

Enquête des réseaux de chaleur et froid

ÉDITION 2024



 **FEDENE**
Réseaux de
chaleur & froid



Édito de Yann ROLLAND, Président de FEDENE Réseaux de chaleur et de froid

Je suis très heureux d'introduire la synthèse de l'enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid qui, d'année en année, apporte la preuve de l'utilité grandissante tant écologique qu'économique des réseaux et confirme encore en 2023, leur dynamique de développement. Enclenchée après 2019 grâce aux mesures d'accélération mises en œuvre par le groupe de travail ministériel, cette dynamique s'est intensifiée avec la crise énergétique et le conflit en Ukraine en 2022. Le franchissement de la barre des 1 000 réseaux de chaleur en 2023 en est une démonstration symbolique qui annonce de nouvelles belles perspectives !

Ce développement remarquable de la filière permet aujourd'hui d'alimenter en chaleur plus de 50 000 bâtiments, dans les grandes villes et les agglomérations, et de plus en plus dans les villes de plus petites tailles. En 3 années, plus de 1 300 km de réseaux de chaleur ont été installés, soit une hausse de 21% du linéaire total.



Yann ROLLAND, Président de
FEDENE Réseaux de chaleur &
froid

De plus en plus de bâtiments raccordés

Avec une quantité totale de chaleur livrée de 26,4 TWh, équivalent de la consommation de chaleur d'environ 2,9 millions¹ de logements, un taux énergie renouvelable et de récupération (EnR&R) moyen de 66,5% et un contenu carbone moyen de 113 gCO₂ ACV/kWh, ces résultats confirment que les réseaux de chaleur constituent la meilleure solution collective pour accompagner les Français dans le verdissement de leur chauffage. C'est d'autant plus important que la chaleur constitue notre principale consommation d'énergie.

Entre 2022 et 2023, 2 685 nouveaux bâtiments ont été raccordés aux réseaux de chaleur. Cette stabilité des livraisons de chaleur, alors que le nombre de bâtiments raccordés augmente, s'explique par un hiver particulièrement doux et la poursuite des efforts de sobriété des consommateurs.

La stabilité des livraisons de chaleur entre 2022 et 2023 est à comparer aux baisses de consommations globales des énergies dans le secteur résidentiel (baisse de 6,3 % pour le gaz et de 2,5 % pour l'électricité), confirmant la montée en puissance de la filière des réseaux de chaleur.

De plus en plus de réseaux vertueux

Nonobstant la stabilité du taux EnR&R à 66,5 %, la part de livraisons des réseaux de chaleur vertueux (dont le taux d'énergies renouvelable et de récupération est supérieur à 50%) poursuit son évolution passant de 89% en 2022 à 93 % en 2023. Cette progression est la preuve que les gisements d'énergies renouvelables et locales, au premier rang desquelles la chaleur fatale issue des Unités de Valorisation Énergétique (UVE) et la biomasse, suivies par la géothermie, peuvent être mobilisés partout sur le territoire.

Des réseaux de froid au cœur des mesures d'adaptation au changement climatique

Le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) présenté par le Premier ministre Michel Barnier en octobre confirme l'importance du sujet du rafraîchissement aussi bien pour le confort d'été que pour des enjeux sanitaires. Le déploiement à grande échelle des technologies de froid renouvelable est identifié comme une des mesures prioritaires à mettre en œuvre pour répondre à la trajectoire de réchauffement de référence.

En 2023, 43 réseaux de froid alimentent plus de 1 600 bâtiments sur le territoire français, soit plus de 5% de raccordements en un an. Mais c'est encore trop peu. Leur développement devra s'accélérer pour produire 2 TWh de froid renouvelable supplémentaires en dix ans.

Je formule le vœu que cette nouvelle année de confirmation de la dynamique de développement des réseaux de chaleur et de froid marque le début d'une trajectoire d'accélération indispensable pour accompagner la France vers la neutralité carbone en 2050.

¹ La consommation moyenne de chaleur d'un logement est estimée à 9 MWh/an (source Ademe)



Synthèse des résultats de l'enquête - Édition 2024

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.

Avec une **évolution du nombre de réseaux de 6 % entre 2022 et 2023 et le raccordement de 2 685 bâtiments supplémentaires**, le développement des réseaux de chaleur est avéré. Le maintien entre 2022 et 2023 **des livraisons de chaleur, qui s'établissent à 29,2 TWh** (corrigées des variations climatiques), est à mettre en parallèle des baisses de consommations globales de chaleur des bâtiments raccordés, issues des efforts de sobriété. Corrigées de la rigueur climatique et des efforts de sobriété énergétique, les livraisons de chaleur auraient augmenté de 6% entre 2022 et 2023.

1 000 réseaux de chaleur – chiffres clés



26,4 TWh
de chaleur
livrée nette
(26,3 TWh en
2022)



66,5 %
taux d'énergie
renouvelable et
de récupération -
EnR&R en
production
(66,5% en 2022)



0,113 kg/kWh
contenu moyen
de CO₂ ACV
(0,112 kg/kWh en
2022)



7 515 km
de longueurs
desservies
(7 046 km en
2022)



50 065
bâtiments
raccordés
(47 380 en 2022)



0,863
de rigueur
climatique
(0,852² en 2022)

43 réseaux de froid – chiffres clés



0,9 TWh
de froid livré net
(1,0 en 2022)



0,021 kg/kWh
taux moyen de CO₂
ACV
(0,021 en 2022)

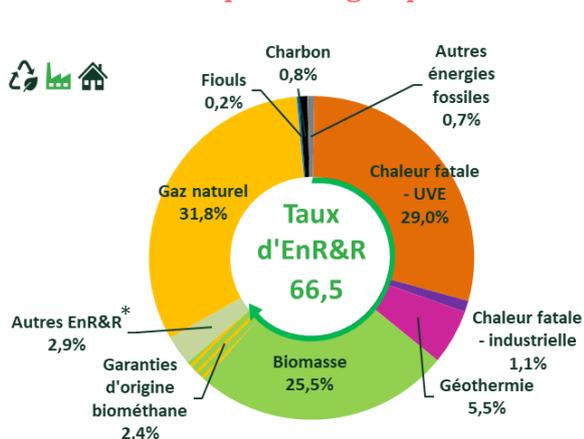


270 km
de longueurs desservies
(250 km en 2022)

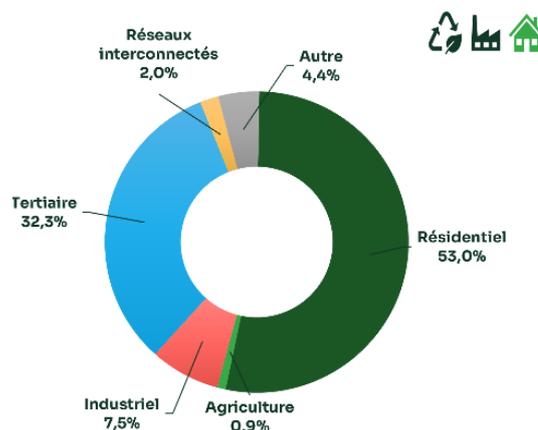


1 637
bâtiments raccordés
(1 563 en 2021)

Bouquet énergétique 2023



Secteurs de livraison 2023



*Les autres EnR&R prennent en compte le biogaz, la part verte des pompes à chaleur ainsi que d'autres énergies telles que le solaire ou encore la biomasse liquide.

² La période de référence de calcul de l'indice de rigueur climatique a été modifiée en 2021 par le SDES, nouvelle période de référence : 1991-2020



Des réseaux de chaleur toujours plus vertueux

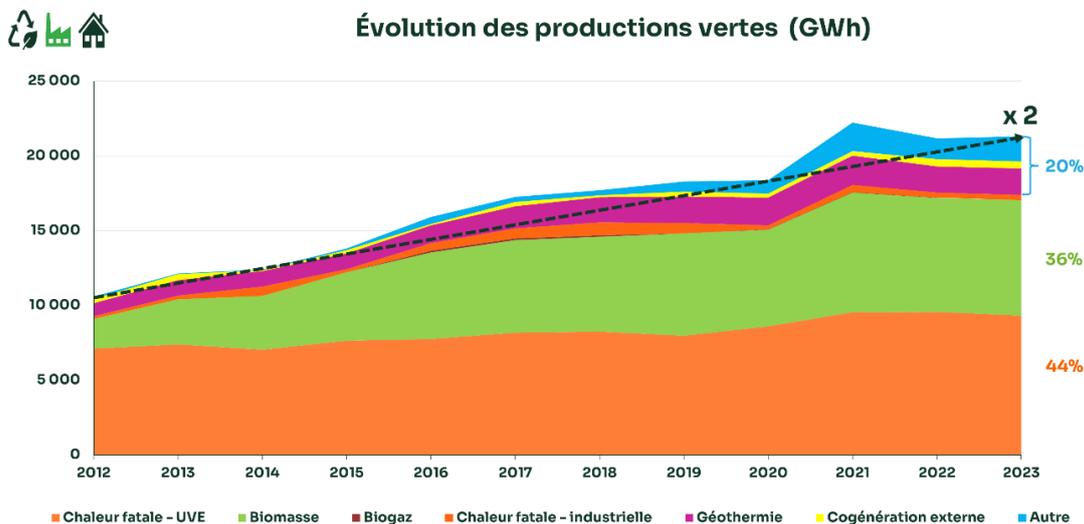
Après une forte progression de la quantité de production verte en 2021 ainsi que du taux d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) en 2022, la trajectoire de décarbonation est maintenue en 2023 malgré quelques aléas techniques et se traduit par **un taux EnR&R de la chaleur livrée par les réseaux de 66,5 %** (en tenant compte notamment des garanties d'origine biométhane). Corrigé de ces aléas exceptionnels, les réseaux de chaleur maintiennent leur trajectoire de verdissement.

La même année, la **quantité de chaleur livrée** utilisant au moins 50 % d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) a augmenté, sa part est passée de 89 % en 2022 à 93 % par rapport aux livraisons totales, soulignant le verdissement des réseaux anciennement non vertueux.

Parallèlement, le **nombre de réseaux** utilisant exclusivement des énergies fossiles a diminué, leur part passant de 12 % en 2022 à 8 % en 2023, soulignant ainsi la transition de ces réseaux.

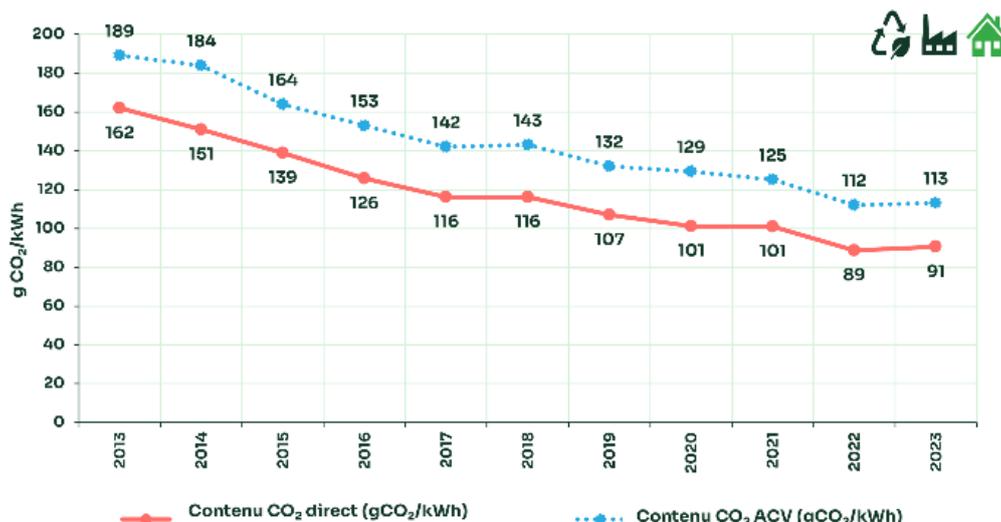
La sortie des énergies fossiles fortement carbonées touche à sa fin, avec **une part de fioul et de charbon dans le mix énergétique réduite à seulement 1 % en 2023**, contre 2,6 % en 2022. Pour rappel, cette part était de 13,3 % en 2012.

Cette transition 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 (à hauteur de 44 % dans la part des EnR&R), et d'autre part, l'utilisation durable de la biomasse produite en France (à hauteur de 36 % dans la part des EnR&R), en remplacement des sources d'énergie polluantes, telles que le charbon et le fioul.



Par rapport à 2012, **la production de chaleur issue d'énergies renouvelables et de récupération livrée par les réseaux a été multipliée par deux**, une augmentation issue du verdissement des réseaux existants et de la création de nouveaux réseaux vertueux.

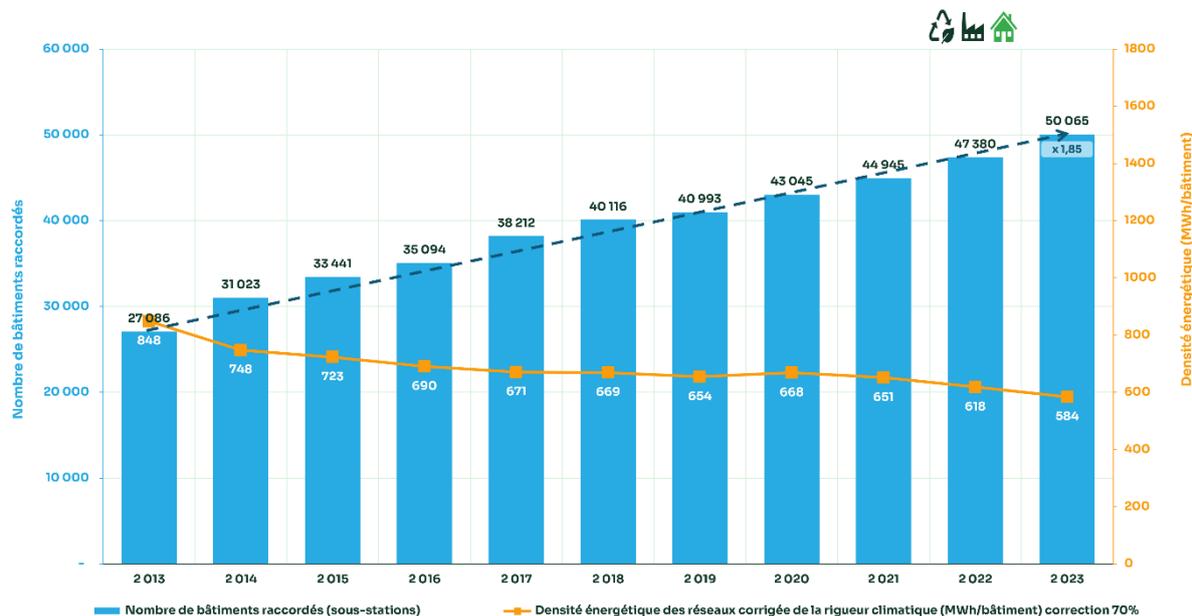
Le maintien de la production d'énergie verte, avec pour objectif la croissance de celle-ci, joue un rôle majeur dans la réduction des émissions de dioxyde de carbone. En effet, ces réseaux de chaleur affichent un faible contenu carbone, avec **une émission moyenne de 113 g CO₂/kWh en Analyse de Cycle de Vie (ACV)**.



Sur une décennie, la quantité moyenne de dioxyde de carbone émise est passée de 189 à 113 gCO₂ACV/kWh, ce qui représente une réduction significative de 40%. En moyenne, les réseaux de chaleur affichent des émissions de gaz à effet de serre qui sont inférieures de 45% par rapport au gaz naturel (205 gCO₂ACV/kWh) et de 67% par rapport au charbon (342 gCO₂ACV/kWh).

La croissance des réseaux de chaleur contrebalancée par les efforts d'efficacité et de sobriété énergétique

Entre 2013 et 2023, le nombre de bâtiments connectés aux réseaux de chaleur a enregistré une croissance de **85%**. Dans le parc de bâtiments raccordés aux réseaux de chaleur, on constate une baisse continue de la consommation énergétique, passant d'une moyenne annuelle de 848 MWh par bâtiment en 2013 à **584 MWh en 2023**.



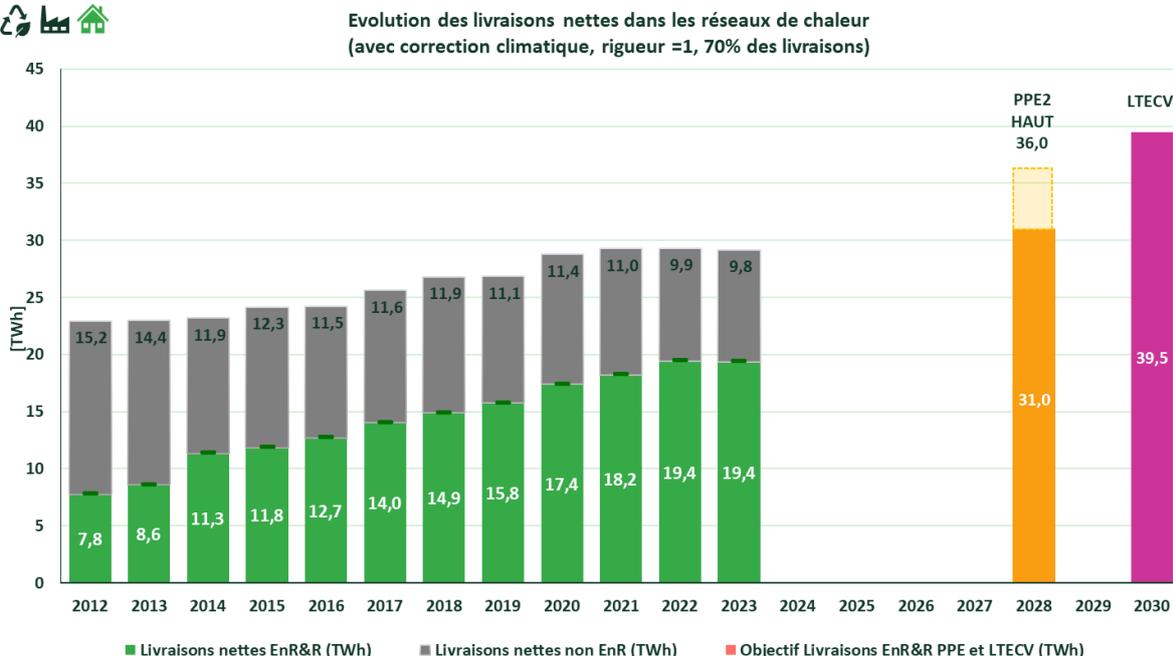
La réduction de la consommation énergétique des bâtiments résulte de plusieurs facteurs, notamment l'amélioration de l'efficacité énergétique et les initiatives de sobriété énergétique. Depuis 2013, une diminution de 31% a été observée, soit une moyenne de 3% par an. En 2022, des mesures exceptionnelles de sobriété énergétique ont été instaurées par le gouvernement, contribuant ainsi à une accentuation de cette baisse à 5% en 2022 et à 6% en 2023 pour les bâtiments raccordés à un réseau de chaleur.



Une accélération du développement est nécessaire pour atteindre les prochains objectifs

La loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) a fixé comme objectif une multiplication par 5 des livraisons d'énergie renouvelable et de récupération (EnR&R) pour les réseaux de chaleur entre 2012 et 2030. En 2023, les livraisons de chaleur renouvelable et de récupération ont été de 19,4 TWh (corrigées des climatiques) soit une multiplication par 2,5 par rapport à 2012.

Ces livraisons de chaleur renouvelable et de récupération sont également restées constantes pour les raisons évoquées précédemment (sobriété énergétique et rigueur climatique) et font également suite à la présence d'aléas d'exploitation.



Pour répondre aux engagements européens, la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE), actuellement en consultation, définit des objectifs plus ambitieux pour les réseaux de chaleur et de froid : 68 TWh de chaleur livrée par les réseaux dont 75 % de chaleur ENR&R (soit 51 TWh) en 2030 puis jusqu'à 90 TWh dont 80 % de chaleur ENR&R (soit 72 TWh) en 2035.

Il est donc essentiel de poursuivre le verdissement et l'extension des réseaux de chaleur qui contribueront à l'augmentation des livraisons de chaleur renouvelable et de récupération.



Table des matières

1. Introduction	9
1.1. Présentation de la FEDENE – Réseaux de chaleur et de froid (SNCU)	10
1.2. Missions de la FEDENE – Réseaux de chaleur et de froid (SNCU)	10
1.3. Contexte et objectifs de l'enquête	11
1.4. Remerciements	12
2. Les réseaux de chaleur en France en 2022	13
2.1. Définition d'un réseau de chaleur	14
2.2. Caractéristiques générales des réseaux enquêtés	19
2.3. Les énergies mobilisées	22
2.4. Évolution des émissions de CO2	31
2.5. Distribution	36
2.6. Livraisons de chaleur et suivi des objectifs	38
2.7. Évolution des performances de distribution des réseaux de chaleur	40
2.8. Évolution des performances	40
2.9. Profil des réseaux vertueux (réseaux dont le taux EnR&R est > 50%)	42
2.10. Profil des boucles d'eau tempérée	44
2.11. Impact du verdissement sur le raccordement	45
2.12. Mix énergétique et taille des réseaux	46
3. Chiffres clés des réseaux de chaleur dans les régions	48
3.1. Politique énergétique territoriale française	49
3.2. Déclinaison régionale des chiffres	50
3.3. Cartes des régions	51
3.4. Le classement automatique dans les régions	52
4. Chiffres clés des EnR&R dans les réseaux	53
4.1. La biomasse	54
4.2. Les unités de valorisation énergétique – UVE	55
4.3. La géothermie	56
4.1. Le biogaz	57
4.2. La chaleur de récupération	58
4.3. Le solaire thermique	59
5. Les réseaux de froid en France en 2021	60
5.1. Définition d'un réseau de froid	61
5.2. Caractéristiques générales des réseaux enquêtés	65
5.3. Performance énergétique	67
5.4. Performance environnementale	67
5.5. Livraisons de froid	68
5.6. Modes de gestion	68
5.7. Objectif de développement des réseaux de froid	68
Annexe 1 : DÉFINITIONS et informations méthodologiques	70
Annexe 2 : Questionnaire de l'édition 2024 de l'enquête	72



