

# LES ÉNERGIES RENOUVELABLES en France

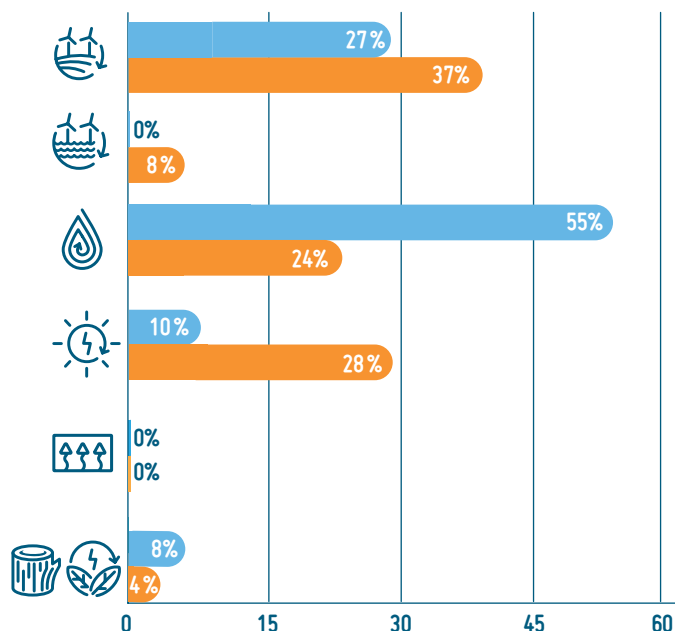
Les différentes sources d'énergies renouvelables (EnR) qui coexistent aujourd'hui dans la production d'énergie en France ont chacune leurs propres caractéristiques. Certaines sont matures technologiquement et déjà rentables, d'autres sont encore en phase de développement plus ou moins avancé.

Les services rendus ne sont pas nécessairement les mêmes, certaines sources servent à produire de l'électricité, d'autres de la chaleur ou du carburant et ne sont donc pas interchangeables. Une part d'entre elles produit de manière intermittente (nécessitant le développement de solutions de stockage), une autre part peut servir de solution de stockage. L'impact environnemental de ces différentes solutions est lui aussi variable.

Enfin, toutes les sources ne sont pas perçues de la même manière par les citoyens et selon les territoires.

## RÉPARTITION DES FILIÈRES D'ENR DANS LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE (HORS CHALEUR ET CARBURANTS)

■ Part dans la production électrique renouvelable en 2017 (en %)  
 ■ Objectifs PPE de part dans la production électrique renouvelable en 2028 (en %)





**OBJECTIFS**

**DE LA PPE**

La programmation pluri-annuelle de l'énergie (PPE) exprime les orientations en matière de politique énergétique. Le code de l'énergie prévoit notamment de porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à plus de 33 % de cette consommation en 2030. À cette date, les énergies renouvelables devront représenter :

- ▶ 40 % de la production d'électricité,
- ▶ 38 % de la consommation finale de chaleur,
- ▶ 15 % de la consommation finale de carburant,
- ▶ 10 % de la consommation de gaz.

Ces objectifs nationaux sont cohérents avec le chemin nécessaire pour atteindre la neutralité carbone en 2050 et avec l'objectif européen de porter à 32 % la part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation d'énergie finale brute de l'Union européenne d'ici à 2030.

**40 %**

**DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ**

sera issue des énergies renouvelables d'ici 2030.

# Principales ÉNERGIES RENOUVELABLES



## ÉOLIENNES TERRESTRES

Les éoliennes convertissent l'énergie du vent en énergie électrique qui est, en ce sens, totalement renouvelable et constitue par définition une source d'énergie intermittente et non pilotable, c'est-à-dire non prévisible, puisque conditionnée au niveau de vent (en général, une éolienne commence à produire à 15 km/h de vent et tourne à plein régime vers 40-50 km/h de vent).



## PHOTOVOLTAÏQUE

Les cellules photovoltaïques récupèrent la lumière du soleil et la convertissent en électricité. Tout comme l'éolien, il s'agit d'une source d'énergie entièrement renouvelable. En revanche, elle ne peut produire qu'en journée, ce qui pose des problèmes pour répondre au pic de consommation d'énergie, particulièrement en fin de journée aux alentours de 20 h, et nécessite donc le développement de solutions de flexibilité.



## BOIS ÉNERGIE

Le bois énergie désigne l'utilisation du bois et de ses dérivés comme source d'énergie. Il est possible de produire de l'électricité via la combustion de la biomasse, comme dans une centrale thermique classique. Cependant, la grande majorité de la ressource bois énergie est actuellement utilisée en tant que chauffage au bois domestique, essentiellement sous forme de bûches. Il s'agit d'une source d'énergie considérée comme renouvelable, dans la mesure où la forêt est gérée de façon durable.



