STRATÉGIE FRANÇAISE POUR L'ÉNERGIE ET LE CLIMAT

POTENTIEL RÉGIONAL

HORIZON 2030

CLUB DE LA CHALEUR 2024

Stratégie française pour l'énergie et le climat

Potentiel régional à horizon 2030

Contribution du Club de la Chaleur

1. Le contexte

Fin 2023, le ministère de la Transition énergétique publiait la Stratégie française pour l'énergie et le climat (SFEC) dont l'objectif est de créer « *une écologie à la française, fondée sur la science, alliant souveraineté, création d'emplois et de richesses pour les territoires et justice sociale.* »

Avec 45 % de la consommation d'énergie finale en France[1], la chaleur est le premier poste de consommation énergétique du pays. Or, seuls 27% sont couverts par des énergies renouvelables et de récupération, éminemment locales. Réduire notre consommation de chaleur et la verdir sont indispensables pour mener à bien la transition énergétique française.

En réhaussant les objectifs de développement des différentes filières énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), la SFEC s'inscrit dans cette dynamique tout à fait vertueuse :

Production de chaleur EnR&R (TWh)	2022[2]	2030	2035 bas	2035 haut
Consommation de chaleur	625[3]	556	507	507
Bois domestique	77	60	51	80
Bois collectif, industriel et tertiaire	31,1	74	83	98
Chaleur fatale	6,3[4]	20	25	29
Géothermie profonde	2,1	6	8	10
Géothermie de surface	4,6	10	15	18
Pompes à chaleur (hors géothermie)	39	74	92	102
Solaire thermique	1,3	6	10	10
Biogaz injecté et cogénération	9	37	35	61
Combustibles solides de récupération	0,2	10	11	11
Total	**170,6**	**297**	**330**	**419**
Taux EnR&R moyen national	**27%**	**53%**	**65%**	**83%**

Réseaux de chaleur	2021	2030	2035
Livraisons (TWh)	29	68	90
Taux EnR&R moyen (%)	63%	75%	80%

[1] Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération, édition 2023, données 2022.
[2] Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération, édition 2023, données 2022.
[3] Estimation réalisée à partir des données du Panorama.
[4] 6 TWh de chaleur fatale récupérée des UVE (données Panorama) et 0,3 TWh récupéré de sites industriels (données Enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid, édition 2023, données 2022).

2. La démarche du Club de la Chaleur.

Le verdissement de la production de chaleur et de froid est un chantier du quotidien qui s'ancre au plus profond des territoires. Ainsi, la transition énergétique sera concrétisée par les acteurs – publics et privés - de terrain. Partant de ce constat, le Club de la Chaleur a voulu proposer à ces derniers une estimation simple des potentiels énergétiques des régions. A travers cette démarche, le Club de la chaleur espère apporter une contribution aux débats énergétiques locaux.

La meilleure énergie est celle que l'on économise ! Le Club défend avec constance une réduction de la consommation de chaleur en adoptant des gestes plus sobres au quotidien et en améliorant l'efficacité énergétique des bâtiments et des procédés industriels. La neutralité carbone en 2050 n'est plus un objectif théorique, c'est un impératif qui exige des résultats concrets et un changement de paradigme. Le Club se prononce en faveur d'un remplacement massif des énergies fossiles par les énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) ; toutes locales et complémentaires.

Par exemple, le parcours EnR'CHOIX de l'ADEME aide les collectivités locales et les entreprises à évaluer et à choisir les solutions vertueuses les plus adaptées. L'EnR'CHOIX encourage les acteurs publics et privés à être énergétiquement plus sobres et efficaces, en mutualisant la consommation de chaleur par exemple, et à étudier la récupération de chaleur, autrement perdue, avant de mobiliser des énergies EnR non délocalisables. Le cas échéant, les EnR délocalisables complètent l'offre de chaleur renouvelable et la valorisation des ressources locales.

Le Club de la Chaleur soutient cette démarche qui assure une mobilisation durable de toutes les EnR&R locales et encourage leur complémentarité. Cependant, le Club tient à souligner que l'EnR'CHOIX nécessite un effort de pédagogie auprès des collectivités et une mise en œuvre pragmatique. De plus, l'EnR'CHOIX n'a pas été pensé pour le secteur résidentiel individuel ; il ne peut s'appliquer à ce secteur.

3. La méthodologie

Périmètre : avec le soutien et la participation d'experts-partenaires, le Club de la chaleur s'est concentré sur les EnR&R thermiques listées dans le tableau supra et s'est attaché à régionaliser les objectifs 2030 de la SFEC. Régionaliser les objectifs 2035 peut demander une approche différente pour certaines EnR&R.

La répartition régionale des objectifs SFEC : les travaux de régionalisation de la SFEC doivent être menés dans des délais contraints afin de disposer d'une nouvelle PPE fin 2024/début 2025. Considérant ce calendrier, les membres du Club de la Chaleur ont adopté une méthodologie simple et facilement réplicable qui consiste à appliquer une clé de répartition régionale aux objectifs SFEC nationaux. Des ajustements, fondés sur l'expérience des membres du Club, les spécificités des régions et les dynamiques actuelles, ont été apportés au cas par cas. Enfin, pour décrire un champ des possibles, un scénario haut est proposé en majorant l'objectif régional « SFEC » de 15%.

Potentiel régional 2030 = Potentiel national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : sauf exceptions motivées[5], il s'agit de l'objectif national SFEC 2030 pour une solution EnR&R donnée (voir tableau supra).

Clé de répartition régionale : il s'agit d'un indicateur décliné à l'échelle régionale qui permet de dimensionner ou de décrire une dynamique pour une EnR&R donnée. Cette clé de répartition est propre à chaque EnR&R : la géothermie profonde n'aura pas la même clé de répartition que la géothermie de surface.

Ajustements : cette approche théorique doit pouvoir tenir compte des retours d'expérience des experts « filières » qui ont une connaissance fine du terrain. Pour cela, les membres du Club ont recueilli leurs avis et procédé à des ajustements afin que les résultats soient aussi cohérents que possible avec les dynamiques locales.

4. Les fiches filières

Pour chaque EnR&R étudiée, une fiche méthodologique standardisée a été réalisée selon le plan suivant :

[5] Voir fiches géothermie profonde, récupération de chaleur fatale sur UVE, récupération de chaleur fatale sur stations d'épuration.

- Présentation de la filière
- Méthodologie de régionalisation
- Synthèse des potentiels régionaux 2030
- Remarques complémentaires

Nota bene : la répartition régionale des objectifs SFEC proposée dans ce document est théorique, fondée sur des données publiques, les retours d'expériences des associations professionnelles et l'expertise de leurs adhérents ainsi que sur les dynamiques constatées dans les territoires.

Le Club de la Chaleur suggère avant tout un **champ des possibles** pour mettre à disposition des acteurs les outils nécessaires à la tenue de débats régionaux et contribuer aux travaux qui auront lieu dans les Comités régionaux de l'énergie et les groupes de travail associés. C'est pour cette raison, que le Club propose une **fourchette « SFEC »** et **« Potentiel haut »** à horizon 2030. Cette contribution ne peut en aucun cas remplacer des études de potentiels effectuées sur le terrain.

Cette évaluation correspond à des potentiels théoriques, dont l'exploitation sera conditionnée aux **moyens mis en œuvre** à différents échelons territoriaux.

5. Questions et approfondissements

Cette contribution est le fruit d'un travail collaboratif des membres du Club de la Chaleur et de leurs partenaires. Ils se tiennent à la disposition des autorités nationales et locales pour approfondir leurs propositions :

Fiches	Associations référentes	Contacts
Général	FEDENE	mlettry@fedene.fr
Bois domestique	Syndicat des Energies Renouvelables (SER)	axel.richard@enr.fr
Bois collectif, industriel et tertiaire	CIBE	c.fischer@cibe.fr
Chaleur fatale	FEDENE	mlettry@fedene.fr
Géothermie profonde	AFPG, SER, FEDENE	armand.pomart@afpg.asso.fr
Géothermie de surface	AFPG, SER	xavier.moch@afpg.asso.fr
Pompes à chaleur (hors géothermie)	AFPAC, UNICLIMA	arnaud.kautzmann@edf.fr valerie.laplagne@uniclima.fr
Solaire thermique	ENERPLAN	richard.loyen@enerplan.asso.fr
Biogaz injecté & cogénération	SER	robin.apolit@enr.fr
Combustibles solides de récupération	FNADE et FEDENE	gvolcovschi@fedene.fr
Réseaux de chaleur et de froid	CEREMA et FEDENE	reseaux-chaleur@cerema.fr mlettry@fedene.fr

Qui sommes-nous ?

Le Club de la chaleur regroupe les associations des acteurs publics et privés qui œuvrent au quotidien pour réduire et décarboner la consommation de chaleur et de froid en France. Ensemble, elles définissent et coordonnent des actions communes pour placer la chaleur décarbonée au cœur de la transition énergétique.

À propos de l'AFPG - www.afpg.asso.fr

L'Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG), a été créée le 15 juin 2010 à Paris. Elle fédère une centaine d'entreprises représentant les métiers de l'énergie géothermique en France métropolitaine et dans les Outre-mer. L'AFPG a pour objectif de promouvoir et d'accélérer le recours à la géothermie, énergie renouvelable, locale et non intermittente, faiblement émettrice de CO_2 et capable de produire de l'électricité, de la chaleur, du froid et des minéraux.

À propos d'AMORCE - www.amorce.asso.fr

Rassemblant plus de 1 000 adhérents (communes, intercommunalités, conseils départementaux, conseils régionaux, entreprises, fédérations professionnelles et associations), AMORCE constitue le premier réseau national de collectivités territoriales et d'acteurs locaux engagés dans la transition écologique. Réseau d'information et de partage d'expériences, AMORCE accompagne les collectivités locales et les décideurs locaux dans la mise en œuvre de leurs stratégies territoriales de gestion des déchets et d'économie circulaire, de transition énergétique et de gestion durable de l'eau.

À propos de l'ATEE – www.atee.fr

L'Association technique énergie environnement (ATEE) est une association professionnelle française dont le but est la promotion de l'efficacité énergétique dans les entreprises et les collectivités, l'information sur les enjeux environnementaux liés à l'énergie et le soutien aux énergies renouvelables. Elle compte 2 500 adhérents et publie ENERGIE PLUS, la revue bimensuelle de la maîtrise de l'énergie. Avec ses 6 clubs thématiques (CEE, Biogaz, Power to gaz, Stockage d'énergies, Cogénération, Pyrogazéification) et ses 11 délégations régionales, l'ATEE constitue un carrefour d'échanges et de réflexion pour ses adhérents permettant de confronter les points de vue et de capitaliser les retours d'expérience.