Table des illustrations

Figure 1 : Cartes des réseaux de chaleur et de froid, source Via Sèva (2022)	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 : Chaleur vendue (en TWh) par les réseaux de chaleur par pays (2022), Source EHP	17
Figure 5 : Comparaison des mix énergétiques 2022	17
Figure 6 : Répartition des emplois directs et indirects dans les réseaux de chaleur et de froid (In Numeri-ADEME)	18
Figure 7 : Les emplois directs en France dans les réseaux de chaleur et de froid (In Numeri-ADEME)	18
Figure 8 : Caractéristiques générales des réseaux de chaleur enquêtés	19
Figure 9 : Mode de gestion des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur	22
Figure 10 : Sources d'énergie utilisées par les réseaux (en % du nombre de réseaux et en énergie livrée)	23
Figure 11 : Réseaux utilisant des énergies renouvelables et de récupération	23
Figure 12 : Bouquet énergétique (en énergie production)	24
Figure 13 : Entrants des dix principales sources d'énergie	26
Figure 14 : Évolution des taux d'EnR&R depuis 2013	26
Figure 15 : Évolution du bouquet énergétique (en énergie produite)	27
Figure 16 : Évolution des EnR&R utilisées par les réseaux de chaleur (en énergie produite)	27
Figure 17 : Comparaison de la cogénération aux outils de productions séparées d'électricité et de chaleur (unité MWh)	28
Figure 18 : Répartition 2018 du parc français des cogénérations gaz en puissance électrique installée (données ATEE 2019)	28
Figure 19 : Réseaux équipés de cogénération interne ou externe en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur	29
Figure 20 : Bouquets énergétiques des équipements de cogénération interne et externe dans les réseaux de chaleur	29
Figure 21 : Bouquets énergétiques des équipements de cogénération interne et externe dans les réseaux de chaleur	30
Figure 22 : Évolution du contenu en CO ₂ direct et ACV des réseaux de chaleur (gCO ₂ /kWh)	31
Figure 23 : Contenu en CO ₂ ACV des sources d'énergie en gCO ₂ /kWh d'énergie livrée (source arrêté DPE)	32
Figure 24 : Dispersion des réseaux de chaleur en termes d'émissions de CO ₂ en ACV	32
Figure 25 : Répartition des réseaux de chaleur existants par rapport aux seuils EGES de la RE2020	34
Figure 26 : Évolution de la part de réseaux répondant aux exigences de la RE2020	35
Figure 27 : CO ₂ ACV évité en 2023 - par le recours à des réseaux de chaleur en comparaison à des chaudières gaz	35
Figure 28 : Type de fluide caloporteur utilisé en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur	36
Figure 29 : Évolution de la longueur des réseaux	36
Figure 30 : Représentation d'une sous-station (source : Via Sèva)	37
Figure 31 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés (sous-stations) aux réseaux	37
Figure 32 : Ventilation des livraisons de chaleur	38
Figure 33 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R	38
Figure 34 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R corrigées du facteur climatique	39
Figure 35 : Évolution des pertes de distribution	40
Figure 36 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés en fonction des longueurs desservies	41
Figure 37 : Évolution de la densité énergétique et des bâtiments raccordés entre 2013 et 2023	42
Figure 38 : Sources d'énergies utilisées par les réseaux vertueux (en % du nombre de réseaux et en énergie livrée)	42
Figure 39 : Bouquet énergétique des réseaux vertueux (en énergie production)	43
Figure 40 : Entrants des dix principales sources d'énergie pour les réseaux vertueux	43
Figure 41 : Comparaisons des contenus carbone des énergies selon les méthodologies RT2012 et RE2020	44
Figure 42 : Bouquet énergétique des boucles d'eau tempérées (en énergie entrante)	44
Figure 43 : Ventilation des livraisons de chaleur des boucles d'eau tempérée	44
Figure 44 : Dynamique en nombre de réseaux et en points de livraison des réseaux vertueux versus non vertueux	45
Figure 45 : Évolution entre 2013 et 2023 des réseaux et des livraisons nettes	46
Figure 46 : Mix énergétique des réseaux livrant plus de 20 GWh	47
Figure 47 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 20 GWh	47
Figure 48 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 20 GWh	47
Figure 49 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 3,5 GWh	47
Figure 50 : Caractéristiques principales par région	50
Figure 51 : Bouquet énergétique entrant des réseaux de chaleur par région	50
Figure 52 : Répartition régionale de la livraison annuelle de chaleur des réseaux	51
Figure 53 : Nombre de réseaux, longueurs et taux d'EnR&R entrant par région	51
Figure 54 : Schéma de principe d'un réseau de froid, Via Sèva	61
Figure 55 : groupe froid à compression (Quantum)	62
Figure 56 : groupe froid à absorption (Serm)	62
Figure 57 : Tour ouverte - principe et équipement	63
Figure 58 : Tour fermée - principe et équipement	63
Figure 59 : Condenseur à air - principe et équipement	63
Figure 60 : Dry cooler - principe et équipement	63
Figure 61 : Évolution mondiale des besoins en froid de confort. (Source : extrait du rapport de l'AIE, The Future of cooling)	65
Figure 62 : Évolution de la consommation des quantités d'entrants par équipements et répartition de l'utilisation des équipements dans la production des réseaux de froid	66
Figure 63 : Facteur de performance saisonnier (FPS) des groupes froids à compression par type de source renouvelable	67
Figure 64 : Taux de fuite des réseaux de froid	67
Figure 65 : Ventilation des livraisons de froid	68
Figure 66 : Maîtrise d'ouvrage des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de froid	68
Figure 67 : Objectif de développement des réseaux de froid	69

INTRODUCTION





1.1. Présentation de la FEDENE – Réseaux de chaleur et de froid (SNCU)

Le Syndicat National du Chauffage Urbain (SNCU) dénommé 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).

1.2. Missions de la FEDENE – Réseaux de chaleur et de froid (SNCU)

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, elle 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*³.

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, 2024](#)).
- 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.

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

³ Note méthodologique sur le calcul des données clés de chaque réseau, FEDENE Réseaux de chaleur & froid, 2023, téléchargeable sur le site enquete-reseaux.fr



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.

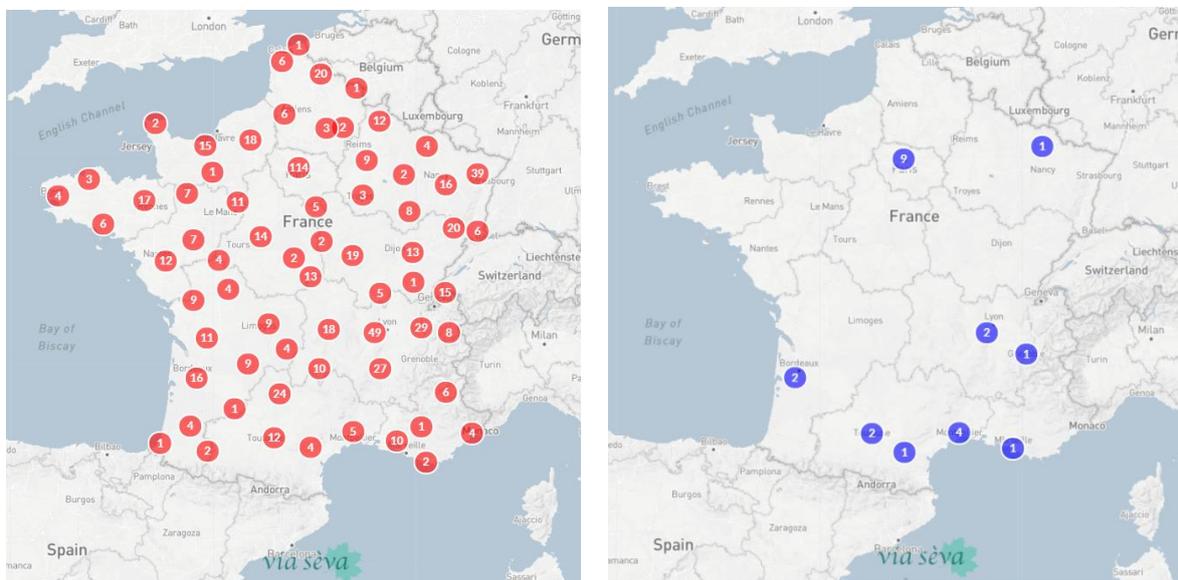


Figure 1 : Cartes des réseaux de chaleur et de froid, source Via Sève (2022)

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.

Rédacteurs

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

Auguste RAMS – Secrétaire Général de FEDENE Réseaux de chaleur & froid

Mohamed TRAORE – Chargé de mission Technique FEDENE

Charbel AL CHALOUHY – Chargé de mission pôle Technique FEDENE

LES RÉSEAUX DE CHALEUR EN FRANCE EN 2023



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.

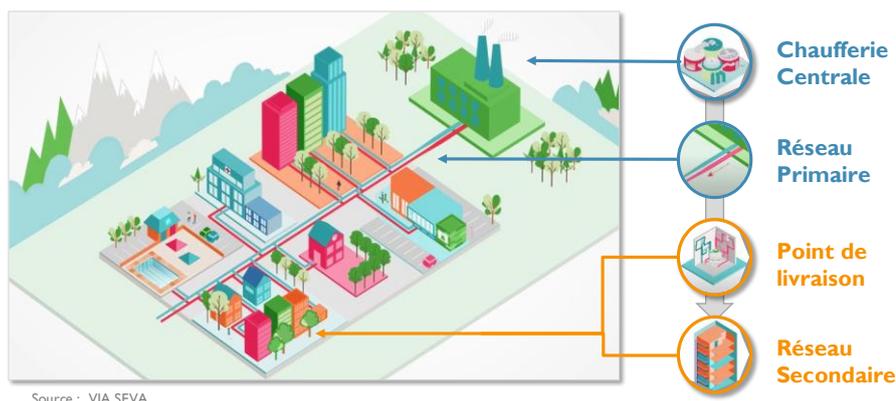
Au sein des réseaux de chaleur, les chaufferies, qui sont des installations de production de chaleur, jouent un rôle central. Elles peuvent être situées à l'intérieur du réseau lui-même ou à l'extérieur, notamment lorsque la chaleur est récupérée ou achetée à des fournisseurs externes. La source d'énergie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

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.



Source : VIA SEVA

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

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 fossiles 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 nationales sont en train de transposer les directives et réglementations utiles à la transformation de l'UE d'ici 2030 dans le cadre du paquet "Fit for 55". Le verdissement de la chaleur et du froid est un volet crucial pour la réussite du paquet.

En 2023, les EnR&R représentaient 22,2 % de la consommation brute finale d'énergie française, encore derrière l'objectif de 23% que s'était fixé l'Etat pour 2020. La France est le seul État membre de l'Union européenne à ne pas avoir respecté ses objectifs de développement d'EnR&R !

4

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 fossiles⁵. En 2022, seuls 24,8% de cette production provenaient d'énergies renouvelables⁶. 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 78% dans la consommation énergétique du secteur résidentiel européen⁷ :

⁴ Chiffres clés des énergies renouvelables, Édition 2024

⁵ Euroheat & Power, *DHC Market Outlook*, 2021.

⁶ Eurostat, *Renewable energy for heating & cooling up to 25% in 2022*.

⁷ Le chauffage et l'eau chaude sanitaire représentent respectivement 63,5% et 14,9% de la consommation énergétique des logements européens.

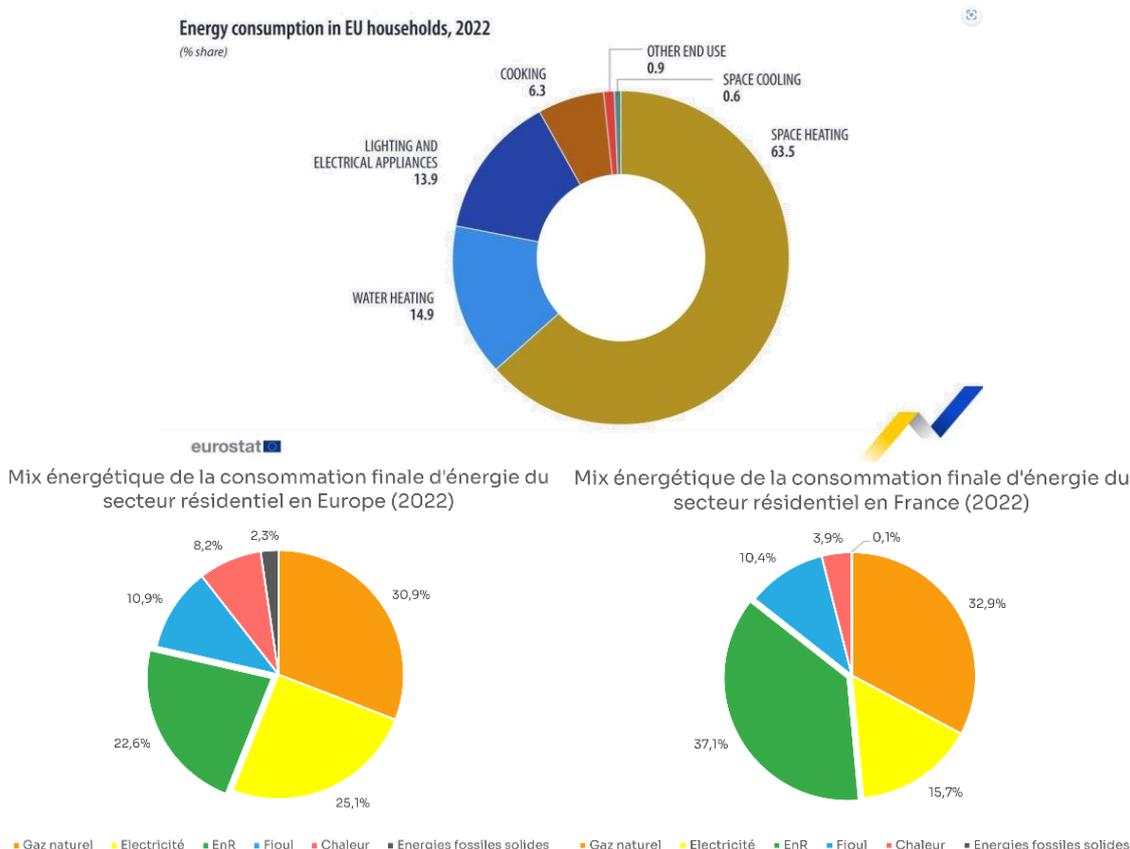


Figure 3 : Panorama de la chaleur dans le secteur résidentiel européen (source : Eurostat)

La dépendance du secteur résidentiel aux énergies fossiles – très largement importées⁸ - est d'autant plus forte puisqu'elle représente 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 45% de sa consommation finale consacrée à la chaleur, dont 29,4% serait produite à partir d'énergies renouvelables⁹. Malgré le fait que la chaleur représente 77,6 % de la consommation énergétique des foyers français, sa production repose encore à 39 % sur des sources fossiles importées¹⁰. Ces foyers se distinguent dans le paysage européen par une forte électrification des usages : 35,9% de la consommation finale du secteur résidentiel contre 25,1% 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 19 000 réseaux livrent environ 608 TWh de chaleur à près de 77 millions de citoyens, par le biais de 195 000 km de réseaux et une puissance thermique installée de 334 GW en 2022¹¹.

Les réseaux de chaleur français occupent une place notable dans le paysage européen. Comparés aux autres réseaux européens, les réseaux de chaleur français couvrent une part relativement faible des besoins de chaleur globaux, mais leur potentiel de développement reste important. Dans le panorama européen, la France se situe en 6^{ème} position en volume de vente de chaleur par réseaux :

⁸ 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.

⁹ Eurostat, *Energy consumption in households*, June 2024. Données 2022.

¹⁰ 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.

¹¹ Euroheat & Power, *DHC Market Outlook 2024*.

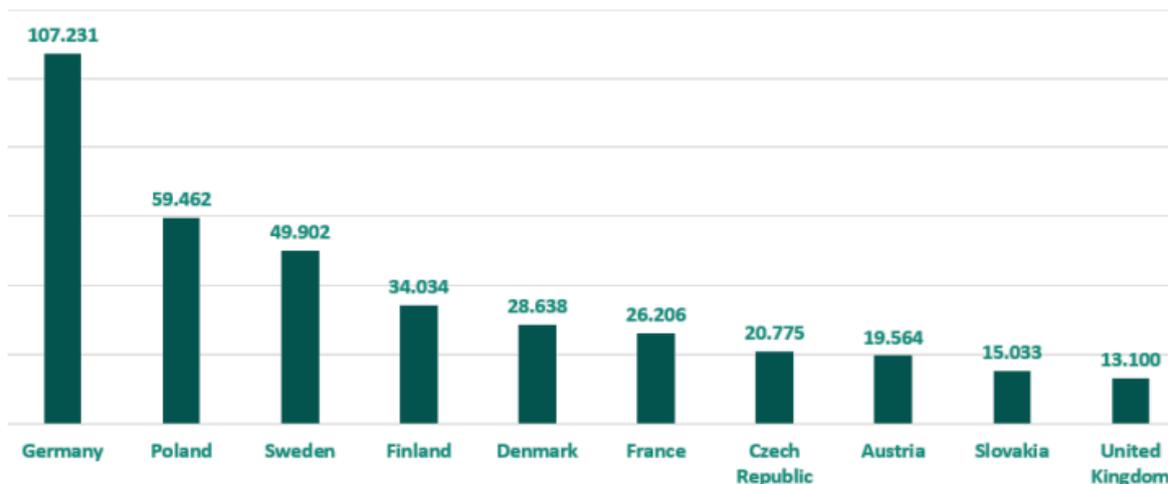


Figure 4 : Chaleur vendue (en TWh) par les réseaux de chaleur par pays (2022), Source EHP

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 cogénérée¹². Bien que ces infrastructures soient essentielles pour maintenir la compétitivité des réseaux français, la cogénération ne représente que 16,8% de la production dans le mix français.

Puis, les opérateurs et les collectivités françaises ont consacré depuis une dizaine d'années d'importants moyens pour verdifier le mix énergétique des réseaux. La production de chaleur issue d'EnR&R a doublé en dix ans en France. En 2022, le mix énergétique moyen des réseaux européens ne dépassait pas 43% d'EnR&R alors que ces énergies composaient 66,5% du mix énergétique des réseaux français.

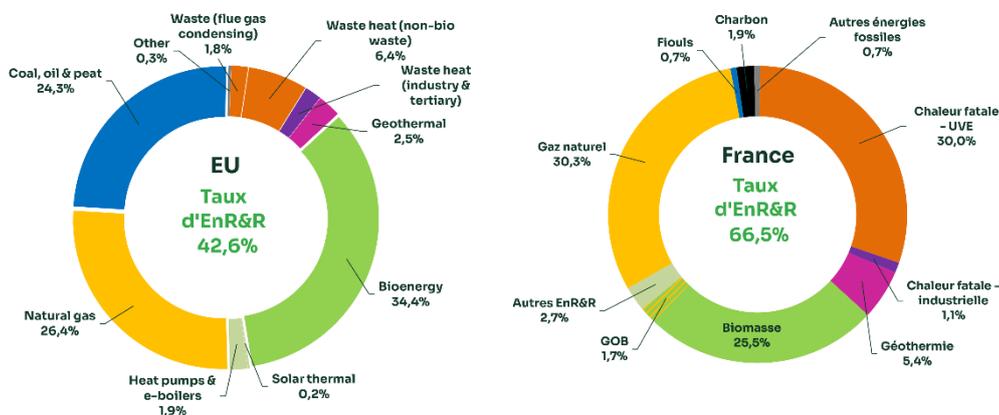


Figure 5 : Comparaison des mix énergétiques 2022

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, Directive Efficacité Énergétique, Directive Énergies Renouvelables). La France possède d'importants gisements de chaleur EnR&R et un fort potentiel de développement des réseaux de chaleur.

¹² Euroheat & Power, <https://www.euroheat.org/data-insights/outlooks/dhc-market-outlook-2024>

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

L'étude de l'ADEME 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.

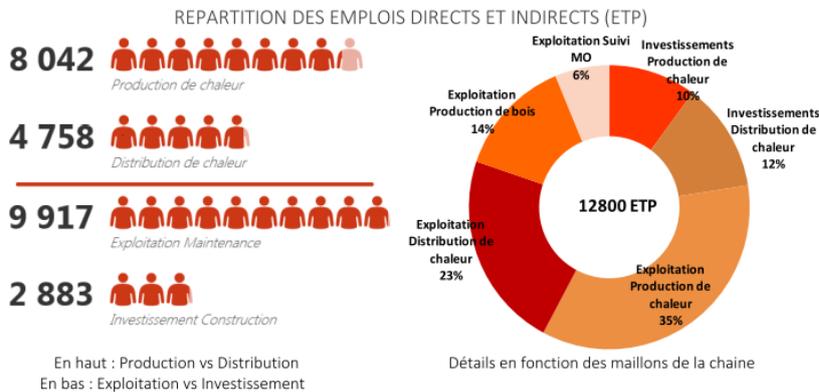
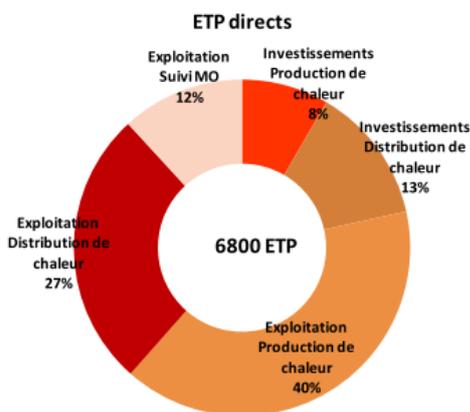


Figure 6 : Répartition des emplois directs et indirects dans les réseaux de chaleur et de froid (In Numeri-ADEME)

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)

L'atteinte des objectifs de la future PPE, à savoir livrer 51 TWh de chaleur issue d'EnR&R permettrait de créer plus de 26 000 ETP directs et indirects d'ici 2030¹³.

¹³ Source Club de la chaleur, Plan Marshall de la chaleur, 2023.

2.2. Caractéristiques générales des réseaux enquêtés

2.2.1. Les chiffres clés

L'enquête sur les réseaux de chaleur existants au 31/12/2023 compte 1000 réseaux de chaleur, contre 946 pour l'édition précédente. Au total, 65 réseaux ont été ajoutés à la base de données (à la fois des nouveaux réseaux ou des premiers répondants) et 11 réseaux ont été enlevés (réseaux arrêtés, remplacés ou intégrés à un autre réseau). Sur les 1000 réseaux de chaleur présents dans la base de données, le taux de réponse à l'enquête a été de 95,5 %. 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 2023 ou de 2022 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.

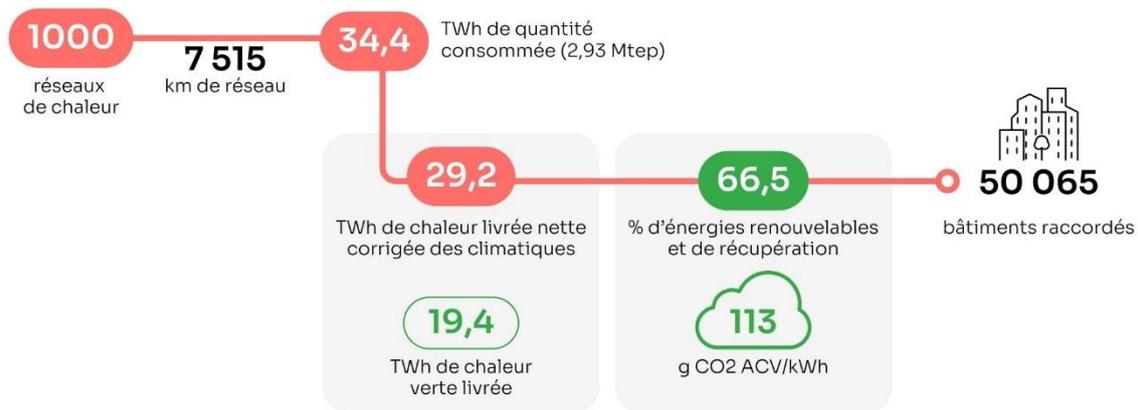


Figure 8 : Caractéristiques générales des réseaux de chaleur enquêtés

La filière des réseaux de chaleur est caractérisée par :

- Un mix énergétique, en chaleur produite, composé à majorité d'énergies renouvelables et de récupérations (66,5% d'EnR&R) ;
- Une grande variété de typologies de réseaux (taille, énergies, mode de gestion) ;
- La quasi-totalité de la chaleur livrée (98,8 %) par des réseaux de taille moyenne à grande (>3,5 MW) représentant près des deux tiers des réseaux.

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	336 (33,6%)	
Longueur totale des réseaux	323,2 km (4,3%)	
Nombre de points de livraison	4 026 (8%)	
Total énergie thermique livrée nette	327 GWh (1,2%)	28,1 ktep ¹⁴
Livraison moyenne par réseaux	1 GWh	0,86 ktep

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

¹⁴ ktep=kilo tonne équivalent pétrole (1 GWh=85,985 tep)



2.2.3. Focus sur les réseaux classables et classés

Le 1^{er} janvier 2022, le classement des réseaux de chaleur et de froid vertueux est rentré en vigueur, conformément à la loi « Énergie - Climat » de 2019. 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 un levier efficace de la transition énergétique.

