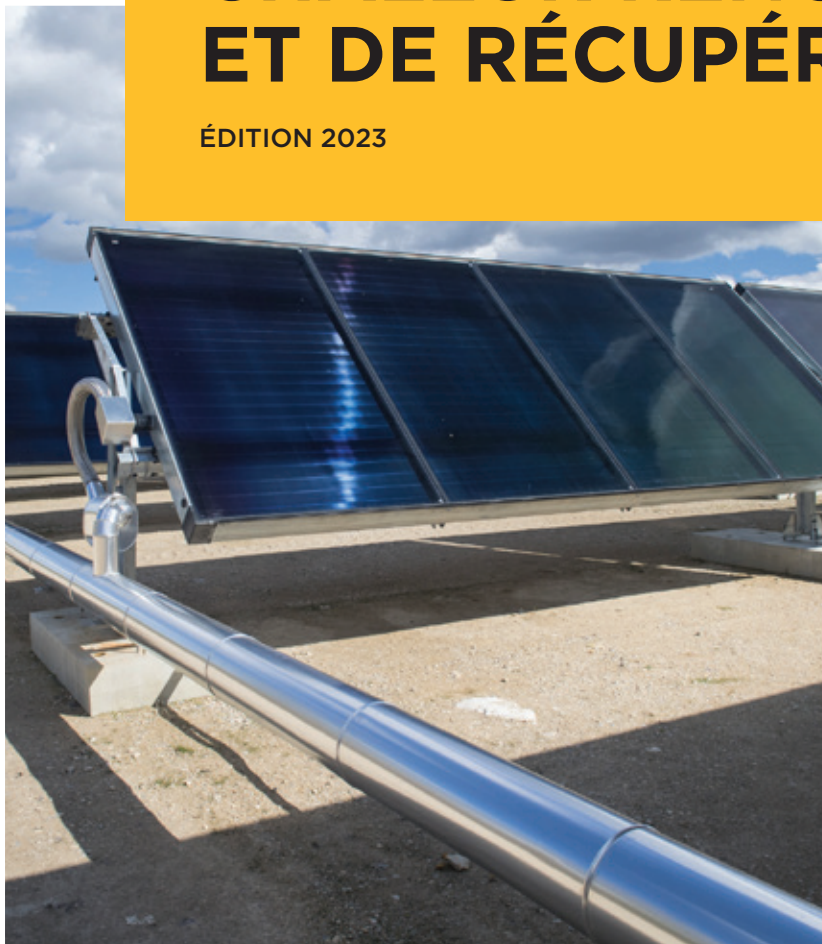




PANORAMA DE LA CHALEUR RENOUVELABLE ET DE RÉCUPÉRATION

ÉDITION 2023



Avec le soutien de





À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources. Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse. Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions. À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques. L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, du ministère de la Transition énergétique et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

www.ademe.fr / @ademe



L'association française des professionnels de la géothermie (AFPG) regroupe des installateurs de chauffage et de climatisation, des bureaux d'études thermiques, des bureaux d'études de géosciences, des entreprises de forage, des exploitants et les promoteurs des réseaux de chaleur, les acteurs manufacturiers de la filière géothermie et électricité. Des associations partenaires : AFPAC, ATEE, Syndicat des Foreurs d'Eau et de Géothermie (SFEG), le Syndicat des énergies renouvelables (SER) et les pôles de compétitivité en géosciences (Avénia, S2E2) sont également des membres actifs et font partie du conseil d'administration.

www.afpg.asso.fr



Le Comité Interprofessionnel du Bois Énergie (CIBE) rassemble les acteurs du chauffage collectif et industriel au bois, soit plus de 150 entreprises, maîtres d'ouvrage (publics et privés), organisations professionnelles dans la filière bois et le monde de l'énergie. Le CIBE coordonne et accompagne ces acteurs depuis 2006 pour professionnaliser les pratiques, établir les règles de l'art, former les professionnels et promouvoir les chaufferies de fortes à faibles puissances auprès des décideurs publics et privés.

www.cibe.fr



La Fédération des Services Énergie Environnement (FEDENE) regroupe sept syndicats professionnels spécialisés par métier, 500 entreprises de services centrés sur l'efficacité énergétique, la performance des bâtiments, la production et la valorisation de la chaleur et de froid renouvelables et de récupération ainsi que le Facility Management et l'ingénierie de projets. Le chiffre d'affaires du secteur s'élève à 11 milliards d'euros, dont la moitié est réalisée en France par des entreprises de toute taille.

Le SNCU, Syndicat national du chauffage urbain et de la climatisation urbaine, membre de la FEDENE regroupe les gestionnaires publics ou privés de réseaux de chaleur et de froid. Le SVDU, Syndicat National du Traitement et de la Valorisation des Déchets Urbains et assimilés, membre de la FEDENE, regroupe les principaux opérateurs de la valorisation énergétique des déchets ménagers en France (incinération, méthanisation, gazéification).

www.fedene.fr



Le Syndicat des énergies renouvelables (SER) regroupe 500 adhérents, représentant un secteur générant plus de 166 000 emplois. L'organisation professionnelle rassemble les industriels de l'ensemble des filières énergies renouvelables : bois-énergie, biocarburants, éolien, énergies marines, gaz renouvelables, géothermie et pompes à chaleur, hydroélectricité, solaire et valorisation énergétique des déchets. Le SER a pour mission de défendre les droits et les intérêts de ses membres et de resserrer les liens qui les unissent, notamment pour développer la filière industrielle des énergies renouvelables en France et promouvoir la création d'emplois et de valeur ajoutée sur le territoire national.

www.enr.fr



UNICLIMA est le syndicat professionnel des industries thermiques, aéraliques et frigorifiques. Il rassemble 83 sociétés ou groupes qui réalisent un chiffre d'affaires de 10,2 milliards d'euros, dont 2,8 à l'export, pour 24 000 emplois en France. UNICLIMA représente les fabricants d'équipements de chaleur, y compris de chaleur renouvelable, de froid et de qualité de l'air. Ces matériels trouvent leurs applications dans les bâtiments résidentiels, tertiaires, ainsi que dans les bâtiments et process industriels.

www.uniclimate.fr

SOMMAIRE

ÉDITORIAL	04
1. BOIS-ÉNERGIE	06
1.1. Chaufferies bois (secteurs collectif, industriel et tertiaire)	07
1.2. Chauffage au bois domestique	11
1.3. Caractéristiques et atouts	15
◆ Focus sur la biomasse forestière en France	16
1.4. Exemple de réalisation	17
2. POMPES À CHALEUR AÉROTHERMIQUES	18
2.1. Chiffres clés	19
2.2. Parc installé et nouvelles installations	19
2.3. Caractéristiques et atouts	20
2.4. Exemple de réalisation	22
3. GÉOTHERMIES	23
3.1. Géothermie de surface	24
3.2. Géothermie profonde	25
3.3. Caractéristiques et atouts	27
3.4. Exemples de réalisations	29
◆ Focus sur le gisement géothermique en France	31
4. CHALEUR SOLAIRE	32
4.1. Chiffres clés	33
4.2. Parc installé et nouvelles installations	33
4.3. Caractéristiques et atouts	37
◆ Focus sur le gisement solaire en France	38
4.4. Exemple de réalisation	38
5. GAZ RENOUVELABLES	39
5.1. Chiffres clés	40
5.2. Parc installé	40
5.3. Caractéristiques et atouts	42
5.4. Exemple de réalisation	44
6. VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DES DÉCHETS	45
6.1. Chiffres clés	46
6.2. Parc installé	46
6.3. Caractéristiques et atouts	47
◆ Focus sur le gisement de CSR	49
6.4. Exemple de réalisation	50
◆ Focus sur la chaleur fatale	51
7. LES RÉSEAUX DE CHALEUR ET DE FROID : VECTEURS ÉNERGÉTIQUES	52
7.1. Caractéristiques et enjeux des réseaux de chaleur	53
7.2. Caractéristiques et enjeux des réseaux de froid	54
7.3. Caractéristiques et enjeux des boucles d'eau tempérée	55
7.4. Exemple de réalisation	56
◆ Focus sur le stockage thermique	57
8. CADRE DE DÉVELOPPEMENT	58
8.1. Objectifs LTECV et PPE	58
8.2. Cadre économique	59

ÉDITORIAL

Cette édition 2023 du **Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération** est le fruit de la coopération entre l'AFPG, le CIBE, la FEDENE, le SER et UNICLIMA, avec la participation de l'ADEME.

Ce panorama dresse un état des lieux, pour la France métropolitaine, des différentes filières de production de chaleur renouvelable et de récupération (bois-énergie, pompes à chaleur aérothermiques, géothermie, chaleur solaire, gaz renouvelables et valorisation énergétique des déchets). Un chapitre est consacré aux réseaux de chaleur et de froid qui permettent de distribuer ces énergies renouvelables et de récupération dans les territoires.

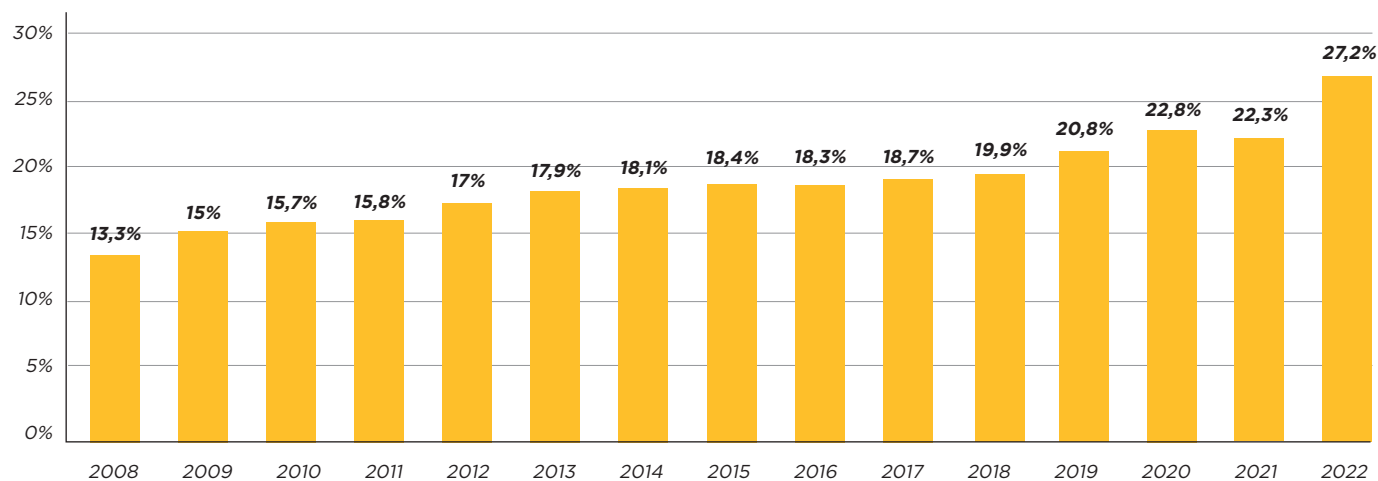
Les données présentées sont les plus récentes en ce qui concerne le parc existant (production de chaleur, répartition régionale) et les nouvelles installations/nouveaux équipements. Elles sont complétées par une présentation des différentes technologies, des atouts de chaque filière, des exemples de réalisations et des focus sur les gisements. Un nouveau focus sur le stockage thermique décrit les solutions qui apportent de la flexibilité pour garantir l'adéquation offre/demande en chaleur.

Il faut amplifier et accélérer la décarbonation de la chaleur

Ce panorama montre que malgré une augmentation de la production issue de sources d'énergie renouvelable et de récupération, la chaleur renouvelable ne représente que 27,2 % de notre consommation finale de chaleur en 2022 en France métropolitaine.

◆ Évolution de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale de chaleur en France Métropolitaine

Source : SER d'après SDES



Les différents usages de la chaleur (chauffage des bâtiments, eau chaude sanitaire, procédés industriels) représentent 45 % de notre consommation finale d'énergie, et dépendent encore en très grande majorité d'énergies fossiles et importées, fortement émettrices de gaz à effet de serre et soumises à des variations de prix importantes.

Accélérer la décarbonation de la chaleur est donc indispensable pour répondre aux enjeux de souveraineté énergétique, de neutralité carbone et de maîtrise de la facture énergétique des Français.

Investir dans la chaleur renouvelable, c'est profitable !

Dans un contexte d'instabilité des prix des énergies fossiles, les systèmes individuels et collectifs de chaleur renouvelable et de récupération sont basés sur des équipements et des réseaux à longue durée de vie qui valorisent des ressources locales à des prix maîtrisés. Ils constituent des leviers puissants et immédiats de création d'emplois non délocalisables, de vitalité des territoires et de protection du pouvoir d'achat.

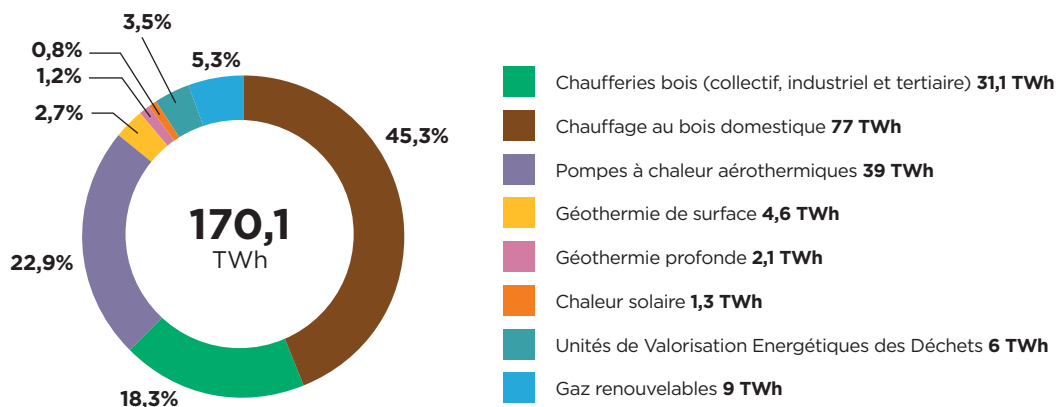
1. Les données concernant les territoires ultramarins sont présentées pour les filières de la chaleur solaire et de la valorisation énergétique des déchets.

La France dispose d'un bouquet de solutions matures, performantes et ancrées dans nos territoires

La France a tout pour réussir la décarbonation de la chaleur. Elle dispose de solutions matures et performantes qui valorisent de nombreuses ressources locales renouvelables et de récupération (biomasse, chaleur du sous-sol, chaleur fatale, déchets ménagers, chaleur de l'air ambiant, ...), ainsi que du savoir-faire de filières industrielles au service de la transition énergétique.

◆ Part de chaque filière dans la production de chaleur renouvelable en France métropolitaine en 2022²

Source : SER



Le bois-énergie, première énergie renouvelable en France, est essentiel pour accompagner la sortie des énergies fossiles.

En 2022, le bois-énergie, co-produit de la sylviculture durable destinée à produire du bois matériau, a fourni à lui seul 63 % de la chaleur renouvelable en France métropolitaine et permis de chauffer 8,8 millions de logements individuels ou collectifs.

Le bois-énergie est l'énergie renouvelable la plus utilisée par les particuliers pour se chauffer : 7,7 millions de ménages utilisent un appareil de chauffage au bois domestique (bûches ou granulés) dans leur maison, pour des raisons de confort et de pouvoir d'achat. Le nombre de ménages équipés augmente régulièrement tandis que la consommation d'énergie baisse grâce à l'amélioration du rendement énergétique des nouveaux appareils pour la plupart labellisés Flamme Verte, à l'utilisation d'un combustible de qualité et à l'isolation des logements.

Par ailleurs, près de 8 000 chaudières biomasse sont raccordées à des bâtiments collectifs, tertiaires ou industriels ou à un réseau de chaleur. Elles assurent la fourniture de chaleur renouvelable pour l'équivalent de 1,1 million de logements et la décarbonation des process industriels. Le bois-énergie représente près du quart des énergies distribuées par les réseaux de chaleur qui permettent de garantir dans la durée une facture énergétique maîtrisée à leurs usagers.

Les usages domestiques, liés à des équipements individuels (appareils de chauffage au bois, pompes à chaleur, chauffe-eaux solaires, ...), représentent 65,2 % de la production de chaleur renouvelable en 2022.

Des décisions politiques fortes doivent être prises pour amplifier et accélérer la production de chaleur renouvelable et de récupération en France :

- **Faire du développement de la chaleur renouvelable et de récupération une composante centrale de la neutralité carbone en 2050** : La future stratégie française énergie-climat doit fixer un objectif national ambitieux réhaussé à 55% de chaleur consommée d'origine renouvelable et de récupération en 2030, en vue d'atteindre en 2050 quasi 100 % de chaleur issue des énergies renouvelables et de récupération. En complément, la prochaine PPE devra définir des objectifs de développement pour toutes les filières afin de porter la production de chaleur renouvelable et de récupération à au moins 310 TWh en 2030.

- **Dimensionner les moyens financiers et humains en cohérence avec les objectifs de développement fixés au niveau national** : porter le Fonds chaleur à 1 milliard d'euros /an dès 2024, définir une trajectoire de bonification de MaPrimeRénov' et des certificats d'économie d'énergie (CEE), etc.

2. 50 % de la production de chaleur issue de la valorisation énergétique des déchets est règlementairement considérée comme renouvelable, les 50 % restants sont qualifiés de chaleur de récupération (selon l'article L211-2 du code de l'énergie).



© FIBOIS

1. BOIS-ÉNERGIE

Le bois-énergie peut être utilisé pour diverses valorisations énergétiques : chaleur (par combustion), chaleur et électricité (par cogénération). La production de chaleur est la principale voie de valorisation du bois-énergie.

1.1. CHAUFFERIES BOIS (SECTEURS COLLECTIF, INDUSTRIEL ET TERTIAIRE)	07
1.1.1. Chiffres clés	07
1.1.2. Parc installé	07
1.1.3. Production de chaleur renouvelable	09
1.1.4. Typologie des installations	10
1.2. CHAUFFAGE AU BOIS DOMESTIQUE	11
1.2.1. Chiffres clés	11
1.2.2. Parc installé	12
1.2.3. Production de chaleur renouvelable	13
1.2.4. Typologie des appareils	14
1.3. CARACTÉRISTIQUES ET ATOUTS	15
1.3.1. Typologie des combustibles pour le bois-énergie	15
1.3.2. Atouts	17
→ FOCUS SUR LA BIOMASSE FORESTIÈRE EN FRANCE	16
1.4. EXEMPLE DE RÉALISATION	17

1.1. CHAUFFERIES BOIS (SECTEURS COLLECTIF, INDUSTRIEL ET TERTIAIRE)

1.1.1. CHIFFRES CLÉS

Dans les secteurs collectif, industriel et tertiaire, le bois-énergie est utilisé pour produire de la chaleur dans des chaufferies (dédiées ou connectées à un réseau de chaleur) et parfois de la chaleur et de l'électricité dans des installations de cogénération.



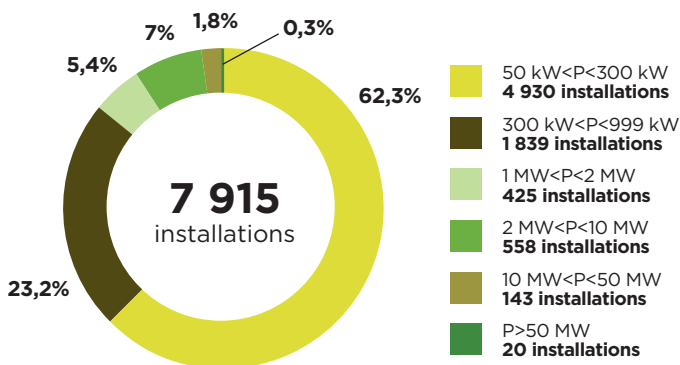
Fin 2022, avec 7 915 chaufferies bois, la production de chaleur renouvelable issue du bois-énergie dans les secteurs collectif, industriel et tertiaire est de 31,1 TWh en France métropolitaine. Cette production couvre 5 % de la consommation finale de chaleur en 2022.

1.1.2. PARC INSTALLÉ

CARACTÉRISTIQUES DU PARC

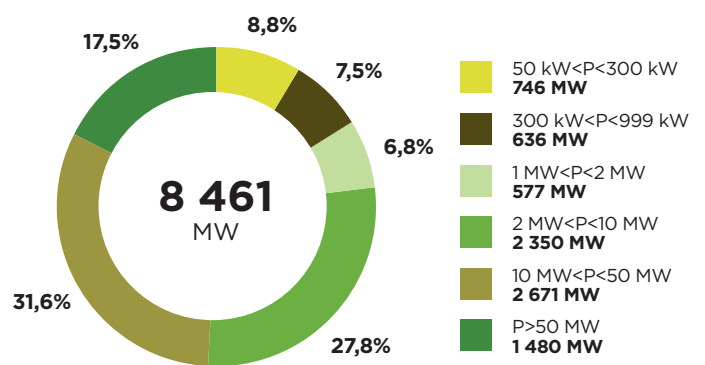
◆ Répartition du nombre de chaufferies bois par gamme de puissance

Source : CIBE



◆ Répartition en puissance thermique cumulée des chaufferies bois ≥ 50 kW

Source : CIBE

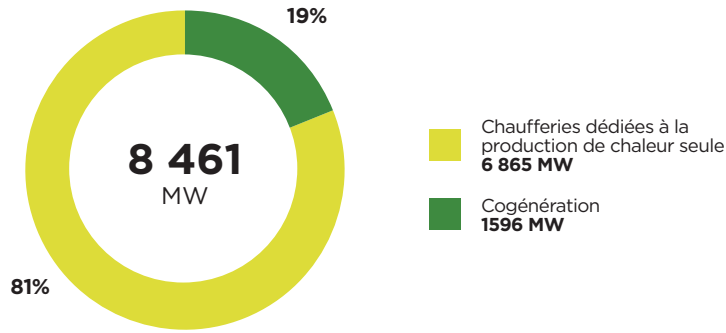


Les chaufferies de puissances thermiques supérieures ou égales à 10 MW représentent 2,1 % des installations mais 49 % de la puissance totale installée. Les chaufferies de puissances comprises entre 50 kW et 1 MW représentent 85,5 % des installations, mais seulement 16,3 % de la puissance totale installée.

1. Les données sur les chaufferies bois en France métropolitaine ont été consolidées par le CIBE sur la base de données réelles et à l'aide de différentes hypothèses de calcul. Le CIBE fait appel au réseau des animateurs bois-énergie présents dans différentes structures d'animation (collectivités forestières, interprofessions de la filière forêt bois, associations environnementales, etc.), telles que FIBOIS AURA, FIBOIS Bourgogne Franche-Comté, AILE, FIBOIS Centre-Val de Loire, la Collectivité Territoriale de Corse, FIBOIS Hauts de France, l'AREC Ile de France, Biomasse Normandie, l'AREC Nouvelle Aquitaine, FIBOIS Pays de la Loire, données d'octobre 2023 des Collectivités forestières Occitanie dans le cadre de l'Observatoire interrégional bois-énergie Occitanie, données de juin 2023 des Communes forestières PACA dans le cadre de l'Observatoire régional de la Forêt Méditerranéenne, données de novembre 2023 de l'Observatoire Bois Industrie et Bois Énergie FIBOIS Grand Est. Cet état des lieux est actualisé tous les deux ans. La chaleur renouvelable produite par les chaufferies bois de type collectif, industriel et tertiaire de puissance supérieure à 50 kW est calculée avec un rendement moyen de 80 % pour les chaufferies dédiées à la production de chaleur seule et un rendement moyen de 50 % pour les installations de cogénération. Ces deux rendements sont appliqués au contenu énergétique du combustible. La puissance thermique installée des chaufferies bois en cogénération est déterminée en calculant le potentiel thermique (soit 75 %) à partir de la puissance installée totale de ces installations.

◆ Répartition en puissance thermique cumulée des chaufferies bois ≥ 50 kW par valorisation énergétique

Source : CIBE



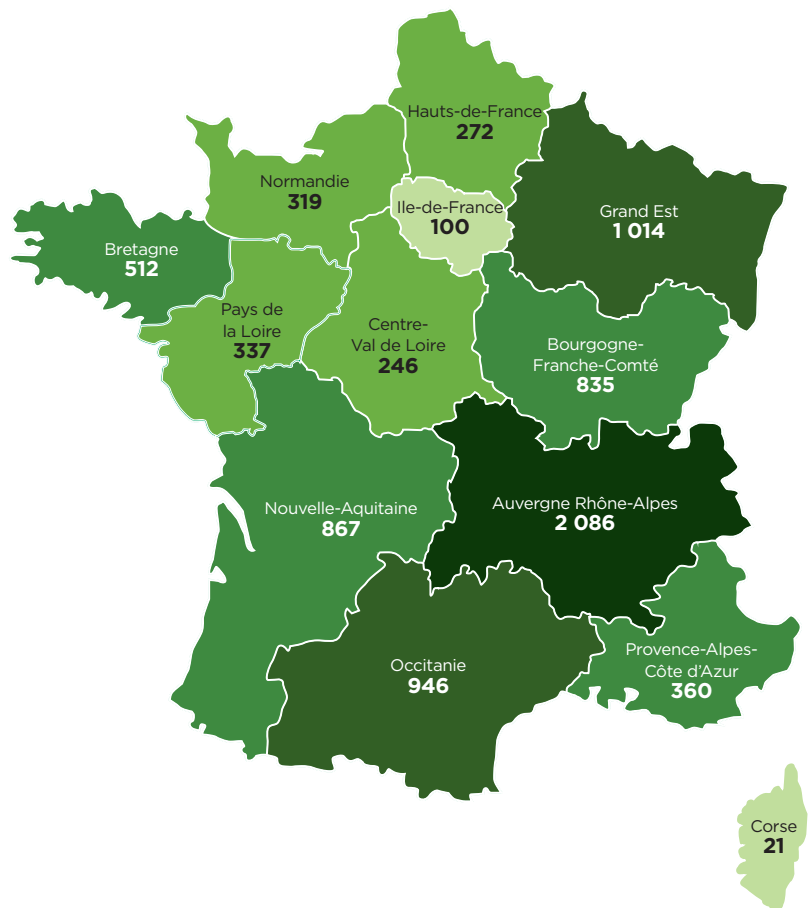
Les installations de cogénération (produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur) représentent moins de 1 % des chaufferies bois et 19 % de la puissance thermique cumulée.