À propos du CIBE - www.cibe.fr

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

À propos d'ENERPLAN - www.enerplan.asso.fr

ENERPLAN représente l'ensemble de l'offre solaire industrielle et commerciale en France (industriels, ensembliers, bureaux d'études, installateurs, architectes, énergéticiens...). Sa vocation : Agir pour la promotion et le développement de l'énergie solaire. Ses missions : représenter et défendre les professionnels du solaire ; animer, structurer et promouvoir la filière solaire française.

À propos de la FEDENE – www.fedene.fr

La FEDENE est la fédération représentative de la décarbonation de la chaleur, un secteur qui rassemble plus de 1 500 entreprises et 50 000 salariés en France pour un chiffre d'affaires annuel de 13 milliards d'euros. La fédération rassemble les industriels des filières de chaleur et de froid renouvelables (bois-énergie, valorisation énergétique des déchets, géothermie, solaire thermique...), sur l'ensemble de la chaine de valeur, de l'installation de systèmes de production et réseaux jusqu'à leur gestion et leur maintenance dans le bâtiment.

À propos du SER - www.enr.fr

Le Syndicat des énergies renouvelables SER regroupe 450 adhérents, représentant un secteur générant plus de 150 000 emplois. Elle est l'organisation professionnelle qui 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.

À propos de VIA SÈVA - www.viaseva.org

L'association Via Sèva a été créée en novembre 2000, sa mission est de faire découvrir au grand public le fonctionnement et les avantages des réseaux de chaleur et de froid, aussi bien sur le plan de leurs performances énergétiques et du prix, que de leur impact positif sur l'environnement.

Les experts-partenaires consultés

Le Club de la chaleur a travaillé avec des experts-partenaires qu'il tient à remercier :

À propos de l'AFPAC - www.afpac.org

Un panel représentatif de membres : créée en 2002, l'Association Française pour les Pompes à Chaleur (AFPAC) regroupe un panel représentatif de membres de l'ensemble de la filière : industriels, bureau d'études, énergéticiens, distributeurs, laboratoires d'essai et centres techniques, syndicats professionnels, services institutionnels, organismes de certification et de contrôle. Elle réalise aussi des actions de communication auprès des pouvoirs publics français et européens afin de les sensibiliser à l'intérêt énergétique et environnemental de ces systèmes de chauffage. Elle répond enfin aux nouvelles attentes des consommateurs de plus en plus demandeurs d'informations.

À propos du CEREMA - www.cerema.fr

Le Cerema est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires, présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 400 agents. Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport. Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

À propos de la FNADE - www.fnade.org/fr

La FNADE, Fédération Nationale des Activités de la Dépollution et de l'Environnement, est l'organisation professionnelle représentative de l'ensemble de la filière déchets. Acteur majeur de l'économie circulaire, la filière déchets produit des matières recyclées, des fertilisants et de l'énergie verte, en substitution de ressources naturelles et d'énergies fossiles. Elle apporte des solutions aux défis majeurs de l'environnement et du climat. La FNADE en chiffres : 257 entreprises privées adhérentes 44 536 salariés en France 11,4 milliards d'euros de chiffre d'affaires ~800 millions d'euros d'investissements. Elle est membre de la FEAD (European Waste Management Association).

Economies d'énergie

Présentation de la filière

La meilleure énergie, c'est celle que l'on ne consomme pas. Pour s'affranchir des énergies fossiles (gaz naturel, fioul) ou électriques importées dont l'approvisionnement et les prix s'avèrent instables, économiser l'énergie n'est plus seulement conseillé mais indispensable. Tendre vers une consommation raisonnée est une priorité pour relever les défis énergétiques de demain et garantir la souveraineté énergétique française. Cela peut se faire par plusieurs moyens :

- **Sobriété :** la crise énergétique déclenchée en 2022 à la suite de la guerre en Ukraine a mené le gouvernement à lancer depuis l'hiver 2022-2023 un plan de sobriété, permettant de sécuriser les approvisionnements pendant tout l'hiver et diminuer la pression sur les réseaux d'énergie, et à plus long terme de réduire notre impact environnemental. La sobriété vise à diminuer les consommations énergétiques en adaptant les comportements des usagers, afin d'éviter les excès et le gaspillage. Elle peut passer par des gestes simples tels que débrancher les appareils électriques non utilisés ou baisser le chauffage.
- **Efficacité énergétique :** l'efficacité énergétique vise une réduction de la consommation énergétique grâce à une meilleure performance des équipements. Cela comprend notamment la meilleure isolation des logements, la conception et l'utilisation d'appareils moins énergivores, ou encore la valorisation de chaleur fatale. La rénovation énergétique est un des leviers principaux de l'efficacité énergétique. Celle-ci est soutenue par plusieurs dispositifs d'aides, comme MaPrimeRénov' (résidentiel) ou les Certificats d'Economies d'Energie (résidentiel, tertiaire, industrie etc.).

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : la SFEC prévoit un objectif de consommation de chaleur de 555 TWh par an.

Clé de répartition régionale : en appliquant la méthode expliquée ci-après aux données de consommation 2022 de chaque secteur[6], les objectifs de réduction de consommation de chaleur sont les suivants :

	Résidentiel	Tertiaire	Industrie
Consommation 2022 [6]	317 TWh	120 TWh	208 TWh
Réduction 2022 - 2030	- 41 TWh	- 37 TWh	- 13 TWh

- Résidentiel **:** la révision de la directive sur la performance énergétique des bâtiments (EPBD) oblige les Etats membres à réduire la consommation d'énergie des bâtiments résidentiels existants de 16 % d'ici 2030 comparé à 2020. En partant du principe que ces réductions sont réalisées de manière linéaire sur 10 ans, il resterait 13 % à atteindre entre 2022 et 2030.
- Tertiaire : le décret Eco Energie Tertiaire oblige les bâtiments tertiaires de plus de 1 000 m² à réaliser 40% d'économies d'énergies d'ici 2030. Les bâtiments soumis à ce décret représentent 68% du parc tertiaire[7]. Pour les autres bâtiments, un objectif de réduction de 10% des consommations est appliqué.
- Industrie : l'objectif de réduction de consommation en industrie est calculé par différence avec les autres secteurs.

Ajustement : pour les secteurs résidentiel et tertiaire, les potentiels sont déclinés pour chaque région au prorata des degrés jours unifiés (DJU) régionaux.

Synthèse des potentiels régionaux 2030

[6] Source : CEREMA
[7] Source : ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires, Éco Énergie Tertiaire (EET), 24 janvier 2023.

Chaleur consommée (TWh/an)	Proposition de potentiel « *Consommation de chaleur* »				
	2022 [8]	2030			
	Total	Total	Résidentiel	Tertiaire	Industrie
Auvergne-Rhône-Alpes	91	82	40	15	26
Bourgogne-Franche-Comté	31	23	14	3	5
Bretagne	32	25	15	3	7
Centre-Val de Loire	27	20	12	2	6
Grand Est	97	86	32	10	44
Hauts-de-France	79	69	29	7	34
Île-de-France	70	62	39	15	8
Normandie	46	38	15	3	19
Nouvelle-Aquitaine	59	53	28	10	15
Occitanie	42	38	24	8	6
Pays de la Loire	34	27	15	4	8
Provence-Alpes-Côte d'Azur	37	32	14	4	14
Totaux	**646**	**555**	**277**	**84**	**194**

Remarques complémentaires

Le **Contrat de Performance Energétique** (CPE) est un outil puissant permettant de faire des économies d'énergies réelles et durables. Il repose sur une obligation de résultats, engageant l'exploitant de l'installation thermique à entreprendre des actions pour faire économiser un certain pourcentage de consommation d'énergie, défini dans le contrat pour une durée précisée, sous risque de pénalités.

[8] Source : CEREMA.

Bois domestique

Présentation de la filière

En 2022, 7,7 millions d'appareils à inserts, poêles et chaudières à bûches ou granulés de bois ont couvert 12,3 % des besoins de chaleur de la France métropolitaine.

Le nombre de ménages équipés ne cesse d'augmenter, tandis que la consommation d'énergie diminue grâce à l'amélioration du rendement énergétique des appareils performants, souvent labellisés Flamme Verte.

Le bois-énergie présente plusieurs avantages :

- **Indépendance énergétique :** les énergies fossiles sont remplacées par une énergie renouvelable à fort rendement énergétique.
- **Ecologie :** l'émission de 21 millions de tonnes de CO_2 sont évitées tous les ans.
- **Economie :** la gestion du patrimoine forestier en offrant un revenu complémentaire aux propriétaires forestiers.
- **Pouvoir d'achat :** le pouvoir d'achat des ménages et la compétitivité des entreprises grâce à des prix bas et stables.
- **Emplois :** le bois-énergie représente 50 000 emplois directs et indirects ancrés dans les territoires.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel SFEC national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : l'objectif de la SFEC prévoit une forte diminution de la production de chaleur à partir du bois domestique, de 77 TWh en 2022[9] à 60 TWh en 2030. Cependant, les représentants des professionnels du chauffage au bois domestique envisagent **une baisse moins importante avec un passage à 72,5 TWh en 2030**.

Cette baisse s'explique par le remplacement d'anciens appareils peu performants par des appareils performants consommant moins de biomasse, couplé à une meilleure isolation des logements et l'usage de combustible de meilleure qualité au pouvoir calorifique plus fort.

Clé de répartition : La différence entre l'objectif de 2030 et la production nationale de 2022 (4,5 TWh d'après la filière) est répartie à 50% au prorata de la production régionale et à 50% au prorata de la part régionale des ventes d'appareils.

Le calcul peut se résumer avec la formule suivante :

Objectif Rég. 2030 = Prod. Rég. 2022 + (Obj. national 2030 – Prod. nationale 2022) x coefficient régional

Où le coefficient régional : Cr= (0,5 × Part production régionale) + (0,5 × Part vente régionale)

Ajustements : les ajustements sont basés sur la différence entre la part de vente et la part de la production régionale. Les régions qui ont une part de vente beaucoup plus faible (moins dynamiques) que leur part dans la production nationale, voient leur objectif réduit. C'est le cas en région Grand-Est (-0.2 TWh) et en région Bourgogne Franche Comté (-0.1 TWh). Cette baisse reflète dans l'objectif l'impact d'un plus faible dynamisme sur la consommation.

