

Renouvelables

L'énergie d'un nouvel élan pour la France

La feuille de route du SER pour une
programmation énergie-climat ambitieuse
Planification, mode d'emploi



Pour une programmation énergie-climat ambitieuse

Contexte et enjeux

p.3

Résumé des objectifs par vecteur énergétique

p.7

Les objectifs par filière

p.11



Bois énergie domestique

p.12



Bois énergie collectif

p.13



Valorisation énergétiques des déchets

p.14



Solaire thermique

p.15



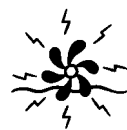
Géothermies

p.16



Les réseaux de chaleur et de froid

p.17



Hydroélectricité

p.18



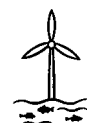
Solaire photovoltaïque

p.19



Éolien terrestre

p.20



Éolien en mer

p.21



Énergies marines renouvelables

p.22



Stockage de l'électricité et hydrogène

p.23



Gaz renouvelables

p.24



Biocarburants

p.26

Contexte et enjeux

La planification et le suivi, conditions de la réussite

La nouvelle architecture gouvernementale instaurée par le président de la République en mai 2022 place la question de la planification au centre de l'action publique pour le climat et la transition énergétique.

Après avoir montré combien les énergies renouvelables s'inscrivent dans un projet de société durable et prospère (Acte 1), et présenté une série de mesures afin d'accélérer leur développement (Acte 2), le Syndicat des énergies renouvelables (SER) propose, dans cette publication, une vision de la

planification fondée sur l'expérience concrète et les besoins identifiés par les acteurs de terrain, que sont ses entreprises adhérentes, pour permettre à la France d'atteindre effectivement ses engagements énergétiques et climatiques. La planification ne se résume pas à des objectifs de long terme (2050), certes nécessaires, mais s'appuie aussi sur une trajectoire définie par des objectifs de court terme (2030) qui doit, et c'est indispensable, pouvoir être tenue grâce à une série d'indicateurs de suivi et des moyens dédiés.

01

Où devons-nous en être dans 10000 jours ?

Et dans 1000 jours ?

Nous avons besoin des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) pour garantir la neutralité carbone d'ici 2050, c'est-à-dire d'ici 10000 jours. Plusieurs travaux récents de modélisation sont venus le démontrer, comme « Transition(s) 2050 » de l'ADEME ou « Futurs énergétiques 2050 » de RTE.

Il est important de le redire : dans tous les scénarios décrits dans ces études, et même dans le cas d'une relance vigoureuse de l'énergie nucléaire, les énergies renouvelables devront couvrir près de 75% de notre consommation énergétique (cf. graphiques ci-dessous). Tous les usages (chauffage, transports, processus industriels, etc.) ne pourront être électrifiés : le vecteur électrique ne devrait représenter « que » 50% à 60% de notre consommation



75 %

Part minimale que les énergies renouvelables devront atteindre dans la consommation énergétique française en 2050 dans tous les travaux de l'ADEME et de RTE. Dans certains scénarios cette part pourrait aller jusqu'à 95 %.

d'énergie d'ici 2050 (contre moins de 30% aujourd'hui). Il sera donc essentiel de mobiliser l'ensemble de la palette des solutions renouvelables, pour les usages de la chaleur, du froid, des transports et du gaz.

Mais les énergies renouvelables sont aussi indispensables à très court terme, car ce sont les seules solutions de production durable qui pourront être déployées rapidement pour faire face aux prochains hivers, dans un contexte de tensions d'approvisionnement gazier et pétrolier et alors que la souveraineté énergétique est essentielle pour permettre à l'Europe de peser face à la Russie. Pour répondre à l'enjeu posé par la guerre en Ukraine, la Commission européenne a présenté dans sa communication REPowerEU de nouvelles propositions qui visent à accélérer encore davantage le développement des énergies renouvelables, en faisant passer l'objectif de 40% à 45% d'énergies renouvelables dès 2030. Le projet de loi d'accélération des énergies renouvelables ainsi que la programmation énergie-climat devront tenir compte de cette ambition rehaussée.

02

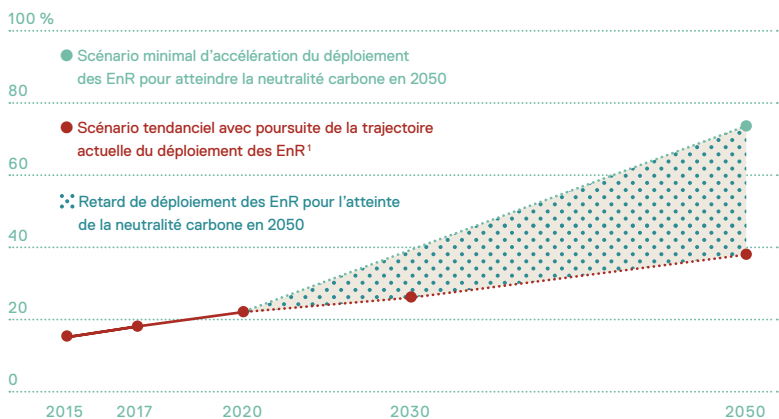
La planification doit permettre de respecter des trajectoires de développement

sous l'autorité directe de la Première ministre

Planifier ce n'est pas seulement fixer des objectifs, c'est aussi veiller à ce que les trajectoires permettant de les atteindre soient respectées. L'enjeu est crucial, car c'est dans l'accomplissement effectif de ses ambitions que la France a pour l'instant échoué.

Alors que nous étions censés couvrir 23% de notre consommation énergétique grâce à des énergies renouvelables en 2020 pour tenir nos engagements européens, cette part ne s'élevait qu'à 19,1%, faisant de la France le seul pays de l'Union européenne à ne pas avoir atteint ses objectifs et la privant de capacités supplémentaires qui couvriraient 20%

EnR ET NEUTRALITÉ CARBONE EN 2050 : ACCÉLÉRER MAINTENANT OU ÉCHOUER
Part des EnR dans le mix énergétique français



1. Hypothèse d'une consommation énergétique sans réduction notable autour de 1 600 à 1 650 TWh sur le long terme.

de la consommation énergétique du secteur industriel, aujourd'hui en risque d'approvisionnement insuffisant dès l'hiver 2023. Si nous continuons sur le rythme de développement actuel, le « fossé » se creusera encore davantage : la production d'énergies renouvelables ne représentera que 37% de notre consommation finale en 2050, au lieu des 75% nécessaires (cf. graphique page 4).

Il est donc indispensable que la planification se fonde sur de nouveaux indicateurs de pilotage de la politique énergétique (concernant en particulier les délais d'instruction des projets renouvelables, le nombre de projets en cours d'instruction, le nombre de dossiers acceptés ou refusés, les motifs de refus et les taux de réalisation effectifs des projets autorisés), afin de déceler le plus tôt possible les éventuelles déviations par rapport aux trajectoires de développement prévues dans la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), et ses futures déclinaisons régionales. Ces indicateurs permettraient de définir des objectifs chiffrés avec des obligations de résultats, par exemple à la maille départementale, sous le pilotage direct de la Première ministre.

En complément de ces indicateurs, le respect des objectifs dépendra également des ressources humaines qui seront, au sein des services de l'État, réellement consacrées à la transition énergétique. L'enjeu d'accélération implique de renforcer les moyens humains au niveau déconcentré, mais aussi au niveau central et dans les agences de l'État.

2. Données calculées selon les ratios de l'ADEME - « Étude des bénéfices au développement des EnR&R en France », février 2022.

03

Accélérer maintenant pour atteindre l'objectif intermédiaire de 2030

Cette feuille de route du SER présente de manière synthétique les trajectoires qui permettront d'atteindre les objectifs intermédiaires de 2030 pour la France métropolitaine, prérequis indispensable pour respecter les engagements de neutralité carbone d'ici 2050.

Sur la prochaine décennie, le développement des EnR&R selon les trajectoires proposées par le SER permettra d'éviter la combustion d'au moins 700 TWh de combustibles fossiles (entre 2021 et 2028), mais aussi de diminuer les émissions de gaz à effet de serre d'environ 170 MtCO₂-éq (soit l'équivalent des émissions annuelles des Pays-Bas) tout en réduisant le déficit commercial induit par les importations d'énergies fossiles d'au moins 7 Mrd €².

En 2030, le SER estime que les énergies renouvelables pourront couvrir au moins 45% de la consommation énergétique en France métropolitaine.

