

# Décrets, arrêtés, circulaires

## TEXTES GÉNÉRAUX

### MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE LA SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE ET NUMÉRIQUE

**Arrêté du 8 septembre 2025 fixant les critères applicables à la livraison et à l'installation, dans les logements, des équipements de production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil, d'une puissance installée inférieure ou égale à 9 kilowatts-crête, ouvrant droit à l'application du taux réduit de la taxe sur la valeur ajoutée mentionné à l'article 278-0 bis du code général des impôts**

NOR : ECOR2524069A

**Publics concernés :** les publics concernés par le présent arrêté sont les particuliers et les professionnels installant des équipements de production d'électricité photovoltaïque dans les logements, les fournisseurs et installateurs de panneaux photovoltaïques.

**Objet :** l'objet du présent arrêté est de définir les critères qui donnent droit à l'application du taux réduit de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) mentionné au P de l'article 278-0 bis du code général des impôts, à partir du 1<sup>er</sup> octobre 2025.

**Entrée en vigueur :** le présent arrêté entre en vigueur le 1<sup>er</sup> octobre 2025.

**Application :** le présent arrêté est pris en application de l'article 42 de la loi n° 2025-127 du 14 février 2025 de finances pour 2025.

Le ministre de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, la ministre auprès du ministre de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, chargée des comptes publics, et le ministre auprès du ministre de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, chargé de l'industrie et de l'énergie,

Vu le code général des impôts, notamment son article 278-0 bis et l'annexe IV à ce code ;

Vu la loi n° 2025-127 du 14 février 2025 de finances pour 2025, notamment son article 42 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de l'énergie en date du 4 septembre 2025,

Arrêtent :

**Art. 1<sup>er</sup>.** – Le A quater du I de la section IV du chapitre premier du titre II de la première partie du livre premier de l'annexe IV au code général des impôts est ainsi rétabli :

« A quater : Equipements de production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil d'une puissance inférieure ou égale à 9 kilowatts-crête

« Art. 30-0 E. – 1. Les équipements de production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil d'une puissance inférieure ou égale à 9 kilowatts-crête (kWc) dont la livraison et l'installation bénéficient du taux réduit de taxe sur la valeur ajoutée mentionné au P de l'article 278-0 bis du code général des impôts sont ceux dont les caractéristiques respectent les critères cumulatifs suivants :

« a) Le bilan carbone des modules est inférieur à 530 kgCO<sub>2</sub>eq/kWc ;

« b) La quantité d'argent des cellules est inférieure à 14 mg/W ;

« c) La teneur de plomb des modules est inférieure à 0,1 % ;

« d) La teneur de cadmium des modules est inférieure à 0,01 % ;

« e) Aux équipements du présent 1 est associé un système gestionnaire d'énergie permettant de collecter en temps réel les données de production et de consommation et de piloter le comportement de consommation des équipements électriques pour maximiser la consommation électrique sur le lieu de production.

« 2. Le bilan carbone, la quantité d'argent et les teneurs de plomb et de cadmium mentionnés aux a à d du 1 sont évalués conformément à une méthodologie précisée par arrêté conjoint des ministres chargés de l'économie et de l'énergie. »

**Art. 2.** – La méthodologie mentionnée au 2 de l'article 30-0 E de l'annexe IV au code général des impôts est définie à l'annexe du présent arrêté.

**Art. 3.** – Le présent arrêté entre en vigueur le 1<sup>er</sup> octobre 2025.

**Art. 4.** – La directrice générale des finances publiques et le directeur de l'énergie sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 8 septembre 2025.

*Le ministre de l'économie, des finances  
et de la souveraineté industrielle et numérique,*  
ÉRIC LOMBARD

*La ministre auprès du ministre de l'économie,  
des finances et de la souveraineté industrielle  
et numérique, chargée des comptes publics,*  
AMÉLIE DE MONTCHALIN

*Le ministre auprès du ministre de l'économie,  
des finances et de la souveraineté industrielle et numérique,  
chargé de l'industrie et de l'énergie,*  
MARC FERRACCI

## ANNEXE

L'évaluation du respect des critères est réalisée par un organisme certificateur disposant d'une accréditation selon la norme EN ISO 17065 ainsi qu'une accréditation EN ISO 17025 portant sur le produit module photovoltaïque (IEC 61215 et IEC 61730 en cours de validité ou toute autre méthode équivalente), délivrées par l'instance nationale d'accréditation, ou l'instance nationale d'accréditation d'un autre Etat membre de l'Union européenne, membre de la coopération européenne pour l'accréditation et ayant signé les accords de reconnaissance mutuelle multilatéraux.

