

Impact carbone et énergie solaire photovoltaïque

Produire une énergie décarbonée

L'énergie photovoltaïque est-elle vraiment « verte » ? Quelle est l'empreinte carbone du photovoltaïque ? Un investissement dans une installation solaire photovoltaïque permet-il de réduire les émissions de gaz à effet de serre et peut-il être considéré comme un geste positif pour la décarbonation de l'électricité dans les territoires ?

Dans cette fiche, on vous explique en quoi un **panneau photovoltaïque contribue à décarboner le mix électrique français et à réduire les émissions de CO₂**.



Crédit photo : Systovi

L'énergie photovoltaïque est-elle une énergie renouvelable ?

Selon le Code de l'Énergie, une énergie renouvelable est **une énergie produite à partir de sources non fossiles renouvelables**, comme par exemple l'énergie solaire. Mais le photovoltaïque permet-il effectivement de produire plus d'énergie qu'il en consomme pendant tout son cycle de vie (fabrication, transport, installation, démantèlement, recyclage) ?

Temps de Retour Énergétique en années (TRE) : désigne la durée que le panneau met à produire autant d'énergie qu'il n'en a consommé pendant tout son cycle de vie. Le **TRE** d'un panneau photovoltaïque est compris **entre 1 et 1,5 an** en moyenne en Europe.

On mesure la **durée de vie d'un système photovoltaïque entre 25 et 35 ans** en moyenne. En fonction de l'ensoleillement de la centrale et de la durée d'installation du panneau, un système photovoltaïque produit entre 17 et 35 fois l'énergie qu'il a utilisé sur l'ensemble de son cycle de vie.

+ Qu'entend-on par impact carbone et comment le mesurer ?

Il est important de bien faire la distinction entre le TRE et le temps de retour en carbone (TRC).

Temps de Retour Carbone en années (TRC) :

représente la durée après laquelle le panneau a fait économiser autant de gaz à effet de serre (CO₂ compris) qu'il n'en a émis sur son cycle de vie.

Aujourd'hui, on estime que le TRC est d'environ 2 ans en France

Poids Carbone, en gCO₂ eq/kWh traduit la quantité de gaz à effet de serre en équivalent carbone, en grammes de CO₂, émis par kilowattheure produit.

L'impact carbone, ou empreinte carbone, d'un panneau solaire photovoltaïque est le diagnostic de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre directes ou indirectes générées lors du cycle de vie du panneau.

Le photovoltaïque permet-il de décarboner le mix énergétique ?

Dans le cadre de son bilan prévisionnel de 20191, RTE - le Réseau de Transport d'Electricité indique qu'en 2019, les énergies renouvelables ont produit 46 TWh en France et ont évité les émissions d'environ 22 millions de tonnes de CO₂ équivalent.

En France, le photovoltaïque se substitue donc presque exclusivement à une production électrique gaz ou charbon ; directement en France ou via un export d'électricité dans les pays voisins.

En moyenne, 1 kWh de photovoltaïque évite ainsi l'émission de 480 gCO₂ eq /kWh.

Comment calculer le TRC ?

En moyenne, l'empreinte carbone du photovoltaïque est d'environ 1 tCO₂ eq / kWc de puissance installée sur l'ensemble de son cycle de vie. Une fois installé, sur un an, avec une production d'environ 1 100 kWh dans le Grand Ouest par kWc, le photovoltaïque évite donc 530 kg eq CO₂. En effet, selon le fonctionnement du mix électrique français de 2019 et la note de Bilans CO₂ de RTE, 1 kWh évite 480 gCO₂ eq ! Il faut donc environ 2 ans pour rembourser la dette carbone du module photovoltaïque en France, en 2019.

Même en considérant tous les composants d'une installation solaire, le TRC reste largement inférieur à sa durée de vie.

+ Quels critères pour mesurer le TRC d'un panneau ?