## ÉOLIENNES EN MER

Elles fonctionnent sur le même principe que les éoliennes terrestres. Ce sont donc des sources d'énergie renouvelable, intermittente, produisant de l'électricité à partir du vent. Elles peuvent être installées sur les fonds marins (éolien posé) ou sur une base flottante, elle-même ancrée aux fonds marins (éolien flottant). Elles sont en revanche différentes des éoliennes terrestres sur plusieurs points : le vent en mer étant plus fort et plus constant que sur terre, les éoliennes offshore possèdent un rendement plus élevé que leurs équivalentes terrestres. Enfin, les éoliennes installées en mer sont deux à trois fois plus puissantes que les éoliennes à terre, ce qui permet de produire plus d'électricité par éolienne. Les espaces maritimes étendus permettent d'installer des parcs de grande taille, composés de plusieurs dizaines d'éoliennes, mais leur implantation doit se faire en conciliant les différents usages maritimes.



## HYDROÉLECTRICITÉ

L'énergie mécanique de l'eau est utilisée pour actionner des turbines qui la convertissent en énergie électrique. Il s'agit d'une énergie renouvelable puisque le cycle de l'eau garantit le renouvellement annuel de la ressource. Le volume de production brute varie en fonction du niveau de pluviométrie. D'une manière générale, l'hydroélectricité permet, grâce aux retenues d'eau, de stocker de grands volumes d'eau et de produire de l'électricité à la demande, notamment lors des pics de consommation. En outre, l'hydroélectricité est à ce jour la seule solution de stockage de l'électricité à grande échelle et sur longue période, avec les réserves des grands barrages. La France est un pays richement doté en reliefs et de ce fait possède d'importantes ressources hydro-électriques qui ont été développées au cours du XX<sup>e</sup> siècle.



## BIOGAZ

Il existe deux types de gaz : le gaz naturel qui, comme le pétrole, est une source d'énergie fossile et le biogaz, qui est renouvelable. Ces gaz diffèrent par leur mode de formation, mais sont chimiquement équivalents et peuvent donc rendre les mêmes services : source de chaleur, production d'électricité, voire carburant alternatif.

Il existe trois modes principaux de production du biogaz :

- **la méthanisation** correspond à la dégradation de la matière organique, notamment les déchets agricoles, agroalimentaires, bio-déchets, etc. ;
- **la pyrogazéification** est un autre processus permettant de produire du méthane à partir de matières organiques ;
- **le power-to-gas** permet de transformer l'électricité issue d'énergies renouvelables en gaz (méthane), offrant ainsi une solution pour le stockage de l'électricité.



## GÉOTHERMIE

Ce terme recouvre diverses technologies radicalement différentes, mais qui exploitent toutes la chaleur de la croûte terrestre. La géothermie peu profonde (entre 5 et 10 m) utilise le concept de pompe à chaleur pour produire du chauffage, le sol restant à température constante toute l'année. La deuxième technologie, dite géothermie profonde, va chercher la chaleur beaucoup plus loin. La température moyenne de la croûte terrestre augmentant avec la profondeur, en moyenne de 3°C tous les 100 m, cette ressource permet d'alimenter des réseaux de chaleur.



## BIOCARBURANTS

Ce sont des carburants produits à partir de biomasse venant en complément ou en substitution des carburants fossiles. Certains, dits conventionnels, sont produits à partir de ressources agricoles et d'autres, dits avancés, sont produits à partir de matières premières sans entrer en concurrence avec l'usage alimentaire.