Cette baisse est répercutée en positif sur les régions dont la part des ventes est beaucoup plus forte que leur contribution dans la production nationale (Bretagne et Pays de la Loire : +0.15 TWh) pour refléter à l'inverse un dynamisme proportionnellement plus fort.

[9] Source : Panorama de la Chaleur renouvelable et de récupération, édition 2023, données 2022

Synthèse des potentiels régionaux 2030

Production de chaleur (TWh)	Panorama 2023[10]	Potentiels 2030	
Régions	**2022**	**Potentiel bas**	**Potentiel filière**
Auvergne - Rhône-Alpes	9,6	7,5	9,0
Bourgogne – Franche -Comté	6,3	5,0	5,8
Bretagne	5,1	3,8	4,9
Centre Val-de-Loire	4,0	3,1	3,7
Grand-Est	12,7	10,4	11,8
Hauts-de-France	6,9	5,3	6,5
Ile-de-France	2,9	2,1	2,8
Normandie	5,2	4,0	4,9
Nouvelle-Aquitaine	9,5	7,4	8,9
Occitanie	7,1	5,5	6,6
Pays de la Loire	4,5	3,4	4,4
Provence-Alpes-Côte d'Azur	3,4	2,5	3,2
France	**77**	**60**	**72,5**

Le Club de la Chaleur propose aux acteurs locaux un **champ des possibles** prenant la forme d'une **fourchette « potentiel bas »** et **« potentiel filière »** à horizon 2030 pour contribuer aux travaux des Comités régionaux de l'énergie et des groupes de travail associés. L'objectif « potentiel filière » suggère une trajectoire plus ambitieuse que celle de la SFEC qui tient compte tant de la disponibilité des ressources que de l'évolution des besoins en bois domestique à horizon 2030.

Il est rappelé que cette évaluation correspond à des potentiels théoriques, pour mettre à disposition des acteurs les outils nécessaires à la tenue de débats régionaux et contribuer aux travaux qui auront lieu dans les Comités régionaux de l'énergie et les groupes de travail associés. Elle sera notamment conditionnée **aux moyens mis en œuvre**, aux **données régionales disponibles** sur l'ensemble des ressources que constitue la biomasse énergie (bois forestiers tenant compte en particulier des impacts du changement climatique, bois hors forêt, bois fin de vie, connexes ...). Sont inclus dans ces potentiels les projets lauréats non encore en fonctionnement.

Remarques complémentaires

Il est important pour la filière chauffage au bois domestique d'afficher, comme dans la stratégie nationale, un objectif en nombre de ménages équipés. Cet indicateur complémentaire qui augmente alors même que l'énergie consommée baisse permet de mieux saisir la dynamique d'efficacité énergétique de la filière. Au niveau national, il est ainsi prévu de passer de 7,7 millions d'appareils équipés en 2022 à 10,7 millions en 2035. La régionalisation de cet indicateur nécessite un travail complémentaire.

FAQ

Pour toute question, vous pouvez contacter : axel.richard@enr.fr

[10] Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération, édition 2023, données 2022

Bois-énergie collectif, industriel et tertiaire

Présentation de la filière

Le bois-énergie s'est développé depuis les années 2000 dans le collectif (principalement via les réseaux de chaleur dont il a contribué fortement au verdissement), l'industrie et le tertiaire comme levier de décarbonation mature, reproductible mais également d'autonomie énergétique. Il permet de plus la valorisation de ressources territoriales et diversifiées : co-produits de la sylviculture, de l'industrie, entretien des parcs, haies, jardins, bois en fin de vie, avec des rayons d'approvisionnement généralement inférieurs à 200 km.

7 900 installations de plus de 50 kW maillent l'ensemble du territoire français, et évitent d'ores et déjà l'émission de 6,5 Mt de CO_2 fossile, en dynamisant l'emploi local et en réduisant la précarité énergétique. Avec plus de 6 000 installations de moins de 1MW sur tout le territoire, le parc français s'est développé sur un maillage local permis par une structuration de l'approvisionnement.

Cette présence du bois-énergie dans toute la métropole connait des dynamiques régionales différentes qui s'accentueront à horizon 2030 du fait de la disparité des besoins (densité de population et industrielle notamment). Ce développement devra s'appuyer sur des plans d'approvisionnement élargis et maitrisés pour des installations à fort rendements.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel SFEC national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : la SFEC prévoit un objectif national de production de chaleur en 2030 de 74 TWh/an, la référence étant de 31 TWh/an en 2022.

Cet objectif est en cohérence avec les travaux que le CIBE a engagé en parallèle de la rédaction de la SFEC sur le bois-énergie collectif, industriel et tertiaire à horizon 2030, en lien avec ses partenaires. Reprenant les trois axes historiques de développement, industries (industrie du bois et autres industries), réseaux de chaleur et chaufferies dédiées dans le collectif et le tertiaire, les projections sont issues d'hypothèses distinctes et spécifiques pour chacun de ces usages prenant en compte leur développement national historique, leur dynamique de développement actuelle et leur potentiel de développement.

Clés de répartition : d'ici 2030, l'objectif national est réparti entre ces trois secteurs selon la répartition suivante, avec 61% pour l'industrie, 27% via les réseaux de chaleur et 12% pour les chaufferies dédiées :

	Industrie	Réseaux de chaleur	Chaufferies dédiées	Total
2030	45 TWh	20 TWh	9 TWh	74 TWh

- Bois industrie : la clé de répartition est calculée à partir des données de consommations de chaleur annuelles dans l'industrie du CEREMA et des données 2022 du bois-énergie dans ce secteur dans chaque région pour évaluer le potentiel de décarbonation.
- Bois réseaux de chaleur : la répartition régionale 2030 de l'utilisation de la biomasse dans les réseaux est issue de FEDENE-Réseaux de Chaleur & Froid. Elle est reprise pour définir le potentiel de la chaleur bois supplémentaire dans ce secteur (voir fiche Réseaux de chaleur).
- Bois chaufferies dédiées aux bâtiments : la clé de répartition correspond à la répartition régionale des volumes de chaleur produite par les chaufferies dédiées en 2022.

Ajustements : néant

Synthèse des potentiels régionaux 2030

Production de chaleur (TWh)	Panorama 2023 [11]	Potentiels 2030			
	Bois coll. total 2022	Bois coll. total 2030	Bois Réseaux 2030	Bois Industrie 2030	Bois Ch. dédiées 2030
Auvergne-Rhône-Alpes	4,4	11,5	4,2	5,1	2,2
Bourgogne-Franche-Comté	2,2	4,6	1,4	2,4	0,7
Bretagne	1,0	2,9	0,6	1,9	0,4
Centre-Val de Loire	1,4	3,6	1,6	1,8	0,2
Grand Est	4,5	11,9	3,5	7,8	0,6
Hauts-de-France	2,3	7,4	1,6	5,4	0,4
Île-de-France	1,4	4,7	3,1	1,4	0,2
Normandie	1,7	5,2	1,3	3,7	0,2
Nouvelle-Aquitaine	7,7	11,2	1,1	8,4	1,7
Occitanie	2,3	4,6	0,9	2,3	1,4
Pays de la Loire	1,4	3,4	0,8	2,2	0,4
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	0,5	2,9	0,3	2,3	0,3
France	**31**	**74**	**20**	**45**	**9**

Il est rappelé que cette évaluation correspond à des potentiels théoriques, pour mettre à disposition des acteurs les outils nécessaires à la tenue de débats régionaux et contribuer aux travaux qui auront lieu dans les Comités régionaux de l'énergie et les groupes de travail associés. Elle sera notamment conditionnée **aux moyens mis en œuvre**, aux **données régionales disponibles** sur l'ensemble des ressources que constitue la biomasse énergie (bois forestiers tenant compte en particulier des impacts du changement climatique, bois hors forêt, bois fin de vie, connexes ...). Sont inclus dans ces potentiels les projets lauréats non encore en fonctionnement.

Remarques complémentaires

Les liqueurs noires de papeterie[12] peuvent également être valorisées pour produire de la chaleur. Cette valorisation représente 6,5 TWh de chaleur par an dans le secteur industrie, en 2022 et en 2030.

FAQ

Pour toute question, vous pouvez contacter : c.fischer@cibe.fr

[11] Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération, édition 2023, données 2022
[12] La liqueur noire est un sous-produit de l'industrie papetière formée à partir de pulpe de bois, de lignine et de l'hémicellulose.

Chaleur fatale

Présentation de la filière

Si la meilleure énergie est celle que nous ne consommons pas, la seconde est assurément celle que nous recyclons. Procédés industriels, centres de données, unités de valorisation énergétique des déchets (UVE), traitement des effluents, nombreuses sont les installations dont le process génère une chaleur qu'elles ne peuvent éviter et qui sera dissipée dans l'environnement.

Récupérer cette énergie pour chauffer des bâtiments ou des sites industriels via un réseau de chaleur apporte des bénéfices immédiats :

- **Souveraineté énergétique :** la chaleur récupérée réduit d'autant les importations d'énergies fossiles qui auraient été utilisées pour chauffer les bénéficiaires. En France, une étude de l'ADEME chiffre la chaleur fatale non valorisée à 100 TWh/an.
- **Climatique :** la récupération de chaleur fatale réduit autant la consommation d'énergies fossiles que les émissions de gaz à effet de serre que ces dernières génèrent.
- **Economique :** le coût énergétique évité par la récupération de cette chaleur bénéficie tant aux consommateurs qu'aux installations industrielles et tertiaires qui la produisent.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel SFEC national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : La SFEC encourage les réseaux de chaleur à capter et réinjecter 24 TWh de chaleur EnR&R fatale d'ici 2030. Cet objectif est subdivisé comme suit : 16 TWh des UVE[13], 7 TWh de l'industrie (source DGEC) et 2 TWh des centres de données et stations d'épuration[14].

Clé de répartition : une clé de répartition ad hoc a été attribuée à chaque source de chaleur fatale en fonction de ses spécificités et des données disponibles.