L'attestation de respect des critères mentionne :

- le titulaire de l'attestation : nom et adresse ;
- la référence exacte du module, sa puissance, les caractéristiques de la cellule, le poids du module ;
- pour les modules photovoltaïques en silicium cristallin, les caractères (numéros ou lettres) permettant l'identification des sites de fabrication de 3 composants principaux du module que sont :
  - l'usine de production des modules ;
  - l'usine de production des cellules ;
  - l'usine de production de plaquette de silicium,

doivent être apposés sur une étiquette au dos du module, intégré au numéro de série, ou un code spécifique à proximité de celui-ci ;

- pour les modules photovoltaïques en couche mince, les caractères (numéros ou lettres) permettant l'identification du site de production du module doivent être apposés sur une étiquette au dos du module, intégré au numéro de série, ou un code spécifique à proximité de celui-ci ;
- le nom et l'adresse des sites de production susmentionnés ;
- pour chacun de ces sites de production, les étapes de production réalisées sur le site de production ;
- la date du dernier audit réalisé sur le site d'assemblage du module, celui-ci doit dater de moins d'un an ;
- la période de validité de l'attestation ;
- les résultats obtenus pour les 4 critères (bilan carbone, quantité d'argent, teneur en plomb, teneur en cadmium) ;
- la conformité aux 4 seuils exigés.

L'attestation a une durée maximale de 12 mois.

### A. – Méthodologie de l'évaluation carbone simplifiée

Pour que l'évaluation carbone simplifiée soit considérée comme valide, l'approvisionnement et l'origine de chacun des matériaux nécessaires à la fabrication des modules ou des films photovoltaïques doivent être documentés lors de sa réalisation.

#### I. – Hypothèses et périmètre d'évaluation de la méthode d'évaluation carbone simplifiée

L'évaluation carbone simplifiée des modules de la centrale photovoltaïque se fonde uniquement sur l'évaluation carbone simplifiée du laminé photovoltaïque (module photovoltaïque sans cadre). La puissance crête des modules est considérée uniquement sur la face avant (la puissance face arrière n'est pas prise en compte).

Une tolérance négative de la puissance crête n'est pas autorisée dans le calcul de l'évaluation carbone simplifiée. Les émissions de gaz à effet de serre liées aux autres composants de la centrale ne sont pas considérées.

Seules les étapes de fabrication suivantes sont prises en compte pour l'évaluation carbone simplifiée du module :

##### *Filière silicium cristallin :*

- fabrication du silicium métallurgique (MG-Si) ;

- fabrication du polysilicium ;
- fabrication du lingot (lingot as-grown) ;
- fabrication de la brique de silicium (Lingot to brick) ;
- fabrication de la plaquette (wafer) ;
- fabrication de la cellule (cell) (avant processus de découpe réalisé sur le site d'assemblage du module) ;
- fabrication du module ;
- fabrication du verre et du verre trempé ;
- fabrication de l'encapsulant (EVA, POE ou autre) ;
- fabrication de la face arrière (PET, PVF, POE ou autre) (backsheet).

*Filière couche mince :*

- fabrication du module ;
- fabrication du verre et du verre trempé ;
- fabrication de l'encapsulant (EVA, PET, PVF, POE ou autre) ;
- fabrication de la face arrière (PET, PVF, POE ou autre) (backsheet).

Les émissions de gaz à effet de serre provenant des autres étapes du cycle de vie du module ne sont pas considérées (transport vers le site de mise en service et d'exploitation, installation, utilisation, fin de vie).

II. – *Formule de calcul utilisée*

L'évaluation carbone simplifiée des modules utilisés pour la centrale photovoltaïque se base sur la formule 1 suivante :

$$G = \sum_{i \text{ composants du module}} G_i$$

formule dans laquelle :

- **G**, exprimé en [kg eq CO<sub>2</sub>/kWc], représente la quantité de gaz à effet de serre émise lors de la fabrication d'un kilowatt-crête de module photovoltaïque ;
- **G s'obtient par l'addition des Gi**, qui représentent les valeurs d'émissions de gaz à effet de serre de chaque composant i du module photovoltaïque rapportées à un kilowatt-crête de Puissance. Gi s'exprime dans la même unité que G.