## ALÉAS POTENTIELS

### BIODIVERSITÉ



### PAYSAGES



### CONFLITS D'USAGE AVEC D'AUTRES ACTIVITÉS



### CONSOMMATION D'ESPACE



### CHANGEMENT D'AFFECTATION DES SOLS



### NUISANCES PENDANT LA CONSTRUCTION

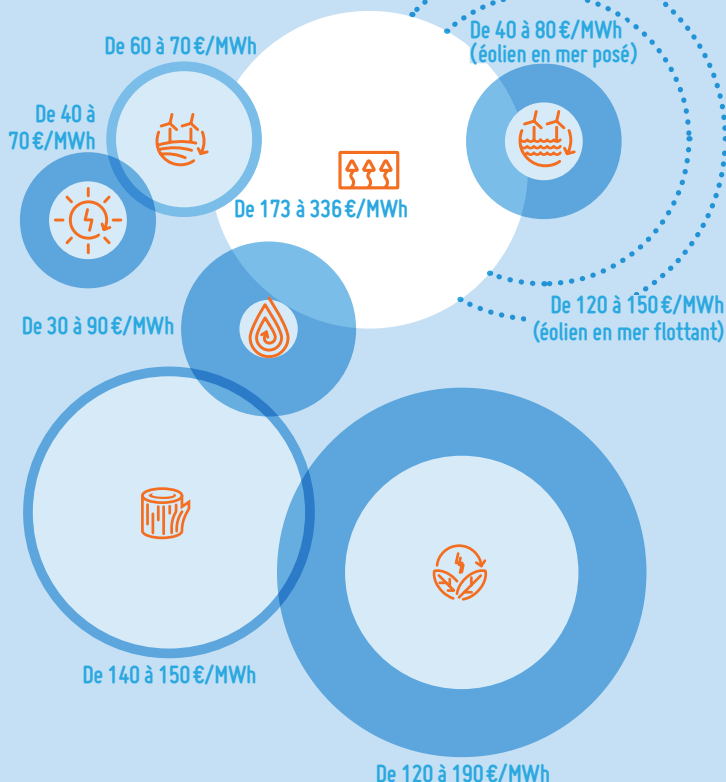


### POLLUTION DE L'AIR



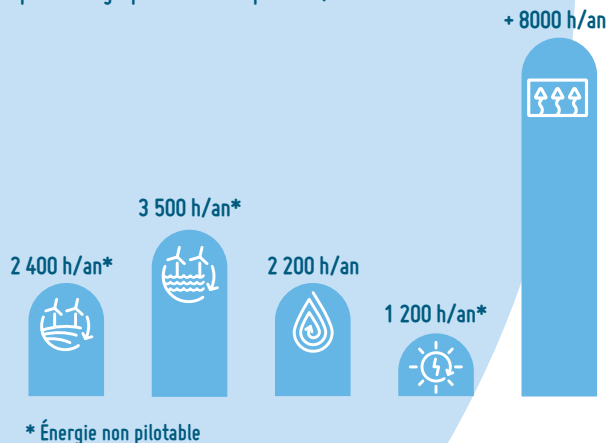
## COÛT DES PRINCIPALES ENR

Coûts à mettre en perspective avec le prix moyen d'échange de l'électricité sur les marchés de 49€/MWh en 2019.



## FACTEUR DE CHARGE DES PRINCIPALES ENR

Cet indicateur sert à suivre le rendement d'une installation (plus le nombre d'heures est élevé plus l'énergie produite est importante).



# GLOSSAIRE

## BIOMASSE

Ensemble des matières organiques d'origine végétale ou animale pouvant se transformer en énergie. Il existe trois formes de biomasse : solide (paille, copeaux, bûches...), liquide (huiles végétales, bio-alcools...), gazeuse (biogaz).

## CENTRALE THERMIQUE

Centrale qui produit de l'électricité à partir d'une source de chaleur utilisant généralement un combustible fossile (charbon, gaz, fioul...).

## CONSOMMATION FINALE

Total de l'énergie consommée par les utilisateurs tels que les ménages, l'industrie...

## CONSOMMATION PRIMAIRE

Somme de la consommation finale, des pertes et de la consommation des producteurs et des transformateurs d'énergie.

## COP 21

21<sup>e</sup> conférence des parties sur le climat de 2015 d'où est issu l'Accord de Paris pour limiter le réchauffement climatique « bien en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels ».

## EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Énergie utilisée rapportée à l'énergie fournie. Idéalement, toute l'énergie fournie est utilisée, mais ce n'est jamais le cas.

## ÉNERGIE FINALE

Ensemble des énergies délivrées prêtes à l'emploi au consommateur final : électricité, essence...

## ÉNERGIE FOSSILE

Source d'énergie provenant de la décomposition d'éléments vivants, souvent sur des millions d'années : pétrole, charbon, houille, gaz...

## ÉNERGIE PRIMAIRE

Énergie disponible dans l'environnement et directement exploitable sans transformation.

## ÉNERGIE RENOUVELABLE

Source d'énergie dont les réserves se reconstituent par des processus naturels rapides à l'échelle humaine et dont l'utilisation ne grève pas la quantité disponible.

## FACTEUR DE CHARGE

Nombre d'heure de fonctionnement par an pour un équivalent à pleine puissance. Cet indicateur sert à suivre le rendement d'une installation (plus le nombre d'heures est élevé, plus l'énergie produite est importante). Il peut également être exprimé en pourcentage.

## GAZ À EFFETS DE SERRE

Les gaz à effet de serre (GES) sont caractérisés par leur capacité à absorber le rayonnement infrarouge produit par la Terre. D'origine humaine ou naturelle, une quarantaine de gaz à effet de serre ont été recensés par le Groupe

intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) parmi lesquels : le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>).

Il est aujourd'hui admis que le réchauffement climatique est la conséquence des activités humaines qui provoquent l'augmentation des concentrations de GES dans l'atmosphère.

## PPE

Programmation pluriannuelle de l'énergie. C'est un outil de pilotage de la politique énergétique de la France. Elle dessine le chemin à suivre au cours de la décennie à venir et fixe les priorités d'action pour atteindre la neutralité carbone en 2050.

## RESSOURCE ÉNERGÉTIQUE

Quantité d'énergie disponible pour une source d'énergie donnée : pétrole, gaz, charbon, uranium...

## SNBC

Stratégie nationale bas-carbone. C'est la feuille de route de la France pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre. Elle comprend un objectif de long terme, la neutralité carbone en 2050, et une trajectoire pour y parvenir.



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE