison à des chaudières gaz.....	36
Figure 28 : Type de fluide caloporteur utilisé en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur.....	37
Figure 29 : Évolution de la longueur des réseaux.....	37
Figure 30 : Représentation d'une sous-station (source : Via Sèva).....	38
Figure 31 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés (sous-stations) aux réseaux.....	38
Figure 32 : Ventilation des livraisons de chaleur.....	39
Figure 33 : Évolution du nombre d'équivalents-logements desservis par les réseaux de chaleur.....	39
Figure 34 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R.....	40
Figure 35 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R corrigés du facteur climatique.....	41
Figure 36 : Caractéristiques principales des réseaux créés depuis 2012.....	42
Figure 37 : Évolution des pertes de distribution.....	43
Figure 38 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés en fonction des longueurs desservies.....	44
Figure 39 : Évolution des livraisons aux utilisateurs entre 2012 et 2022.....	44
Figure 40 : Évolution de l'intensité vertueuse des réseaux de chaleur entre 2012 et 2022.....	45
Figure 41 : Évolution de la densité énergétique et des bâtiments raccordés entre 2012 et 2021.....	45
Figure 42 : Sources d'énergies utilisées par les réseaux vertueux (en % du nombre de réseaux et en énergie livrée).....	46
Figure 43 : Bouquet énergétique des réseaux vertueux (en énergie production).....	46
Figure 44 : Entrants des dix principales sources d'énergie pour les réseaux vertueux.....	46
Figure 45 : Comparaisons des contenus carbone des énergies selon les méthodologies RT2012 et RE2020.....	47
Figure 46 : Bouquet énergétique des boucles d'eau tempérées (en énergie entrante).....	48
Figure 47 : Ventilation des livraisons de chaleur des boucles d'eau tempérée.....	48
Figure 48 : Dynamique en nombre de réseaux et en points de livraison des réseaux vertueux versus non vertueux.....	49
Figure 49 : Évolution entre 2012 et 2022 des bâtiments raccordés et des livraisons nettes corrigées.....	49
Figure 50 : Mix énergétique des réseaux livrant plus de 20 GWh.....	50
Figure 51 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 20 GWh.....	50
Figure 52 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 3,5 GWh.....	50
Figure 53 : Caractéristiques principales par région.....	53
Figure 54 : Bouquet énergétique entrant des réseaux de chaleur par région.....	53
Figure 55 : Répartition régionale de la livraison annuelle de chaleur des réseaux.....	54
Figure 56 : Nombre de réseaux, longueurs et taux d'EnR&R entrant par région.....	54
Figure 57 : Schéma de principe d'un réseau de froid, Via Sèva.....	61
Figure 58 : groupe froid à compression (Quantum).....	62
Figure 59 : groupe froid à absorption (Serm).....	62
Figure 60 : Tour ouverte - principe et équipement.....	63
Figure 61 : Tour fermée - principe et équipement.....	63
Figure 62 : Condenseur à air - principe et équipement.....	63
Figure 63 : Dry cooler - principe et équipement.....	63
Figure 64 : Évolution mondiale des besoins en froid de confort. (Source : extrait du rapport de l'AIE, The Future of cooling).....	65
Figure 65 : Évolution de la consommation des quantités d'entrants par équipements et répartition de l'utilisation des équipements dans la production des réseaux de froid.....	67
Figure 66 : Facteur de performance saisonnier (FPS) des groupes froids à compression par type de source renouvelable.....	68
Figure 67 : Taux de fuite des réseaux de froid.....	68
Figure 68 : Ventilation des livraisons de froid.....	69
Figure 69 : Maîtrise d'ouvrage des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de froid.....	69
Figure 70 : Objectif de développement des réseaux de froid.....	70

INTRODUCTION





1.1. Présentation de la FEDENE

Le Syndicat FEDENE Réseaux de chaleur & froid 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. Ce syndicat est l'un des 7 syndicats de la Fédération des Services Énergie Environnement (FEDENE). FEDENE Réseaux de chaleur & froid 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 Réseaux de chaleur & froid 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 Réseaux de chaleur & froid 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'europpéen. 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 Réseaux de chaleur & froid 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 une initiative d'intérêt général et de qualité statistique. Elle revêt un caractère obligatoire, et plusieurs autorités gouvernementales y sont impliquées :

- Cette enquête est menée chaque année par FEDENE Réseaux de chaleur & froid qui a obtenu l'agrément des ministères de la Transition énergétique et de l'Économie.
- Elle est réalisée en collaboration avec l'association AMORCE et supervisée par le Service de la donnée et des études statistiques (SDES) du ministère de la Transition énergétique. Chaque année, le SDES approuve le questionnaire et valide les données.
- L'enquête s'adresse à tous les gestionnaires de réseaux de chaleur ou de froid en France métropolitaine, quel que soit leur statut de propriété.
- Elle est également soumise à la réglementation sur le secret statistique conformément à la loi n° 51-711 du 7 juin 1951.

L'enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid constitue la principale source d'informations exhaustive sur ces réseaux en France. La dernière version papier de son questionnaire est disponible en annexe 2 de ce rapport. Cette enquête joue un rôle essentiel dans le calcul de données clés pour chaque réseau, notamment le taux d'énergie renouvelable et de récupération (EnR&R), le contenu en dioxyde de carbone (CO₂), le taux de chaleur cogénérée, et la consommation des auxiliaires. La méthodologie de calcul est décrite en détail dans le *guide méthodologique de l'enquête annuelle sur les réseaux de chaleur et de froid*⁹.

Ces informations, protégées par le secret statistique, sont destinées exclusivement au Service de la donnée et des études statistiques (SDES) du ministère de la Transition écologique et Solidaire (MTES) et ne peuvent être utilisées à des fins de contrôle.

De plus, les contenus en CO₂ collectés au cours de cette enquête sont utilisés par le ministère de la Transition écologique et solidaire pour se conformer à la réglementation sur le diagnostic de performance énergétique (DPE) des bâtiments existants mis en vente en France. Cette réglementation impose aux réseaux de chaleur de fournir une déclaration sur leur contenu en CO₂, qui est ensuite publiée dans un arrêté mis à jour annuellement.

En ce qui concerne les contenus en CO₂ publiés dans cet arrêté, pour tenir compte d'éventuels états transitoires et temporaires dans la vie d'un réseau, la valeur publiée dans l'arrêté pour le contenu en CO₂ est la plus faible entre le contenu collecté pour l'année en cours (n) et la moyenne des contenus collectés pour les années n, n-1 et n-2. **En l'absence de réponse à l'enquête, le réseau de chaleur se voit attribuer un contenu en CO₂ équivalent à celui du charbon, soit 0,385 kg de CO₂ par kilowattheure (kgCO₂/kWh).**

A partir de 2021, l'enquête permet de renseigner le contenu CO₂ en émissions directes (kg/kWh), le contenu CO₂ 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, 2023](#)).
- Suivi des objectifs français en matière de développement des énergies renouvelables (directive 2009/28/CE sur la promotion des énergies renouvelables) ;
- 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.

⁹ Note méthodologique sur le calcul des données clés de chaque réseau, FEDENE Réseaux de chaleur & froid, 2022, téléchargeable sur le site enquete-reseaux.fr

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 CO₂ 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 ;
- Comportant 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.

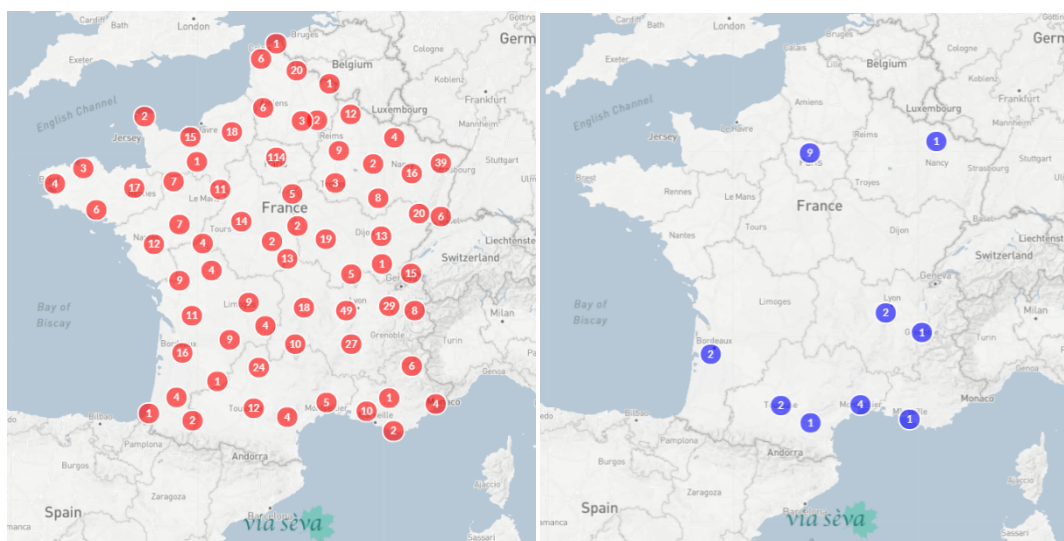


Figure 1 : Cartes des réseaux de chaleur et de froid, source Via Sèva

1.4. Remerciements

Nous exprimons notre sincère gratitude envers notre précieux partenaire et maître d'ouvrage, à savoir le service de la donnée et des études statistiques (SDES) du ministère de la Transition écologique, pour sa contribution essentielle à la réalisation de cette enquête.

Nous souhaitons également adresser nos remerciements chaleureux à l'ensemble des gestionnaires, tant privés que publics, qui ont généreusement participé à cette édition de l'enquête nationale annuelle sur les réseaux de chaleur et de froid.

Nos remerciements s'étendent également à tous les membres de FEDENE Réseaux de chaleur & froid pour leur engagement et leur collaboration précieuse.

Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers l'association AMORCE, qui a pris en charge la partie économique de cette enquête. Votre contribution est inestimable pour la réussite de cette initiative.

Rédacteurs

FEDENE Réseaux de chaleur & froid, sncu@fedene.fr

Samuel FELD – Responsable du Pôle Technique FEDENE

Hugo BELIN – Secrétaire Général de FEDENE Réseaux de chaleur & froid

Wasim THIBERGE – Chargé de mission pôle Technique en alternance

LES RÉSEAUX DE CHALEUR EN FRANCE EN 2022



2.1. Définition d'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)

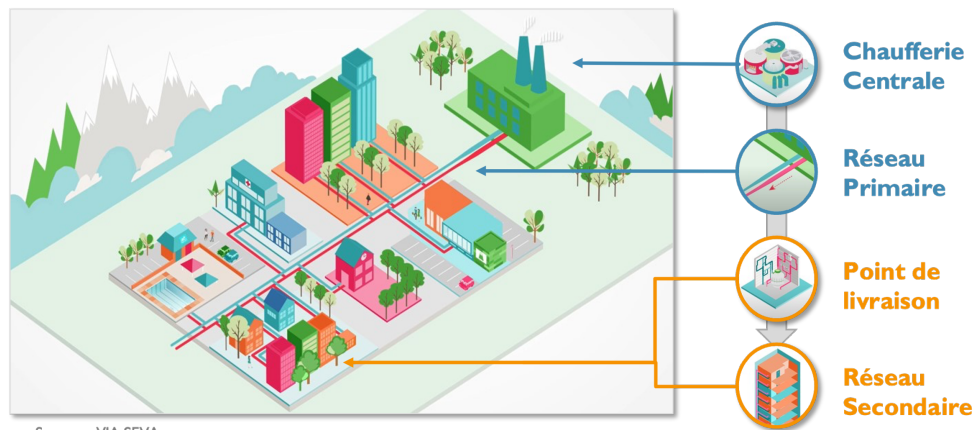
Un réseau de chaleur est un système de distribution centralisé de chaleur conçu pour alimenter plusieurs utilisateurs. Il comporte plusieurs éléments clés, à savoir une ou plusieurs unités de production de chaleur, un réseau de distribution primaire par lequel la chaleur est acheminée au moyen d'un fluide caloporteur, et des sous-stations d'échange. Ces sous-stations permettent aux bâtiments d'être approvisionnés en chaleur via un réseau de distribution secondaire.

Au sein des réseaux de chaleur, les chaufferies, qui sont des installations de production de chaleur, jouent un rôle central. Elles peuvent être situées à l'intérieur du réseau lui-même ou à l'extérieur, notamment lorsque la chaleur est récupérée ou achetée à des fournisseurs externes. La source d'énergie utilisée varie, mais les réseaux de chaleur tendent à privilégier des sources renouvelables ou de récupération (R&R).

De manière générale, un réseau de chaleur comprend un ou plusieurs équipements principaux qui fonctionnent en continu, ainsi que des équipements d'appoint ou de secours qui interviennent lors des périodes de demande accrue ou en cas de besoin. Ces équipements peuvent être centralisés au sein d'une même unité de production ou répartis dans différentes chaufferies le long du réseau.

Le réseau facilite la distribution de la chaleur aux clients grâce aux sous-stations d'échange. Généralement situées à la base des bâtiments, ces sous-stations assurent le transfert de chaleur en utilisant un échangeur entre le réseau de distribution primaire et le réseau de distribution secondaire qui alimente un immeuble ou un groupe d'immeubles.

Sur le plan physique, le réseau de chaleur se divise en deux parties essentielles :



Source : VIA SEVA

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

1. Le réseau primaire : Cette composante centrale du réseau relie les unités de production de chaleur aux sous-stations desservant les clients raccordés au réseau de chaleur. Le réseau primaire est le périmètre de l'enquête annuelle et comprend des canalisations par lesquelles circule un fluide caloporteur, généralement de la vapeur ou de l'eau chaude à différentes températures. Il se compose de deux circuits principaux :
 - Un circuit aller qui transporte le fluide chaud issu de l'unité de production.
 - Un circuit retour qui renvoie le fluide refroidi après avoir cédé sa chaleur dans les sous-stations d'échange. Le fluide est ensuite réchauffé par l'unité de production ou les équipements de production, puis réintroduit dans le circuit.
2. Les réseaux secondaires : Ils assurent la liaison entre chaque sous-station et les dispositifs de chauffage (comme les radiateurs) utilisés pour diffuser la chaleur dans les espaces chauffés des clients. Les réseaux secondaires ne sont pas juridiquement intégrés au réseau de chaleur, car ils relèvent de la responsabilité du propriétaire ou du gestionnaire de chaque bâtiment desservi. Habituellement, un compteur de chaleur est installé à l'extrémité du réseau primaire, ce qui permet de mesurer les consommations d'énergie thermique du bâtiment et d'établir les factures en fonction de cette consommation.



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'utilisateur** : un poste de livraison, bien plus compact qu'une chaufferie d'immeuble, est synonyme de gain de place et d'esthétique. L'utilisateur 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'utilisateur 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. Regards croisés : les réseaux de chaleur en France et en Europe

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.

Les institutions européennes sont en train de modifier et 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 2022, les EnR représentaient 13,9% 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 État 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 énergies fossiles¹⁰. En 2020, seuls 23,1% de cette production provenaient d'énergies renouvelables¹¹. Le verdissement de la chaleur n'est pas 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 européen¹² :

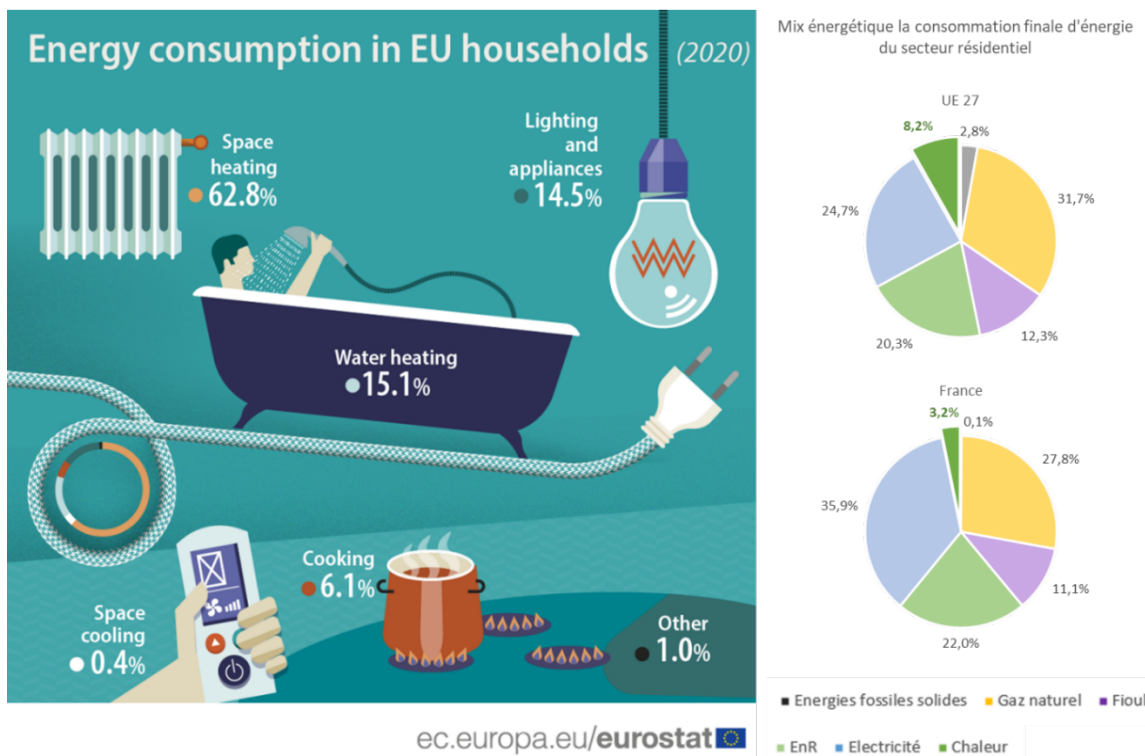


Figure 3 : Panorama de la chaleur dans le secteur résidentiel européen (source : Eurostat)

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 énergies fossiles – très largement importées¹³ – 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 renouvelables¹⁴. Avec 75% de la consommation des foyers français¹⁵, la production de chaleur dépend à 39% des non EnR&R importées¹⁶. 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 réseaux¹⁷ livrent environ 445 TWh de chaleur¹⁸, répondant ainsi à environ 8% de la demande totale européenne¹⁹ en chaleur et 12% de la demande en chauffage et eau chaude sanitaire des secteurs tertiaires et résidentiels²⁰.

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 français²¹ couvrent une part relativement faible des besoins de chaleur des différents secteurs :

Part des réseaux de chaleur dans la consommation énergétique finale par secteur (%)

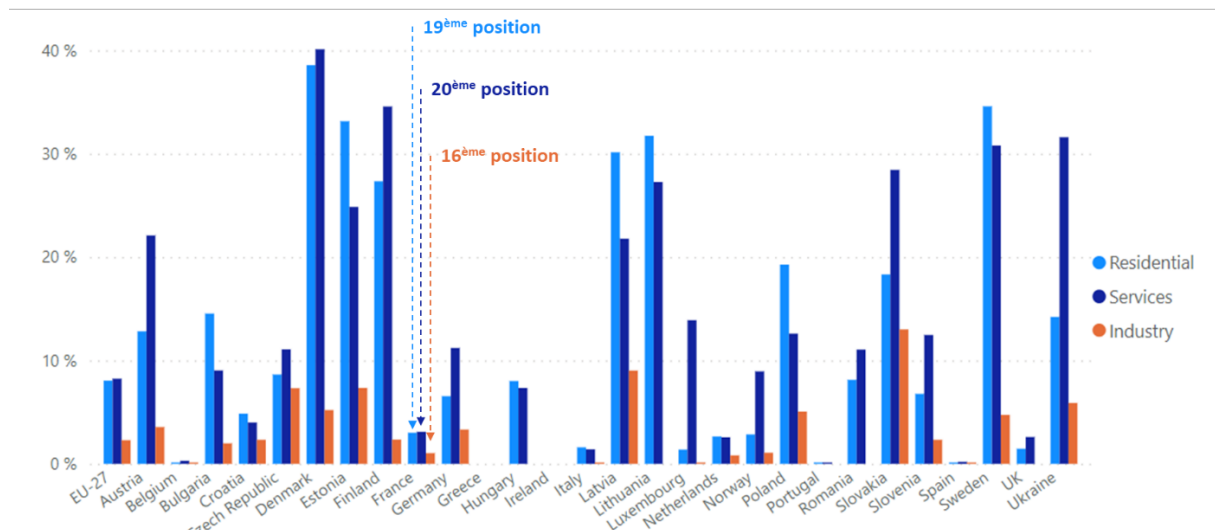


Figure 4 : Comparatif de la couverture des besoins en chaleur par secteurs (%).

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 cogénérée²². 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.

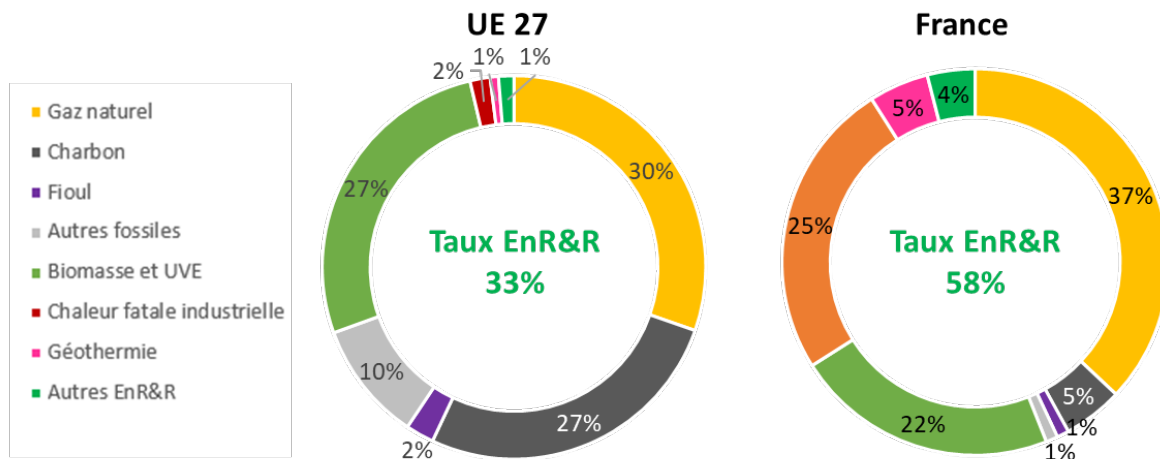


Figure 5 : Comparaison des mix énergétiques 2018

Le développement de la chaleur renouvelable et de récupération est un enjeu fondamental des stratégies environnementales et énergétiques françaises (PPE, LPEC) 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'ADEME²³ 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.

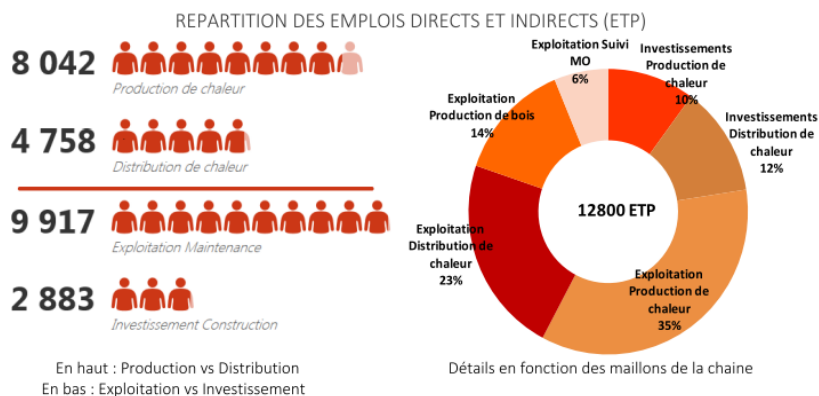
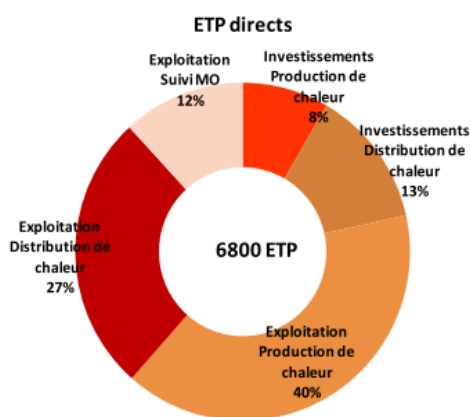


Figure 6 : Répartition des emplois directs et indirects dans les réseaux de chaleur et de froid (In Numeri-ADEME)

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).