Chaque Gi s'obtient par la formule 2 suivante.

$$G_i [\text{kg eq CO}_2/\text{kWc}] = \sum_j (GWP_{ij} * X_{ij}) * Q_i$$

formule dans laquelle :

- **Q<sub>i</sub>** représente la quantité du composant i (déterminée à l'étape 1) nécessaire à la fabrication d'un kWc de module ou film photovoltaïque, incluant les pertes et casses ;
- **X<sub>ij</sub>**, sans unité, représente la fraction de répartition (déterminée dans l'étape 2) des sites j de fabrication du composant i. Ce coefficient est moyenné sur une année d'approvisionnement ;
- **GWP<sub>ij</sub> unitaire**, exprimé en kilogramme équivalent CO<sub>2</sub> par unité de quantification du composant, représente l'émission spécifique de CO<sub>2</sub>eq associée à la fabrication du composant i par unité de quantification du composant (par exemple le m<sup>2</sup> pour le module) dans le site de fabrication j (déterminée dans l'étape 3) (GWP = Global Warming Potential).

III. – *Etapes nécessaires au calcul du bilan carbone simplifié du module ou film photovoltaïque*

III-1. Inventaire de la quantité de matériau nécessaire à la fabrication du module ou film photovoltaïque

La première étape de calcul de l'analyse carbone simplifiée du module photovoltaïque consiste à inventorier et à quantifier les composants nécessaires à la fabrication d'un kilowatt-crête de module photovoltaïque. Les coefficients du tableau 2, relatifs à la quantité de matériaux et composants nécessaires à la fabrication du produit intermédiaire, pour prendre en compte les pertes et casses générées lors de la fabrication des modules en technologies silicium cristallin sont appliqués.

La quantité de chaque composant nécessaire à la fabrication dans un kilowatt-crête de module, notée Qi, est indiquée dans une unité propre au composant :

- **MG-Si** en kg. Cette valeur est ramenée à la masse de silicium nécessaire à la fabrication d'un kWc de module. Les pertes et casses seront prises en compte ;
- **Polysilicium** en kg. Cette valeur est ramenée à la masse de silicium nécessaire à la fabrication d'un kWc de module. Les pertes et casses seront prises en compte ;

- **Lingots** en kg de silicium. Cette valeur est ramenée à la masse de silicium nécessaire à la fabrication d'un kWc de module. Les pertes et casses seront prises en compte ;
- **Brique** en kg de silicium. Cette valeur est ramenée à la masse de silicium nécessaire à la fabrication d'un kWc de module. Les pertes et casses seront prises en compte (tête, queue et squaring) ;
- **Plaquettes (wafers)** en m<sup>2</sup> de plaquettes. Cette valeur est ramenée à la surface de plaquettes nécessaire pour faire un kWc. Les pertes et casses seront prises en compte. Le calcul des pertes et casses est détaillé dans le Tableau 2 pour une perte sciage (kerf) fixée à 70 µm et une densité de silicium de 2 330 kg/m<sup>3</sup> ;
- **Cellules** en m<sup>2</sup> de cellules. Cette valeur est ramenée à la surface de cellules nécessaire pour faire un kWc. Les pertes et casses seront prises en compte ;
- **Modules** en m<sup>2</sup> de modules. Cette valeur est la surface de module nécessaire pour faire un kWc que ce soit pour les modules cristallins ou en couches minces ;
- **Verre** en kg. Cette valeur est la masse de verre nécessaire pour faire un kWc (ramenée donc à la surface et l'épaisseur de verre, masse volumique de référence 2 700 kg/m<sup>3</sup>) ;
- **Verre trempé** en kg. Cette valeur est la masse de verre trempé nécessaire pour faire un kWc (ramenée donc à la surface et l'épaisseur de verre trempé, masse volumique de référence 2 700 kg/m<sup>3</sup>) ;
- **Encapsulant : EVA** ou autre matériau équivalent en kg. Cette valeur est la masse d'encapsulant nécessaire pour faire un kWc (ramenée donc à la surface et l'épaisseur d'encapsulant, masse volumique de référence 963 kg/m<sup>3</sup>) ;
- **Face arrière : PET, backsheet** ou autre matériau équivalent en kg. Cette valeur est la masse de face arrière nécessaire pour faire un kWc (ramenée donc à la surface et l'épaisseur de face arrière, masse volumique de référence 1400 kg/m<sup>3</sup>) ;
- **PVF** en kg. Cette valeur est la masse de PVF nécessaire pour faire un kWc (ramenée donc à la surface et l'épaisseur de PVF, masse volumique de référence 1 400 kg/m<sup>3</sup>).

### III-2. Identification du ou des sites de fabrication de chaque composant

Le calcul de l'évaluation carbone simplifiée nécessite de connaître les sites de fabrication de chacun des composants du module photovoltaïque. En effet, la quantité de gaz à effet de serre émise directement ou indirectement (production d'électricité) en conséquence est fortement dépendante du pays de fabrication.

Le site et le pays de fabrication de chaque composant doivent obligatoirement être reportés dans la colonne 6 du tableau 1.

Si un même composant *i* provient de différents sites de fabrication *j*, les coefficients de répartition  $x_{ij}$  des sources d'approvisionnement sur les différents sites de production (moyennés sur une année d'approvisionnement) doivent être indiqués dans la colonne 3 du tableau 1 (pour chaque composant *i*, la somme sur *j* des  $x_{ij}$  est égale à un).

### III-3. Détermination de la quantité de gaz à effet de serre en équivalent CO<sub>2</sub> émise directement ou indirectement lors de la fabrication du composant *i* par unité de quantification du composant dans le site de fabrication *j* (termes GWP<sub>ij</sub>)

Les GWP<sub>ij</sub> unitaires sont déterminés en utilisant les valeurs fournies dans le tableau 3 selon la méthodologie décrite dans le paragraphe ci-dessous. Le tableau 3 donne les valeurs d'émission de gaz à effet de serre en CO<sub>2</sub>eq pour les étapes de fabrication des composants du module photovoltaïque selon le pays ou la zone géographique du pays de fabrication :

- chaque ligne du tableau correspond à un type de technologie de module photovoltaïque : monocristallin, multicristallin/monolike, silicium amorphe (a-Si), film CdTe ou film CIGS. Si le (ou les) pays de fabrication figure(nt) dans le tableau, la valeur d'émission spécifique de CO<sub>2</sub>eq de la colonne correspondante devra être utilisée ;
- si le (ou les) pays de fabrication ne figure(nt) pas dans le tableau 3 : une valeur d'émission spécifique conservatrice sera utilisée :
  - si le pays fait partie de l'Espace économique européen la valeur à utiliser est indiquée dans la colonne « Autre pays d'Europe » ;
  - si le pays ne fait pas partie de l'Espace économique européen, la valeur à utiliser est indiquée dans la colonne « Autre pays du monde ».

L'évaluation carbone simplifiée du laminé photovoltaïque ne peut prendre en compte un taux de silicium recyclé (valeurs de GWP<sub>ij</sub> définies par le tableau 3) supérieur à :

- 25 % dans le cas des panneaux photovoltaïques polycristallins (famille « Multi ») ;
- 33 % dans le cas des panneaux photovoltaïques monocristallins hors monolike (famille « Mono ») ;
- 34 % dans le cas des panneaux photovoltaïques monolike (famille « Monolike »).

La famille « Multi » désigne les produits dont le lingot est élaboré par solidification directionnelle.

La famille « Mono » désigne les produits dont le lingot est élaboré par les procédés dits CZ (Czochralski).

## III-4. Calcul final de G

Le calcul final de G à partir de la formule 1 se fait grâce à l'addition des  $G_i$  pour tous les composants  $i$  du module ou film photovoltaïque.

Tableau 1 :

- inventaire de la composition d'un kilowatt-crête de module ou de film photovoltaïque ( $Q$ ) ;
- identification des sites de fabrication et de la répartition des sources d'approvisionnements pour un composant pouvant provenir de plusieurs sites de fabrication ;
- valeurs des  $GWP_{ij}$  (Global Warming Potential) pour chaque composant du module ou film photovoltaïque, issues du tableau 3.

	Quantification de chaque composant nécessaire à la fabrication d'un kWc de Puissance	Coefficients de répartition des sources d'approvisionnement sur les différents sites de fabrication	Référence type du composant	Raison sociale du site de fabrication du composé	Adresse complète et Pays du site de fabrication du composant	Valeurs de $GWP_i$ unitaires à utiliser par défaut
<b>Polysilicium métallurgique (Mg-Si)</b>	Quantité : kg	X 1 : % X 2 : % ...	Réf 1 Réf 2 ...	Site 1 Site 2 ...	Adresse complète 1 Pays Adresse complète 2 Pays ...	Valeur 1 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg Valeur 2 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg ...
<b>Polysilicium siemens (SoG-Si)</b>	Quantité : kg	X 1 : % X 2 : % ...	Réf 1 Réf 2 ...	Site 1 Site 2 ...	Adresse complète 1 Adresse complète 2 ...	Valeur 1 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg Valeur 2 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg ...
<b>Lingots</b>	Quantité : kg	X 1 : % ...	Réf 1 ...	Site 1 : ...	Adresse complète 1 ...	Valeur 1 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg ...
<b>Briques</b>	Quantité : kg	X 1 : % ...	Réf 1 ...	Site 1 : ...	Adresse complète 1 ...	Valeur 1 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg ...
<b>Plaquettes (wafer)</b>	Longueur : mm Largeur : mm Épaisseur : mm	X 1 : % ...	Réf 1 ...	Site 1 : ...	Adresse complète 1 ...	Valeur 1 : kg eqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ...
<b>Cellules</b>	Technologie : Longueur : mm Largeur : mm Épaisseur : mm	X 1 : % ...	Réf 1 ...	Site 1 : ...	Adresse complète 1 ...	Valeur 1 : kg eqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ...
<b>Modules</b>	Longueur : mm Largeur : mm Plage de puissances par pas de 5 Wc	X 1 : % ...	Réf 1 ...	Site 1 : ...	Adresse complète 1 ...	Valeur 1 : kg eqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ...
<b>Verre</b>	Longueur : mm Largeur : mm Épaisseur : mm	X 1 : % ...	Réf 1 ...	Site 1 : ...	Adresse complète 1 ...	Valeur 1 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg ...
<b>Verre trempé</b>	Longueur : mm Largeur : mm Épaisseur : mm	X 1 : % ...	Réf 1 ...	Site 1 : ...	Adresse complète 1 ...	Valeur 1 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg ...
<b>Encapsulant</b>	Épaisseur : µm	X 1 : % X 2 : % ...	Réf 1 Réf 2 ...	Site 1 : Site 2 : ...	Adresse complète 1 Adresse complète 2 ...	Valeur 1 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg : Valeur 2 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg :
<b>Face arrière</b>	Épaisseur : µm	X 1 : % X 2 : % ...	Réf 1 Réf 2 ...	Site 1 : Site 2 : ...	Adresse complète 1 Adresse complète 2 ...	Valeur 1 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg : Valeur 2 : kg eqCO <sub>2</sub> /kg : ...

**Tableau 2 : coefficients de pertes et casses pour les produits intermédiaires.**

Etape de procédé/matériau	Quantité de matériau nécessaire à la fabrication du produit intermédiaire incluant les pertes et casses
Polysilicium, as grown	1,13 kg MG-Si/kg polycilium
Lingot, mono, as-grown	1,04 kg polySi / kg lingot
Lingot, multi / monolike, as-grown	1,01 kg polySi / kg lingot
Brique mono (Lingot to brick)	1,79 kg lingot / kg brique
Brique multi / monolike (Lingot to brick)	1,56 kg lingot / kg brique
Plaquette (wafer), Cellule mono, multi et monolike	[(perte sciage + épaisseur wafer) * densité du silicium * surface wafer] kg brique /wafer 1,01 m <sup>2</sup> plaquette / m <sup>2</sup> cellule
Module, mono/multi, m <sup>2</sup> de cellules	1,02 m <sup>2</sup> cellule / module
Verre	1 kg verre/kg verre par module
Verre trempé	1 kg verre/kg verre par module
Feuille d'encapsulant (EVA, POE ...)	1,01 kg encapsulant/kg encapsulant par module
Feuille face arrière (PET / POE / PVF)	1,02 kg feuille arrière/kg feuille arrière par module
modules, a-Si	Non concerné
modules, a-Si/μc-Si	Non concerné
modules, CdTe, First Solar	Non concerné
modules, CIGS	Non concerné

Le recyclage du polysilicium des pertes et casses de la fabrication du lingot est pris en compte avec une valeur d'émission valeurs de  $GWP_{ij}$  définies dans le tableau 3 (valeur par défaut = 0 kgCO<sub>2</sub>eq/kg).