- **UVE :** en 2019, FEDENE-Déchets-Energie et le SN2E ont mené une étude de potentiel sur 90 des 118 UVE qui concluait que 8 TWh EnR&R de chaleur fatale étaient encore inexploités. Cette étude est annexée au présent document. En valorisant ce potentiel, 16 TWh de chaleur EnR&R pourraient être récupérés par les réseaux de chaleur d'ici 2030. Ce potentiel ne prend pas en compte la création de nouvelles installations et l'augmentation des capacités de certaines UVE lors de leur modernisation, pour accueillir des déchets mis jusque-là` en décharge. L'évaluation de ces capacités supplémentaires est en cours par Amorce, les résultats de cette enquête seront disponibles à l'automne 2024. La déclinaison régionale du potentiel de 16 TWh reprend les conclusions de cette étude de potentiel mise à jour en 2024 (105 sites au total).
- **Industrie :** pour évaluer la capacité des réseaux de chaleur, actuels ou potentiel, à récupérer la chaleur fatale des processus industriels, la FEDENE s'est appuyée sur une base de données d'un adhérent FEDENE géolocalisant et évaluant le potentiel de chaleur fatale de plus de 5 000 sites ICPE[15].
- **Centres de données et stations d'épuration :** les Potentiels ont été alloués en fonction de la répartition territoriale des ménages français (source INSEE). Une hypothèse de départ a été posée ; à savoir que les gisements valorisables de chaleur fatale informatique et, a fortiori, de stations d'épuration sont situés à proximité des bassins de population.

[13] Source : Plan Marshall, 100% EnR&R. L'objectif SFEC fixait un objectif de 24 TWh de chaleur fatale issu d'UVE (12 TWh d'EnR et 12 TWh de R) supérieur au potentiel identifié par la profession. De plus, la répartition de la SFEC compliquait la répartition les objectifs UVE et Biomasse entre les régions.

[14] Les adhérents FEDENE proposent d'accroitre l'objectif de récupération de chaleur sur data centers et STEP pour inciter les collectivités à collecter ce gisement de chaleur fatale mitoyen des centres urbains.

[15] Les résultats obtenus ont semblé plus cohérents - bien que très proches - de ceux tirés de la base de données « Chaleur fatale » de l'ADEME.

Synthèse des potentiels régionaux 2030

Chaleur fatale récupérée par un réseau de chaleur (TWh)	Panorama 2022[16]	Potentiels 2030				
	Total 2022	Potentiel bas UVE	Potentiel bas Industrie	Potentiel bas Data & STEP	Potentiel total bas	Potentiel total haut
Auvergne-Rhône-Alpes	1,4	2,0	0,6	0,2	2,9	3,3
Bourgogne-Franche-Comté	0,4	0,5	0,2	0,1	0,7	0,8
Bretagne	0,3	0,5	0,4	0,1	1,0	1,2
Centre-Val de Loire	0,1	0,6	0,2	0,1	0,9	1,1
Grand Est	0,7	1,2	1,1	0,2	2,4	2,8
Hauts-de-France	0,5	1,4	1,5	0,2	3,0	3,5
Île-de-France	4	5,3	0,6	0,4	6,2	7,2
Normandie	0,5	0,9	0,6	0,1	1,6	1,8
Nouvelle-Aquitaine	0,4	1,0	0,6	0,2	1,8	2,0
Occitanie	0,4	1,0	0,3	0,2	1,5	1,7
Pays de la Loire	0,5	0,6	0,4	0,1	1,1	1,3
Provence-Alpes-Côte d'Azur	0,2	1,1	0,7	0,2	1,9	2,1
France	**9,6**	**16**	**7**	**2**	**25**	**29**

Le Club de la Chaleur propose aux acteurs locaux un **champ des possibles** prenant la forme d'une **fourchette « potentiel bas »** et **« potentiel haut »** à horizon 2030 pour contribuer aux travaux des Comités régionaux de l'énergie et des groupes de travail associés.

Remarques complémentaires

En croisant les bases de données « Chaleur Fatale » de l'ADEME et du Schéma Directeur 2030 des réseaux de chaleur VIA SEVA - MANERGY, la FEDENE a identifié un potentiel de chaleur fatale industrielle valorisable :

- 1,5 TWh situés à moins de 5 km d'un réseau de chaleur existant ;
- 23,5 TWh situés à moins de 5 km d'un réseau à créer.

FAQ

Pour toute question, vous pouvez contacter : mlettry@fedene.fr

[16] FEDENE, Enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid, édition 2023, données 2022

Géothermie profonde

Présentation de la filière

La géothermie profonde, avec des ressources situées entre 500 et 5 000 mètres sous terre, produit de la chaleur moyenne et haute température (entre 40°C et 200°C) pouvant alimenter des réseaux de chaleur urbains et de nombreuses filières industrielles.

Renouvelable, décarbonée et locale, maîtrisée, cette énergie présente un potentiel considérable en France permettant d'améliorer l'indépendance énergétique du pays. Elle est indispensable pour accélérer le verdissement et la décarbonation de la chaleur dans le mix énergétique français et se base sur le savoir-faire d'une filière française structurée. C'est également une des énergies les moins émettrice de CO2 (< 10 g/kWh) et avec l'impact au sol le plus faible.

Des régions fortement urbanisées, comme les bassins parisien et aquitain, disposent de ressources géothermales abondantes, pouvant notamment être valorisées par les réseaux de chaleur, pour répondre à une forte demande en chauffage et eau chaude sanitaire. De son côté, le Bassin rhénan avec sa géologie particulière peut produire de la chaleur à haute température et du lithium. D'autres territoires moins connus mériteraient de voir leurs ressources explorées.

Pour accélérer son développement, les pouvoirs publics ont lancé il y a peu un Plan national Géothermie qui permettra à terme de chauffer tous les ans plus de 3 millions de français.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel SFEC national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : La SFEC prévoit un objectif national en 2030 de 6 TWh/an, la référence étant de 2,3 TWh/an pour l'année 2021.

L'AFPG, le SER et la FEDENE proposent de rehausser le potentiel SFEC 2030 à 7 TWh pour tenir compte de la dynamique actuelle, de très nombreux projets étant en attente de démarrage du fonds de garantie du risque géologique qui sera opérationnel d'ici juin 2024.

Clé de répartition : d'ici 2030, les installations de géothermie profonde alimenteront des réseaux de chaleur et des procédés industriels. L'AFPG et le SER ont retenu la ventilation : 87% réseaux – 13% industrie.

- Réseaux de chaleur : la méthodologie consiste à additionner le volume de chaleur géothermique actuellement livrée par les réseaux de chaleur[17] à ceux des projets que les adhérents FEDENE mettront en service d'ici 2030[18].
- Industrie : le CEREMA a transmis une répartition régionale des consommations de chaleur de l'industrie. Celle-ci est ensuite appliquée à la production de chaleur géothermique dédiée à l'industrie.

Ajustements : en appliquant la méthodologie proposée, les potentiels des régions Auvergne-Rhône-Alpes, Nouvelle-Aquitaine et Provence-Alpes-Côte-D'Azur ne coïncidaient pas avec la dynamique de développement observée. Cette méthodologie n'a donc pas été retenue et les objectifs SRADDET actuels ont été pris en compte pour ces trois régions.

[17] FEDENE, Enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid 2023, données 2022.
[18] Dans le cadre du plan d'actions gouvernemental relatif à la géothermie, la FEDENE a recensé les projets géothermiques pilotés par ses adhérents et qui seront livrés d'ici 2030.

Synthèse des potentiels régionaux 2030

Production de chaleur (TWh)	Etude AFPG 2023[19]	Potentiels 2030	
	2022	Potentiel bas	Potentiel haut
Auvergne-Rhône-Alpes	0	0,6	0,7
Bourgogne-Franche-Comté	0	0,004	0,005
Bretagne	0	0,0	0,0
Centre-Val de Loire	0,01	0,1	0,1
Grand Est	0,18	0,6	0,7
Hauts-de-France	0	0,5	0,5
Île-de-France	1,69	4,3	4,9
Normandie	0	0,0	0,0
Nouvelle-Aquitaine	0,12	0,6	0,7
Occitanie	0,04	0,2	0,2
Pays de la Loire	0	0,0	0,0
Provence-Alpes-Côte d'Azur	0	0,1	0,1
France	**2,05**	**7,0**	**8,1**

Le Club de la Chaleur propose aux acteurs locaux un **champ des possibles** prenant la forme d'une **fourchette « potentiel bas »** et **« potentiel haut »** à horizon 2030 pour contribuer aux travaux des Comités régionaux de l'énergie et des groupes de travail associés. Ces potentiels s'appuient sur les gisements prouvés à date.

Remarques complémentaires

En mutualisant leurs connaissances, l'AFPG, le SER et la FEDENE estiment que 80 doublets géothermiques devront être réalisés en France métropolitaine pour produire 7 TWh d'ici 2030. Un recensement réalisé auprès des adhérents de la FEDENE montre qu'au moins 47 projets sont déjà lancés et devraient être livrés d'ici 2030. Ainsi, environ 30-35 nouveaux doublets doivent être identifiés, planifiés et livrés ces six prochaines années. La géothermie profonde dans les territoires outremarins, notamment en contexte volcanique, montre également de forts potentiels, tant pour la production d'électricité que pour la production de froid.

FAQ

Pour toute question, vous pouvez contacter : armand.pomart@afpg.asso.fr

[19] AFPG, La géothermie en France - Étude de filière 2023, 6ème édition, septembre 2023

Géothermie de surface

Présentation de la filière

La géothermie de surface est la valorisation de la douceur naturelle du sous-sol en proche surface. Plus chaud que l'air extérieur en hiver, et plus frais en été, son utilisation permet de chauffer et de rafraîchir efficacement les bâtiments mais également de répondre aux besoins thermiques de certains process (eau chaude sanitaire, séchage, déshumidification, fermentations, …).

Présente sur l'ensemble du territoire et mobilisable par différentes technologies, cette énergie s'intègre aisément au contexte urbain grâce à son absence de nuisance : elle est à la fois invisible, insonore, et ne participe pas à l'effet « îlot de chaleur urbain » lors des périodes très chaudes en plein été. Elle se différencie également par la durée de vie du matériel, pour la partie enterrée mais aussi pour celle en surface, notamment du fait de l'absence d'exposition aux rigueurs météorologiques (précipitations, températures extrêmes, …). Elle peut être pensée à l'échelle d'un bâtiment (installation unique) comme dans le cadre de travaux d'urbanisme (réseau de chaleur et de froid, boucle d'eau tempérée).