C'est cette trajectoire que nous devons nous fixer pour la prochaine PPE et qui est déclinée dans les pages suivantes, par filière et par vecteur énergétique. Ces propositions ont vocation à nourrir le débat sur la loi de programmation énergétique et la PPE qui en découlera. Après la vision et les mesures concrètes à mettre en œuvre, voici donc le plan du SER pour « construire » la transition énergétique, une opportunité concrète et sans égale pour notre pays et nos concitoyens de reprendre la main sur une dimension structurante de notre souveraineté.

ET EN OUTRE-MER ?

Les territoires ultramarins ainsi que la Corse disposent, du fait des spécificités insulaires, de leur propre Programmation pluriannuelle de l'énergie avec un processus d'élaboration parallèle à celui de la métropole continentale. La dépendance aux énergies fossiles a un coût élevé dans ces territoires et la progression des énergies renouvelables y permet, plus encore qu'ailleurs, d'y diminuer la facture énergétique.

Les Antilles et la Guyane ont entamé au printemps 2022 des réflexions pour la révision générale de leurs PPE 2016-2023, ainsi que les travaux de définition des PPE pour les périodes 2023-2028 et 2028-2033. Le SER y a contribué activement, en partenariat avec les exécutifs locaux, afin de porter une intégration renforcée des énergies renouvelables dans le mix énergétique et atteindre l'autonomie énergétique pour ces territoires à horizon 2030, objectif défini dans la Loi de transition énergétique pour la croissance verte de 2015.



45%

De la consommation énergétique métropolitaine pourra être couverte par les EnR dès 2030 d'après les potentiels estimés par le SER.

Résumé des objectifs par vecteur énergétique

Chaleur renouvelable	SITUATION FIN 2020 (TWh)	OBJECTIF PPE 2028 (TWh)	OBJECTIF 2030 (TWh)	OBJECTIF PPE 2033 (TWh)	PART DANS LA CONSOMMATION DE CHALEUR EN 2030*
Bois énergie	99,7	139	150,3	167	27,1%
dont chauffage collectif	24	59,3	70,3	87	12,7%
dont chauffage domestique	75,7	80	80	80	14,4%
Valorisation énergétique des déchets	12,7	25	30	30	5,4%
dont chaleur renouvelable par combustion des déchets ¹	6,4	8,5	10	10	1,8%
dont chaleur renouvelable par combustion des CSR	0	4	5	5	0,9%
dont valorisation de la chaleur de récupération	6,4	12,5	15	15	2,7%
Solaire thermique	1,2	3,2	5	8	0,9%
dont petites installations		1,8	2,5	4	0,45%
dont grandes installations		1,4	2,5	4	0,45%
Géothermies	7,3	12,2	16,6	23,3	3%
dont géothermie de surface & PAC	4,8	7	10,2	15	1,8%
dont géothermie profonde	2,5	5,2	6,4	8,3	1,2%
Gaz renouvelables	6,3	33,3	52,5	91,4	9,5%
dont gaz renouvelables injectés dans le réseau ²	1,8	25,8	44,6	82,3	8%
dont chaleur fournie par des cogénérations au biogaz	4,5	7,4	7,9	9,1	1,4%
Autres PAC	33,6	45	49	55	8,8%
Total EnR	154	245	288	360	52%
Total EnR&R³					54,7%

1. Hypothèse de consommation de chaleur de 555 TWh basée sur la trajectoire de la PPE d'avril 2020.

2. Hypothèse que 80% des gaz renouvelables injectés dans les réseaux sont convertis en chaleur.

3. EnR&R intègre en plus la valorisation de la chaleur de récupération (en italique dans le tableau).

Résumé des objectifs

Électricité renouvelable

	SITUATION FIN 2021 (GW)	PPE 2028 (GW)	OBJECTIF 2030 (GW)	PPE 2033 (GW)	PART DANS LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ EN 2030 ¹
Hydroélectricité	25,4	26,7	27,4	28	12,8 %
dont STEP	4,2	4,2	4,7	5,2	—
Solaire photovoltaïque	13	44,5	66,7	100	13,2 %
Éolien terrestre	18,8	34,7	38	43	15,1 %
Éolien en mer	0	4	8	14	4,8 %
Énergies marines renouvelables	0	0	0,1	0,6	0,1 %
Stockage (hors STEP)	0,3	2,8	4	5,8	—
Bioénergies électriques²	2,2	2,5	2,5	2,6	2,2 %
dont biogaz de méthanisation (hors STEP & ISDND)	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7 %
Total EnR	59	112	143	188	48,2 %

1. Production d'électricité de référence en 2030 : 580 TWh en cohérence avec les trajectoires d'accélération de l'électrification.

2. La catégorie « Bioénergies électriques » comprend notamment la production électrique des centrales de cogénérations bois & biogaz

ainsi que la part renouvelable de la valorisation des déchets.

Gaz renouvelables

	SITUATION FIN 2021 (TWh)	OBJECTIF PPE 2028 (TWh)	POTENTIEL 2030 (TWh)	OBJECTIF PPE 2033 (TWh)
Gaz renouvelables injectés dans les réseaux	4,3	32,3	55,8	102,9
dont biométhane de méthanisation	4,3	29,8	45,1	75
dont nouveaux gaz		2,5	10,7	27,9
BioGNV		1,4	2,4	3,9
Biogaz valorisé en cogénération électrique	8,6	12,4	13,1	15,1
Autres modes de valorisation		1,2	2	3
Gaz renouvelables totaux	12,9	47,3	73,3	124,9
Part dans la consommation de gaz³			20 %	

3. Hypothèse d'une consommation de gaz de 350 TWh en 2030.

Carburants renouvelables

2030

Contribution des énergies renouvelables dans la consommation finale du secteur des transports

15%

Contribution des biocarburants liquides conventionnels

> 7%

Contribution des biocarburants gazeux (BioGNV)

2,4 TWh

Synthèse : objectif 45 % en 2030

PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENEUVELABLE

OBJECTIF 2030

280 TWh

SITUATION FIN 2020
121 TWh

PRODUCTION DE CHALEUR RENEUVELABLE

OBJECTIF 2030

288 TWh

SITUATION FIN 2020
154 TWh

PRODUCTION DE GAZ RENEUVELABLES

OBJECTIF 2030

73 TWh

SITUATION FIN 2020
10 TWh

TOTAL EnR

OBJECTIF 2030

594 TWh

SITUATION FIN 2020
308 TWh

PART DES EnR DANS LA CONSOMMATION FINALE EN 2030⁴



45%

SITUATION FIN 2020
19,1%

4. Une hypothèse de consommation finale de 1321 TWh en 2030 est prise en cohérence avec la PPE publiée en 2020.

Sources : Panoramas de l'électricité, de la chaleur et du gaz renouvelable publiés par le SER en février, avril et novembre 2021 ; « Les EnR en France en 2020 », avril 2021, ministère de la Transition écologique.

Les objectifs par filière

Pour une loi de programmation énergie-climat à la hauteur des enjeux climatiques et énergétiques

La Loi de programmation énergie-climat (LPEC) et le prochain décret de Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) pour les périodes 2024-2028 et 2029-2033 seront des éléments-clés pour placer la France sur la trajectoire nécessaire à l'atteinte de la neutralité carbone en 2050.

Dans les pages qui suivent, les adhérents du SER, présents sur tous les maillons des chaînes de valeur, proposent des potentiels techniques de développement des énergies renouvelables ambitieux, mais réalistes, qu'ils seront à même de mettre en œuvre. Ces visions par filière sont déclinées en volumes déployables d'ici dix ans et s'accom-

pagent de mesures pour débloquer les projets, accélérer les réalisations et rattraper le retard de notre pays.

L'atteinte de ces objectifs sera synonyme de bénéfices environnementaux, dont plusieurs sont mis en lumière : sur le plan des émissions de gaz à effet de serre ou de l'économie circulaire par exemple. Les bénéfices socio-économiques et industriels seront également au rendez-vous avec la création d'emplois et de valeur ajoutée, quantifiés pour chaque filière à l'horizon 2028, au service de notre souveraineté industrielle et du dynamisme économique dans nos territoires.

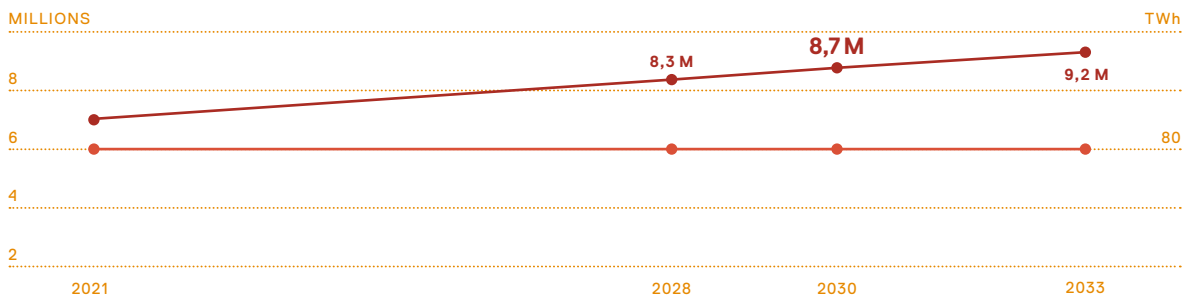
Bois énergie domestique

Près de 7 millions de ménages sont équipés d'un appareil de chauffage au bois de types inserts, poêles ou chaudières, à bûches ou à granulés. Grâce à l'amélioration de leur performance et l'isolation des logements, ces appareils consomment de moins en moins de combustible.



TRAJECTOIRE ET OBJECTIFS DU SER POUR LA PPE
en nombre de logements équipés (millions) et consommation (TWh)

● Logements équipés ● Consommation

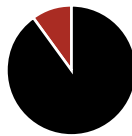


LES MESURES

Simplifier MaPrimeRénov' avec un seul montant d'aide commun entre les trois catégories actuelles d'appareils indépendants, et étendre l'aide aux logements de plus de deux ans (au lieu de quinze ans).

Étendre le « coup de pouce chauffage » des appareils indépendants au remplacement des foyers ouverts et appareils anciens peu performants et le revaloriser à hauteur de 1000 €.

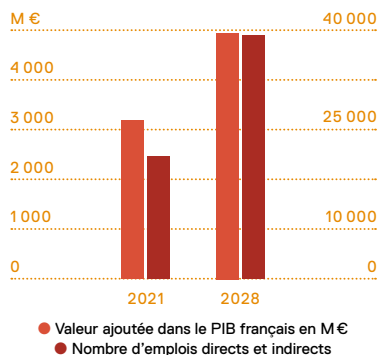
Soutenir la production nationale de granulés via des projets de nouvelles usines et d'expansion des usines existantes, en fournissant un accès prioritaire à l'énergie et en améliorant les conditions de stockage chez les producteurs et distributeurs.



10 %

de la consommation finale de chaleur en France est assurée par le chauffage au bois domestique.

POIDS ÉCONOMIQUE DE LA FILIÈRE



ATOUT ENVIRONNEMENT

Flamme verte

Grâce au label Flamme verte, les rendements énergétiques des appareils de chauffage au bois domestique alimentés avec un combustible bois de qualité ont augmenté d'au moins 25 % en moins de quinze ans et les émissions de polluants des fumées ont diminué considérablement.

ATOUT ÉCONOMIE

Co-bénéfices

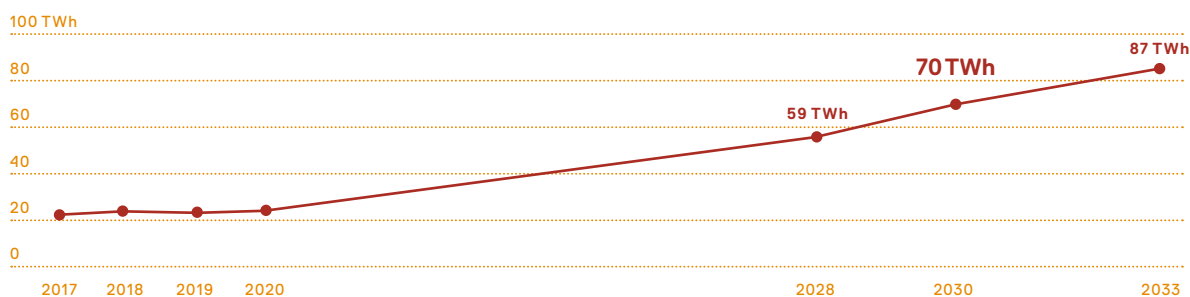
Le bois énergie est un coproduit du bois d'œuvre et du bois d'industrie : il participe à l'équilibre économique de la filière forêt-bois et à la gestion durable des forêts.

Bois énergie collectif

Dans le secteur collectif, industriel et tertiaire, le bois énergie peut répondre à une large gamme de besoins : de la chaleur produite dans des chaufferies biomasse qui alimentent un bâtiment ou un réseau de chaleur ; de la chaleur et de l'électricité dans des installations de cogénération (process industriels).



TRAJECTOIRE ET OBJECTIFS DU SER POUR LA PPE
Production (en TWh)



LES MESURES

Accélérer le développement des installations de bois énergie pour la production de chaleur ainsi que la cogénération à haut rendement (augmentation du Fonds Chaleur, reprise du bonus carbone pour les Certificats d'Économie d'Énergie, etc.).

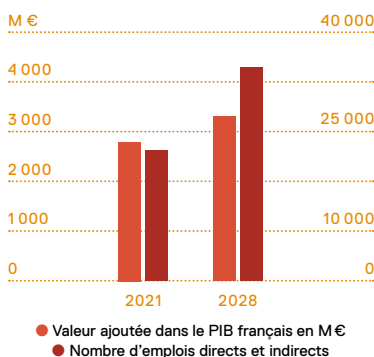
Soutenir la mobilisation des ressources en biomasse forestière en structurant les filières d'approvisionnement et leur logistique, tout en confortant une gestion durable des forêts.

Renforcer les parcours vers les métiers du bois (formations, apprentissages, reconversions, etc.) pour pallier les difficultés de recrutement et d'attractivité de la filière forêt-bois.

7145

chaufferies biomasse collectives, industrielles et tertiaires en France fin 2020, allant de 50 kW à plus de 50 MW (6858 fin 2018).

POIDS ÉCONOMIQUE DE LA FILIÈRE



ATOUT ENVIRONNEMENT

Économie circulaire

Le bois énergie collectif participe à l'économie circulaire par la valorisation énergétique des connexes des scieries et des bois en fin de vie ainsi que par la valorisation agronomique des cendres de bois.

ATOUT ÉCONOMIE

Coûts peu fluctuants

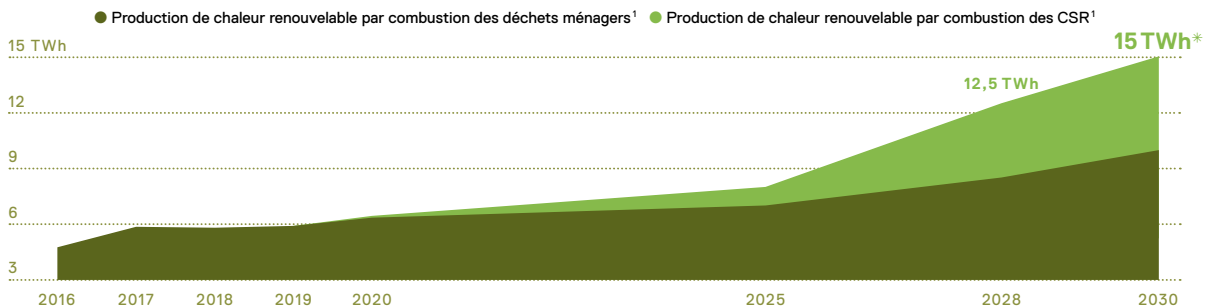
Les coûts du bois énergie pour le chauffage collectif sont maîtrisés et peu fluctuants en comparaison des énergies fossiles importées.

Valorisation énergétique des déchets



La valorisation énergétique des déchets ménagers et des combustibles solides de récupération (CSR) par combustion permet, dans le respect de la hiérarchie des modes de gestion des déchets, de valoriser ce qui n'a pu être recyclé.

TRAJECTOIRE ET OBJECTIFS DU SER POUR LA PPE



1. La moitié de la production des UVE est considérée comme renouvelable, l'autre est dite

de récupération. Ainsi en 2020 la production totale d'énergie était de 12,7 TWh, mais

seulement 6,35 TWh ont été comptabilisés comme renouvelables.

LES MESURES

Soutenir au niveau national et européen les énergies de récupération issues de la valorisation énergétique des déchets au même titre que les énergies renouvelables.

Soutenir le raccordement des Unités de valorisation énergétique (UVE) des déchets aux réseaux de chaleur existants ou en création.

Renforcer le soutien incitatif pour la filière des CSR encore naissante disposant d'un fort potentiel insuffisamment exploité pour la décarbonation de l'industrie.

FOCUS

Les Combustibles solides de récupération (CSR) sont des combustibles préparés à partir des refus de tri des déchets ménagers ou industriels non dangereux.

La Confédération des métiers de l'environnement (CME) prévoit à horizon 2030 un potentiel de 3Mt (soit 10 TWh) de CSR, qui pourrait être réorienté vers les 118 Unités de valorisation énergétiques (UVE) en service en France ou vers des chaufferies dédiées et participer au développement des livraisons de chaleur renouvelable et de récupération dans les réseaux.

ATOUT ENVIRONNEMENT

Pollution évitée

La combustion d'une tonne de déchets non recyclables peut produire jusqu'à 1500 kW de chaleur (3000 kW pour 1 tonne de CSR), tout en minimisant les émissions de polluants atmosphériques (traitement des fumées, etc.).

ATOUT ÉCONOMIE

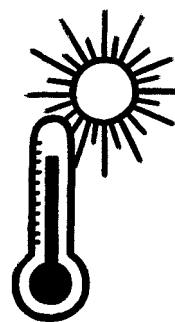
Optimisation des coûts

La valorisation énergétique des déchets par combustion permet de diminuer de 20% le coût de traitement des déchets urbains grâce aux revenus issus de la vente de l'énergie produite.

* Voir page 7 pour le détail des objectifs par type de combustion.

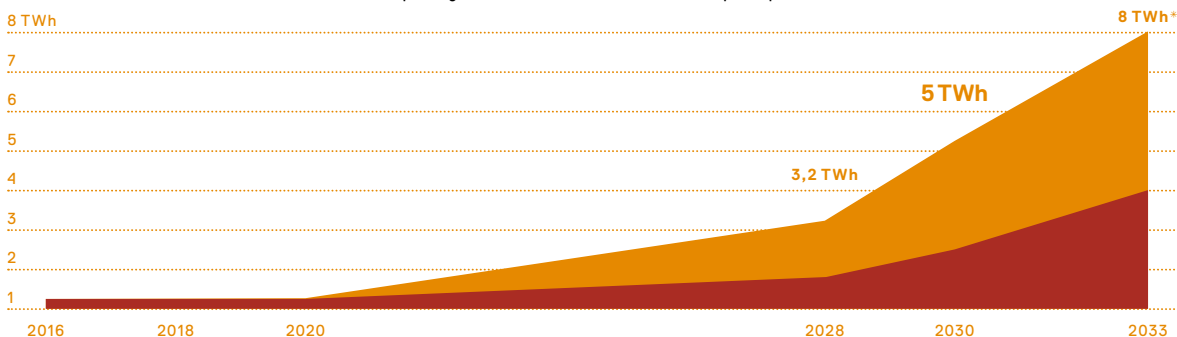
Solaire thermique

L'énergie solaire thermique valorise l'énergie renouvelable du rayonnement solaire pour répondre aux différents besoins en chaleur d'un bâtiment (logement, piscine, etc.), d'un quartier alimenté par un réseau de chaleur, et aux besoins en chaleur de sites industriels.



TRAJECTOIRE ET OBJECTIFS DU SER POUR LA PPE MÉTROPOLITAINE

● Solaire thermique en grandes installations ● Solaire thermique en petites installations



LES MESURES DANS LE SECTEUR INDIVIDUEL

Pérenniser les aides aux particuliers (MaPrimeRénov', coup de pouce chauffage, etc.)

Développer un kit de communication pour les espaces infos énergies.

LES MESURES DANS LE SECTEUR COLLECTIF

(tertiaire, industrie, agriculture)

Prolonger l'appel à projets du Fonds Chaleur, simplifier et harmoniser l'attribution des aides (aides aux investissements, aides au fonctionnement) pour les grandes surfaces solaires thermiques.

Intégrer dans les audits énergétiques une évaluation technico-économique de la production de chaleur solaire pour les entreprises et exploitations agricoles.

47 000 m²

de capteurs solaires thermiques supplémentaires ont été installés en France métropolitaine en 2020 (dont 24 000 m² pour le segment des grandes installations solaires thermiques).

2,3 M m²

d'installations solaires thermiques en service en France métropolitaine.

ATOUT ENVIRONNEMENT

Bilan carbone optimal

La chaleur solaire est une énergie renouvelable très vertueuse : ses équipements ont une longue durée de vie (plus de vingt ans) et sont recyclables. Par ailleurs, aucune émission n'a lieu lors de son exploitation.

ATOUT ÉCONOMIE

Compétitivité

La France est exportatrice nette de capteurs solaires.

Pour les industriels français s'équipant d'une grande installation solaire thermique, le MWh solaire est moins cher que les énergies fossiles dès la 1^{re} année.

* Voir page 7 pour le détail des objectifs par type d'installation.

Géothermies

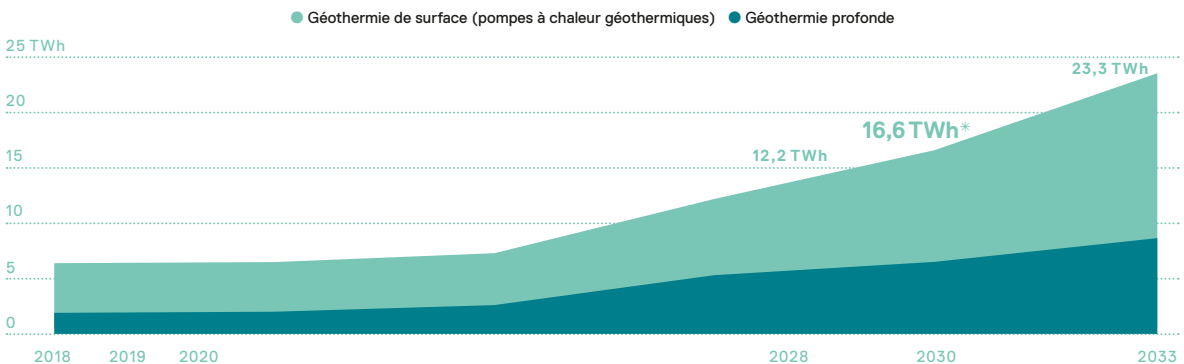
La géothermie valorise la chaleur du sous-sol, pour chauffer, climatiser ou rafraîchir des bâtiments.



La géothermie de surface valorise la chaleur à moins de 200 mètres de profondeur et à faible température (< 30 °C), via une pompe à chaleur (PAC).

La géothermie profonde valorise la chaleur d'aquifères au-delà de 800 mètres de profondeur avec des températures d'eau supérieures à 30 °C.

TRAJECTOIRE ET OBJECTIFS DU SER POUR LA PPE



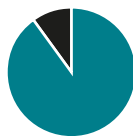
LES MESURES

Consolider les mécanismes de garantie des projets géothermiques.

Soutenir la production de froid et frais renouvelables géothermiques (taux de TVA réduit, bonification du geocooling, etc.).

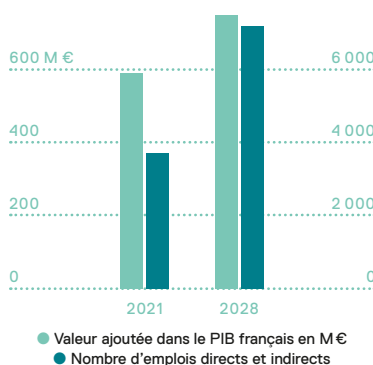
Redynamiser le marché des pompes à chaleur géothermiques en bonifiant les aides financières accordées aux particuliers, sans condition de revenu, y compris dans le neuf.

Créer une filière de forages d'excellence pour structurer et accompagner le décollage de la géothermie – en montant une offre de formation initiale et continue (objectif : doubler le nombre de foreurs d'ici 2030).



90%
du territoire métropolitain est propice à la géothermie de surface.

POIDS ÉCONOMIQUE DES GÉOTHERMIES



ATOUT ENVIRONNEMENT

Haute performance énergétique

La géothermie est une énergie renouvelable avec une haute performance énergétique et une disponibilité 24 heures sur 24. Elle ne contribue pas à la création d'îlots de chaleur urbains puisque la chaleur est transférée dans le sous-sol et non dans l'air extérieur.

ATOUT ÉCONOMIE

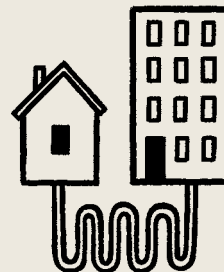
Co-extraction

La co-extraction de lithium des eaux très profondes (> 150 °C) dans une dizaine de centrales géothermiques pourrait satisfaire la demande française annuelle de lithium nécessaire pour la fabrication de batteries électriques.

* Voir page 7 pour le détail des objectifs par type de géothermie.

Les réseaux de chaleur et de froid

Les objectifs énergétiques et climatiques de la France appellent à la création de nouveaux réseaux de chaleur et de froid renouvelables et de récupération, ainsi qu'à la densification et au verdissement des réseaux existants.