L'instabilité des prix des énergies fossiles 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 fossiles, ce qui leur assure une meilleure stabilité. Ainsi, les collectivités et leurs habitants maîtrisent mieux leur budget énergétique ;
- Écologiques : Les réseaux de chaleur vertueux sont également des moyens efficaces pour réduire les émissions de gaz à effet de serre d'un territoire. En moyenne, les réseaux vertueux émettent 71,4% de CO₂ de moins qu'un chauffage au gaz naturel et 79,9% de CO₂ de moins qu'un chauffage au fioul domestique. Les réseaux de chaleur et de froid vertueux sont les vecteurs énergétiques permettant de distribuer le plus d'EnR&R aux consommateurs ;

Classer les réseaux 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 permet aux réseaux de se densifier davantage, ce qui améliore leurs situations économiques. De nouveaux investissements permettant d'accélérer le verdissement de leurs mix, de les étendre, de raccorder plus d'usagers sont dès lors favorisés.

En 2023, pas moins de 639 réseaux répondant aux conditions du classement ont pu bénéficier du classement automatique, soit près des deux tiers des réseaux de chaleur en France :

Caractéristiques		Réseaux classés	
Nombre de réseaux		639 (63,9%)	
Longueur totale des réseaux		6 247 km (83,1%)	
Nombre de points de livraison		42 199 (84,3%)	
Total énergie thermique livrée nette	20 816 GWh (78,8%)		1 790 ktep ¹⁵
Taux EnR&R moyen		80,7%	

L'ensemble des réseaux classés sont listés en annexe de l'arrêté du 22 Décembre 2023 relatif au classement des réseaux de chaleur et de froid qui est mis à jour annuellement.

Pour avoir plus d'éléments sur les réseaux classés, voir le paragraphe relatif aux réseaux classés en régions page 54 de ce rapport.

¹⁵ ktep = kilo tonne équivalent pétrole (1 GWh=85,985 tep)



2.2.4. Les modes de gestion

Les collectivités territoriales et leurs groupements disposent de la liberté du choix du mode de gestion pour exploiter leurs services publics. Cette liberté découle du principe constitutionnel de libre administration des collectivités territoriales¹⁶. Les collectivités territoriales décident librement de :

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

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

La gestion en régie

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

- **La régie sans contrat d'exploitation ou internalisée (ou directe)** : 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 et un accompagnement de l'installation, ou sans, amenant les partenaires à gérer le réseau sans intervenir sur les installations.

Maîtrise d'ouvrage avec un partenaire comme gestionnaire

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

- **La concession** : 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 2024 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 40% des réseaux et 77% des livraisons de chaleur.

¹⁶ Article 72-3 de la Constitution du 4 octobre 1958

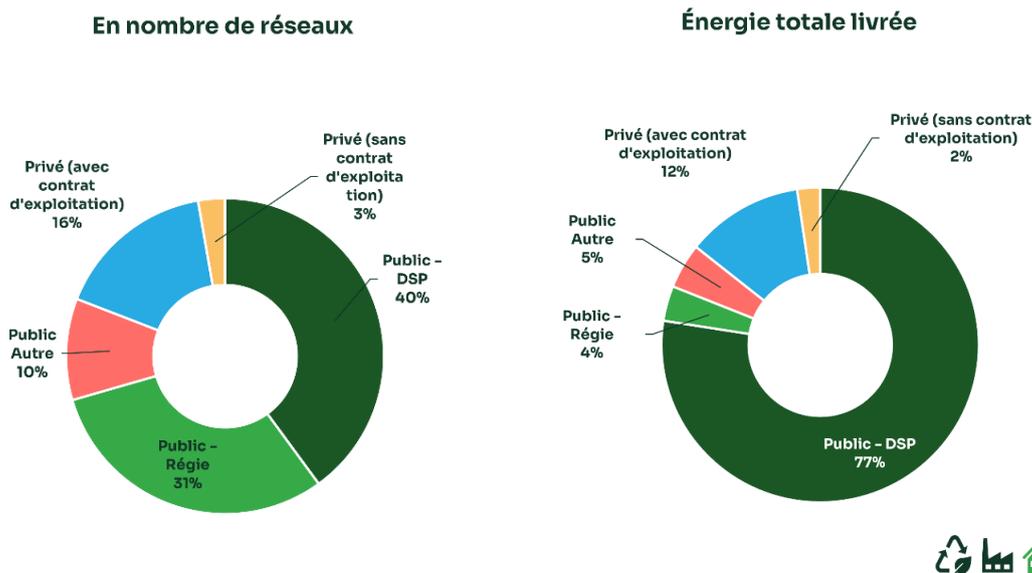


Figure 9 : Mode de gestion des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur

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.

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 fossiles (gaz naturel, charbon et fiouls) (cf. Figure ci-dessous).

En 2023, **72% des réseaux, représentant 90% 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).

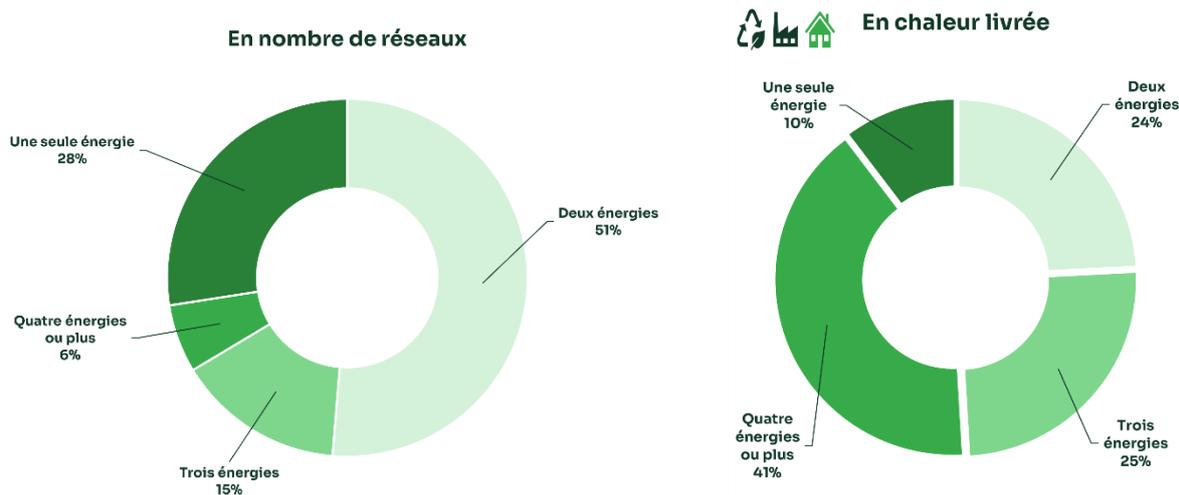


Figure 10 : Sources d'énergie utilisées par les réseaux (en % du nombre de réseaux et en énergie livrée)

Avec 90% des livraisons de chaleur effectuées en multi-énergies, les réseaux de chaleur démontrent leur flexibilité et leur capacité à assurer une continuité du service public au long terme.

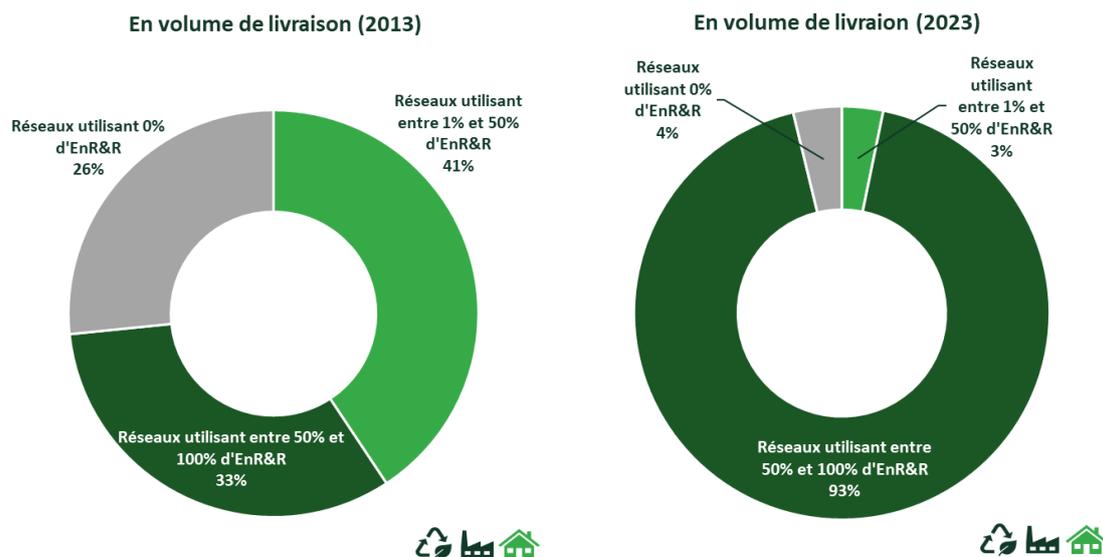


Figure 11 : Réseaux utilisant des énergies renouvelables et de récupération

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 2024 de l'enquête, il est observé que 96% de la chaleur fournie par les réseaux urbains contient une part de chaleur renouvelable et de récupération, et 93% présentent un taux d'énergies renouvelables et de récupération dépassant 50%. Cette dernière valeur est particulièrement significative en comparaison avec la situation en 2013, où seulement 33% des livraisons atteignaient ce seuil. Cette avancée a été accentuée en 2023 avec une augmentation de la part des réseaux vertueux (taux d'EnR&R supérieur à 50%) de 4 points par rapport à 2022 (89% des livraisons).

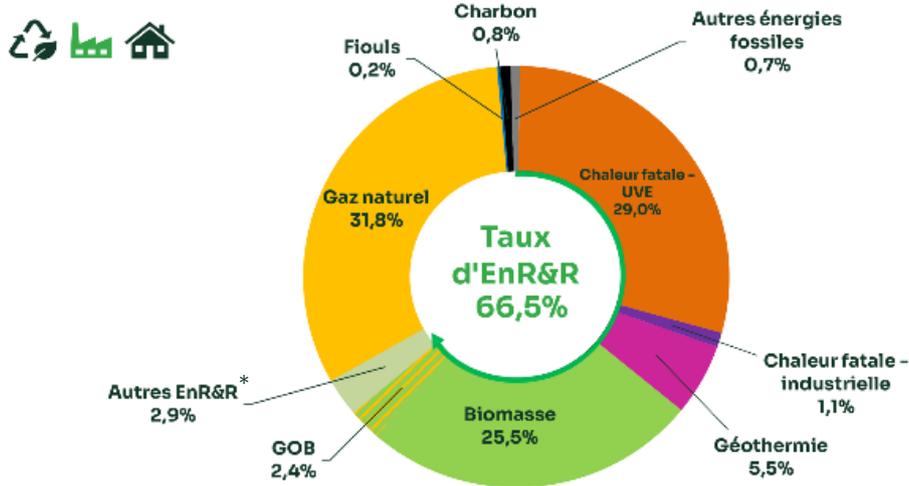
Cette tendance démontre l'engagement croissant des réseaux de chaleur vers des sources de chaleur plus propres et durables au cours des 10 dernières années, avec une nette amélioration par rapport à 2013.

Parallèlement, le nombre de réseaux utilisant exclusivement des énergies fossiles a diminué, leur part passant de 12 % en 2022 à 8 % en 2023, soulignant ainsi le verdissement des réseaux.

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%.

96% des réseaux utilisent des énergies renouvelables et de récupération, en faisant un vecteur efficace pour livrer de la chaleur verte au cœur des agglomérations et verdir rapidement les territoires.

2.3.2. Le bouquet énergétique



* Les autres EnR&R prennent en compte le biogaz, la part verte des pompes à chaleur ainsi que d'autres énergies telles que le solaire ou encore la biomasse liquide.

Figure 12 : 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 5,5% 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 29,0% 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 à 50% dans les déchets valorisés.
- Les entrants pour les autres EnR&R représentent 2,9%.

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 2023.

Source de l'énergie	Nombre de réseaux		Energies consommées ou achetées			Entrants utilisés pour la production de chaleur		Production thermique des réseaux			
	2023	Différence 2023/2022	2023		Écart relatif 2023/2022	Quantité (GWh PCI) 2023	Ratio (%)	Quantité (GWh) 2023	Ratio (%)	Écart relatif 2023/2022	
Energies fossiles	Charbon	5	0	292,5	GWh PCI	-48,8%	269,6	0,8%	256,8	0,8%	-57,2%
	Fioul lourd & CHV	2	-1	6,2	GWh PCI	-81,0%	6,3	0,0%	5,3	0,0%	-81,9%
	Fioul domestique	197	-14	78,4	GWh PCI	-61,6%	78,4	0,2%	69,6	0,2%	-61,7%
	Gaz naturel	624	24	15 530	GWh PCS	0,9%	10 158,1	30,4%	9 756,2	30,4%	6,4%
	GPL	27	2	8,8	GWh PCS	-23,3%	7,9	0,0%	7,9	0,0%	-20,1%
Cogénération externe (part fossile)	51	-2	439	GWh	-13,5%	439,0	1,3%	439,0	1,4%	-13,5%	
EnR&R	Biomasse	681	42	10 154	GWh PCI	4,2%	8 914,5	26,7%	7 725,0	24,1%	1,3%
	Biogaz	3	0	49	GWh PCS	7,2%	28,4	0,1%	27,1	0,1%	29,2%
	Chaleur fatale - industrielle	24	0	362	GWh	3,6%	360,6	1,1%	360,6	1,1%	3,3%
	Chaleur fatale - UVE	110	5	9 434	GWh PCI	-3,3%	9 361,6	28,0%	9 312,9	29,0%	-2,6%
	Géothermie directe	47	1	1 762	GWh	1,6%	1 761,8	5,3%	1 761,8	5,5%	1,7%
Cogénération externe verte (Biomasse)	7	0	464,4	GWh	-5,3%	464,4	1,4%	464,4	1,4%	-5,3%	



	Garantie d'origine biométhane	79	4	974	GWh PCS	37,7%	856,0	2,6%	775,9	2,4%	39,5%
	Pompe à chaleur (part verte)	66	3		GWh				605,0	1,9%	16,8%
	Autres énergies vertes	23	2	538	GWh	-14,3%	496,7	1,5%	313,9	1,0%	-3,9%
Autres	Chaudière électrique			3	GWh e	-25,3%	2,8	0,0%	2,9	0,0%	-37,1%
	Pompe à chaleur (part électrique)			201	GWh e	12,2%	201,6	0,6%	208,1	0,6%	11,6%
	Chaleur non EnR	1	1	6	GWh PCI		6,0	0,0%	6,0		
Sous-total Energies fossiles				16 355		-2,1%	10 959	32,8%	10 535	32,8%	0,4%
Sous-total Energies EnR&R				23 736			22 244	66,6%	21 347	66,5%	0,8%
Sous-total Energies autres				210			210	0,6%	217	0,7%	8,7%
TOTAL				40 301			33 414	100,0%	32 098,3	100,0%	0,7%

Tableau 11 : Bouquet énergétique des réseaux (en énergie entrante et en énergie produite)

Les réseaux de chaleur ont livré, en 2023, 66,5% de chaleur issue d'énergies renouvelables et de récupération.

L'année 2023 a perpétué la tendance de l'année précédente, avec un climat relativement doux se traduisant par **une rigueur climatique particulièrement basse** de 0,852 contre 0,863 en 2022. Cette stabilité 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, année plus froide.

À cette diminution du besoin s'ajoutent **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 fortement carbonées, telles que les fiouls et le charbon.

Malgré la baisse de la demande énergétique globale en raison des efforts de sobriété énergétique, les énergies renouvelables et de récupération ont enregistré une diminution moins significative dans le mix de la chaleur livrée par les réseaux. Cette résilience suggère une adaptation réussie aux nouveaux défis énergétiques, mettant en évidence la transition vers des sources d'énergie plus durables. Cette stabilité du taux EnR&R est également expliquée par des aléas ponctuels d'exploitation sur des installations de production renouvelable (casse machine, problème de fourniture...), non représentatifs d'un fonctionnement normal. Corrigé de ces aléas techniques le développement des EnR&R est avéré.

En détail :

- La biomasse a augmenté de 3,7%, pour atteindre 10,6 TWh.
- La récupération de chaleur industrielle reste stable en comparaison à 2022, s'établissant aux alentours de 0,36 TWh.
- La géothermie directe a connu une réduction de 1,6 %, atteignant un total de 1,76 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), a légèrement diminué par rapport à 2022, atteignant désormais 9,4 TWh.
- Les garanties d'origines biométhane ont été utilisées par 79 réseaux, représentant 2,4% du mix de production.

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 48,8% par rapport à 2022, et il ne reste que 5 réseaux de chaleur ayant recours à cette source, représentant 0,8% de la production thermique totale.
- Les quantités de fiouls utilisées ne représentent désormais qu'une infime partie des entrants des réseaux de chaleur, les baisses pour le fioul lourd et le fioul domestique ont été de 81 % et 62 % respectivement, entre 2022 et 2023.
- L'usage du gaz naturel a connu une faible augmentation de 1,2%, pour un total de 10,6 TWh.

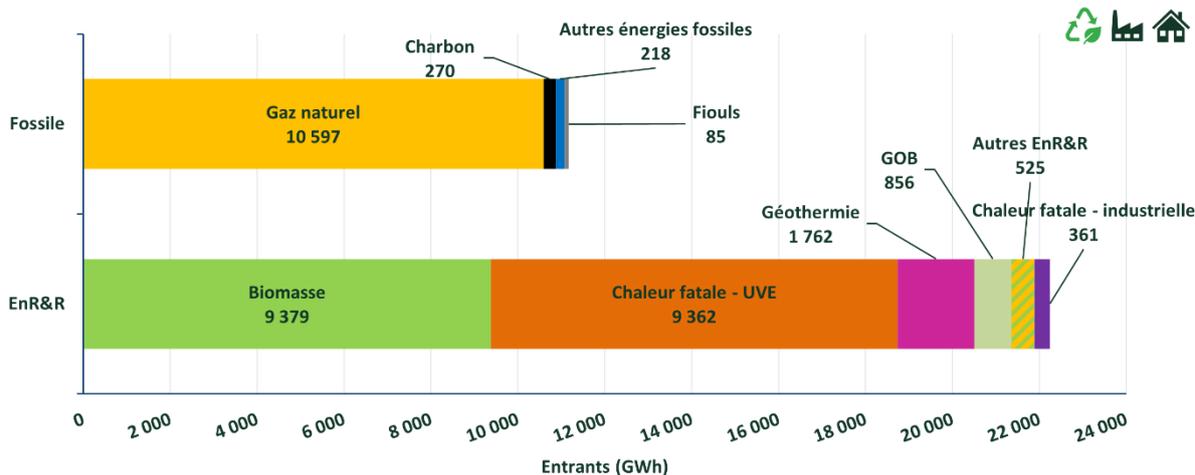


Figure 13 : Entrants des dix principales sources d'énergie

Les énergies les plus carbonées sont progressivement remplacées par des énergies renouvelables et de récupération dont la chaleur fatale UVE et la biomasse. La filière a pris des engagements pour sortir du charbon d'ici 2025 et atteindre 75% d'EnR&R d'ici 2030.

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

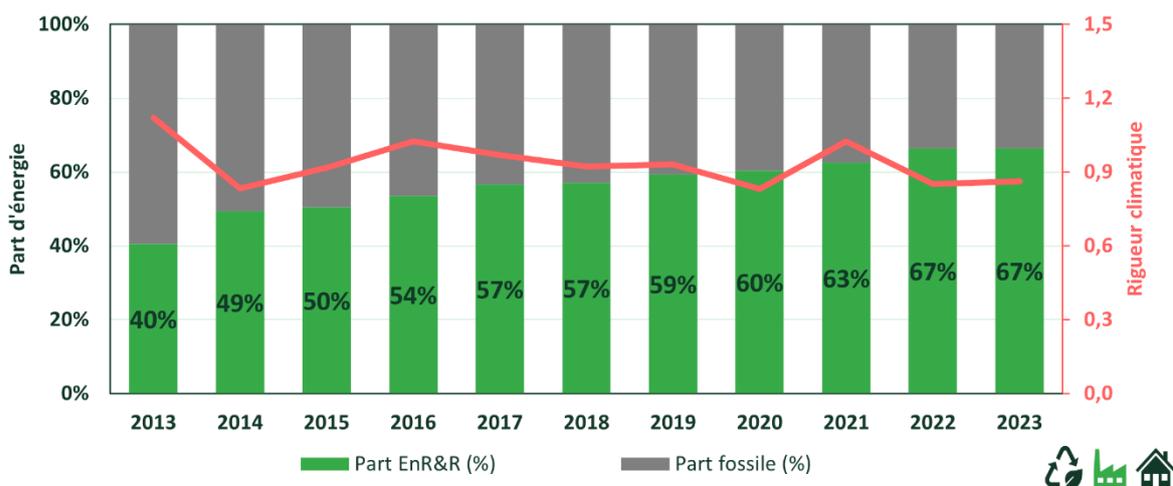


Figure 14 : Évolution des taux d'EnR&R depuis 2013

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 vecteurs énergétiques.

Pour mettre cette réalisation en perspective, le réseau électrique affichait en 2023¹⁷ un taux d'énergie renouvelable de 28,7%, représentant 141,6 TWh d'électricité verte. En revanche, le réseau de transport de gaz, en 2023¹⁸, comptait seulement 3,1% d'énergie renouvelable, avec une capacité de production de 11,8 TWh sur une consommation totale de 381 TWh.

La figure ci-dessous illustre le recours aux différentes sources d'énergie utilisées dans les réseaux de chaleur :

¹⁷ Bilan électrique 2023 - RTE

¹⁸ Bilan gaz et gaz renouvelables 2023 - GRT Gaz

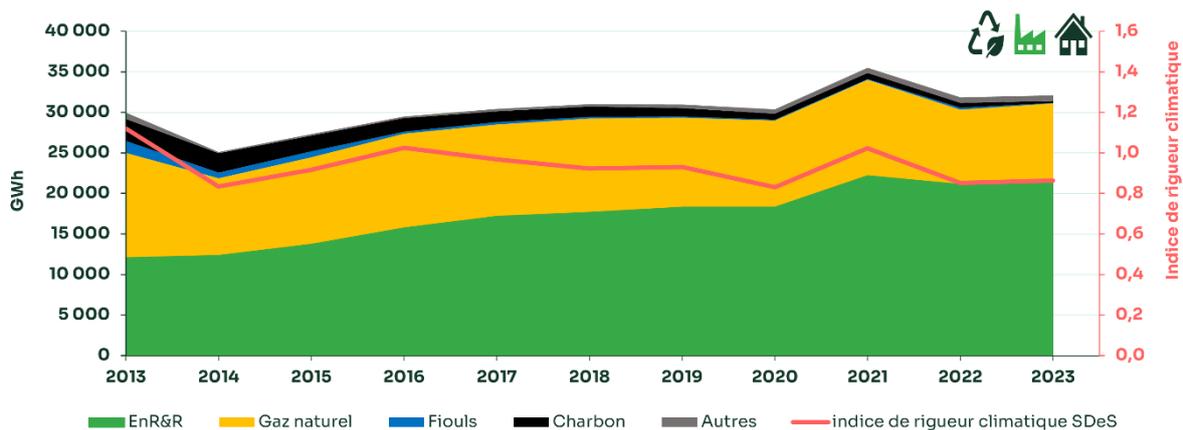


Figure 15 : Évolution du bouquet énergétique (en énergie produite)

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 2023, cet indice de rigueur climatique était de 0,863, indiquant une année plus chaude que la normale et donc avec des besoins en chauffage réduits. En comparaison, cet indice était de 0,852 en 2022 et de 1,024 en 2021.