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.

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

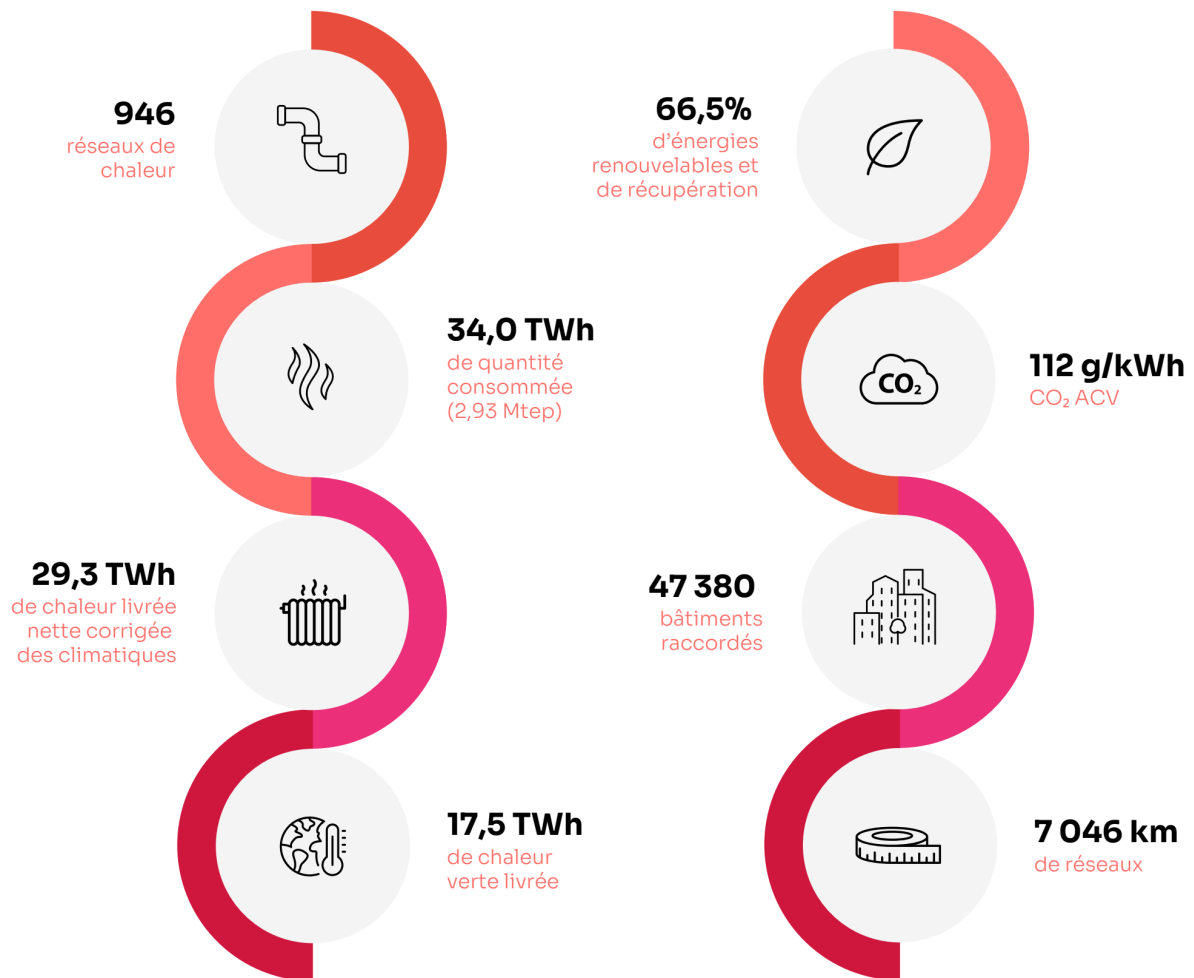
²³ [Lien vers l'étude ADEME](#)



2.2. Caractéristiques générales des réseaux enquêtés

2.2.1. *Les chiffres clés*

923 réseaux de chaleur ont répondu à l'édition 2023 de l'enquête sur les données d'exploitation calendaires en 2022. 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 2022 ou de 2021 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, 23 réseaux ont été imputés, portant à 946 le nombre de réseaux de chaleur étudiés, soit un taux de réponse de 96,9%.





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	380 (40%)	
Longueur totale des réseaux	361 km (5%)	
Nombre de points de livraison	4 905 (10%)	
Total énergie thermique livrée nette	423 GWh (2%)	36,4 ktep ²⁴
Livraison moyenne par réseaux	1,1 GWh	0,10 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 1^{er} 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 reconnaît 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 entraîne, 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 maîtrisent 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 CO₂ de moins qu'un chauffage au gaz naturel et 68% 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'utilisateurs... seront dès lors favorisés.

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



En 2022, pas moins de 602 réseaux classés ont pu bénéficier du classement automatique, soit les deux tiers des réseaux de chaleur en France :

Caractéristiques	Réseaux classés	
Nombre de réseaux	602 (64%)	
Longueur totale des réseaux	5 798 km (82%)	
Nombre de points de livraison	39 433 (83%)	
Total énergie thermique livrée nette	20 903 GWh (80%)	1 797 ktep ²⁵
Taux EnR&R moyen	71,5%	

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.

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 territoriales²⁶. 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 régie 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)**: revient 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.

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

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

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** : revient 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.

Les résultats de l'édition 2023 de l'enquête annuelle révèlent que 81% 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 44% des réseaux et 79% des livraisons de chaleur.

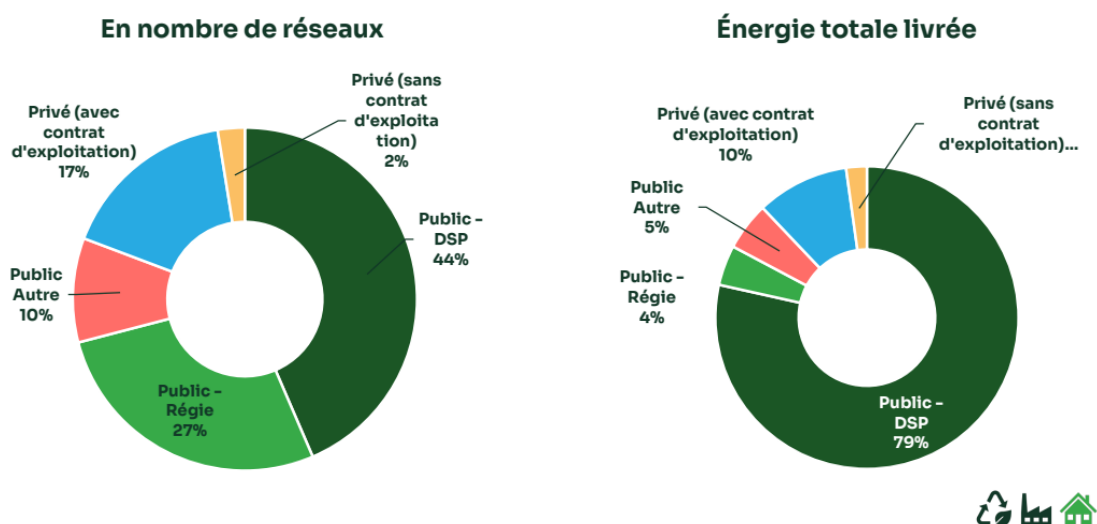


Figure 9 : Mode de gestion des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur

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).

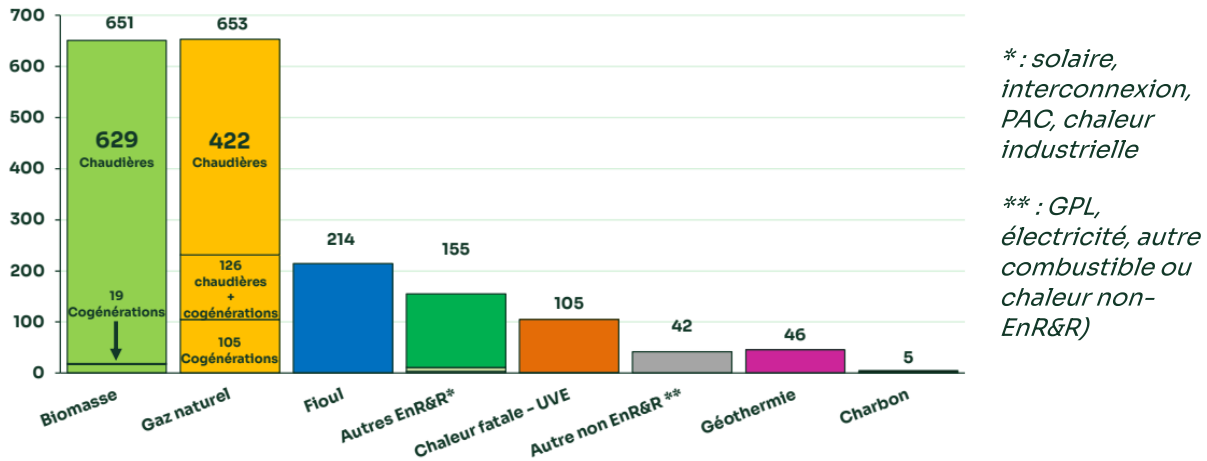


Figure 10 : Énergies utilisées en nombre de réseaux

En 2022, **73% des réseaux, représentant 88% 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).

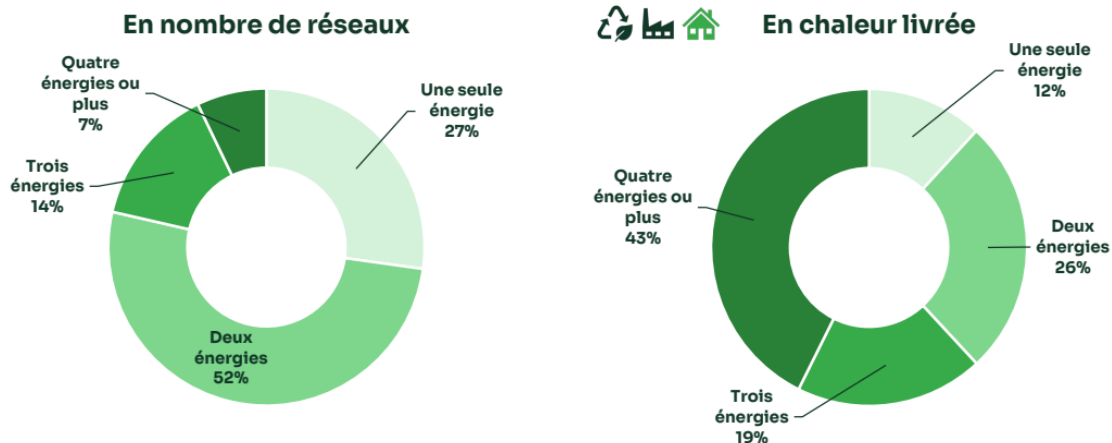


Figure 11 : Sources d'énergie utilisées par les réseaux (en % du nombre de réseaux et en énergie livrée)

Avec 88% 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.

(livrée)

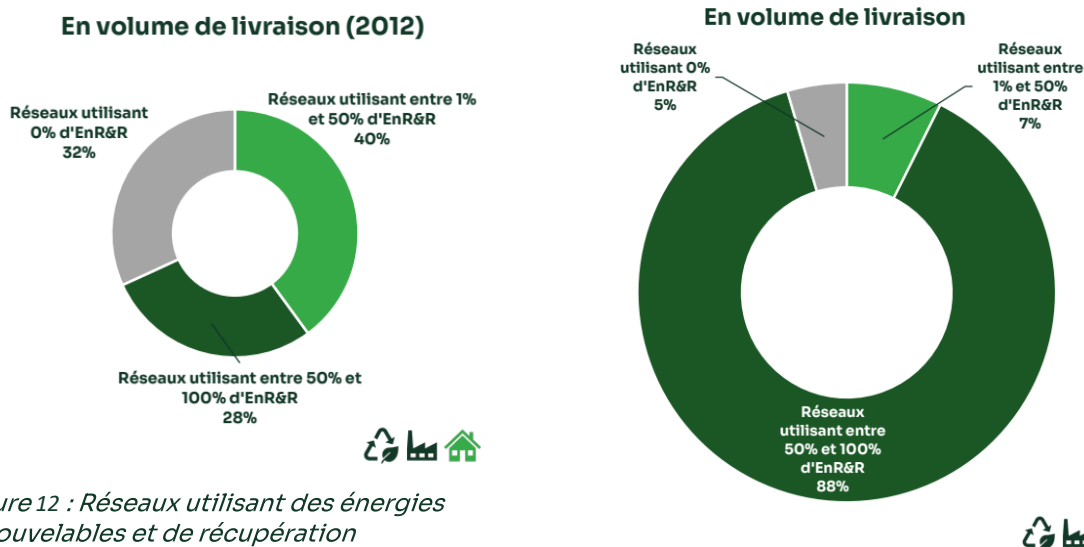


Figure 12 : Réseaux utilisant des énergies renouvelables et de récupération

Les réseaux de chaleur favorisent la production de chaleur verte, issue d'énergies renouvelables thermiques (comme la biomasse ou la géothermie) et de récupération (récupération de chaleur issue de processus industriels ou de la valorisation énergétique des déchets urbains). Pour l'édition 2023 de l'enquête, il est remarquable que 95% de la chaleur fournie par les réseaux urbains contient une part de chaleur verte, dont 88% présente un taux d'énergies renouvelables et de récupération dépassant 50%. Cette avancée est particulièrement significative en comparaison avec la situation en 2012, où seulement 28% des livraisons atteignaient ce seuil.

Lorsque la chaleur est vendue selon un modèle d'abonnement avec une composante variable basée sur la consommation, le dépassement du seuil des 50% permet aux utilisateurs de bénéficier d'un taux de TVA réduit à 5,5%. Cette tendance démontre l'engagement croissant des réseaux de chaleur vers des sources de chaleur plus propres et durables au cours des 10 dernières années, avec une nette amélioration par rapport à 2012.

88% 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

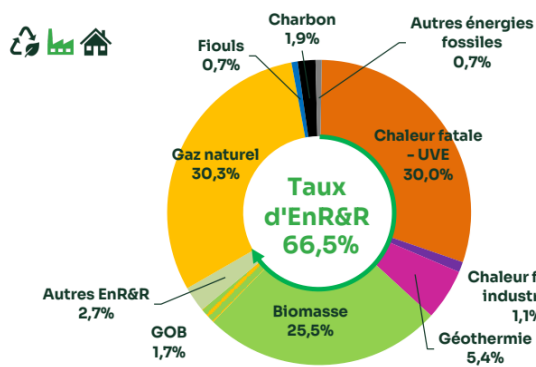


Figure 13 : Bouquet énergétique (en énergie production)

Les réseaux de chaleur jouent un rôle essentiel dans l'atteinte des objectifs de développement des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), car ils facilitent la mobilisation à grande échelle des sources suivantes :

- Les énergies renouvelables, représentées par une part de 25,5% de biomasse et 5,4% de géothermie.
- Les énergies de récupération, provenant à hauteur de 1,1% de la chaleur fatale issue des processus industriels.
- Parfois même les deux simultanément, avec 30,0% de l'énergie provenant des unités de valorisation énergétique (UVE) des déchets ménagers. Il est important de noter que l'énergie produite par les UVE est conventionnellement considérée comme étant composée à 50% d'énergie renouvelable et à 50% d'énergie de récupération. Cette répartition est basée sur le principe de la part biogénique, qui est considérée comme renouvelable et qui est présente en moyenne dans les déchets valorisés.
- Les entrants pour les autres EnR&R représentent 2,7%.

Les réseaux de chaleur ont utilisé, en 2022, 66,5% d'énergie entrante d'origine EnR&R

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 2022.

Source de l'énergie		Nombre de réseaux		Energies consommées ou achetées			Entrants utilisés pour la production de chaleur		Production thermique des réseaux		
		2022	Différence (pts)	2022		Écart relatif 2022/2021	Quantité (GWh PCI) 2022	Ratio (%)	Quantité (GWh) 2022	Ratio (%)	Écart relatif 2022/2021
Energies non EnR&R	Charbon	5	0	673,9	GWh PCI	-19,1%	673,9	2,0%	599,7	1,9%	-18,1%
	Fioul lourd & CHV	3	-3	32,9	GWh PCI	93,6%	32,9	0,1%	29,3	0,1%	93,9%
	Fioul domestique	211	16	204,0	GWh PCI	83,8%	204,0	0,6%	181,9	0,6%	84,8%
	Gaz naturel	600	38	15 385,8	GWh PCS	-18,9%	9 968,8	29,3%	9 166,1	28,8%	-22,1%
	GPL	25	1	11,5	GWh PCS	-54,1%	10,3	0,0%	9,8	0,0%	-54,3%
	Cogénération externe (part fossile)	53	3	507,3	GWh	2,4%	507,3	1,5%	507,3	1,6%	2,4%
EnR&R	Biomasse	639	35	9 745,5	GWh PCI	-8,9%	8 878,5	26,1%	7 623,5	23,9%	-7,1%
	Biogaz	3	-1	45,6	GWh PCS	-20,7%	22,2	0,1%	21,0	0,1%	-23,8%
	Chaleur fatale - industrielle	24	0	349,0	GWh	-31,3%	349,0	1,0%	349,0	1,1%	-31,3%
	Chaleur fatale - UVE	105	7	9 751,2	GWh PCI	-1,3%	9 741,6	28,6%	9 564,1	30,0%	0,2%
	Géothermie directe	46	-1	1 734,7	GWh	-11,0%	1 734,7	5,1%	1 732,7	5,4%	-11,1%
	Cogénération externe verte (Biomasse)	7	3	490,5	GWh	68,3%	490,5	1,4%	490,5	1,5%	68,3%
	Garantie d'origine biométhane	75	8	707,4	GWh PCS	-38,3%	614,8	1,8%	556,2	1,7%	-38,1%
	Pompe à chaleur (part verte)	63	18		GWh				517,9	1,6%	45,1%
Autres	Autres énergies vertes	21	-4	627,1	GWh	-8,9%	627,1	1,8%	326,5	1,0%	-29,4%
	Chaudière électrique			3,8	GWh e	8,8%	3,8	0,0%	4,6	0,0%	14,3%
	Pompe à chaleur (part électrique)			179,3	GWh e	25,6%	179,3	0,5%	186,4	0,6%	35,4%
	Chaleur non EnR	1	1	8,7	GWh PCI		8,7	0,0%	8,7		
Sous-total Energies fossiles				16 815		-17,8%	11 397	33,5%	10 494	32,9%	-20,0%
Sous-total Energies EnR&R				23 451			22 458	66,0%	21 182	66,5%	-4,8%
Sous-total Energies autres				192			192	0,6%	200	0,6%	22,4%
TOTAL				40 458			34 047	100,0%	31 875	100,0%	-10,2%

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



L'année 2022 s'est révélée plus clémente que l'année précédente, se traduisant par une baisse du coefficient de rigueur climatique, passant de 1,024 à 0,852. Cette variation climatique a eu un impact sur les quantités de chaleur livrées, ainsi que sur la production et l'approvisionnement en énergie, résultant en une réduction globale de la demande par rapport à 2021.

À cette diminution du besoin s'ajoute l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments et les mesures de sobriété énergétique encouragées par le gouvernement français. Ces actions volontaires ont contribué à réduire la consommation d'énergie, en particulier celle des énergies fossiles. Par conséquent, la fourniture d'énergie provenant de sources fossiles a chuté de 20% par rapport à l'année précédente.

Malgré la baisse de la demande énergétique globale, les énergies renouvelables et de récupération ont enregistré une diminution moins significative de 5%. Cette résilience suggère une adaptation réussie aux nouveaux défis énergétiques, mettant en évidence la transition vers des sources d'énergie plus durables.

En détail :

- La géothermie directe a connu une réduction de 11%, atteignant un total de 1,73 TWh.
- Les garanties d'origines biométhane ont été utilisées par 75 réseaux, représentant 1,7% du mix de production.
- La biomasse a également baissé de 4%, pour atteindre 9,4 TWh.
- L'énergie provenant des unités de valorisation énergétique des déchets ménagers, avec un partage de 50% d'énergie renouvelable et 50% d'énergie de récupération (conformément à l'article R712-1 du code de l'énergie), est restée stable par rapport à 2021, se situant aux alentours de 9,7 TWh.
- La récupération de chaleur industrielle a enregistré une baisse significative de 31%, s'établissant à 0,35 TWh en 2022.

L'utilisation d'énergies fossiles continue de diminuer, notamment les énergies fossiles les plus carbonées, avec les tendances suivantes :

L'utilisation du charbon a baissé de 18% par rapport à 2021, et il ne reste que 5 réseaux de chaleur ayant recours à cette source, représentant 1,9% de la production thermique totale.

- L'usage du gaz naturel a connu une nette réduction de 18%, pour un total de 10,5 TWh.

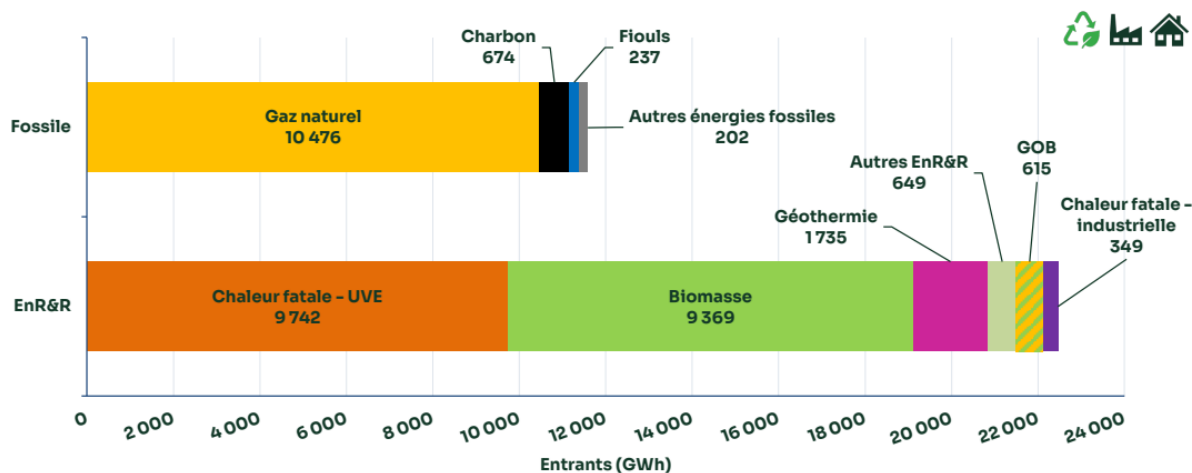


Figure 14 : Entrants des dix principales sources d'énergie

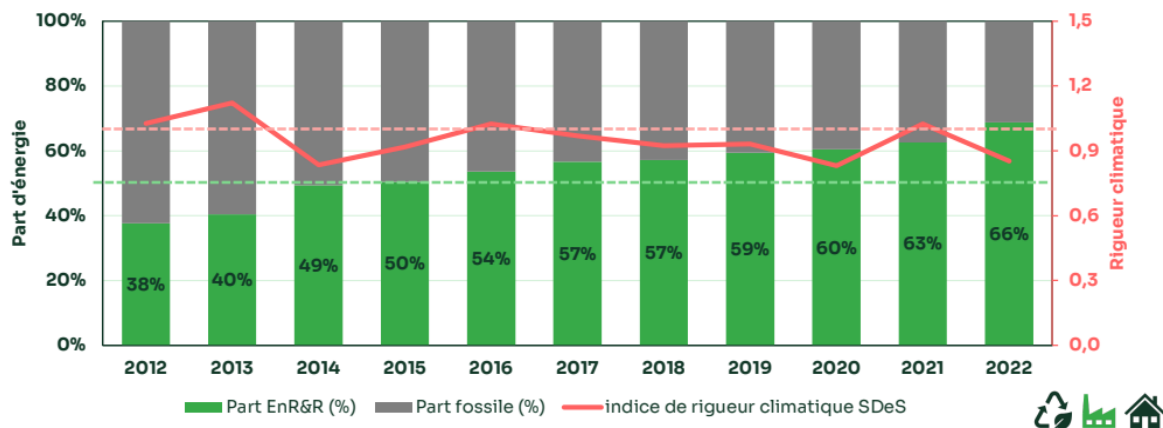


Figure 15 : Évolution des taux d'EnR&R depuis 2012

Les réseaux de chaleur maintiennent leurs efforts de verdissement, consolidant ainsi leur avance par rapport aux autres infrastructures énergétiques. En effet, avec un taux de 66,5% d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), ils transportent une part d'énergie renouvelable et de récupération bien plus élevée que d'autres réseaux énergétiques.