Créer de nouveaux réseaux de chaleur et densifier les réseaux existants

Les réseaux de chaleur permettent de mobiliser, transporter et distribuer massivement plusieurs sources de chaleur renouvelables et de récupération (biomasse, solaire thermique, géothermie, etc.), à un prix stable pour les usagers.

Près de 850 réseaux de chaleur alimentent plus de 43 000 bâtiments, soit l'équivalent de 2,5 millions de logements, à plus de 60,5 % d'énergies renouvelables et de récupération locales (EnR&R)¹.

La Loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) prévoit d'atteindre une livraison de 39,5 TWh d'EnR&R à horizon 2030, contre 25,4 TWh aujourd'hui.

Pour atteindre les objectifs de la LTECV, plus de 1 300 nouveaux réseaux et plus de 250 réseaux existants devront être développés d'ici 2030². Cette ambition nécessite de porter le budget annuel du Fonds Chaleur à 1 milliard d'euros afin d'accompagner les collectivités, tant sur les études à mener en amont que sur les investissements à consentir.

Développer des réseaux de froid pour répondre aux enjeux du changement climatique

Le développement de réseaux de froid répond à un impératif sanitaire majeur, au-delà du seul confort, dans le contexte du changement climatique et d'accroissement des épisodes caniculaires.

En France, on estime les besoins de froid à 19 TWh dont 1 TWh est fourni par les 32 réseaux de froid et boucles d'eau tempérée².

Il est nécessaire de déployer des réseaux de froid alimentés majoritairement par des EnR&R locales, notamment à base de géothermie, plutôt que des climatiseurs individuels qui aggravent les effets d'îlots de chaleur urbains.

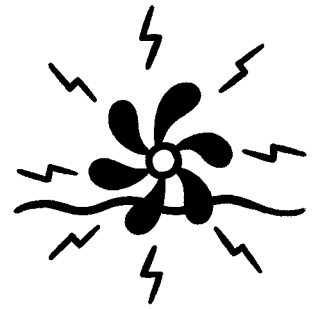
La PPE fixe un objectif de triplement des livraisons de froid générées par les EnR d'ici à 2028. Pour atteindre ces objectifs, les réseaux de froid de proximité centralisés en autoconsommation collective doivent être privilégiés en assurant le raccordement des bâtiments publics et en donnant accès à une TVA réduite pour le raccordement des bâtiments.

1. Syndicat national du chauffage urbain et de la climatisation urbaine (SNCU), Enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid, édition 2021, données 2020.

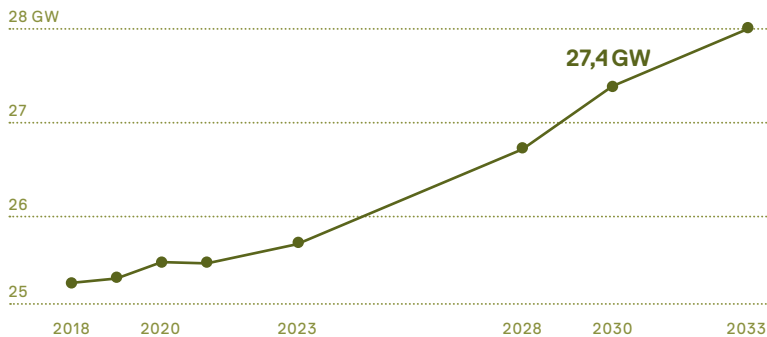
2. Étude VIA SEVA MANERGY en partenariat avec le SNCU.

Hydroélectricité

L'hydroélectricité est la première source d'électricité renouvelable en France. Cette production stockable et rapidement mobilisable, amenée à se maintenir et à se renforcer, joue un rôle primordial pour la sécurité du système électrique.



TRAJECTOIRE ET OBJECTIFS DU SER POUR LA PPE



OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DES STATIONS DE TRANSFERT D'ÉNERGIE PAR POMPAGE (STEP)

2035
5 700 MW
en turbinage

2021
4 200 MW

LES MESURES

Donner une visibilité aux exploitants sur l'avenir des concessions existantes.

Maintenir les dispositifs de soutien en place pour le développement de la petite hydroélectricité.

Instaurer un cadre économique et réglementaire favorable à la rénovation.

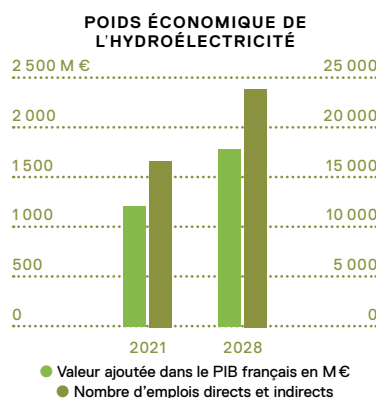
Inscrire dans la PPE un calendrier d'appels d'offres pour de nouvelles concessions.

Inscrire dans la PPE un calendrier de développement de STEP (Stations de transfert d'énergie par pompage) et créer un cadre économique et réglementaire dédié.

Systématiser l'évaluation « ex ante » et « ex post » des mesures environnementales.

12,4 %

Part de l'hydroélectricité dans la consommation électrique française en 2021.



ATOUT ENVIRONNEMENT

Gestion intégrée

L'hydroélectricité facilite un mode de gestion intégré, encourage une bonne articulation entre les différents usages de l'eau : eau potable, navigation commerciale, irrigation des terres agricoles, loisirs, etc.

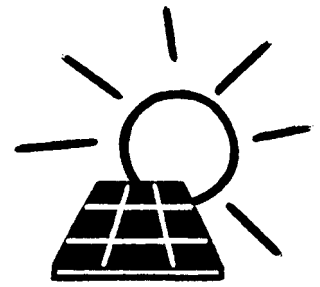
ATOUT ÉCONOMIE

Flexibilité

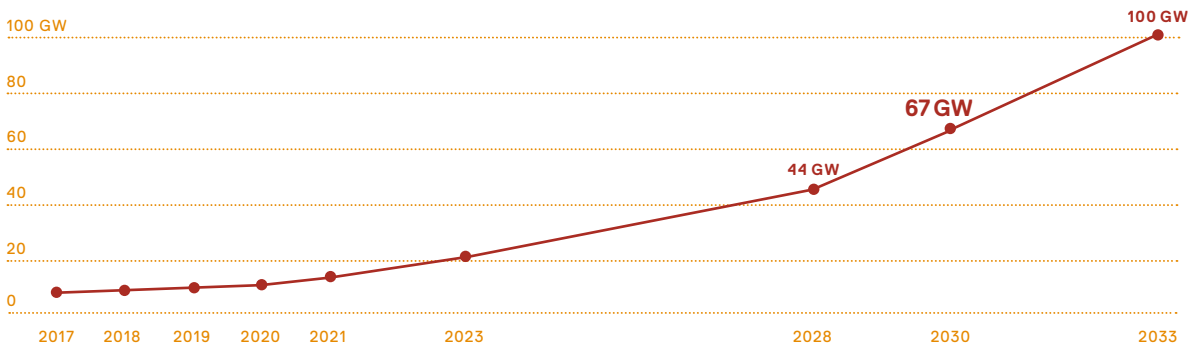
L'hydroélectricité assure la flexibilité indispensable au système électrique : elle contribue à plus de 50 % de l'équilibre en temps réel entre la production et la consommation d'électricité.

Solaire photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque est disponible partout en France et peut être déployée très rapidement, massivement, sur de multiples supports, à un coût de plus en plus compétitif pour les particuliers, les professionnels de tous secteurs (notamment les agriculteurs) et les collectivités.



TRAJECTOIRE ET OBJECTIFS DU SER POUR LA PPE



LES MESURES

Mettre en place un guichet unique pour l'ensemble des procédures administratives pour gagner en efficacité dans l'instruction et assurer une meilleure cohérence entre les avis.

Imposer l'équipement de toute toiture neuve ou existante au-dessus de 250 m², des parkings à ciel ouvert, ports et surfaces logistiques, emprises ferroviaires et autoroutières.

Alléger les règles contraignantes d'urbanisme (distance entre constructions et routes, zones littorales et montagnes).

Investir massivement dans l'industrie photovoltaïque française pour développer un avantage technologique compétitif et créer de l'emploi.

52 000

emplois directs et indirects en 2030 soutenus par la filière dans le cas d'un développement volontariste du solaire photovoltaïque avec la création de Gigafactories en France.

Source : « Vision Solaire 2022-2030 », France Territoire Solaire, 2022.