En février 2023, la Ministre de la transition énergétique envisageait, en coordination étroite avec le Haut-commissaire au Plan, un objectif de 100 TWh/an de chaleur par géothermie d'ici 15 à 20 ans.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel SFEC national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : la SFEC prévoit un objectif national en 2030 de 10 TWh/an, la référence étant de 3,9 TWh/an pour l'année 2021.

Clé de répartition : les associations partenaires ont considéré les objectifs SRADDET initialement proposés tels des talons auxquels ajouter une croissance supplémentaire pour atteindre les objectifs SFEC 2030.

- **Objectifs SRADDET :** un travail de recensement du SER et de l'APFG a permis de rassembler tous les objectifs qui avaient été portés par la filière lors de l'établissement des SRADDET pour la géothermie de surface. Ils constituent le talon dans chaque région. La somme de ces objectifs portait l'ambition à 8,7 TWh en 2030.
- **Croissance supplémentaire :** la croissance supplémentaire à répartir entre les régions est de 1,3 TWh[20]. En croisant plusieurs bases de données, dont celle fournie par le CEREMA, la FEDENE a pu estimer la consommation de chaleur par secteur et par région. Les partenaires sont partis du postulat que la croissance actuelle se maintiendrait durant la décennie. Les données du SER et l'AFPG fournissent la ventilation sectorielle actuelle du secteur :

Secteurs	Parts de la production géothermie de surface
Résidentiel collectif	4%
Résidentiel individuel	82%
Tertiaire	11%
Industrie	3%

La ventilation actuelle a été appliquée aux consommations estimées par région des quatre secteurs.

Ajustements : néant

Synthèse des potentiels régionaux 2030

[20] Croissance supplémentaire = Potentiel SFEC 2030 – Somme SRADDET = 10 TWh – 8,7 TWh = 1,3 TWh

Production de chaleur (TWh)	Panorama 2023[21]	Potentiels SFEC 2030	
	2022	Potentiel bas	Potentiel haut
Auvergne-Rhône-Alpes	Indisponible	1,4	1,6
Bourgogne-Franche-Comté		0,5	0,6
Bretagne		0,4	0,5
Centre-Val de Loire		0,4	0,5
Grand Est		1,0	1,2
Hauts-de-France		0,6	0,7
Île-de-France		2,7	3,1
Normandie		0,4	0,5
Nouvelle-Aquitaine		1,0	1,1
Occitanie		0,7	0,9
Pays de la Loire		0,5	0,6
Provence-Alpes-Côte d'Azur		0,3	0,3
France	**3,9**	**10,0**	**11,5**

Le Club de la Chaleur propose aux acteurs locaux un **champ des possibles** prenant la forme d'une **fourchette « potentiel bas »** et **« potentiel haut »** à horizon 2030 pour contribuer aux travaux des Comités régionaux de l'énergie et des groupes de travail associés.

Remarques complémentaires

Les objectifs annoncés par la SFEC restent très inférieurs à la valeur de 100 TWh/an visée aux alentours de 2040. Ils doivent toutefois être mis en regard avec les capacités humaines actuellement disponibles pour réaliser les installations, et dans une certaine mesure pour produire le matériel.

Une augmentation continue des capacités de forage (nombre de foreurs formés et qualifiés) en géothermie sera nécessaire pour créer l'effet d'entraînement permettant d'atteindre un tel objectif d'ici 15 à 20 ans. C'est l'un des objectifs du Plan d'action national Géothermie lancé fin 2023.

FAQ

Pour toute question, vous pouvez contacter : xavier.moch@afpg.asso.fr

[21] Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération, édition 2023, données 2022

Pompes à chaleur aérothermiques

Présentation de la filière

Une pompe à chaleur (PAC) aérothermique puise la chaleur de l'air pour chauffer durablement un bâtiment grâce à un cycle thermodynamique qui utilise de l'électricité ou plus rarement du gaz. Plusieurs technologies sont disponibles :

- La **PAC air / air** prélève les calories de l'air extérieur et distribue la chaleur dans l'habitat par un flux d'air.
- La **PAC air / eau** prélève les calories de l'air extérieur pour chauffer de l'eau qui sera utilisée dans des circuits de chauffage et fournira également l'eau chaude sanitaire.
- Le **chauffe-eau thermodynamique (CET)** utilise les calories de l'air ambiant pour produire de l'eau chaude sanitaire de manière autonome grâce à un système thermodynamique intégré au ballon de stockage.

Les PAC air/eau permettent de remplacer rapidement et efficacement les énergies fossiles par une EnR à la **maturité prouvée**.

Les PAC air/air offrent une alternative EnR plus efficace et **plus économique** au chauffage à effet Joule.

Suivant la configuration des bâtiments équipés, les PAC peuvent assurer le **rafraichissement** en été.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel SFEC national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : la SFEC prévoit un objectif national en 2030 de 74 TWh/an, la référence étant de 39,1 TWh/an pour l'année 2021.

Clé de répartition : la dernière mise à jour de l'étude prospective réalisée par l'AFPAC affiche la répartition suivante de la production de chaleur renouvelable par segment

Répartition de la production de chaleur par segment en 2030	
Individuel	57%
Collectif	11%
Tertiaire	32%

Sur les technologies, les membres de la filière estiment que les PAC aérothermiques devraient progressivement représenter les 3/4 des installations en maison individuelle, 1/3 en habitat collectif :

Estimation des parts de marché			
Type de logement	**Air/Eau**	**Air/Air**	**TOTAL**
Maisons individuelles	45%	30%	75%
Habitat collectif	25%	5%	30%

Ces 2 clés de répartition ont été croisées avec les consommations finales par type de chauffage et par type de logement (Maison individuelle et Habitat collectif) par région (CEREN 2019) en tenant majoritairement compte des typologies de chauffage existants :

- Les PAC Air/Air viennent en remplacement des chauffages électriques
- Les PAC Air/Eau en remplacement des générateurs fioul, gaz et GPL

Pour le tertiaire, l'ambition SFEC a été réparties selon les consommations d'énergie finale de chauffage par région (CEREN 2019)

Synthèse des potentiels régionaux 2030

Production de chaleur EnR&R (TWh)	Panorama 2023 [22]	Potentiels 2030			
	2022	Potentiel bas résidentiel	Potentiel bas tertiaire	Potentiel total bas	Potentiel total haut
Auvergne-Rhône-Alpes	Indisponible	6	3	9	11
Bourgogne-Franche-Comté		2	1	4	4
Bretagne		3	1	4	5
Centre-Val-de-Loire		2	1	3	4
Grand-Est		5	2	8	9
Hauts-de-France		6	2	8	9
Île-de-France		7	5	12	14
Normandie		3	1	4	4
Nouvelle-Aquitaine		5	2	7	8
Occitanie		5	2	6	7
Pays-de-la-Loire		3	1	4	5
Provence-Alpes-Côte-d'Azur		3	2	5	5
Total	**39**	**50**	**24**	**74**	**85**

Le Club de la Chaleur propose aux acteurs locaux un **champ des possibles** prenant la forme d'une **fourchette « potentiel bas »** et **« potentiel haut »** à horizon 2030 pour contribuer aux travaux des Comités régionaux de l'énergie et des groupes de travail associés.

FAQ

Pour toute question, vous pouvez contacter : arnaud.kautzmann@edf.fr et valerie.laplagne@uniclima.fr

[22] Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération, édition 2023, données 2022

Solaire thermique

Présentation de la filière

L'énergie solaire thermique consiste à capter les rayonnements du soleil pour produire de l'eau chaude, chauffer des bâtiments tertiaires et résidentiels, alimenter des réseaux de chaleur et verdir des procédés industriels.

Le potentiel de développement du solaire thermique est prodigieux puisque l'abondante ressource est récupérée par des installations *low tech* qui intègrent du stockage thermique pour couvrir des besoins fort divers. Ses atouts en font un levier indispensable pour la transition énergétique :

- **Autonomie énergétique** : les énergies fossiles sont efficacement substituées par une EnR locale.
- **Réduction des émissions de CO_2** : tous les ans, le solaire thermique évite l'émission plus de 200 000 tonnes de CO_2.
- **Stabilité des coûts** : étant gratuite à l'usage, l'énergie solaire offre une chaleur renouvelable à un prix stable et compétitif.
- **Economie locale** : le solaire thermique c'est 1 500 emplois avec une valeur ajoutée de plus de 1,5 milliard € pour les territoires.
- **Balance commerciale** : la France est un pays exportateur net de capteurs solaires thermiques.
- Le potentiel de stockage thermique peut étendre son domaine d'usage, de quelques jours à plusieurs mois avec des solutions inter-saisonnières.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel SFEC national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : considérant les enjeux liés à la décarbonation du secteur du bâtiment et de l'industrie, la SFEC appelle à tripler la production de solaire thermique d'ici 2030 pour atteindre 6 TWh à la fin de la décennie.

Clé de répartition : solaire thermique répond aussi bien aux besoins de chaleur domestiques (petites et moyennes installations) qu'aux besoins des réseaux de chaleur et des industriels (grandes installations). Une étude prospective d'Enerplan ventile la production de solaire thermique :

Production petites et moyennes installations	Production grandes installations
2,1 TWh	3,9 TWh

- **Petites et moyennes installations :** les petites et moyennes installations solaires thermiques répondant à des besoins domestiques, Enerplan a appliqué la répartition régionale des ménages à la ventilation détaillée supra.

  Ajustement : le solaire thermique semble plus compliqué à déployer en Ile-de-France ; ses potentiels régionaux ont été réduits au profit des autres régions métropolitaines.

- **Grandes installations :** les grandes installations alimenteront des réseaux de chaleur et l'industrie. Pour les premiers, les potentiels de développement des réseaux de chaleur ont été appliqués[23]. La répartition régionale des besoins de chaleur de l'industrie a été retenue pour la seconde[24].

  Ajustement : les potentiels des régions ayant des besoins de chaleur industrielle importants pour des hauts niveaux de température comme les aciéries, cimenteries et usines pétrochimiques ont été réduits (Auvergne-Rhône-Alpes, Grand Est, Hauts-de-France, Normandie, Provence-Alpes-Côte d'Azur). De la même manière que pour les plus petites installations et pour des raisons de disponibilité foncières, les potentiels de la région Ile-de-France ont également été réduits au profit des autres régions métropolitaines.

Synthèse des potentiels régionaux 2030

[23] Voir fiche réseaux de chaleur
[24] ADEME, base de données « Chaleur fatale ».