Pour mettre cette réalisation en perspective, le réseau électrique affichait en 2022²⁷ un taux d'énergie renouvelable de 26%, représentant 116,9 TWh d'électricité verte. En revanche, le réseau de transport de gaz, en 2022²⁸, comptait seulement 2% d'énergie renouvelable, avec une capacité de production de 9 TWh sur une consommation totale de 43 TWh.

La substitution rapide des énergies fossiles par les EnR&R a été particulièrement notable au cours des années 2012-2014, principalement grâce à la mise en place du Fonds chaleur. Bien que cette tendance ait perduré, elle s'est progressivement atténuée depuis 2015.

La figure ci-dessous illustre le recours aux différentes sources d'énergie utilisées :

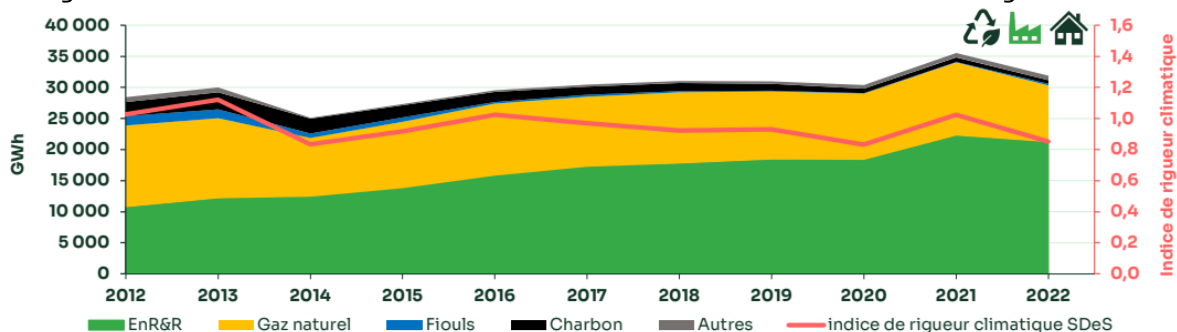


Figure 16 : Évolution du bouquet énergétique (en énergie produite)

L'indice de rigueur climatique national pris en compte est celui défini par le SDES. Il est calculé en comparant les Degrés-Jours Unifiés (DJU) de l'année en cours (n) avec les DJU d'une période de référence qui était, jusqu'en 2020, de 1986 à 2015, mais qui a été modifiée en 2021 pour couvrir la période de 1991 à 2020.

Si cet indice est inférieur à 1, cela signifie que l'année a été plus chaude que la période de référence (et plus froide si l'indice est supérieur à 1). En 2022, cet indice de rigueur climatique était de 0,852, indiquant une année plus chaude que la normale et donc avec des besoins en chauffage réduits. En comparaison, cet indice était de 1,024 en 2021 et de 0,831 en 2020.

²⁷ [Bilan électrique 2022 - RTE](#)

²⁸ [Bilan gaz et gaz renouvelables 2022 - GRT Gaz](#)

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

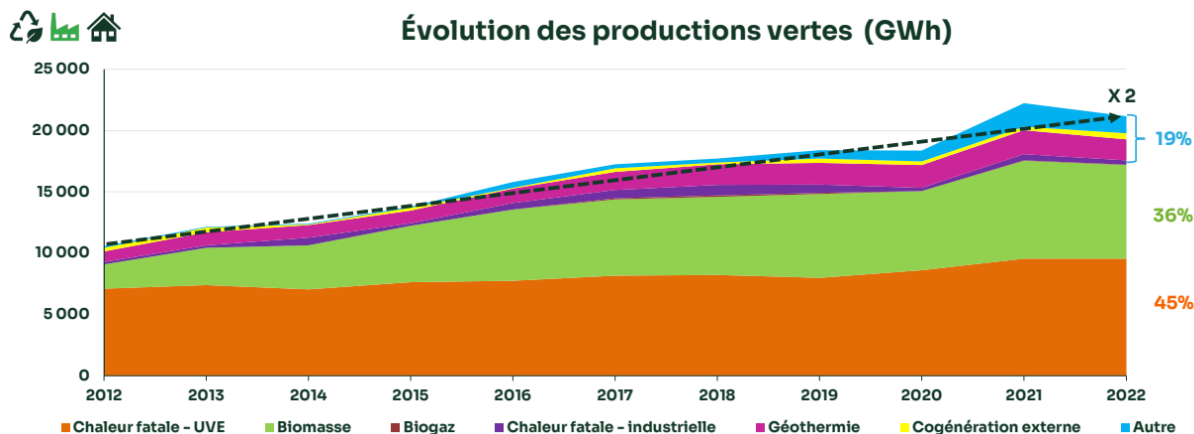


Figure 17: Évolution des EnR&R utilisées par les réseaux de chaleur (en énergie produite)

Les réseaux de chaleur jouent un rôle essentiel dans la réalisation des objectifs de développement des énergies renouvelables et de la valorisation des énergies de récupération. Comme le montrent les courbes d'évolution (figures ci-dessus), les réseaux de chaleur augmentent chaque année leur utilisation d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R). Ils ont initialement reposé sur un ensemble historique d'unités de valorisation énergétique des déchets. À partir de 2009, notamment grâce au soutien du Fonds chaleur, la part d'EnR&R a connu une augmentation quasiment linéaire, principalement due à la croissance constante et significative de la 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.

1.1.1. Place de la cogénération

Principe et avantages

La cogénération est un processus permettant de produire simultanément de l'électricité et de la chaleur à partir de la même source d'énergie primaire, généralement du gaz naturel, bien que d'autres sources telles que la biomasse ou le biogaz puissent également être utilisées. Cependant, en raison de la fin des incitations à la cogénération, le nombre de ces installations devrait diminuer au fil de l'expiration des contrats de vente d'électricité.

Les systèmes de cogénération produisent de l'électricité et de la chaleur à proximité des utilisateurs, ce qui renforce la résilience des systèmes énergétiques locaux. Cette approche est particulièrement économe en énergie, car elle permet d'exploiter pleinement la chaleur générée lors de la production d'électricité, en utilisant diverses technologies telles que des moteurs (pour le gaz ou le biogaz) ou des turbines (avec n'importe quel combustible).

La cogénération est une méthode de production plus efficace, car elle consomme entre 15% et 30% moins d'énergie primaire que les meilleures méthodes de production séparée d'électricité et de chaleur, tout en répondant aux besoins en chaleur du site où elle est installée. De plus, en rapprochant la production de la consommation, la cogénération permet de réduire les pertes liées au transport et à la distribution de l'électricité.

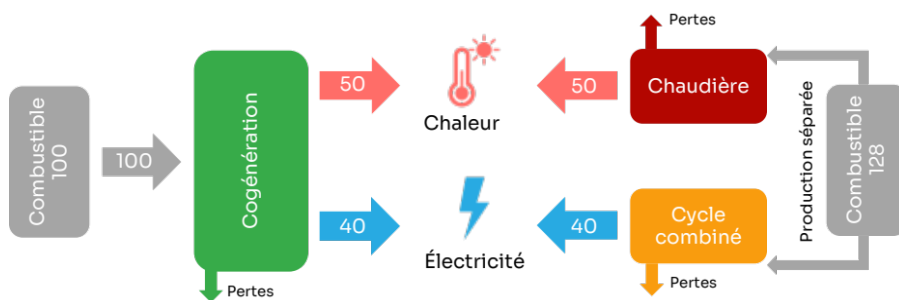
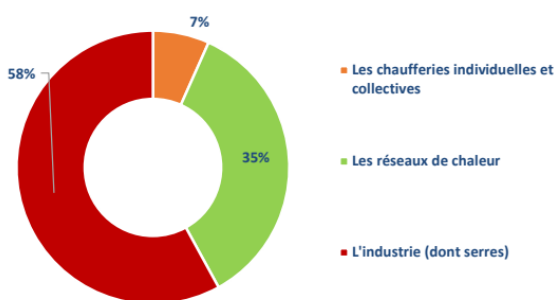


Figure 18 : Comparaison de la cogénération aux outils de productions séparées d'électricité et de chaleur (unité MWh)

Ce schéma simplifié illustre que pour produire 50 MWh de chaleur et 40 MWh d'électricité, il faut 128 MWh de combustible lorsque les deux productions sont séparées. En revanche, avec la cogénération, cela ne nécessite que 100 MWh de combustible. Cette différence met en évidence l'efficacité énergétique accrue de la cogénération par rapport à des méthodes de production séparées.

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

- Maximiser la valorisation de l'énergie consommée ;
- Réduire les émissions de CO₂ ;
- Réaliser des économies d'énergie primaire entre 15 et 30% ;
- Rendre les systèmes énergétiques locaux plus résilients.



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).

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

Aperçu de la cogénération dans les réseaux de chaleur

La cogénération présente de nombreux avantages, ce qui maintient un nombre relativement stable de réseaux équipés ces dernières années : 20% en 2022, 22% en 2021, 23% en 2020.

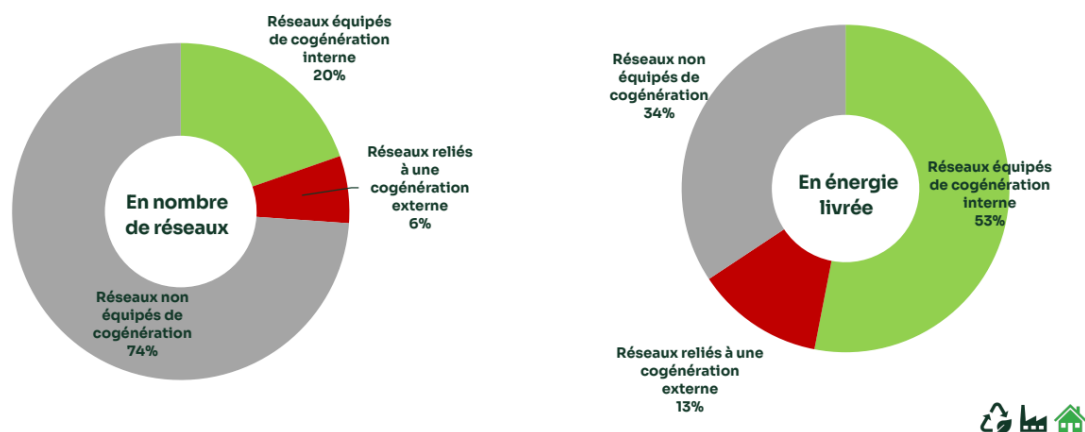


Figure 20 : Réseaux équipés de cogénération interne ou externe en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur

Cogénérations dans les réseaux de chaleur	Unité	Valeur 2022	Valeur 2021
Énergie entrante à l'équipement de cogénération	TWh	9,9	11,5
Électricité produite	TWhe	3,2	3,6
Chaleur produite à destination des réseaux de chaleur	TWhth	4,6	5,2

Tableau 2 : Caractéristiques des équipements de cogénération interne

Dans l'enquête annuelle sur les réseaux de chaleur et de froid, on distingue deux types de cogénération :

- La cogénération interne : il s'agit de la cogénération où la chaleur produite est entièrement dédiée au réseau. Les puissances et quantités d'énergie (électriques, thermiques, frigorifiques) sont celles qui proviennent exclusivement de la cogénération.
- La cogénération externe : cette forme de cogénération implique que les équipements ne sont pas intégrés aux installations de production du réseau et que la chaleur n'est souvent pas totalement destinée au réseau.

La répartition des productions de chaleur issues des équipements de cogénération, en incluant les cogénérations internes et externes, confirme la prédominance du gaz naturel. En effet, la cogénération au gaz naturel occupe la place principale, représentant 78% du mix énergétique entrant dans les réseaux de chaleur, et contribuant à hauteur de 61% de l'énergie thermique produite par les cogénérations.

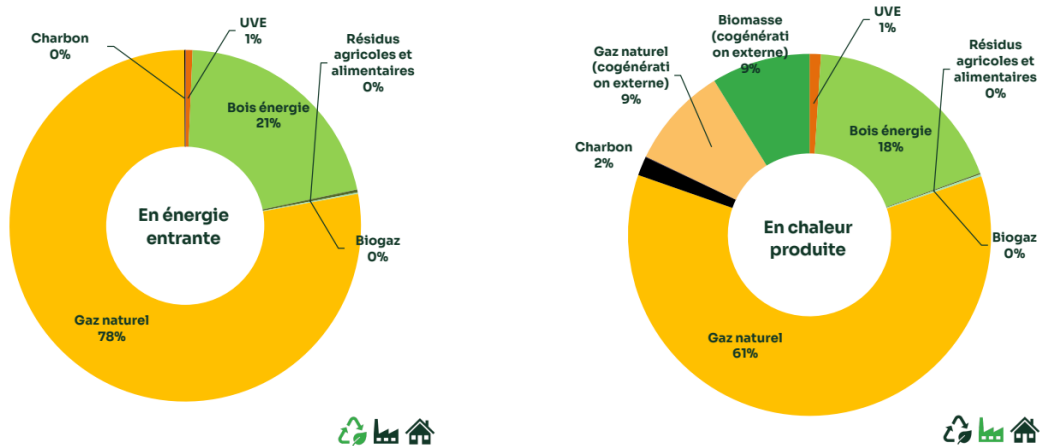
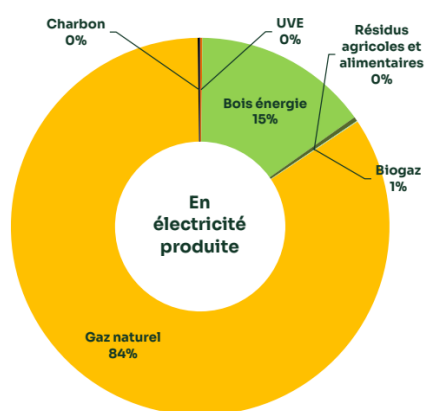


Figure 21 : Bouquets énergétiques des équipements de cogénération interne et externe dans les réseaux de chaleur



Il est important de noter que la part d'électricité produite par les équipements de cogénération interne est nettement plus élevée pour le gaz (84% en 2022) que pour la biomasse. Cette différence s'explique par le fait que les cogénérations biomasse ont généralement un fonctionnement annuel et flexible, tandis que les cogénérations au gaz sur les réseaux de chaleur ne fonctionnent que pendant l'hiver à pleine charge.

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



La biomasse occupe la première place parmi les sources d'énergie renouvelable pour les équipements de cogénération, contribuant à hauteur de 18% de la chaleur produite, qu'il s'agisse de la cogénération interne ou externe.

Pour ce qui est des cogénérations biomasse, elles sont contractuellement tenues de fonctionner en mode de base, avec une efficacité énergétique minimale pendant la saison hivernale, où l'électricité est produite comme sous-produit de la génération de chaleur. Cependant, leur faible présence sur les réseaux de chaleur peut s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment :

- Un besoin d'emprise foncière considérable, avec des coûts élevés et peu de terrains disponibles en milieu urbain.
- De nombreux réseaux avaient déjà opté pour la construction de chaufferies au bois, soutenus par le Fonds chaleur et la TVA réduite. Par conséquent, il y avait généralement peu de place pour l'introduction de cogénérations biomasse.
- La fin des dispositifs de soutien, qui touche l'ensemble des installations de cogénération, quel que soit le type d'énergie utilisé.

Le tableau suivant résume les données précédentes, en distinguant les équipements de cogénération en fonction des combustibles utilisés dans les réseaux de chaleur.

Type de combustible	Nombre de cogé	Quantité utilisée (GWh PCI)	Chaleur produite (GWh)	Électricité produite (GWh)	Rendement cogé	Part entrant moy pour cogé (%)	Puissance électrique installée (MWe)			
Interne	Biomasse	12	2 076	1 040	19%	478	15%	0,73	43%	136
	Autres fossiles	1	119	98	2%	7	0%	0,88	9%	4
	Gaz naturel	179	7 672	3 395	61%	2 688	85%	0,79	19%	1272
	UVE	1	66	56	1%	6	0%	0,95	11%	43
Externe	Gaz naturel	54	527	9%						
	Biomasse	7	491	9%						
Total interne	193	9 932	4 589	82%	3 180	100%	0,78			1455
Total externe	61		1 017	18%						
TOTAL	254	9 932	5 607	100%	3 180	100%	0,78			1455

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.

15% de la chaleur produite dans les réseaux urbains de chaleur est produite à partir d'équipements de cogénération.

1.2. Évolution des émissions de CO₂

2.3.3. Contenu en CO₂

Avec la mise en œuvre de la nouvelle réglementation environnementale des bâtiments, la RE2020, l'enquête nationale permet désormais d'obtenir les données sur les émissions de CO₂ directes et les émissions de CO₂ en analyse de cycle de vie (ACV) pour chaque réseau de chaleur et de froid. Ces chiffres sont calculés conformément aux directives du [Guide méthodologique de l'enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid](#).

En agrégeant ces données individuelles, il est possible de calculer les moyennes des émissions de CO₂ pour l'ensemble des réseaux de chaleur en France. Comme l'illustre le graphique ci-dessous, la moyenne des émissions de CO₂ direct a continué de diminuer pour atteindre **84 g/kWh** en 2022 (contre 94 g/kWh en 2021). Cette réduction significative sur la décennie précédente est principalement attribuable à l'incorporation progressive de la biomasse dans le mix énergétique. En ce qui concerne les émissions de CO₂ en ACV, la moyenne s'établit à **112 g/kWh** en 2022 (contre 125 g/kWh en 2021).



La méthodologie de calcul du nouvel indicateur du contenu en CO₂ en émissions ACV a été élaborée en 2020 pour répondre aux nouvelles exigences de la RE2020, qui est entrée en vigueur le 1er janvier 2022. En conséquence, le contenu moyen en ACV a été recalculé de manière rétroactive pour les éditions antérieures de l'enquête, qui avaient eu lieu avant la définition de cette méthodologie. Il est prévu que le contenu en CO₂ en émissions ACV remplace progressivement le contenu en CO₂ en émissions directes, qui est encore utilisé pour les projets conformes à la réglementation thermique RT2012.

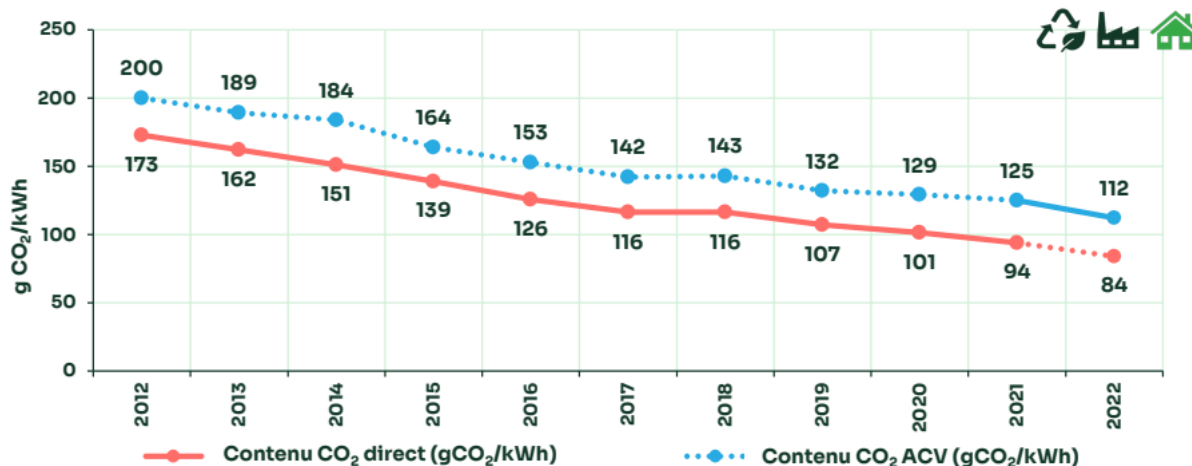


Figure 23 : Évolution du contenu en CO₂ direct et ACV des réseaux de chaleur (gCO₂/kWh)

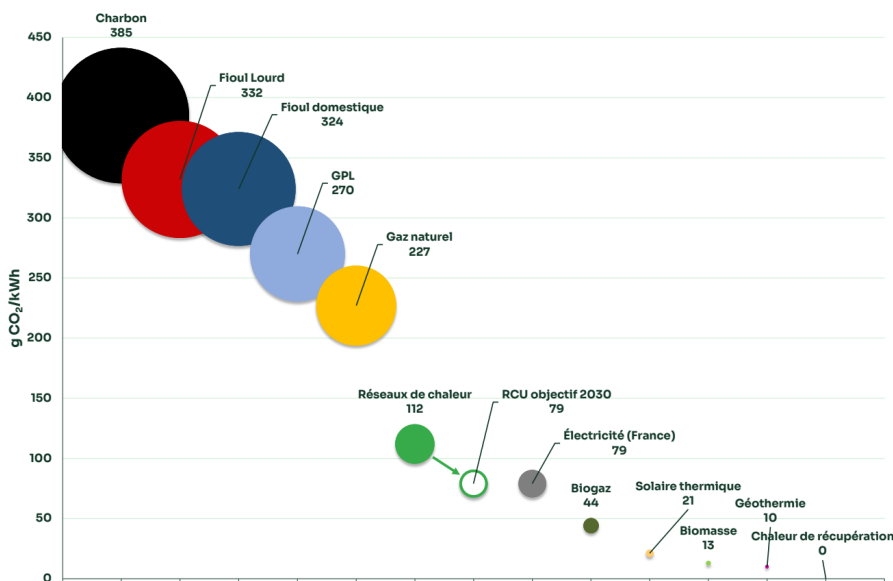
Avec un contenu moyen de CO₂ en émissions directes de 84 g/kWh en émissions directes, les réseaux de chaleur en France sont moins émissifs de :

- 59% par rapport au gaz naturel (205 g/kWh) ;
- 69% par rapport au fioul domestique (270 g/kWh).

À noter qu'en 10 ans, le contenu moyen en CO₂ en émissions directes des réseaux a baissé de 51%.

Le contenu moyen CO₂ en émissions ACV des réseaux de chaleur est de 112 g/kWh. En ACV, les réseaux de chaleur sont moins émissifs de :

- 51% par rapport au gaz naturel (227 g/kWh) ;
- 66% par rapport au fioul domestique (324 g/kWh).



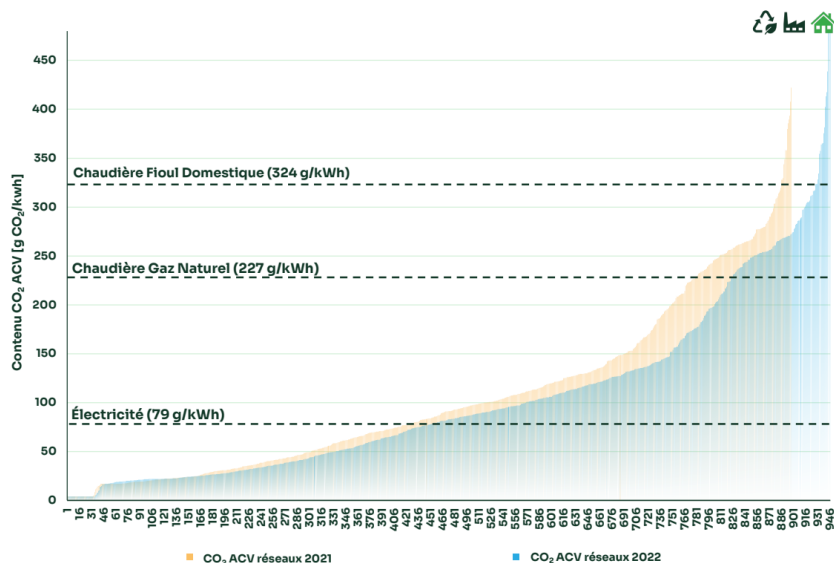
La prise en compte du contenu CO₂ en ACV n'a pas uniquement un impact sur le contenu des réseaux de chaleur, mais également sur le contenu associé à chaque source d'énergie. En termes d'émissions directes, nous considérons le contenu CO₂ comme nul pour toutes les énergies renouvelables et de récupération, tandis qu'en ce qui concerne les émissions ACV, chaque source d'énergie renouvelable et de récupération se

voit attribuer un contenu CO₂ spécifique.

Pour une comparaison, voici les contenus en CO₂ en ACV des différentes sources d'énergie présentés dans la figure ci-dessus.