ATOUT ENVIRONNEMENT

Recyclage

En France, grâce à la mise en place d'une collecte obligatoire, 94 % de la masse d'un module photovoltaïque est recyclée.

ATOUT ÉCONOMIE

Coûts compétitifs

Les coûts de production de l'électricité solaire au niveau mondial (en coût moyen de l'électricité, dit « LCOE » pour « Levelized Cost of Energy » en anglais) a fortement baissé de 85 % entre 2010 et 2020.

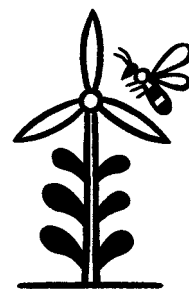
86 %

Près de neuf Français sur dix partagent une bonne image de l'énergie solaire photovoltaïque.

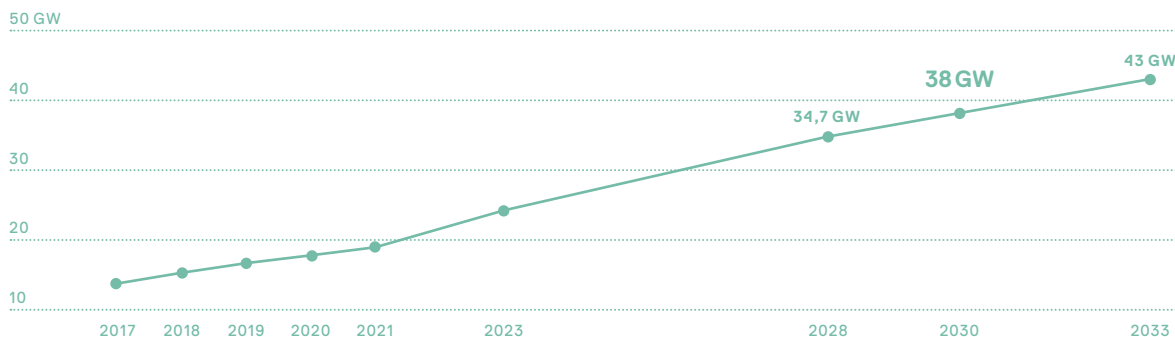
Source : « Les Français et l'environnement », baromètre 2019 de l'ADEME.

Éolien terrestre

Composante essentielle de notre mix électrique, l'éolien représente un atout majeur pour réduire rapidement nos émissions de CO₂ et notre facture énergétique. Pour profiter pleinement des bénéfices environnementaux et économiques de l'éolien, il faut accélérer l'instruction des nouveaux projets.



TRAJECTOIRE ET OBJECTIFS DU SER POUR LA PPE



LES MESURES

Créer un fonds local dédié à la transition écologique des communes d'implantation, alimenté par une partie des revenus du parc éolien.

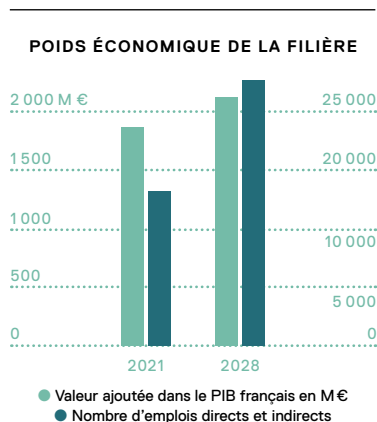
Modifier la répartition de l'IFER pour que la commune d'implantation perçoive 50% du montant total, et que les 50% restants reviennent à l'établissement public de coopération intercommunale (EPCI).

Rationaliser les contraintes radars et aéronautiques civiles et militaires pour passer de 70% du territoire français actuellement grevé de contraintes à moins de 50%.

Créer un site d'informations fiables et à diffusion large sur l'éolien terrestre, renseigné par l'ADEME, pour contrer les fausses informations.

+ de 100 M €

de ressources fiscales apportées aux collectivités locales chaque année via l'imposition forfaitaire sur les entreprises de réseaux (IFER).



ATOUT ENVIRONNEMENT

Faibles émissions

L'éolien terrestre est une des sources d'électricité les moins émettrices de CO₂ sur l'ensemble de son cycle de vie : 12,7 gCO₂ éq./kWh contre 500 gCO₂ éq./kWh pour le gaz, ou 1000 gCO₂ éq./kWh pour le charbon.

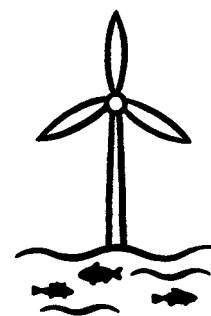
ATOUT ÉCONOMIE

Revenus pour l'État

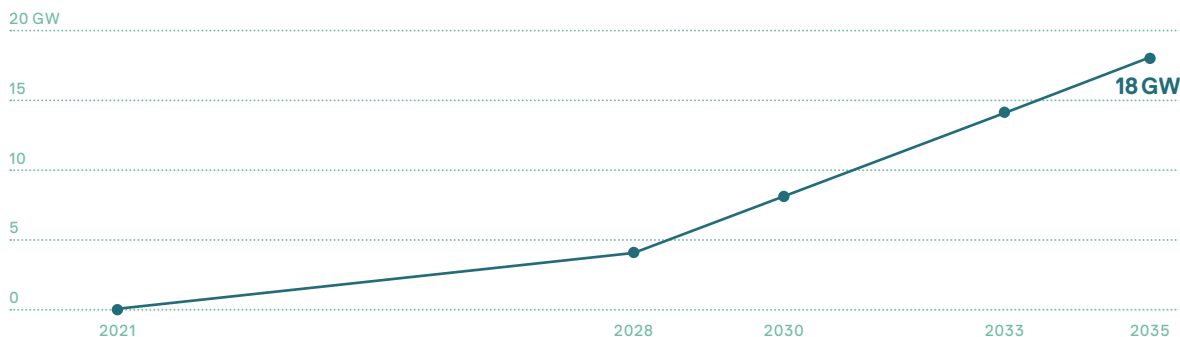
Grâce au mécanisme du complément de rémunération, les producteurs éoliens reçoivent des subventions en cas de prix de l'électricité faibles, et reversent de l'argent à l'État en cas de prix élevés. D'après la Commission de Régulation de l'Énergie, en 2022 et 2023, la filière versera 7,6 milliards d'euros net à l'État.

Éolien en mer

L'éolien en mer est une technologie compétitive utilisant les vents marins forts et réguliers pour laquelle la France dispose de nombreux atouts. Son développement à grande échelle est indispensable à la transition énergétique et source d'importantes retombées socio-économiques.



TRAJECTOIRE ET OBJECTIFS DU SER DU PACTE ÉOLIEN EN MER



FOCUS

Pacte éolien en mer

L'État et la filière ont signé en mars 2022 le « Pacte éolien en mer », pour construire des volumes ambitieux nécessaires à la transition énergétique et porter des projets exemplaires.

L'état s'engage à :

- attribuer au moins 2 GW/an pour l'éolien en mer dès 2025 ;
- attribuer 20 GW en 2030 pour atteindre une capacité de 18 GW en service en 2035 et de 40 GW en 2050.

La filière s'engage à :

- mobiliser, d'ici 2035, au moins 20000 emplois sur le territoire ;
- investir 40 milliards d'euros au cours des quinze prochaines années ;
- atteindre un contenu local de 50 % pour chacun des projets.

LES MESURES

Établir d'ici mi-2024 une vision consolidée en termes de zones précises, de calendrier d'appels d'offres du développement de l'éolien en mer tel qu'envisagé à 2035 et 2050.

Attribuer au minimum 10 GW de nouvelles capacités d'ici cinq ans. Celles-ci détermineront, compte tenu de la durée de réalisation nécessaire aux projets, la capacité en service en 2035.

Changer l'échelle des projets et de la concertation.

Anticiper et entreprendre l'adaptation des infrastructures (ports, développement du réseau électrique en mer).

ATOUT ENVIRONNEMENT

Emprise réduite

L'installation de 50 GW au large des côtes françaises couvrirait un tiers de la consommation électrique française sur moins de 3% de l'espace maritime métropolitain. L'utilisation de cet espace resterait, par ailleurs, accessible à d'autres activités, notamment la pêche.