Production de chaleur (TWh)	Panorama 2023[25]	Potentiels 2030			
	2022	Potentiel total bas	Potentiel total haut	Potentiel bas Gr. inst.	Potentiel bas P. & M. inst.
Auvergne-Rhône-Alpes	0,24	0,7	0,8	0,5	0,3
Bourgogne-Franche-Comté	0,06	0,3	0,4	0,2	0,1
Bretagne	0,04	0,4	0,4	0,2	0,1
Centre-Val de Loire	0,03	0,3	0,4	0,2	0,1
Grand Est	0,13	0,9	1,0	0,7	0,2
Hauts-de-France	0,04	0,7	0,8	0,5	0,2
Île-de-France	0,04	0,3	0,4	0,1	0,2
Normandie	0,04	0,4	0,5	0,3	0,1
Nouvelle-Aquitaine	0,16	0,7	0,8	0,5	0,2
Occitanie	0,24	0,4	0,5	0,2	0,2
Pays de la Loire	0,06	0,4	0,5	0,3	0,1
Provence-Alpes-Côte d'Azur	0,18	0,4	0,5	0,2	0,2
France	**1,25**	**6,0**	**6,9**	**3,9**	**2,1**

Le Club de la Chaleur propose aux acteurs locaux un **champ des possibles** prenant la forme d'une **fourchette « potentiel bas »** et **« potentiel haut »** à horizon 2030 pour contribuer aux travaux des Comités régionaux de l'énergie et des groupes de travail associés.

Remarques complémentaires

Pour limiter l'artificialisation des sols, la loi Climat et Résilience (LEC) a posé un objectif « zéro artificialisation nette » (ZAN) à l'horizon 2050. Pour ne pas freiner le développement – indispensable – du solaire photovoltaïque, la LEC a instauré une exemption pour cette filière.

Les installations de production et de stockage d'énergie renouvelables et de récupération devraient également bénéficier de cette exemption, a fortiori pour les grandes installations solaires thermiques qui sont en tous points comparables aux installations photovoltaïques. Sans cela, le respect des objectifs de la SFEC du solaire thermique pourrait être compromis.

Une proposition de loi relative au développement de la chaleur et du froid renouvelables et de récupération devrait être déposée en ce sens. Le soutien du gouvernement pourrait encourager les collectivités à poursuivre le déploiement de grandes installations solaires thermiques.

FAQ

Pour toute question, vous pouvez contacter : richard.loyen@enerplan.asso.fr

[25] Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération, édition 2023, données 2022

Biogaz – injection & cogénération

Présentation de la filière

La méthanisation est un procédé naturel mature de dégradation de matières organiques qui génère du biogaz. Ces matières proviennent de divers secteurs : agriculture, industrie, déchets municipaux, etc. Après collecte et tri, elles sont traitées dans un digesteur anaérobie, où elles se transforment en biogaz, un gaz renouvelable riche en méthane qui peut produire :

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

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

La méthanisation contribue à réduire les émissions de gaz à effet de serre en valorisant les déchets organiques et génère également un coproduit, le digestat, utilisé comme fertilisant naturel.

En France, la filière des gaz renouvelables souligne depuis de nombreuses années l'importance stratégique de développer une production nationale de gaz renouvelables, qui offre de nombreux avantages en termes énergétiques, environnementaux et sociétaux.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel SFEC national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : la SFEC prévoit un objectif de consommation de 50 TWh PCS de gaz renouvelables en 2030, contre un total de 10,5 TWh PCS à fin 2021, répartit comme suit : 44 TWh PCS de biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel et 6 TWh PCS de biogaz valorisé en cogénération (électricité et chaleur). Pour 2030, le SER promeut dans sa feuille de route de septembre 2023 un objectif de 20 % de gaz renouvelables dans la consommation globale, soit 73 TWh PCS répartis comme suit :

- **49 TWh PCS de biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel produit par méthanisation & ISDND**[26] ;
- 11 TWh PCS de gaz renouvelables injectés par de nouvelles voies de production[27] ;
- 2 TWh PCS de biométhane non-injecté produit par méthanisation & ISDND pour des usages carburant (BioGNV) ; et
- **11 TWh PCS de biogaz consommé pour la cogénération**.

En parallèle, la SFEC fixe un objectif spécifique à la production de chaleur renouvelable issue du biogaz (injection + cogénération) : 37 TWh PCS en 2030, contre 7,5 TWh PCS fin 2021. **Le SER prévoit quant à lui 44 TWh PCS de chaleur produite à partir du biogaz (injection + cogénération) en 2030**. Cet objectif recoupe ceux du biométhane injecté et ceux de la cogénération biogaz (qui produisent tous les deux de la chaleur). C'est pourquoi les 20 % de gaz renouvelables proposés par la filière à horizon 2030 n'inclut pas un volume spécifique à la chaleur pour éviter un double comptage.

Clé de répartition : le SER a régionalisé uniquement ses objectifs pour le biométhane injecté dans les réseaux de gaz en appliquant la répartition des potentiels régionaux de gisements en biomasse pour la méthanisation, issue de l'étude ADEME *« Mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 ? »* de janvier 2018. Les potentiels régionaux pour le biométhane injecté ont été ajustés à la marge (cas de l'Ile-de-France et du Grand Est) au regard des objectifs SRADDET, *Perspectives Gaz 2022* et du nombre de projets d'ores et déjà inscrits au registre des capacités dans chaque région.

Pour le biogaz consommé en cogénération, la même clé de répartition a été appliquée.

[26] 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.
[27] Pyrogazéification, gazéification hydrothermale, Power-to-Methane, etc.

Il en va de même pour la production de chaleur à partir de biogaz en appliquant un rendement de 50 % pour la cogénération et un rendement de 78 %[28] pour le biométhane injecté.

Ajustements : néant.

Synthèse des potentiels régionaux 2030

Potentiels en TWh	Chaleur produite (injection + cogénération)		Biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel			Biogaz utilisé en cogénération	
Régions	**Potentiel bas**	**Potentiel SER**	**2023[29]**	**Potentiel bas**	**Potentiel SER**	**Potentielbas**	**Potentiel SER**
Auvergne - Rhône-Alpes	**2,9**	**3,4**	0,5	3,4	3,8	0,5	0,9
Bourgogne – Franche - Comté	**2,0**	**2,4**	0,3	2,4	2,7	0,3	0,6
Bretagne	**3,5**	**4,1**	0,8	4,1	4,6	0,6	1
Centre Val-de-Loire	**2,9**	**3,4**	0,4	3,4	3,8	0,5	0,9
Grand-Est	**4,0**	**4,7**	2,1	4,7	5,3	0,6	1,2
Hauts-de-France	**4,3**	**5,0**	1,6	5	5,6	0,7	1,3
Ile-de-France	**2,7**	**3,2**	0,9	3,2	3,6	0,4	0,8
Normandie	**2,9**	**3,4**	0,6	3,4	3,8	0,5	0,9
Nouvelle-Aquitaine	**4,8**	**5,7**	0,9	5,7	6,4	0,8	1,4
Occitanie	**3,3**	**3,9**	0,3	3,9	4,3	0,5	1
Pays de la Loire	**2,9**	**3,4**	0,7	3,4	3,8	0,5	0,9
Provence-Alpes-Côte d'Azur	**1,1**	**1,2**	0,1	1,3	1,4	0,2	0,3
Total	**37**	**44**	**9,1**	**44**	**49**	**6**	**11**

Remarques complémentaires

La France pourra ainsi **être au rendez-vous**, **en comptant notamment sur un parc varié d'installations, tant en termes de typologies** (méthanisation à la ferme, agricole collectif, territoriale portée par des développeurs, sur STEP, au sein des ISDND, de déchets ménagers et biodéchets, etc.) **que de taille d'installation**.

FAQ

Pour toute question, vous pouvez contacter : robin.apolit@enr.fr

[28] En 2022, 78 % des garanties d'origine biométhane injecté ont eu une utilisation finale en chaleur, contre 22 % en carburant (BioGNV). Il est fait l'hypothèse que cette répartition sera la même en 2030.
[29] Source : Observatoire ODRé

Combustibles solides de récupération (CSR)

Présentation de la « filière »

Les Combustibles Solides de Récupération (CSR) sont des combustibles solides préparés à partir de déchets non dangereux qui ne peuvent être recyclés en l'état des techniques disponibles, et qui résultent d'une collecte séparée ou d'une opération de tri réalisée dans une installation prévue à cet effet. Les CSR sont produits localement et destinés à être utilisés comme combustible en substitution d'énergies fossiles : les CSR possèdent un important potentiel énergétique, ils sont stockables et transportables vers une installation de production d'énergie. Leur utilisation peut se faire dans des installations de production de chaleur, intégrées dans un procédé industriel de fabrication ou dans des installations ayant pour finalité la production de chaleur ou de chaleur et d'électricité (cogénération).

La trajectoire CSR envisagée vise à passer de 0,5 Mt actuellement à 4 Mt d'ici 2030, incluant 1 Mt consommée par l'industrie cimentière. Elle répond à un double objectif de produire une énergie locale et bas carbone en substitution d'énergie fossile importée, tout en diminuant le stockage de 50% par rapport à 2010. Cet objectif peut être atteint avant 2030 avec l'accélération des projets CSR.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel SFEC national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : la SFEC affiche une impulsion active en faveur du développement des chaufferies CSR en fixant un objectif ambitieux de 10 TWh d'ici 2030.

Cet engagement souligne la volonté de promouvoir la production de chaleur à partir de combustibles solides de récupération. Ces objectifs démontrent clairement l'attachement à une transition énergétique durable, mettant l'accent sur une utilisation efficiente des ressources locales.

En contribuant à la promotion d'initiatives énergétiques responsables, la SFEC joue un rôle essentiel dans la réalisation des objectifs nationaux en matière de décarbonation et de gestion des déchets.

Clé de répartition : l'utilisation d'une clé de répartition régionale basée sur la consommation d'énergie des 500 plus gros consommateurs industriels, provenant de la source ADEME, a permis d'évaluer le potentiel CSR de chaque région.

Cette approche fournit une vision régionalisée précieuse du potentiel de la production d'énergie à partir de combustibles solides de récupération, facilitant ainsi une planification stratégique pour le développement des chaufferies CSR. Ces données sont cruciales pour guider les initiatives visant à optimiser l'utilisation des ressources et à promouvoir des pratiques énergétiques durables.