Les critères pour mesurer le TRC sont nombreux et peuvent faire fortement varier celui-ci. Le TRC sera de fait différent en fonction du lieu de production du panneau et de son lieu d'implantation. Plusieurs critères sont à prendre en compte :



Poids carbone : CO₂ émis lors de sa fabrication et le type de technologie du panneau



Poids carbone de l'électricité remplacée par l'énergie photovoltaïque



Productible annuel de l'installation qui dépend du taux d'ensoleillement



Durée de vie de l'installation solaire photovoltaïque



Rendement du panneau

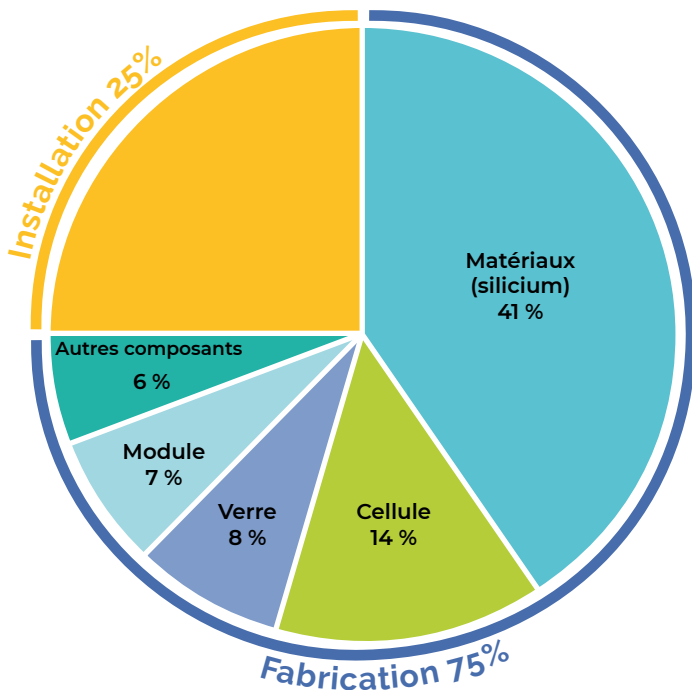
+ Quelles étapes génèrent des émissions de CO₂ ?

Durant son exploitation, le panneau en lui-même ne produit aucune émission.

Cependant, sa **fabrication, son transport, son installation, son entretien et son recyclage nécessitent de l'énergie**. Ces étapes sont sources d'émissions de gaz à effet de serre.

La fabrication est la partie la plus énergivore.

C'est la phase qui va générer le plus d'émissions de gaz à effet de serre sur le cycle de vie d'un panneau photovoltaïque, à hauteur de **75 % des émissions**, et 25 % pour la phase installation.



Répartition des émissions carbone d'un panneau photovoltaïque (estimations)

C'est l'étape de fabrication qui émet de le plus de CO₂. La purification du silicium, matériau principal d'un panneau photovoltaïque et sa cristallisation en lingots sont les étapes les plus consommatrices d'énergie. Elles représentent donc la part la plus importante des émissions de gaz à effet de serre d'un panneau.

Source : Le photovoltaïque : choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles, Ministère de la Transition Ecologique, décembre 2020

+ Comment réduire l'impact carbone de son projet ?

L'une des possibilités pour réduire l'impact carbone d'un projet photovoltaïque est de privilégier les panneaux fabriqués en Europe ou en France qui ont un poids carbone inférieur à d'autres pays de fabrication, selon l'ADEME³.



Crédits photos : Systovi

Le poids carbone d'un panneau photovoltaïque **dépend en effet du pays d'implantation de l'usine qui le fabrique et de la teneur en carbone de son mix électrique**.

Le bilan carbone d'un système photovoltaïque n'est pas le même selon le lieu de fabrication des modules : Asie ou France.

En Asie, il est aux alentours de 38 gCO₂ eq/kWh⁴.

Il peut descendre à 22 gCO₂ eq/kWh avec une production de modules en France du fait du mix énergétique français peu carboné.