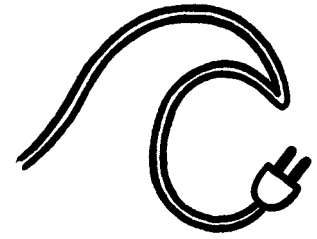
ATOUT ÉCONOMIE

Dynamique industrielle

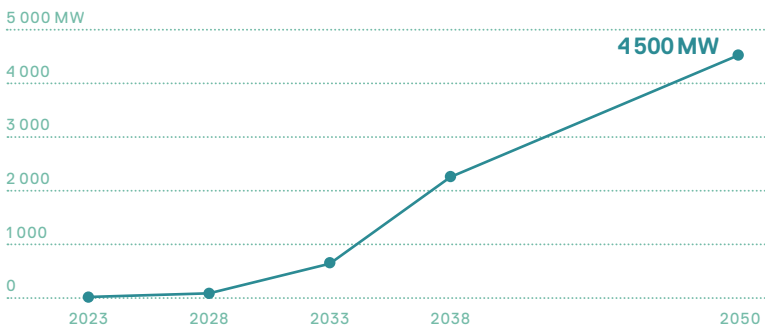
Le développement de l'éolien en mer s'inscrit dans une forte dynamique industrielle : la France compte quatre des douze usines de production d'éoliennes en mer en Europe. Ce dynamisme génère de nombreux emplois : 6 591 en 2021, en croissance de 36 % par rapport à 2020.

Énergies marines renouvelables

Les énergies marines renouvelables couvrent les technologies qui génèrent de l'électricité à partir des mers. La plus mature est l'hydrolien utilisant les courants sous-marins. Le houlomoteur, valorisant l'énergie des vagues, est, lui, encore en phase d'essai.



TRAJECTOIRE DE MISE EN SERVICE DE L'HYDROLIEN



LES MESURES

Organiser les travaux de planification cartographique et de développement des énergies marines pour optimiser l'exploitation à long terme des gisements nationaux hydroliens.

Organiser et soutenir le déploiement de fermes pilotes pour poursuivre l'accompagnement du développement et la maturation des acteurs de la filière hydrolienne.

Inscrire dans la prochaine PPE le lancement de premiers appels d'offres en Normandie et en Bretagne.

100 €/MWh

Coût potentiel de l'énergie produite par des hydroliennes dès le 1^{er} GW installé en France.

Source : chiffres ORE Catapult.

40 GW

Objectif de déploiement des énergies marines renouvelables à 2050 fixé par la Commission européenne pour le houlomoteur et l'hydrolien. 30 % à 50 % de cet objectif pourront être réalisés au large des côtes françaises.

Source : « Une stratégie de l'UE pour exploiter le potentiel des EmR », novembre 2020.

OBJECTIFS PPE DU SER POUR L'HYDROLIEN

2028
750 MW
attribués en appels d'offres

2033
2500 MW
attribués en appels d'offres

RÉALISATIONS HYDROLIENNES FRANÇAISES

2018
Campagne d'essai de l'hydrolienne Sabella D10 (1 MW) dans le Fromveur

↓

Test de l'hydrolienne HydroQuest River (80 kW) à Bordeaux

↓

Installation d'une hydrolienne de Guinard Énergies Nouvelles (250 kW) en Bretagne

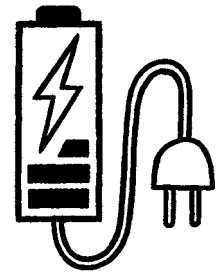
↓

2019 - 2021
Test de l'hydrolienne d'HydroQuest OceanQuest (1 MW) à Paimpol-Bréhat

↓

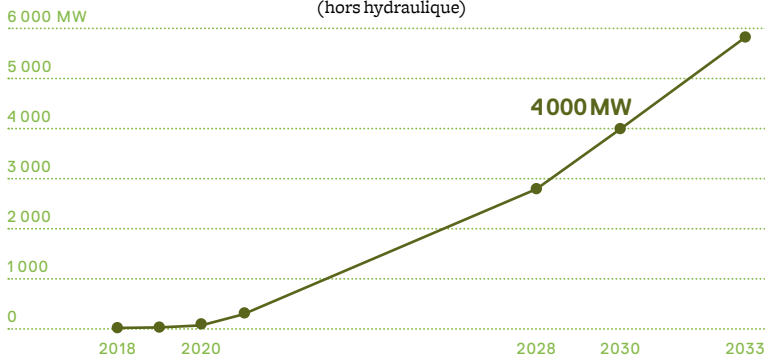
2022
Nouvelle campagne d'essai de l'hydrolienne Sabella D10 (1 MW) dans le Fromveur

Stockage de l'électricité et hydrogène



Le stockage de l'électricité et l'hydrogène renouvelable permettent d'augmenter la flexibilité du système électrique et facilitent l'intégration des EnR et la décarbonation de l'économie de manière générale.

TRAJECTOIRE ET OBJECTIFS DU SER POUR LA PPE
(hors hydraulique)



OBJECTIF PPE DU SER

2030

50 %

d'hydrogène renouvelable dans la production d'hydrogène via des volumes réservés dans les futurs appels d'offres « industrie » et « mobilité hydrogène ».

LES MESURES

Étendre l'abattement du Tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE) appliqué aux installations de stockage raccordées au réseau de transport à celles raccordées en distribution.

Définir un cadre législatif, réglementaire et technique facilitant le raccordement et l'exploitation des installations de stockage ou d'électrolyse associées à des sites de consommation et/ou de production d'énergies renouvelables (dites « installations hybrides »), notamment leur raccordement indirect aux réseaux.

Lancer des appels à projets (AAP) à hauteur de 100 MW pour les technologies de stockage innovantes.

+ 28 GW à 68 GW

Besoin supplémentaire de flexibilité pour le système électrique en 2050 avec des hypothèses allant jusqu'à 26 GW de batteries électrochimiques.

Source : « Futurs énergétiques 2050 », RTE.

6,5 GW

Puissance minimale des électrolyseurs que la France devra installer d'ici 2030 pour produire de l'hydrogène renouvelable.

Source : « Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné ».

ATOUT ENVIRONNEMENT

Décarbonation

L'hydrogène permet la décarbonation de la mobilité lourde (bus, train, etc.) mais aussi de process intensifs en carbone dans l'industrie.

ATOUT ÉCONOMIE

Lissage des prix

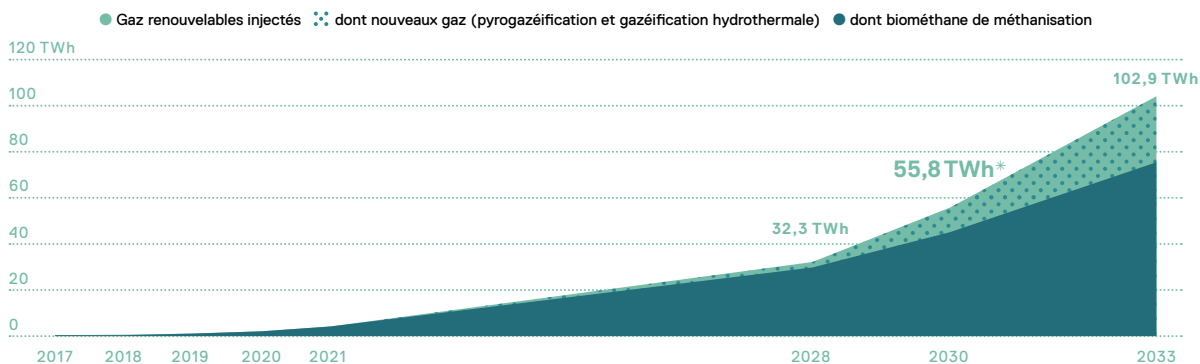
Le stockage de l'électricité permet de valoriser les excédents de production pendant les heures creuses de consommation et de les réinjecter pendant les périodes de forte demande, ce qui optimise les prix de l'électricité au global pour les consommateurs.

Gaz renouvelables



Les gaz renouvelables sont majoritairement produits par méthanisation, une filière mature en fort développement. À moyen terme, de nouveaux procédés vont se développer : la pyrogazéification et la gazéification hydrothermale, valorisant des déchets solides ou liquides, et le power-to-gas, transformant un surplus d'électricité renouvelable en gaz de synthèse.

TRAJECTOIRE ET OBJECTIFS DU SER POUR LA PPE



LES MESURES

Réviser à la hausse le tarif d'achat du biométhane, pour notamment prendre en compte l'inflation (sur le prix des équipements et des matières premières).

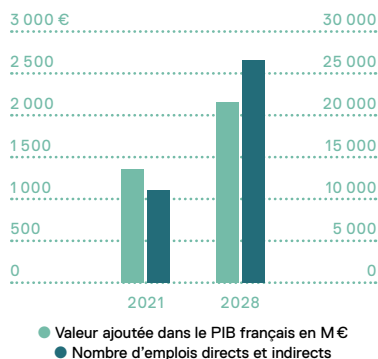
Accompagner rapidement les installations qui arrivent à la fin des premiers contrats de cogénération.