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

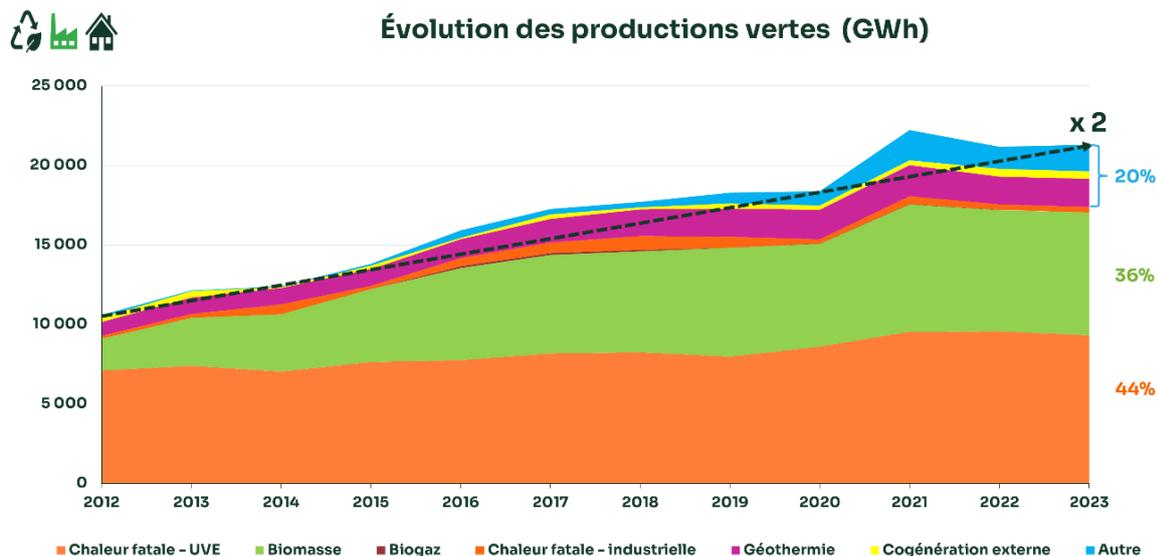


Figure 16 : Évolution des EnR&R utilisées par les réseaux de chaleur (en énergie produite)

Les réseaux de chaleur jouent un rôle essentiel dans la réalisation des objectifs de développement des énergies renouvelables et de 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 45,4 TWh par an d'EnR&R additionnels ! En quinze ans, pas moins de 8 500 installations d'énergies renouvelables et de récupération ont été soutenues par le Fonds chaleur, dont 3 800 km de réseau.

2.3.1. 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.

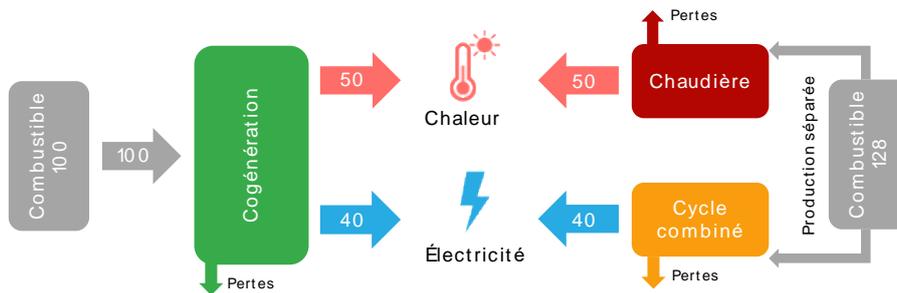
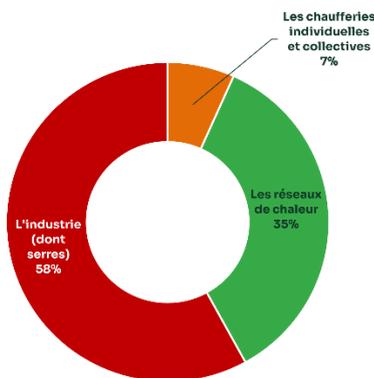


Figure 17 : Comparaison de la cogénération aux outils de productions séparées d'électricité et de chaleur (unité MWh)

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 18 : 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, permettant ainsi de maintenir un nombre constant de réseaux équipés ces dernières années : 19% en 2023, 20% en 2022, 22% en 2021.

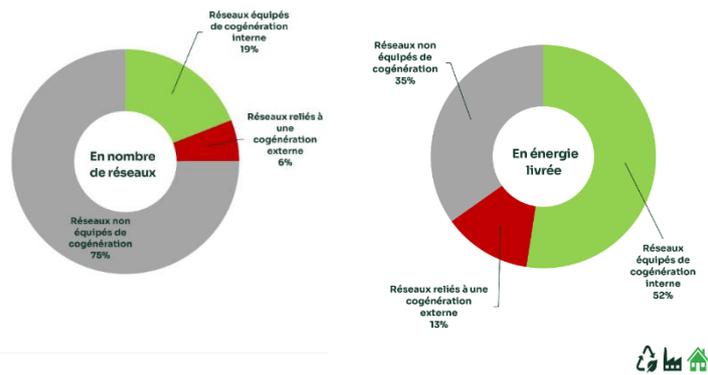


Figure 19 : Réseaux équipés de cogénération interne ou externe en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur

Cogénérations dans les réseaux de chaleur	Unité	Valeur 2023	Valeur 2022
Énergie entrante à l'équipement de cogénération	TWh	9,1	9,9
Électricité produite	TWhe	2,8	3,2
Chaleur produite à destination des réseaux de chaleur	TWhth	3,9	4,6

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 72% du mix énergétique entrant dans les réseaux de chaleur, et contribuant à hauteur de 59% de l'énergie thermique produite par les cogénérations.

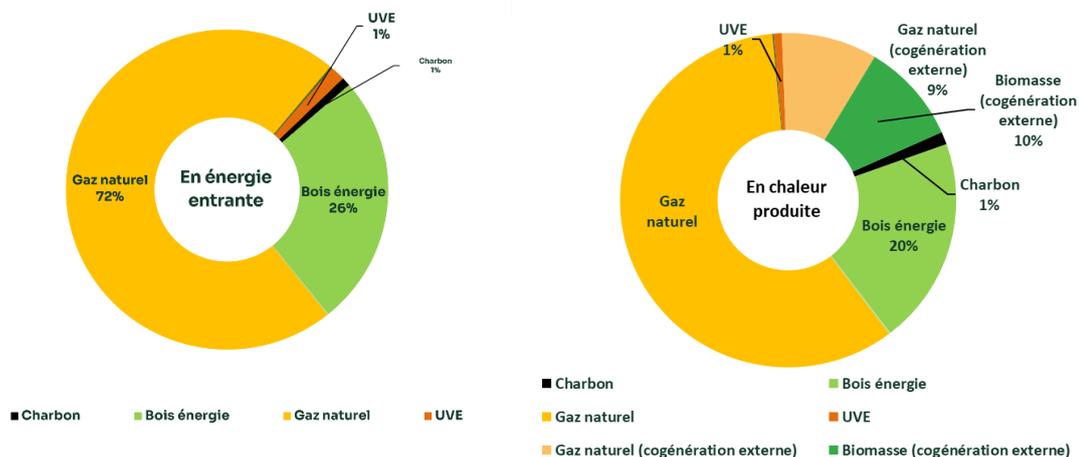
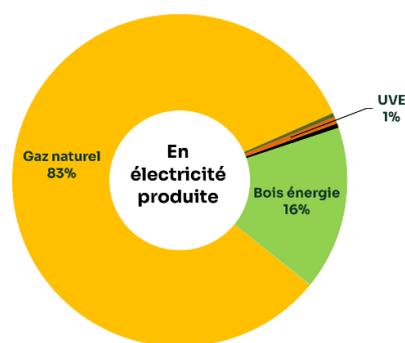


Figure 20 : Bouquets énergétiques des équipements de cogénération interne et externe dans les réseaux de chaleur



Il est important de noter que la part d'électricité produite par les équipements de cogénération interne est nettement plus élevée pour le gaz (83% en 2023) 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 21 : 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 20% 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 important, avec des coûts élevés et peu de terrains disponibles en milieu urbain.
- De nombreux réseaux ont déjà opté pour la construction de chaufferies au bois, soutenus par le Fonds chaleur et la TVA réduite. Par conséquent, il y a 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	2 314	963	20%	450	16%	0,61	48%	127
	Autres fossiles	1	80	59	1%	12	0%	0,88	8%	48
	Gaz naturel	180	6483	2 085	59%	2 327	83%	0,79	16%	3 687
	UVE	2	131	37	1%	20	1%	0,43	6%	26
Externe	Gaz naturel	51		439	9%					
	Biomasse	7		464	10%					
Total interne		195	9 008	3 864	81%	2 808	100%	0,74		3 888
Total externe		58		903	19%					
TOTAL		253	9 008	4 767	100%	2 808	100%	0,74		3 888

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.

2.4. Évolution des émissions de CO₂

2.4.1. 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](#).

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.

Le facteur d'émission CO₂ des Garanties d'Origine Biométhane (GOB) a été mis à jour à partir de l'édition 2024 afin de prendre en considération le facteur d'émission CO₂ du gaz naturel, soit 227 gCO₂ /kWh en émissions directes. Avant 2024 le facteur d'émissions CO₂ des GOB était de 0 gCO₂/kWh.

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 sensiblement augmenté, atteignant **91 g/kWh** en 2023. Cette légère hausse est la conséquence de l'utilisation plus répandue des Garanties d'Origines Biométhane pour le gaz. En une décennie le contenu carbone des réseaux a diminué de 44% en passant de 162 gCO₂ /kWh à 91 gCO₂ /kWh. Cette réduction significative est principalement attribuable à l'incorporation progressive de la biomasse dans le mix énergétique et à la diminution de l'utilisation des énergies fossiles, fortement carbonées par nature.

En ce qui concerne les émissions de CO₂ en ACV, la moyenne s'établit à **113 g/kWh** en 2023, avec une tendance similaire à celle des émissions directes.

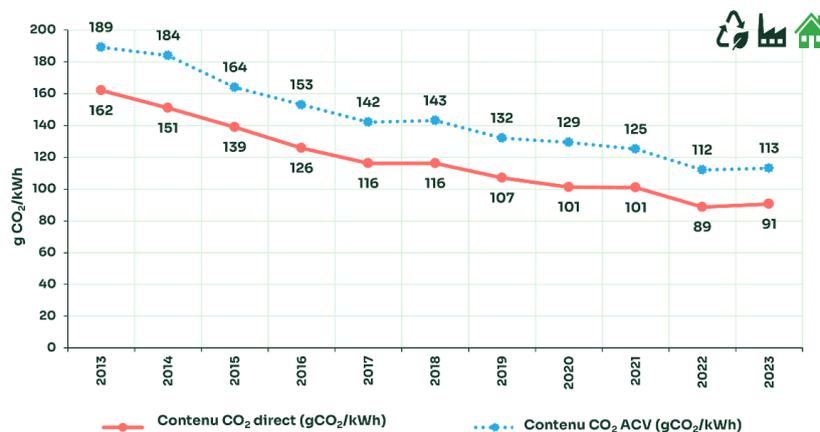


Figure 22 : Évolution du contenu en CO₂ direct et ACV des réseaux de chaleur (gCO₂/kWh)

Avec un contenu moyen de CO₂ en émissions directes de 91 g/kWh en émissions directes, les réseaux de chaleur en France sont moins émissifs de :

- 55,6% par rapport au gaz naturel (205 g/kWh) ;
- 66,3% 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 43,8%.

Le contenu moyen CO₂ en émissions ACV des réseaux de chaleur est de 113 g/kWh. En ACV, les réseaux de chaleur sont moins émissifs de :

- 50,2% par rapport au gaz naturel (227 g/kWh) ;
- 65,1% 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-dessous.

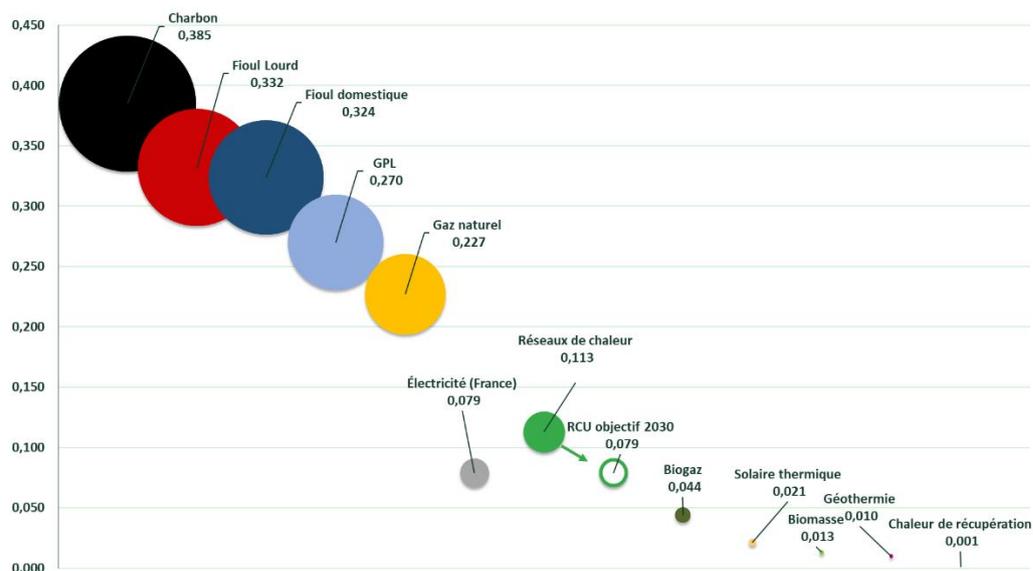
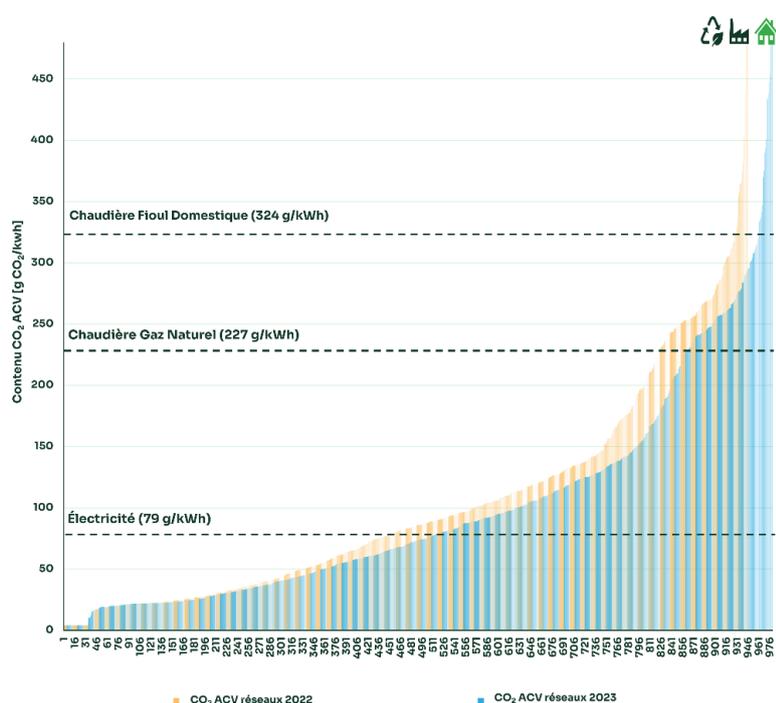


Figure 23: Contenu en CO₂ ACV des sources d'énergie en gCO₂/kWh d'énergie livrée (source arrêté DPE)

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 2023.



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 2023 (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 24 : 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	1000	100%	100%
> 324 g CO ₂ /kWh	32	3,2%	0,2%
227 - 324 g CO ₂ /kWh	104	10,4%	6,7%
113 - 227 g CO ₂ /kWh	185	18,5%	35,1%
79 - 113 g CO ₂ /kWh	159	15,9%	25,9%
< 79 g CO ₂ /kWh	520	52,0%	32,1%

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 68,6% des réseaux sont en dessous de la moyenne nationale (113 g CO₂/kWh) en termes de contenu CO₂, et ces réseaux représentent 58% des livraisons totales de chaleur.

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

- 63,5% des réseaux ont un contenu en CO₂ en émissions ACV inférieur à 100 g/kWh
- 87,3% des réseaux ont un contenu en CO₂ en émissions ACV inférieur à une chaudière gaz naturel.
- 97,8% des réseaux ont un contenu en CO₂ en émissions ACV inférieur à une chaudière au fioul domestique.

2.4.2. Application de la RE2020 aux réseaux de chaleur

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 au 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 ci-dessus, 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 ACV¹⁹), 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.

¹⁹ 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).



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	1000	100%	100%
> 14 kg CO₂eq/an/m²	53	5,3%	1%
8-14 kg CO₂eq/an/m²	161	16,1%	27%
6,5-8 kg CO₂eq/an/m²	83	8,3%	8%
< 6,5 kg CO₂eq/an/m²	703	70,3%	63%

Nous constatons que 71% 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 :

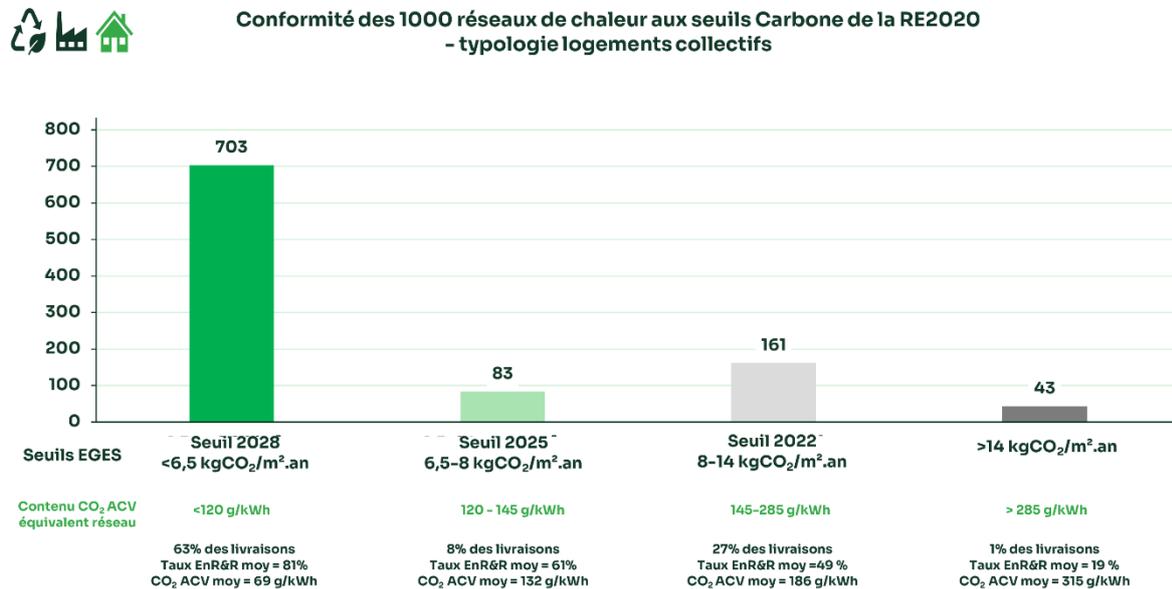


Figure 25 : Répartition des réseaux de chaleur existants par rapport aux seuils EGES de la RE2020



Évolution de la part de réseaux conformes aux exigences RE2020

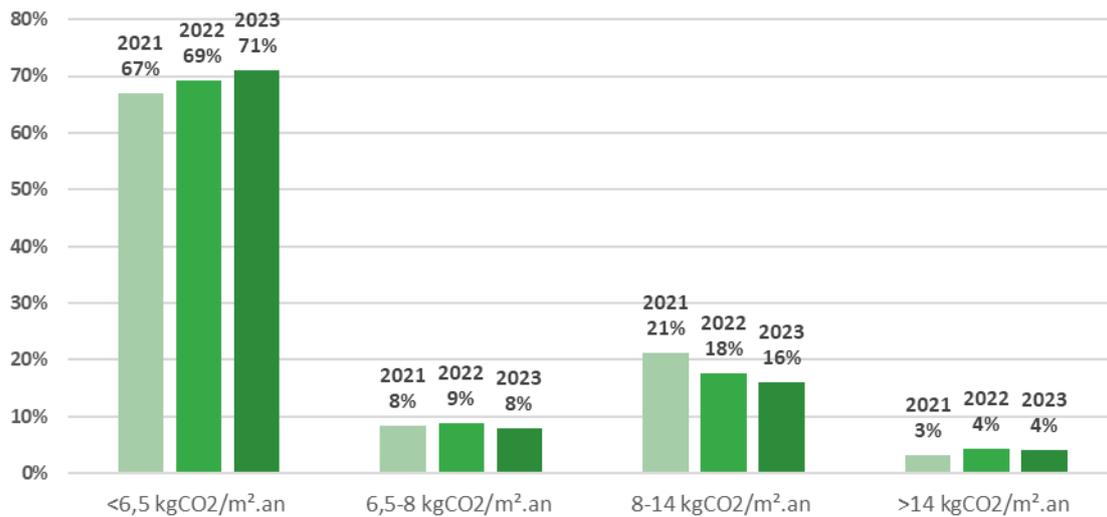


Figure 26 : Évolution de la part de réseaux répondant aux exigences de la RE2020

Avec une part croissante des réseaux répondant aux exigences du seuil 2025 de la RE2020, la décarbonation des réseaux de chaleur est soulignée et renforce l'intérêt du raccordement aux réseaux de chaleur pour décarboner un bâtiment et respecter la réglementation.

2.4.3. 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](#).

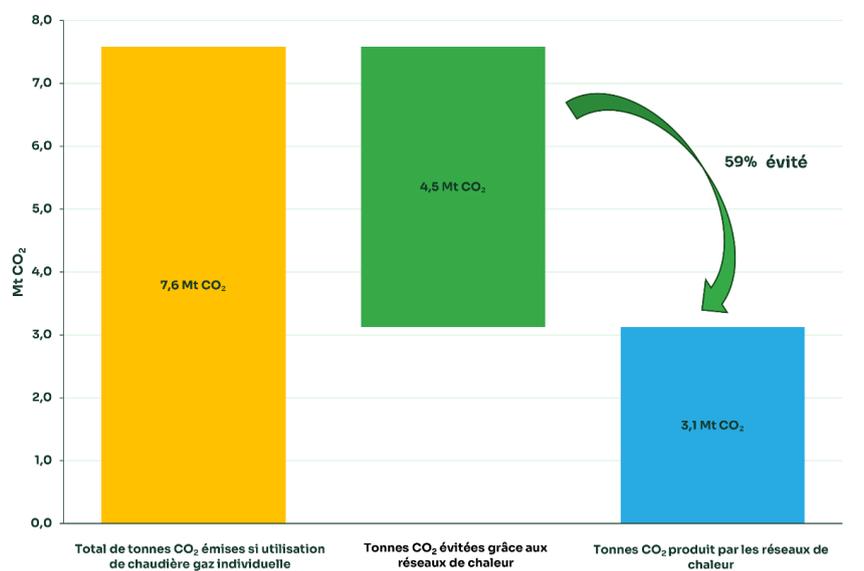


Figure 27 : CO₂ ACV évité en 2023 - par le recours à des réseaux de chaleur en comparaison à des chaudières gaz

L'utilisation de réseaux de chaleur a permis d'éviter l'émission de 4,5 millions de tonnes de CO₂ en 2023 par rapport à des chaudières individuelles au gaz, ce qui équivaut à retirer 2,2 millions de voitures de la circulation chaque année !

2.5. Distribution

2.5.1. Niveaux de température

Les différentes sources de production de chaleur ne permettent pas d'atteindre les mêmes régimes de température. Les combustibles 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 inférieure²⁰. 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 2023, 91% des réseaux distribuaient 54% de la chaleur via un réseau avec une température inférieure ou égale à 110°C. Les chiffres étaient semblables en 2022, avec 89% des réseaux utilisant ce niveau de température, représentant également 52% de l'énergie thermique livrée.