Il est toutefois important de noter que cette approche ne doit pas restreindre le développement des projets dans les régions, même dans celles disposant d'un faible potentiel selon l'étude, soulignant la flexibilité nécessaire pour répondre aux besoins énergétiques spécifiques de chaque zone.

Ajustements : néant.

Synthèse des potentiels régionaux 2030

Production de chaleur (TWh)	2022	Potentiels 2030	
		Potentiel bas	Potentiel haut
Auvergne-Rhône-Alpes	Indisponible	1,0	1,1
Bourgogne-Franche-Comté		0,2	0,2
Bretagne		0,1	0,1
Centre-Val de Loire		0,2	0,3
Grand Est		1,8	2,0
Hauts-de-France		2,0	2,3
Île-de-France		0,2	0,2
Normandie		1,1	1,3
Nouvelle-Aquitaine		1,1	1,2
Occitanie		0,5	0,6
Pays de la Loire		0,3	0,3
Provence-Alpes-Côte d'Azur		1,6	1,8
France	**0,2**	**10,0**	**11,5**

Le Club de la Chaleur propose aux acteurs locaux un **champ des possibles** prenant la forme d'une **fourchette « potentiel bas »** et **« potentiel haut »** à horizon 2030 pour contribuer aux travaux des Comités régionaux de l'énergie et des groupes de travail associés.

Remarques complémentaires

En croisant la répartition régionale avec les bases de données « Chaleur Fatale » de l'ADEME édition 2017, la FEDENE et la FNADE ont identifié les régions où la consommation d'énergie fossile dans l'industrie est la plus élevée. Ces régions concordent avec celles soulignées dans le tableau, mettant en lumière la concentration d'industriels utilisant des énergies fossiles pour leur fonctionnement.

De plus, certaines régions se démarquent en tant que producteurs significatifs de CSR. Il est donc judicieux de promouvoir le transport du CSR vers d'autres régions afin de répondre aux besoins énergétiques locaux. Cette approche vise une utilisation plus efficiente des ressources, contribuant ainsi à la transition vers des pratiques énergétiques durables et équilibrées à l'échelle nationale, en mettant l'accent sur le développement de projets là où il existe un véritable besoin.

FAQ

Pour toute question, vous pouvez contacter : gvolcovschi@fedene.fr

Réseaux de chaleur

Présentation de la filière

Ancrés au cœur des territoires, les **réseaux de chaleur** sont des agrégateurs d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) locales. Ils ont la capacité de « *faire basculer très rapidement tous ses usagers vers des modes de chauffage vertueux* »[30]. Ils peuvent aussi générer des économies d'énergies en récupérant de la chaleur fatale. Grâce aux réseaux, la chaleur est…

+ verte : 66,5 % de la chaleur livrée aujourd'hui par les réseaux est issue d'EnR&R locales. Ce taux montera à 75 % d'ici 2030 !

+ propre : un réseau de chaleur émet en moyenne deux fois moins de gaz à effet de serre qu'une chaudière gaz et trois fois moins qu'une chaudière fioul. Avec une division par 2 du contenu CO_2 tous les 10 ans, en 2030, les réseaux seront aussi – voire plus - décarbonés que l'électricité !

+ économique : en 2022, les réseaux de chaleur ont été en moyenne 25 % moins chers qu'un chauffage utilisant du gaz fossile.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel SFEC national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel SFEC 2030 : Considérant l'aptitude des réseaux à répondre au « *triple enjeu de souveraineté*[31]*, de compétitivité et* […] *de lutte contre le changement climatique* », la SFEC fixe des objectifs ambitieux pour les réseaux de chaleur : livrer 68 TWh de chaleur à 75% EnR&R en 2030.

Clé de répartition : la régionalisation repose sur les zones d'opportunité à « potentiel » et à « potentiel fort » identifiées par le CEREMA dans le cadre du développement de l'outil EnRezo avec le soutien de l'ADEME et de la DGEC. A partir des besoins en chaleur des bâtiments, le CEREMA a pu cibler les zones d'opportunités sur tout le territoire métropolitain en appliquant les paramètres suivants[32] :

	Nombre de bâtiments[33]	Besoin thermique de chaque bâtiment[34]	Densité thermique simplifiée[35]	Distance entre bâtiments
Potentiel	>2	> 100 MWh	>3 MWh/ml	<250 m
Potentiel fort	>2	> 300 MWh	>3 MWh/ml	<250 m

Ajustements : les scénarii « potentiel fort » et « potentiel » identifient respectivement un vivier de livraisons de 43,3 TWh et 89,7 TWh[36]. Pour respecter l'objectif SFEC (68TWh), est appliquée l'équation suivante :

Obj. SFEC = 1 (scénario « fort potentiel ») + 0,53 (scénario « potentiel » - scénario « potentiel fort »)[37]

Taux EnR&R : le taux EnR&R régional moyen des réseaux de chaleur a été estimé en appliquant :

- Extensions-densifications de réseaux existants :
  - Si le taux EnR&R régional moyen actuel est inférieur à 73% : 73% EnR&R, sauf cas particulier ;
  - Si le taux EnR&R régional moyen actuel est supérieur à 73% : application du taux actuel.
- Créations de réseaux : 80% EnR&R

---

[30] ADEME, *Les atouts des réseaux de chaleur*, site interne Fonds Chaleur.
[31] La valorisation des EnR&R locales confère aux réseaux de chaleur un taux d'indépendance énergétique supérieur à la moyenne nationale (65% vs. 50%).
[32] CEREMA, *Construction des zones d'opportunité des réseaux de chaleur et de froid, Note méthodologique*, janvier 2024.
[33] Tertiaires et résidentiels collectifs ; les bâtiments industriels et maisons individuelles ne sont pas retenus.
[34] Les bâtiments ne respectant pas ses critères ne sont pas intégrés à la zone d'opportunité.
[35] Les tracés des réseaux sont estimés en vol d'oiseau. Voir la note méthodologique pour plus de détails.
[36] Le potentiel de livraisons du scénario « potentiel fort » est compris dans celui du scénario « potentiel »
[37] Objectif SFEC = 1 (43,3) + 0,53 (89,7-43,3) = 43,3 + 0,53 (46,4) = 67,9

Synthèse des potentiels régionaux 2030

	EARCF 2023[38]		Potentiels 2030		
	Livraisons (TWh)	Taux EnR&R (%)	Potentiel bas (TWh)	Potentiel haut (TWh)	Taux EnR&R (%)
Auvergne-Rhône-Alpes	3,6	75%	11,5	13,3	76%
Bourgogne-Franche-Comté	1,2	72%	3,0	3,5	75%
Bretagne	0,8	71%	2,2	2,5	76%
Centre-Val-de-Loire	0,8	77%	2,1	2,4	78%
Grand-Est	2,9	70%	6,7	7,7	74%
Hauts-de-France	1,7	64%	5,0	5,8	73%
Île-de-France	10,8	58%	23,3	26,8	75%
Normandie	1,5	76%	3,1	3,6	78%
Nouvelle-Aquitaine	0,9	76%	2,9	3,4	78%
Occitanie	0,7	80%	2,8	3,2	81%
Pays-de-la-Loire	1,0	76%	2,7	3,1	78%
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	0,5	72%	2,6	3,0	77%
France	**26,3**	**67%**	**68,0**	**78,2**	**76%**

Le Club de la Chaleur propose aux acteurs locaux un **champ des possibles** prenant la forme d'une **fourchette « potentiel bas »** et **« potentiel haut »** à horizon 2030 pour contribuer aux travaux des Comités régionaux de l'énergie et des groupes de travail associés.

Remarques complémentaires

La méthodologie employée pour estimer le taux EnR&R moyen en 2030 permet de rééquilibrer les taux EnR&R moyens des régions et de ne pas faire supporter un effort de verdissement trop important aux régions déjà vertueuses comme l'Occitanie.

FAQ

Pour toute question, vous pouvez contacter : reseaux-chaleur@cerema.fr ou mlettry@fedene.frmailto:hbelin@fedene.fr

[38] FEDENE, Enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid, édition 2023, données 2022

Stockage de chaleur

Présentation de la filière

Le saviez-vous ? Pratiquement tout le monde utilise chez soi et au quotidien une installation de stockage de chaleur : le ballon d'eau chaude[39] ! La chaleur peut assez aisément se stocker pendant une journée, une semaine voire plusieurs saisons - on parlera alors de stockage intersaisonnier - dans une cuve, le sol ou un aquifère[40] pour être réinjectée dans un réseau de chaleur, un bâtiment ou un procédé industriel. Les avantages du stockage de chaleur sont indéniables :

- **Ecologie :** en déchargeant en hiver la chaleur fatale stockée en été, le stockage de chaleur permet de s'affranchir des énergies fossiles et de préserver les gisements d'EnR&R[41] locaux. Le stockage de chaleur optimise l'usage des EnR&R locales. En favorisant la récupération de chaleur fatale et des EnR, le stockage de chaleur intersaisonnier réduit massivement les émissions de gaz à effet de serre.
- **Economie :** en stockant la chaleur fatale ou solaire, particulièrement compétitives, les opérateurs peuvent optimiser la performance économique d'une installation industrielle ou d'un réseau de chaleur. Cette flexibilité génère alors des économies sur les factures énergétiques.
- **Flexibilité du réseau électrique :** avec le développement des EnR électriques et la complexité de stocker l'électricité, le couplage sectoriel de type « *Power to Heat* » se développe pour stocker sous forme de chaleur l'électricité produite en surplus lors des périodes de faible consommation afin de stabiliser le réseau.

Pour en savoir plus sur le stockage de chaleur, le CEREMA[42] et l'Agence Internationale de l'Energie[43] ont publié des guides en libre accès sur leur site internet respectif.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel national 2030 : les grandes installations de stockage journalier ou intersaisonnier de chaleur sont particulièrement efficientes pour capter 3 à 5%[44] de la chaleur fatale récupérée ou d'une chaleur renouvelable - généralement solaire - pour les restituer en période de forte de demande directement sur un site ou les distribuer via un réseau de chaleur. Ainsi, l'objectif stockage de chaleur 2030 serait :

Objectif de stockage 2030 = (Objectif Chaleur fatale 2030 + Objectif Solaire thermique Grandes installations 2030 + Objectif 2030 livraisons de chaleur EnR&R réseaux (hors chaleur fatale et solaire th.)) Coefficient de stockage

Objectif de stockage 2030 = (25 TWh + 3,9 TWh + 24 TWh) 4%

Objectif de stockage 2030 = 2 112 GWh

Clé de répartition régionale : les potentiels régionaux 2030 des fiches « *chaleur fatale* », « *solaire thermique* » et « *réseaux de chaleur* » ont été appliquées à l'objectif proposé par le Club de la Chaleur.