Mettre en place un système d'aide plus incitatif (tarifs, aides de l'ADEME) pour les projets de méthanisation à haute valeur environnementale.



20%
de la consommation
de gaz naturel couverte
par des gaz renouvelables
en 2030.

POIDS ÉCONOMIQUE DE LA FILIÈRE



ATOUT ENVIRONNEMENT

Coproduit

Le digestat, coproduit de la production de biogaz, est un fertilisant organique et naturel qui permet de remplacer les engrais chimiques coûteux, dont la fabrication est fortement consommatrice d'énergie et d'eau.

ATOUT ÉCONOMIE

Revenu additionnel

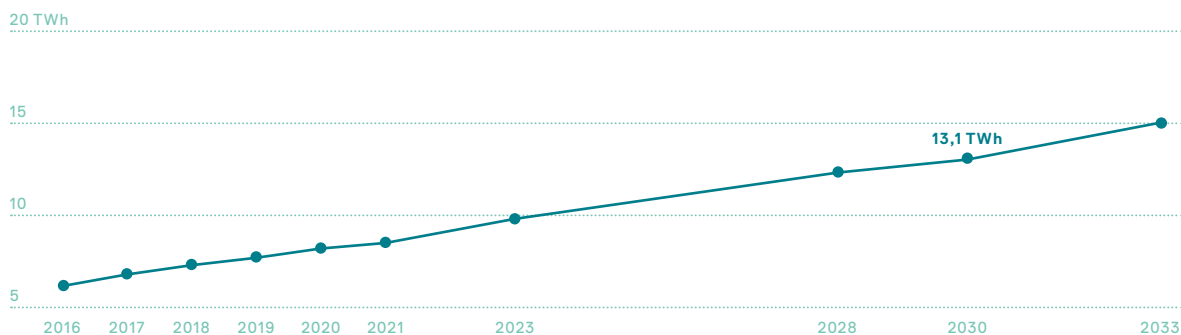
15 000 €/an de revenu moyen additionnel pour un agriculteur grâce à la méthanisation.

Source : « Agriculture et énergies renouvelables », étude ADEME, 2018.

* Voir page 8 pour le détail des objectifs par type de gaz renouvelables injectés.

POTENTIEL DU BIOGAZ CONSOMMÉ EN COGÉNÉRATION

Méthanisation, Stations d'épuration (STEP) et Installations de stockage des déchets non dangereux (ISDND)



LE BIOMÉTHANE ET SES USAGES

Le biogaz peut être épuré pour produire du biométhane injectable dans les réseaux de gaz naturel pour divers usages : chauffage, cuisson, etc. Il peut aussi être utilisé comme un carburant : le BioGNV. Dans ce cas, il peut soit alimenter une station-service sur son site de production, soit être injecté dans les réseaux de gaz et être ensuite transformé en BioGNV.

1200

unités de méthanisation en France fin 2021, dont les deux tiers sont majoritairement portées par des agriculteurs.

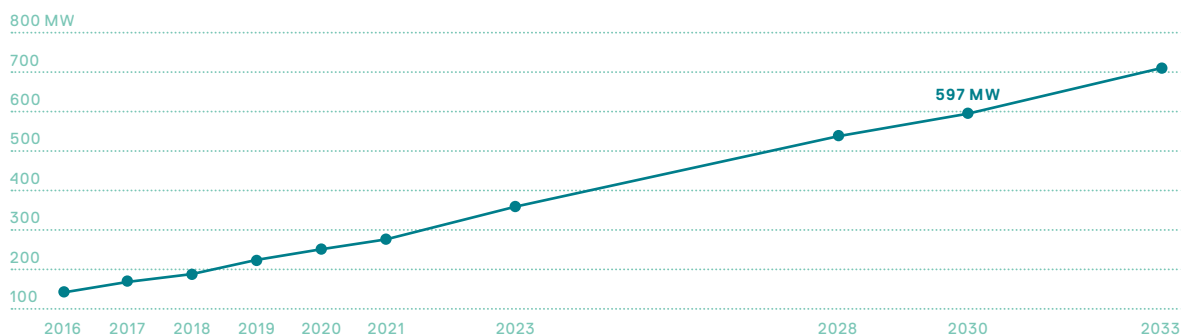
LA COGÉNÉRATION

La consommation du biogaz dans des moteurs de cogénération constitue le vecteur historique du développement du biogaz dans les territoires disposant d'un réseau de gaz éloigné.

La cogénération dispose encore d'un potentiel de développement pour les prochaines années, à la fois pour répondre aux besoins de flexibilité du réseau électrique et alimenter des clients locaux en chaleur renouvelable.

PUISSANCE INSTALLÉE ÉLECTRIQUE DES INSTALLATIONS DE MÉTHANISATION

Hors STEP et ISDND



Biocarburants

Les biocarburants liquides ou gazeux, issus de biomasses durables, sont une solution pour décarboner les transports aux côtés de l'électricité et de l'hydrogène renouvelables et bas-carbone. Il existe plusieurs filières matures de biocarburants comme le bioéthanol, le biodiesel et le BioGNV.



OBJECTIFS DE LA LOI POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET LA CROISSANCE VERTE POUR 2030

15 %

d'énergies renouvelables
dans les transports.

> 7 %

Taux d'incorporation
pour les biocarburants
liquides conventionnels.

OBJECTIFS BioGNV DU SER

2028

1,4 TWh

2030

2,4 TWh

2033

3,9 TWh

LES MESURES

Reconnaître le rôle des véhicules thermiques et hybrides dans la décarbonation dès lors qu'ils fonctionnent avec des carburants décarbonés.

Harmoniser l'approche des émissions de CO₂ dans toutes les politiques des transports de l'UE en passant d'une approche « au pot d'échappement » à une approche en cycle de vie (du puits à la roue) et autoriser des émissions résiduelles au pot d'échappement à faible impact sur le climat et l'environnement.

Mutualiser le plafond de 7% d'incorporation pour la production de biocarburants conventionnels au niveau européen.

Soutenir le déploiement d'un réseau de stations publiques et privées de distribution du BioGNV.

N°1

La France est le 1^{er} producteur de bioéthanol (à partir du sucre, de l'amidon ou de résidus vinicoles) et le 2^e producteur de biodiesel (à partir d'huiles végétales ou de graisses animales) en Europe.

30 000

emplois directs et indirects
générés par les filières
des biocarburants liquides
conventionnels en 2021.

Source : « Évaluation et analyse de la contribution des énergies renouvelables à l'économie de la France et de ses territoires », 2020.

ATOUT ENVIRONNEMENT

Cycle de vie

Les véhicules roulant aux biocarburants sont peu émetteurs de CO₂ et de particules fines au pot d'échappement et ont un bilan en cycle de vie meilleur que leurs équivalents diesel ou essence.

ATOUT ÉCONOMIE

Bioéconomie

Les coproduits des biocarburants (tourteaux, drêches, pulpes, etc.) issus des bioraffineries contribuent notamment à l'autonomie alimentaire des élevages français.

**Directeur
de la publication**

Jean-Louis Bal,
président du SER

**Rédaction
et coordination**

Robin Apolit
Jean-Louis Bal
Marie Buchet
Cyril Carabot
Camille Charpiat
Gilles Corman
Léa Ezenfis
Anne Georgelin
Claire Le Guen
Mathilde Jacquot
Françoise Jouet
Priscille Marques
Jérôme Morville
Axel Richard
Alexandre Roesch
Jérémy Simon
Sean Vavasseur
Valérie Weber-Haddad

**Conception et
réalisation graphique,
secrétariat de rédaction**

Atelier Marge Design

Illustrations

Laurent Moreau

Remerciements

Remerciements aux
adhérents du SER pour
leurs contributions.

Imprimé à Rennes
(Média Graphic)
en septembre 2022
sur Nautilus SuperWhite
blanc FSC® Recycled
100 % – 120 g et
Nautilus SuperWhite
blanc FSC® Recycled
100 % – 300 g



Source des graphiques


« poids économique »
« Évaluation et analyse
de la contribution des
énergies renouvelables
à l'économie de la France
et de ses territoires,
2020-2022 », SER-EY

**Syndicat des
énergies renouvelables**

40-42 rue La Boétie – 75008 Paris
T. 01 48 78 05 60 – contact@enr.fr

www.enr.fr

www.ser-evenements.com

 [@ser-enr](https://twitter.com/ser-enr)

 [Syndicat des énergies renouvelables](https://www.linkedin.com/company/ser-enr)