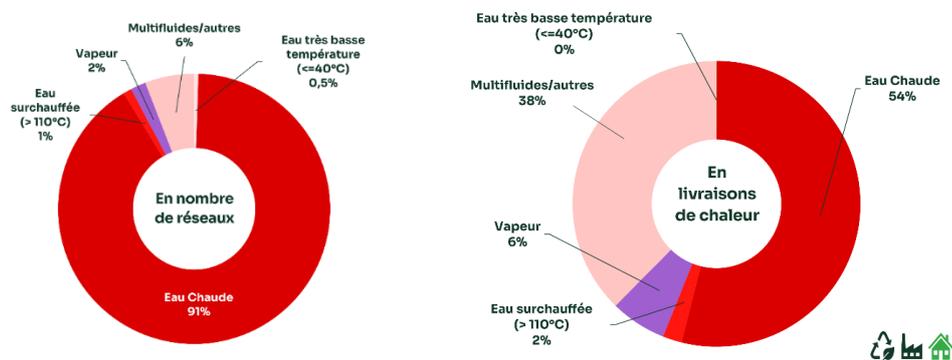


Figure 28 : Type de fluide caloporteur utilisé en nombre de réseaux et en livraisons de chaleur

2.5.2. Évolution des longueurs de réseaux

La longueur totale des réseaux de chaleur a augmenté par rapport à l'année précédente, atteignant 7 515 km, ce qui représente une augmentation de 469 km. Cette augmentation est le résultat de deux facteurs : l'augmentation du nombre de réseaux et l'extension des réseaux existants.

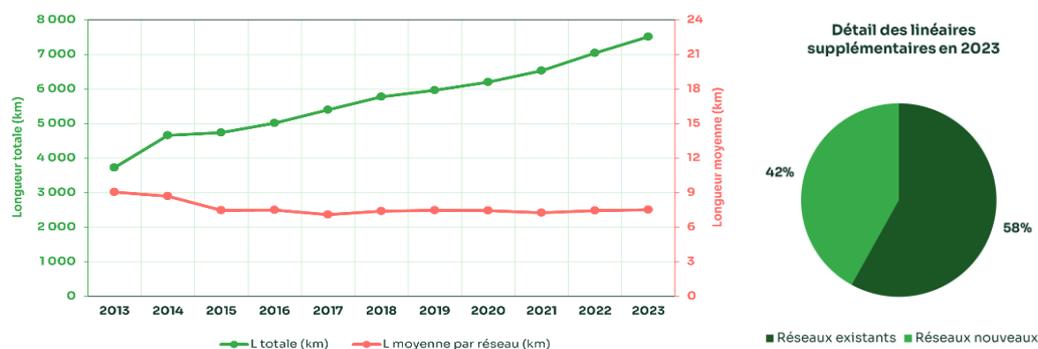
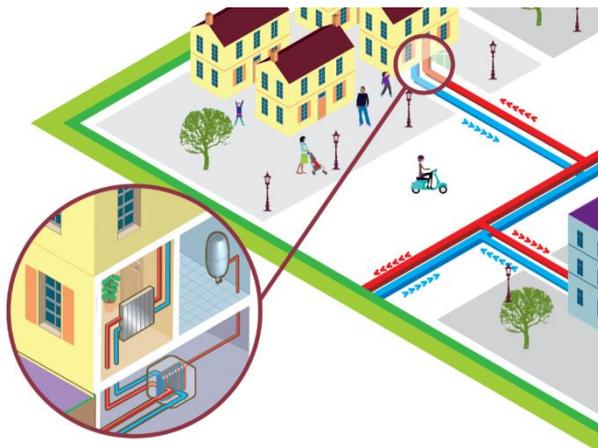


Figure 29 : Évolution de la longueur des réseaux

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 0,96 km, tandis que pour les réseaux de plus de 3,5 MW, elle est de 11 km.

²⁰ Réseau de chaleur très basse température à sources multiples, site du Cerema, 2012

2.5.3. Sous-stations



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

Figure 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 50 065. 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).

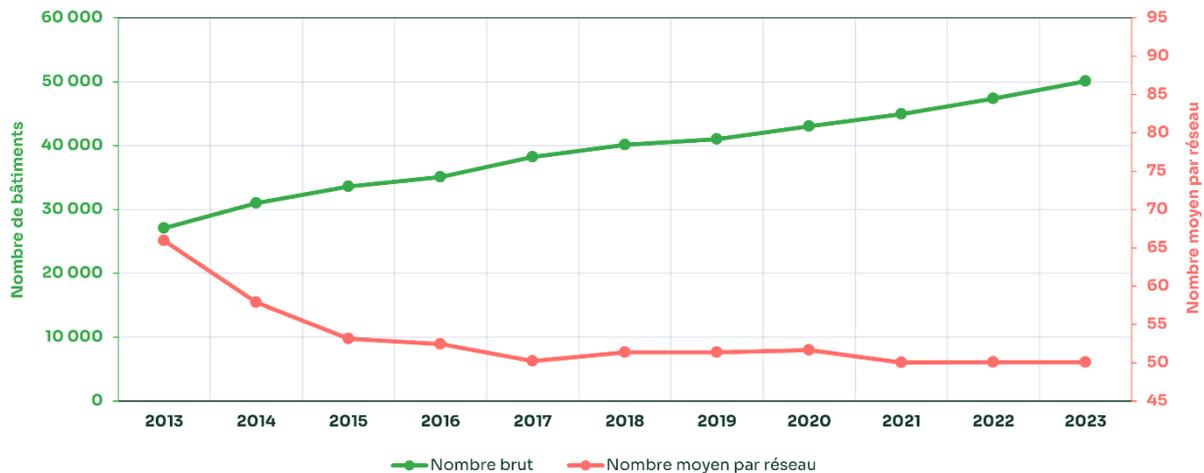


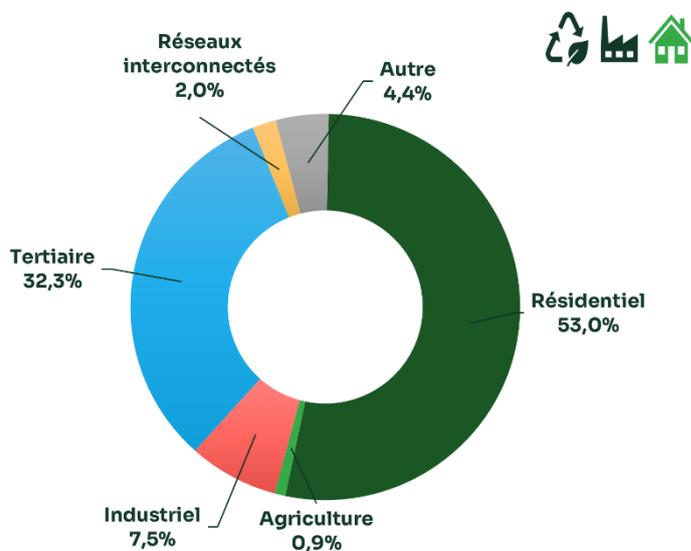
Figure 31 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés (sous-stations) aux réseaux²¹

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 4 026 points de livraison.

²¹ Les nombres de sous-stations correspondant aux années 2013, 2014 et 2015 ont été modifiés de manière rétroactive en raison d'anomalies identifiées dans la déclaration. Cette correction a conduit à revoir à la baisse les nombres de sous-stations pour les années concernées (correction de - 2668 sous-stations).

2.6. Livraisons de chaleur et suivi des objectifs

2.6.1. Livraisons de chaleur



Les livraisons de chaleur représentent la 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 2023, les réseaux de chaleur ont livré un total de **26 428 GWh** de chaleur nette aux utilisateurs finaux. La majeure partie, soit 85,3 %, a été destinée aux bâtiments résidentiels et tertiaires, comme indiqué dans la figure ci-contre. Les 14,7 % restants ont été répartis entre les autres secteurs, y compris l'industrie, l'agriculture, les réseaux interconnectés et d'autres usages. Les 336 petits réseaux (< 3,5 MW) représentent seulement 1,2% de ces livraisons.

Figure 32: Ventilation des livraisons de chaleur

2.6.2. Suivi des objectifs de livraisons vertes

Dans cette section, nous allons analyser l'évolution des livraisons de chaleur en 2023 et mettre en évidence le développement continu des réseaux de chaleur en France, favorisé par l'arrêté relatif au classement et l'intérêt croissant pour ces systèmes énergétiques durables.

Suivi des livraisons non-corrigées de la rigueur climatique

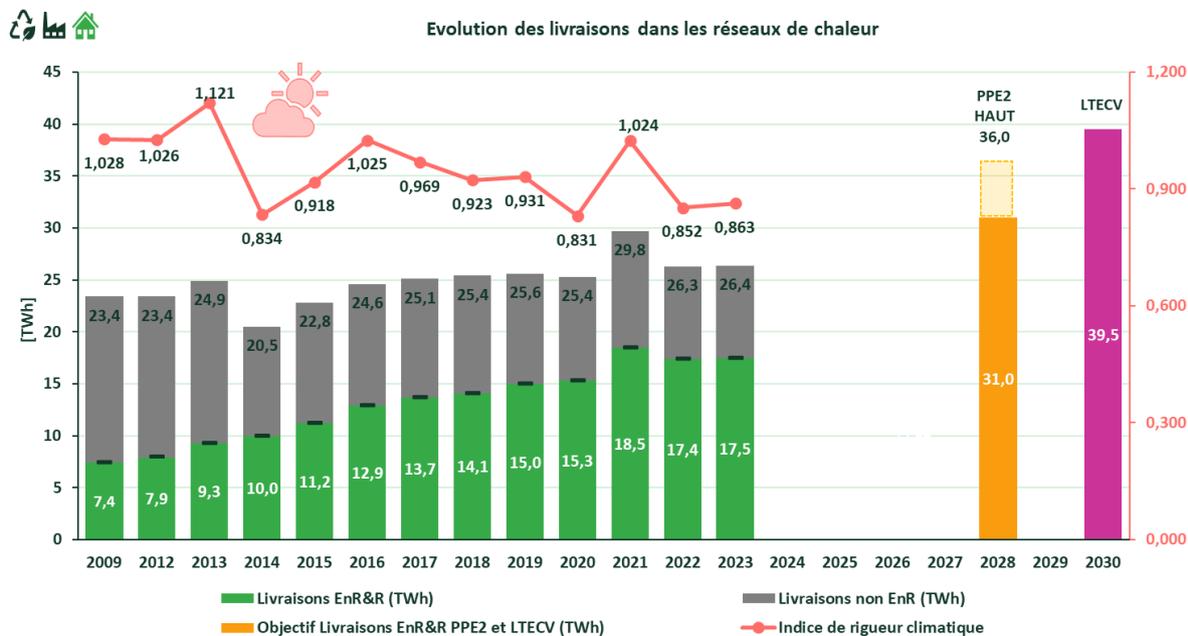


Figure 33 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R

Constat immédiat : les livraisons totales des réseaux de chaleur ont augmenté de 0,6 %. Trois principaux facteurs peuvent ici être invoqués pour expliquer cette relative stabilité : 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 2023 fut aussi doux que l'hiver 2022, expliquant la faible augmentation de 1% de l'indice de rigueur climatique à l'origine de la constance des livraisons de chaleur entre 2022 et 2023.

Afin de répondre à la crise énergétique et limiter autant que possible la consommation d'énergie, le gouvernement a lancé en juin 2022 un plan de sobriété énergétique qui a porté ses fruits. L'enquête révèle en effet une baisse des consommations par bâtiment de 6% entre 2022 et 2023.

Considérant les éléments supra, les livraisons auraient dû diminuer de près de 6% également entre 2022 et 2023. Cependant, 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 comme le montre le graphique suivant.

Suivi des livraisons corrigées de la rigueur climatique

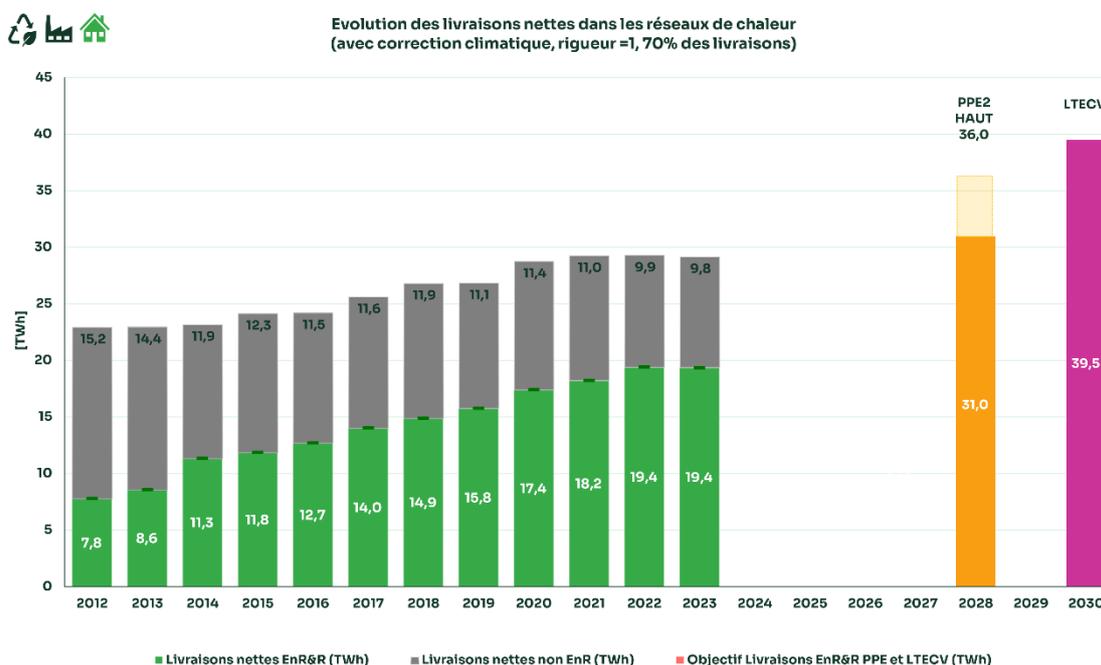


Figure 34 : Rythme prévisionnel des livraisons d'EnR&R corrigées du facteur climatique

Comme exposé, les livraisons de chaleur – surtout pour chauffer les bâtiments – sont affectées par la météo. Pour prendre en considération l'impact de la météo sur les livraisons de chaleur des réseaux un indice, dit « de rigueur climatique », est appliqué 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 2022 et 2023, soit 29,2 TWh, de même pour la part des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) maintenue à 66,5%.

Les objectifs 2030 des réseaux de chaleur

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

- Les programmations pluriannuelles de l'énergie (PPE) sont des textes réglementaires qui fixent des objectifs quinquennaux aux principales solutions EnR&R (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 matière 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 Ministère en charge de la transition écologique a travaillé avec l'ensemble des parties prenantes, dont la FEDENE, pour établir les lignes fondatrices de la PPE 3 (2030-2035) qui prévoit un doublement de la chaleur livrée par les réseaux à l'horizon 2030. Cette nouvelle stratégie doit faire de la France un territoire sobre et efficace, durable et compétitif sur le plan énergétique d'ici 2035.

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 PPE2 et la LTECV. Il est impératif de mettre en place des mesures incitatives supplémentaires et durables pour favoriser le déploiement de ces nouveaux réseaux respectueux de l'environnement.

2.7. 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 45%.

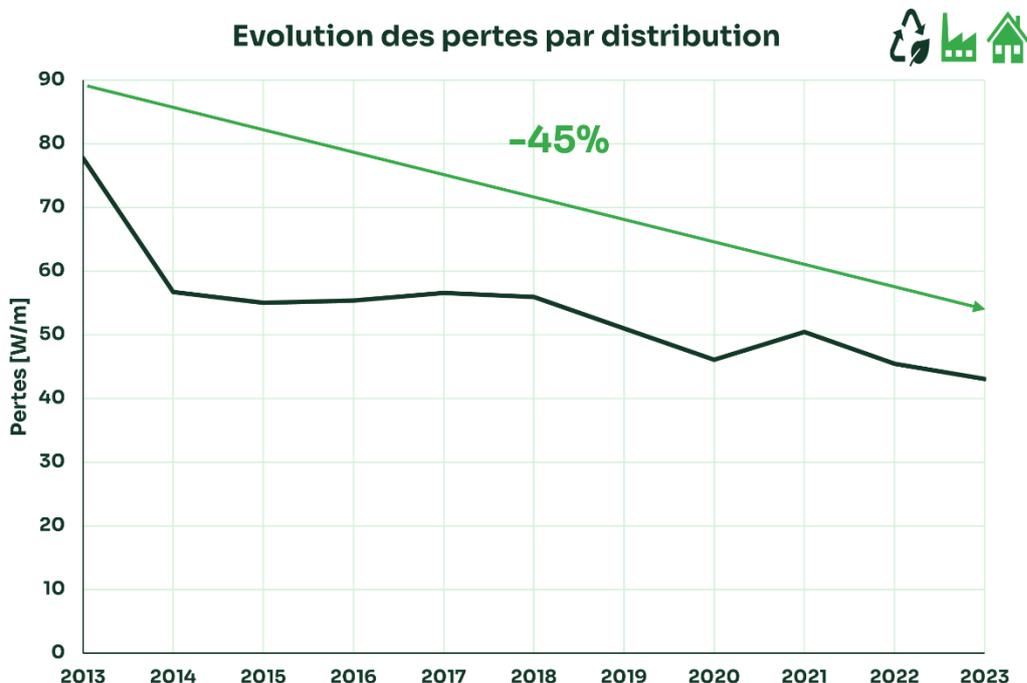


Figure 35 : Évolution des pertes de distribution

2.8. Évolution des performances

Dans cette section, nous introduisons deux 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.
- **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 deux critères ont été analysés sur la période de 2013 à 2023 (année de l'étude actuelle).

2.8.1. L'état de densification

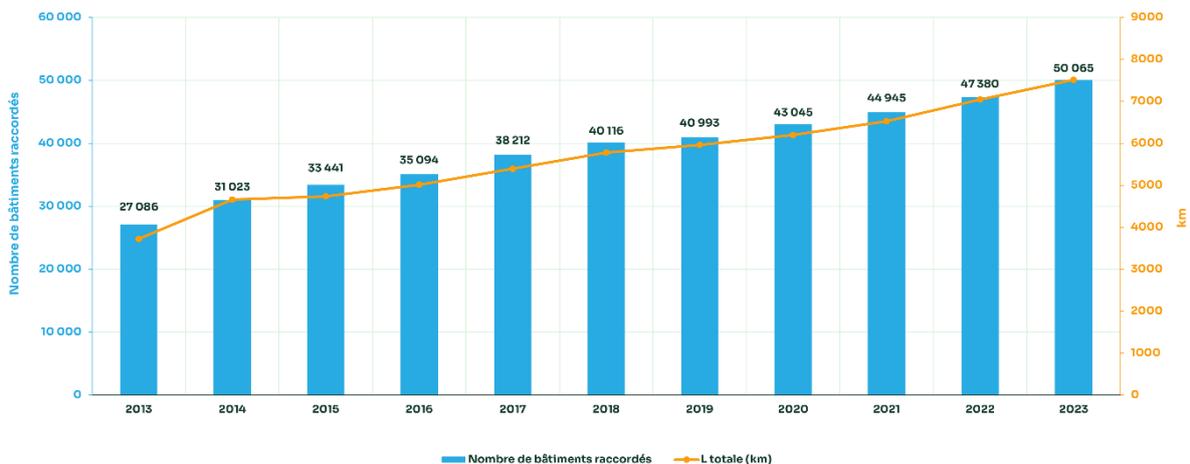


Figure 36 : Évolution du nombre de bâtiments raccordés en fonction des longueurs desservies

En ce qui concerne l'indicateur "état de densification", les réseaux de chaleur en France ont légèrement perdu en densité en 2023, avec une diminution de 1% par rapport à l'année précédente. En 2013, la densité moyenne était de 7,3 bâtiments raccordés par kilomètre, et en 2023, 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). 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, des nouvelles canalisations peuvent être déployées en vue de raccorder des bâtiments situés à proximité à plus longue échéance.
- 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.

Par essence, les réseaux de chaleur sont particulièrement pertinents pour livrer de la chaleur EnR&R auprès d'un grand nombre de bâtiments situés dans des zones urbaines ou métropolitaines denses. La densité thermique de ses réseaux sera particulièrement élevée puisque peu de linéaire de canalisation seront utiles pour chauffer un nombre important de bâtiments. Néanmoins – et les résultats de l'enquête le montrent – les réseaux de chaleur peuvent également répondre aux besoins de chaleur de territoires moins densément peuplés. À l'inverse, la densité thermique de ces réseaux sera moindre puisqu'il faudra étendre davantage de canalisations pour livrer des bâtiments éloignés.

Par opportunité et rendement économique, les zones urbaines denses ont historiquement bénéficié de développement de réseaux de chaleur sur leurs territoires. Aujourd'hui, la majorité des métropoles et villes supérieures à 100 000 habitants sont pourvues d'un réseau de chaleur. Les retours d'expérience et les avancées technologiques facilitent le déploiement de réseaux dans les villes moyennes (environ 50 000 habitants) voire plus modestes. Ce maillage territorial baisse mécaniquement la densité thermique moyenne mesurée par l'Enquête.

La densification des réseaux existants, par le raccordement de bâtiments à proximité immédiate des canalisations, se confronte à des réalités de terrain. En effet, une part notable du parc résidentiel collectif ne dispose pas de système de chauffage collectif, le raccordement au réseau de chaleur se voit donc impossible à moins de mettre en place une boucle d'eau chaude secondaire (BECS) au niveau des bâtiments.

2.8.2. 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 848 MWh par bâtiment raccordé en 2013 à 584 MWh par bâtiment raccordé en 2023. Cette amélioration de l'efficacité énergétique représente une augmentation de 31 % depuis 2013, soit une moyenne de 3,1 % par an.

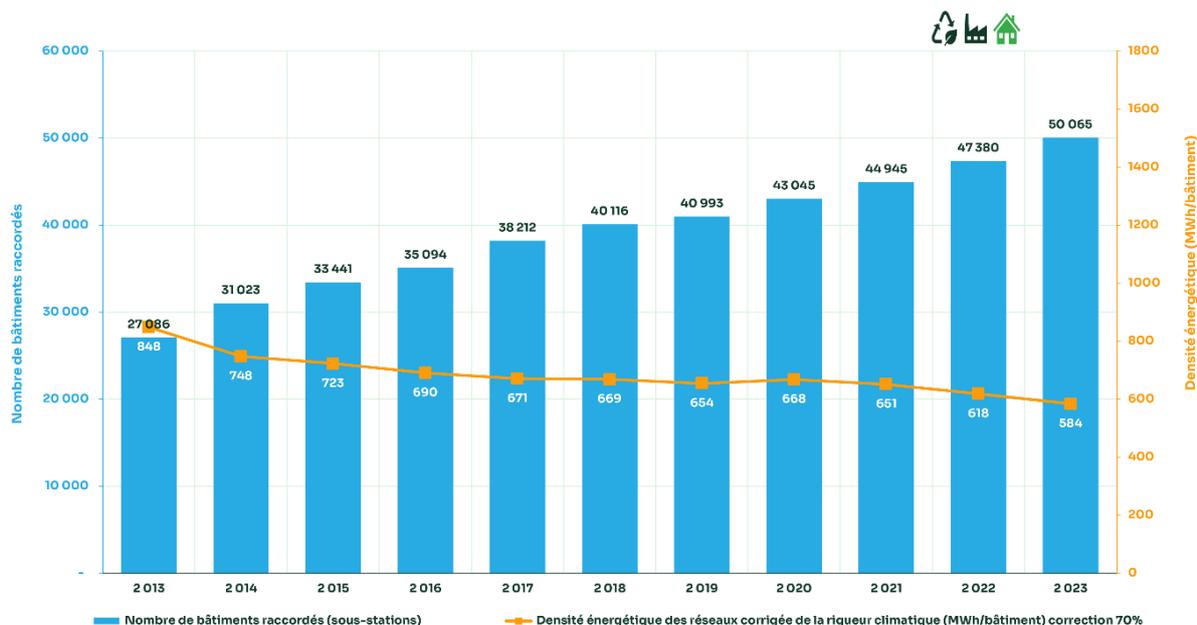


Figure 37 : Évolution de la densité énergétique et des bâtiments raccordés entre 2013 et 2023

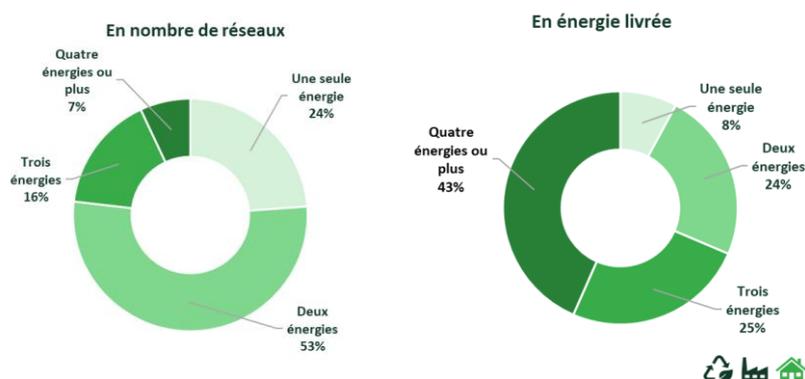
Cette évolution reflète l'engagement des opérateurs de réseaux de chaleur à soutenir leurs clients dans la réalisation d'économies d'énergie substantielles. Ainsi, le parc des bâtiments raccordés aux réseaux de chaleur consomme de moins en moins d'énergie pour satisfaire leurs besoins en chauffage et 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 2013 à 2023, les réseaux de chaleur en France ont connu des évolutions significatives :

- Une légère réduction de leur densité d'environ 8 % (mesurée par l'indicateur de l'état de densification).
- Une amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments raccordés de 31 % sur cette période.