Ajustement : néant.

---

[39] Les ballons d'eau chaude stockent tous les jours entre 13 à 20 TWh de stockage thermique. Source : ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires, Vers un système électrique plus flexible, 19 mars 2018

[40] « *Les aquifères sont des formations géologiques contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau dans le sous-sol.* » Voir CEREMA et Institut Carnot, *Stockage thermique et réseaux de chaleur*, septembre 2021.

[41] Energies renouvelables et de récupération.

[42] CEREMA et Institut Carnot, *Stockage thermique et réseaux de chaleur*, septembre 2021.

[43] AIE, *Large Thermal Energy Storages for District Heating* et *Accelerating the Uptake of Large Thermal Energy Storages.*

[44] Les retours des experts du GT innovation de la FEDENE convergent tous vers une amélioration de 3 à 5% du taux ENRR des installations ou des réseau de chaleur raccordés au système de stockage.

Synthèse des potentiels régionaux 2030

Chaleur stockée (GWh/an) *	Potentiels de « *Stockage de chaleur* » 2030		
	2022	Potentiel bas	Potentiel haut
Auvergne-Rhône-Alpes	Indisponible (Considéré comme nul)	318	366
Bourgogne-Franche-Comté		84	96
Bretagne		76	87
Centre-Val de Loire		72	83
Grand Est		212	243
Hauts-de-France		189	217
Île-de-France		626	720
Normandie		113	130
Nouvelle-Aquitaine		119	137
Occitanie		104	120
Pays de la Loire		92	106
Provence-Alpes-Côte d'Azur		107	123
France		**2 112**	**2 428**

Le Club de la Chaleur propose aux acteurs locaux un **champ des possibles** prenant la forme d'une **fourchette « potentiel bas »** et **« potentiel haut »** à horizon 2030 pour contribuer aux travaux des Comités régionaux de l'énergie et des groupes de travail associés.

* Considérant le fait que le Club de la chaleur ne dispose pas suffisamment de données pour décrire la situation actuelle du stockage de chaleur, les potentiels bas et haut concernent les quantités de chaleur déchargées des grands équipements de stockage journalier et intersaisonnier mis en service à partir de 2024.

La preuve par trois de l'efficience du stockage de chaleur

Depuis 2023, la société **Lactalis** utilise une centrale solaire thermique équipée d'un stockage thermique pour alimenter en chaleur sa production de lactosérum à **Verdun**. La cuve de stockage est un réservoir cylindrique d'eau chaude de 3 000 m^3 dit stratifié, c'est-à-dire qu'il est constitué d'un volume d'eau chaude en partie supérieure et froide en partie inférieure. L'utilisation du stockage découple la production solaire thermique (hautement variable) de la consommation de chaleur du procédé (variable elle aussi). Le stockage permet ainsi de couvrir la demande de plusieurs jours de production de lactosérum, et donc de maximiser l'utilisation de l'énergie renouvelable dans le procédé industriel.

Le **"Miroir des énergies"** à **Brest** stocke en période de faible consommation la chaleur fatale de l'unité de valorisation énergétique des déchets et une chaufferie biomasse de la métropole. Le Miroir est une tour de stockage de 1 000 m^3 contenant de l'eau chaude. Cette eau chaude est restituée lors de cycles courts pour répondre aux besoins de chauffage, grâce à un système de pilotage intelligent. Résultat : 2 500 MWh d'EnR&R sont valorisés tous les ans, soit la consommation de chaleur de 400 logements. C'est un outil important de la stratégie de décarbonation de la métropole.

Le stockage thermique en aquifère (ATES) consiste à prélever de l'eau d'un aquifère, à la faire circuler dans un échangeur thermique, puis à la réinjecter, créant ainsi une "bulle" chaude et une "bulle" froide. Ces bulles séparées permettent de stocker de la chaleur ou du froid selon la saison. En été l'eau circulera dans un sens pour prélever l'eau de la bulle froide ; alors qu'en hiver elle circulera dans l'autre sens pour puiser la chaleur de l'autre bulle. Jumelé à des batteries lithium-Ion, ce stockage ATES aidera à entièrement couvrir les besoins de chaleur et de froid du **nouvel éco-campus** de la **Garenne-Colombes** par des EnR&R.

❄ Réseaux de froid

Le **changement climatique** va impacter tous les territoires sur un plan environnemental (augmentation de nombre de catastrophes naturelles), économique (contraction du PIB français jusqu'à 10% d'ici 2030) et sanitaire (accroissement du nombre de décès du fait des vagues de chaleur). Des réponses matures et durables existent pour limiter le réchauffement des territoires, il est urgent de s'en emparer.

Présentation de la filière

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 grâce à la fraîcheur de l'eau, de l'air ambiant ou d'autres sources renouvelables. Les avantages des réseaux de froid :

Énergétique : la centralisation des moyens de production assure une maintenance et un fonctionnement optimaux continus qui limitent la pointe électrique d'été.

Sécurité : l'installation dans le bâtiment est limitée à une sous-station réduisant au maximum l'entretien et le suivi par l'usager.

Environnemental : maîtrise des fluides frigorigènes, lutte contre les îlots de chaleur urbains et les risques sanitaires.

Urbanisme : les réseaux de froid libèrent des espaces (toitures et façades) qui pourront être aménagés pour lutter contre le phénomène d'îlots de chaleur urbains.

Méthodologie de régionalisation

Potentiel régional 2030 = Potentiel national 2030 × Clé de répartition régionale × Ajustements

Potentiel national 2030 : considérant l'impact du réchauffement climatique sur l'ensemble du territoire national, la future SFEC a maintenu des objectifs des réseaux de froid de l'actuelle PPE, exprimés en livraisons de froid EnR&R. Cependant, le ministère de la Transition énergétique n'a pas encore reçu de réponse définitive et officielle de la Commission européenne vis-à-vis de la NAF détaillant la notion d'EnR&R froide. Pour remédier à cette incertitude et ne pas freiner le développement des réseaux de froid, la FEDENE propose d'adapter les objectifs de la SFEC en les exprimant en « livraisons de froid réalisées par des réseaux efficaces » (cf. remarques complémentaires).

	2022	2030	2035 - bas	2035 - haut
Livraisons de froid réalisées par des réseaux efficaces (TWh)	1 TWh	2 TWh	2,5 TWh	3 TWh

Clé de répartition régionale : la régionalisation repose sur les zones d'opportunité à « potentiel » et à « potentiel fort » identifiées par le CEREMA dans le cadre du développement de l'outil EnRezo avec le soutien de l'ADEME et de la DGEC. A partir des besoins en froid[45] des bâtiments, le CEREMA a pu cibler les zones d'opportunités sur tout le territoire métropolitain en appliquant les paramètres suivants[46] :

	Nombre de bâtiments[47]	Besoin thermique de chaque bâtiment[48]	Densité thermique simplifiée[49]	Distance entre bâtiments
Potentiel	>2	> 100 MWh	>3 MWh/ml	<250 m
Potentiel fort	>2	> 300 MWh	>3 MWh/ml	<250 m

Ajustements : les scénarii « potentiel fort » et « potentiel » identifient respectivement un vivier de livraisons de 1,4 TWh et 3,4 TWh[50]. Pour respecter l'objectif SFEC (2 TWh), nous appliquons :

[45] CEREMA, *Cartographie des besoins de chaleur et de froid, Note méthodologique*, décembre 2023
[46] CEREMA, *Construction des zones d'opportunité des réseaux de chaleur et de froid, Note méthodologique*, janvier 2024.
[47] Tertiaires et résidentiels collectifs ; les bâtiments industriels et maisons individuelles ne sont pas retenus.
[48] Les bâtiments ne respectant pas ses critères ne sont pas intégrés à la zone d'opportunité.
[49] Les tracés des réseaux sont estimés en vol d'oiseau. Voir la note méthodologique pour plus de détails.
[50] Le potentiel de livraisons du scénario « potentiel fort » est compris dans celui du scénario « potentiel ».

Obj. SFEC = 1 (scénario « fort potentiel ») + 0,3 (scénario « potentiel » - scénario « potentiel fort »)[51]

Synthèse des potentiels régionaux 2030

Livraisons de froid (GWh)	EARCF 2022[52]	Potentiels 2030		
	2022	Total 2030	Dont extension	Dont création
Auvergne-Rhône-Alpes	51	142	43	48
Bourgogne-Franche-Comté	-	12	-	12
Bretagne	-	-	-	-
Centre-Val-de-Loire	-	3	-	3
Grand-Est	9	25	-	17
Hauts-de-France	1	20	-	19
Île-de-France	804	1 216	194	218
Normandie	1	7	-	6
Nouvelle-Aquitaine	21	59	2	36
Occitanie	84	212	-	128
Pays-de-la-Loire	-	33	-	33
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	19	271	43	209
Total	**989**	**2 001**	**282**	**729**

Remarques complémentaires

L'article 26 de la directive efficacité énergétique (EED) renouvelle la définition d'un réseau de chaleur et de froid efficace. Les Etats membres ont le choix entre deux critères pour définir les réseaux de chaleur ou de froid « efficaces » : la part des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) ou les émissions d'émissions de gaz à effet de serre des systèmes utilisés.

La FEDENE propose de retenir ce dernier critère pour encourager les réseaux de froid à atteindre la neutralité carbone en 2050 :

« *Article 26 - Approvisionnement en chaleur et en froid*

[…]

Lors du choix de ces critères, un réseau […] *de froid efficace présente la quantité maximale suivante d'émissions de gaz à effet de serre par unité* […] *de froid livrées aux clients :*

a) jusqu'au 31 décembre 2025 : 200 grammes/kWh ;

b) à partir du 1er janvier 2026 : 150 grammes/kWh ;

c) à partir du 1er janvier 2035 : 100 grammes/kWh ;

d) à partir du 1er janvier 2045 : 50 grammes/kWh ;

e) à partir du 1er janvier 2050 : 0 gramme/kWh. »

FAQ

Pour toute question, vous pouvez contacter : reseaux-chaleur@cerema.fr ou mlettry@fedene.fr

[51] Objectif SFEC = 1 (1,4) + 0,3 (1,4-3,4) = 1,4 + 0,3 (2) = 2

[52] FEDENE, Enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid, édition 2023, données 2022