RÉPARTITION RÉGIONALE DU PARC

◆ Répartition régionale en nombre d'installations des chaufferies bois ≥ 50 kW

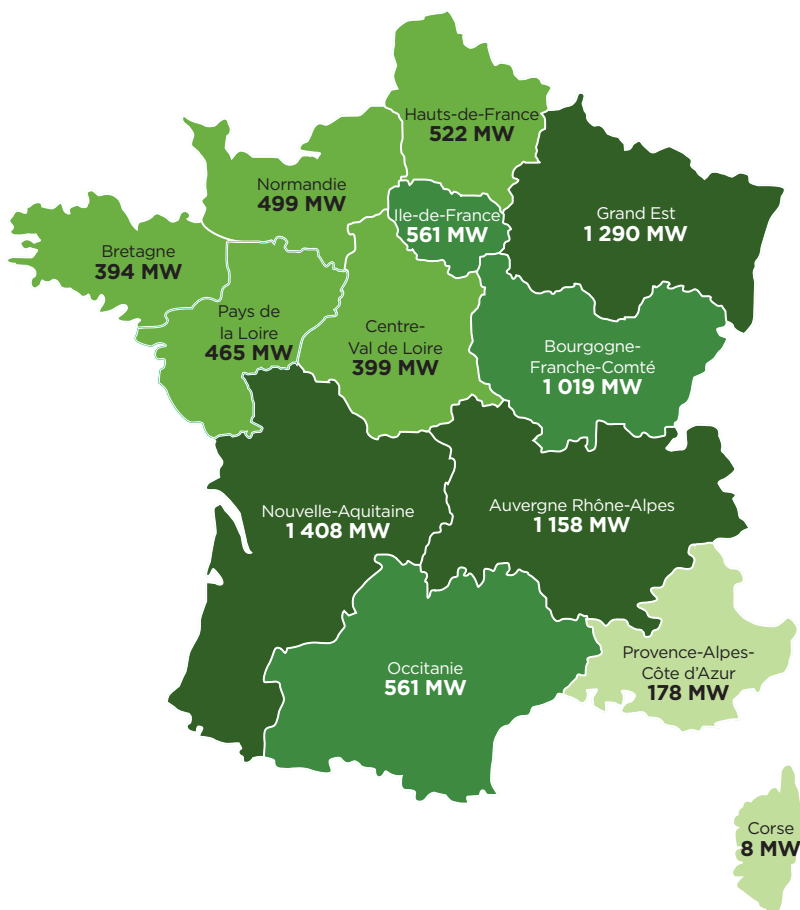
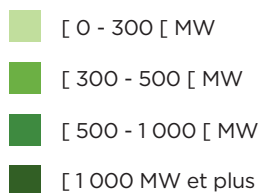
Source : CIBE

- [0 - 200 [chaufferies
- [200 - 500 [chaufferies
- [500 - 900 [chaufferies
- [900 - 1 500 [chaufferies
- [1 500 chaufferies et plus



◆ Répartition régionale en puissance thermique cumulée des chaufferies bois ≥ 50 kW

Source : CIBE

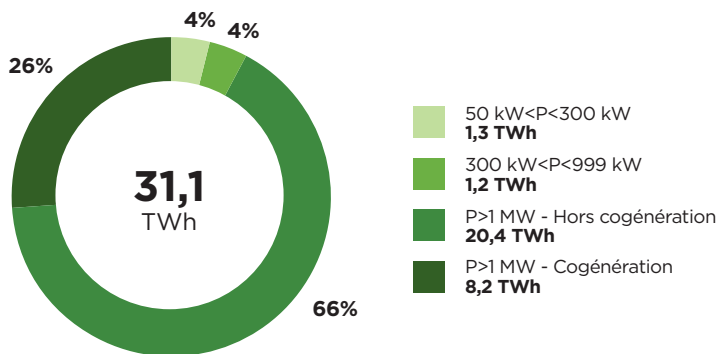


1.1.3. PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE

En 2022, la production de chaleur renouvelable issue du bois-énergie des secteurs collectif, industriel et tertiaire est de 31,1 TWh en France métropolitaine.

◆ Production de chaleur renouvelable selon la puissance des chaufferies bois (en TWh)

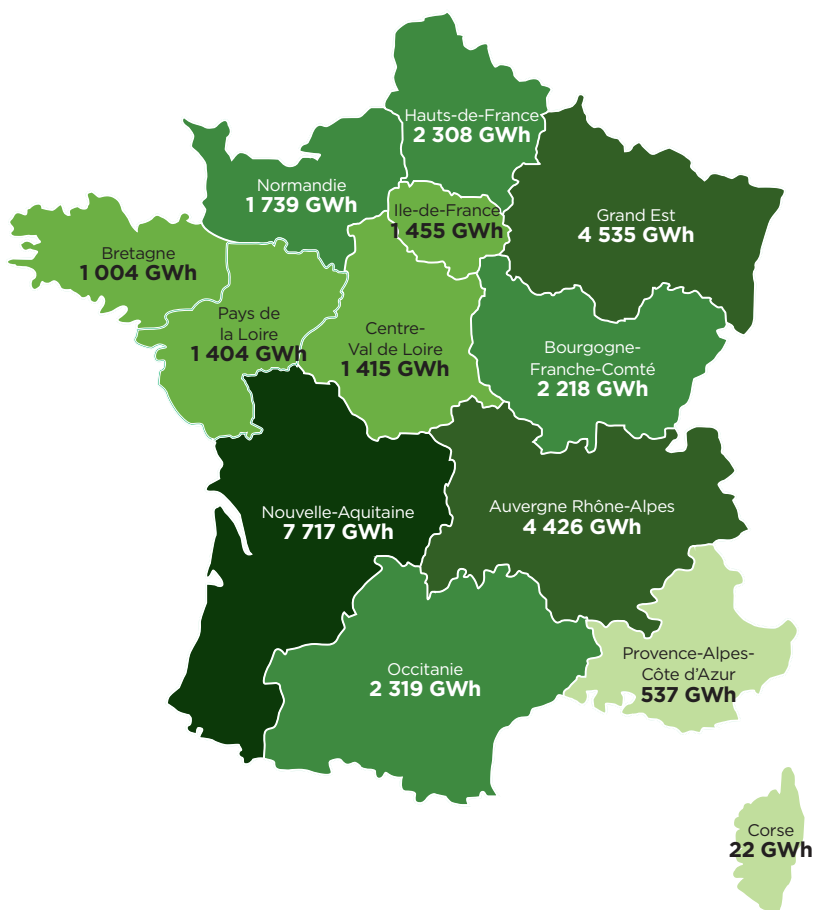
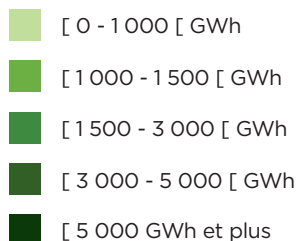
Source : CIBE



Les chaufferies bois d'une puissance supérieure à 1 MW fournissent 92 % de la chaleur renouvelable du parc installé en France métropolitaine fin 2022.

◆ Répartition régionale de la production de chaleur renouvelable issue des chaufferies bois

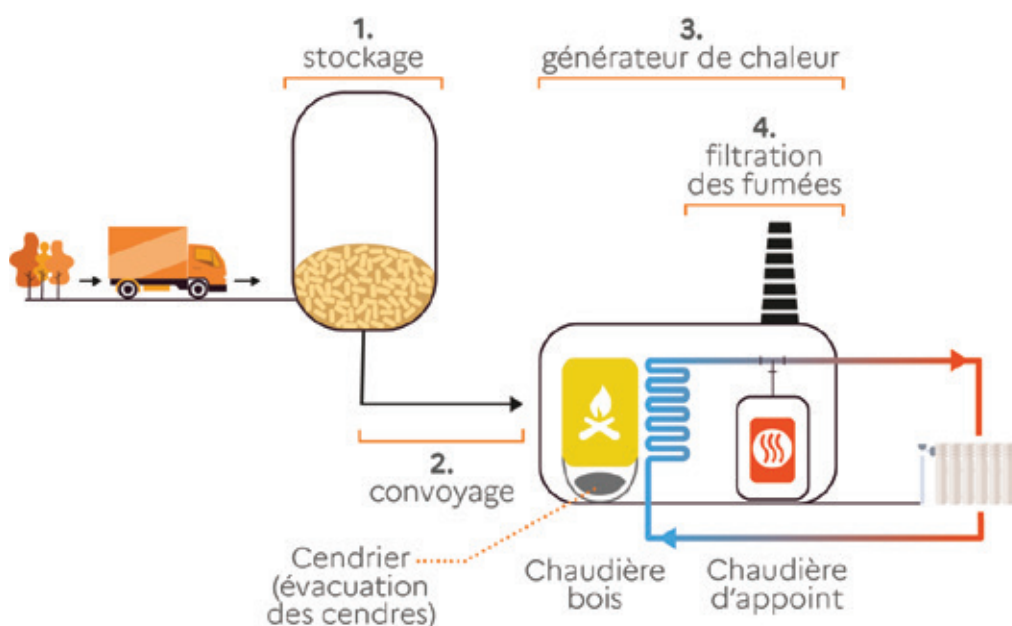
Source : CIBE



1.1.4. TYPOLOGIE DES INSTALLATIONS

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE CHAUFFERIE BOIS PRODUISANT DE LA CHALEUR

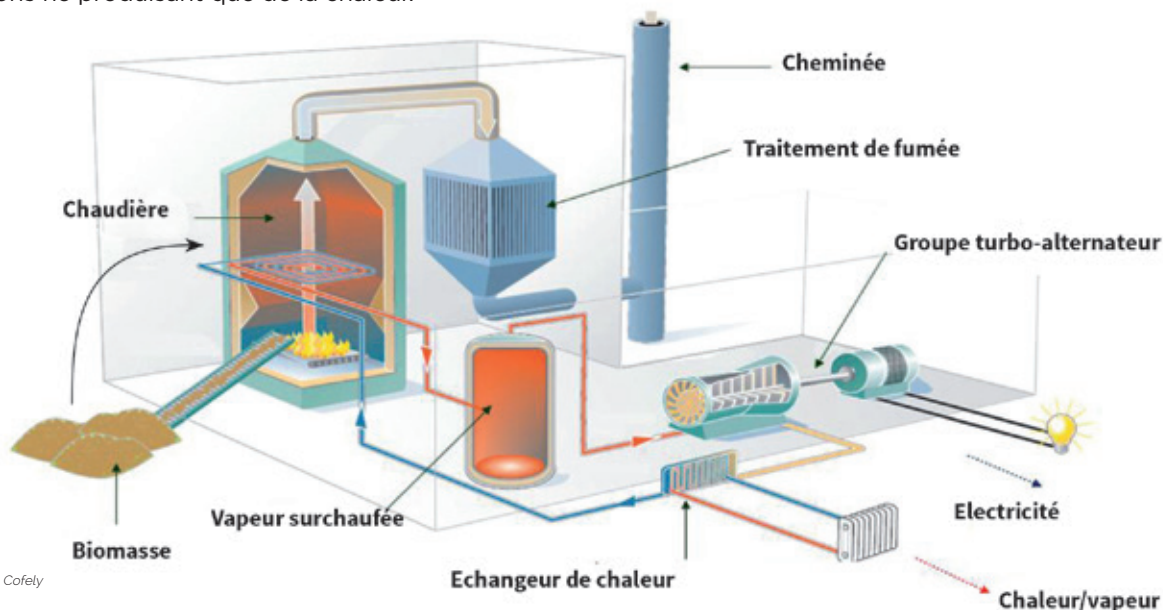
Le biocombustible est stocké dans un silo tampon destiné à garantir l'alimentation régulière de la chaudière. La biomasse est ensuite acheminée dans le foyer de combustion où elle est brûlée à des températures très élevées (800 à 900 °C). Ce brûlage du bois à haute température permet une combustion complète et assure un rendement énergétique important tout en limitant les rejets polluants dans l'air. L'énergie thermique ainsi produite sous forme d'eau chaude ou de vapeur est utilisée pour alimenter un réseau de chaleur, un site industriel, des bâtiments résidentiels, agricoles ou tertiaires.



Source : ADEME - « Énergies renouvelables : Le Bois Énergie - Réussir la transition énergétique de mon territoire », 2023

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION BOIS-ÉNERGIE EN COGÉNÉRATION

Il y a cogénération lorsque la combustion de la biomasse produit à la fois de l'énergie électrique et de l'énergie thermique. Dans une installation de cogénération, la chaleur issue de la combustion du bois, utilisée pour chauffer de l'eau dans une chaudière et la transformer en vapeur, permet de produire de l'électricité en faisant tourner des turboalternateurs. De plus, la chaleur d'une partie de la vapeur émise est récupérée par exemple pour alimenter un réseau de chaleur. Les installations biomasse de cogénération sont souvent de plus grande puissance que les installations ne produisant que de la chaleur.



Source : © Engie Cofely

1.2. CHAUFFAGE AU BOIS DOMESTIQUE

Le chauffage au bois domestique recouvre les appareils dits indépendants de types inserts ou poêles et les chaudières qui fonctionnent avec des bûches ou des granulés de bois.

1.2.1. CHIFFRES CLÉS²

Un parc installé de

7,7 millions
d'appareils de
chauffage au bois
domestique
fin 2022

77 TWh

de production de chaleur
renouvelable en 2022

12,3 %

de la consommation finale
de chaleur en 2022

Les 7,7 millions appareils de chauffage au bois domestique ont produit 77 TWh de chaleur renouvelable en 2022 en France métropolitaine. Cette production de chaleur renouvelable couvre 12,3 % de la consommation finale de chaleur.

Le nombre de ménages équipés d'un appareil de chauffage au bois augmente tandis que la consommation d'énergie baisse grâce à l'amélioration du rendement énergétique des nouveaux appareils pour la plupart labellisés Flamme Verte, à l'utilisation d'un combustible de qualité, et à l'isolation des logements.

2. Les données sur le chauffage au bois domestique pour la France métropolitaine ont été consolidées par le SER sur la base de données réelles et d'études :

- « Etudes sur le chauffage domestique au bois : marchés et approvisionnement » réalisées pour le compte de l'ADEME par Solagro, Biomasse Normandie, BVA et Marketing freelance (2013 et 2018)

- « Suivi du marché 2022 des appareils domestiques de chauffage au bois » réalisé par Observ'ER.

Pour le calcul de la production de chaleur renouvelable, les principales hypothèses sont les suivantes :

- 1 ménage = 1 appareil de chauffage au bois domestique

- Une partie des ventes annuelles d'appareils de chauffage au bois sert à remplacer des appareils du parc existant, avec des hypothèses de durée de vie des appareils selon leur type. Ainsi, les appareils les plus anciens arrivant en fin de vie sont comptabilisés comme remplacés par des appareils performants.

- Une dynamique tendancielle d'isolation des logements.



Le label
du chauffage
au bois

Le label Flamme Verte a été lancé en 2000 par les fabricants d'appareils domestiques regroupés au sein du SER, avec le concours de l'Agence de la transition écologique (ADEME).

Depuis sa création, le label Flamme Verte promeut des appareils de chauffage performants. Leur conception répond à une charte de qualité exigeante en

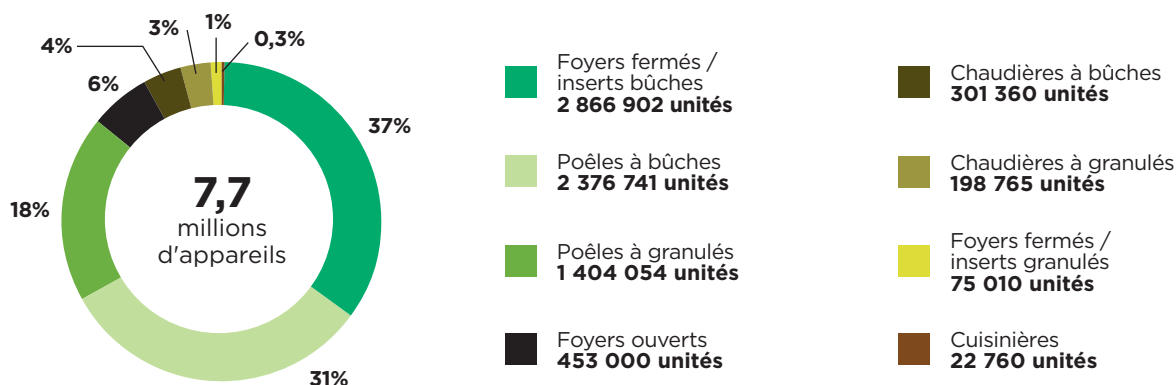
termes de rendement énergétique et d'émissions de polluants, sur laquelle s'engagent les fabricants, signataires de la charte Flamme Verte. D'année en année, les critères de labélisation deviennent de plus en plus exigeants.

Géré par le Syndicat des énergies renouvelables (SER), le label de qualité Flamme Verte labellise les appareils indépendants de chauffage au bois (foyers fermés / inserts, poêles à bois et à granulés de bois, chaudières et cuisinières) ainsi que, avec l'appui d'UNICLIMA, les chaudières domestiques fonctionnant au bois bûche, à la plaquette forestière et aux granulés de bois.

1.2.2. PARC INSTALLÉ ET VENTES DE NOUVEAUX APPAREILS

◆ Répartition du parc par typologie d'appareils au bois domestique fin 2022

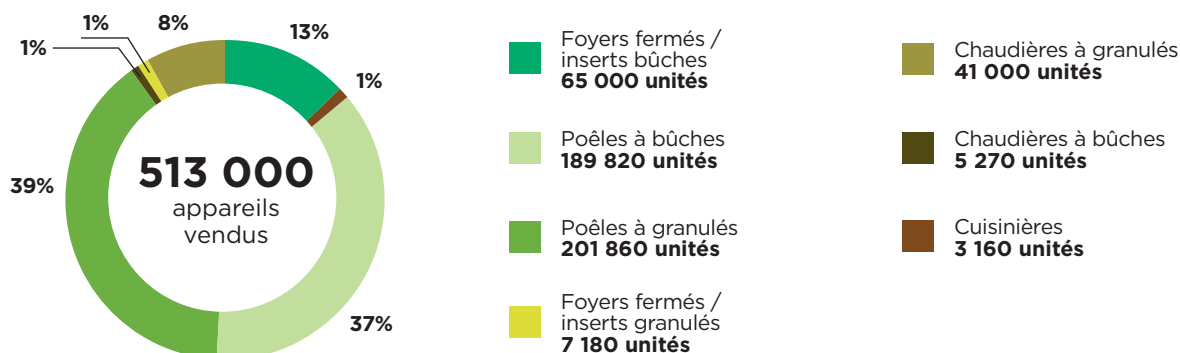
Source : Observ'ER et SER



Les appareils indépendants, foyers fermés, inserts et poêles sont toujours majoritaires en 2022 et représentent 86 % du parc national. Les foyers ouverts ne représentent plus que 6 % du parc, du fait de leur remplacement progressif par de véritables appareils de chauffage au bois pour la plupart labellisés Flamme Verte.

◆ Répartition des ventes d'appareils de chauffage au bois domestique en 2022 par types d'appareils

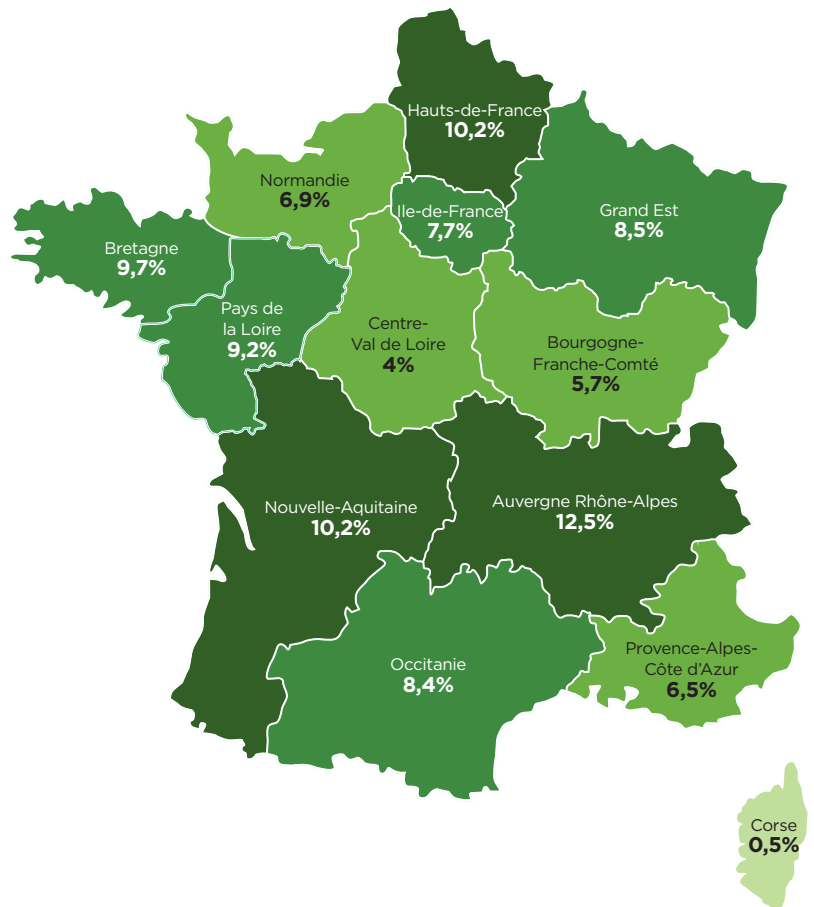
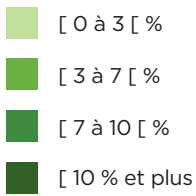
Source : Observ'ER 2022



Les poêles à bûches ou à granulés représentent les $\frac{3}{4}$ des appareils vendus en France en 2022.

◆ Répartition régionale des ventes d'appareils de chauffage au bois domestique en 2022

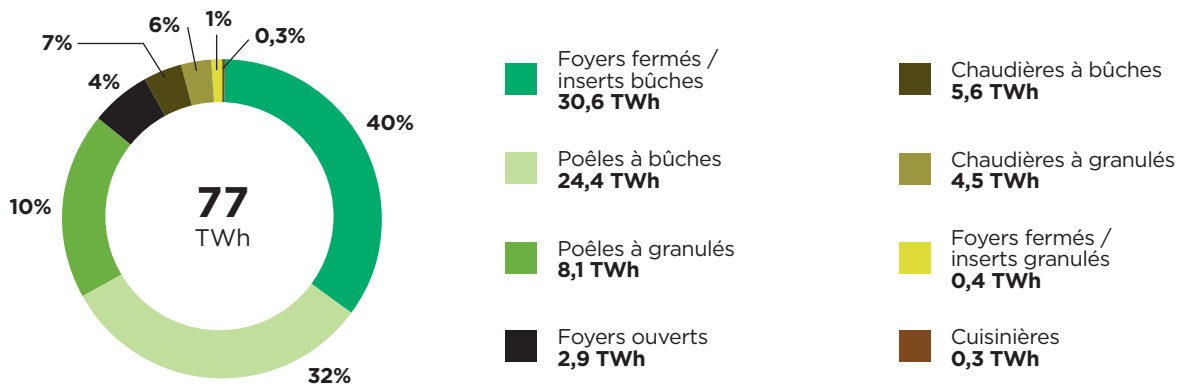
Source : Observ'ER 2022



1.2.3. PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE

◆ Production de chaleur renouvelable issue des appareils de chauffage au bois domestique en 2022

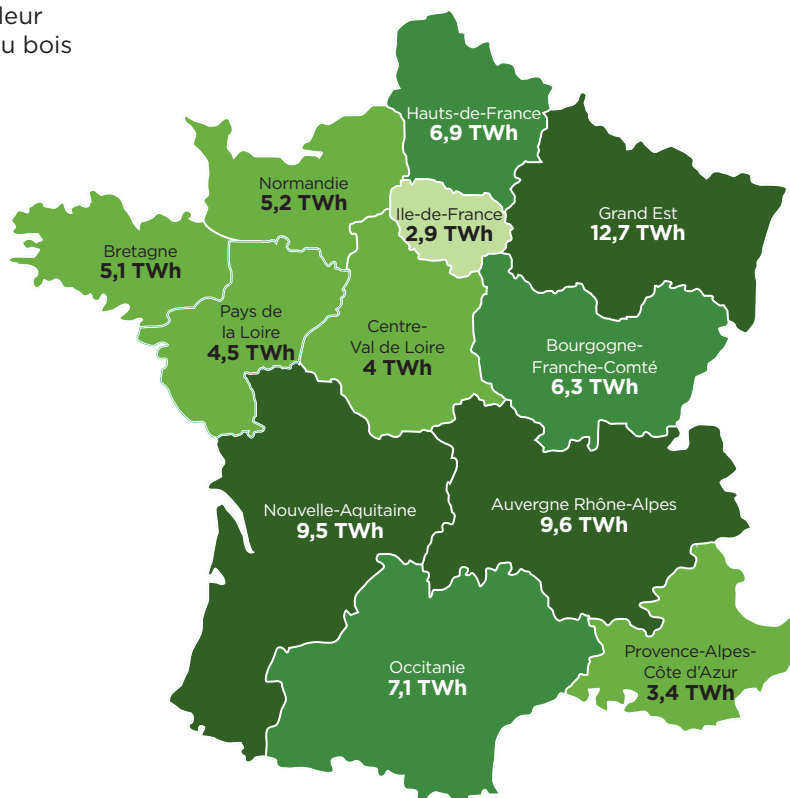
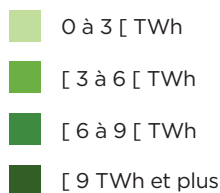
Source : ADEME/Observ'ER/SER/SDES



La production de chaleur renouvelable provient à 83 % d'appareils utilisant de la bûche et à 17 % d'appareils utilisant des granulés.