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

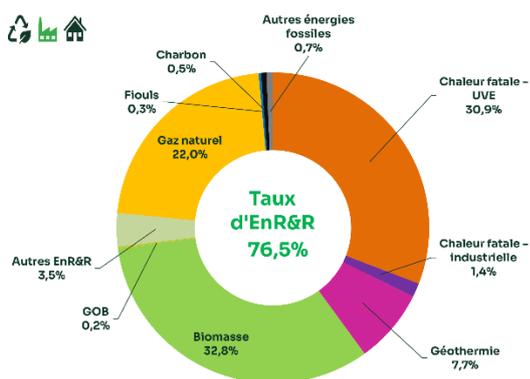
2.9.1. Les sources d'énergie des réseaux vertueux



En 2023, parmi les 866 réseaux vertueux de l'enquête, 76% des réseaux fonctionnent en utilisant au moins deux sources d'énergie. Ils couvrent 92% des livraisons d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), 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 38 : Sources d'énergies utilisées par les réseaux vertueux (en % du nombre de réseaux et en énergie livrée)

2.9.2. Le bouquet énergétique des réseaux vertueux



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

- 30,9% de chaleur fatale issues d'unités de valorisation énergétique (UVE) des déchets ménagers
- 32,8% de biomasse
- 7,7% de géothermie

Les réseaux de chaleur vertueux ont en moyenne un taux d'EnR&R de 76,5% avec comme principale source d'énergie la chaleur fatale des UVE.

Figure 39 : Bouquet énergétique des réseaux vertueux (en énergie production)

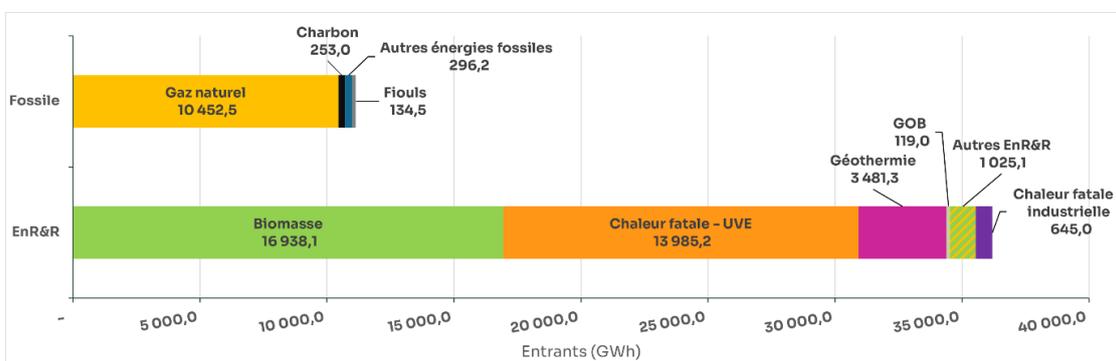


Figure 40 : Entrants des dix principales sources d'énergie pour les réseaux vertueux

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.

2.9.3. Contenus en CO₂ des réseaux vertueux

Pour comparaison, le contenu CO₂ moyen en émissions directes des réseaux vertueux s'établit à **42 g/kWh** contre **91 g/kWh** pour la moyenne de l'ensemble des réseaux.

Le contenu CO₂ moyen en émissions ACV des réseaux vertueux s'établit à **65 g/kWh** contre **113 g/kWh** pour la moyenne de l'ensemble des réseaux.



Figure 41 : Comparaisons des contenus carbone des énergies selon les méthodologies RT2012 et RE2020

Avec un contenu moyen en CO₂ en émissions directes de 42 g/kWh, les réseaux de chaleur vertueux en France sont moins émissifs de :

- 53,8% par rapport à la moyenne des réseaux de chaleur (91 g/kWh) ;
- 79,5% par rapport au gaz naturel (205 g/kWh) ;
- 84,4% par rapport au fioul domestique (270 g/kWh).

Avec un contenu moyen en CO₂ en émissions ACV de 65 g/kWh, les réseaux de chaleur vertueux en France sont moins émissifs de :

- 42,5% par rapport à la moyenne des réseaux de chaleur (113 g/kWh) ;
- 71,4% par rapport au gaz naturel (227 g/kWh) ;
- 79,9% par rapport au fioul domestique (324 g/kWh).

2.10. Profil des boucles d'eau tempérée

En 2023, l'enquête a répertorié 11 boucles d'eau tempérée, dont 7 assurent à la fois la livraison de chaleur et de froid (71 844 MWh de chaleur nette livrée et 4 565 MWh de froid). Ces boucles ont fourni **71 844 MWh** de chaleur nette aux utilisateurs finaux, desservant majoritairement des bâtiments résidentiels (40%) et des bâtiments tertiaires (52%).

Les boucles d'eau tempérée utilisent principalement des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), représentant plus de **56,8%** de leur bouquet énergétique. Les pompes à chaleur (PAC) sont la principale source d'énergie utilisée par ces boucles d'eau tempérée.

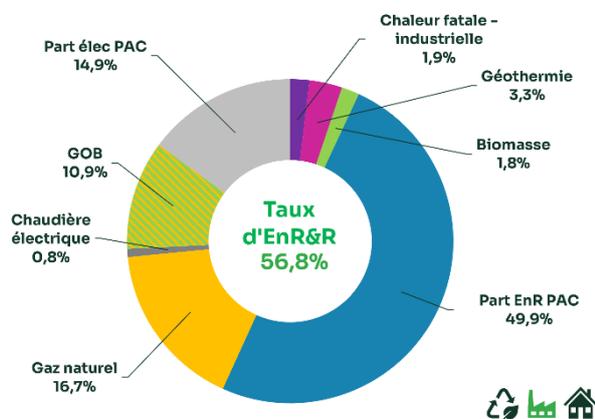


Figure 42 : Bouquet énergétique des boucles d'eau tempérées (en énergie entrante)

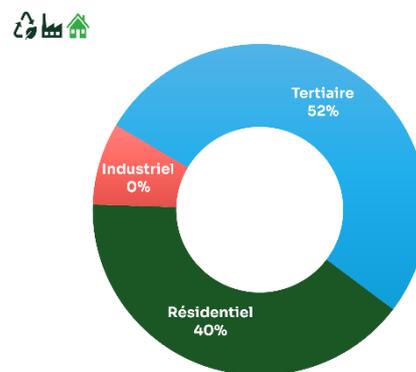


Figure 43 : Ventilation des livraisons de chaleur des boucles d'eau tempérée



Indicateurs moyens des BET assurant les livraisons de chaleur	Indicateurs moyens des BET assurant les livraisons de froid
Contenu CO ₂ = 101 g/kWh Contenu CO ₂ ACV = 80 g/kWh Taux EnR&R = 56,8 %	Contenu CO ₂ = 46 g/kWh Contenu CO ₂ ACV = 77 g/kWh

2.11. 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 87% des réseaux, et fournissent 93% des livraisons totales de chaleur.

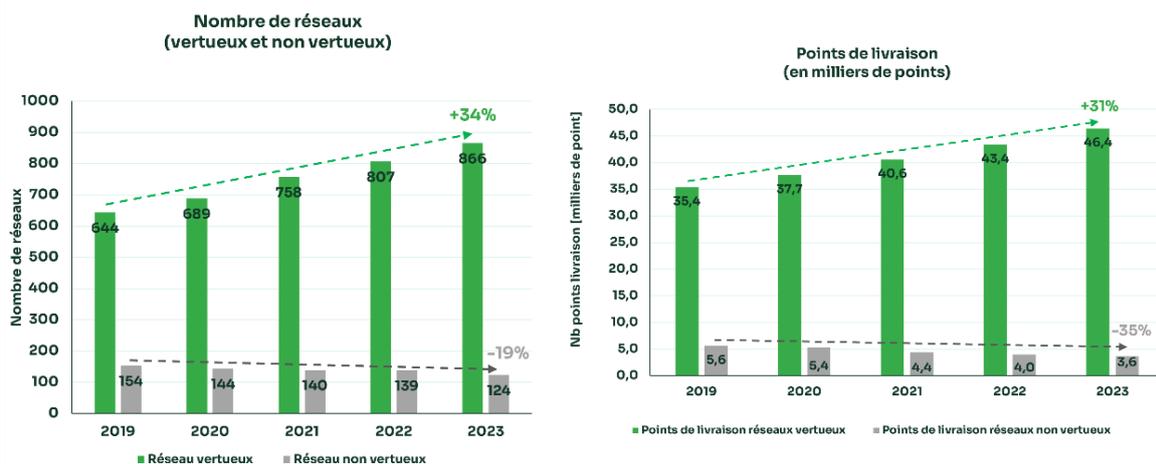


Figure 44 : Dynamique en nombre de réseaux et en points de livraison des réseaux vertueux versus non vertueux

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 34% depuis 2019, tandis que les autres réseaux ont connu une baisse de 19% 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 31% tandis que les autres réseaux ont enregistré une baisse de 35%.

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 2013-2023.
- Les réseaux à dominante non EnR&R (entre 1% et 50% d'EnR&R) sur la période 2013-2023.
- Les réseaux fossiles (0% d'EnR&R) sur la période 2013-2023.

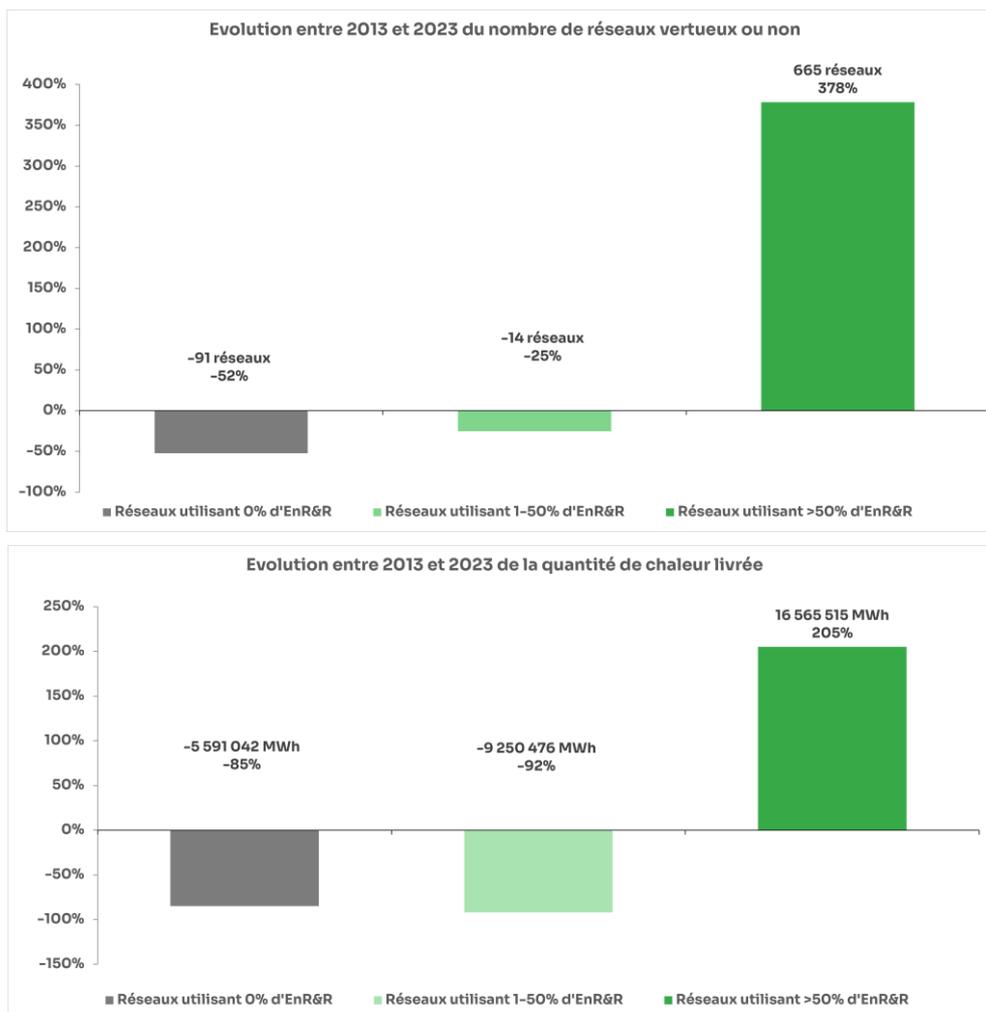


Figure 45 : Évolution entre 2013 et 2023 des réseaux et des livraisons nettes

Les réseaux de chaleur qui ont entrepris les démarches nécessaires pour devenir 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. Parallèlement les réseaux pour lesquels le taux d'EnR&R est resté nul sur cette période ont enregistré une décroissance importante en termes de nombre de réseaux et de livraisons de chaleur, démontrant la décarbonation et le verdissement accru des réseaux de chaleur.

2.12. 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.

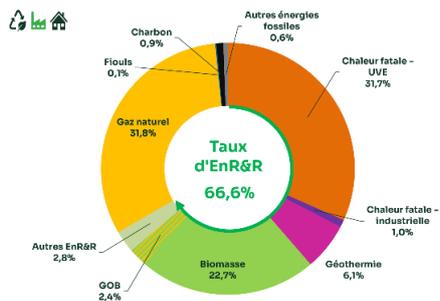


Figure 46 : Mix énergétique des réseaux livrant plus de 20 GWh

La figure ci-contre présente le mix énergétique des 272 grands réseaux de chaleur, qui représentent 27% des réseaux et assurent 88% des livraisons totales de chaleur, avec un taux moyen d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) de 66,6%.

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 (31,7%) par rapport à la moyenne (29%). À l'inverse, ces réseaux produisent moins de chaleur à partir de biomasse (22,7% contre 25,5% en moyenne).

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 728 réseaux (73%) et fournissent 12% de la chaleur totale. Leur taux moyen d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) est légèrement inférieur à la moyenne, s'établissant à 65,8%.

La biomasse est la principale source d'énergie de ces réseaux de chaleur (44,5%), suivie du gaz naturel (31,6%) et de la chaleur issue d'unités de valorisation énergétique (UVE) (10,6%). 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.

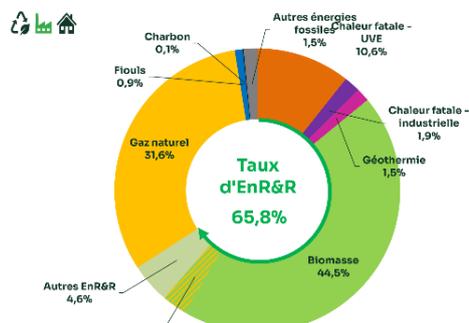


Figure 48 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 20 GWh

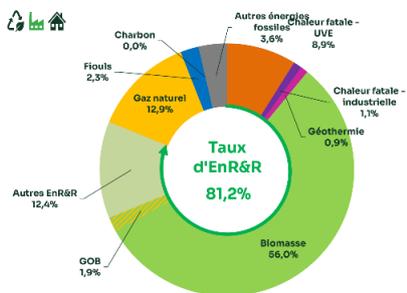


Figure 49 : Mix énergétique des réseaux livrant moins de 3,5 GWh

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 446 installations, généralement situées en zones rurales, et elles représentent 2% 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 81,2%.

Ces petits réseaux mettent l'accent sur la biomasse, qui représente 56% de leur mix énergétique. Ils illustrent parfaitement les arguments exposés dans les paragraphes précédents. 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.

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 (Cf. SRB, PRPGD ci-dessous).

- 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 (136 réseaux dont 75 classés, 10 618 GWh livrés), Auvergne-Rhône-Alpes (214 réseaux dont 139 classés, 4 008 GWh livrés), Grand Est (135 réseaux dont 85 classés, 2 830 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) 2023	Taux d'EnR&R (% Entrants)		Contenu en CO ₂ direct (kg/kWh)	
					2023	Versus 2018	2023	Versus 2018
Auvergne-Rhône-Alpes	214	1168	8020	4008	73,5%	+10,5%	0,063	0,099
Bourgogne-Franche-Comté	80	461	3030	1138	70,6%	+9,6%	0,070	0,096
Bretagne	48	224	1316	790	63,9%	-10,1%	0,087	0,061
Centre-Val-de-Loire	38	235	1435	785	78,8%	+13,8%	0,051	0,095
Grand-Est	135	923	5749	2830	72,2%	+9,2%	0,071	0,090
Hauts-de-France	58	573	3203	1575	64,8%	+24,8%	0,089	0,152
Île-de-France	136	2285	16461	10618	57,4%	+7,4%	0,123	0,152
Normandie	56	404	2432	1473	77,7%	+8,7%	0,063	0,090
Nouvelle-Aquitaine	91	429	2882	1003	80,2%	+5,2%	0,051	0,071
Occitanie	66	311	2996	779	81,9%	+5,9%	0,058	0,058
Pays-de-la-Loire	36	354	1742	979	76,1%	+11,1%	0,058	0,077
Provence-Alpes-Côte-D'azur et Corse	42	149	799	450	64,5%	+10,5%	0,099	0,090
GLOBAL France	1 000	7 515	50 065	26 428	66,5%	+9,5%	0,091	0,116

Figure 50 : Caractéristiques principales par région

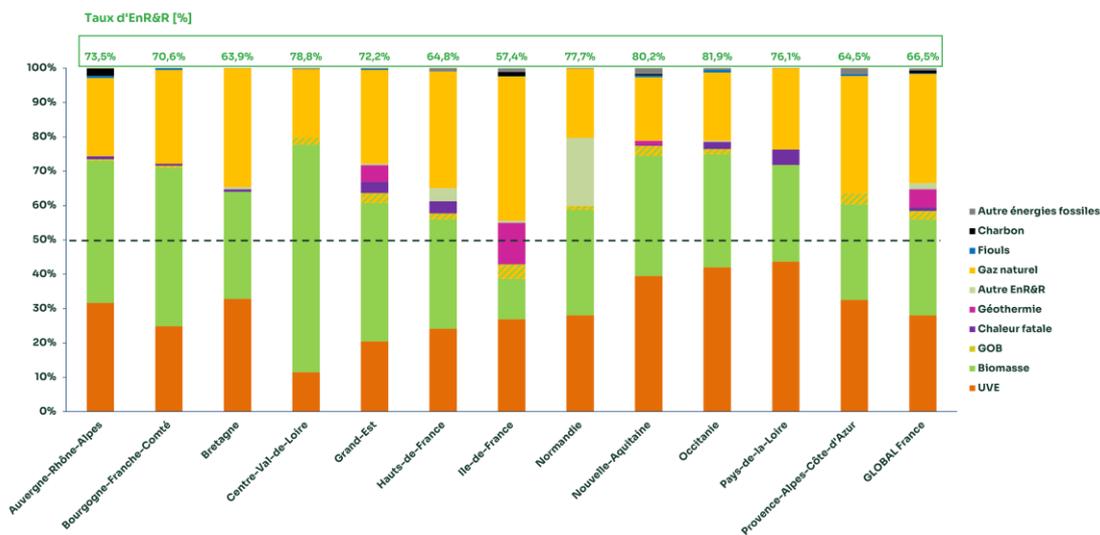


Figure 51 : Bouquet énergétique entrant des réseaux de chaleur par région

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

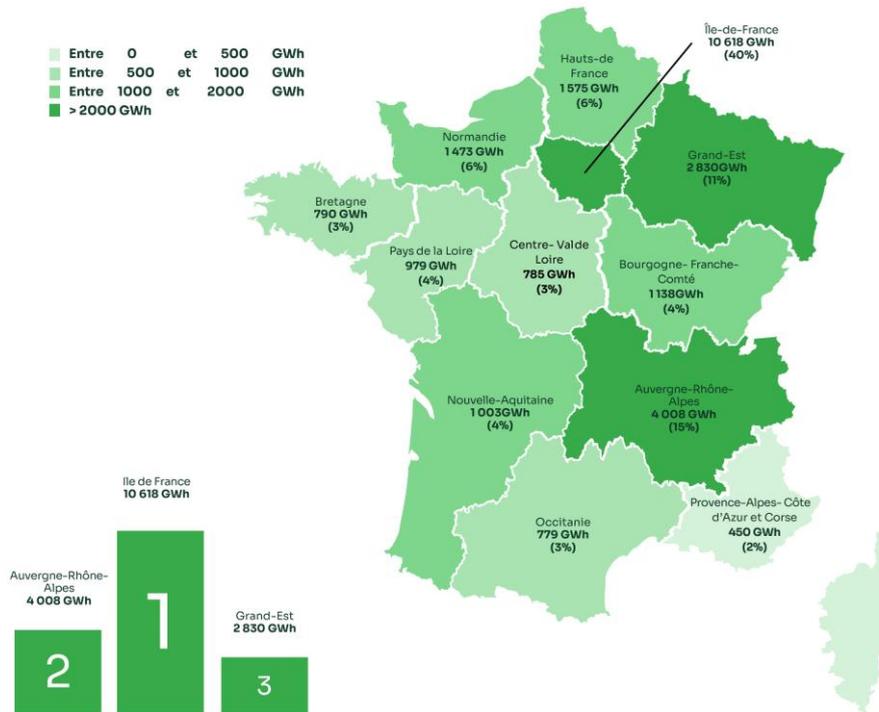


Figure 52 : Répartition régionale de la livraison annuelle de chaleur des réseaux

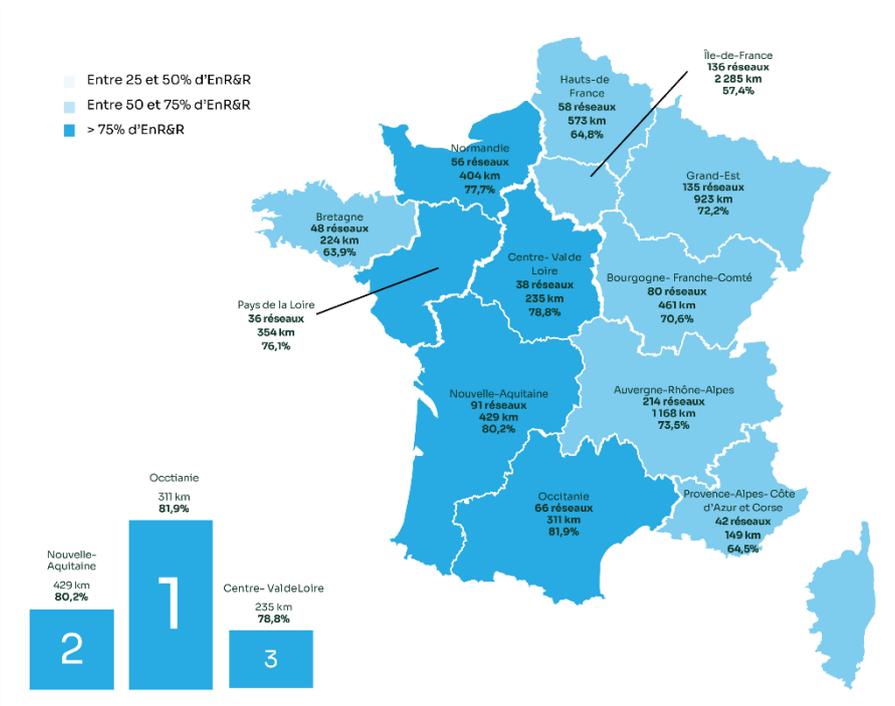


Figure 53 : Nombre de réseaux, longueurs et taux d'EnR&R entrant par région



Le classement des réseaux dans les régions

CHIFFRES CLÉS 2023

639 réseaux classés

20 816 GWh de chaleur livrée

74,2 % : taux d'EnR&R moyen

78 g/kWh : contenu CO₂ ACV moyen des réseaux

La loi « Energie – 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 ?