*Exemple :*

*Considérons un module de 2,56 m<sup>2</sup> contenant 72 cellules 182×182 mm<sup>2</sup> en silicium monocristallin. L'épaisseur du wafer est de 160 μm.*

*La masse d'encapsulant (EVA) contenu dans ce module est de 2,5 kg. La masse d'encapsulant nécessaire à la fabrication d'un module s'élève à 2,525 kg en tenant compte des pertes. On multiplie en effet 2,5 kg par le coefficient du tableau 2 égal à 1,01 kg EVA/ kg EVA dans le module.*

*Le tableau suivant présente les résultats des quantités de composants nécessaires à la fabrication du module, incluant les pertes et casses :*

Matériaux/composant	Quantité contenue dans un module (pertes et casses négligées)	Quantité nécessaire à la fabrication d'un module	Coefficient de pertes et casses
Encapsulant	2,5 kg	2,525 kg	1,01 kg / kg EVA
Face arrière	1,08 kg	1,10 kg	1,02 kg / kg PET
Verre	20,5 kg	20,5 kg	1,00 kg / kg verre
Trempe	20,5 kg	20,5 kg	1,00 kg / kg verre
Module (m <sup>2</sup> )	2,56	2,56	1
Cellules (m <sup>2</sup> )	2,38 = 72 * 0,182 * 0,182	2,43	1,02 x m <sup>2</sup> cellule / module
Plaquette (m <sup>2</sup> )	2,38	2,46	1,01 m <sup>2</sup> plaquette / m <sup>2</sup> cellule
Brique (kg)	0,89	1,32 =2,46*(160+70)*2330*10 <sup>-6</sup>	
Lingot mono Si (kg)	0,89	2,36	1,79 kg lingot / kg brique
Polysilicium (kg)	0,89	2,45	1,04 kg polySi / kg Lingot
Silicium métallurgique (MG-Si)	0,89	2,77	1,13 kg MG-Si / kg poly Si

Il reste ensuite à déterminer  $Q$ , quantité de composant nécessaire à la fabrication d'un kWc de module, et d'appliquer la formule 2 pour calculer  $G$ .

**Tableau 3 :** valeurs des émissions de GES en CO<sub>2</sub>eq pour la fabrication des composants :  
 GWP = Global Warming Potential, Méthode : IPCC2021 GWP100 ans, Logiciel : Sima Pro 3.9.  
 Base des données : Ecoinvent 3.9, Sources : CEA INES.

Etape de fabrication/Matériau	Unité	Autriche	Belgique	Bulgarie	Suisse	Chypre	République Tchèque	Allemagne	Danemark	Estonie	Espagne	Finlande	France
Silicium métallurgique MG-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	7,73	7,11	10,74	5,22	16,89	12,25	10,06	7,21	11,96	7,82	7,34	5,73
PolySi, Siemens process	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	29,72	25,81	48,88	13,78	88,02	58,51	44,59	26,40	56,64	30,30	27,23	17,04
Réalisation du lingot, mono	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	16,52	14,74	25,28	9,24	43,17	29,68	23,32	15,01	28,83	16,79	15,39	10,73
Réalisation du lingot, multi	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	2,44	2,05	4,36	0,85	8,27	5,32	3,93	2,11	5,14	2,50	2,20	1,18
Réalisation du lingot, monolithe	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	5,07	4,68	6,99	3,48	10,90	7,95	6,56	4,74	7,76	5,13	4,82	3,80
Réalisation de la brique	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,87	0,80	1,20	0,59	1,87	1,36	1,12	0,81	1,33	0,88	0,82	0,65
Fabrication des plaquettes mono	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	3,72	3,44	5,08	2,59	7,86	5,76	4,77	3,48	5,63	3,76	3,54	2,82
Fabrication des plaquettes multi/monolithe	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	4,12	3,85	5,47	3,00	8,22	6,15	5,17	3,89	6,02	4,16	3,95	3,23
Réalisation des cellules	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	20,52	19,12	27,37	14,82	41,37	30,82	25,84	19,33	30,15	20,73	19,63	15,99
Verre	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	1,00	1,00	1,03	0,98	1,09	1,05	1,02	1,00	1,04	1,00	1,00	0,98
Verre trempé	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Encapsulant (EVA ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	2,69	2,65	2,88	2,54	3,25	2,97	2,84	2,66	2,95	2,70	2,67	2,57
Feuille face arrière (PET ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	3,71	3,67	3,90	3,56	4,27	3,99	3,86	3,68	3,97	3,72	3,69	3,59
Feuille face arrière (PVF)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	20,52	20,37	21,29	19,89	22,86	21,68	21,12	20,39	21,60	20,55	20,43	20,02
Module cristallin	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	4,96	4,75	5,99	4,10	8,10	6,51	5,76	4,78	6,41	4,99	4,82	4,27
Fabrication module a-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	25,18	22,49	38,38	14,20	65,34	45,01	35,42	22,90	43,73	25,58	23,47	16,45
Fabrication module CdTe,	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	25,55	22,30	41,45	12,31	73,95	49,45	37,89	22,79	47,90	26,03	23,48	15,02
Fabrication module CIGS	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	39,73	32,89	73,23	11,87	141,65	90,06	65,72	33,93	86,80	40,75	35,38	17,56