◆ Répartition régionale de la production de chaleur renouvelable issue des appareils de chauffage au bois domestique en 2022

Source : ADEME/SER



1.2.4. TYPOLOGIE DES APPAREILS



© Turbo Fonte

INSERT ET FOYER FERMÉ

Un foyer fermé, aussi appelé insert, est une chambre de combustion métallique comportant une ou plusieurs portes et laissant apparaître le feu à travers des vitres spéciales. Il s'insère dans le foyer d'une cheminée de chauffage au bois traditionnelle ou peut être intégré dans un habillage moderne.



© Invicta Group

POÊLE À BOIS

Un poêle est un appareil individuel de chauffage qui assure le chauffage d'une pièce ou d'une maison neuve ou rénovée. Les poêles à bois utilisent des bûches ou des granulés.



© Viessman

CHAUDIÈRE À BOIS

La chaudière est un générateur de chaleur produisant généralement de l'eau chaude pour le chauffage. Une chaudière comporte un corps de chauffe avec un circuit d'eau intégré qui récupère la chaleur produite par un brûleur utilisant un combustible. Les chaudières à bois utilisent des bûches, des granulés, des plaquettes ou sont poly-combustibles.



CUISINIÈRE À BOIS

La cuisinière à bois, autrement appelée piano de cuisine, utilise des bûches ou des granulés pour produire de la chaleur. Le foyer permet principalement de cuisiner grâce à un four et des plaques en fonte et permet aussi d'assurer une partie du chauffage de la maison.

1.3. CARACTÉRISTIQUES ET ATOUTS

1.3.1. TYPOLOGIE DES COMBUSTIBLES POUR LE BOIS-ÉNERGIE

Les combustibles pour le bois-énergie ont diverses origines. Cette diversité des sources d'approvisionnement des combustibles bois permet de valoriser les ressources renouvelables des territoires, et de faire de cette filière une composante essentielle de l'économie circulaire.

Le bois-énergie est issu d'une gestion durable des forêts et des espaces boisés hors forêt. Cette filière offre un débouché complémentaire à la valorisation prioritaire des arbres en bois d'œuvre, aux co-produits de l'industrie du bois, et aux produits bois en fin de vie.

LES BOIS ISSUS DE LA FORÊT

- Le bois bûche
- Les plaquettes forestières

LES BOIS HORS FORÊT

- Les bois des bocages, de l'agroforesterie et des taillis à courte rotation
- Les bois paysagers (entretien des parcs et espaces verts)

LES CO-PRODUITS DE L'INDUSTRIE DU BOIS

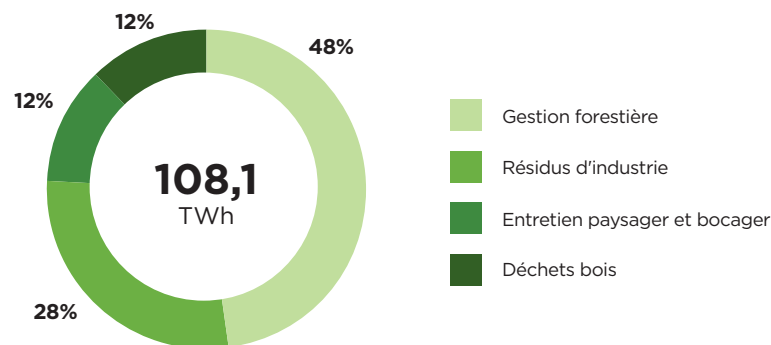
- Les granulés (ou « pellets », terme anglais)
- Les briquettes et bûchettes reconstituées

LES BOIS EN FIN DE VIE

- Les emballages en bois (palettes, caisses, etc.) usagés
- Les déchets d'ameublement en bois
- Les déchets en bois issus de la démolition ou déconstruction des bâtiments

◆ Les sources d'approvisionnement de la filière bois-énergie

Source : SER d'après ADEME³



3. Etude sur « le chauffage domestique au bois - Marchés et approvisionnement » août 2018 et avis « Forêt, bois énergie et changement climatique » janvier 2022

FOCUS SUR LA BIOMASSE FORESTIÈRE EN FRANCE

SITUATION ACTUELLE

L'inventaire forestier national de 2023¹ confirme que **la forêt métropolitaine continue de s'étendre**. Elle couvre désormais 31 % du territoire avec 17,3 millions d'hectares, contre 14,1 millions d'hectares en 1985. Notre pays dispose également d'une surface forestière de 8,2 millions d'hectares en outre-mer.

Cet inventaire montre que **la forêt métropolitaine est affectée par le changement climatique** :

- La croissance des arbres (87,8 millions de m³/an en 2013-2021) a ralenti de 4 % par rapport à 2005-2013.
- La mortalité des arbres (13,1 millions de m³/an) a augmenté de près de 80 % en dix ans (ce qui représente 0,5 % du volume de bois vivants).

Toutefois, **l'accroissement biologique net de la forêt métropolitaine est toujours très important** : + 74,7 millions de m³/an. La récolte (pour tous les usages du bois), de 55 millions de m³/an, est inférieure à l'accroissement naturel des forêts.

L'Etat et les professionnels de la filière forêt bois se mobilisent pour **renforcer la résilience des forêts** au changement climatique (plan de renouvellement forestier, plan de prévention des incendies de forêts, appui à la filière graines et plants et aux entreprises réalisant des travaux forestiers, ...).

POTENTIELS À MOYEN TERME

La priorité de la sylviculture en France est la production de bois d'œuvre (constructions en bois, parquets, tonneaux, ...), ce qui induit du bois-énergie puisqu'il valorise les co-produits de la gestion durable des forêts (coupes d'éclaircies, cloisonnements, ...) et les co-produits des industries du bois (écorces, sciures, ...), dans une logique de **complémentarité des usages du bois** et d'économie circulaire.

Le Programme National de la Forêt et du Bois (PNFB), issu d'une large concertation avec l'ensemble des parties prenantes de la filière forêt-bois, prévoit **une augmentation de la récolte de bois** en France de 12 millions de m³/an à l'horizon 2026 par rapport à 2016, tout en assurant le renouvellement de la forêt.

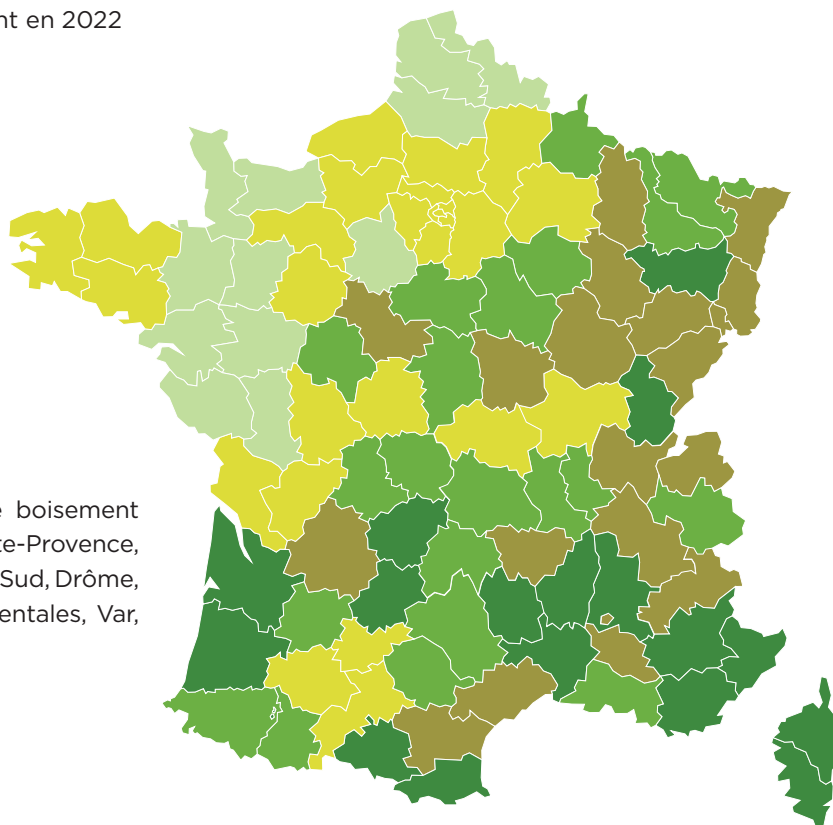
Une étude réalisée en 2016² a montré qu'à l'horizon 2035, 19,8 millions de m³ de bois supplémentaires pouvaient être mobilisés annuellement pour des matériaux et des énergies renouvelables, tout en restant dans le cadre d'une gestion durable de la forêt pour préserver l'ensemble des services écosystémiques rendus par les forêts. Cette étude est en cours d'actualisation en intégrant **de nouvelles hypothèses sur les crises sylvo-climatiques** à venir et la disponibilité en bois d'œuvre, bois d'industrie et bois énergie.

Il existe également des marges de manœuvre pour valoriser **des gisements** de biomasse ligneuse peu mobilisés actuellement **hors forêt** (entretiens et plantations de haies, récupération des bois usagés, ...).

Taux de boisement par département en 2022

Source : Inventaire forestier 2023, IGN

- moins de 15%
- entre 15 et 25%
- entre 25 et 35%
- entre 35 et 45%
- 45% et plus



Dix départements ont un taux de boisement supérieur à 50% : Alpes-de-Haute-Provence, Alpes-Maritimes, Ardèche, Corse du Sud, Drôme, Haute-Corse, Landes, Pyrénées-Orientales, Var, Vosges.

1. Le mémento de l'inventaire forestier - édition 2023 - rassemble les principaux chiffres, cartes et informations sur la forêt française issus des campagnes d'inventaire 2018 à 2022 de l'IGN.

2. Etude ADEME-FCBA-IGN - « Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035 », février 2016

1.3.2. ATOUTS

Le bois-énergie présente plusieurs atouts. Il permet :

- **De substituer des énergies fossiles par une énergie renouvelable à fort rendement énergétique, tout en renforçant l'indépendance énergétique française.**

Le CO₂ émis par la combustion du bois s'inscrit dans le cycle du carbone biogénique (il est capté par les arbres durant leur croissance).

Grâce à l'usage du bois-énergie (domestique et collectif), ce sont en moyenne 21 millions de tonnes d'émissions de CO₂ évitées chaque année⁴ en substitution aux énergies fossiles importées.

- **De participer à l'amélioration de la gestion forestière en apportant un revenu complémentaire aux propriétaires forestiers**

L'objectif prioritaire de la sylviculture française est la production de bois d'œuvre (à plus forte valeur ajoutée). La fraction restante vendue pour le bois-énergie apporte aux propriétaires forestiers un complément de revenu indispensable à l'entretien de leur patrimoine forestier.

- **De contribuer à l'économie circulaire**

A ce jour, 800 000 tonnes⁵ de bois en fin de vie sont valorisées dans des chaufferies collectives plutôt que d'aller en décharges. De plus, les cendres issues de la combustion de bois peuvent être valorisées sur des sols agricoles ou forestiers, pour améliorer les sols (stabilité de la structure, redressement du pH) ou pour les fertiliser (par l'apport de potasse et de phosphore).

- **De protéger le pouvoir d'achat des ménages et la compétitivité des entreprises**

Le bois-énergie est l'énergie la moins chère en coût global, grâce à ses prix relativement stables et bas en comparaison aux énergies fossiles importées.

- **De consolider l'économie locale en créant ou en maintenant des emplois non délocalisables**

La filière bois-énergie, c'est 1,3 Md€ de valeur ajoutée annuelle et 50 000 emplois directs et indirects, non délocalisables et bien ancrés dans les territoires.

1.4. EXEMPLE DE RÉALISATION

Une chaufferie biomasse associée à un réseau de chaleur en zone rurale

Après avoir transféré leur compétence « réseaux publics de chaleur » en 2019 au Syane, les communes d'Ambilly et de Ville-la-Grand (Haute Savoie) bénéficient de l'intervention de Syan'Chaleur, régie du Syane avec autonomie financière et sans personnalité morale, pour développer un réseau de chaleur intercommunal et la chaufferie biomasse associée. Le réseau de chaleur a été mis en exploitation en septembre 2022, soit moins de 3 ans après le transfert de compétence des communes.

Une grande diversité de bâtiments sont alimentés par le réseau de chaleur : des bâtiments neufs dans l'écoquartier de la ZAC Étoile, des logements sociaux, des bâtiments communaux et un Ehpad.

La chaleur est produite par deux chaudières bois Weiss, d'une puissance totale de 2,3 MW. Un échangeur-laveur des fumées Terraosave a été installé en sortie des chaudières pour améliorer la performance globale de l'installation.

Le bois énergie est local (rayon d'approvisionnement de 80 km), provenant à 60% de plaquettes forestières et à 40% de broyats de recyclage de palettes non traitées.



CHIFFRES CLÉS :

- ◆ Production de chaleur renouvelable : **4 790 MWh/an**
- ◆ **50,8%** de la chaleur est produite avec du bois local en 2022, avec un objectif de **80%** à terme
- ◆ Les tonnes de CO₂ évitées : plus de **2 500 tonnes/an** à terme
- ◆ **6 500 000€ HT** de travaux dont 34 % de subventions de l'ADEME

4. Selon la méthodologie de l'ADEME, avec les hypothèses suivantes : un rendement énergétique des chaudières gaz de 90% et un facteur d'émission du gaz naturel en combustion de 0,187 tCO₂/MWh PCI.

5. Source : Plan Déchets du CSF Bois

6. SER & FBF « Questions-Réponses : Bois-Energie », mai 2021



2. POMPES À CHALEUR AÉROTHERMIQUES

Une pompe à chaleur (PAC) aérothermique exploite la chaleur présente naturellement dans l'air ambiant pour en faire une source de chauffage ou de production d'eau chaude. Différentes technologies sont utilisées dans les maisons individuelles, les logements collectifs et les bâtiments tertiaires.

2.1. CHIFFRES CLÉS	19
2.2. PARC INSTALLÉ ET NOUVELLES INSTALLATIONS	19
2.2.1. Parc installé par technologie et par secteur	19
2.2.2. Production de chaleur renouvelable	20
2.2.3. Nouvelles installations	20
2.3. CARACTÉRISTIQUES ET ATOUTS	20
2.3.1. Définitions et typologies	20
2.3.2. Atouts	21
2.4. EXEMPLE DE RÉALISATION	22

2.1. CHIFFRES CLÉS¹



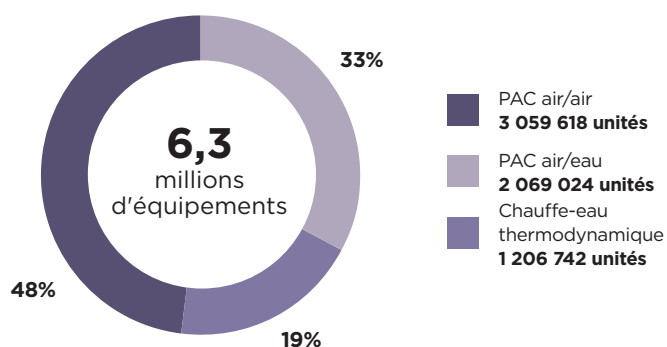
La production de chaleur renouvelable des pompes à chaleur aérothermiques s'élève à 39 TWh en 2022 en France métropolitaine et couvre 6,2 % de la consommation finale de chaleur sur cette même année. Le parc se compose de 6,3 millions d'équipements en fonctionnement.

2.2. PARC INSTALLÉ ET NOUVELLES INSTALLATIONS

2.2.1. PARC INSTALLÉ PAR TECHNOLOGIE ET PAR SECTEUR

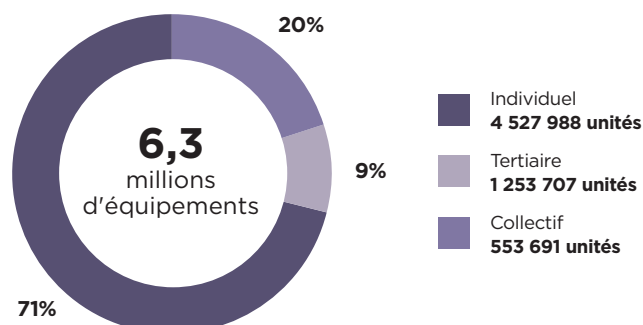
◆ Nombre d'équipements aérothermiques installés par type de technologie fin 2022

Source : AFPAC, CEREN, Uniclimate



◆ Nombre d'équipements aérothermiques installés par secteur fin 2022

Source : AFPAC, CEREN, Uniclimate



Fin 2022, les PAC air/air² représentent approximativement la moitié du parc des installations aérothermiques en France métropolitaine.

Les équipements aérothermiques sont en grande majorité installés dans des maisons individuelles.

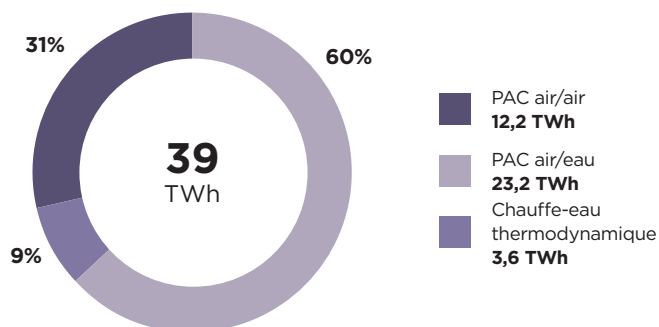
Les PAC aérothermiques en immeubles collectifs, en neuf ou en rénovation, sont encore peu fréquentes.

2. PAC air/air utilisées en chauffage

2.2.2. PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE

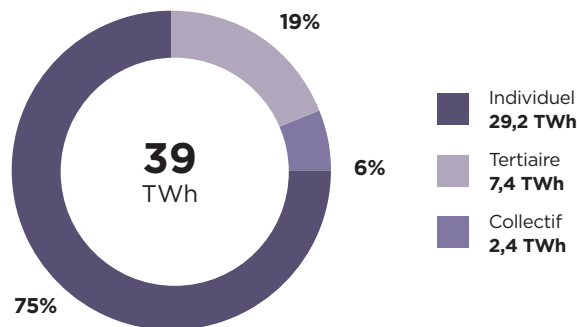
◆ Production de chaleur renouvelable par type de technologie fin 2022 (en TWh)

Source : AFPAC, CEREN, Uniclimate



◆ Production de chaleur renouvelable par secteur fin 2022 (en TWh)

Source : AFPAC, CEREN, Uniclimate



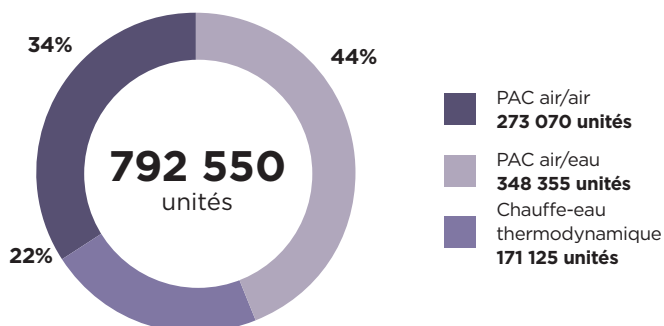
Fin 2022, les PAC air/eau contribuent à la majorité de la production de chaleur renouvelable des équipements aérothermiques.

La production de chaleur renouvelable des équipements aérothermiques est principalement utilisée dans des maisons individuelles.

2.2.3. NOUVELLES INSTALLATIONS

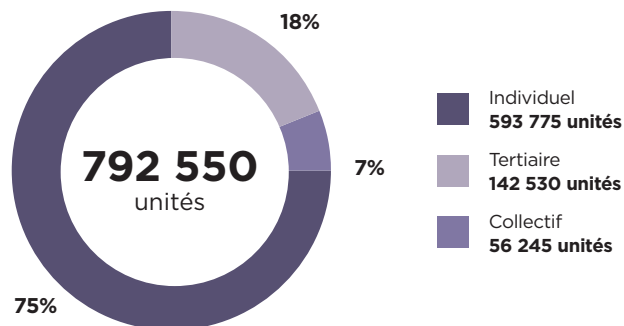
◆ Répartition des ventes par type de technologie en 2022

Source : Uniclimate par PAC&Clim Info



◆ Répartition des ventes par secteur en 2022

Source : Uniclimate par PAC&Clim Info



En 2022, près de 800 000 équipements aérothermiques ont été vendus en France, avec une majorité de PAC (air/air³ ou air/eau), principalement dans le secteur des maisons individuelles.

2.3. CARACTÉRISTIQUES ET ATOUTS

2.3.1. DÉFINITIONS ET TYPOLOGIES

Une pompe à chaleur (PAC) aérothermique puise l'énergie thermique de l'air pour produire de la chaleur dans le bâtiment (sur vecteur air ou un réseau hydraulique) grâce à un cycle thermodynamique qui, pour fonctionner, utilise de l'électricité ou plus rarement du gaz.

Les différentes technologies aérothermiques disponibles sont :

3. UNCLIMA considère que 30 % des PAC air/air sont utilisées en chauffage

◆ **La PAC air / air** : elle prélève la chaleur sur l'air extérieur et la distribue dans l'habitat *via* l'air intérieur. Cette catégorie inclut les systèmes à Débit de Réfrigérant Variable (DRV) et les unités de toiture (rooftop).

◆ **La PAC air / eau** : cette PAC prélève également la chaleur sur l'air extérieur et l'utilise pour chauffer un système à eau, ce qui convient mieux aux circuits de chauffage (plancher chauffant, radiateurs, etc.) et à la production d'eau chaude sanitaire. Cette catégorie inclut les chillers (refroidisseurs de liquide) également réversibles.

◆ **Le chauffe-eau thermodynamique (CET)** : il permet de produire de l'eau chaude sanitaire de manière autonome grâce à un système thermodynamique intégré au ballon de stockage, en prélevant la chaleur sur l'air extérieur ou l'air extrait.

Ces différentes technologies aérothermiques permettent de :

- chauffer ou rafraîchir des locaux ;
- produire également de l'eau chaude sanitaire (ECS).
- produire du chaud et du froid renouvelables.

Les principales applications concernent la maison individuelle, les bâtiments tertiaires et les logements collectifs.

La performance d'une pompe à chaleur se traduit par son coefficient de performance (COP) et par son coefficient de performance saisonnière (SCOP), plus représentatif sur une saison de chauffage.

Le SCOP est le rapport entre les kWh de chaleur produits pour 1 kWh d'électricité (ou de gaz) consommé par la pompe à chaleur. Une pompe à chaleur électrique avec un SCOP de 3 produit 3 kWh de chaleur pour une consommation d'électricité de 1 kWh.

Les règlements européens sur l'écoconception imposent une performance minimum pour la mise en marché des PAC sur le territoire européen :

- PAC air/eau : SCOP minimum de 2.8 pour les PAC à moyenne température (adaptées pour les radiateurs), SCOP minimum de 3.2 pour les PAC à basse température (adaptées pour le plancher chauffant).
- PAC air/air : SCOP minimum de 3.4.

Une pompe à chaleur permet ainsi de réduire considérablement la consommation d'énergie électrique (ou d'énergie fossile pour les PAC fonctionnant au gaz).

2.3.2. ATOUTS

Les pompes à chaleur aérothermiques présentent plusieurs atouts. Elles permettent :

• de remplacer efficacement les énergies fossiles par une énergie renouvelable à la maturité prouvée, tout en renforçant l'indépendance énergétique française ;

Avec un parc de 6,3 millions d'équipements en France métropolitaine, la chaleur renouvelable des PAC aérothermiques permet d'éviter le rejet dans l'atmosphère de 9 millions de tonnes de CO₂ par an⁴.

• de produire du chaud et/ou du froid renouvelables via les PAC réversibles ou les thermo-frigo-pompes (production simultanée de chaud et de froid) ;

• d'atteindre les exigences réglementaires de la RE 2020, du bâtiment à énergie positive (BEPOS) et des labels haute qualité environnementale (HQE) ;

• de consolider l'économie locale en créant ou en maintenant des emplois.

Avec 31 sites industriels en France, la filière réalise un chiffre d'affaires de 6,4 milliards d'euros en 2022. Elle compte 46 000 emplois directs et indirects (fabrication, distribution, installation et maintenance) en 2022⁵.

4. En remplacement du chauffage au gaz pour les PAC air/eau et du chauffage électrique pour les PAC air/air, avec les hypothèses suivantes :

- émissions de CO₂ du gaz = 0,227 kg CO₂/kWh et rendement chaudière gaz de 92%

- émissions de CO₂ du chauffage électrique = 0,079 kg CO₂/kWh

5. Source : AFPAC 2022

2.4. EXEMPLE DE RÉALISATION

Des pompes à chaleur aérothermiques pour l'extension du foyer de logements de l'Espérance à Molay Littry (14)

Le foyer de l'Espérance a fait l'objet d'une rénovation d'ampleur en 2020 en vue de pouvoir accueillir 102 résidents, contre 86 initialement, pour une surface finale de 600 m².

Les objectifs de ce projet étaient multiples : accroître la capacité d'accueil du foyer, remettre l'ensemble des bâtiments aux normes et enfin, pouvoir offrir la possibilité à chaque résident de disposer d'une habitation individuelle.

Cette solution a l'avantage de concentrer les éléments techniques dans un seul local et évite tout module extérieur.

Les solutions techniques mises en œuvre sont :

- 4 PAC AIR/EAU de 23 kW assurant la production de chauffage avec 5 ballons tampons de 700 litres
- 3 PAC AIR/EAU de 33 kW pour la production d'eau chaude sanitaire sur 5 ballons de 835 litres

CHIFFRES CLÉS :

- ◆ Production chauffage : **92 485 kWh**
Production ECS : **46 100 kWh**
- ◆ Coefficient de performance chauffage de **2,02**
(pour 1 kWh d'électricité consommé, l'installation produit 2,02 kWh de chauffage)
- ◆ Coefficient de performance ECS de **2**
(pour 1 kWh d'électricité consommé, l'installation produit 2 kWh d'ECS)
- ◆ Bénéfices : **-60 %** sur la facture énergétique et **12 tonnes de CO₂ évitées par an**



3. GÉOTHERMIES

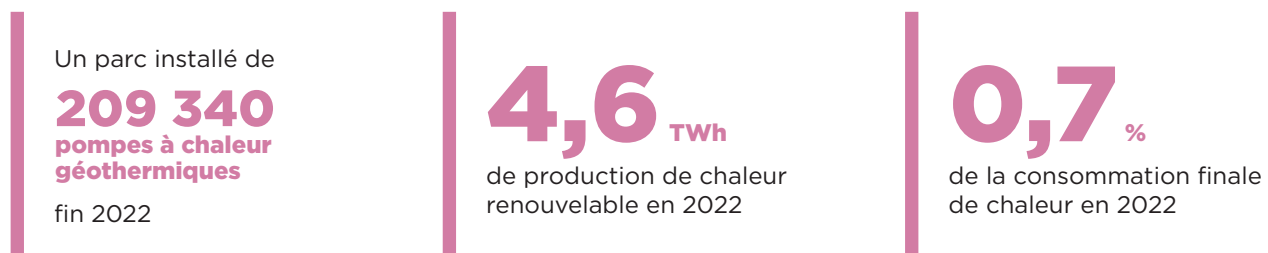
La géothermie valorise la chaleur du sous-sol à diverses profondeurs. Elle peut être exploitée pour de nombreux usages : chauffage, rafraîchissement, climatisation, stockage d'énergie, production de vapeur.