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 accorde 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 :

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

Ecologie : 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



1	Ile-de-France 8 227 GWh (75 réseaux classés)
2	Auvergne-Rhône-Alpes 2 968 GWh (139 réseaux classés)
3	Grand Est 2 199 GWh (85 réseaux classés)

Le saviez-vous ?

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

Le potentiel du classement

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

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

CHIFFRES CLÉS DES ENR&R LOCALES DANS LES RÉSEAUX





Les énergies renouvelables et de récupération dans les réseaux de chaleur

La biomasse

CHIFFRES CLÉS 2023

688 réseaux en utilisent

6 738 GWh de chaleur livrée

66,5 % : taux d'EnR&R moyen

13 g/kWh : facteur d'émission de la biomasse

117 g/kWh : contenu CO₂ ACV moyen des réseaux

La première énergie renouvelable de France

Près de 100 TWh de chaleur produite à partir de biomasse, soit 65% de la production de chaleur renouvelable française en 2020.

Un puit de 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 énergie renouvelable des réseaux de chaleur

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

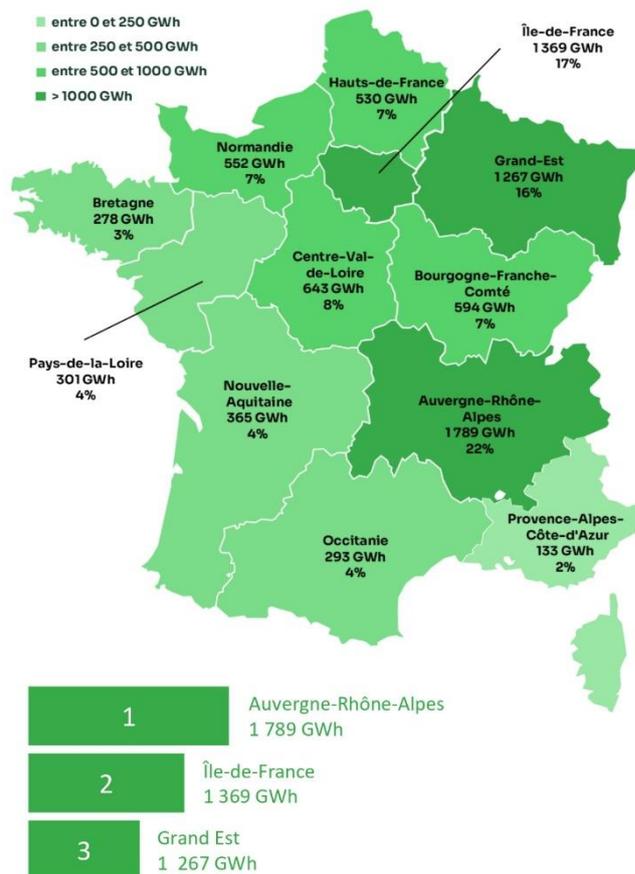
C'est une énergie renouvelable adaptée aux réseaux de chaleur, particulièrement pour les 446 petits réseaux qui livrent moins de 3,5 GWh/an. La biomasse représente 56% de leur mix énergétique de ces réseaux de chaleur généralement ruraux.

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 37% ces dix dernières années** pour atteindre 8TWh en 2023, soit 25% de la production des réseaux.

Production de chaleur biomasse par région



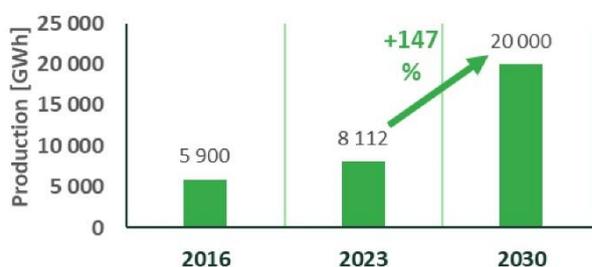
Le saviez-vous ?

Près de 50 % de l'énergie issue de la biomasse provient de sources variées comme les déchets agricoles (paille, noyaux de fruits, coques), les résidus de scierie et même certains déchets verts collectés localement.

Le potentiel de la biomasse

D'ici 2030, le potentiel de production de chaleur par biomasse collective pourrait atteindre 74 TWh, dont 20 TWh pour les réseaux de chaleur, selon le Club de la chaleur.

Évolution prévisionnelle des productions issues de biomasse :





Les énergies renouvelables et de récupération dans les réseaux de chaleur

Les unités de valorisation énergétique (UVE)

CHIFFRES CLÉS 2023

109 réseaux en utilisent

7 107 GWh de chaleur livrée

69 % : taux d'EnR&R moyen

0 g/kWh : facteur d'émission des UVE

103 g/kWh : contenu CO₂ ACV moyen des réseaux

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

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

La valorisation énergétique des déchets consiste à opérer une combustion maîtrisée de la fraction résiduelle des déchets ménagers et assimilés qui n'a pu être valorisée sous forme matière ou organique, dans des fours adaptés à leurs caractéristiques physico-chimiques.

Lorsque l'énergie dégagée par cette combustion est récupérée sous forme de chaleur et/ou d'électricité, on parle alors de valorisation énergétique.

La complémentarité réseaux - UVE

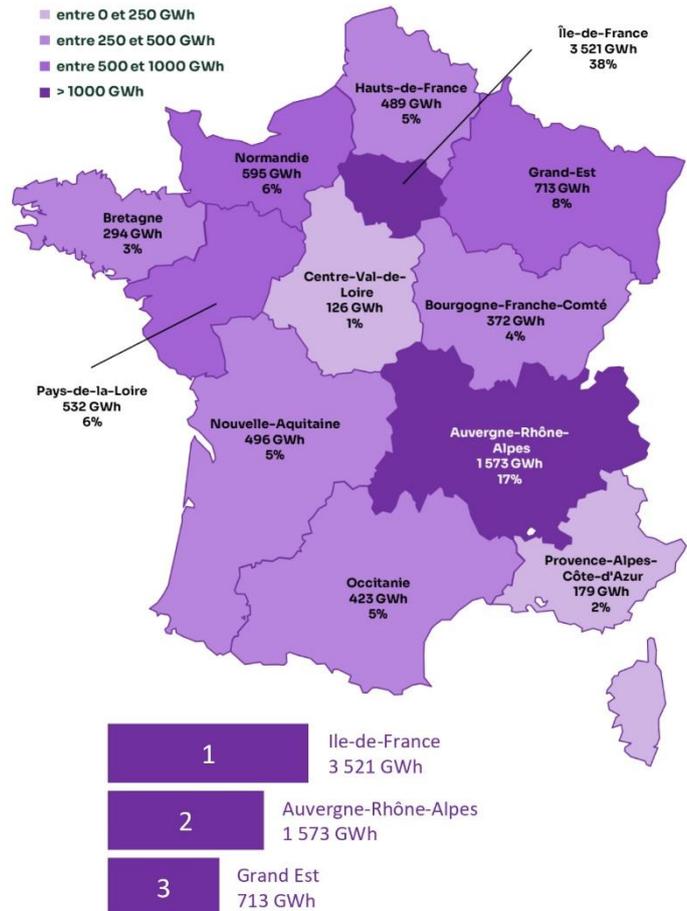
Fin 2021, 92 UVE sont raccordées à un ou plusieurs réseaux de chaleur sur le total des 116 installations traitant des déchets non dangereux sur le territoire métropolitain (source : Fedene). Il reste donc un potentiel de création, d'extension ou de verdissement des réseaux de chaleur et de froid à proximité d'une quarantaine de sites non raccordés et de certains sites déjà raccordés.

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.

Le saviez-vous ?

Nos déchets représentent un potentiel énergétique sous exploité : les UVE et les combustibles solides de récupération (CSR) représentent respectivement des gisements de 8 TWh et 5 TWh à horizon 2030.

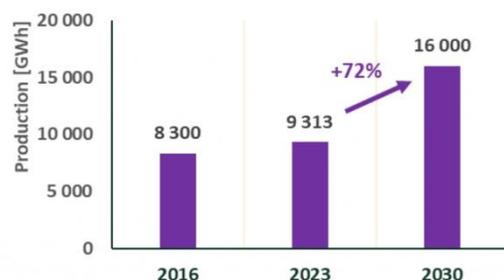
Récupération de chaleur d'UVE par région



Le potentiel des UVE

D'ici 2030, la valorisation de chaleur fatale issue des UVE récupérée par les réseaux de chaleur pourrait atteindre un potentiel de 16 TWh, selon le Club de la chaleur.

Évolution des productions issues de chaleur fatale UVE :





Les énergies renouvelables et de récupération dans les réseaux de chaleur

La géothermie

CHIFFRES CLÉS 2023

76 réseaux en utilisent

2 027 GWh de chaleur livrée

59 % : taux d'EnR&R moyen

10 g/kWh : facteur d'émission de la géothermie

140 g/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 énergie renouvelable incontournable pour atteindre la neutralité carbone en 2050.

Développer 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.

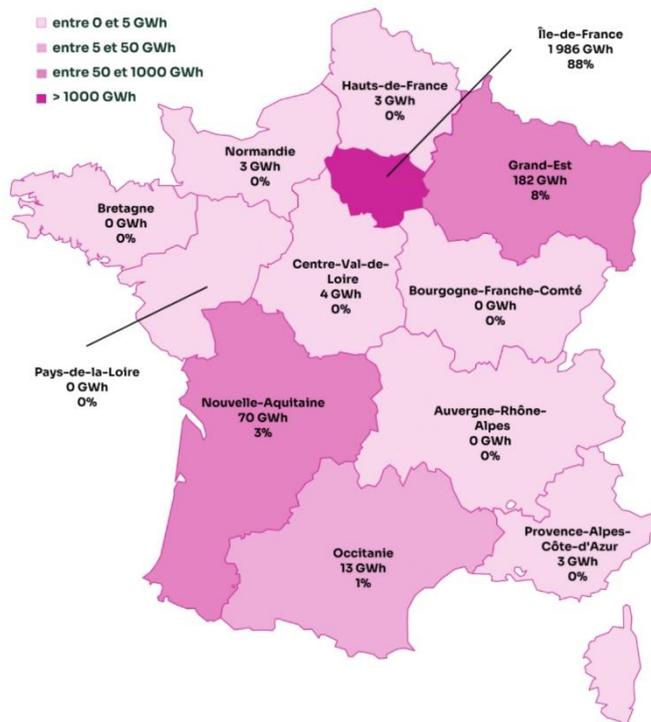
Elles offrent de nombreux avantages :

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

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.

Production de chaleur géothermique par région



Le potentiel de la géothermie

Le club de la chaleur a identifié pour 2030 un potentiel de production de chaleur par géothermie profonde entre 7 et 8,1 TWh avec une part pour les réseaux de chaleur de 87%, soit 6,1 TWh.

Évolution des productions issues de la géothermie :





Les énergies renouvelables et de récupération dans les réseaux de chaleur

Le biogaz

CHIFFRES CLÉS 2023

3 réseaux en utilisant

18 GWh de chaleur livrée

74 % : taux d'EnR&R moyen

44 g/kWh : facteur d'émission du biogaz

100 g/kWh : contenu CO₂ ACV moyen des réseaux

La méthanisation est un procédé naturel mature de dégradation de matières organiques qui génère du biogaz. Ces matières proviennent de divers secteurs : agriculture, industrie, déchets municipaux, etc.

Les utilisations du biogaz

Le biogaz peut produire :

- Soit de l'électricité et de la chaleur par cogénération
- Soit de la chaleur seule (dans de rares cas)

Il peut également être purifié pour atteindre la qualité du gaz naturel, on parle alors de biométhane. Ce biométhane est majoritairement injecté dans les réseaux de gaz naturel pour une utilisation finale en chaleur ou pour une utilisation en carburant lorsqu'il est destiné à alimenter des véhicules (BioGNV).

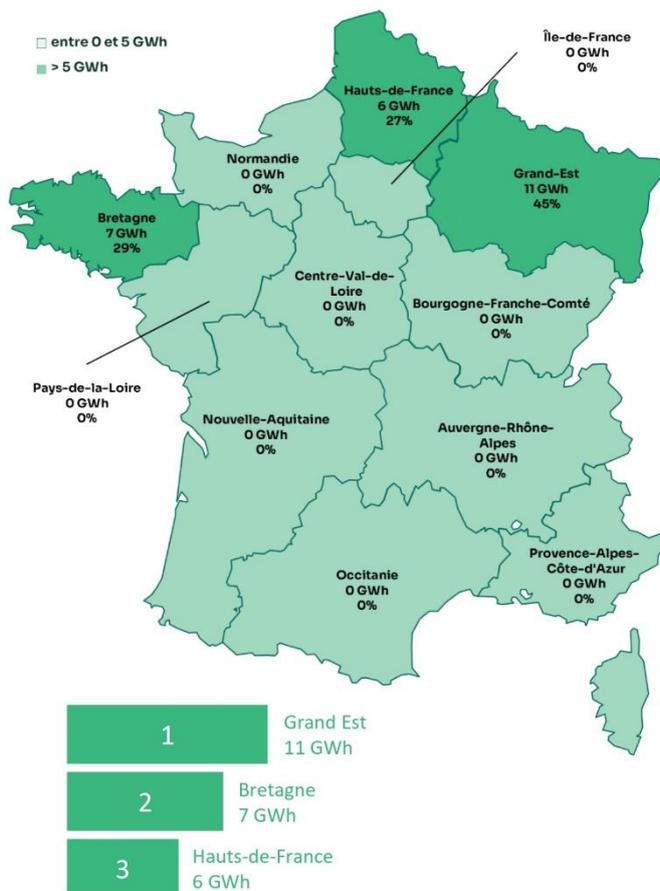
Les bénéfices du biogaz

Le biogaz remplace efficacement les énergies fossiles et permet de recycler localement une variété de déchets. Cette méthanisation offre un revenu complémentaire aux agriculteurs, qui peuvent utiliser le digestat comme fertilisant. Cette filière représente plus de 800 millions d'euros de valeur ajoutée et soutient plus de 10 000 emplois directs et indirects, en particulier en zones rurales, contribuant ainsi à l'économie locale.

Le saviez-vous ?

Fin mars 2024, il existe 1 065 installations produisant de l'électricité à partir de biogaz, avec une puissance installée totale de 590 MW.

Production de chaleur biomasse par région



Le potentiel du biogaz

Grâce à la valorisation de ressources telles que les résidus agricoles, les biodéchets et les algues, le biogaz offre une source de **chaleur renouvelable produite localement**.

Selon les projections du Club de la Chaleur pour 2030, la production de chaleur à partir de biogaz pourrait atteindre un potentiel de **37 TWh**, en incluant à la fois l'utilisation du biogaz en cogénération et l'injection de biométhane dans les réseaux.



Les énergies renouvelables et de récupération dans les réseaux de chaleur

La récupération de chaleur industrielle

CHIFFRES CLÉS 2023

24 réseaux en utilisent

269 GWh de chaleur livrée

77 % : taux d'EnR&R moyen

0 g/kWh : facteur d'émission de la récupération de chaleur industrielle

78 g/kWh : contenu CO₂ ACV moyen des réseaux

La chaleur fatale, une source d'énergie à valoriser

La chaleur perdue ou fatale est la chaleur récupérée à partir d'installations ou d'activités qui la génèrent sans que cela ne constitue leur objectif principal. Elle constitue une solution efficace pour réaliser des économies d'énergie et réduire les émissions de gaz à effet de serre. La chaleur récupérée peut être réutilisée pour diminuer la consommation d'énergie sur le site d'origine, ou bien valorisée par une autre installation ou à travers un réseau de chaleur.

Les sources de chaleur fatale

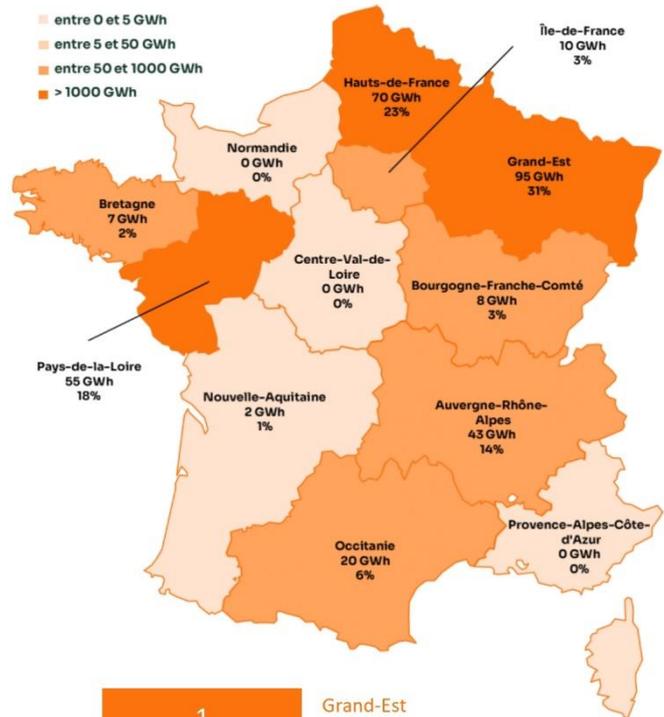
Les sources de chaleur fatale sont diverses et variées. Elles comprennent notamment les rejets thermiques provenant des fumées, chaudières ou séchoirs dans les centrales de production d'énergie (nucléaires ou thermiques), ainsi que dans les sites de production industrielle, les stations d'épuration des eaux usées (STEP) et les unités d'incinération des déchets ménagers (UIOM).

De plus, la déperdition thermique dans les data centers et les bâtiments tertiaires, tels que les hôpitaux, représente également une source de chaleur fatale.

Le saviez-vous ?

Toute nouvelle installation de production d'énergie de plus de 20 MW, raccordée à un réseau de chaleur, doit examiner les opportunités de récupération de chaleur fatale avant son dimensionnement.

Récupération de chaleur industrielle par région



Le potentiel de la récupération de chaleur industrielle

Cette énergie est disponible dans les bassins industriels et à proximité des datacenters, elle permet de valoriser une énergie initialement vouée à être rejetée. Le club de la chaleur identifie pour 2030 un potentiel de récupération de 7 TWh pour l'industrie et de 2 TWh pour les datacenters et STEP.



Les énergies renouvelables et de récupération dans les réseaux de chaleur

Le solaire thermique

CHIFFRES CLÉS 2023

8 réseaux en utilisant

6 GWh de chaleur livrée

50 % : taux d'EnR&R moyen

21 g/kWh : facteur d'émission du solaire thermique

158 g/kWh : contenu CO₂ ACV moyen des réseaux

Les bénéfices du solaire thermique

Le solaire thermique est une des sources d'énergies renouvelables qui permet de produire de la chaleur à partir du rayonnement solaire. Ses principales applications incluent la production d'eau chaude sanitaire, le chauffage et le rafraîchissement des bâtiments résidentiels et tertiaires, ainsi que la fourniture de chaleur pour les industries et les réseaux de chaleur.

L'énergie durable et créatrice d'emplois

L'énergie solaire, en plus d'être gratuite à l'usage et de reposer sur des équipements durables, permet non seulement de fournir une chaleur stable et à coût maîtrisé sur le long terme, mais aussi de renforcer l'économie locale en créant et en maintenant des emplois.

En France métropolitaine, la filière solaire génère environ 1 500 emplois directs et indirects, avec une valeur ajoutée supérieure à 1,5 milliard d'euros.

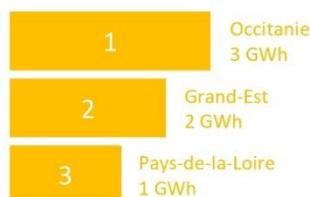
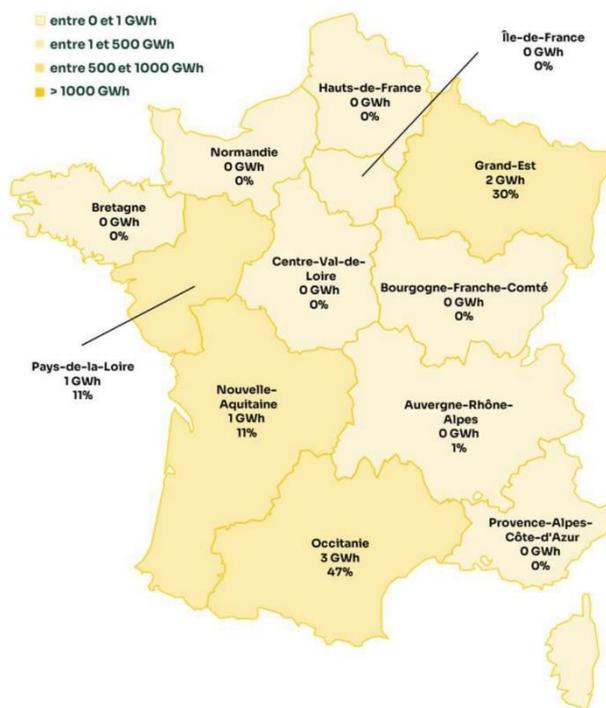
Les 3 types d'équipements les plus courants

- Les chauffe-eaux solaires individuels (CESI)
- Les systèmes solaires combinés (SSC)
- Les installations d'eau chaude solaire collective

Le saviez-vous ?

La centrale solaire thermique NARBOSOL à Narbonne alimente en chauffage et eau chaude sanitaire plus de 900 logements, 7 écoles, un collège et d'autres bâtiments publics.

La chaleur issue du solaire thermique par région



Le potentiel du solaire thermique

Le potentiel de développement du solaire thermique est prodigieux puisque l'abondante ressource est récupérée par des installations low-tech qui intègrent du stockage. Le solaire thermique offre une alternative aux énergies fossiles.

Le potentiel de production de chaleur par solaire thermique pour 2030, identifiée par le club de la chaleur, est de **3,9 TWh pour les grandes installations**. Ce potentiel est principalement fléché pour une utilisation industrielle puis pour les réseaux de chaleur.



LES RÉSEAUX DE FROID EN FRANCE EN 2023



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.