La figure ci-dessous montre le classement du contenu **CO₂ en émissions directes** et **CO₂ en émissions ACV** pour chacun des réseaux de l'échantillon du parc français ayant répondu à l'enquête sur les données 2022.



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 des contenus en CO₂ en ACV des réseaux pour 2021 (représentée en bleu) reflète les efforts entrepris par les réseaux pour réduire leurs émissions de carbone par rapport à l'année précédente (en orange).

Figure 25 : Dispersion des réseaux de chaleur en

termes d'émissions de CO₂ 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	946	100%	100%
> 324 g CO₂/kWh	16	1,7%	0,2%
227 - 324 g CO₂/kWh	108	11,4%	5,4%
112 - 227 g CO₂/kWh	202	21,4%	40,8%
79 - 112 g CO₂/kWh	167	17,7%	24,1%
79 g CO₂/kWh	453	47,9%	29,5%

Le tableau présente la distribution en nombre et en livraisons en fonction des niveaux de contenu CO₂ associés au fioul, au gaz, à la moyenne nationale des réseaux de chaleur et à l'électricité. On observe que 66% des réseaux sont en dessous de la moyenne nationale (112 g CO₂/kWh) en termes de contenu CO₂, et ces réseaux représentent 54% des livraisons totales de chaleur.

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

- 60% des réseaux ont un contenu en CO₂ en émissions ACV inférieur à 100 g/kWh
- 87% des réseaux ont un contenu en CO₂ en émissions ACV inférieur à une chaudière gaz naturel.
- 98% des réseaux ont un contenu en CO₂ en émissions ACV inférieur à une chaudière au fioul domestique.

2.3.4. 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 CO₂ du bâtiment de sa construction jusqu'au traitement des déchets issus de la démolition. Cette analyse du contenu CO₂, 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 (CO₂ en émissions directes) et en analyse de cycle de vie (CO₂ en émissions ACV).

Comme expliqué dans le Focus, la réglementation environnementale RE2020 établit divers critères pour définir des normes concernant la sobriété énergétique des bâtiments (Bbio renforcé, Cep), l'utilisation d'énergies à faibles émissions de carbone (RCR), les émissions de gaz à effet de serre (EGES en ACV²⁹), ainsi que le confort estival minimal (Degré-heures d'inconfort).

Pour chaque catégorie de bâtiments (logements individuels, logements collectifs, établissements scolaires, bureaux), la RE2020 a défini des valeurs seuils et des trajectoires pour ces indicateurs. Les vecteurs énergétiques qui fournissent de l'énergie aux bâtiments doivent se conformer à ces normes.

Par exemple, l'indice EGES, exprimé en équivalent kg CO₂ en ACV/m²/an, mesure les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'énergie primaire du bâtiment sur une durée de vie de cinquante ans. Une trajectoire spécifique a été élaborée pour les logements collectifs, comme illustré ci-dessous :

	Seuil 2022		Seuil 2025		Seuil 2028	
	EGES (kgCO ₂ eq ACV/m ² /an)	Contenu CO ₂ ACV des RCU (gCO ₂ /kWh)*	EGES (kgCO ₂ eq ACV/m ² /an)	Contenu CO ₂ ACV des RCU (gCO ₂ /kWh)*	EGES (kgCO ₂ eq ACV/m ² /an)	Contenu CO ₂ ACV des RCU (gCO ₂ /kWh)*
Logements collectifs	14	<285	8	<145	6,5	<120

* Estimations moyennes FEDENE Réseaux de chaleur & froid sur des bâtiments types.

Bien que les réseaux de chaleur affichent un faible contenu carbone et aient suivi une trajectoire de réduction continue au cours des 10 dernières années, la réglementation RE2020 impose à chaque réseau de chaleur d'atteindre un seuil de décarbonation ambitieux. En effet, 291 réseaux de chaleur, représentant 31% des livraisons, devront réduire les émissions de gaz à effet de serre de leur production de chaleur d'ici 2028 pour respecter le seuil EGES de 6,5 kg CO₂eq/m²/an.

	Nombre de réseau de chaleur	Part des réseaux de chaleur	Part des livraisons de chaleur
TOTAL	946	100%	100%
> 14 kg CO₂eq/an/m²	41	4%	1%
8-14 kg CO₂eq/an/m²	166	18%	28%
6,5-8 kg CO₂eq/an/m²	84	9%	11%
< 6,5 kg CO₂eq/an/m²	655	69%	60%

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 CO₂/m², noté IC_{énergie}. Cet indicateur reflète la consommation en équivalent CO₂ 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).



Nous constatons que 70% des réseaux de chaleur respectent déjà les seuils 2028 de la RE2020. La décarbonation du tiers restant devrait s'accélérer ces prochaines années pour descendre en dessous des plafonds RE2020.

Le graphique ci-dessous explicite les données du tableau :

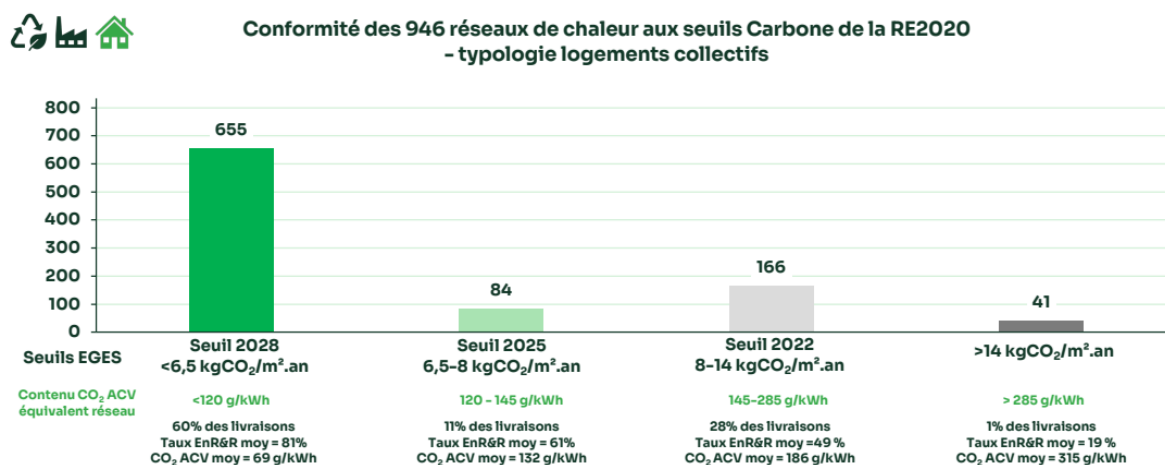


Figure 26 : Répartition des réseaux de chaleur existants par rapport aux seuils EGES de la RE2020

2.3.5. CO₂ évité

Le graphique ci-dessous précise les quantités de CO₂ 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 de l'enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid](#).

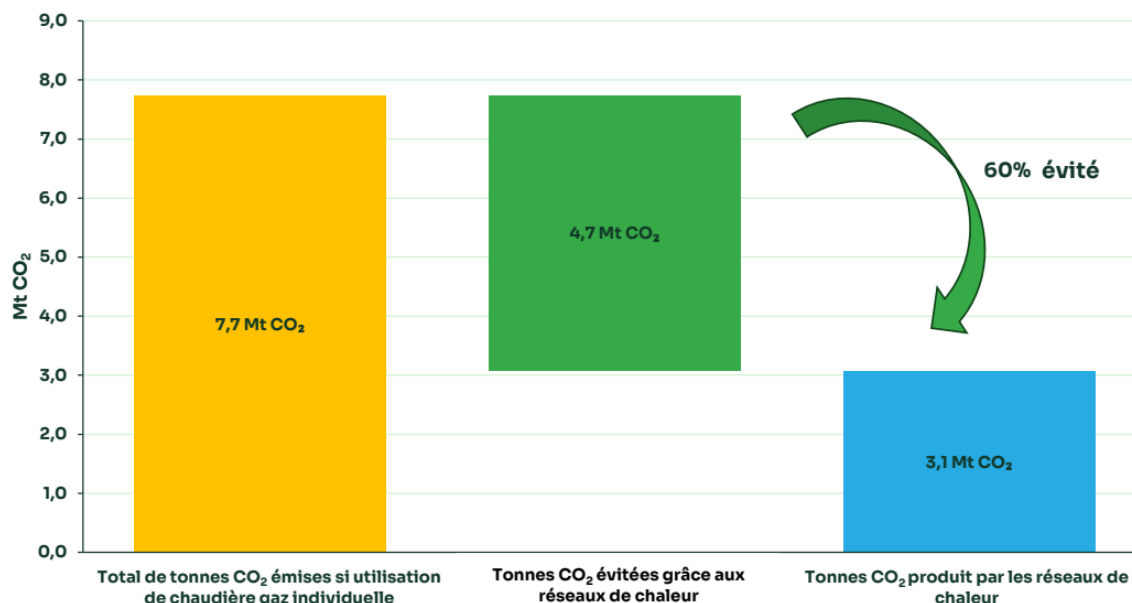


Figure 27 : CO₂ ACV évité en 2021 - par le recours à des réseaux de chaleur en comparaison à des chaudières gaz

L'utilisation de réseaux de chaleur a permis d'éviter l'émission de 4,7 millions de tonnes de CO₂ en 2022 par rapport à des chaudières individuelles au gaz, ce qui équivaut à retirer 2,3 millions de voitures de la circulation chaque année !

2.4. Distribution

2.4.1. Niveaux de température

Les différentes sources de production de chaleur ne permettent pas d'atteindre les mêmes régimes de température. Les combustibles non renouvelables, tels que le gaz, ou renouvelables, comme le bois, peuvent produire de la chaleur à des températures élevées, atteignant facilement plusieurs centaines de degrés et permettant de fournir de la chaleur à une température de 100°C. En revanche, il est plus difficile d'atteindre de telles températures à partir de sources telles que la géothermie superficielle ou la récupération de chaleur des eaux usées. Les technologies telles que le solaire thermique, la récupération de chaleur industrielle, la chaleur collectée dans un immeuble climatisé, etc., couvrent une gamme de températures intermédiaires. En général, plus la température du réseau est basse, plus il peut exploiter une variété importante de sources de chaleur de manière optimale. Cela peut se faire par un échange direct si la température de la source est supérieure à celle du réseau, ou à travers une pompe à chaleur si la température est légèrement inférieure³⁰. Depuis quelques années, la tendance est à la conversion des réseaux d'eau surchauffée en réseaux d'eau chaude.

Comme le montre la figure ci-dessous, en 2022, 89% des réseaux distribuaient 52% de la chaleur via un réseau avec une température inférieure ou égale à 110°C. Les chiffres étaient semblables en 2021, avec 90% des réseaux utilisant ce niveau de température, représentant également 50% de l'énergie thermique livrée.

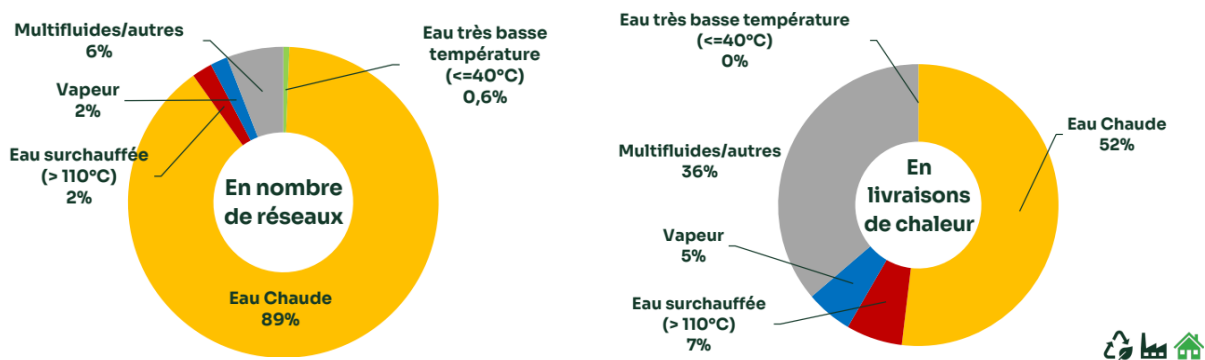


Figure 28 : Type de fluide caloporteur utilisé en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur

2.4.2. Évolution des longueurs de réseaux

La longueur totale des réseaux de chaleur a augmenté par rapport à l'année précédente, atteignant 7 046 km, ce qui représente une augmentation de 517 km. Cette augmentation est le résultat de deux facteurs : l'augmentation du nombre de réseaux et l'extension des réseaux existants.

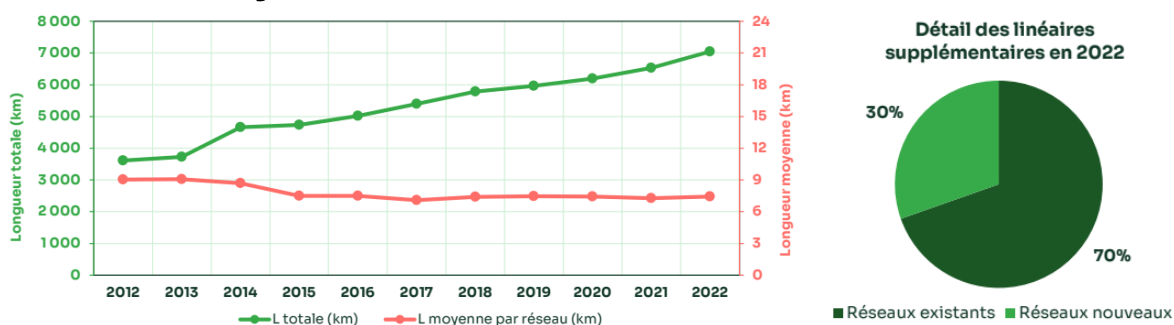
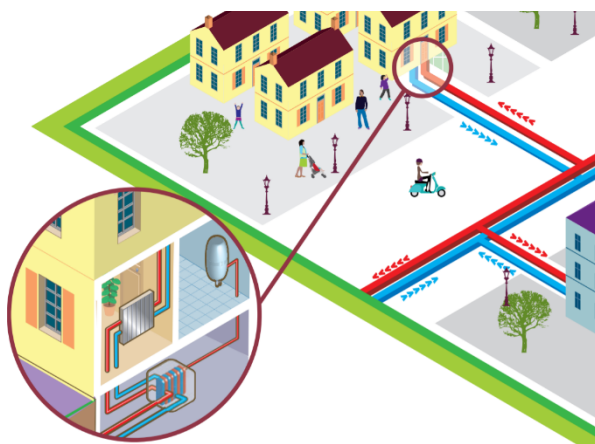


Figure 29 : Évolution de la longueur des réseaux

La longueur moyenne par réseau, calculée en divisant la longueur totale par le nombre de réseaux, est restée relativement stable, atteignant cette année 7,5 km par réseau, comme indiqué dans la figure ci-dessus. Cette stabilité s'explique en partie par l'inclusion progressive des réseaux de petite puissance dans l'enquête depuis 2016. Pour les réseaux de moins de 3,5 MW, la longueur moyenne est de 0,95 km, tandis que pour les réseaux de plus de 3,5 MW, elle est de 10,5 km.

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

2.4.3. 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 30 : 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 47 380. 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).

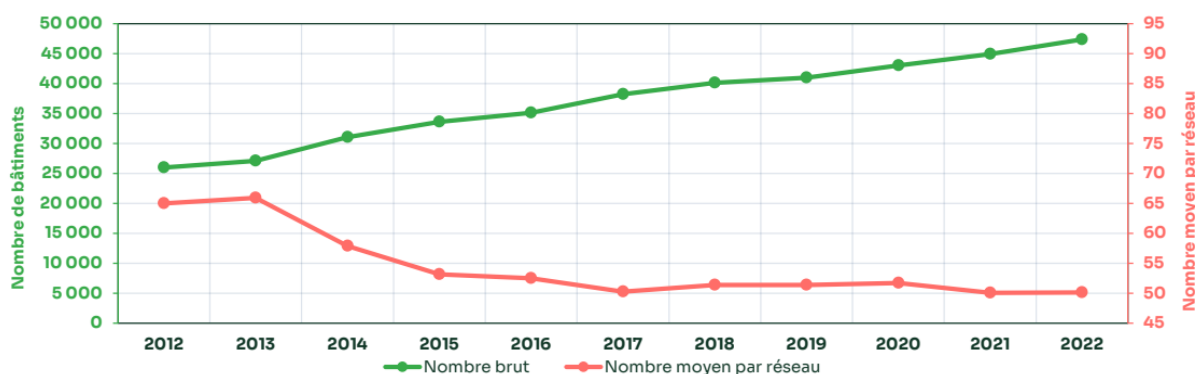


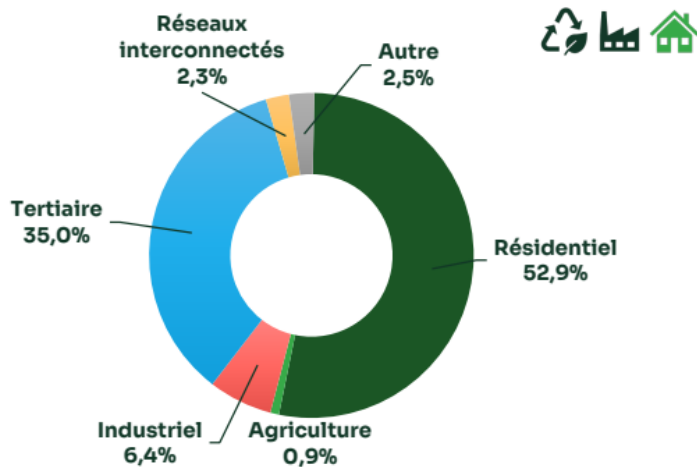
Figure 31 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés (sous-stations) aux réseaux³¹

De même que l'évolution des longueurs de réseau, liée à la prise en compte d'un nombre croissant de petits réseaux, le nombre moyen de sous-stations par réseau reste relativement stable, atteignant cette année une moyenne de 50 sous-stations par réseau. Il est à noter que les réseaux de moins de 3,5 MW représentent 8 % des sous-stations raccordées, soit un total de 3 845 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).

2.5. Livraisons de chaleur et suivi des objectifs

2.5.1. Livraisons de chaleur



Les livraisons de chaleur représentent la quantité de chaleur fournie aux utilisateurs finaux, desservant divers secteurs tels que le résidentiel, l'agriculture, l'industrie, le tertiaire et les réseaux interconnectés.

En 2022, les réseaux de chaleur ont livré un total de **26 264 GWh** de chaleur nette aux utilisateurs finaux. La majeure partie, soit 88 %, a été destinée aux bâtiments résidentiels et tertiaires, comme indiqué dans la figure ci-contre. Les 12 % restants ont été répartis entre les autres secteurs, y compris l'industrie, l'agriculture, les réseaux

Figure 32 : Ventilation des livraisons de chaleur

interconnectés et d'autres usages. Les 299 petits réseaux ($\leq 3,5$ MW) représentent seulement 1,2% de ces livraisons.

En utilisant les données provenant du CEREN et du SDES relatives au parc de résidences principales et à la consommation énergétique détaillée dans le secteur résidentiel, il est possible de calculer la consommation annuelle de chauffage par logement. Cette consommation dépend à la fois de la rigueur climatique et de l'efficacité énergétique des bâtiments. En divisant les livraisons nettes de chaleur des réseaux de chaleur de 2022 par cette consommation par logement, nous pouvons estimer le nombre équivalent de logements chauffés par ces réseaux. En 2022, ce nombre s'élevait à 2,7 millions de logements. Les données du CEREN/SDES sont généralement disponibles avec un décalage de deux ans par rapport à l'année en question. Compte tenu de ce décalage la Fedene a projeté de manière linéaire le nombre d'équivalents logements en 2022. Cette valeur sera confirmée l'année prochaine, une fois les données du CEREN/SDES publiées.

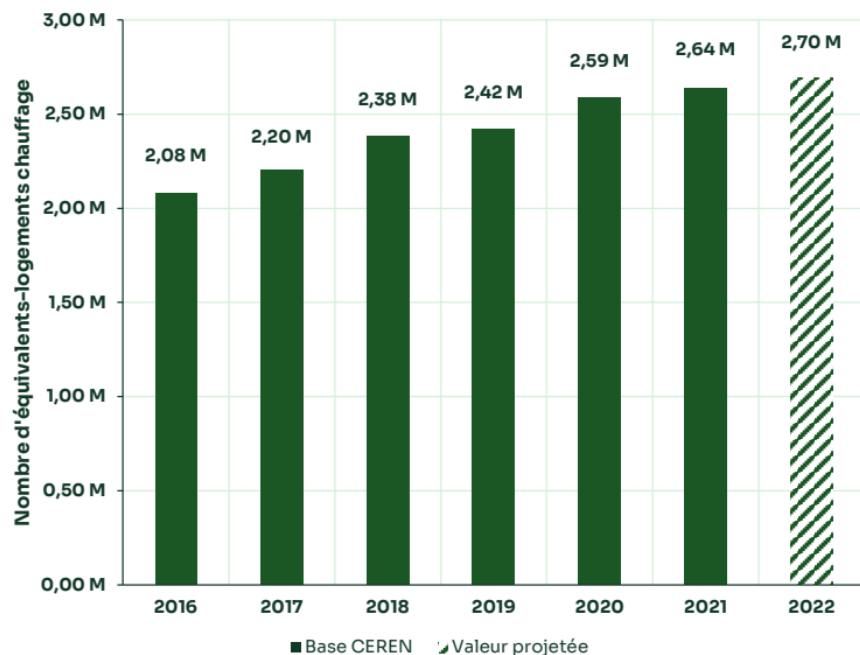


Figure 33 : Évolution du nombre d'équivalents-logements desservis par les réseaux de chaleur

2.5.2. Suivi des objectifs de livraisons vertes

Dans cette section, nous allons analyser l'évolution des livraisons de chaleur en 2022 et mettre en évidence le développement continu des réseaux de chaleur en France, favorisé par l'arrêt de classement et l'intérêt croissant pour ces systèmes énergétiques durables.

Suivi des livraisons non-corrigées de la rigueur climatique

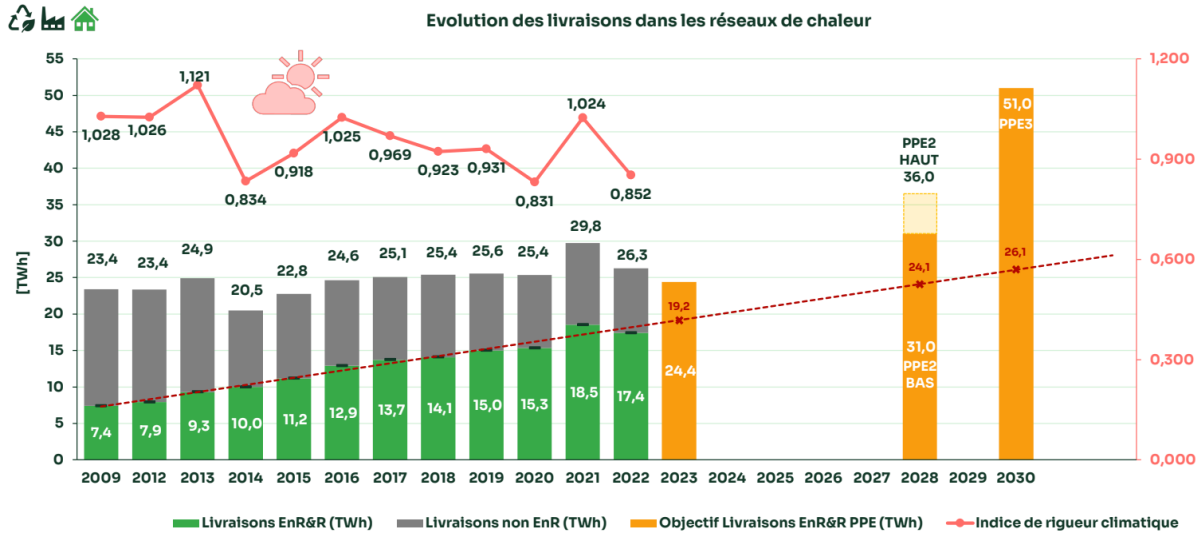


Figure 34 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R

Constat immédiat : les livraisons totales des réseaux de chaleur ont diminué de 12%. Trois principaux facteurs peuvent ici être invoqués : la météo, le développement des réseaux, l'adoption de gestes sobres par les usagers.