3.1. GÉOTHERMIE DE SURFACE	24
3.1.1. Chiffres clés	24
3.1.2. Parc installé et nouvelles installations	24
3.2. GÉOTHERMIE PROFONDE	25
3.2.1. Chiffres clés	26
3.2.2. Parc installé	26
3.2.3. Production de chaleur renouvelable	26
3.3. CARACTÉRISTIQUES ET ATOUTS	27
3.3.1. Définitions et typologies	27
3.3.2. Atouts	28
3.4. EXEMPLES DE RÉALISATION	29
→ FOCUS SUR LE GISEMENT GÉOTHERMIQUE EN FRANCE	31

3.1. GÉOTHERMIE DE SURFACE

3.1.1. CHIFFRES CLÉS¹

La géothermie de surface valorise la chaleur du proche sous-sol à faible profondeur (moins de 200 mètres) et à faible température (moins de 30 °C), via une pompe à chaleur (PAC) géothermique couplée à des capteurs enterrés ou via des forages qui exploitent la chaleur d'aquifères superficiels.



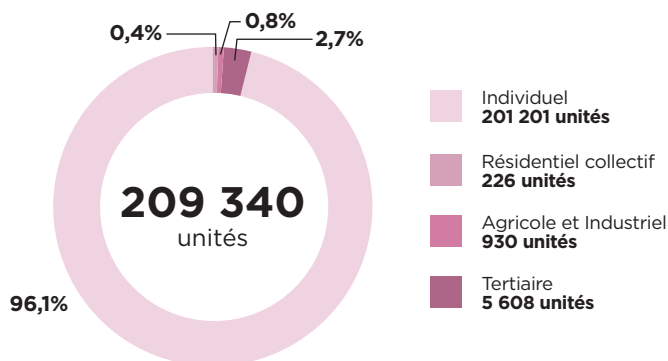
En 2022, la production de chaleur renouvelable de la géothermie de surface s'élève à 4,6 TWh² en France métropolitaine et couvre 0,7 % de la consommation finale de chaleur renouvelable. Le parc se compose de 209 340 pompes à chaleur (PAC) géothermiques en fonctionnement.

3.1.2. PARC INSTALLÉ ET NOUVELLES INSTALLATIONS

CARACTÉRISTIQUES DU PARC

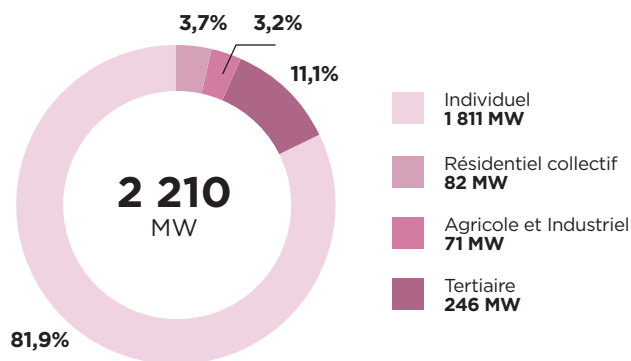
◆ Nombre de PAC géothermiques installées par secteur au 31 décembre 2022

Source : SER, d'après AFPG



◆ Répartition des puissances installées des PAC géothermiques par secteur au 31 décembre 2022 (en MW)

Source : SER, d'après AFPG



À fin 2022, le parc des PAC géothermique installées est essentiellement dans le secteur individuel (96 %) qui représente la majorité des puissances installées (82 %).

1. La méthodologie de calcul est le fruit d'un travail collaboratif entre les acteurs représentatifs de la filière (l'AFPG, le BRGM, le SER, UNICLIMA, l'AFPAC), l'ADEME, Observ'ER et le service statistique du ministère de la transition énergétique (SDES).

Les hypothèses suivantes ont été retenues :

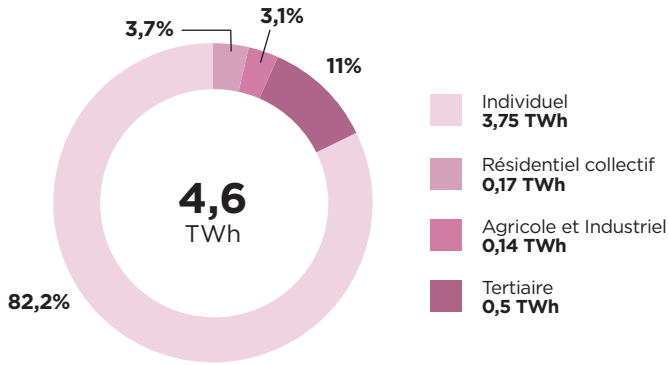
- un temps de fonctionnement moyen des PAC géothermiques de 2 070 heures pour tous les secteurs ;
- un coefficient de performance de 4 pour tous les secteurs (contre 3,5 selon la réglementation), pour mieux correspondre aux performances réelles des installations ;
- des puissances moyennes différenciées par secteur : 12 kW pour le résidentiel individuel, 55 kW pour le tertiaire et 100 kW pour le résidentiel collectif ;
- une prise en compte de la durée de vie des installations pour tous les secteurs s'appuyant sur les résultats de l'étude AFPG relative à la durée de vie des installations de géothermie de surface, publiée en 2022.

2. Selon le SDES, les 4,6 TWh de production de chaleur renouvelable en 2022 intègrent une part de production de froid renouvelable par la géothermie de surface avoisinant 0,1 TWh.

PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE DES INSTALLATIONS

◆ Production de chaleur renouvelable des PAC géothermiques par secteur en 2022

Source : SER, d'après AFPG

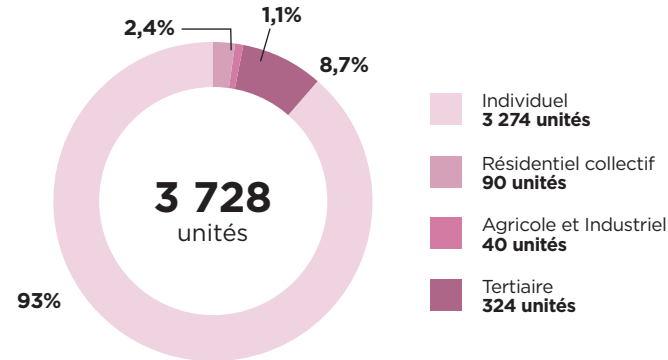


En 2022, les PAC géothermiques installées dans le secteur individuel assurent la majorité de la production de chaleur renouvelable issue de la géothermie de surface.

NOUVELLES INSTALLATIONS

◆ Répartition des nouvelles PAC géothermiques installées par secteur en 2022

Source : SER, d'après AFPG

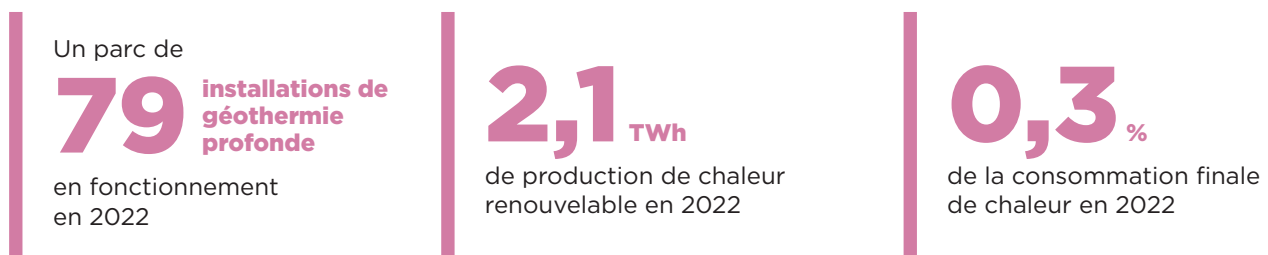


En 2022, le secteur individuel a dominé le marché des ventes des PAC géothermiques.

3.2. GÉOTHERMIE PROFONDE

La géothermie profonde capte une eau à plus de 30 °C dans des aquifères profonds (en général à plus de 800 mètres de profondeur) afin de chauffer des bâtiments et/ou des sites industriels, directement ou *via* un réseau de chaleur.

3.2.1. CHIFFRES CLÉS¹



En 2022, avec 79 installations en fonctionnement en France métropolitaine, la production de chaleur renouvelable des installations de géothermie profonde s'élève à 2,1 TWh, ce qui couvre 0,3 % de la consommation finale de chaleur.

3.2.2. PARC INSTALLÉ

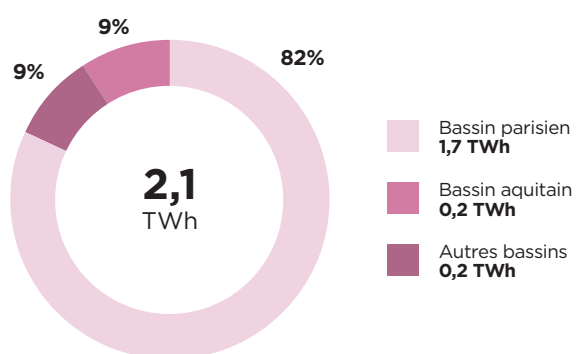
◆ Parc des installations de géothermie profonde par bassin géologique en France métropolitaine au 31 décembre 2022

Source : AFPG, d'après le BRGM

BASSIN GÉOLOGIQUE	NOMBRE D'INSTALLATIONS
BASSIN PARISIEN	55
BASSIN AQUITAIN	22
AUTRES BASSINS	2
TOTAL	79

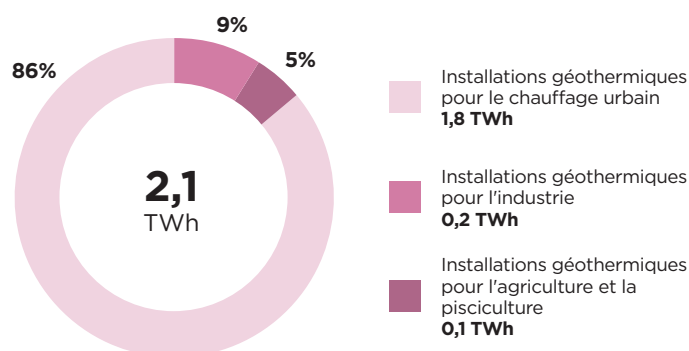
3.2.3. PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE DES INSTALLATIONS

◆ Production de chaleur renouvelable de la géothermie profonde par bassin géologique au 31 décembre 2022 (en TWh) Source : SER, d'après AFPG et BRGM



En 2022, la grande majorité de la chaleur renouvelable issue de la géothermie profonde provient du Bassin parisien.

◆ Production de chaleur renouvelable de la géothermie profonde par usage au 31 décembre 2022 (en TWh) Source : SER, d'après AFPG et BRGM



En 2022, le chauffage urbain est l'usage dominant de la chaleur renouvelable produite par les installations de géothermie profonde en France métropolitaine. Il existe également, dans une bien moindre mesure, d'autres usages de la géothermie profonde qui ne figure pas dans le graphique ci-dessus : piscines, thermes, chauffage de l'eau chaude sanitaire, co-productions pétrole/géothermie.

3. Les données présentées sur la géothermie profonde ont été consolidées par l'AFPG à partir de la base de données SYBASE gérée par le BRGM et à l'aide de différentes hypothèses de calcul. Elles concernent l'année 2022.

3.3. CARACTÉRISTIQUES ET ATOUTS

3.3.1. DÉFINITIONS ET TYPOLOGIES

GÉOTHERMIE DE SURFACE ET GÉOTHERMIE PROFONDE

Le principe de la géothermie consiste à récupérer la chaleur disponible sous la surface de la terre. Dans certains cas, on utilise également l'inertie thermique et le fait que la température du sous-sol subit moins de variations saisonnières que la température de surface. Selon la profondeur et la température, on distingue la géothermie de surface et la géothermie profonde.

La géothermie de surface (aussi appelée géothermie de très basse énergie) valorise la chaleur du proche sous-sol à faible profondeur (moins de 200 mètres) et à faible température (moins de 30 °C), via une pompe à chaleur (PAC) géothermique couplée à des capteurs enterrés ou via des forages qui exploitent la chaleur d'aquifères superficiels.

Il est possible soit de pomper l'eau des aquifères via un système ouvert (l'eau est intégralement réinjectée dans l'aquifère d'origine), soit d'utiliser un système souterrain de circulation en boucle fermée pour acheminer la chaleur du sous-sol jusqu'à la surface. Il est également possible de produire du froid, soit par l'utilisation d'une PAC réversible, soit par géocooling. Le **géocooling** fait partie des techniques de rafraîchissement naturel qui consiste en l'utilisation "directe" de la température du sous-sol pour assurer le rafraîchissement d'un bâtiment, sans fonctionnement de la pompe à chaleur géothermique.

Ainsi, la géothermie de surface permet de couvrir les besoins de chauffage, d'eau chaude sanitaire, de climatisation et de rafraîchissement pour des bâtiments neufs ou rénovés.

La géothermie profonde désigne l'utilisation de la chaleur d'aquifères profonds (en général à plus de 800 mètres de profondeur) avec une température comprise entre 30 °C et 250 °C. On distingue dans ce large éventail de températures :

- La production de chauffage urbain, entre 50 et 80 °C,
- La production de chaleur pour des procédés industriels, agroalimentaires ou aqualudiques, entre 30 et 180 °C,
- La production de froid industriel, aux alentours de 100 °C,
- La production d'électricité ou la cogénération, au-delà de 150 °C.

Les températures inférieures à 100°C se trouvent en général dans les couches sédimentaires, celles entre 100 et 180 °C se trouvent dans les fossés d'effondrement et les températures au-delà de 200 °C se trouvent dans les zones volcaniques.

Dans le cas de la production de chaleur, l'installation géothermique repose sur un doublet de forages constitué d'un puits de production et d'un puits de réinjection. L'eau géothermale pompée jusqu'à la surface cède sa chaleur dans un échangeur thermique à l'eau d'un réseau de chaleur, à la sortie de l'échangeur l'eau géothermale refroidie est réinjectée dans l'aquifère d'origine. Le chauffage des bâtiments, à l'aide de réseaux de chaleur géothermique, est le premier poste d'utilisation de la géothermie en France.

Dans le cas de la production d'électricité, l'eau géothermale captée par forage arrive en surface sous la forme d'un mélange d'eau et de vapeur d'eau. Les deux phases sont alors séparées et la vapeur est introduite dans une turbine pour produire de l'électricité. Une seule exploitation existe, celle de Bouillante en Guadeloupe qui fournit 7 % de l'électricité produite sur ce territoire.

TYPOLOGIE DES PAC GÉOTHERMIQUES

Une **pompe à chaleur (PAC) géothermique** est un équipement qui fonctionne sur le principe de la thermodynamique qui consiste à transférer les calories d'un milieu vers un autre avec un coefficient de performance (COP) élevé. Le fluide qui circule dans la PAC est un fluide frigorigène qui permet d'optimiser le transfert de chaleur entre la source primaire et le milieu à réchauffer ou à refroidir (ballon d'eau chaude, plancher chauffant, radiateur, climatiseur, etc.).

◆ La famille des pompes à chaleur géothermiques se compose de quatre modèles :

Source : SER, d'après AFPAC et AFPG

PAC SOL/SOL	PAC SOL/EAU	PAC EAU GLYCOLÉE/EAU	PAC EAU/EAU
Elle capte les calories du sol grâce à la circulation d'un liquide frigorigène qui part directement dans le circuit de chauffage.	Elle capte les calories du sol pour les envoyer vers la pompe à chaleur.	Elle capte la chaleur du sol grâce à la circulation d'eau glycolée dans un échangeur géothermique fermé.	Elle capte les calories dans une nappe phréatique pour les envoyer vers la pompe à chaleur.
COP DE 3 À 4	COP DE 3 À 4	COP DE 4 À 7	COP DE 4 À 7

Le choix d'un type de pompe à chaleur géothermique dépend surtout de l'espace disponible à l'extérieur du bâtiment et de la proximité d'une nappe phréatique.

La performance énergétique d'une pompe à chaleur est mesurée en laboratoire par son **coefficient de performance (COP)** : il correspond au rapport entre l'énergie produite et l'énergie consommée pour faire fonctionner la PAC. Le règlement européen sur l'écoconception exige un COP minimum de 3,5 pour la mise en marché des PAC géothermiques.

Le COP moyen d'une PAC géothermique est égal à 4. Avec du géocooling, la consommation d'énergie baissera car pour 1 kWh d'électricité consommée, il permet de produire entre 30 et 50 kWh de rafraîchissement.

3.3.2. ATOUTS

La géothermie présente plusieurs atouts :

- Elle remplace efficacement les énergies fossiles par une énergie renouvelable à la maturité prouvée, tout en renforçant l'indépendance énergétique française.

La géothermie fait appel à des ressources renouvelables : les calories du sous-sol.

Les installations de géothermie de surface rejettent en moyenne 45 g de CO₂ éq par kWh de chauffage, soit 5 fois moins que celles au gaz naturel (227 g de CO₂ éq par kWh) et 7 fois moins que celles au fioul (324 g de CO₂ éq par kWh).

La cinquantaine de réseaux de chaleur alimentés en géothermie profonde en Île-de-France permet d'éviter en moyenne l'émission de 320 000 tonnes de CO₂ par an, par rapport à un chauffage au gaz.

De plus, la géothermie améliore et préserve la qualité de l'air dans nos villes et nos territoires en produisant une énergie abondante sans combustion. Son exploitation est silencieuse et ses installations totalement intégrées dans le paysage ambiant.

- Elle est la seule énergie renouvelable capable de produire à la fois de la chaleur, du froid, du rafraîchissement et de l'électricité, avec une haute performance énergétique et une disponibilité 24h sur 24 indépendamment des conditions climatiques et saisonnières.

Comme une PAC géothermique ne rejette pas de chaleur dans l'atmosphère tout en produisant du froid renouvelable, elle ne contribue pas à la création d'îlots de chaleur urbain, ce qui est un atout crucial dans un contexte d'augmentation des épisodes de canicule.

- Elle est l'une des énergies renouvelables les plus compétitives sur le long terme en ce qui concerne les prix de vente de la chaleur distribuée par les réseaux de chaleur.

L'achat d'une PAC géothermique est vite amorti car elle a un coût de fonctionnement peu élevé et fonctionne en toute saison sans nécessiter de chauffage d'appoint supplémentaire. C'est un investissement qui permet de faire des économies de chauffage au fil des années.

Les coûts d'investissement de la géothermie profonde sont élevés mais les coûts de fonctionnement sont réduits et stables, ce qui offre une rentabilité à moyen et long terme.

La filière géothermie française dispose de puissants mécanismes de soutien et notamment des garanties du risque géologique, modèles reconnus mondialement pour leur pertinence technico-économique : Aquapac pour la géothermie de surface et le Fonds Géothermie pour la géothermie profonde.

- Elle permet de coproduire du lithium, ressource essentielle pour le stockage de l'énergie dans des batteries lithium-ion utilisées par des véhicules électriques par exemple.

Une entreprise française a mis au point sur un site opérationnel un procédé capable d'extraire plus de 95 % du lithium présent dans les eaux géothermales qui circulent en profondeur au sein des granites. Dans l'hypothèse où ce procédé serait étendu à une dizaine d'installations géothermiques, la demande française annuelle de lithium serait satisfaite.

- Elle permet de développer l'économie locale en créant ou en maintenant des emplois.

En 2019, la filière géothermie a généré 2 500 emplois directs et indirects et une valeur ajoutée de 280 millions d'euros en France.

4. D'après la base de données carbone de l'ADEME

5. D'après AFPG, La géothermie en France, étude de filière 2021.

3.4. EXEMPLES DE RÉALISATION

GÉOTHERMIE DE SURFACE

LA MAISON MEDICALE DE BADONVILLER (54)

Construite en 2013, la maison médicale des Sittelles à Badonviller (Meurthe-et-Moselle) abrite divers professionnels de santé et se démarque en tant que bâtiment passif exemplaire via l'utilisation d'une solution géothermique innovante utilisant des sondes verticales. Ses 800 m² sont ainsi chauffés et refroidis de manière efficace et écologique grâce à la géothermie. La pompe à chaleur géothermique de 29 kW alimentée par quatre sondes géothermiques de 96 mètres de profondeur couvre les besoins de chauffage en hiver, tandis qu'en été, un simple fonctionnement en géocooling permet de répondre à la demande en rafraîchissement du bâtiment pour le confort des patients et des praticiens.

Discrètement placées sur un côté du bâtiment, les sondes verticales chauffent et rafraîchissent les espaces médicaux et de vie grâce à une source d'énergie renouvelable locale et économiquement fiable. Ce type de géothermie sur sondes verticales est facilement duplicable à d'autres bâtiments.

CHIFFRES CLÉS :

- ◆ Une production de chaud et de rafraîchissement pour un bâtiment **de 809 m²** de surface.
- ◆ Les besoins thermiques utiles de **314,12 MWh** en chaud sont couverts à 100 % par la géothermie.
- ◆ Le coefficient de performance (COP) de la PAC est de **4**.
- ◆ **1 200 k€ HT** de subventions pour la totalité de la construction dont le coût total était de **2 076 k€ HT**. Partenaires : Europe, DDR, FNADT, réserve parlementaire, Région, Département, ADEME. Le coût de la géothermie représente 2 % du coût total des travaux.
- ◆ Un coût de **53 400 € HT** dont sondes géothermiques : **22 500 € HT**, local technique (PAC, auxiliaires, calorifuge, hydraulique...) : **29 450 € HT**, Régulation : **1 450 € HT**
- ◆ Un gain environnemental de **3,6 tonnes de CO₂** évitées par an.

Aujourd'hui, la maison de santé produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme (label BEPOS Effinergie). Mais, au-delà des économies opérationnelles, le recours à la géothermie protège contre la volatilité des coûts des énergies fossiles. Comparé à une solution au gaz, entre 2018 et 2022, l'économie annuelle avoisine les 170 € sur la facture d'électricité consommée par la pompe à chaleur géothermique. Il aurait été dix fois supérieur avec une installation gaz, du fait notamment de l'absence de tarif réglementé du prix du gaz pour les petites installations professionnelles. L'installation permet également d'éviter l'émission de 3,6 t de CO₂/an.



@association LER

6. Source : « Etude EY & SER, Évaluation et analyse de la contribution des énergies renouvelables à l'économie de la France et de ses territoires », juin 2020

LA CENTRALE GÉOTHERMIQUE DE VELIZY-VILLACOUBLAY EN ÎLE-DE-FRANCE (78)

Dans l'objectif de verdir son réseau de chaleur, la ville de Velizy-Villacoublay et ENGIE Solutions ont créé la première S.A.S ENR en Île-de-France (Véligéo), en vue de développer une géothermie sur le territoire Velyzien.

Elle a été mise en service en 2021 et fournit en chauffage et en chaude sanitaire les 21 km de réseau de la ville à plus de 60 % d'énergie renouvelable.

Ce projet est reconnu à l'échelle mondiale car l'utilisation de la technologie du forage multi-drains est une première en Europe. Cette technique permet de traverser deux fois les puits pour maximiser le volume de réservoir d'eau capté et rejeté ce qui favorise la récupération d'une eau géothermale à 65 °C et fournit une puissance calorifique de plus de 16 MW.

CHIFFRES CLÉS :

- ◆ **12 000 équivalents logements** desservis par l'intermédiaire de **118 points de livraison**
- ◆ **21 600 tonnes de CO₂** évitées par an
- ◆ **2 400 mètres** de longueur des puits
- ◆ **1 600 mètres** de profondeur des puits
- ◆ **25 millions d'euros** d'investissement dont **9 millions** subventionnés par la Région Ile-de-France et l'ADEME pour la création de la géothermie
- ◆ **2 labellisations** à l'échelle mondiale : Solar Impulse et EGEN



FOCUS SUR LE GISEMENT GÉOTHERMIQUE EN FRANCE

Les ressources du sous-sol sont abondantes et variées. 100 % du territoire français se prête à au moins une technologie de géothermie.

GÉOTHERMIE DE SURFACE

Il est possible d'installer une pompe à chaleur géothermique sur 99 % du territoire national.

GÉOTHERMIE PROFONDE DE MOYENNE ÉNERGIE

• LES AQUIFÈRES PROFONDS

La France possède un fort potentiel en géothermie profonde de moyenne énergie. En effet, de nombreux aquifères profonds (situés principalement dans les bassins sédimentaires) sont présents sur le territoire. Hormis le Bassin Parisien et dans une moindre mesure le Bassin Aquitain, la plupart des aquifères profonds sont actuellement inexploités en France alors qu'ils pourraient produire assez de chaleur pour des millions de logements.