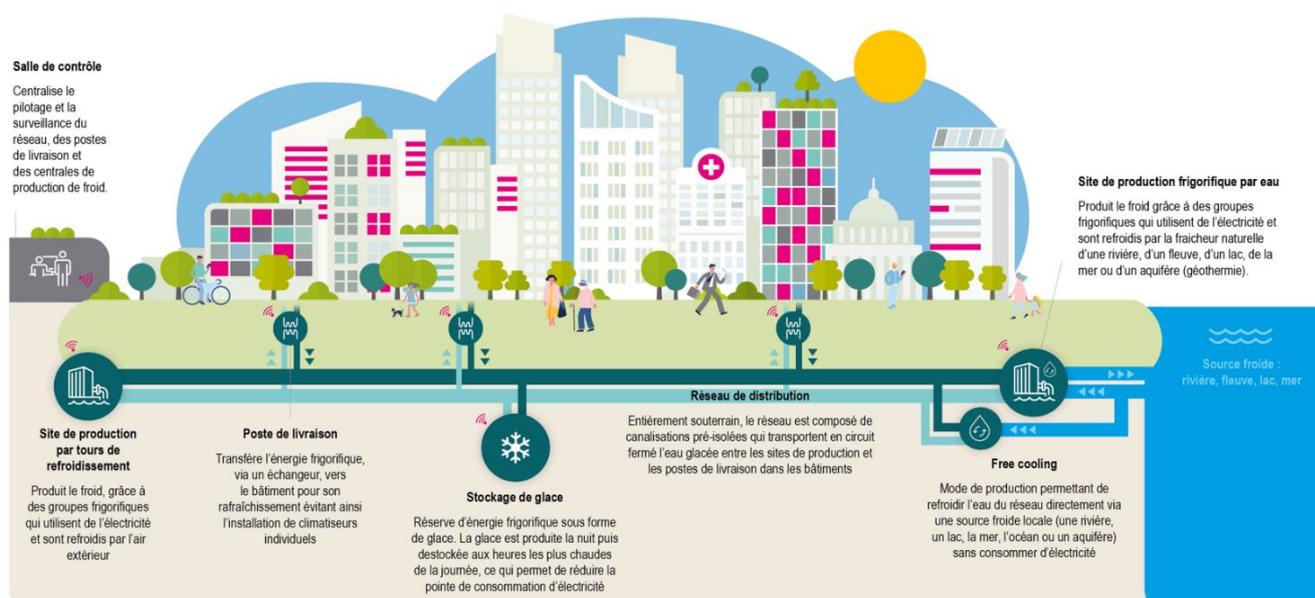


Figure 54 : Schéma de principe d'un réseau de froid, Via Sèva

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. Ce 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 55 : groupe froid à compression (Quantum)



Figure 56: 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.

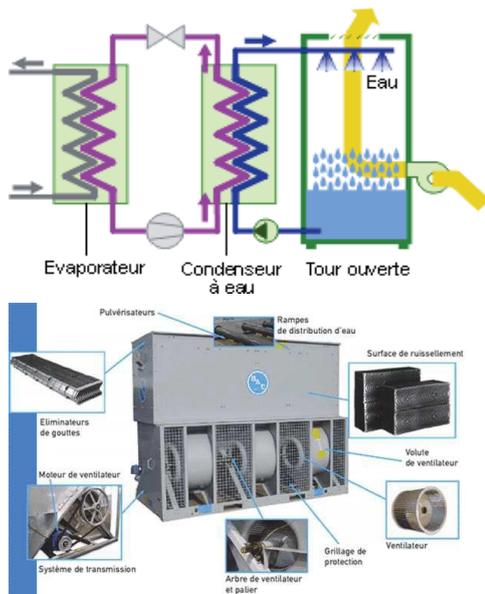


Figure 57 : Tour ouverte - principe et équipement

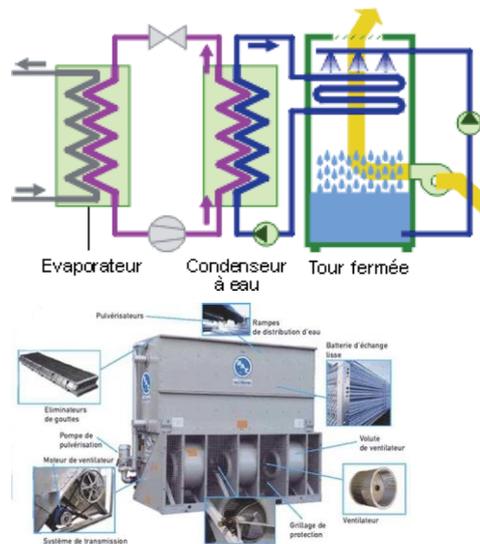


Figure 58 : Tour fermée - principe et équipement

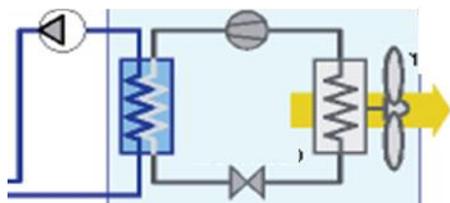


Figure 59 : Condenseur à air - principe et équipement

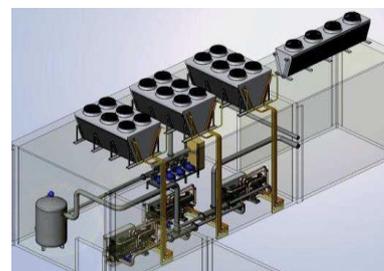
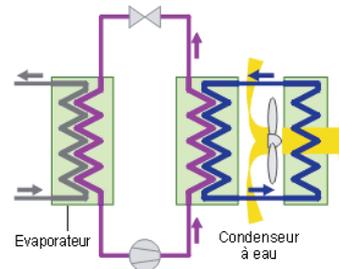


Figure 60 : Dry cooler - principe et équipement

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 caloporteur.



5.1.2. Les avantages des réseaux de froid

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

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

5.1.3. Positionnement en France

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

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

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

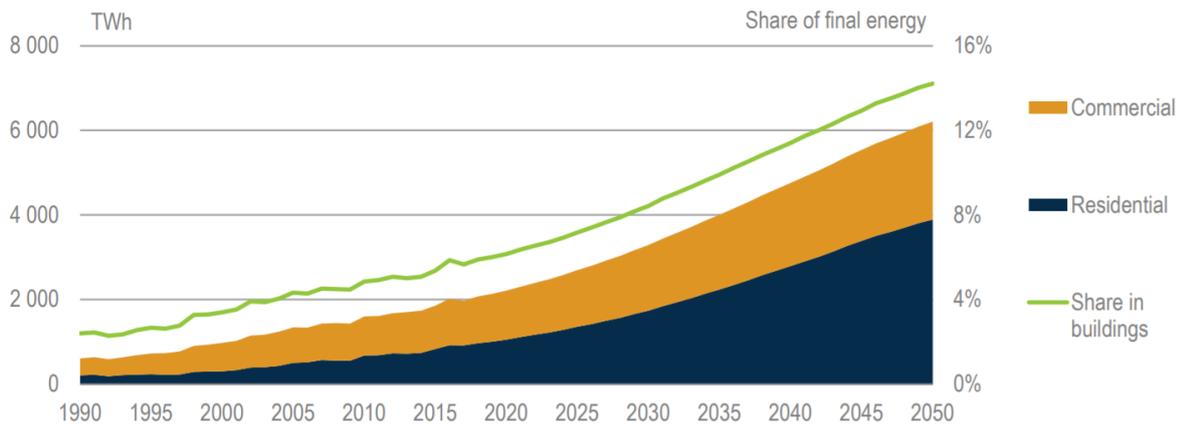


Figure 61 : Évolution mondiale des besoins en froid de confort. (Source : extrait du rapport de l'AIE, *The Future of cooling*)

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.

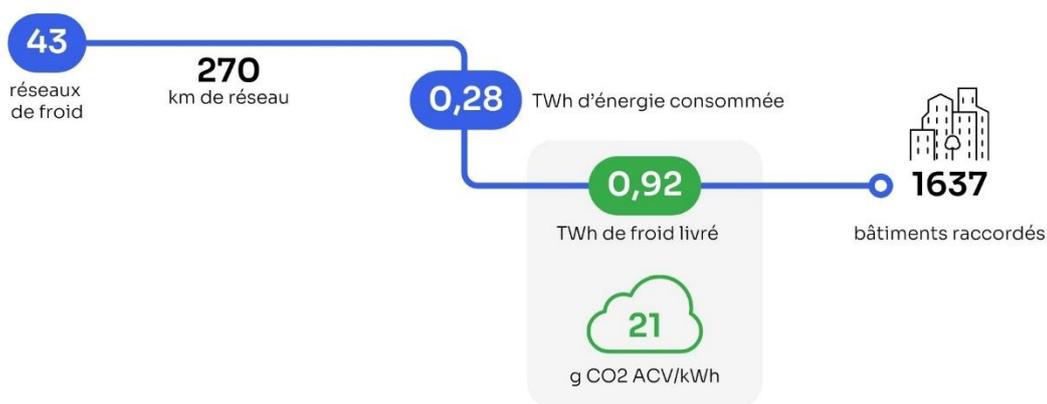
Pour répondre à l'augmentation des besoins de refroidissement, les réseaux urbains sont des outils extrêmement efficaces pour produire du froid et lutter en même temps contre les îlots de chaleur, tout en mobilisant des EnR&R.

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.

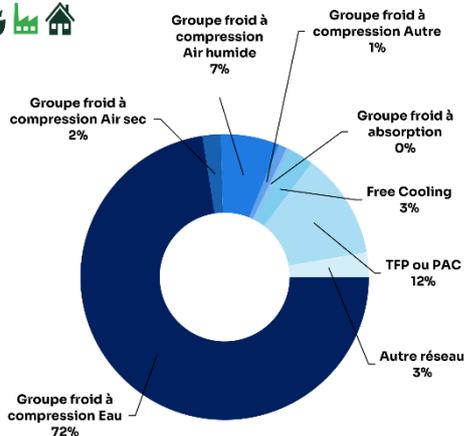
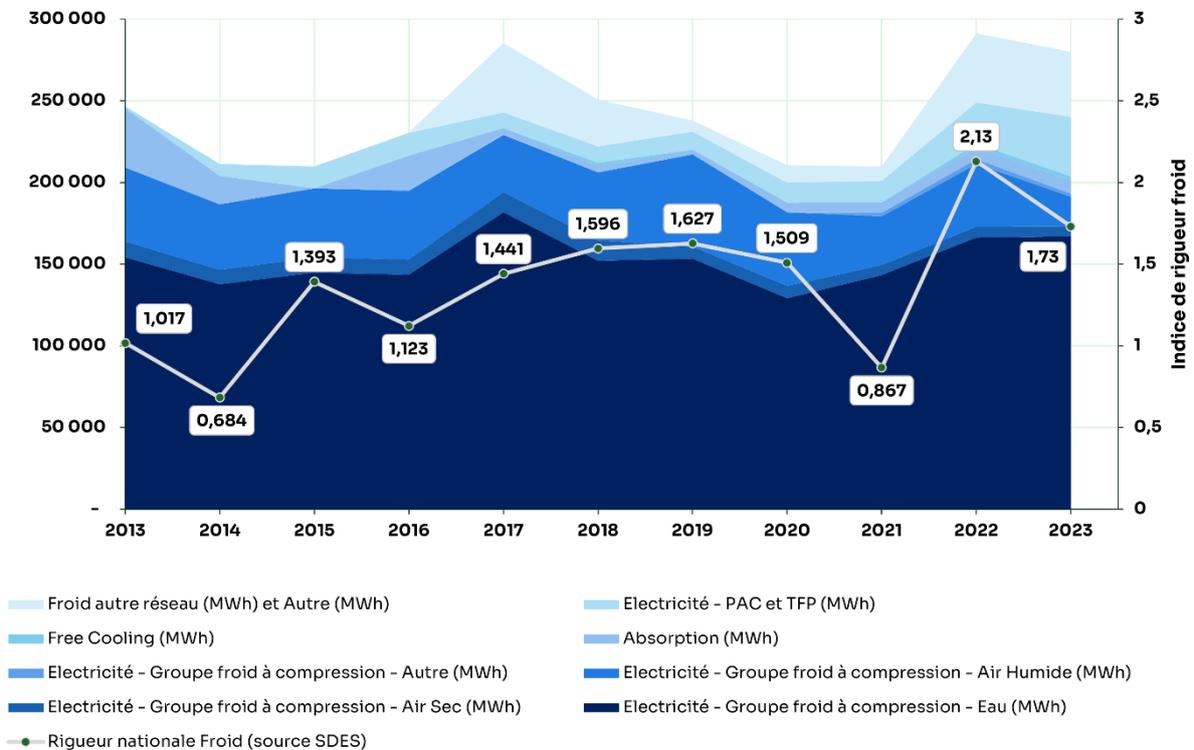
5.2. Caractéristiques générales des réseaux enquêtés

5.2.1. Les chiffres clés des données 2022



5.2.2. Bouquet énergétique

Evolution des quantités d'entrants consommés (MWh) pour produire le froid



Le froid des réseaux urbains en France est produit principalement à partir de groupes froids à compression électrique (82%), c'est-à-dire utilisant l'électricité pour comprimer leurs fluides frigorigènes (cf. Schéma de principe d'un réseau de froid, Via Sèva).

Figure 62 : 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 72% d'entre eux produisent du froid à partir d'eau.
- Environ 7% 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 0,4% de la production totale de froid.
- Environ 12% 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.

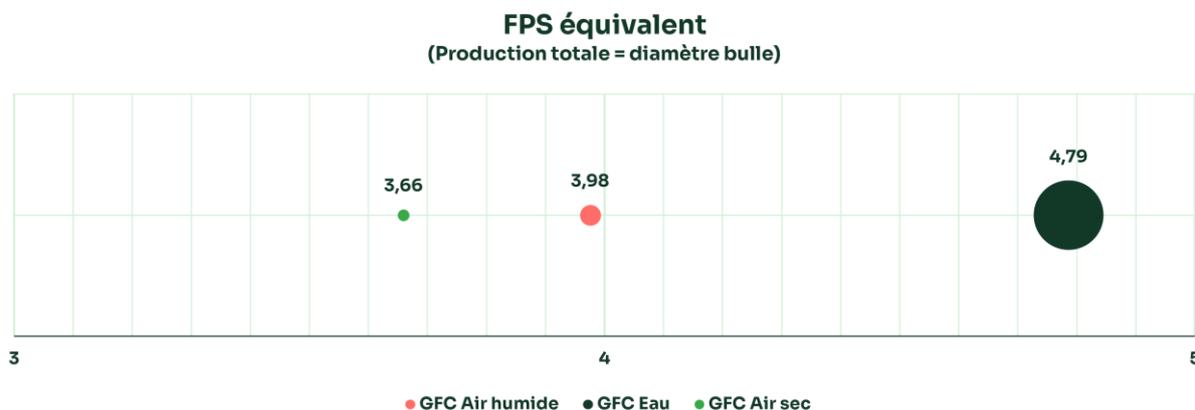


Figure 63 : Facteur de performance saisonnier (FPS) des groupes froids à compression par type de source renouvelable

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.

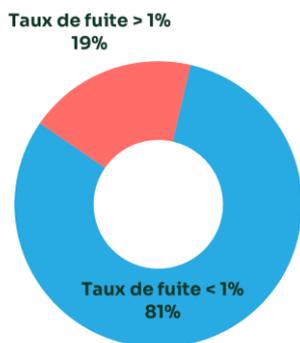
$$FPS = \frac{\sum \text{Quantité produite}}{\sum \text{Quantité totale}}$$

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

- Pour l'eau, le FPS est de 4,79, ce qui indique de très bonnes performances énergétiques.
- Pour les groupes à l'air humide, le FPS est de 3,98.
- Pour les groupes à l'air sec, le FPS est de 3,66.

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



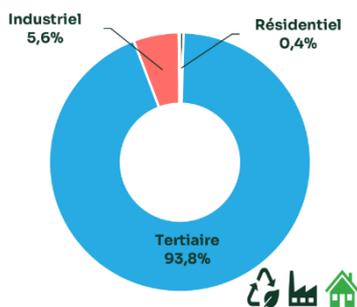
Les machines de production des réseaux de froid présentent des avantages en termes de taux de fuite de fluides frigorigènes par rapport aux machines autonomes.

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 64 : Taux de fuite des réseaux de froid

5.5. Livraisons de froid



Les livraisons de froid ont atteint 0,92 TWh en 2023.

Elles sont principalement destinées à la climatisation du secteur tertiaire, représentant 93,8% 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 (5,6%).

Figure 65 : 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 délégué²² 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

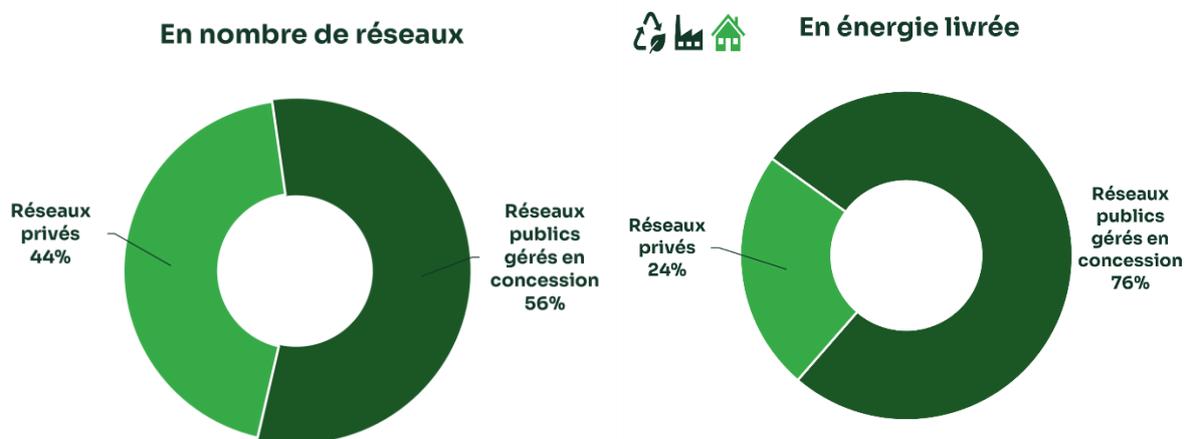


Figure 66 : Maîtrise d'ouvrage des réseaux en nombre de réseaux et en livraisons de froid

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.

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.

²² 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.



En octobre 2024, le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) présenté par le gouvernement pour consultation, introduit dans ces mesures le déploiement à grande échelle des technologies de froid renouvelable avec comme ambition de produire 2 TWh de froid renouvelable supplémentaire en dix ans.

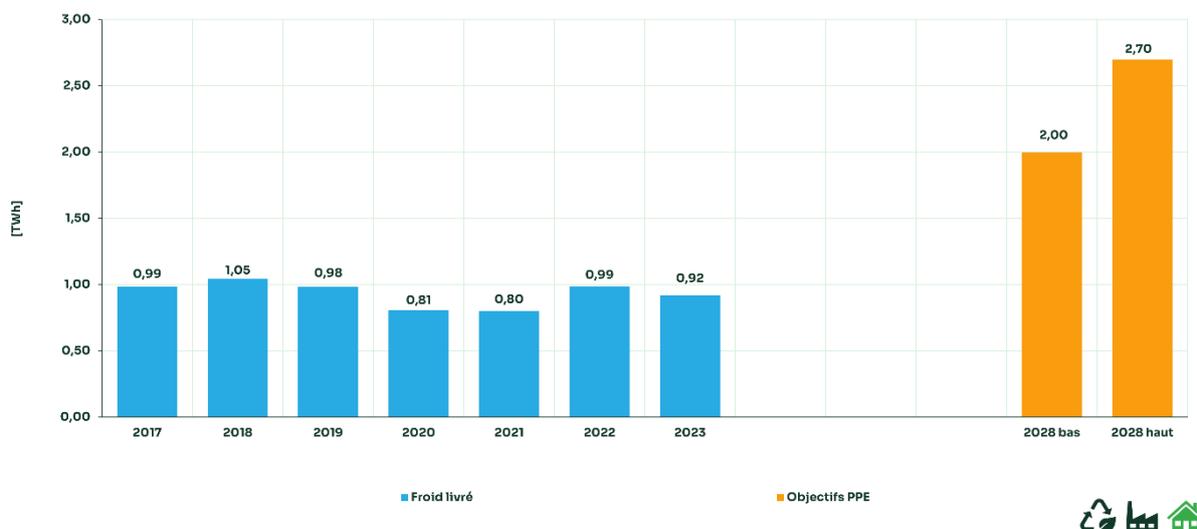


Figure 67 : Objectif de développement des réseaux de froid

Après une baisse des livraisons de froid en 2020 et 2021 due à la rationalisation des espaces de bureau par les entreprises, à des étés doux et à une reprise progressive du tourisme, les années 2022 et 2023 actent un retour à des niveaux de consommations habituels.

En 2023, la consommation de froid par réseau de chaleur a été de 0,92 TWh, soit 7% inférieure à celle de 2022, année avec un été particulièrement chaud. A des niveaux de rigueur climatique constants, la consommation de froid de 2023 serait près de 15% supérieure à celle de 2022, deux facteurs expliquent cette hausse :

- Le raccordement de 74 bâtiments supplémentaires induit par
 - Le développement des réseaux de froid renouvelable, avec en 2023 l'entrée dans l'enquête de 2 nouveaux réseaux
 - Les extensions/densifications des réseaux existants
- Une hausse des consommations moyennes de froid par bâtiment entre 2022 et 2023 pouvant s'expliquer par une augmentation du taux d'occupation des espaces tertiaires (bureaux, hôtels...).

Réchauffement climatique, 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 2024 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 2023

QUESTIONNAIRE CONFIDENTIEL A RETOURNER AVANT LE 07 Juin 2024

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° 2024A048EQ** du Ministre de la transition écologique et solidaire, du ministre de l'Économie et des finances, valable pour l'année 2024. Aux termes de l'article 6 de la loi n° 51-711 du 7 juin 1951 modifiée sur l'obligation, la coordination et le secret en matière de statistiques, les renseignements transmis en réponse au présent questionnaire ne sauraient en aucun cas être utilisés à des fins de contrôle fiscal ou de répression économique. L'article 7 de la loi précitée stipule d'autre part que tout défaut de réponse ou une réponse sciemment inexacte peut entraîner l'application d'une amende administrative.

Ce questionnaire confidentiel est destiné au SDES et à l'organisme professionnel agréé pour la réalisation de cette enquête.

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, s'applique aux réponses faites à la présente enquête par les entreprises individuelles. Elle leur garantit un droit d'accès et de rectification pour les données les concernant. Ce droit peut être exercé auprès du SDES.

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

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

TYPE DE RESEAU

- Réseau de chaleur ❶ ((cf. notice explicative, en partie IX du questionnaire)
- si la puissance installée de votre réseau est supérieure ou égale à 3,5 MW, remplir les parties I, II, III, IV et VIII
 - si la puissance installée de votre réseau est inférieure à 3,5 MW, répondre aux parties I, II, questions 23, 26, 27, 36, 37, 38 et à la partie VIII
- Réseau de froid ❶
- si la puissance installée de votre réseau est supérieure ou égale à 3,5 MW, remplir les parties I, V, VI, VII et VIII
 - si la puissance installée de votre réseau est inférieure à 3,5 MW, répondre aux parties I, V, questions 48,50, 51, 59, 60, 61 et à la partie VIII

PARTIE I- IDENTIFICATION DU RESEAU

Au 31-12-2023

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) ❷ :

CONCESSION ❸ : Avec investissements du concessionnaire Sans investissements du concessionnaire (affermage)

REGIE : Avec marché public d'exploitation Sans marché public d'exploitation

AUTRE : Avec contrat d'exploitation Sans contrat d'exploitation

RESEAU PRIVE (INDUSTRIEL, BAILLEUR, UNIVERSITE, HÔPITAL...)

AVEC CONTRAT D'EXPLOITATION SANS CONTRAT D'EXPLOITATION

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

8- A COMBIEN D'ABONNE(S) LA CHALEUR EST-ELLE VENDUE ? :

0 : L'énergie produite est entièrement autoconsommée 1 : L'énergie produite est vendue à un seul tiers, en totalité

2 ou + : L'énergie produite est vendue à plusieurs abonnés, dont un pouvant être le maître d'ouvrage des installations

ETABLISSEMENT GESTIONNAIRE DU RESEAU

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

10- CODE APE de l'établissement (selon la NAF rév. 2) ❺ : [][][][][][][][]

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





28, rue de la Pépinière 75008 Paris

01 44 70 63 90

contact@fedene.fr

www.fedene.fr