Les besoins de chauffage varient d'une année à l'autre en fonction de la rudesse des hivers. Lors d'un hiver plus doux, les besoins de chauffage sont moins importants, ce qui impacte naturellement à la baisse les livraisons de chaleur. Les besoins d'eau chaude sanitaire sont moins sensibles aux variations de températures puisque les usagers auront toujours besoin d'eau chaude pour répondre à leurs besoins sanitaires, culinaires et ménagers. Un indice dit « de rigueur climatique » représente cette variation de température d'une année sur l'autre.

L'hiver 2022 a été plus clément que l'hiver 2021 qui fut assez rigoureux. La chute de 17% de l'indice de rigueur climatique explique en grande partie celle des livraisons de chaleur entre 2022 et 2021.

Afin de répondre à la crise énergétique et limiter autant que possible la consommation d'énergie, le gouvernement avait lancé le 23 juin 2022 un plan de sobriété énergétique qui a porté ses fruits ! La FEDENE évaluée à - 6,4%, l'impact de ce plan vertueux les livraisons totales des réseaux de chaleur.

Considérant les éléments supra, les livraisons auraient dû diminuer de près d'un quart entre 2021 et 2022. L'intégration de nouveaux réseaux de chaleur au périmètre de l'enquête, mais surtout le développement des réseaux existants viennent compenser les effets de ses facteurs exogènes. Le paragraphe suivant le montre : les réseaux de chaleur ont tenu bon durant la crise énergétique de 2022.

Suivi des livraisons corrigées de la rigueur climatique

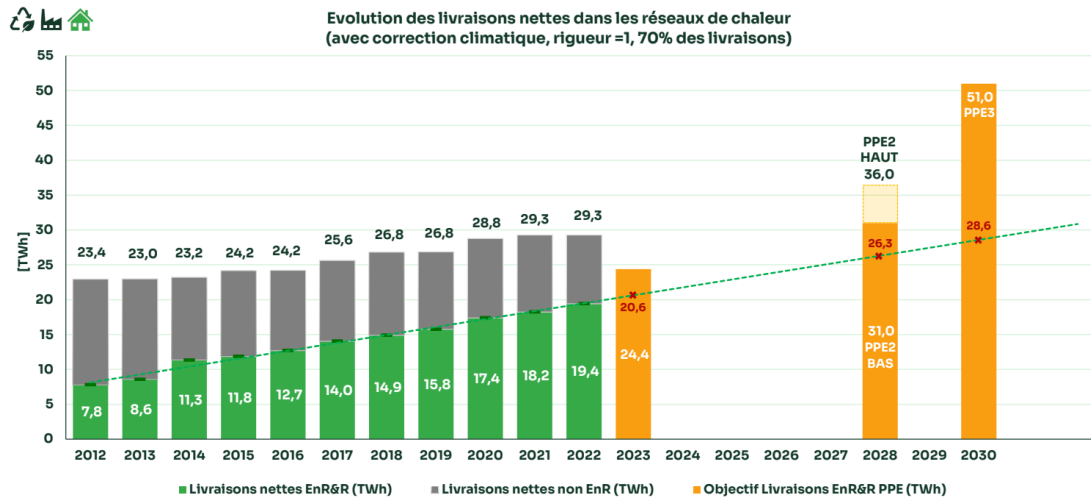


Figure 35 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R corrigées du facteur climatique

Nous l'avons vu, les livraisons de chaleur – surtout pour chauffer les bâtiment – sont affectées par la météo. Pour prendre en considération l'impact de la météo sur les livraisons de chaleur des réseaux, la FEDENE applique un indice, dit « *de rigueur climatique* », à la partie météo-sensible des livraisons : c'est-à-dire les livraisons utiles au chauffage des bâtiments qui représentent 70% des livraisons totales. Les 30% restants, destinés à répondre aux besoins en eau chaude sanitaire demeurent stables.

Après correction de l'impact climatique, les livraisons de chaleur sont demeurées stables entre 2021 et 2022, soit 29,3 TWh. Il est à noter que la part des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) a augmenté en 2022, avec une croissance de 1,2 TWh.

Contrairement à l'analyse précédente, l'analyse des livraisons corrigées des climatiques montrent deux choses : 1. l'activité totale des réseaux s'est stabilisée en 2022 et 2. les acteurs publics et privés ont poursuivi leurs efforts de verdissement en temps de crise énergétique.

Les objectifs 2030 des réseaux de chaleur

Plusieurs textes réglementaires et législatifs fixent au niveau national les objectifs, exprimés en livraisons de chaleur issues d'EnR&R, des réseaux de chaleur :

- Les programmations pluriannuelles de l'énergie (PPE) sont des textes réglementaires qui fixent des objectifs quinquennaux aux principales solutions EnR&R de France (PPE 1 : 2018-2023 et PPE 2 : 2023 – 2028) ;
- La Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) a également fixé un objectif aux réseaux de chaleur : quintupler les livraisons EnR&R entre 2012 d'ici 2030. Autrement dit, les réseaux doivent livrer 39,5 TWh de chaleur EnR&R, en supposant une rigueur climatique de 1, à la fin de la décennie.

L'Union européenne a fortement réhaussé ses ambitions en manière de développement des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) dans le cadre de la révision de la « *Directive sur les énergies renouvelables* » pour tenir ses engagements environnementaux et faire face aux nouvelles tensions internationales.

De son côté, le Secrétariat général à la planification écologique a travaillé avec l'ensemble des parties prenantes pour établir les lignes fondatrices de la prochaine Loi de Programmation sur l'Energie et le Climat (LPEC) et de la PPE 3 (2030-2035). Cette nouvelle stratégie doit faire de la France un territoire sobre et efficace, durable et compétitif sur le plan énergétique d'ici 2035.

La FEDENE et ses partenaires du Club de la Chaleur renouvelable ont présenté au gouvernement un Plan Marshall de la chaleur renouvelable qui vise à produire 300 TWh de chaleur EnR&R, dont plus de 50 TWh livrés par réseaux. Après des échanges fructueux et intenses avec le ministère de la transition énergétique et les groupes de travail préparant la LPEC, le Secrétariat général à la planification écologique a présenté les objectifs qui devraient être inscrits dans la LPEC pour les réseaux de chaleur : livrer 51 TWh de chaleur EnR&R en 2030.

2.5.3. Réseaux récents

Selon les résultats de l'enquête, on observe un rythme de créations de réseaux de chaleur insuffisant :

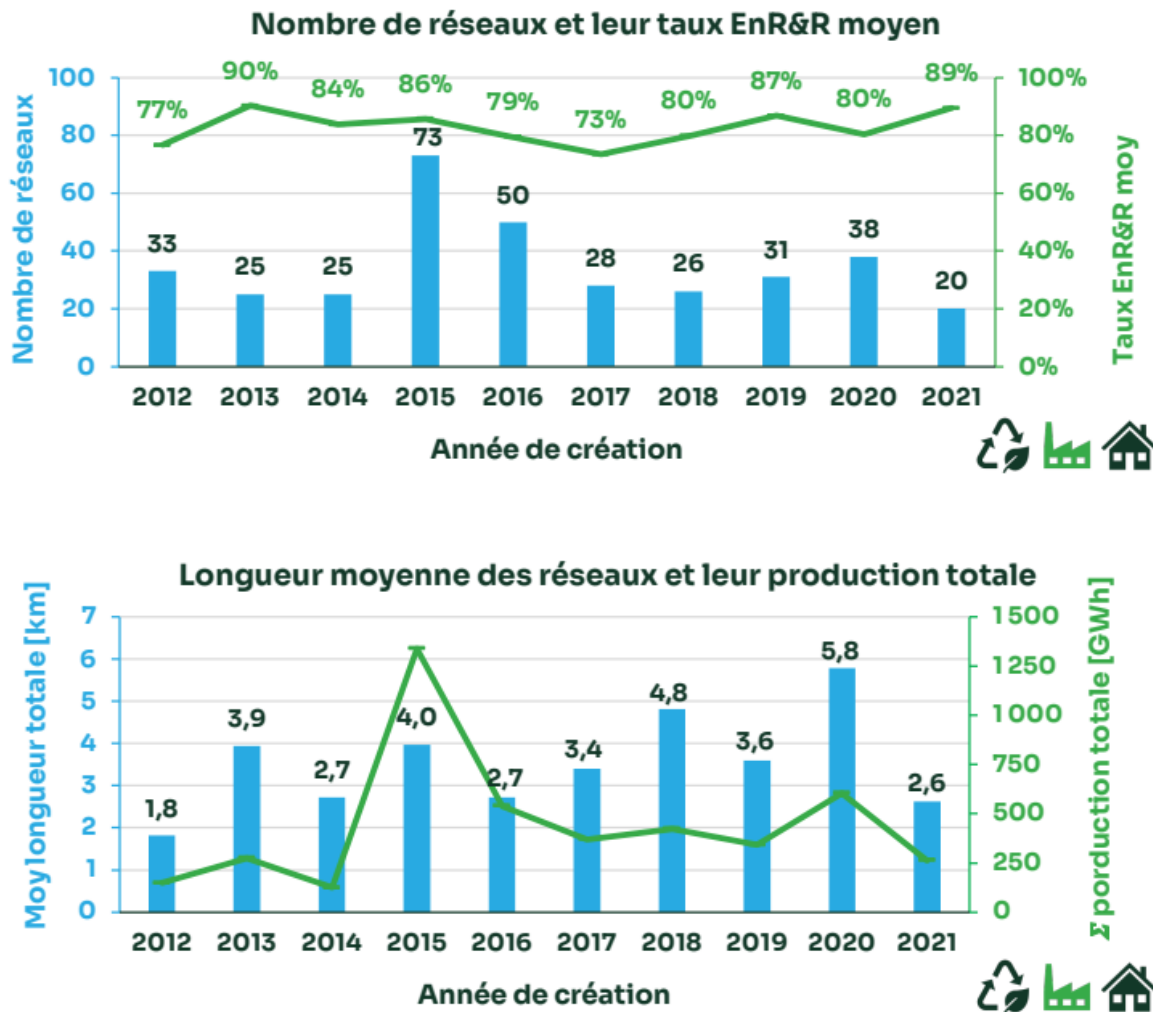


Figure 36 : Caractéristiques principales des réseaux créés depuis 2012

Les livraisons de chaleur des réseaux construits après 2012 représentent 14% des livraisons totales des réseaux de chaleur, et 18% des livraisons de chaleur issues de sources vertes (plus de 50% d'énergies renouvelables et de récupération). Depuis 2012, les livraisons vertes ont augmenté de 7,9 TWh à 17,4 TWh en 2022.

Les nouveaux réseaux contribuent à hauteur de 3,1 TWh à ces livraisons vertes, avec un taux moyen d'énergies renouvelables et de récupération de 83%. Il est impératif d'accélérer la mise en place de nouveaux réseaux pour atteindre les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) pour 2028, qui visent entre 31,0 et 36,0 TWh de livraisons de chaleur.

La densification des réseaux de chaleur et la création de nouveaux réseaux doivent être entreprises de manière simultanée pour atteindre les objectifs de développement des énergies renouvelables et de récupération établis par la PPE et la LTECV. Il est impératif de mettre en place des mesures incitatives supplémentaires et durables pour favoriser la reprise du déploiement de ces nouveaux réseaux respectueux de l'environnement.

2.6. Évolution des performances de distribution des réseaux de chaleur

Les réseaux de chaleur ont amélioré considérablement la distribution de chaleur, principalement grâce à des travaux sur les réseaux existants visant à réduire la température de distribution et à l'ajout de nouveaux réseaux plus performants. Sur la dernière décennie, les pertes de chaleur ont diminué de 44%.

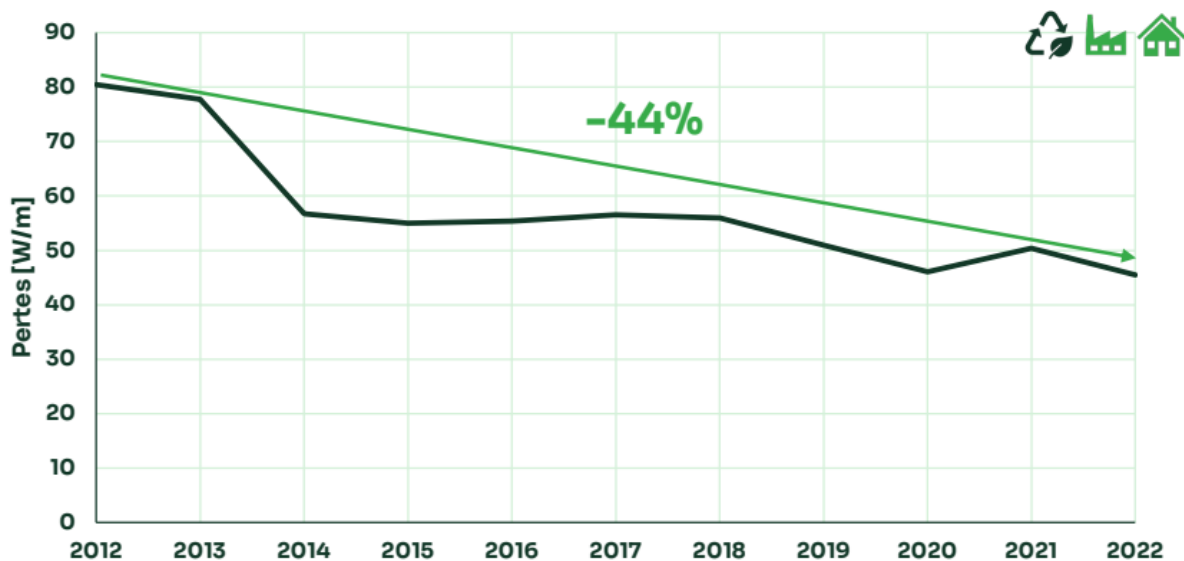


Figure 37: Évolution des pertes de distribution

2.7. Évolution des performances

Dans cette section, nous introduisons trois indicateurs permettant d'évaluer les performances des réseaux de chaleur à l'échelle nationale et régionale :

- **L'état de densification**, qui mesure le nombre de sous-stations raccordées par kilomètre de réseau. Il exprime le rapport entre le nombre de bâtiments raccordés et la longueur du réseau desservi. Pour cette analyse, nous avons simplifié en assimilant le nombre de "bâtiments raccordés" au nombre de sous-stations raccordées aux réseaux de chaleur.
- **L'intensité vertueuse**, exprimée en GWh d'énergie renouvelable et de récupération (EnR&R) livrée par kilomètre de réseau. Cet indicateur évalue la quantité d'EnR&R corrigée des variations climatiques par rapport à la longueur du réseau desservi.
- **La densité énergétique**, mesurée en GWh d'énergie livrée par bâtiment raccordé. Elle représente le rapport entre les livraisons nettes totales, corrigées des variations climatiques, et le nombre de bâtiments raccordés.

Ces trois critères ont été analysés sur la période de 2012 (année de référence pour les objectifs de la LTECV) à 2022 (année de l'étude actuelle).

2.7.1. L'état de densification

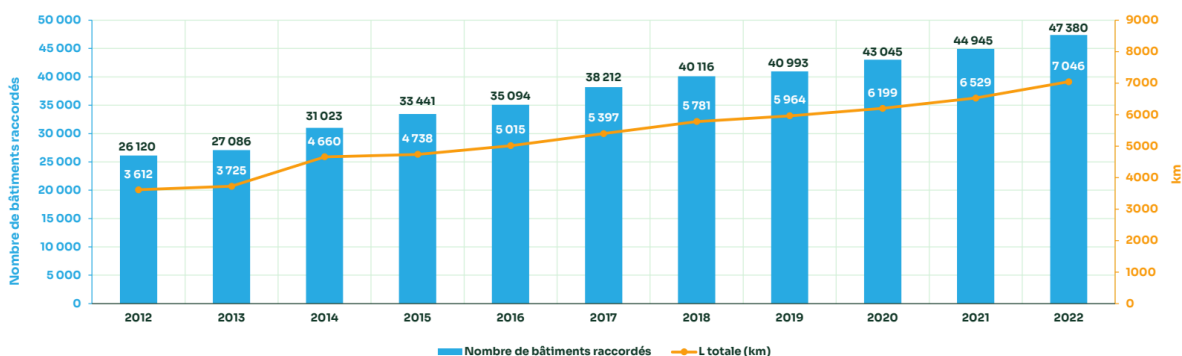


Figure 38 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés en fonction des longueurs desservies

En ce qui concerne l'indicateur "état de densification", les réseaux de chaleur en France ont légèrement perdu en densité en 2022, avec une diminution de 1% par rapport à l'année précédente. En 2012, la densité moyenne était de 7,2 bâtiments raccordés par kilomètre, et en 2022, elle est descendue à 6,7 bâtiments par kilomètre.

Malgré cette légère baisse de densité, le nombre de bâtiments raccordés aux réseaux de chaleur continue d'augmenter, tout comme l'extension des réseaux. Trois phénomènes expliquent cette croissance des linéaires totaux. Tout d'abord, les réseaux de chaleur ont la capacité d'exploiter des sources locales d'énergie renouvelable et de récupération (EnR&R) qui seraient difficilement exploitables autrement. Cela inclut des sources vertueuses, telles que l'incinération des déchets, la chaleur industrielle, etc., qui peuvent être situées à distance des abonnés, ce qui génère des linéaires de canalisations avec relativement peu de bâtiments raccordés lors de la mise en service de ces tronçons.

De plus, les nouvelles canalisations déployées peuvent être exploitées à moyen terme en connectant des bâtiments situés à proximité. Enfin, le développement de certains réseaux dans des zones urbaines moins denses peut également entraîner un nombre moins élevé de raccordements par rapport au linéaire de canalisation déployé.

2.7.2. L'intensité vertueuse

Le graphique ci-dessous illustre comment les livraisons nettes totales et les livraisons vertes ont évolué de 2012 à 2022.

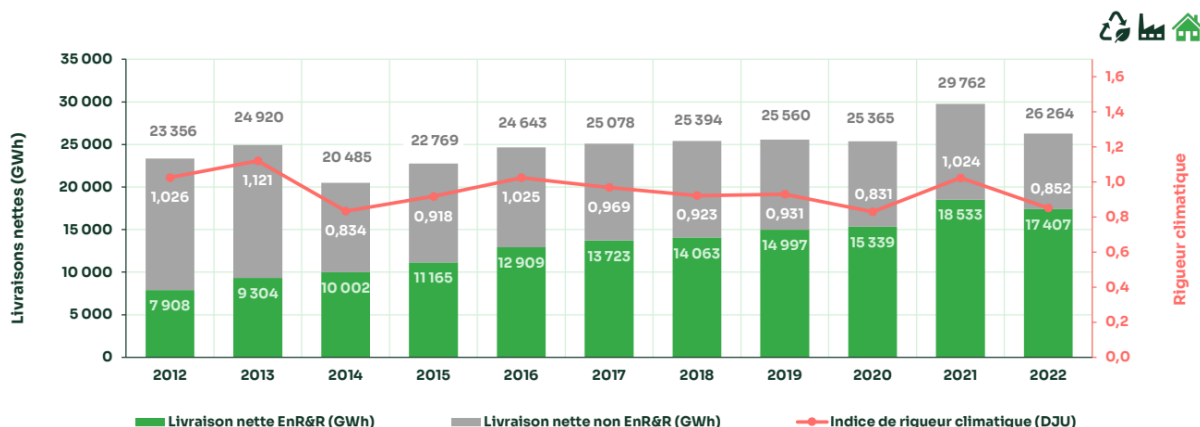


Figure 39 : Évolution des livraisons aux utilisateurs entre 2012 et 2022



Les réseaux de chaleur en France ont augmenté leur efficacité dans la livraison d'énergie renouvelable et de récupération (EnR&R) de 28 % au fil des années. Leur capacité à fournir 2,15 GWh d'EnR&R par kilomètre en 2012 a progressé pour atteindre 2,76 GWh en 2022.

Figure 40 : Évolution de l'intensité vertueuse des réseaux de chaleur entre 2012 et 2022

L'amélioration de cette efficacité peut être attribuée en grande partie à la mise en place du Fonds chaleur, qui a soutenu les investissements visant à verdir les réseaux de chaleur. Cela s'est notamment concrétisé par l'augmentation de l'utilisation de la biomasse et le raccordement d'UVE.

2.7.3. La densité énergétique

En ce qui concerne l'indicateur de densité énergétique, le graphique ci-dessous illustre son évolution parallèlement à celle du nombre de bâtiments raccordés. Ainsi, pour le parc de bâtiments raccordés aux réseaux de chaleur en France, on observe une diminution persistante de la consommation énergétique. Celle-ci est passée d'une moyenne de 880 MWh par bâtiment raccordé en 2012 à 618 MWh par bâtiment raccordé en 2022. Cette amélioration de l'efficacité énergétique représente une augmentation de 30 % depuis 2012, soit une moyenne de 3 % par an.

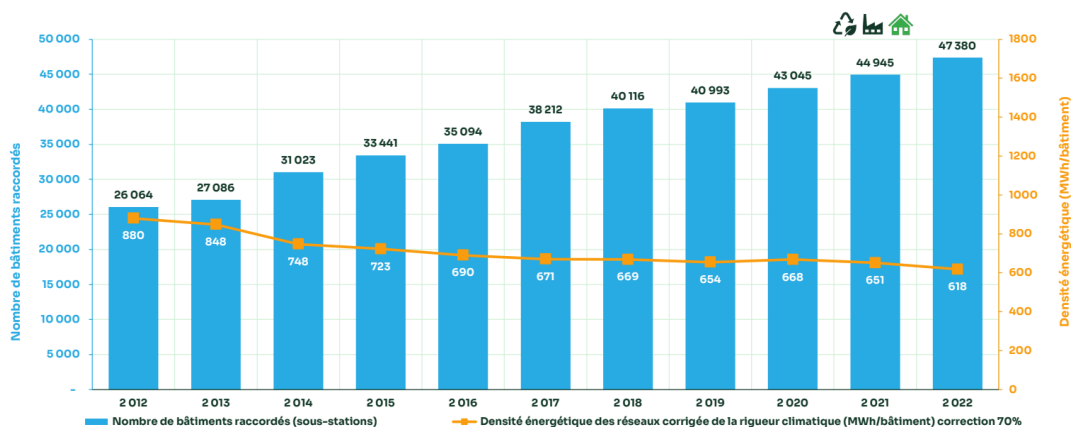


Figure 41 : Évolution de la densité énergétique et des bâtiments raccordés entre 2012 et 2021

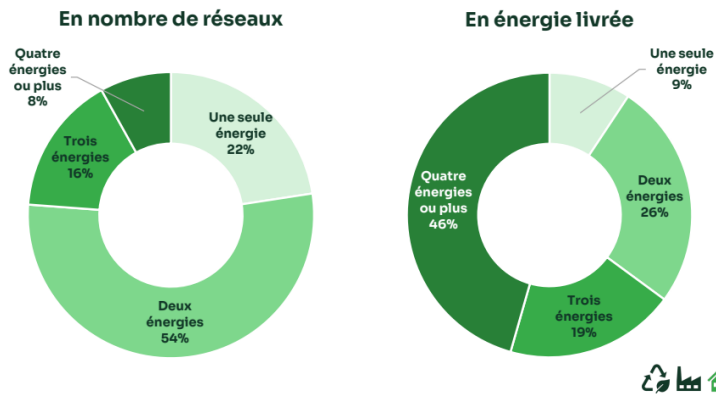
Cette évolution reflète l'engagement des opérateurs de réseaux de chaleur à soutenir leurs clients dans la réalisation d'économies d'énergie substantielles. Ainsi, le parc des bâtiments raccordés aux réseaux de chaleur consomme de moins en moins d'énergie pour satisfaire leurs besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire. En conséquence, les réseaux de chaleur alimentent un parc de bâtiments dont l'amélioration de l'efficacité énergétique est très significative, en conformité avec les objectifs nationaux en matière de sobriété et d'efficacité énergétique. Parallèlement, l'utilisation croissante d'énergies renouvelables et de récupération fait des réseaux de chaleur et des bâtiments qui y sont raccordés des exemples emblématiques de la transition énergétique.

De 2012 à 2022, les réseaux de chaleur en France ont connu des évolutions significatives :

- Une légère réduction de leur densité d'environ 7 % (mesurée par l'indicateur de l'état de densification).
- Une augmentation de 28 % de leurs livraisons d'EnR&R par kilomètre de réseau desservi, illustrant leur intensification dans l'utilisation de sources vertueuses.
- Une amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments raccordés de 30 % sur cette période.

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

2.8.1. Les sources d'énergie des réseaux vertueux

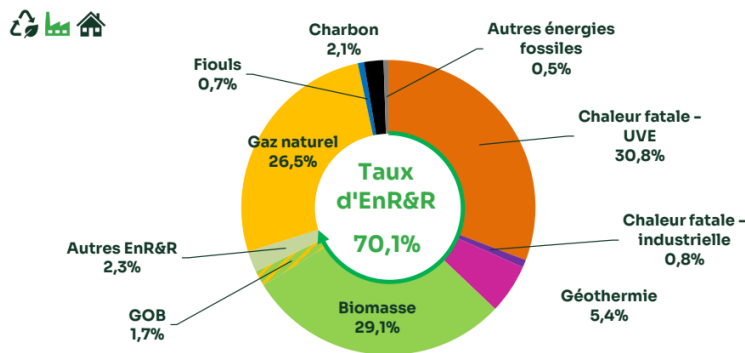


En 2022, 88% des réseaux respectueux de l'environnement, qui couvrent 91% des livraisons d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), ont fonctionné en utilisant au moins deux sources d'énergie (comme illustré dans la figure ci-dessus). Généralement, ces réseaux ont une ou plusieurs sources d'énergie principales qui fonctionnent en continu, ainsi qu'une source d'appoint qui est activée lorsque la demande de chaleur est plus

élevée.

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

2.8.2. Le bouquet énergétique des réseaux vertueux



Les réseaux de chaleur respectueux de l'environnement ont un bouquet énergétique composé principalement de :

- 31% issues d'unités de valorisation énergétique (UVE) des déchets ménagers ;
- 29% de biomasse ;
- 5,4% de géothermie ;

Les réseaux de chaleur vertueux ont en moyenne un taux d'EnR&R de 70,1% avec comme principale

source d'énergie les UVE.

Figure 43 : Bouquet énergétique des réseaux vertueux (en énergie production)

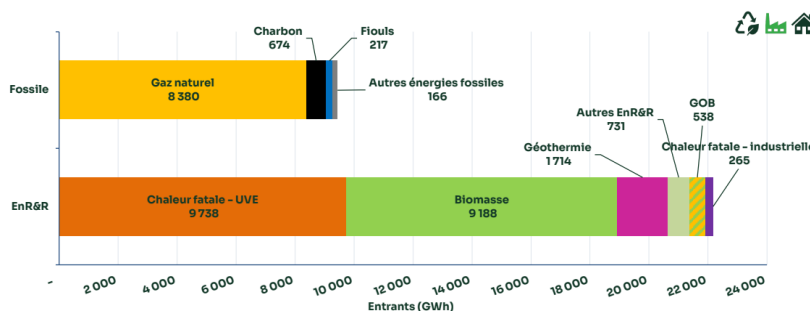


Figure 44 : Entrants des dix principales sources d'énergie pour les réseaux vertueux

La chaleur provenant des UVE et de la biomasse constitue la majorité des sources d'énergie utilisées par les réseaux respectueux de l'environnement. En parallèle, les énergies les plus polluantes, comme le charbon et le fioul, sont destinées à être progressivement éliminées du mix énergétique des réseaux d'ici 2030.



2.8.3. Contenus en CO₂ des réseaux vertueux

Pour comparaison, le contenu CO₂ moyen en émissions directes des réseaux vertueux s'établit à **74 g/kWh** contre **84 g/kWh** pour la moyenne de l'ensemble des réseaux.

Le contenu CO₂ moyen en émissions ACV des réseaux vertueux s'établit à **102 g/kWh** contre **112 g/kWh** pour la moyenne de l'ensemble des réseaux.

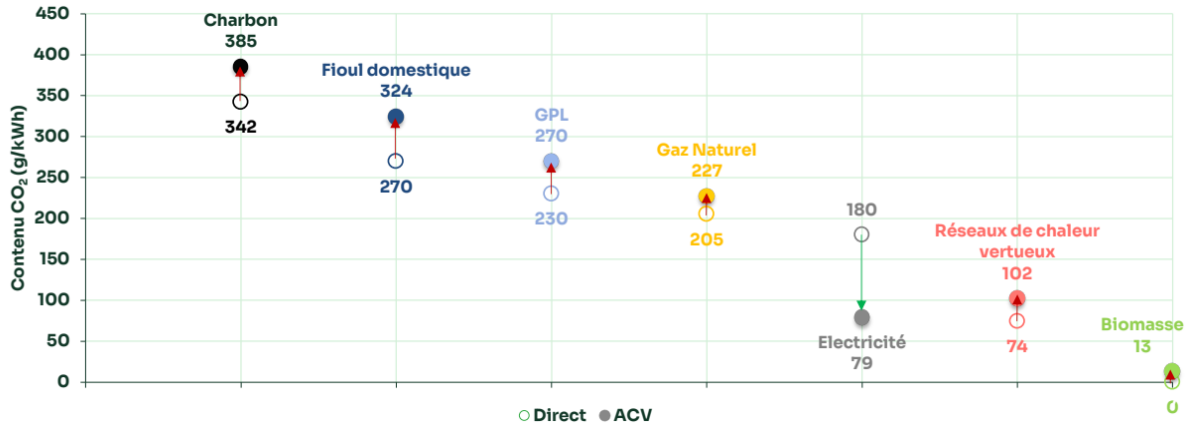


Figure 45 : Comparisons des contenus carbone des énergies selon les méthodologies RT2012 et RE2020

Avec un contenu moyen en CO₂ en émissions directes de **74 g/kWh**, les réseaux de chaleur vertueux en France sont moins émissifs de :

- 12% par rapport à la moyenne des réseaux de chaleur (84 g/kWh) ;
- 64% par rapport au gaz naturel (205 g/kWh) ;
- 73% par rapport au fioul domestique (270 g/kWh).

Avec un contenu moyen en CO₂ en émissions ACV de **102 g/kWh**, les réseaux de chaleur vertueux en France sont moins émissifs de :

- 9% par rapport à la moyenne des réseaux de chaleur (112 g/kWh) ;
- 51% par rapport au gaz naturel (227 g/kWh) ;
- 65% par rapport au fioul domestique (324 g/kWh).

2.9. Profil des boucles d'eau tempérée

En 2022, l'enquête a répertorié 10 boucles d'eau tempérée, dont 7 assurent à la fois la livraison de chaleur et de froid (65 557 MWh de chaleur nette livrée et 12 713 MWh de froid). Ces boucles ont fourni **65 557 MWh** de chaleur nette aux utilisateurs finaux, desservant majoritairement des bâtiments résidentiels (64%) et des bâtiments tertiaires (36%).

Les boucles d'eau tempérée utilisent principalement des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), représentant plus de **63,4%** de leur bouquet énergétique. Les pompes à chaleur (PAC) sont la principale source d'énergie utilisée par ces boucles d'eau tempérée.

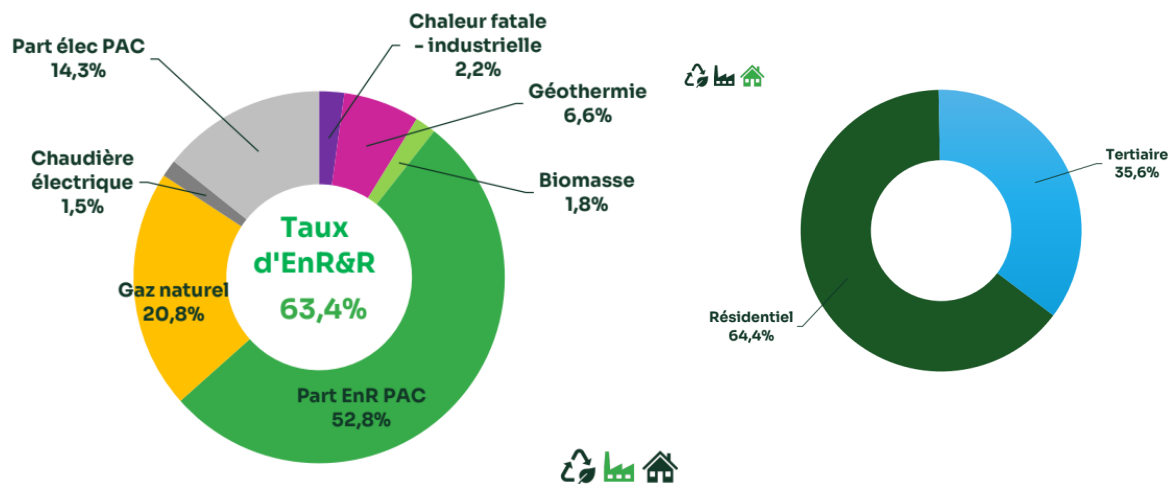


Figure 46 : Bouquet énergétique des boucles d'eau tempérées (en énergie entrante)

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 CO₂ = 110 g/kWh	Contenu CO₂ = 34 g/kWh
Contenu CO₂ ACV = 107 g/kWh	Contenu CO₂ ACV = 58 g/kWh
Taux EnR&R = 63,4 %	

2.10. Impact du verdissement sur le raccordement

Parmi les réseaux de chaleur, ceux considérés comme vertueux, c'est-à-dire fournissant plus de 50% de leur chaleur à partir d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), représentent une grande majorité, soit 85% des réseaux, et fournissent 92% des livraisons totales de chaleur.

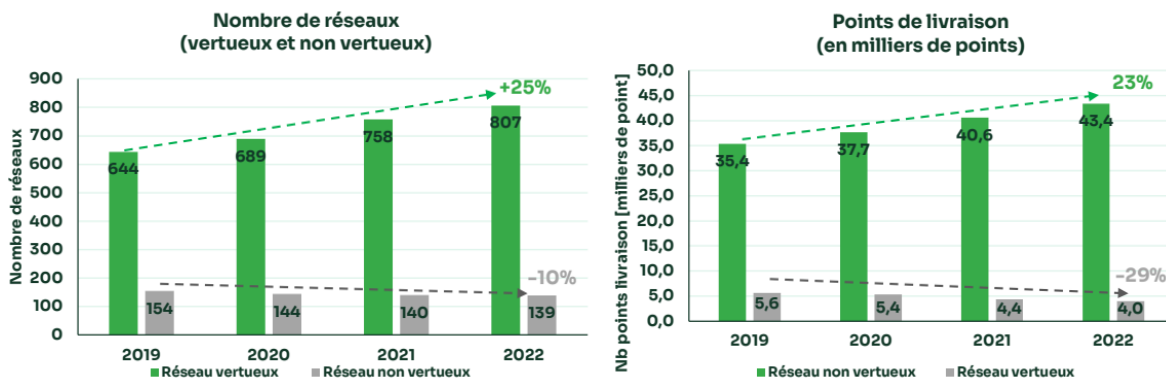


Figure 48 : Dynamique en nombre de réseaux et en points de livraison des réseaux vertueux versus non vertueux

Ces dernières années, les réseaux de chaleur vertueux ont connu une croissance plus marquée que les autres réseaux. Le nombre de réseaux de chaleur vertueux a augmenté de 25% depuis 2019, tandis que les autres réseaux ont connu une baisse de 10% sur la même période. Cette tendance s'explique par le verdissement de réseaux existants et la création de nouveaux réseaux dont plus de 50% de l'énergie provient d'EnR&R.

Cette tendance à la croissance des réseaux vertueux s'observe également au niveau du nombre de points de livraison. Sur la même période, les réseaux vertueux ont augmenté de 23% tandis que les autres réseaux ont enregistré une baisse de 29%.

Pour analyser le comportement des réseaux en fonction de leur démarche de verdissement depuis 2012, les évolutions du nombre de bâtiments raccordés et des livraisons nettes totales ont été comparées pour trois types de réseaux :

- Les réseaux vertueux (plus de 50% d'EnR&R) sur la période 2012-2022.
- Les réseaux devenus vertueux au cours de la période 2012-2022.
- Les réseaux à dominante non EnR&R (moins de 50% d'EnR&R) sur la période 2012-2022.

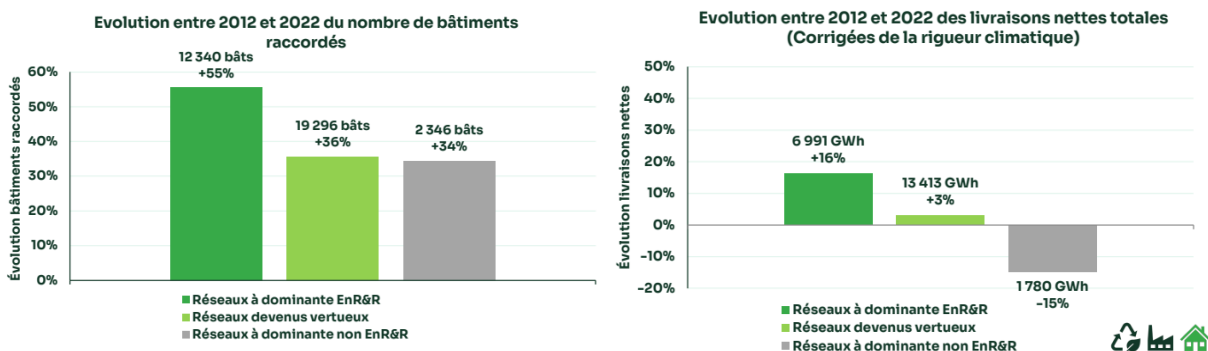


Figure 49 : Évolution entre 2012 et 2022 des bâtiments raccordés et des livraisons nettes corrigées

Les réseaux de chaleur qui ont entrepris les démarches nécessaires pour devenir ou rester des réseaux vertueux, c'est-à-dire avec un taux d'EnR&R supérieur à 50%, ont connu une croissance dynamique au cours de la période étudiée. En revanche, les réseaux pour lesquels le taux d'EnR&R est resté inférieur à 50% sur cette période ont enregistré une croissance moins importante en termes de nombre de bâtiments raccordés et de livraisons de chaleur, voire une décroissance de leurs livraisons de chaleur.

2.11. Mix énergétique et taille des réseaux

Les réseaux de chaleur possèdent une caractéristique unique : ils ont la capacité de tirer parti de toutes les sources d'EnR&R disponibles sur leur territoire pour répondre efficacement aux besoins locaux en chaleur. Cette capacité d'adaptation est mise en évidence en analysant ces réseaux en fonction du volume de chaleur qu'ils livrent. On considère généralement que les réseaux fournissant plus de 20 GWh de chaleur par an sont des grands réseaux, tandis que les réseaux moyens et petits fournissent des quantités moindres de chaleur.

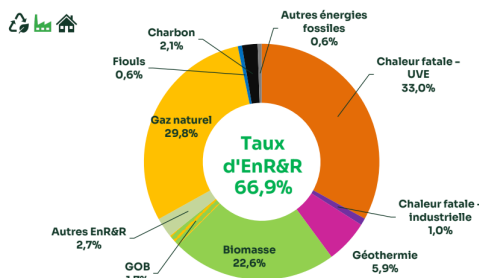


Figure 50 : Mix énergétique des réseaux livrant plus de 20 GWh

de chaleur à partir de biomasse (22,6% contre 25,5% en moyenne).

Ces réseaux desservent des métropoles très denses où il est souvent difficile de construire de nouvelles chaufferies biomasse. De plus, la logistique pour approvisionner ces chaufferies en biomasse peut être plus complexe. Une autre explication réside dans le poids des plus grands réseaux de chaleur de France, qui ont la capacité de valoriser la chaleur fatale provenant d'installations d'unités de valorisation énergétique (UVE) situées à proximité, une source de chaleur abondante, décarbonée et économique.

La figure ci-contre présente le mix énergétique des réseaux de chaleur de petite et moyenne taille, qui regroupent 675 réseaux (71%) et fournissent 11% de la chaleur totale. Leur taux moyen d'Énergies Renouvelables et de Récupération (EnR&R) est légèrement inférieur à la moyenne, s'établissant à 62,7%.

La biomasse est la principale source d'énergie de ces réseaux de chaleur (47%), suivie du gaz naturel (35%) et de la chaleur issue d'unités de valorisation énergétique (UVE) (7%). Ces réseaux desservent généralement des villes de taille moyenne ou des zones plus petites situées à proximité de ressources forestières. La densité de population plus faible facilite également la logistique d'approvisionnement en biomasse.

La production de chaleur à partir de gaz naturel est légèrement supérieure à la moyenne, avec une augmentation de 4,2%. Il y a deux raisons à cela, le gaz naturel vient en secours de la biomasse et 79 réseaux 100% gaz naturel livrent 21% de la chaleur de cette catégorie. Il s'agit de réseaux de grandes copropriétés privées, HLM, ZAC.

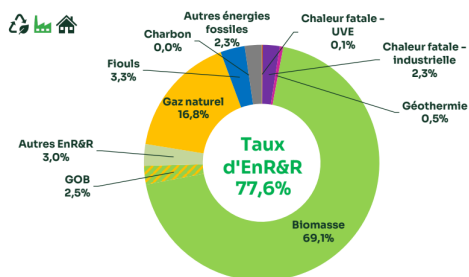


Figure 52 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 3,5 GWh

Les petits réseaux de chaleur sont des outils efficaces pour exploiter les ressources locales de biomasse et fournir une chaleur à faible émission de carbone dans toutes les régions.

La figure ci-contre présente le mix énergétique des 271 grands réseaux de chaleur, qui représentent 29% des réseaux et assurent 89% des livraisons totales de chaleur, avec un taux moyen d'Énergies Renouvelables et de Récupération (EnR&R) de 66,9%.

Étant donné leur contribution significative aux livraisons totales de chaleur, il n'est pas surprenant que ces grands réseaux présentent une grande similarité avec le mix énergétique moyen des réseaux de chaleur. Cependant, on note une part plus importante d'unités de valorisation énergétique (UVE) dans leur mix (33%) par rapport à la moyenne (30%). À l'inverse, ces réseaux produisent moins

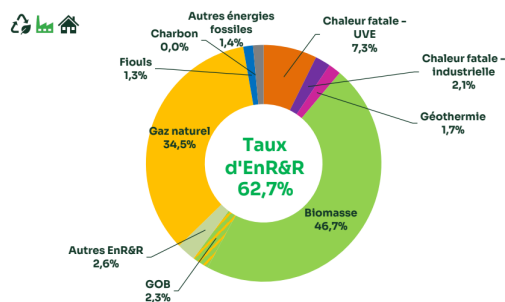


Figure 51 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 20 GWh

Les réseaux de chaleur qui livrent moins de 20 GWh par an incluent également les petits réseaux, ceux qui fournissent moins de 3,5 GWh. Parmi ces réseaux, on compte 406 installations, généralement situées en zones rurales, et elles représentent 1,7% des livraisons de chaleur nationales. Ce qui les distingue des autres réseaux, c'est leur mix énergétique fortement orienté vers les énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) à hauteur de 77,6%.

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 de chaleur jouent un rôle essentiel dans la valorisation des EnR&R au niveau régional en France. Ainsi, le mix énergétique et le dynamisme de développement des réseaux de chaleur varient selon les régions. L'Île-de-France (135 réseaux dont 75 classés, 10 777 GWh livrés), Auvergne-Rhône-Alpes (199 réseaux dont 124 classés, 3 586 GWh livrés), Grand Est (135 réseaux dont 82 classés, 2 853 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) 2022	Taux d'EnR&R (% Entrants)		Contenu en CO ₂ ACV (kg/kWh)	
	2022	2022	2022	2022	2022	Versus 2021	2022	Versus 2021
Auvergne-Rhône-Alpes	199 (+8)	1 075 (+9%)	7 501 (+6%)	3 586 (-7%)	74,7%	4,7%	0,090	0,103
Bourgogne-Franche-Comté	77 (+4)	443 (+6%)	2 859 (+2%)	1 166 (-15%)	72,0%	3,4%	0,090	0,096
Bretagne	40 (+6)	203 (+6%)	1 222 (+11%)	759 (-6%)	71,3%	-3,4%	0,092	0,084
Centre-Val-de-Loire	36 (+0)	227 (+1%)	1 388 (+5%)	803 (-13%)	76,5%	2,1%	0,086	0,086
Grand-Est	135 (+5)	871 (+12%)	5 426 (+10%)	2 853 (-11%)	69,9%	2,2%	0,102	0,110
Hauts-de-France	51 (+2)	516 (+4%)	2 870 (+5%)	1 692 (-6%)	63,5%	9,0%	0,113	0,140
Île-de-France	135 (+17)	2 149 (+6%)	15 711 (+4%)	10 777 (-15%)	58,0%	4,3%	0,142	0,159
Normandie	49 (-2)	376 (+8%)	2 298 (+2%)	1 550 (-9%)	76,1%	1,0%	0,074	0,081
Nouvelle-Aquitaine	84 (+6)	408 (+32%)	2 731 (+13%)	916 (-4%)	76,4%	3,2%	0,083	0,092
Occitanie	64 (+1)	300 (+8%)	2 939 (+3%)	734 (-11%)	80,3%	-0,6%	0,065	0,063
Pays-de-la-Loire	35 (+1)	333 (+3%)	1 661 (+6%)	965 (-13%)	76,0%	-1,0%	0,076	0,074
Provence-Alpes-Côte-D'azur et Corse	41 (+0)	144 (+2%)	774 (+5%)	462 (-17%)	71,9%	6,5%	0,087	0,101
GLOBAL France	946 (+48)	7 046 (+8%)	47 380 (+5%)	26 264 (-12%)	66,5%	3,9%	0,112	0,125

Figure 53 : Caractéristiques principales par région

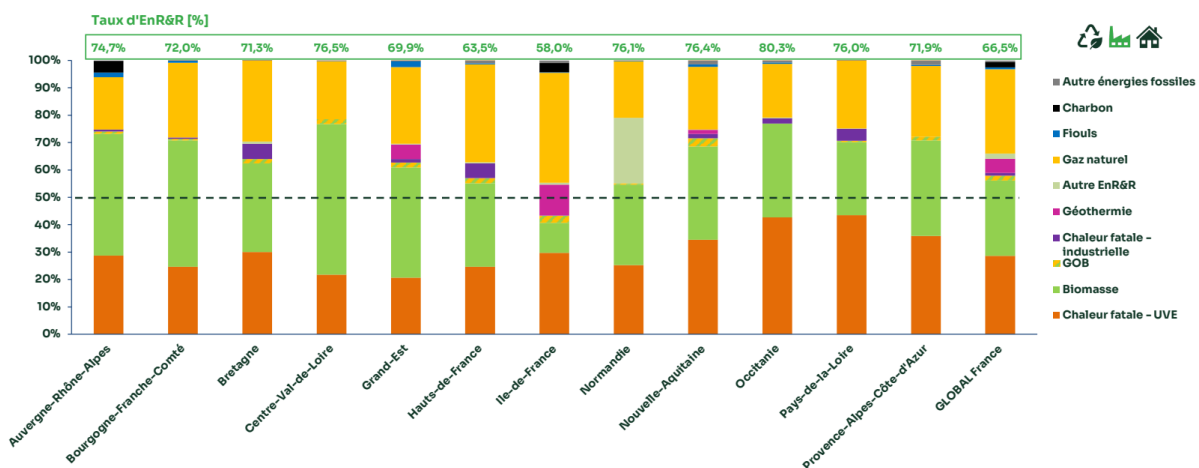


Figure 54 : Bouquet énergétique entrant des réseaux de chaleur par région

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

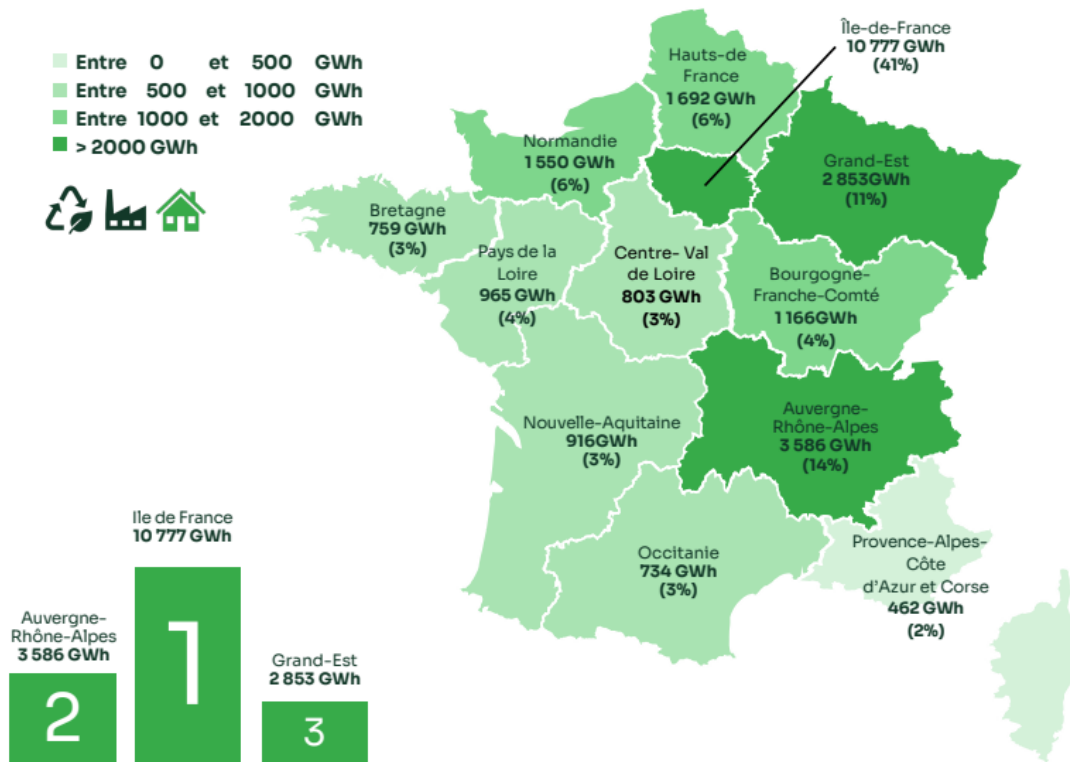


Figure 55 : Répartition régionale de la livraison annuelle de chaleur des réseaux