Source³ : Base Carbone

Source⁴ : ADEME, selon l'outil INCER-ACV

Chiffres-clés et valeurs de référence

Poids Carbone du mix électrique français : 52 gCO₂ eq /kWh en 20225

Durée de vie des panneaux photovoltaïques : entre 25 et 35 ans en moyenne

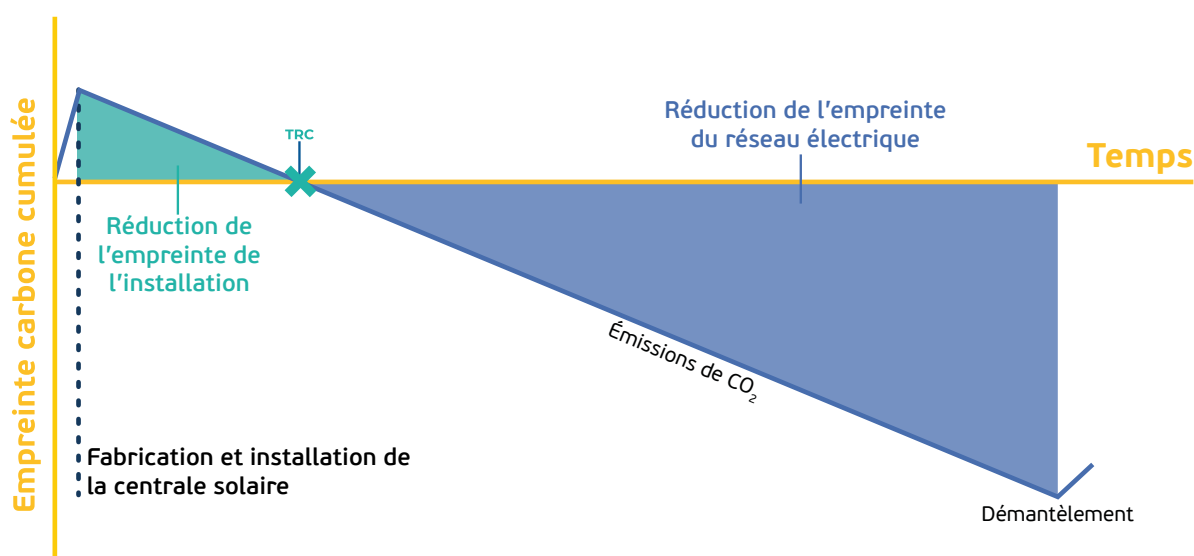
Ensoleillement moyen en France : 1 100 kWh/an pour 1 kW de puissance installée

Source⁵ : ADEME

+ En quoi ce choix fait-il la différence ?

Tenez compte du poids carbone dans vos critères de sélection des panneaux ! Pour davantage décarboner votre énergie, il faut prendre en compte le Temps de Retour Carbone (TRC) :

Évolution de l'empreinte carbone d'un panneau durant son cycle de vie



Plus le TRC est court, plus votre installation solaire contribuera à décarboner votre consommation d'énergie. **Le Temps de Retour Carbone est davantage réduit avec une production du panneau, ou toute étape industrielle, en France, ou en Europe.**

Attention

Ce document vise à vulgariser les notions d'impact carbone. Son objectif est pédagogique et non scientifique.

L'évaluation carbone est complexe et n'est pas une science exacte car elle est basée sur des hypothèses (ex : poids carbone du mix énergétique, durée de vie...).

D'autre part, il existe plusieurs manières d'évaluer le poids carbone de la production d'électricité photovoltaïque (RE2020, appel d'offres PPE2, tarif d'achat...). Attention à comparer ce qui est comparable !

Aller plus loin

- www.bilans-ges.ademe.fr
- INCER-ACV : <http://viewer.webservice-energy.org/incer-acv/app/>
- Ministère de la Transition écologique, "Le photovoltaïque : choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles" (déc. 2020) : www.ecologie.gouv.fr
- RTE, précision des bilans de CO₂ : <https://www.concerte.fr>
- www.photovoltaique.info/fr/