GÉOTHERMIE PROFONDE DE HAUTE ÉNERGIE

• LES ZONES VOLCANIQUES

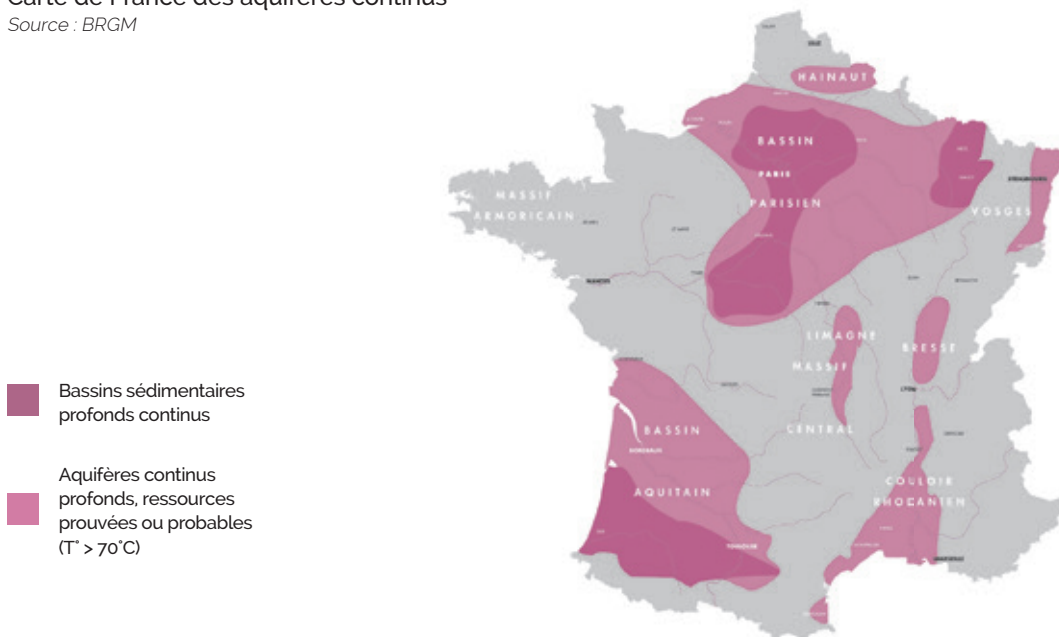
Les zones volcaniques peuvent enregistrer des températures allant jusqu'à 350 °C. En France, l'essentiel des gisements se situe dans les territoires d'outre-mer. Une centrale géothermique fonctionne à Bouillante en Guadeloupe. Les deux unités qui composent la centrale ont une capacité globale de 15,5 MW électriques. Elles sont alimentées en vapeur grâce à deux puits qui exploitent une eau à 250 °C prélevée à partir de forages compris entre 500 et 1 000 mètres de profondeur. Des zones potentiellement intéressantes ont également été identifiées en Martinique, à La Réunion et à Mayotte.

• LES FOSSÉS D'EFFONDREMENT

En dehors des zones volcaniques, les fossés d'effondrement constituent aussi des zones favorables à la géothermie profonde. Ces vastes compartiments souterrains se sont affaissés après un bombement de la croûte terrestre et présentent des températures supérieures à 110 °C au-delà de 2 500 mètres. En France, ils se situent essentiellement dans les vallées du Rhin et du Rhône et dans le Massif central. Il existe une centrale de production de chaleur industrielle à Rittershoffen (Bas-Rhin) dans le fossé rhénan. Cette installation d'une capacité de 25 MW thermiques est constituée de deux forages à 2 500 mètres qui permettent d'utiliser une eau à près de 180 °C pour produire de la vapeur, chauffer de l'air et de l'eau sur un site industriel.

Carte de France des aquifères continus

Source : BRGM





4. CHALEUR SOLAIRE

Le solaire thermique est une énergie renouvelable de production de chaleur à partir du rayonnement solaire. Les principales applications sont la production d'eau chaude sanitaire, le chauffage et le rafraîchissement de bâtiments d'habitation et tertiaires, ainsi que la production de chaleur pour l'industrie et les réseaux de chaleur.

4.1. CHIFFRES CLÉS	33
4.2. PARC INSTALLÉ ET NOUVELLES INSTALLATIONS	33
4.2.1. Parc installé	33
4.2.2. Répartition régionale du parc	34
4.2.3. Production de chaleur renouvelable	35
4.2.4. Nouvelles installations	36
4.3. CARACTÉRISTIQUES ET ATOUTS	37
4.3.1. Définitions et typologies	37
4.3.2. Atouts	37
4.4. EXEMPLE DE RÉALISATION	38
→ FOCUS SUR LE GISEMENT SOLAIRE EN FRANCE	38

4.1. CHIFFRES CLÉS¹

Un parc installé de
2,4 millions
de m²
fin 2022

1,3 TWh
de production de chaleur
renouvelable en 2022

0,2 %
de la consommation finale
de chaleur en 2022

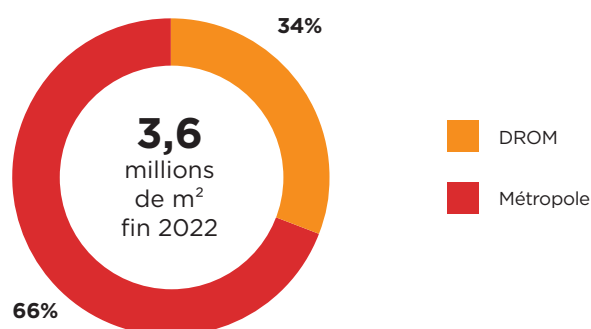
Avec 2,4 millions de m² de capteurs en fonctionnement, le solaire thermique a produit 1,3 TWh de chaleur renouvelable en France métropolitaine et couvre 0,2 % de la consommation finale de chaleur en 2022.

4.2. PARC INSTALLÉ ET NOUVELLES INSTALLATIONS

4.2.1. PARC INSTALLÉ

◆ Surface installée (millions de m²) de capteurs solaires thermiques fin 2022

Source : SDES, d'après Observ'ER et UNICLIMA



Fin 2022, 3,6 millions de m² de capteurs solaires thermiques sont en service en France dont 1,2 millions de m² en Départements et Régions d'outre-mer (DROM).

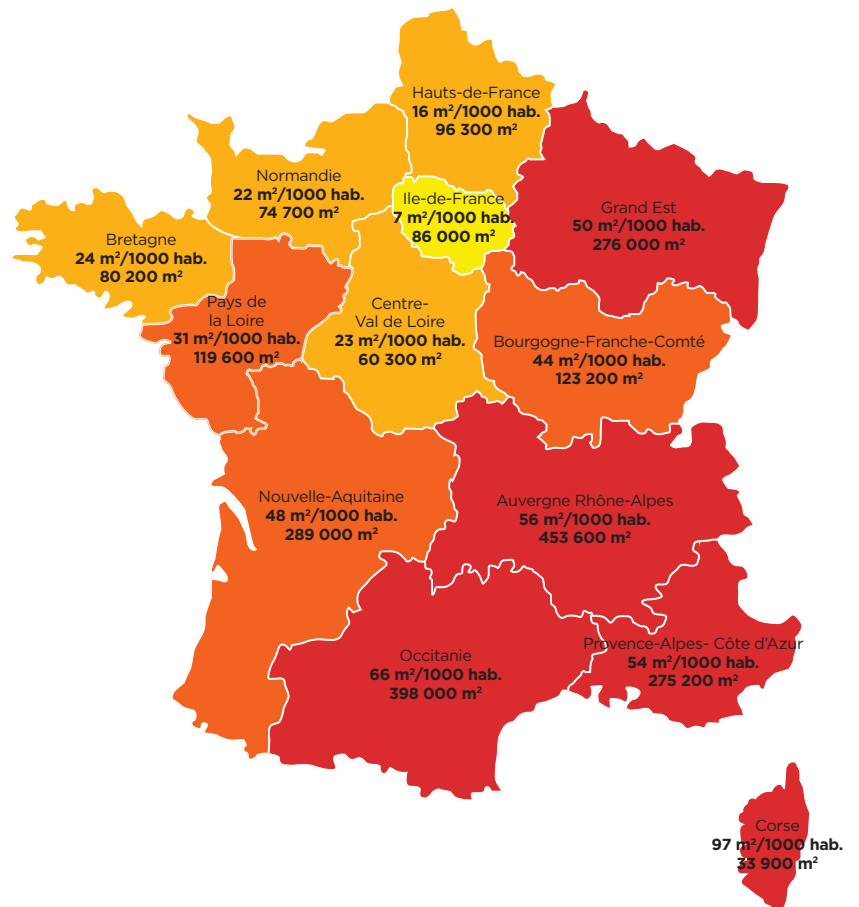
1. Les données présentées dans ce chapitre ont été consolidées par Observ'ER et UNICLIMA sur la base de données réelles et à l'aide de différentes hypothèses de calcul, et concernent la France métropolitaine et l'outre-mer. En revanche, les chiffres clés présentés dans cette partie ne concernent que la France métropolitaine.

4.2.2. RÉPARTITION RÉGIONALE DU PARC INSTALLÉ

◆ Répartition régionale de la densité des capteurs solaires thermiques en fonctionnement fin 2022 en métropole

Source : SDES, d'après Observ'ER et UNICLIMA

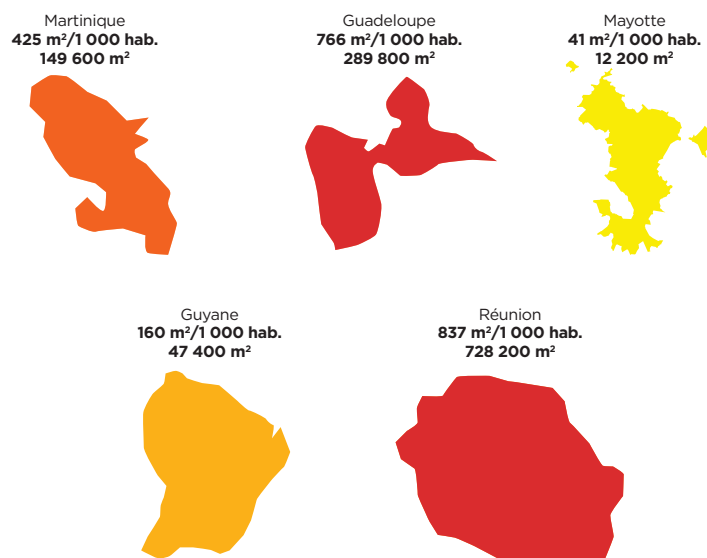
- [0 - 10 [m² pour 1 000 habitants
- [10 - 30 [m² pour 1 000 habitants
- [30 - 50 [m² pour 1 000 habitants
- [50 m² pour 1 000 habitants



◆ Répartition régionale de la densité de capteurs solaires thermiques en activité fin 2022 en outremer

Source : SDES, d'après Observ'ER et UNICLIMA

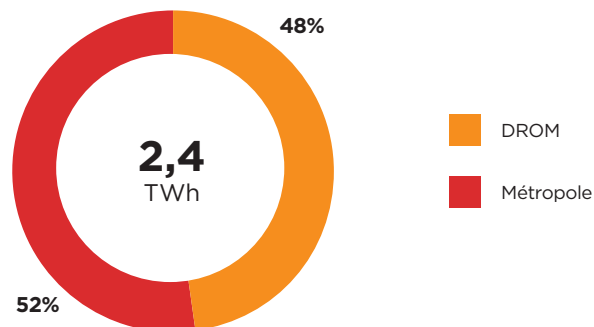
- [0 - 100 [m² pour 1 000 habitants
- [100 - 300 [m² pour 1 000 habitants
- [300 - 500 [m² pour 1 000 habitants
- [500 m² pour 1 000 habitants



4.2.3. PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE

◆ Production de chaleur renouvelable du parc en 2022 (en TWh)

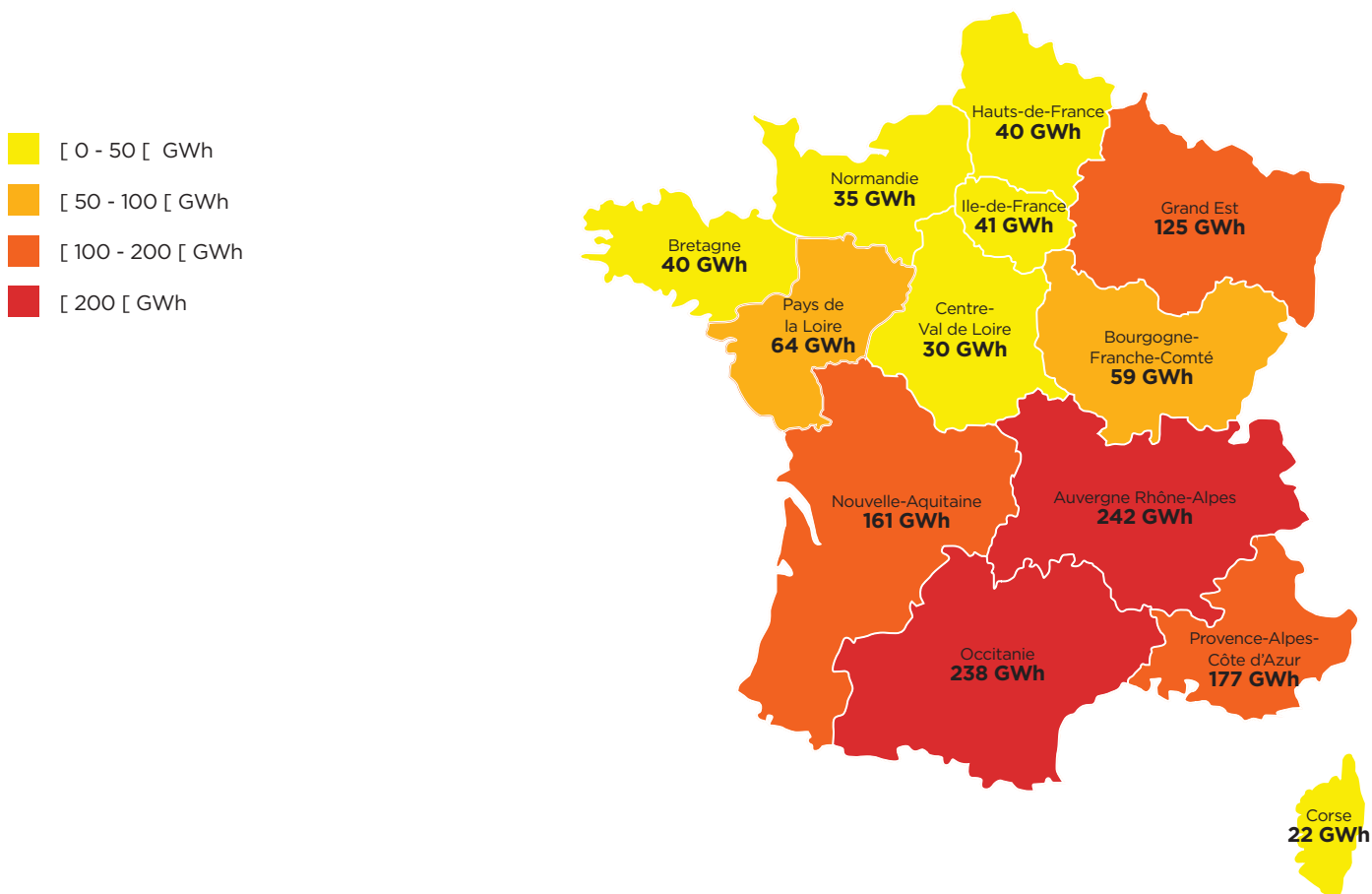
Source : UNICLIMA



En 2022, les DROM concourent à 48 % de la production de chaleur renouvelable des installations solaires thermiques alors qu'ils représentent 34 % de la surface totale installée de capteurs solaires en France.

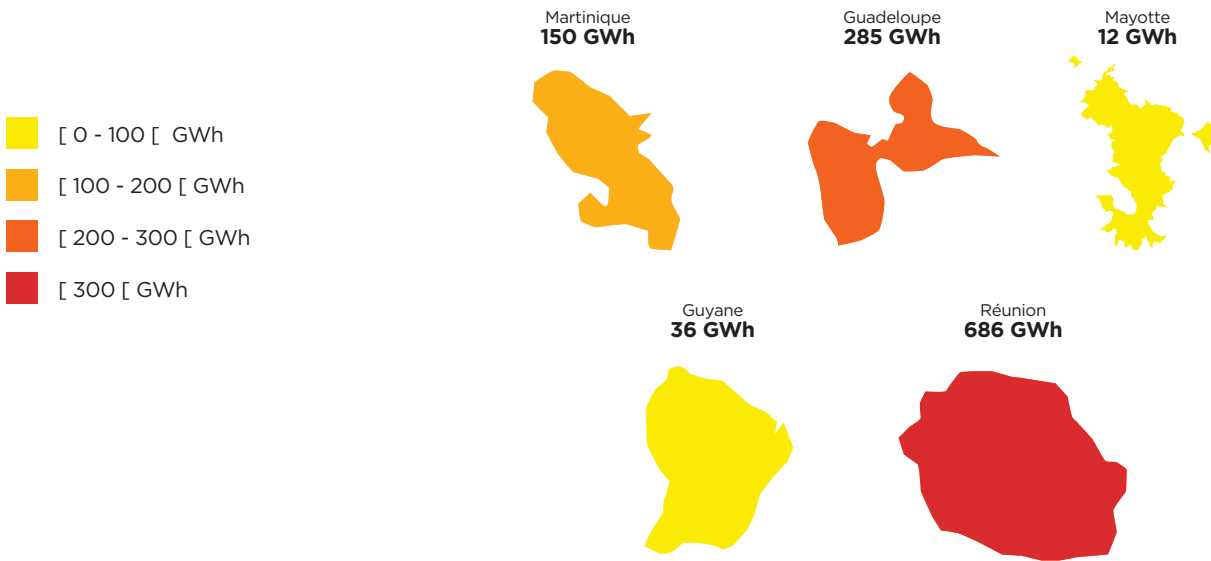
◆ Répartition régionale de la production de chaleur renouvelable du solaire thermique fin 2022 en métropole

Source : UNICLIMA



◆ Répartition régionale de la production de chaleur renouvelable du solaire thermique fin 2022 en outremer

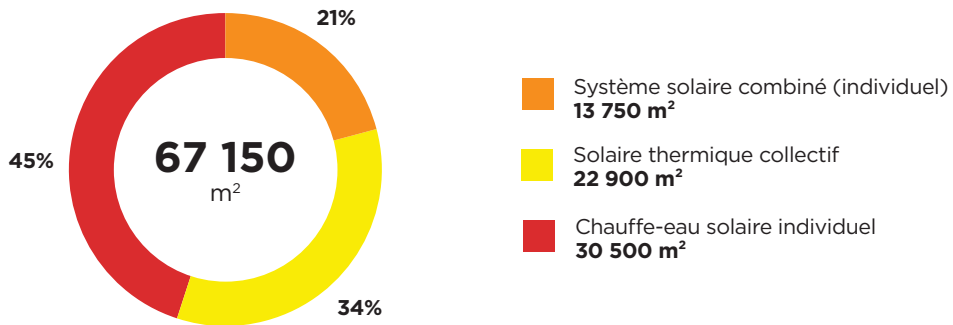
Source : UNICLIMA



4.2.4. NOUVELLES INSTALLATIONS

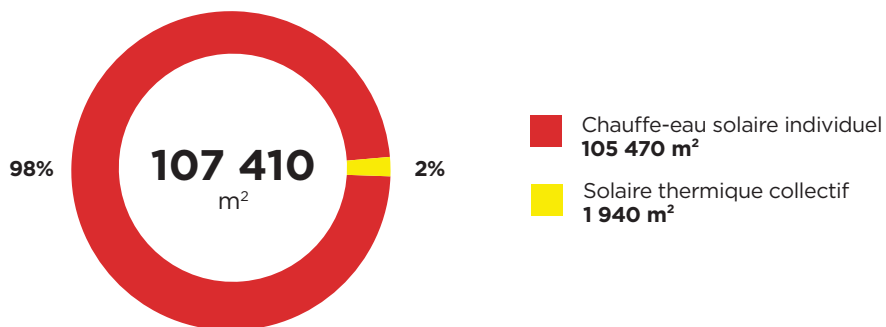
◆ Répartition des nouvelles installations de solaire thermique par technologie en métropole en 2022

Source : UNICLIMA



◆ Répartition des nouvelles installations de solaire thermique par technologie en outremer en 2022

Source : UNICLIMA



La surface des capteurs solaires thermiques installés en France a augmenté de 175 000 m² entre 2021 et 2022, et 62 % de ces nouveaux capteurs ont été installés en outremer. Les chauffe-eau solaires individuels ont représenté 78 % des nouvelles installations.

4.3. CARACTÉRISTIQUES ET ATOUTS

4.3.1. DÉFINITIONS ET TYPOLOGIES

Le solaire thermique regroupe différentes technologies de conversion du rayonnement solaire en chaleur. La chaleur est collectée au travers de capteurs solaires puis transportée par un fluide caloporteur et stockée dans un ballon pour des usages multiples : production d'eau chaude sanitaire, chauffage de bâtiments (logements, piscines, serres agricoles, etc.). D'autres applications de la chaleur solaire se développent pour les réseaux de chaleur et les process industriels et même pour la production de froid.

LE SOLAIRE THERMIQUE POUR LES BESOINS D'EAU CHAUDE ET DE CHAUFFAGE

- **Chauffe-eau solaire individuel (CESI)** : la chaleur récupérée par les panneaux solaires est transmise à un ballon qui permet de chauffer une partie de l'eau sanitaire d'une maison individuelle.
- **Chauffe-eau solaire collectif (CESC)** : le principe est le même que pour les systèmes individuels. L'application la plus courante est la production d'eau chaude sanitaire pour les logements collectifs ou les bâtiments tertiaires.
- **Système solaire combiné (SSC)** : en plus de chauffer un ballon d'eau chaude, le système combiné permet de chauffer directement un bâtiment en étant relié à un système de chauffage traditionnel en appoint.

LE SOLAIRE THERMIQUE DANS L'INDUSTRIE

Le solaire thermique est une solution de chaleur renouvelable adaptée à des nombreux procédés industriels consommateurs de chaleur, principalement pour des opérations de préchauffage ou de séchage. Les secteurs consommant de forts volumes d'eau chaude, comme les industries du lavage ou encore l'agro-alimentaire, sont des cibles privilégiées où la chaleur solaire peut intégrer les réflexions sur les trajectoires de décarbonation du mix énergétique.

LE SOLAIRE THERMIQUE SUR RÉSEAUX DE CHALEUR

Les installations solaires thermiques sur réseau de chaleur sont des solutions complémentaires aux solutions de récupération de chaleur et au bois énergie, notamment pour des réseaux dont la chaudière est arrêtée ou peu utilisée en période estivale. Les installations se font avec des capteurs de grande dimension, où les dimensionnements les plus courants permettent de couvrir environ 80 % des besoins de chaleur en période estivale.

4.3.2. ATOUTS

La chaleur solaire présente de nombreux atouts. Elle permet :

- de remplacer efficacement les énergies fossiles par une énergie renouvelable disponible partout, tout en renforçant l'indépendance énergétique française.

Avec 3,6 millions de m² de capteurs installés en France, la chaleur solaire permet d'éviter l'émission de 602 tonnes de CO₂ par an, en comparaison avec le chauffage au gaz².

- de garantir un coût de la chaleur stable sur le long terme.

Gratuite à l'usage, avec des équipements à longue durée de vie, l'énergie solaire permet de fournir de la chaleur pendant de nombreuses années avec des prix stables. Dans le secteur industriel, des modèles d'affaires en tiers-investissement permettent de bénéficier d'un MWh solaire compétitif dès la 1^{ère} année.

- de consolider l'économie locale en créant ou en maintenant des emplois, notamment dans l'industrie française du solaire. La filière représente en France métropolitaine 1 500 emplois directs et indirects, pour une valeur ajoutée de plus de 1,5 milliard d'euros³.

La France un pays exportateur net de capteurs solaires thermiques.

2. Hypothèses du chauffage au gaz : rendement chaudière de 92% et émission de 0,227 kg CO₂/kWh

3. Source : Etude EY & SER, Évaluation et analyse de la contribution des énergies renouvelables à l'économie de la France et de ses territoires, publiée le 12 juin 2020

4.4. EXEMPLE DE RÉALISATION

La centrale solaire thermique NARBOSOL alimente le réseau de chaleur de Narbonne

Mise en service en septembre 2021, la centrale solaire thermique NARBOSOL du fournisseur de chaleur renouvelable Newheat, est l'une des plus grandes installations solaires thermiques alimentant un réseau de chaleur urbain en France. La chaleur produite et stockée par la centrale NARBOSOL est fournie au réseau du quartier Saint-Jean-Saint-Pierre de la Ville de Narbonne. Ce réseau alimente en chauffage et eau chaude sanitaire plus de 900 logements, 7 écoles, un collège et d'autres bâtiments publics.

Déjà alimenté en majorité par des énergies renouvelables grâce à sa chaudière biomasse de 2.5 MW, le réseau de chaleur franchit avec NARBOSOL une nouvelle étape vers sa décarbonation pour atteindre plus de 70% de son alimentation provenant d'énergies renouvelables locales.

Ce projet est lauréat de l'appel à projets « Grandes Installations Solaires Thermiques » du Fonds Chaleur de l'ADEME, qui lui permet de bénéficier d'un important soutien financier. Il est également soutenu par la Région Occitanie dans le cadre de son plan de soutien au développement des énergies renouvelables.

CHIFFRES CLÉS :

- ◆ Surface de capteurs solaires thermiques : **3 200 m²**
- ◆ Puissance maximale : **2,7 MW**
- ◆ Production annuelle attendue : **2 200 MWh**
- ◆ Volume de stockage d'eau chaude : **1 000 m³**
- ◆ Quantité de CO₂ évitée : **600 tonnes par an**



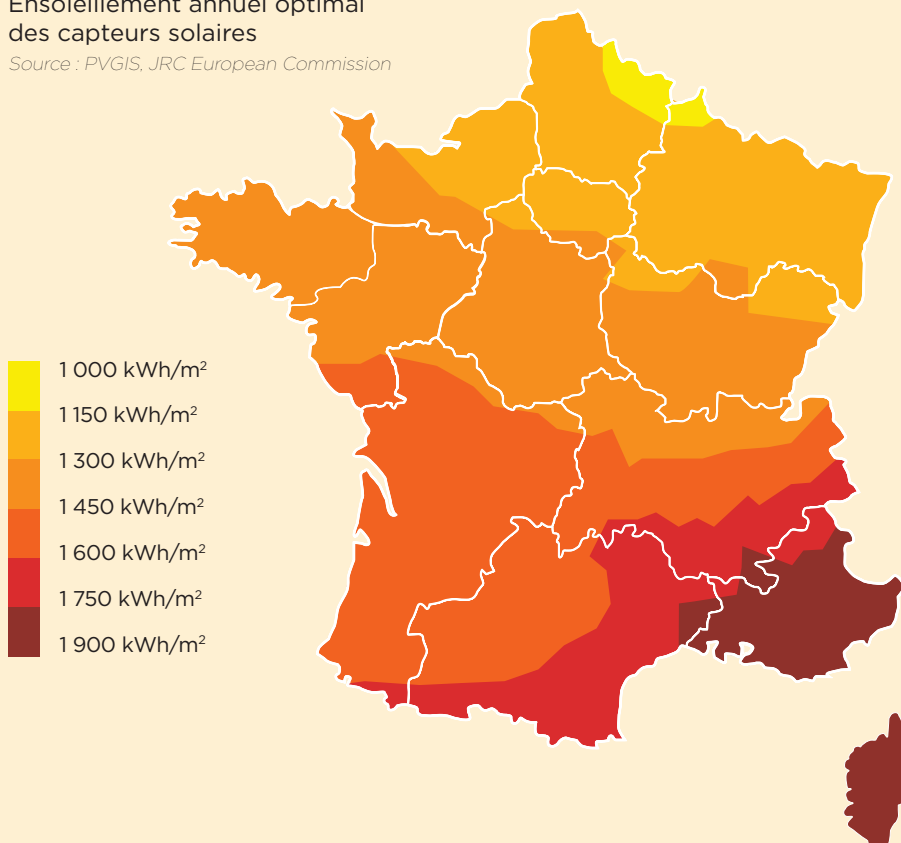
FOCUS SUR LE GISEMENT SOLAIRE EN FRANCE

L'énergie solaire est facilement accessible et est exploitable sur tout le territoire français métropolitain et plus encore dans les territoires d'outre-mer. En métropole, l'irradiation solaire (c'est-à-dire la quantité d'énergie solaire reçue en 1 an sur 1 m²) varie en moyenne de 1 100 kWh/m² dans la moitié Nord à près de 1 900 kWh/m² dans le Sud.

La France est en tête des pays les plus ensoleillés d'Europe. Toutefois, tout le gisement solaire n'est pas encore exploité : fin 2022, la France arrive en 6^{ème} position en terme de puissance solaire thermique installée, derrière l'Allemagne en tête puis la Grèce, l'Italie, l'Autriche et l'Espagne (EurObserv'ER, Baromètres solaire thermique et solaire thermodynamique 2023).

Ensoleillement annuel optimal des capteurs solaires

Source : PVGIS, JRC European Commission





5. GAZ RENOUVELABLES

Les gaz renouvelables sont produits à partir de matières organiques. En particulier, le biogaz et le biométhane issus de la méthanisation qui est le processus le plus mature à ce jour. Le biogaz peut être valorisé en chaleur seule (par combustion en chaudière), en électricité et en chaleur (par cogénération dans un moteur) ou être épuré sous forme de biométhane qui peut être injecté dans les réseaux de gaz naturel ou encore être utilisé comme biocarburant (BioGNV).

5.1. CHIFFRES CLÉS	40
5.2. PARC INSTALLÉ	40
5.2.1. Caractéristiques du parc	41
5.2.2. Répartition régionale du parc	41
5.3. CARACTÉRISTIQUES ET ATOUTS	42
5.3.1. Définitions et typologies	42
5.3.2. Atouts	43
5.4. EXEMPLE DE RÉALISATION	44



Initié en 2020, le projet de « portail méthanisation », dont le pilotage a été confié au SER par la DGEC à l'issue du groupe de travail ministériel sur la méthanisation, a été validé par les ministères de l'Agriculture et de la Transition écologique fin 2021. Le portail numérique, baptisé « MéthaFrance », a été mis en ligne début 2022, à l'occasion du Groupe National d'échanges sur le Biogaz. Élaboré par un comité de pilotage qui réunit de nombreux acteurs représentatifs de la filière, il doit permettre de renforcer la connaissance et l'appropriation de la méthanisation auprès du grand public (définition, fonctionnement, enjeux, emplois, etc.).

<https://www.methafrance.fr/>

5.1. CHIFFRES CLÉS

Un parc installé de

1 702
usines de
méthanisation

fin 2022

9 TWh

de production de chaleur
renouvelable en 2022

1,4%

de la consommation finale
de chaleur en 2022

À fin 2022, les 1 702 installations qui produisent des gaz renouvelables en France métropolitaine ont permis de produire 9,0 TWh de chaleur renouvelable¹. Cette production couvre 1,4 % de la consommation finale de chaleur sur cette même année.

5.2. PARC INSTALLÉ²

Ce panorama recense toutes les installations qui produisent du biogaz / du biométhane (voir typologie en 5.3.1.) et qui les valorisent en chaleur directement (seule ou en cogénération) ou indirectement (par injection dans les réseaux de gaz).

1. En 2023, la méthodologie de calcul de la production de chaleur renouvelable à partir de gaz renouvelables se précise. Premièrement, à l'instar du SDES, le SER retient pour la donnée nationale de production de chaleur la « production réelle » en PCI et non en PCS. Deuxièmement, le SER continue de comptabiliser la part de l'usage chaleur issue de la filière du biométhane injecté, qui connaît un fort dynamisme depuis plus de 10 ans. D'après les données du ministère de la transition énergétique (« Chiffres clés des énergies renouvelables - édition 2023, SDES »), à fin 2022 ce sont 10,4 TWh PCI de chaleur qui ont été produites par les gaz renouvelables en 2022, à savoir, pour la cogénération et la chaleur seule : 1 TWh PCI de chaleur commercialisée + 3,08 TWh PCI de chaleur non commercialisée + 6,27 TWh PCI de biométhane injecté. Le Panorama des gaz renouvelables 2022 du SER indique que 22 % des garanties d'origine du biométhane injecté ont été utilisées sous forme de biocarburant (BioGNV) en 2022. Ainsi, le SER applique ce pourcentage à la donnée « injections » du SDES pour n'avoir que la part de production de chaleur issue de l'injection : à savoir, $6,27 \times 0,78 = 4,9$ TWh PCI.

2. Pour les installations qui valorisent du biogaz en chaleur seule :

Source : SER, d'après « Observ'ER & ADEME, Chiffres clés du parc d'unités de méthanisation en France au 1er janvier 2023 », mai 2023

Pour les installations qui valorisent du biogaz en cogénération :

Source : MTE - SDES « Stat-info n°529, Tableau de bord du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire : biogaz pour la production d'électricité - Quatrième trimestre 2022 »

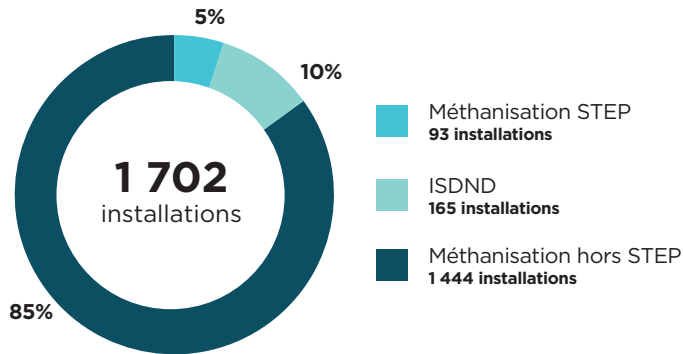
Pour les installations de production de biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel :

Source : Le « Panorama des gaz renouvelables en 2022 » du SER, GRDF, GRTgaz, SPEGNN et TEREGA.

5.2.1. CARACTÉRISTIQUES DU PARC

◆ Répartition par typologie des installations produisant des gaz renouvelables en France métropolitaine au 31 décembre 2022

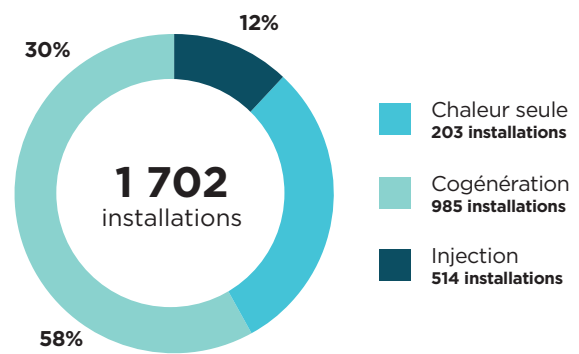
Source : SER, d'après ADEME, Observ'Er et SDES



Fin 2022, le biogaz est majoritairement produit dans des installations de méthanisation hors STEP.

◆ Répartition par valorisation énergétique des installations produisant des gaz renouvelables en France métropolitaine au 31 décembre 2022

Source : SER, d'après ADEME, Observ'Er et SDES

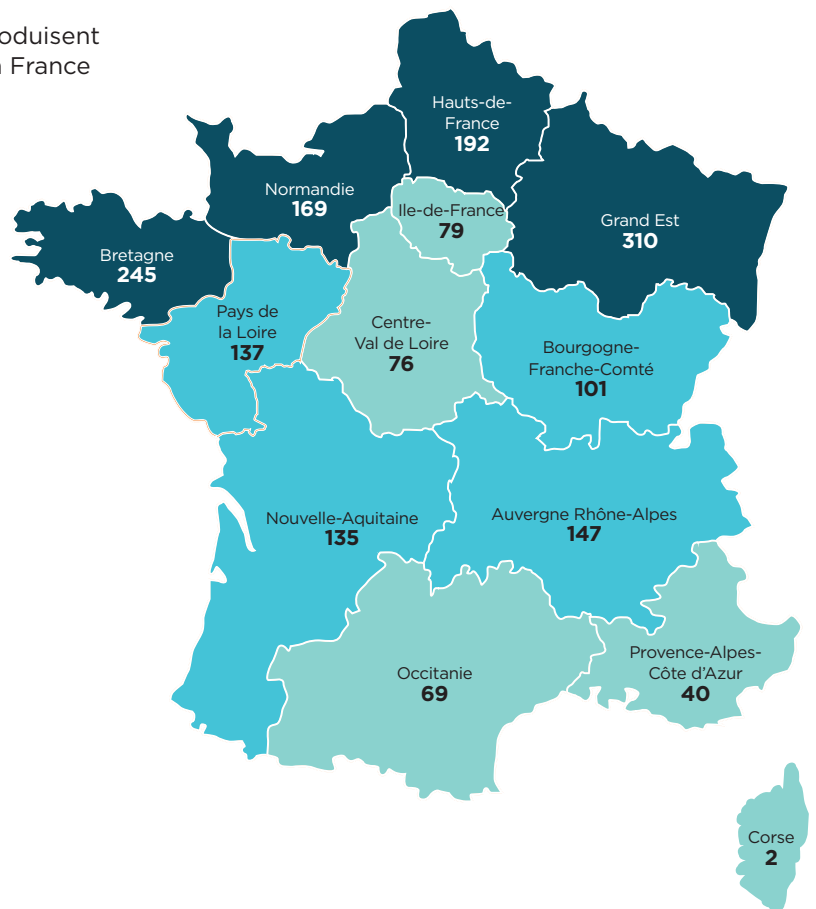
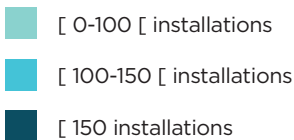


Fin 2022, la majorité des installations de production de biogaz sont en cogénération en France métropolitaine.

5.2.2. RÉPARTITION RÉGIONALE DU PARC

◆ Répartition régionale des installations qui produisent de la chaleur à partir des gaz renouvelables en France métropolitaine au 31 décembre 2022

Source : SER, d'après ADEME, Observ'Er et SDES



3. STEP = Station d'Épuration
ISDND = Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux

5.3. PARC INSTALLÉ

5.3.1. DÉFINITIONS ET TYPOLOGIES

La production de gaz renouvelables (biogaz, biométhane) par **méthanisation** est une filière mature en fort développement. La méthanisation est un processus biologique de dégradation de la matière organique par des micro-organismes, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène.

TYPLOGIES DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION DE BIOGAZ / BIOMÉTHANE.

Il existe trois catégories d'installations : **méthanisation hors STEP**, **méthanisation STEP**, **ISDND**.



Site de méthanisation à Puisieux (51)

La méthanisation agricole autonome

- portée par un ou plusieurs exploitants agricoles ou par une structure agricole,
- qui méthanisent plus de 90 % des matières agricoles issues de la ou des exploitation(s) agricole(s).



Bioénergies

La méthanisation agricole territoriale

- portée par un agriculteur, un collectif d'agriculteurs ou par une structure agricole,
- qui méthanisent plus de 50 % de matières issues de la ou des exploitation(s) agricole(s),
- intégrant des déchets du territoire (industries, STEP, etc.).



Site de méthanisation à Château-Gontier (53)

La méthanisation industrielle territoriale

- portée par un développeur de projet ou par un ou plusieurs industriels,
- qui méthanisent des matières issues ou non d'exploitations agricoles,
- intégrant des déchets du territoire (industrie, STEP, etc.).



Site SEMAVERT à Vert-Le-Grand (91)

La méthanisation de déchets ménagers et biodéchets

- portée par une collectivité locale, un syndicat de traitement des déchets, un ou plusieurs industriels,
- qui méthanisent les biodéchets collectés sélectivement ou traitant la fraction organique des ordures ménagères triées en usine.

4. MéthaFrance Portail National de la Méthanisation « Les typologies des installations » : <https://www.methafrance.fr/la-methanisation-en-france/les-installations-de-methanisation>



Station d'épuration de Bourge Plus (18)

La méthanisation de boues de stations d'épuration des eaux usées (STEP)

- portée par une collectivité locale, ou un industriel,
- qui méthanise les boues issues de la dépollution des eaux usées urbaines ou industrielles.



Centre d'enfouissement de Saint-Palais (18)

Le biogaz des installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND)

Le biogaz produit naturellement dans les centres d'enfouissement (ISDND) par la décomposition de la fraction organique des déchets non dangereux est récupéré via des réseaux de captage.

LES NOUVELLES VOIES DE PRODUCTION DE GAZ RENOUVELABLES

À moyen terme, de nouveaux procédés de production de gaz renouvelables vont se développer :

- **La pyrogazéification** transforme les déchets résiduels secs non fermentescibles souvent destinés à l'enfouissement ou l'incinération (bois en fin de vie, boues séchées, combustibles solides de récupération, etc.) pour produire du biométhane. Ce procédé produit également du biochar qui peut être utilisé comme un amendement pour améliorer les propriétés physiques des sols.
- **La gazéification hydrothermale** est un procédé thermo-chimique très innovant convertissant à haute pression et haute température des déchets organiques humides en un gaz de synthèse riche en méthane qui peut être injecté dans le réseau de gaz. Ce procédé permet en plus de récupérer des sels minéraux et de l'azote qui peuvent être transformés en fertilisants pour l'agriculture.
- **Le power to gas** permet d'utiliser les excédents de la production d'électricité renouvelable pour produire du méthane de synthèse (ou e-méthane), selon deux phases de production. La première phase vise à employer l'électricité renouvelable pour produire de l'hydrogène (H_2) décarboné par électrolyse de l'eau. La deuxième phase, appelée méthanation, consiste à faire réagir l'hydrogène décarboné avec du dioxyde de carbone (CO_2) provenant de différents sites industriels (stations d'épuration, centres d'enfouissement, méthaniseurs, etc.), pour produire du méthane de synthèse (CH_4) injectable dans le réseau de gaz naturel.

5.3.2. ATOUTS

La méthanisation présente plusieurs atouts. Elle permet :

- de produire du biogaz qui remplace efficacement les énergies fossiles par une énergie renouvelable, en répondant à une diversité de besoins énergétiques (chaleur, électricité, biométhane injecté, biocarburant-BioGNV), tout en renforçant l'indépendance énergétique française ;

La production et l'injection de 7,0 TWh de biométhane dans les réseaux gaziers en 2022 représente à l'échelle française une réduction d'environ 1,3 million de tonnes de CO_2 eq.⁵

- de recycler et valoriser localement une grande diversité de déchets (effluents d'élevage, boues de station d'épuration, déchets ménagers, déchets verts, etc.) ;

5. Réduction de CO_2 calculée sur la base d'une substitution du gaz naturel par le biométhane, d'un facteur d'émission de 227g CO_2 eq / kWh PCI pour le gaz naturel (Source Base Carbone⁶) et d'un facteur d'émission de 23,4g CO_2 eq / kWh PCI pour le biométhane (Source Etude ENEA Quantis 2017).

- d'apporter une source de revenu complémentaire pour les agriculteurs. De plus, le digestat issu de la méthanisation peut être utilisé comme fertilisant qui remplace les engrais chimiques coûteux et dont la fabrication est fortement consommatrice d'énergie et d'eau ;

- de consolider l'économie locale en créant ou en maintenant des emplois en particulier en zones rurales.

La filière méthanisation représente plus de 800 millions d'euros de valeur ajoutée et plus de 10 000 emplois directs et indirects.⁶

5.4. EXEMPLE DE RÉALISATION

L'unité de méthanisation FJM Environnement à Lapenche (82)

Depuis avril 2018, l'unité de méthanisation de la SAS FJM Environnement située à Lapenche dans le département du Tarn-et-Garonne, et rattachée à l'EARL les Gabaches, produit à la fois de la chaleur et de l'électricité renouvelables (cogénération). Le biogaz est valorisé dans un moteur de 500 kW électrique. Le système d'incorporation Fleximix NASKEO permet de traiter de grosses quantités de fumier.

Les intrants proviennent de l'exploitation agricole (fumiers, Cultures IntermédiaIRES à Vocation Energétiques (CIVE), ...) et également de déchets verts des collectivités locales.

Dans une logique d'économie circulaire, le digestat est valorisé sur les parcelles agricoles locales, et permet une économie d'engrais industriels.

CHIFFRES CLÉS :

- ◆ **13 800 tonnes par an** d'intrants valorisés
- ◆ Une production de **1,3 GWh/an** de chaleur (hors processus qui alimentent un séchoir à plat et une maison d'habitation), et de **1,7 GWh** d'électricité injectée sur le réseau Enedis.
- ◆ **12 500 tonnes** de digestat épandues localement sur 600 ha
- ◆ **4 M€** d'investissements



6. Source : « Etude EY & SER, Évaluation et analyse de la contribution des énergies renouvelables à l'économie de la France et de ses territoires », 12 juin 2020



6. VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DES DÉCHETS

La valorisation énergétique des déchets non dangereux par traitement thermique permet, dans le respect de la hiérarchie des modes de gestion des déchets, de valoriser la fraction non recyclable des déchets sous forme de chaleur et/ou d'électricité. La moitié de cette production d'énergie est considérée comme renouvelable, l'autre est dite de récupération.

6.1. CHIFFRES CLÉS	46
6.2. PARC INSTALLÉ	46
6.2.1. Unités de valorisation énergétique (UVE)	46
6.2.2. Production de chaleur renouvelable et de récupération	46
6.3. CARACTÉRISTIQUES ET ATOUTS	47
6.3.1. Définitions et typologies	47
6.3.2. Atouts	49
→ FOCUS SUR LE GISEMENT DE COMBUSTIBLES SOLIDES DE RÉCUPÉRATION	49
6.4. EXEMPLE DE RÉALISATION	50
→ FOCUS SUR LA CHALEUR FATALE	51

6.1. CHIFFRES CLÉS¹



En France métropolitaine, 114 installations de valorisation énergétique de déchets non dangereux ont produit 12 TWh de chaleur renouvelable et de récupération en 2022, ce qui représente 1,9 % de la consommation finale de chaleur.

6.2. PARC INSTALLÉ

6.2.1. UNITÉS DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE (UVE)

Fin 2022, 118 usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) sont en service en France, 116 sur le territoire métropolitain et 2 en outremer (une à Saint Barthélemy et une en Martinique).

En métropole, 114 unités (UVE) récupèrent et valorisent de l'énergie à partir du traitement thermique des déchets non dangereux en produisant de la chaleur seule ou en cogénération.

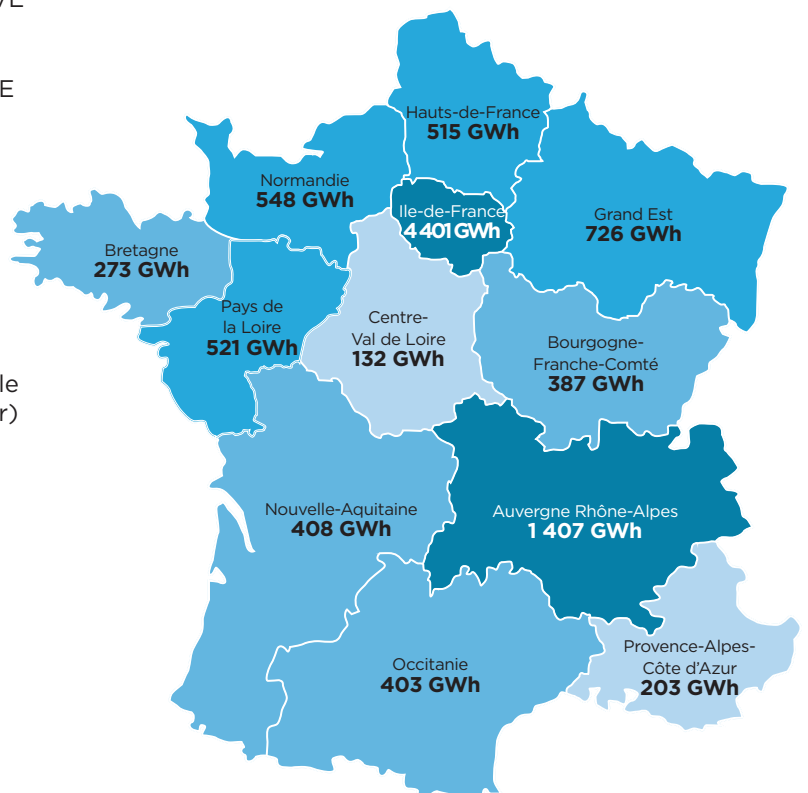
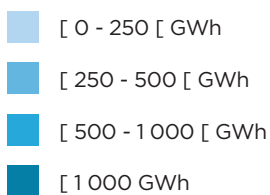
6.2.2. PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE ET DE RÉCUPÉRATION²

La production d'énergie thermique totale des UVE en métropole s'élève à 12 TWh en 2022.

La production d'énergie thermique issue des UVE dans les DOM s'élève à 42 GWh à fin 2022.

◆ Répartition régionale de la chaleur renouvelable et de récupération (livrée aux réseaux de chaleur) issue des unités de valorisation énergétique en France métropolitaine en 2022

Source : L'enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid. FEDENE-SNCU 2023



1. Les données présentées dans ce chapitre ont été consolidées par la FEDENE sur la base de données réelles et à l'aide de différentes hypothèses de calcul. Elles concernent la France métropolitaine. Certaines données sont également fournies pour les installations en outremer.

2 La valorisation d'énergie thermique des UVE prend en compte la part autoconsommée en plus de la part vendue. 50 % de cette production de chaleur est réglementairement considérée comme renouvelable, les 50 %

6.3. CARACTÉRISTIQUES ET ATOUTS

6.3.1. DÉFINITIONS ET TYPOLOGIES

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. Selon la réglementation européenne, on ne parle de valorisation énergétique des déchets que lorsque cette récupération d'énergie (énergie valorisée par tonne de déchet traitée) dépasse un certain seuil appelé R1.

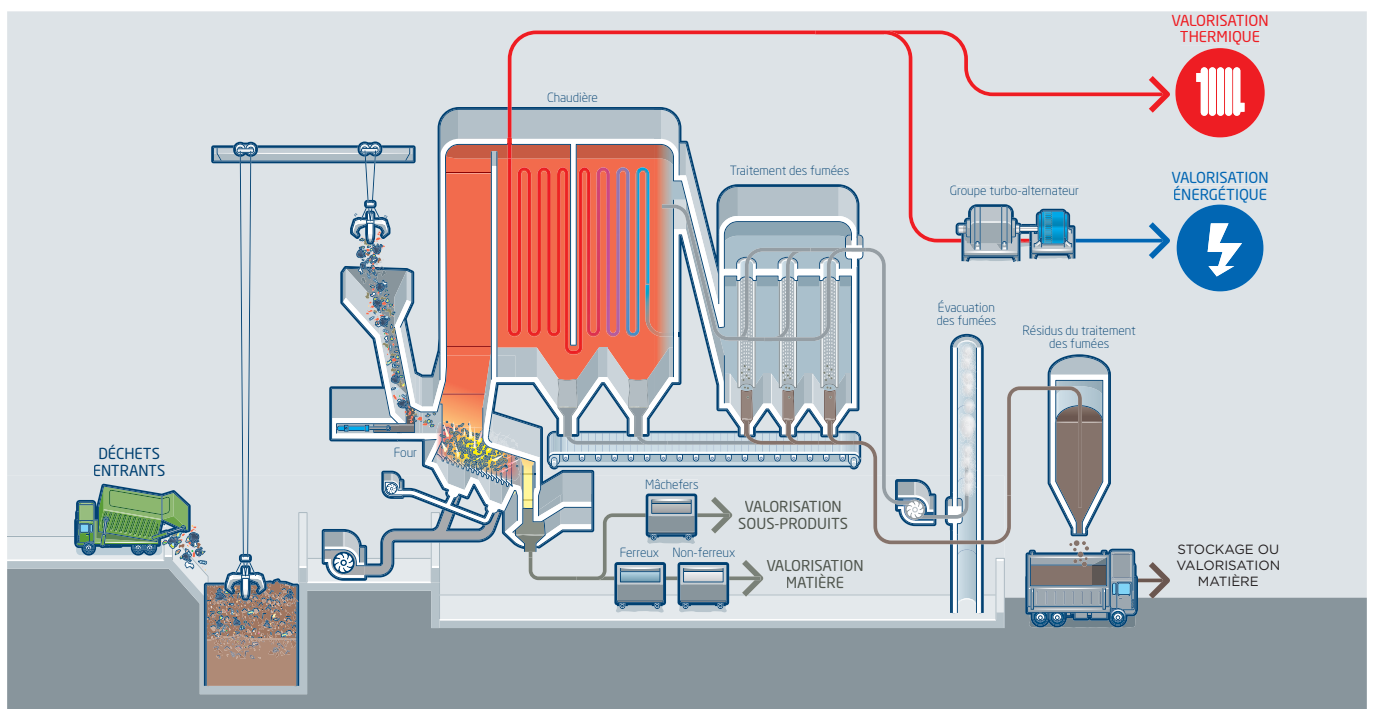
50 % de l'énergie produite à partir des déchets urbains sont considérés comme renouvelables, les 50 % restants étant qualifiés de récupération (article L 211-2 du code de l'énergie, en conformité avec la directive européenne 2018/2001 relative aux énergies renouvelables). Une étude menée par la filière, co-financée par l'ADEME, a permis de mettre en exergue un taux d'énergie renouvelable supérieur - 55% en moyenne - sur la base des mesures réalisées sur 10 usines traitant autour de 2,2 Mt d'ordures ménagères.