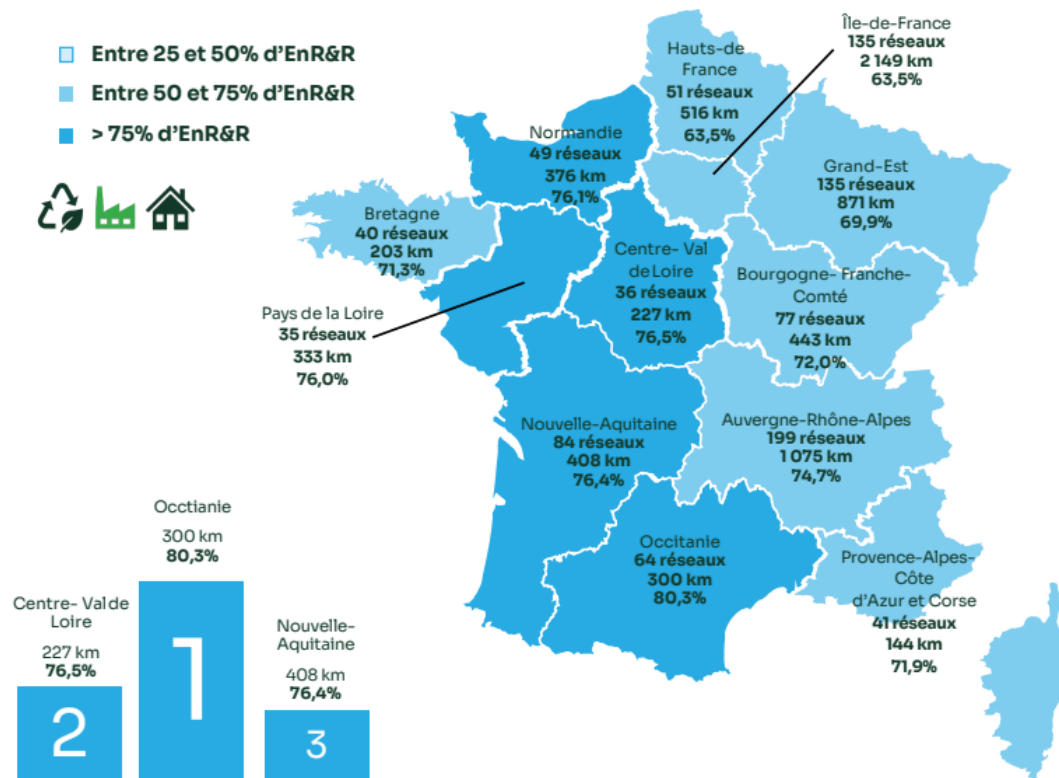


Figure 56 : Nombre de réseaux, longueurs et taux d'EnR&R entrant par région



Le classement des réseaux dans les régions

CHIFFRES CLÉS 2022

602

Réseaux classés

20 903 GWh

Chaleur livrée

71,5%

Taux d'EnR&R moyen

0,103 kg/kWh

Contenu CO₂ 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 entraîne, 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 :

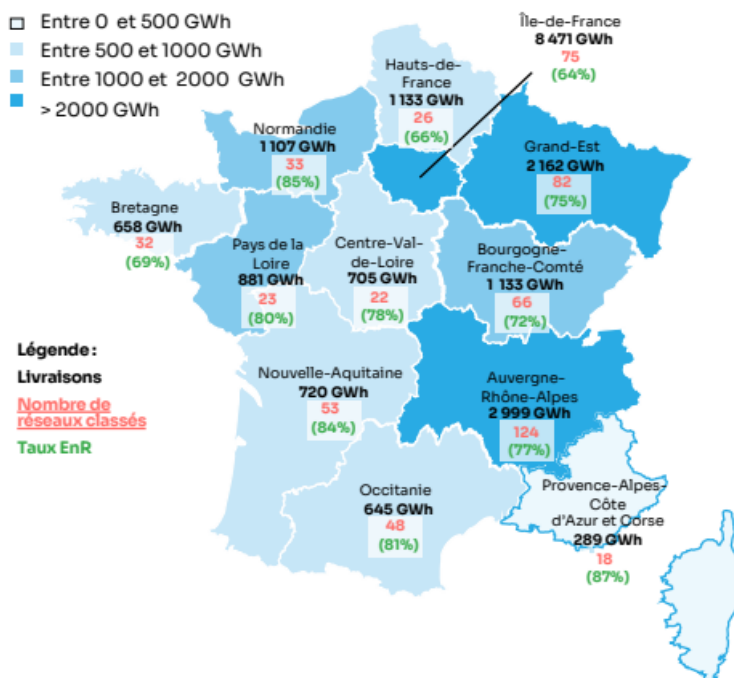
Économie : les prix et l'approvisionnement des EnR&R locales s'avèrent plus stables que ceux des énergies fossiles importées.

Écologie : en moyenne, les réseaux vertueux émettent deux fois moins de CO₂ 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



Légende :

Livraisons

Nombre de réseaux classés

Taux EnR

1

Ile-de-France
8 471 GWh

2

Auvergne-Rhône-Alpes
2 999 GWh

3

Grand-Est
2 162 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 efficace**.
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 2022

646

Réseaux en utilisent

6 660 GWh

Chaleur livrée

66,8 %

Taux d'EnR&R moyen

0,013 kg/kWh

Contenu CO₂ ACV de la biomasse

0,118 kg/kWh

Contenu CO₂ 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 comprend le bois-énergie et les résidus agricoles.

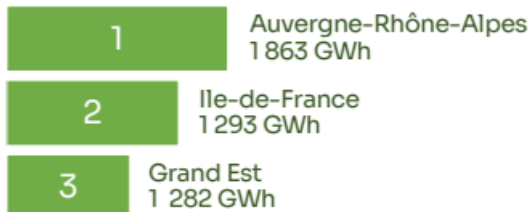
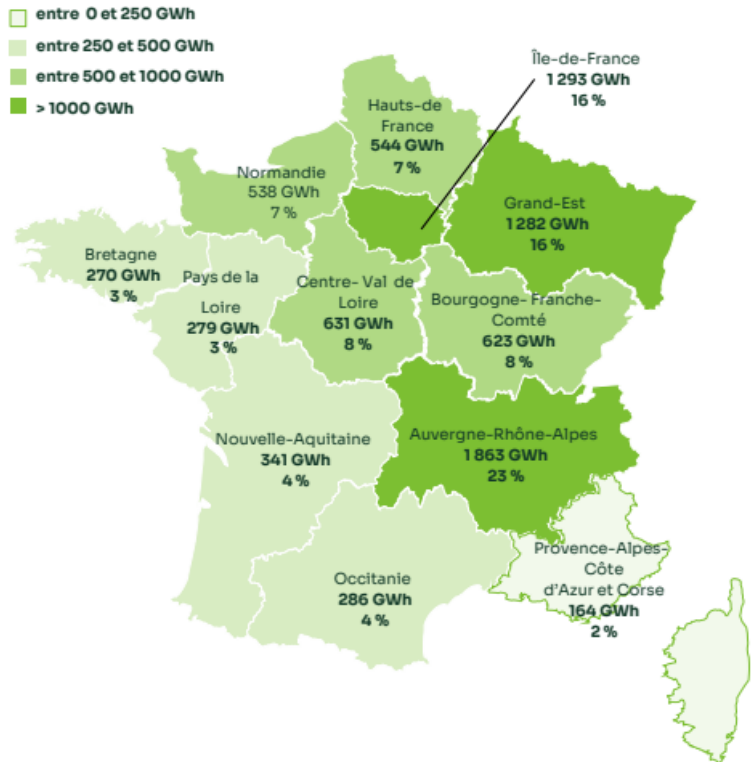
C'est une énergie renouvelable adaptée aux réseaux de chaleur, particulièrement pour les 114 petits réseaux qui livrent moins de 3,5 GWh/an. La biomasse représente 69,1% de leur mix énergétique de ces réseaux de chaleur généralement ruraux.

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 a augmenté de 38% ces dix dernières années pour atteindre 8TWh en 2022, soit 24% de la production des réseaux.

Production de chaleur biomasse par région



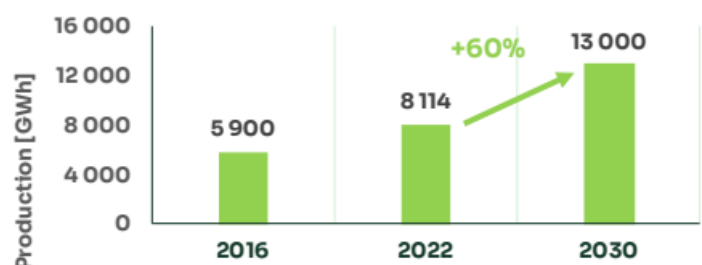
Le saviez-vous ?

La forêt française grandit. En effet, le volume de bois surpié 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.

Évolution des productions issues de biomasse





Les EnR&R dans les réseaux de chaleur

Les unités de valorisation énergétique (UVE)

CHIFFRES CLÉS 2022

105
Réseaux en utilisent

7 436 GWh
Chaleur livrée

71,1%
Taux d'EnR&R moyen

0,00 kg/kWh
Contenu CO₂ ACV de la chaleur fatale

0,108 kg/kWh
Contenu CO₂ 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 CO₂. En effet, en analyse de cycle de vie, son contenu carbone est nul.

La complémentarité réseaux - UVE

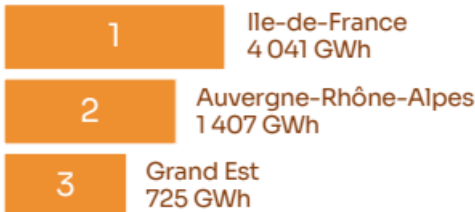
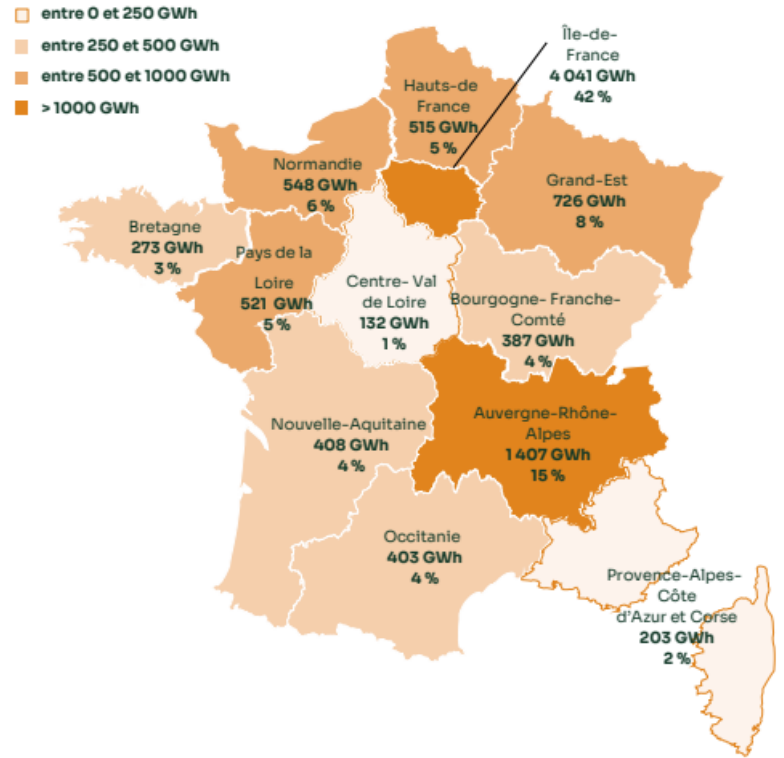
Les réseaux de chaleur sont un excellent moyen pour valoriser la chaleur perdue. Raccordée à un réseau de chaleur, une unité de valorisation énergétique (UVE) peut chauffer un foyer à partir des déchets de sept autres (Cerema). On peut également raccorder des sites industriels, des centrales électriques,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



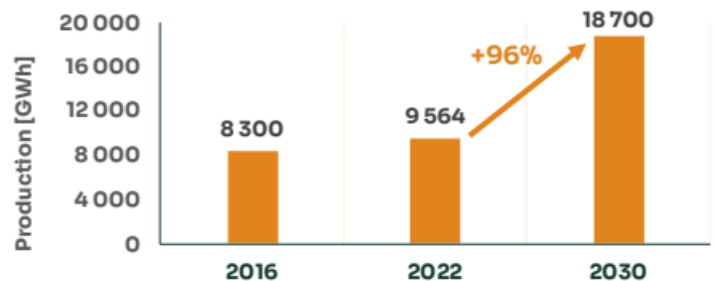
Le saviez-vous ?

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.

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





Les EnR&R dans les réseaux de chaleur

La géothermie

CHIFFRES CLÉS 2022

69

Réseaux en utilisant

1 982 GWh

Chaleur livrée

60,3 %

Taux d'EnR&R moyen

0,01 kg/kWh

Contenu CO₂ ACV de la géothermie

0,147 kg/kWh

Contenu CO₂ 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.

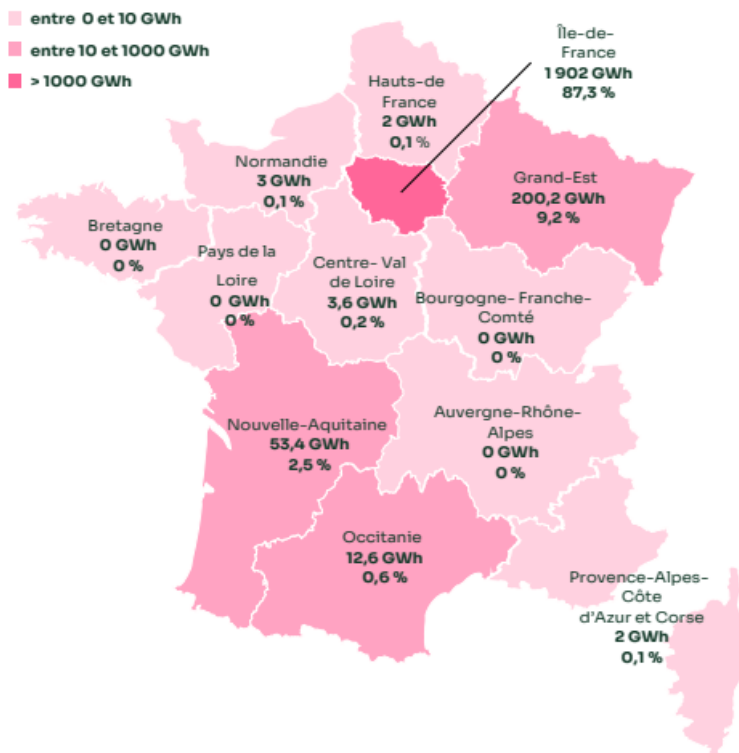
La production de frais ou de froid

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.



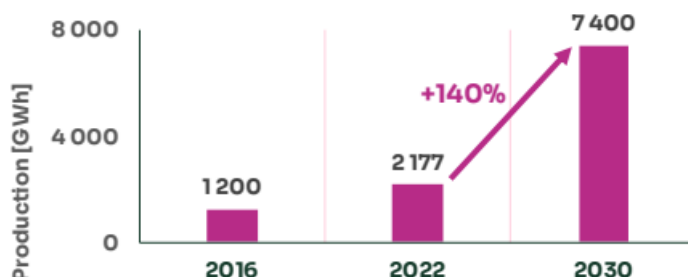
Le saviez-vous ?

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.

Évolution des productions issues de géothermie



LES RÉSEAUX DE FROID EN FRANCE EN 2022



5.1. Définition d'un réseau de froid

Les réseaux de froid jouent un rôle essentiel dans la fourniture de froid pour répondre aux besoins de climatisation, principalement dans des secteurs commerciaux et tertiaires. Ils desservent des bâtiments tels que des bureaux, des centres commerciaux, des hôtels, des musées, des aéroports, des universités, des hôpitaux, ainsi que des installations industrielles, notamment les data centers et d'autres secteurs nécessitant un refroidissement continu. L'utilisation croissante d'équipements électroniques, l'architecture des bâtiments (baies vitrées, construction en verre), et d'autres facteurs ont entraîné une demande constante de climatisation tout au long de l'année.

La loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) prévoit une augmentation significative des quantités de froid renouvelable et de récupération fournies par les réseaux de froid. L'objectif est de quintupler ces livraisons d'ici 2030, ce qui s'inscrit dans le cadre d'une transition vers plus de sobriété et d'efficacité énergétique.

Il est important de noter que, en termes de volume de chaleur ou de froid livré, les réseaux de chaleur sont beaucoup plus importants que les réseaux de froid, avec une livraison actuelle de chaleur étant environ 25 fois supérieure à celle de froid. Cependant, les réseaux de froid ont un rôle essentiel à jouer pour répondre aux besoins de climatisation de manière plus durable et efficace, tout en contribuant à la transition énergétique.

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.

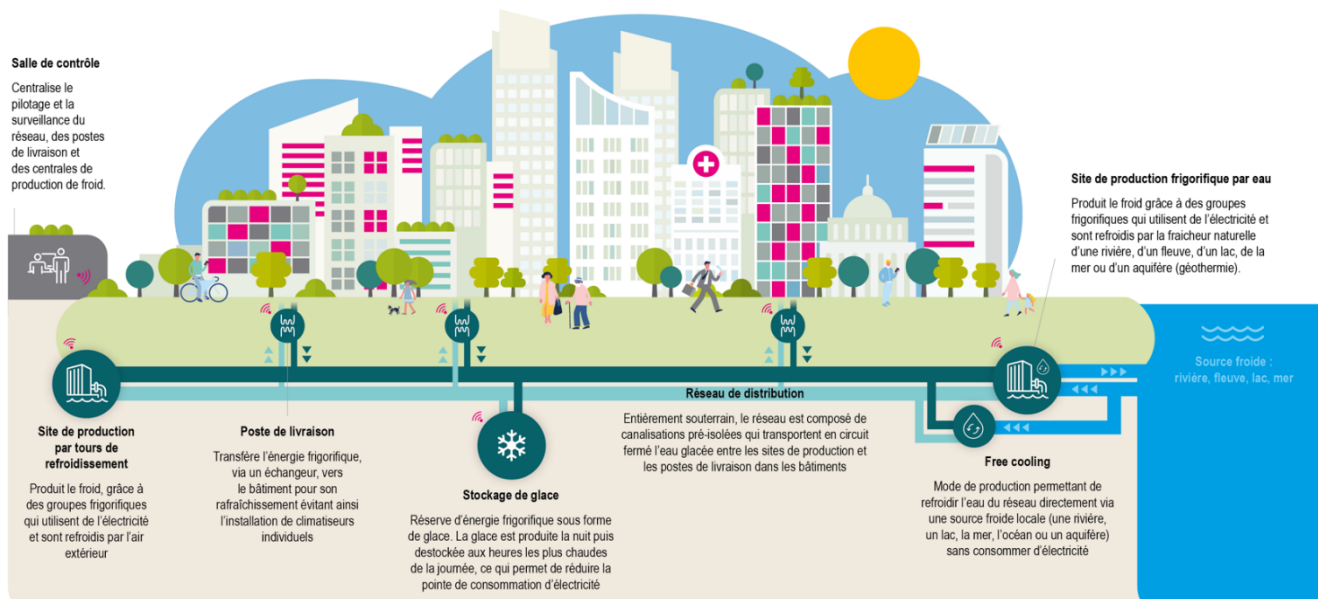


Figure 57 : Schéma de principe d'un réseau de froid, Via Sèva

Les réseaux de froid sont une alternative aux systèmes de refroidissement individuels ou collectifs (pour un seul bâtiment) et offrent une efficacité énergétique considérable. Ils tirent parti de sources naturelles telles que les lacs, les rivières, les mers ou le sous-sol pour extraire la chaleur du fluide caloporteur, assurant ainsi le refroidissement.

Dans certains cas, comme le réseau de froid de Paris, une partie significative des besoins en froid est satisfaite grâce à la fraîcheur de la Seine. De même, certains réseaux fonctionnent en utilisant directement la fraîcheur disponible dans l'eau ou dans l'air ambiant, ce qui est rendu possible grâce à la technologie du "free cooling." Cette approche est viable lorsque la source naturelle est plus froide que le réseau, ce qui est le cas dans quelques pourcents de l'année.

Lorsque la température de la source renouvelable disponible pour évacuer la chaleur est plus élevée que la température nécessaire pour le refroidissement, le froid dans les réseaux est produit à l'aide de groupes frigorifiques, également connus sous le nom de "groupes froid." Ces machines extraient la chaleur du milieu à refroidir, appelé source froide, et la transfèrent vers un milieu extérieur, tel que l'eau ou l'air ambiant, qui est alors réchauffé, devenant ainsi la source chaude. Cette transfert d'énergie s'effectue par le biais d'un fluide frigorigène qui passe continuellement par un cycle thermodynamique impliquant des changements d'état entre gaz et liquide. Ce cycle peut être simplifié comme suit :

- Un côté chaud où la chaleur est absorbée.
- Un côté froid où la chaleur est rejetée.
- Un compresseur qui facilite le transfert de chaleur entre les deux côtés.

Le compresseur de ces machines peut fonctionner de deux manières principales :

- En utilisant de l'électricité pour effectuer une compression mécanique, ce qui est couramment appelé "groupe froid à compression."
- En utilisant de la chaleur pour effectuer une compression thermique, à travers un fluide intermédiaire comme le bromure de lithium ou l'eau-ammoniac. Cette méthode est généralement appelée "groupe froid à absorption."



Figure 58 : groupe froid à compression (Quantum)



Figure 59: groupe froid à absorption (Serm)

Les groupes frigorifiques à compression ont la capacité d'utiliser diverses sources renouvelables pour effectuer la phase de condensation, qui permet le rejet de la chaleur vers l'extérieur. Voici quelques exemples de sources de chaleur utilisées par ces systèmes :

L'eau : Lorsque de l'eau est disponible sur le site, elle peut être utilisée pour l'évacuation de chaleur. Cette méthode est plus efficace que l'utilisation de l'air pour rejeter la chaleur.

L'air humide : Certains systèmes utilisent l'air humide pour l'évacuation de chaleur, réalisant un échange thermique dit "latent." Cela signifie que la chaleur est transférée par le biais des changements de phase de l'eau, entre l'état liquide et l'état de vapeur. Ces systèmes sont très efficaces, et très peu de chaleur est rejetée dans l'atmosphère. Ils sont généralement classés en deux catégories principales : les tours de refroidissement ouvertes et les tours de refroidissement fermées.

L'air sec : D'autres systèmes utilisent de l'air sec pour l'évacuation de chaleur, réalisant un échange thermique dit "sensible." Cela signifie que la chaleur est transférée par des variations de température. Ces systèmes rejettent de la chaleur dans l'atmosphère, contribuant ainsi au phénomène d'îlot de chaleur local, où la température ambiante augmente autour de l'équipement. Les systèmes de ce type sont principalement utilisés dans les installations de refroidissement autonomes, généralement situées sur les toits des bâtiments. Ils sont classés en deux catégories principales : les condenseurs à air et les "dry coolers."



Le choix de la source de chaleur pour la condensation dépend des spécifications techniques de l'installation, de la disponibilité des ressources sur le site et des objectifs environnementaux.

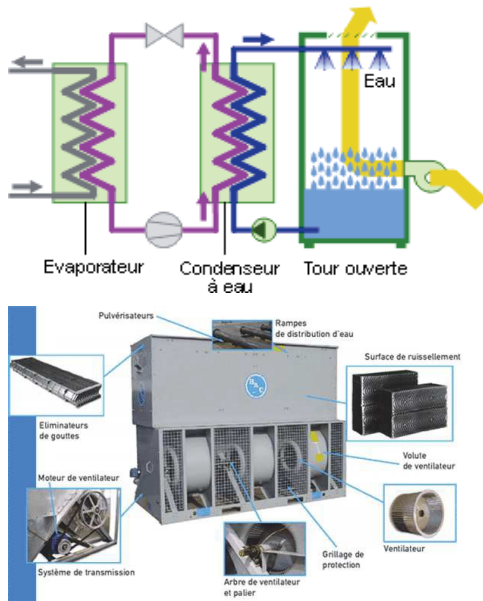


Figure 60 : Tour ouverte - principe et équipement

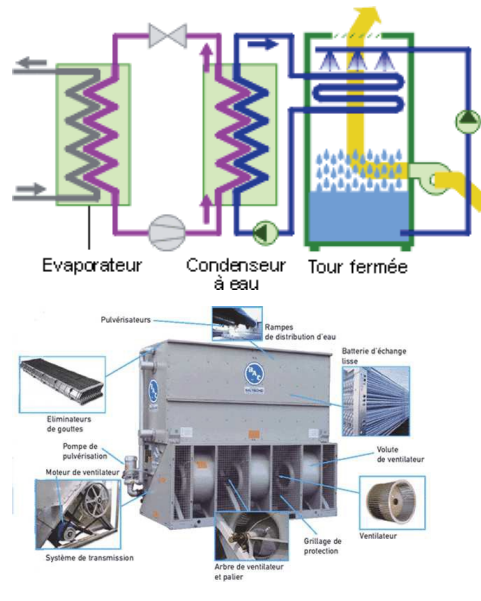


Figure 61 : Tour fermée - principe et équipement

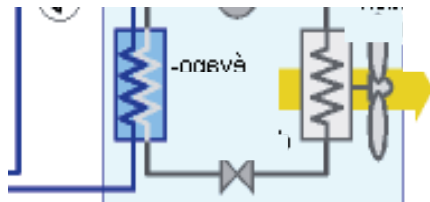


Figure 62 : Condenseur à air - principe et équipement

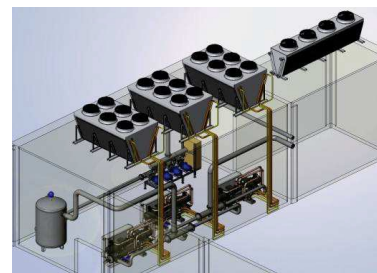
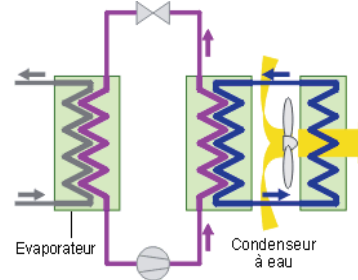


Figure 63 : Dry cooler - principe et équipement

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 fraîcheur présentes à proximité (lac, rivière, mer, sous-sol...) pour refroidir le fluide



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.

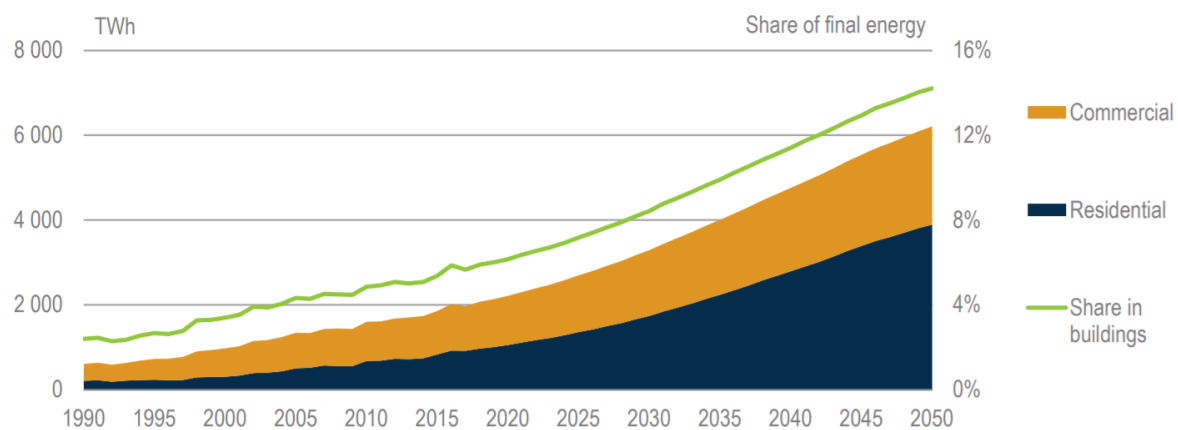


Figure 64 : Évolution mondiale des besoins en froid de confort. (Source : extrait du rapport de l'AIE, *The Future of cooling*)

En France, les besoins de froid de confort sont estimés à environ 19 TWh. Le scénario actuel de la stratégie 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.

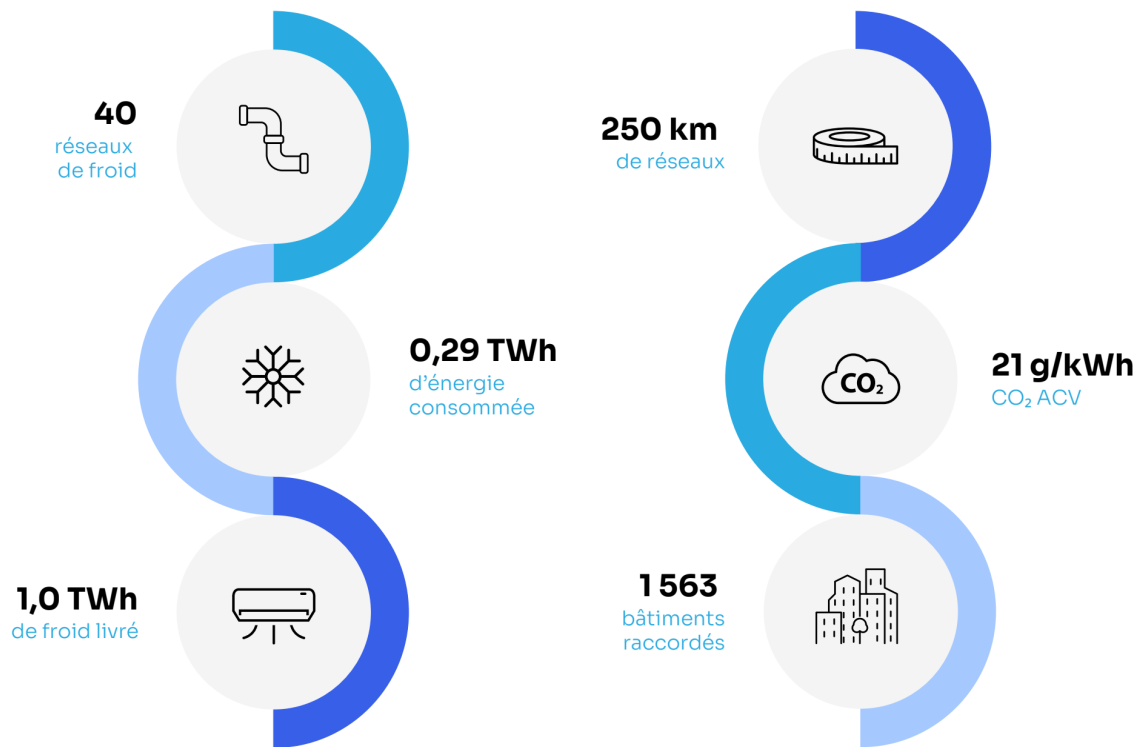
En Europe, la France est le premier pays d'Europe en matière de livraisons de froid, légèrement devant la Suède (données 2015 d'Euroheat & Power). Les réseaux de froid ont également connu un développement très important ces dernières années dans plusieurs pays, notamment en Finlande, en Autriche et en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

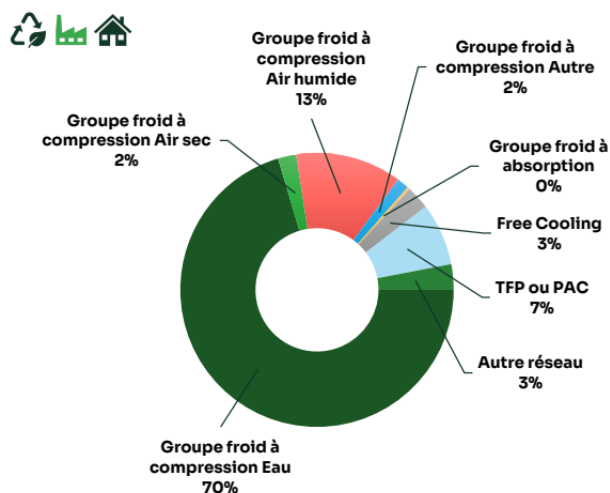
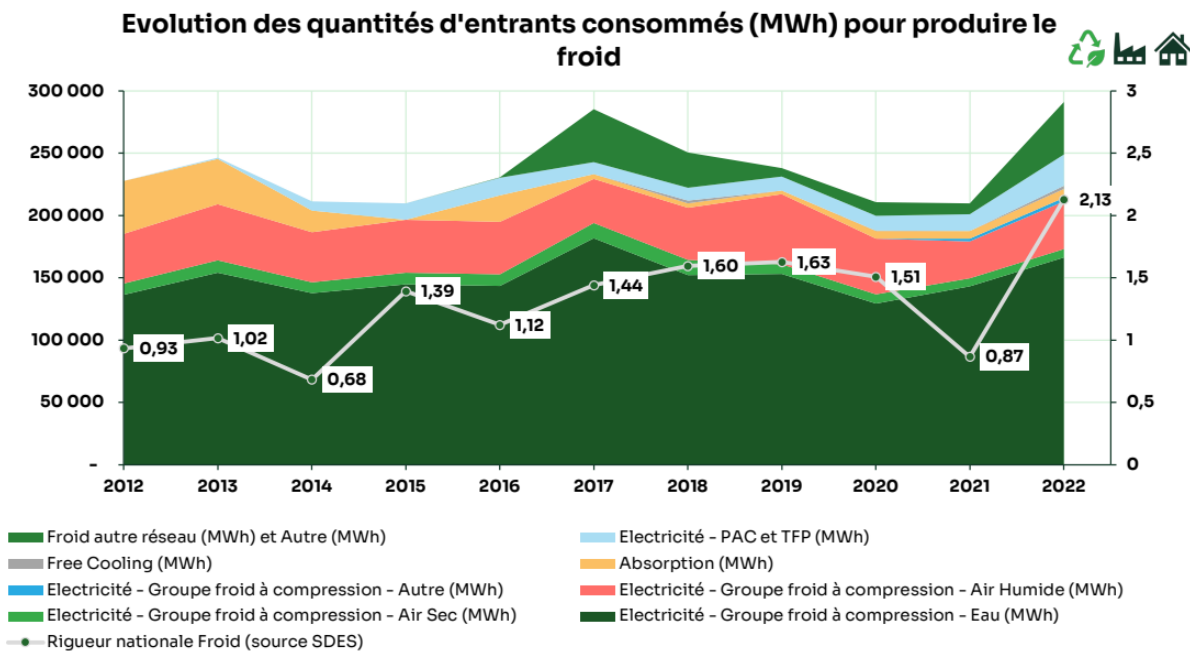


5.2. Caractéristiques générales des réseaux enquêtés

5.2.1. *Les chiffres clés des données 2022*



5.2.2. Bouquet énergétique



Le froid des réseaux urbains en France est produit principalement à partir de groupes froids à compression électrique (86,5%), c'est-à-dire utilisant l'électricité pour comprimer leurs fluides frigorigènes (cf. Schéma de principe d'un réseau de froid, Via Sèva).

Figure 65 : 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 les groupes froids à compression électrique utilisés dans les réseaux de froid en France, voici une répartition des méthodes de production de froid :

- Environ 70% d'entre eux produisent du froid à partir d'eau.
- Environ 13% utilisent l'air humide pour produire du froid.
- Seulement environ 2% ont recours à un système à base d'air sec, ce qui peut contribuer à la création d'îlots de chaleur en zone urbaine.
- L'utilisation de groupes froids à absorption reste marginale, représentant environ 0,3% de la production totale de froid.
- Environ 7% des réseaux de froid utilisent des pompes à chaleur ou des thermofrigopompes, qui peuvent générer à la fois de la chaleur et du froid, bien que leur part dans la production totale de froid reste faible.

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.

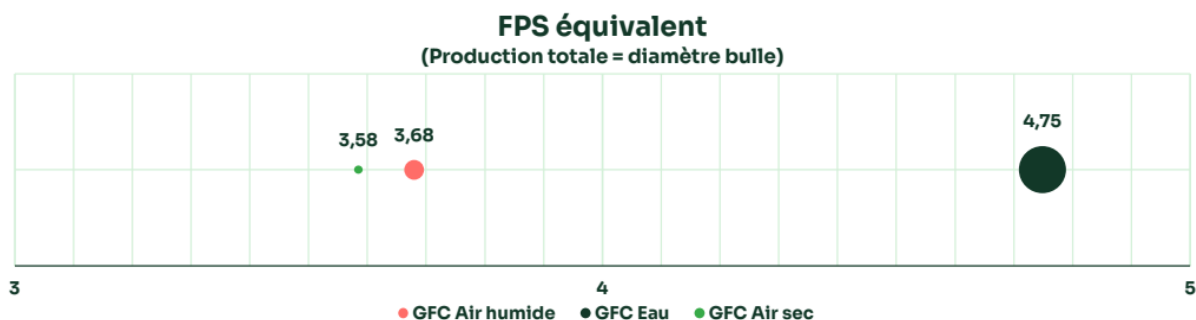


Figure 66 : Facteur de performance saisonnier (FPS) des groupes froids à compression par type de source renouvelable

Le facteur de performance saisonnier (FPS) est un indicateur de la performance énergétique des groupes froids à compression électrique. Il mesure le ratio entre la quantité d'énergie de froid produite annuellement par la machine par rapport à l'énergie électrique consommée pour la produire. Plus le FPS est élevé, plus la machine est économe en énergie.

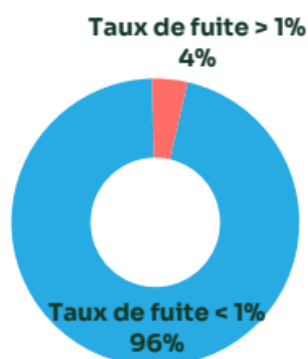
$$FPS = \frac{\sum \text{Quantité produite}}{\sum \text{Quantité totale}}$$

Voici les FPS pour les groupes froids à compression électrique en fonction de leur source froide :

- Pour l'eau, le FPS est de 4,75, ce qui indique de très bonnes performances énergétiques.
- Pour les groupes à l'air humide, le FPS est de 3,68.
- Pour les groupes à l'air sec, le FPS est de 3,58.

Cela signifie que les machines utilisant de l'eau comme source froide sont les plus performantes du point de vue énergétique, suivies par celles utilisant de l'air humide et de l'air sec, qui ont également des performances intéressantes par rapport à d'autres technologies de production de froid.

5.4. Performance environnementale



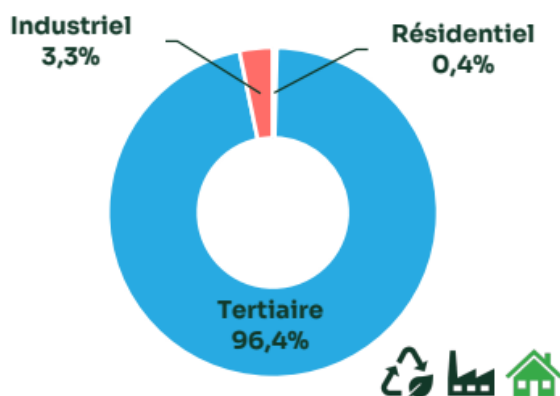
Les machines de production des réseaux de froid présentent des avantages en termes de taux de fuite de fluides frigorigènes par rapport aux machines autonomes.

En moyenne, les taux de fuite de fluides frigorigènes dans les machines des réseaux de froid sont d'environ 0,5 %, tandis que les machines autonomes ont des taux de fuite d'environ 10 %.

Cette faible incidence de fuite dans les réseaux de froid contribue à réduire leur impact sur le changement climatique en minimisant les émissions de gaz à effet de serre provenant des fluides frigorigènes, qui sont connus pour être des agents puissants de réchauffement climatique.

Figure 67 : Taux de fuite des réseaux de froid

5.5. Livraisons de froid



Les livraisons de froid ont atteint 0,99 TWh en 2022.

Elles sont principalement destinées à la climatisation du secteur tertiaire, représentant 96% des livraisons. Cela inclut des bâtiments tels que les bureaux, les hôpitaux, les universités, les aéroports, et d'autres structures similaires. De manière plus marginale, le froid est également utilisé pour le rafraîchissement dans le secteur résidentiel (0,4%) et industriel (3,3%).

Figure 68 : 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 délégué³² 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. » FEDENE Réseaux de chaleur & froid 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

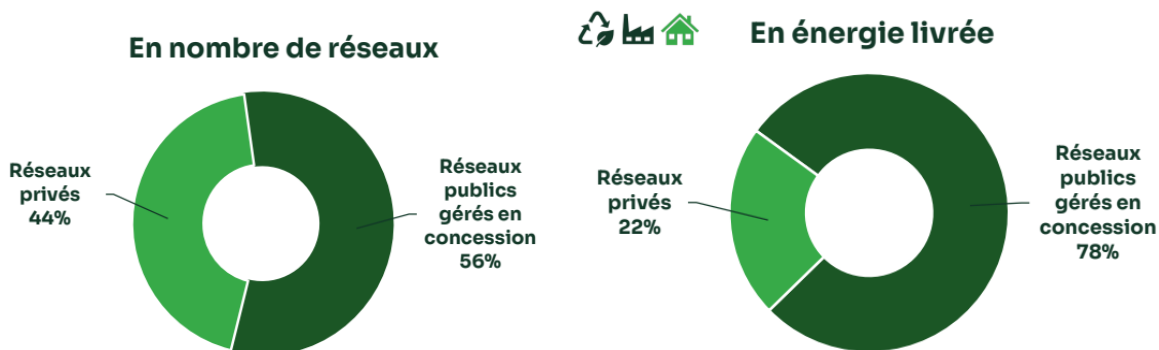


Figure 69 : Maîtrise d'ouvrage des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de froid

Les réseaux de froid sont principalement publics et concédés, c'est-à-dire gérés par des entités publiques ou des concessionnaires. Cependant, au cours des dernières années, de nouveaux réseaux de froid ont vu le jour grâce à l'initiative d'acteurs privés. Cette évolution suggère une diversification des acteurs impliqués dans la fourniture de froid urbain.

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.



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.

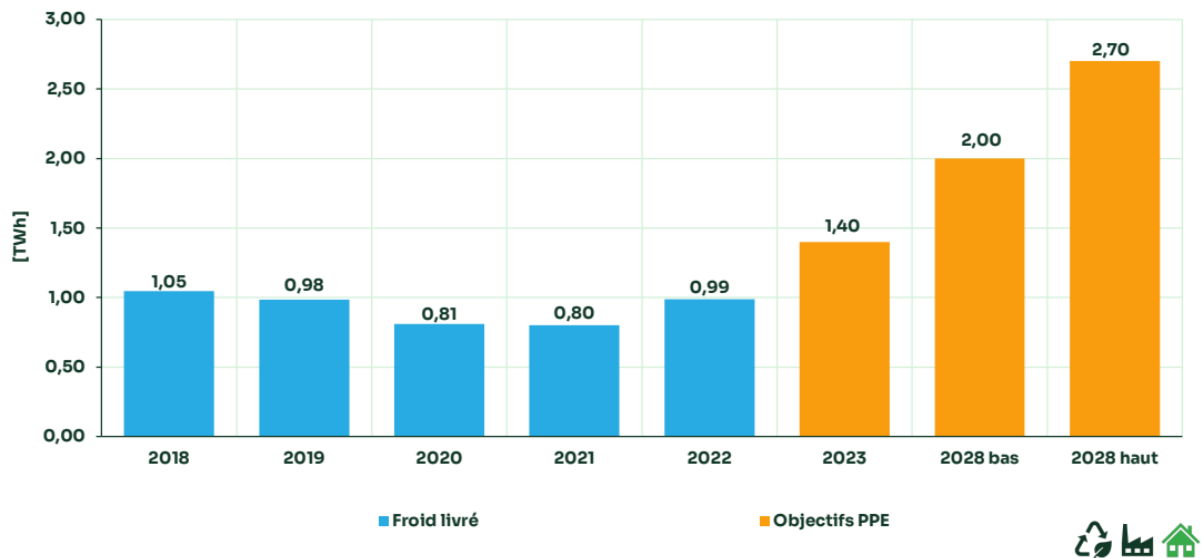


Figure 70 : Objectif de développement des réseaux de froid

En 2022, une nette amélioration des livraisons de froid a été constatée, marquant un retour aux niveaux de livraisons observés avant la pandémie de COVID-19. En effet, en 2020 et 2021, les livraisons de froid avaient été impactées par plusieurs facteurs, entraînant une baisse par rapport aux années précédentes. Ces facteurs incluent la mise à l'arrêt des installations, puis à la rationalisation des espaces de bureau par les entreprises, la reprise progressive du tourisme (climatisation des hôtels), et un été relativement doux, nécessitant moins de climatisation dans les bâtiments tertiaires. Cependant, en 2022, la situation a montré des signes de normalisation, suggérant que les effets temporaires de la pandémie ont été surmontés. Les entreprises se sont adaptées aux nouvelles conditions, tout en répondant à la demande croissante de climatisation.

Réchauffement climatique, l'évacuation de la chaleur accumulée par l'activité humaine en été, développements informatiques, émissions de chaleur entropiques et des climatiseurs autonomes... nous assistons depuis des années à une augmentation du besoin de refroidissement. Traditionnellement cantonnée dans notre pays à la couverture des besoins de base des bâtiments tertiaires (bureaux, centres informatiques, santé, ...) et au confort estival, cette évolution répond de plus en plus à des besoins sanitaires. Nous le constatons chaque été, les personnes âgées et à risques sont particulièrement menacées durant les épisodes caniculaires (15 000 à 19 000 décès en 2003).

Les réseaux de froid permettent d'utiliser les EnR&R froides locales dont regorgent les centres urbains (eaux de rivière ou de mer, nappes géothermales, géothermie de surface). Il est également possible de faire appel à des solutions plus vertueuses comme des tours de refroidissement « humides » qui limitent très fortement, voire suppriment les émissions de chaleur générées par la production de froid.

Ces solutions de froid matures apportent déjà une réponse durable à l'alarmant réchauffement de nos villes, évitent d'importantes pertes de productivité au travail et ont un impact positif sur la santé de l'ensemble des habitants. Les métropoles doivent s'emparer du sujet sans attendre !

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 méthodologiques

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 CO₂, 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'édition 2021 de l'enquête

(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 **1** (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 **1**
- 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 : [][][][] (1^{ère} année de mise en service)

5- IDENTITE DU PROPRIETAIRE DU RESEAU :

6- STATUT ET MODE DE GESTION :

RESEAU PUBLIC (COLLECTIVITE OU GROUPEMENT DE COLLECTIVITES) **2** :

CONCESSION **3** : 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, HÔPITAL...)

AVEC CONTRAT D'EXPLOITATION SANS CONTRAT D'EXPLOITATION

7- LE RESEAU A-T-IL FAIT L'OBJET D'UNE PROCEDURE DE CLASSEMENT ? **4** : 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

ÉTABLISSEMENT 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) **5** : [][][][][][][][][][]

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