La valorisation énergétique des déchets ménagers non recyclables fait l'objet d'une surveillance et d'un encadrement par une réglementation draconienne. Cette dernière encadre notamment le traitement des fumées et des résidus de traitement et impose le respect strict de valeurs limites d'émissions très basses.

La récupération d'énergie issue de la combustion des déchets peut être valorisée sous trois formes :

- la récupération d'énergie sous forme de vapeur (ou d'eau chaude) avec production de chaleur seule pour alimenter un réseau de chauffage urbain ou des sites industriels ;
- la récupération d'énergie sous forme d'électricité ;
- la valorisation en cogénération avec production de chaleur et d'électricité.

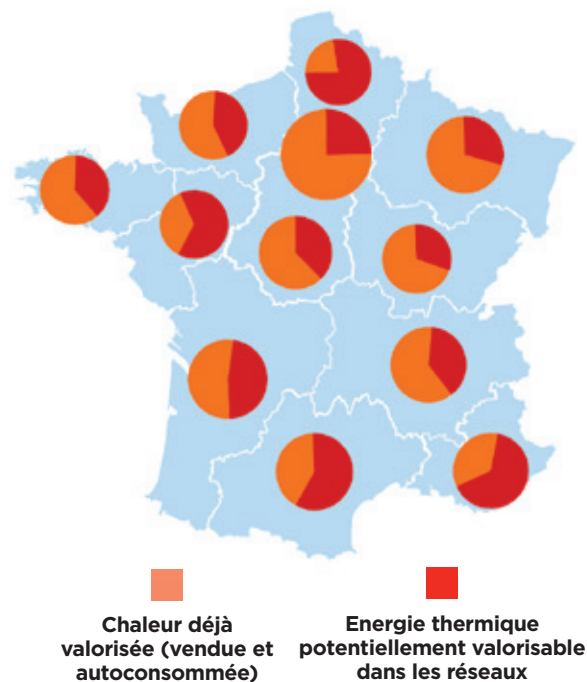
Exemple d'usine de valorisation énergétique des déchets par cogénération :



3. Détermination des contenus biogène et fossile des ordures ménagères résiduelles et d'un CSR, à partir d'une analyse 14c du CO₂ des gaz de post-combustion - La librairie ADEME.

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.

Une étude menée par la filière a permis d'estimer le gisement de chaleur supplémentaire issue des unités de valorisation énergétique des déchets (UVE) qui pourrait être capté et valorisé dans les réseaux de chaleur et de froid : ce gisement a été évalué à 8 TWh/an à l'horizon 2030, à parc d'installations équivalent.



La production d'énergie des UVE pourrait en effet être plus importante, grâce à une valorisation de la **chaleur fatale** non utilisée et au développement de la production de chaleur issue de la valorisation énergétique de combustibles solides de récupération (CSR). Ceci constitue un atout certain d'attractivité des territoires pour attirer des industriels et favoriser le développement des réseaux de chaleur ou de froid.



Au-delà des unités de valorisation énergétiques des déchets existantes pour les déchets ménagers résiduels et assimilés, les combustibles solides de récupération (CSR) constituent un mode de traitement des déchets plus vertueux que le stockage pour les déchets qui ne peuvent être recyclés. La création de **chaudières CSR** permettant de décarboner les mix de chaleur est une solution particulièrement adaptée pour des utilisateurs industriels. C'est pourquoi le Plan de relance de l'économie de 2020/2021 a mis en place un dispositif spécifique de soutien à la chaleur bas carbone industrielle, qui a permis d'accompagner les entreprises industrielles dans l'utilisation de sources de chaleur moins émettrices de CO₂, comme la biomasse ou les combustibles solides de récupération (CSR).

Cette utilisation des CSR s'inscrit dans l'objectif d'accompagnement de la filière de traitement de déchets et des collectivités pour se conformer aux objectifs de la loi de Transition énergétique pour la croissance verte qui fixait un objectif de réduction de 50% des apports en installation de stockage de déchets non dangereux en 2025. La valorisation des CSR offre en outre un exutoire contribuant à l'atteinte de 70% de valorisation énergétique des déchets qui n'ont pas pu faire l'objet d'une valorisation matière (cf. Loi AGECE).

FOCUS SUR LE GISEMENT DES COMBUSTIBLES SOLIDES DE RECUPERATION

Les combustibles solides de récupération (CSR) sont des déchets non recyclables tels que bois, plastiques, caoutchoucs, papiers, cartons ou tissus en mélange. Ils proviennent de refus de tri des déchets d'activités économiques (DAE), de refus de tri de collectes séparées des emballages, de déchets du bâtiment et d'encombrants de déchèteries non recyclables, ou encore de refus de compostage ou de méthanisation⁴.

En 2021, 370k tonnes de CSR ont été consommées en France : 60k tonnes par des chaudières dédiées (près de 150 GWh) et 310kt par l'industrie cimentière (source : SFIC - CSF Construction). Environ 70 kt de CSR ont été exportées auprès de cimenteries européennes faute de débouchés suffisants en France (source : FEDEREC).

On estime à 2,5 Mt le potentiel de production de CSR à horizon 2025 dont 1Mt seront destinés à la décarbonation de l'industrie cimentière. Il est donc nécessaire de développer des capacités complémentaires permettant de traiter jusqu'à 1,5 Mt par an d'ici 2025 dans des chaudières dédiées CSR (source : Plan national déchets 2025, PPE et SVDU). A horizon 2030, le potentiel est estimé à 10 TWh (source CME).

6.3.2. ATOUTS

La valorisation énergétique des déchets non recyclables présente plusieurs avantages. Elle permet :

- de remplacer efficacement les énergies fossiles par une énergie renouvelable et de récupération à la maturité prouvée, et ce faisant, de renforcer l'indépendance énergétique et la décarbonation des territoires ;

Grâce à la valorisation énergétique des déchets, ce sont en moyenne 2,3 millions de tonnes d'émissions de CO₂ évitées chaque année⁵ en substitution aux énergies fossiles importées.

- de contribuer à des boucles d'économie circulaire, d'une part en valorisant énergétiquement des déchets qui n'ont pu trouver de débouchés sous forme matière ou organique, et d'autre part en valorisant les mâchefer en technique routière ;
- de contribuer au verdissement des réseaux de chaleur, aussi bien pour le chauffage que pour le refroidissement ;
- de décarboner l'énergie consommée par les industries calo-intensives, en substituant les énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole) par des déchets non recyclables (CSR, bois B) ;
- de réduire la dépendance de la France vis-à-vis des énergies fossiles et de réduire son exposition aux variations des cours mondiaux de ces dernières ;
- de créer des emplois non délocalisables et à fort niveau de compétence technique.

La filière représente environ 4 500 ETP directs actuellement, avec une perspective de création d'emplois directs d'environ +10 % sur les 5 prochaines années grâce au développement de la filière combustibles solides de récupération (CSR) et à la modernisation du parc des unités de valorisation énergétique (UVE).

4. ADEME, Déchets Chiffres-clés : L'essentiel 2018

5. Selon la méthodologie de l'ADEME, avec les hypothèses suivantes : un rendement énergétique des chaudières gaz de 90% et un facteur d'émission du gaz naturel en combustion de 0,187tCO₂/MWh PCI.

6.4. EXEMPLE DE RÉALISATION

L'unité de valorisation énergétique (UVE) Arc-en-Ciel 2034 à Couëron (44)

Le site industriel Arc-en-Ciel 2034 à Couëron exploité par Véolia pour le compte de Nantes Métropole, comprend à la fois une unité de valorisation énergétique, un centre de tri et une unité de fabrication de combustibles solides de récupération (CSR) qui sont utilisés dans des cimenteries et alimentent des chaufferies dédiées chez des industriels.

Après le tri sélectif qui permet de séparer et conditionner les déchets recyclables triés par les ménages, les refus de tri sont envoyés à l'UVE pour être valorisés en énergie.

CHIFFRES CLÉS :

- ◆ **100 000 tonnes** de déchets ménagers traités par an
- ◆ **75 000 MWh** de chaleur produite (soit la consommation annuelle de 7 100 équivalents logements)
- ◆ **30 000 MWh** d'électricité produite (soit la consommation annuelle de **1 900 foyers**)

L'UVE comprend :

- Deux lignes d'incinération identiques, équipées chacune d'un four d'une capacité nominale de 7 t/h à PCI 2 000 kcal/kg.
- Des chaudières de récupération, d'une capacité unitaire de 18 t/h, produisent de la vapeur surchauffée à 350°C.
- Un dispositif de traitement des fumées.

La vapeur produite est valorisée par cogénération (électricité et chaleur). La chaleur ainsi produite alimente le site industriel voisin d'Arcelor Mittal ainsi que le réseau de chaleur urbain (RCU).



Crédit photo Véolia

FOCUS SUR LA CHALEUR FATALE

Certaines activités ou installations produisent de la chaleur sans que celle-ci n'en constitue la finalité. Cette production involontaire et inéluctable est appelée chaleur « perdue » ou « fatale ». La récupération de la chaleur fatale peut être une solution efficace d'économies d'énergie et de réduction des émissions de GES : la chaleur récupérée peut être réutilisée pour diminuer la consommation d'énergie du site émetteur, ou bien valorisée par une autre installation ou via un réseau de chaleur.

QUELLES SONT LES SOURCES DE CHALEUR FATALE ?

Les sources de chaleur fatale sont multiples et variées. Il peut s'agir notamment des rejets thermiques issus des fumées, chaudières ou séchoirs dans les sites de production d'énergie (centrales nucléaires, centrales thermiques) ou les sites de production industrielle, les stations d'épuration des eaux usées (STEP) ou les unités d'incinération des ordures ménagères (UIOM). La déperdition thermique dans les data center ou les bâtiments tertiaires, comme les hôpitaux, constitue également une source de chaleur fatale.

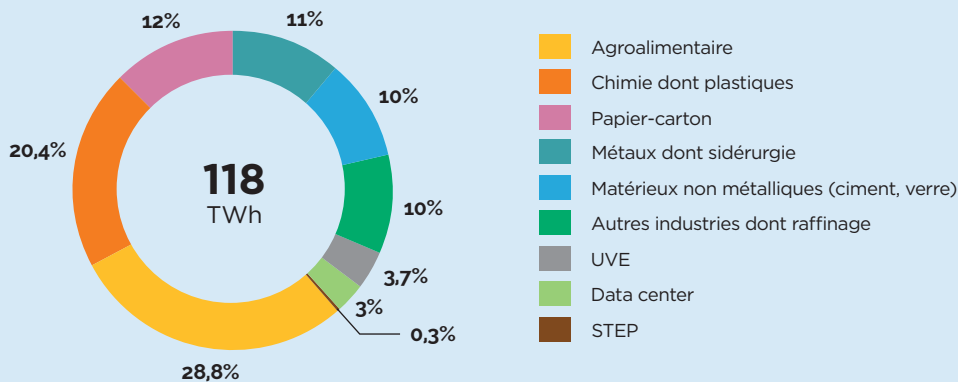
QUEL EST LE GISEMENT DE CHALEUR FATALE ?

En France, l'ADEME a estimé le gisement de chaleur fatale à 118 TWh/an en 2015, dont 110 TWh proviennent de sites industriels. Le secteur de l'agroalimentaire représente à lui seul près de 29 % du gisement total tandis que la chimie dont la production de plastique représente environ 20 %. L'industrie papier-carton, des métaux (dont la sidérurgie), et des matériaux non métalliques (ciment, verre) constituent respectivement 12 %, 11 % et 10 % du gisement national.

Les 8 TWh restants du gisement national évalué par l'ADEME proviennent principalement des UIOM (4,4 TWh), des data center (3,6 TWh) et marginalement des STEP (0,4 TWh).

◆ Gisement estimé de la chaleur fatale en France

Source : SER d'après ADEME, *Faits et chiffres : la chaleur fatale, 2017*



QUELLE PART DE LA CHALEUR FATALE EST VALORISÉE ?

L'ADEME estime que 18,3 TWh de chaleur fatale ont été valorisés en France en 2021, soit 15,5 % du gisement national¹. Pour soutenir les investissements dans les projets de récupération de chaleur fatale, plusieurs dispositifs ont pu être mobilisés comme le Fonds Chaleur de l'ADEME, le Fonds Décarbonation de l'Industrie (FDI), ou les Certificats d'Economies d'Énergie (CEE).

1. ADEME, Récupération de chaleur fatale, 2022



7. LES RÉSEAUX DE CHALEUR ET DE FROID : DES VECTEURS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RÉCUPÉRATION DANS LES TERRITOIRES

Ancrés au cœur des territoires, les réseaux de chaleur et de froid valorisent l'ensemble des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) locales pour répondre à des besoins locaux. Ils utilisent en tout premier lieu des EnR&R locales telles que la chaleur qui vient des unités de valorisation énergétique des déchets ménagers (UVE), de la géothermie, du bois-énergie, ou encore l'énergie du soleil avec le solaire thermique.

De ce fait, les réseaux de chaleur et de froid sont des agrégateurs multi-énergies qui fournissent de la chaleur ou du froid bas carbone tout en contribuant efficacement à la lutte contre la précarité énergétique grâce à une tarification compétitive et stable sur la durée, notamment en raison du faible impact sur leurs tarifs des fluctuations des énergies fossiles.

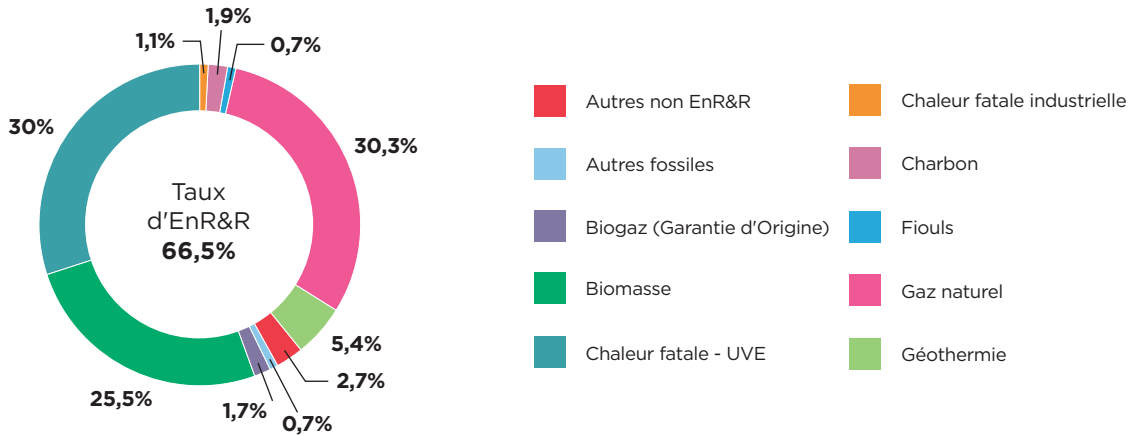
7.1. CARACTÉRISTIQUES ET ENJEUX DES RÉSEAUX DE CHALEUR	53
7.2. CARACTÉRISTIQUES ET ENJEUX DES RÉSEAUX DE FROID	54
7.3. CARACTÉRISTIQUES ET ENJEUX DES BOUCLES D'EAU TEMPÉRÉE	55
7.4. EXEMPLES DE RÉALISATION	56
→ FOCUS SUR LE STOCKAGE THERMIQUE	57

7.1. CARACTÉRISTIQUES ET ENJEUX DES RÉSEAUX DE CHALEUR

Les réseaux de chaleur distribuent de la chaleur sous forme d'eau chaude ou de vapeur d'eau via des canalisations installées sous les routes et qui alimentent un certain nombre de bâtiments, à un prix stable pour les usagers.

◆ Bouquet énergétique des réseaux de chaleur en 2022

Source : EARCF, édition 2023

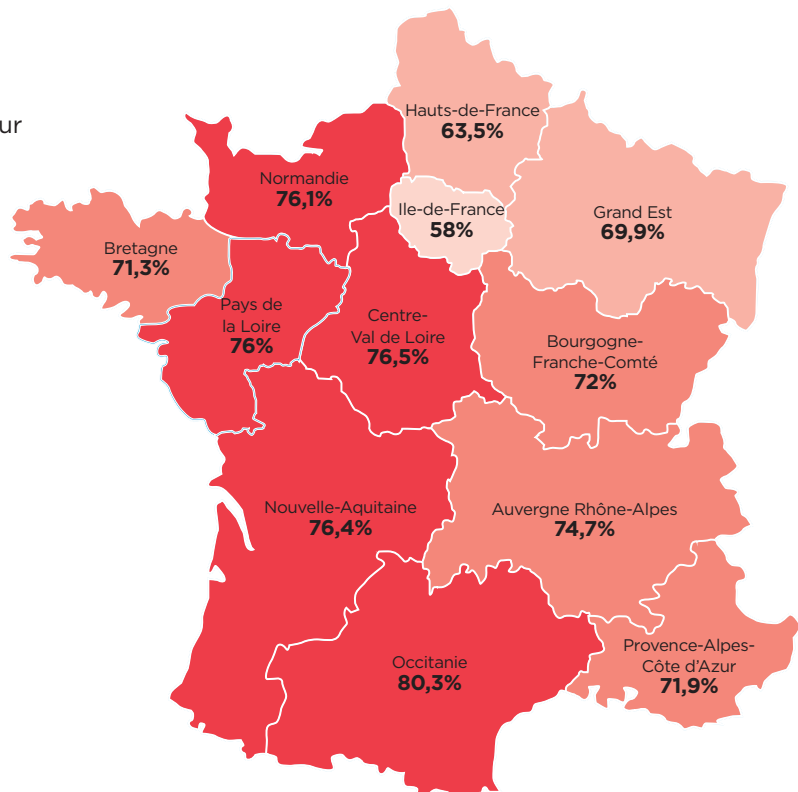
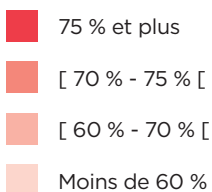


La France dispose de 946 réseaux de chaleur qui ont livrés en 2022 plus de 29 TWh de chaleur – corrigés des climatiques – à plus de 47 000 bâtiments. L'énergie livrée à ses bâtiments est composée à plus de 66 % d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R). A horizon 2030, la LTECV fixe un objectif ambitieux aux réseaux de chaleur : livrer 39,5 TWh de chaleur issue d'EnR&R. En 2022, ces livraisons corrigées de la rigueur climatique ont atteint 19,4 TWh¹.

Les réseaux de chaleur jouent un rôle essentiel dans la valorisation des EnR&R au niveau local en France. Ainsi, le mix énergétique et le dynamisme de développement des réseaux de chaleur varient selon les régions. L'Île-de-France, l'Auvergne-Rhône-Alpes et le Grand Est 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 régions avec le plus haut taux d'EnR&R de chaleur livrée sont l'Occitanie, le Centre-Val de Loire et la Nouvelle-Aquitaine.

◆ Taux d'EnR&R dans les réseaux de chaleur par région en 2022

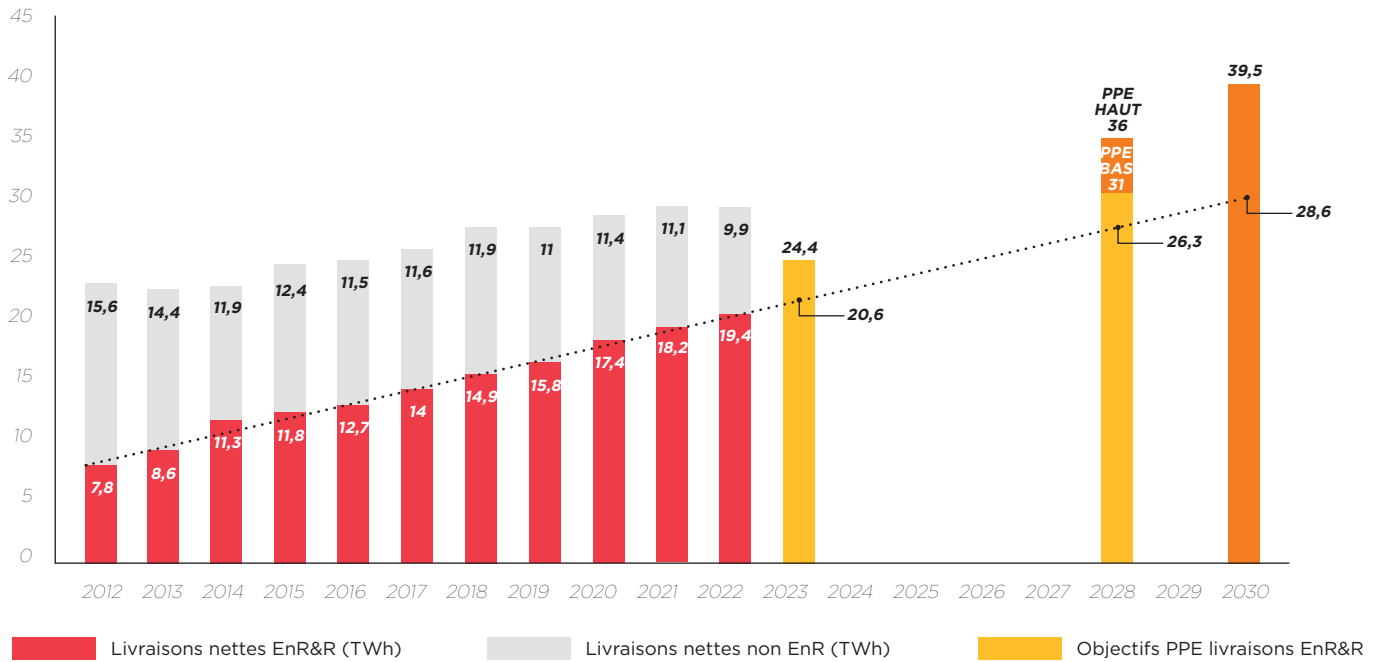
Source : EARCF, édition 2023



1. FEDENE Réseaux de chaleur et froid, Enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid, édition 2023.

◆ Évolution des livraisons nettes dans les réseaux de chaleur (en TWh, avec correction climatique)

Source : EARCF, édition 2023



Les réseaux de chaleur devront donc être fortement développés, modernisés, étendus et densifiés au cours des prochaines années, en les orientant au maximum vers les énergies renouvelables et de récupération afin de contribuer aux objectifs nationaux de la transition énergétique.

VIA SEVA et MANERGY ont conduit une étude en partenariat avec FEDENE Réseaux de Chaleur & Froid qui propose un Schéma Directeur des Réseaux de Chaleur 2030 en listant précisément les villes à hauts potentiels dans lesquelles créer et étendre les réseaux vertueux pour livrer 39,5 TWh de chaleur ENR&R d'ici 2030, selon l'objectif inscrit dans la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV).

Comme la Cour des comptes, le Schéma directeur national montre que les réseaux de chaleur offrent « une contribution efficace à la transition énergétique insuffisamment exploitée », puisque d'ici 2030 :

- 1 337 nouveaux réseaux pourraient livrer 13 TWh de chaleur EnR&R dans des centres urbains, soit 2 nouveaux réseaux de chaleur par département et par an ;
- 261 extensions - densifications de réseaux existants accroîtraient de 9,1 TWh les livraisons de chaleur verte ;
- 2,5 TWh de chaleur EnR&R seraient issus du verdissement soutenu des réseaux existants.

Pour accélérer le déploiement des réseaux de chaleur, l'outil principal demeure le Fonds Chaleur géré par l'ADEME. En complément, en juillet 2022, le Ministère de la Transition énergétique a mis en place un « Coup de pouce chauffage » pour les bâtiments résidentiels collectifs et tertiaires : les certificats d'économies d'énergie (CEE) « raccordement à un réseau de chaleur » sont bonifiés pour réduire au maximum les frais de raccordement. En période de crise énergétique, ce dispositif doit faciliter le raccordement des bâtiments chauffés via des énergies fossiles aux réseaux de chaleur vertueux (>50% EnR&R) (voir le chapitre « Cadre de développement »).

7.2. CARACTÉRISTIQUES ET ENJEUX DES RÉSEAUX DE FROID

Sous l'effet de la combinaison de divers facteurs : réchauffement climatique, isolation des bâtiments qui rend nécessaire l'évacuation de la chaleur accumulée par l'activité humaine en été, développements informatiques, nouvelles solutions de rafraîchissement et de climatisation à des coûts abordables, nous assistons depuis quelques années à un accroissement rapide et accéléré de la climatisation. Traditionnellement cantonnée dans notre pays à la couverture des besoins de base des bâtiments tertiaires (bureaux, centres informatiques, santé, etc.), à la déshumidification en hiver ainsi qu'à l'évacuation de la chaleur et le rafraîchissement des lieux de travail en été, cette évolution répond de plus en plus à des besoins de confort. Ce besoin a toutefois une composante sanitaire majeure, notamment pour les personnes âgées et vulnérables particulièrement menacées par les pics de chaleur (15 000 à 19 000 décès en 2003).

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

Un réseau de froid est une infrastructure locale permettant de produire et de livrer du froid aux pieds des immeubles grâce à un réseau transportant un fluide frigoporteur (en général de l'eau) dont la température varie entre 1 et 12 °C. Certains réseaux fonctionnent directement grâce à la fraîcheur de l'eau ou de l'air ambiant ou font appel à d'autres sources renouvelables (géothermie marine, chaleur de récupération, etc.).

En 2022, 96,4% des livraisons de froid étaient destinées au rafraîchissement de bâtiment tertiaires comme des bureaux, des hôpitaux, des universités, des aéroports et, de façon marginale, au rafraîchissement des immeubles d'habitation. Le développement des réseaux de froid répond à un enjeu sanitaire majeur, la lutte contre les îlots de chaleur urbains, dans le contexte du changement climatique et d'accroissement des épisodes caniculaires. Il répond également à un enjeu environnemental en permettant la diminution des émissions de gaz à effet de serre et des fluides frigorigènes utilisés par des équipements individuels d'air conditionné.

En France, on estime aujourd'hui les besoins de froid à 19 TWh dont 0,8 TWh est fourni par 35 réseaux de froid existants³. La PPE prévoit un objectif de multiplication par 3 des quantités de froid distribuées par réseau à horizon 2030. A ce jour, l'alimentation des réseaux de froid par des EnR&R n'est pas connue : les EnR&R froides ne sont pas définitivement définies au niveau européen. Fin 2021, la Commission Européenne a adopté, un acte délégué 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 coefficient de performance sa « 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 délégué⁴». FEDENE Réseaux de Chaleur & Froid et la DGEC travaillent en étroite collaboration pour proposer un tel ajustement à la Commission Européenne.

7.3. CARACTÉRISTIQUES ET ENJEUX DES BOUCLES D'EAU TEMPÉRÉE

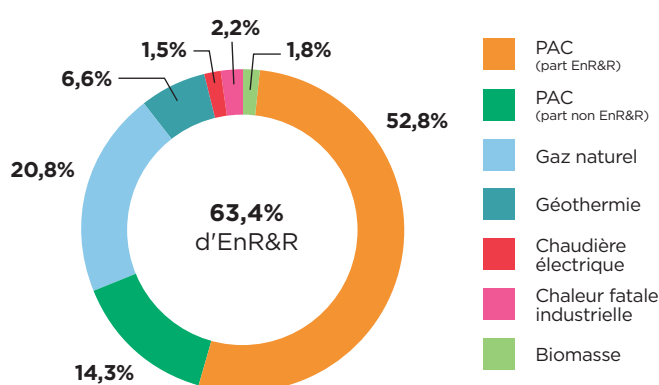
Une boucle d'eau tempérée (BET) est un réseau faisant circuler de l'eau tempérée ou un fluide calo-frigo-porteur généralement entre 5°C et 30°C, voire de -3°C à 40°C, permettant, selon les opportunités, de fournir de la chaleur et du froid. La boucle d'eau tempérée permet de mobiliser des sources d'énergie diffuses et/ou à basses températures.

C'est un dispositif de production et d'équilibrage centralisé d'énergies, couplé à un réseau de distribution qui vient satisfaire des besoins de chaud et de froid de clients raccordés. Elle est composée de 3 parties :

- La production d'équilibrage centralisée
- Les réseaux de distribution via une boucle tempérée
- La production de chaleur et de froid décentralisée (constituée d'une ou plusieurs PAC et/ou thermo-frigo-pompes).

♦ Mix énergétique des BET en 2022

Source : EARCF, édition 2023



La BET nécessite le recours d'un opérateur unique pour assurer le fonctionnement des parties de production d'équilibrage centralisée et les réseaux de distribution, intégrant ou pas la production décentralisée. Lorsque la production décentralisée est incluse dans le périmètre de l'opérateur, on parle alors de boucle complète, à l'inverse, on parle de boucle simple. En 2022, l'enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid comptait 10 BET, dont 7 livraient simultanément de la chaleur et du froid. Les livraisons des BET sont principalement destinées aux bâtiments résidentiels (64%) puis aux bâtiments tertiaires (36%). Le taux EnR&R des livraisons de chaleur avoisine les 63%.

3. FEDENE, VADE MECUM, Décarbonons les territoires, vite ! janvier 2022.

4. Article 3.6 de l'Annexe du règlement délégué de la Commission 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.

7.4. EXEMPLES DE RÉALISATION

Réseau de chaleur de Charleville-Mézières

Le réseau « La Citadelle » à Charleville-Mézières récupère la chaleur émise par l'usine Stellantis, la plus grande fonderie d'Europe, pour alimenter en chauffage et en eau chaude sanitaire les bâtiments de la ville. Cette chaleur fatale, produite par les fours de fonte et de régénération de sable, est réinjectée dans le réseau de chaleur du quartier. La moitié des besoins en chaleur est ainsi couverte, complétée par une chaufferie biomasse sur le site de Stellantis et une installation de cogénération pour répondre aux pointes hivernales.

CHIFFRES CLÉS :

- ◆ **52%** de la chaleur produite à partir de sources d'énergies de récupération, dont 30% sont directement récupérés de l'usine Stellantis
- ◆ Un réseau de **12 km** déployé
- ◆ **40 sous-stations** réparties sur le territoire
- ◆ Plus de **4 400 tonnes de CO₂ évitées** chaque année



© Dalkia

Laval : 1^{er} réseau de chaleur alimenté par des combustibles solides de récupération (CSR)

Il y a neuf ans, en 2014, la Ville de Laval faisait le choix d'entamer sa conversion énergétique en alimentant son réseau de chaleur avec de l'énergie vertueuse produite localement. C'est en 2017 que ce projet se concrétise et le réseau lavallois devient alors le premier en France à être alimenté par la valorisation énergétique de combustibles solides de récupération (CSR). Aujourd'hui, le réseau, long de 19 km, est exploité par Laval Énergie Nouvelle, filiale du Groupe Coriance et de Séché Eco-Industries, dans le cadre d'une Délégation de Service Public. Il est le résultat du maillage et de la fiabilisation des deux réseaux historiques et il alimente 5 200 équivalents-logements.

CHIFFRES CLÉS :

- ◆ Près de **82%** de la chaleur produite à partir de sources d'énergies de récupération,
- ◆ Un réseau de **19 km** déployé à Laval,
- ◆ **76 sous-stations** réparties sur le territoire,
- ◆ **15 800 tonnes de CO₂ évitées** chaque année,
- ◆ **5 200 équivalents-logements** raccordés,
- ◆ **16 000 tonnes de CSR valorisées** par an,
- ◆ Un investissement total de **15 M€** (dont 5,3 M€ cofinancés par l'ADEME Pays de la Loire).



© Coriance

FOCUS SUR LE STOCKAGE THERMIQUE

La chaleur se transporte difficilement sur de longues distances mais elle peut être stockée puis restituée pour répondre aux besoins de différents usagers (industriels, réseaux de chaleur, ...).

LES ENJEUX

Un des principaux atouts du stockage de la chaleur est la flexibilité qu'il apporte aux opérateurs pour garantir l'adéquation offre/demande, notamment durant les périodes de pics de consommation. Par exemple, les ballons d'eau chaude sanitaire permettent de stocker l'eau chauffée lorsque la demande en électricité est faible. Avec plus d'une dizaine de millions de bâtiments équipés, ce sont près de 20 GWh de consommation quotidienne d'énergie qui peuvent ainsi être déplacés pour éviter la surcharge des réseaux électriques.

De même, le stockage de la chaleur offre aux réseaux de chaleur et à l'industrie de nouvelles solutions pour ajuster la production et le déstockage lors des pointes de consommation. Il permet également de mieux valoriser certaines sources d'EnR&R diffuses, intermittentes ou basses températures telles que la chaleur fatale ou le solaire thermique (Voir l'exemple ci-après).

En particulier pour les réseaux de chaleur, le système de stockage de la chaleur peut être centralisé ou décentralisé. Dans un dispositif centralisé, les systèmes de stockage sont installés à proximité des centrales de production où la disponibilité du terrain permet généralement le déploiement d'une capacité de stockage plus importante. Dans un dispositif décentralisé, les installations de stockages sont placées au plus près des consommateurs, généralement au niveau des sous-stations ou sur le réseau secondaire, afin de garantir une livraison de chaleur plus réactive.

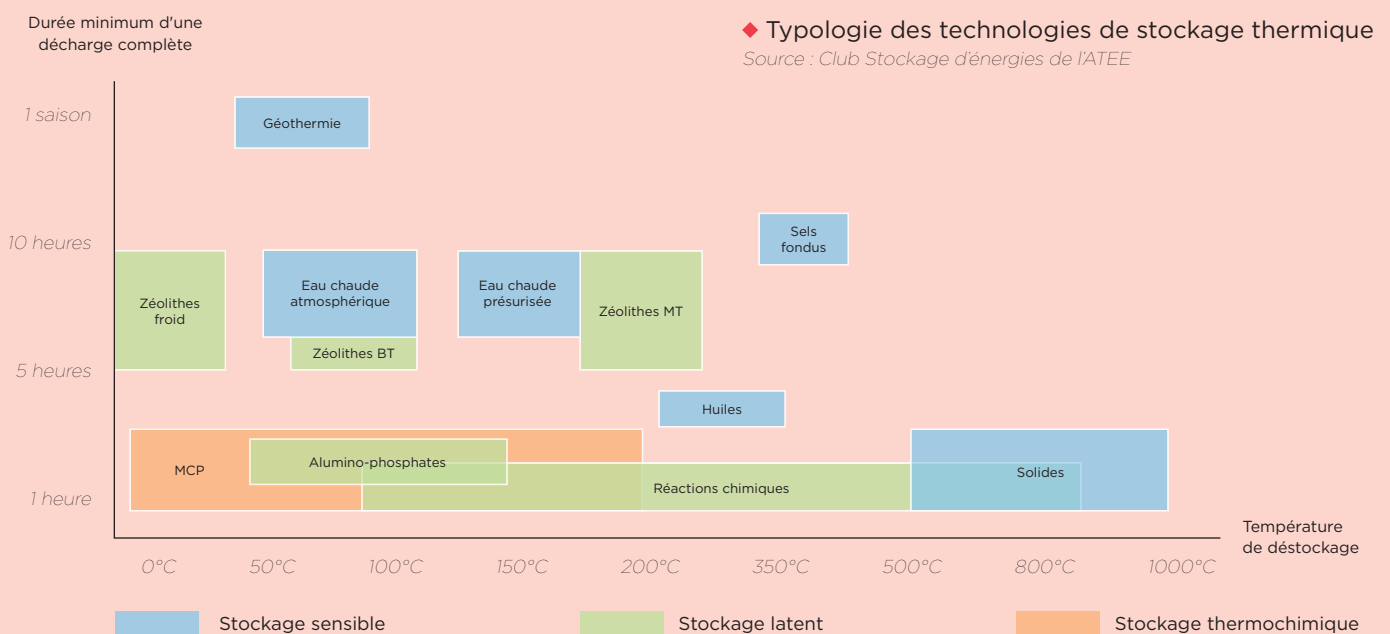
UNE DIVERSITÉ DE SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

Il existe une diversité de technologies de stockage thermique en fonction de la durée du stockage souhaitée, de quelques heures à quelques mois, et de la température requise pour la chaleur restituée, jusqu'à 1000°C.

Le stockage sensible consiste à chauffer un milieu liquide (eau, sels fondus, huiles, ...) ou solide (bétons, céramiques, ...) choisi selon la température requise, et d'en limiter les pertes thermiques jusqu'à la restitution de cette chaleur. Pour le stockage inter-saisonnier (entre la période estivale et la période hivernale), l'énergie thermique peut être injectée directement dans le sol au moyen de sondes géothermiques ou stockée dans des fosses.

Le stockage latent utilise des matériaux à changement de phase qui absorbent ou restituent de l'énergie lorsqu'ils changent d'état physique. Un matériau va par exemple absorber de la chaleur en passant de l'état solide à liquide, et à l'inverse relâcher de la chaleur en se solidifiant.

Enfin, **le stockage thermochimique** repose sur des réactions physico-chimiques réversibles consommatrices ou émettrices de chaleur.



1. Comité de prospective de la CRE « La flexibilité et le stockage sur les réseaux d'énergie d'ici les années 2030 » : https://www.eclairerlavenir.fr/wp-content/uploads/2018/07/Rapport_GT2.pdf

2. Voir le Focus sur la chaleur fatale page 50

3. CEREMA - Stockage thermique et réseaux de chaleur - septembre 2021

8. CADRE DE DÉVELOPPEMENT

8.1. OBJECTIFS LTECV ET PPE **58**

8.2. CADRE ÉCONOMIQUE **59**

8.1. OBJECTIFS LTECV ET PPE

La loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) de 2015 prévoit de faire passer la part de chaleur renouvelable dans la consommation finale de chaleur de 20 % en 2016 à **38 % en 2030**.

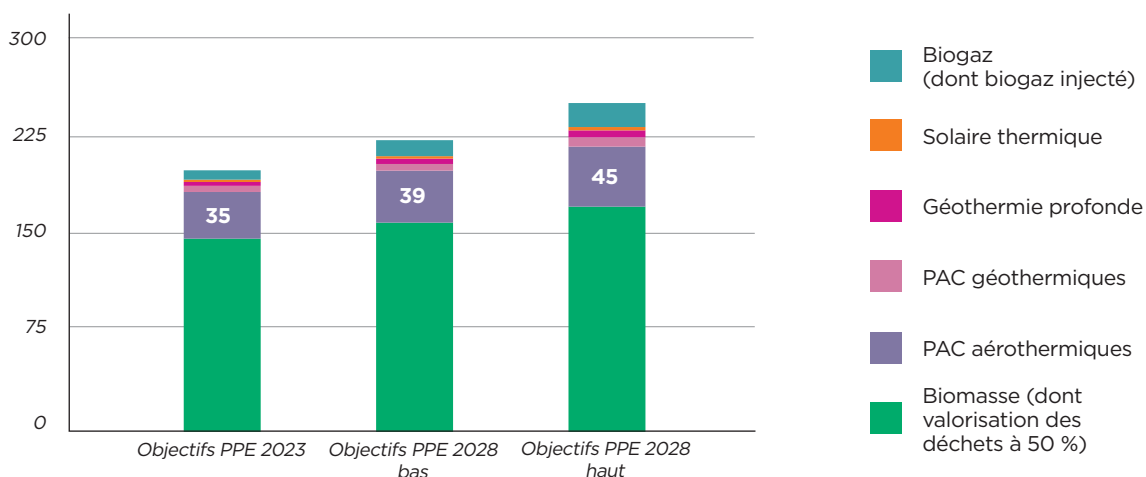
Les Programmes Pluriannuels de l'Énergie (PPE), outils de pilotage de la politique énergétique nationale, ont été créés par la LTECV. La PPE de métropole continentale est élaborée par le Gouvernement tandis que les PPE des zones non interconnectées (Corse et outremer) sont co-élaborées avec les collectivités territoriales.

L'un des enjeux prioritaires des PPE est de réduire la consommation d'énergies fossiles et d'augmenter significativement la production de chaleur renouvelable dans le mix énergétique.

Pour ce qui concerne la métropole continentale, la PPE actuelle prévoit **une augmentation de 26 %** de la production de chaleur renouvelable **entre 2023 et 2028** (scénario haut).

◆ Les objectifs de production de chaleur renouvelable par filière dans la PPE de métropole continentale 2023-2028 (TWh)

Source : SER



Production (en TWh)	Objectif PPE 2023	Objectif PPE 2028 bas	Objectif PPE 2028 haut
Biomasse (dont valorisation des déchets à 50 %)	145	157	169
PAC aérothermiques	35	39	45
PAC géothermiques	4,6	5	7
Géothermie profonde	2,9	4	5,2
Solaire thermique	1,75	1,85	2,5
Biogaz (dont biogaz injecté)	7	12	18
Total	196	219	247

8.2. CADRE ÉCONOMIQUE

8.2.1. DISPOSITIFS DE SOUTIEN POUR LES ENTREPRISES ET LES COLLECTIVITÉS

LE FONDS CHALEUR

Destiné à l'habitat collectif, au tertiaire, à l'agriculture et à l'industrie, le Fonds Chaleur, mis en place en 2009, est géré par l'Agence de la transition écologique (ADEME).

L'ADEME apporte son expertise aux porteurs de projets et attribue des aides (études de faisabilité, aides à l'animation, aides à l'investissement, etc.) pour développer les énergies renouvelables ou de récupération (EnR&R) ainsi que les réseaux de chaleur et de froid qui permettent de les distribuer dans les territoires.

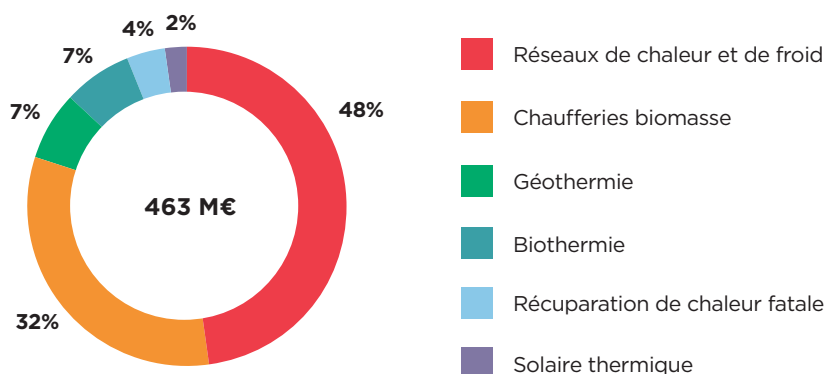
Après plusieurs années perturbées par la situation sanitaire, l'année 2022 a été marquée par la guerre en Ukraine et une crise énergétique majeure. Le plan de résilience du gouvernement a porté le budget du Fonds Chaleur à 522 millions d'euros contre 300 millions d'euros en 2021. La totalité de ce budget a été engagée.

En 2022, le Fonds Chaleur doté de 522 millions d'euros a soutenu 908 installations pour une production de 3,68 TWh/an de chaleur renouvelable et de récupération additionnelle.

En 2022, les aides à l'investissement ont représenté le premier poste de dépense du Fonds chaleur à hauteur de 463 M€. Les aides ont été majoritairement utilisées pour la création ou l'extension de réseaux de chaleur et de froid (221 M€) et pour des chaufferies biomasse (146 M€).

◆ Répartition des aides à l'investissement du Fonds Chaleur en 2022

Source : ADEME



Depuis sa création, le Fonds Chaleur a donné un puissant coup d'accélérateur aux énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) : doté de 3,68 milliards d'euros sur la période 2009-2022, le Fonds Chaleur a permis d'aider plus de 7 100 installations représentant 12,4 milliards d'euros d'investissements et totalisant une capacité de production de 42,6 TWh d'EnR&R cumulée.

L'efficacité du Fonds Chaleur (en termes d'euro public dépensé par tonne de CO₂ évitée) est largement reconnue, notamment par la Cour des comptes¹.

1. Communication de la Cour des comptes à la commission des finances du Sénat, Le soutien aux énergies renouvelables, mars 2018.

LE FONDS DE DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE

Depuis 2021, l'ADEME contribue à la forte accélération des projets de décarbonation de la chaleur dans l'industrie en tant qu'opérateur de France Relance puis de France 2030.

En 2022, l'appel à projets Biomasse Chaleur pour l'Industrie, l'Agriculture et le Tertiaire (BCIAT) a permis d'accompagner 23 projets grâce au Fonds de décarbonation de l'industrie, pour une aide 181 millions d'euros et une production de chaleur de 2,63 TWh/an.

LE TAUX RÉDUIT DE TVA À LA CHALEUR LIVRÉE POUR LES RÉSEAUX VERTUEUX

Les réseaux de chaleur utilisant au moins 50 % d'EnR&R permettent à leurs abonnés de bénéficier d'un taux de TVA de 5,5 % dans leur facture (abonnement et fourniture d'énergie).

LES CERTIFICATS D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE (CEE)

Le dispositif des CEE constitue l'un des principaux instruments de la politique de maîtrise de la demande énergétique. Depuis 2006, l'État oblige les vendeurs d'énergie (électricité, gaz, carburant, etc.) à réaliser des économies d'énergie auprès des consommateurs (ménages, professionnels, etc.). Un objectif pluriannuel est défini pour chaque opérateur. En fin de période, les obligés ne justifiant pas de l'accomplissement de leurs obligations par la détention du montant de CEE adéquat sont pénalisés financièrement. Les CEE sont générés par la mise en place ou le financement d'actions d'économie d'énergie par les obligés. Ces derniers peuvent acheter et vendre des CEE sur un marché d'échange pour compléter leurs obligations. Dans la pratique les entreprises qui valorisent ces CEE, les affichent auprès du client final sous forme d'une « prime énergie ».

LE « COUP DE POUCE CHAUFFAGE » est une bonification de cette « prime énergie » lors du remplacement du système de chauffage ou d'eau chaude sanitaire à énergie fossile d'un bâtiment résidentiel collectif ou tertiaire (chaudière à charbon, fioul, gaz, hors condensation), par un raccordement à un réseau de chaleur majoritairement à énergie renouvelable. En cas d'impossibilité de raccordement, le coup de pouce peut s'appliquer à la mise en place d'autres systèmes de chauffage renouvelable (pompes à chaleur et chaudières biomasse).

LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE RÉGIONAL (FEDER)

Le FEDER intervient dans le cadre de la politique européenne de cohésion économique, sociale et territoriale, notamment pour soutenir la transition vers une économie à faibles émissions de carbone et l'adaptation au changement climatique. Dans le cadre de la programmation pour 2021-2027 du budget de l'UE, 9,1 milliards d'euros du FEDER sont attribués à la France. Depuis la loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles du 27 janvier 2014, dite MAPTAM, les Régions gèrent presque totalement le FEDER.

8.2.2. DISPOSITIFS DE SOUTIEN POUR LES PARTICULIERS

MAPRIMERÉNOV

Lancée le 1^{er} janvier 2020, MaPrimeRénov' remplace le crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE) et les aides de l'Agence nationale de l'Habitat (Anah) « Habiter Mieux Agilité ».

MaPrimeRénov' permet de financer des travaux d'isolation, de chauffage, de ventilation ou d'audit énergétique d'une maison individuelle ou d'un appartement en habitat collectif. Les travaux doivent être obligatoirement réalisés par des entreprises labellisées RGE (Reconnues Garante pour l'Environnement).

Cette aide est accessible aux propriétaires occupants, propriétaires bailleurs et syndicats de copropriété.

Le montant de la prime est déterminé en fonction des ressources du foyer fiscal et du gain écologique des travaux. Pour les ménages les plus aisés, la prime est conditionnée à la mise en place d'une rénovation globale incluant plusieurs travaux. La prime peut être cumulée avec d'autres aides comme les certificats d'économie d'énergie, les aides des collectivités territoriales, celles d'Action Logement et le taux réduit de TVA.

LE TAUX RÉDUIT DE TVA À 5,5 %

Le taux réduit de TVA à 5,5 % s'applique aux travaux visant l'installation (incluant la pose, la dépose et la mise en décharge des ouvrages, produits ou équipements existants) de matériaux et d'équipements de chauffage renouvelable éligibles, sous réserve du respect des mêmes critères techniques et de performances que pour MaPrimeRénov' dans un logement de plus de deux ans. Le taux réduit s'applique aussi aux travaux induits qui sont définis dans l'instruction fiscale BOI-TVALIQ-30-20-95. Pour les autres travaux de rénovation, le taux réduit appliqué est de 10 %.

LE « COUP DE POUCE CHAUFFAGE »

Il s'agit d'une aide, octroyée dans le cadre du dispositif CEE jusqu'en 2024, pour le remplacement de chaudières fossiles au charbon, au fioul ou au gaz autre qu'à condensation par un équipement de chauffage renouvelable (chaudière biomasse, appareil de chauffage au bois, pompe à chaleur géothermique, aérothermique ou hybride, système à chaleur solaire ou raccordement à un réseau de chaleur). Le montant de l'aide varie de 450 € à 4 000 € et dépend de l'équipement de remplacement ainsi que des ressources du ménage.

LE FONDS AIR BOIS

Financée par des collectivités et par l'ADEME, l'aide du Fonds Air Bois permet à des ménages situés dans des territoires exposés à des dépassements des valeurs limites de particules fines, de remplacer leur appareil non performant de chauffage au bois par un équipement très performant (labellisé Flamme Verte ou être enregistré dans le registre de l'ADEME des appareils équivalents). Cette aide est cumulable avec l'aide MaPrimRénov'.

L'EXONÉRATION DE TAXE FONCIÈRE

Certaines collectivités locales proposent, de manière temporaire, une exonération partielle ou totale de la taxe foncière sur les propriétés bâties (TFPB) pour les logements qui font l'objet, par le propriétaire, de dépenses d'équipement pour réaliser des économies d'énergie.

L'ÉCO-PRÊT À TAUX ZÉRO

Il s'agit d'un prêt à 0 %, accessible sans conditions de ressources, pour financer un ou plusieurs travaux d'amélioration de la performance énergétique pour un logement principal achevé avant 1990. L'éco-prêt à taux zéro est distribué par les établissements de crédit ayant conclu une convention avec l'État. La banque apprécie sous sa propre responsabilité la solvabilité et les garanties de remboursement présentées par l'emprunteur. L'éco-prêt est cumulable avec les autres aides sans conditions de ressources. Le montant maximum du prêt est de 30 000 € remboursable sur 10 ans voir 15 ans.

Ont contribué à cette édition :

ADEME : Le Service Agriculture Alimentation Forêts, le Service Chaleur renouvelable et le Service Industrie

AFPG : Virginie SCHMIDLE-BLOCH

CIBE : Elodie PAYEN, Damien CHAGNAUD

FEDENE : Hugo BELIN, Gabriel VOLCOVSCHI

SER : Valérie WEBER-HADDAD, Maxime VION SAINT-SUPÉRY, Robin APOLIT SAGET-BORGETTO, Axel RICHARD, Quitterie VINCENT

UNICLIMA : Valérie LAPLAGNE

ADEME 27 rue Louis Vicat - 75015 Paris / www.ademe.fr

AFPG 77 rue Claude Bernard - 75005 Paris / www.afpg.asso.fr

CIBE 28 rue de la pépinière - 75008 PARIS / www.cibe.fr

FEDENE 28 rue de la pépinière - 75008 PARIS / www.fedene.fr

SER 40-42 rue La Boétie - 75008 Paris / www.enr.fr

UNICLIMA 11-17 rue de l'Amiral Hamelin - 75116 Paris / www.uniclima.fr

La responsabilité de l'ADEME, de l'AFPG, du CIBE, de la FEDENE, du SER et d'UNICLIMA ne saurait être engagée pour les dommages de toute nature, directs ou indirects, résultant de l'utilisation ou de l'exploitation des données et informations contenues dans le présent document, et notamment toute perte d'exploitation, perte financière ou commerciale.
Impression sur papier issu de forêts gérées durablement.