Étape de fabrication/Matériau	Unité	Royaume-Uni	Grèce	Croatie	Hongrie	Irlande	Islande	Italie	Lituanie	Luxembourg	Lettonie	Malte	Pays-Bas
Silicium métallurgique MG-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	8,12	12,77	9,40	9,30	9,65	5,44	9,29	9,84	9,24	10,60	10,11	10,43
PolySi, Siemens process	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	32,21	61,83	40,38	39,75	41,96	15,17	39,64	43,18	39,33	47,98	44,85	46,95
Réalisation du lingot, mono	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	17,66	31,20	21,40	21,11	22,12	9,87	21,06	22,68	20,92	24,87	23,44	24,40
Réalisation du lingot, multi	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	2,69	5,66	3,51	3,45	3,67	0,99	3,44	3,79	3,41	4,27	3,96	4,17
Réalisation du lingot, monolike	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	5,32	8,28	6,14	6,08	6,30	3,62	6,06	6,42	6,03	6,90	6,59	6,79
Réalisation de la brique	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,91	1,42	1,05	1,04	1,08	0,61	1,04	1,10	1,03	1,18	1,13	1,16
Fabrication des plaquettes mono	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	3,89	6,00	4,47	4,43	4,59	2,68	4,42	4,67	4,40	5,01	4,79	4,94
Fabrication des plaquettes multi/monolike	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	4,30	6,38	4,87	4,83	4,98	3,10	4,82	5,07	4,80	5,41	5,19	5,33
Réalisation des cellules	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	21,41	32,00	24,33	24,11	24,90	15,32	24,07	25,34	23,96	27,05	25,93	26,68
Verre	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	1,01	1,05	1,02	1,02	1,02	0,98	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03
Verre trempé	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Encapsulant (EVA ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	2,72	3,00	2,79	2,79	2,81	2,55	2,79	2,82	2,78	2,87	2,84	2,86
Feuille face arrière (PET ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	3,74	4,02	3,81	3,81	3,83	3,57	3,81	3,84	3,80	3,89	3,86	3,88
Feuille face arrière (PVF)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	20,62	21,81	20,95	20,93	21,01	19,94	20,92	21,06	20,91	21,26	21,13	21,21
Module cristallin	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	5,09	6,69	5,53	5,50	5,62	4,17	5,49	5,68	5,47	5,94	5,77	5,88
Fabrication module a-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	26,90	47,30	32,53	32,09	33,62	15,16	32,02	34,46	31,80	37,76	35,61	37,05
Fabrication module CdTe <sub>1</sub>	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	27,61	52,21	34,40	33,88	35,71	13,47	33,78	36,72	33,53	40,71	38,11	39,85
Fabrication module CIGS	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	44,09	95,87	58,37	57,27	61,14	14,29	57,07	63,27	56,53	71,66	66,19	69,85

Etape de fabrication/Matériau	Unité	Norvège	Pologne	Portugal	Roumanie	Suède	Slovénie	Slovaquie	Chine	Japon	Corée du Sud	Malaisie	Philippines
Silicium métallurgique MG-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	5,18	15,28	8,57	9,32	5,28	8,83	9,41	15,37	12,24	12,56	14,24	14,98
PolySi, Siemens process	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	13,54	77,81	35,08	39,89	14,15	36,74	40,43	75,21	55,27	57,34	68,02	72,72
Réalisation du lingot, mono	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	9,12	38,51	18,97	21,17	9,40	19,73	21,42	38,77	29,66	30,60	35,49	37,64
Réalisation du lingot, multi	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,83	7,25	2,98	3,46	0,89	3,15	3,52	7,64	5,64	5,85	6,92	7,39
Réalisation du lingot, monolike	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	3,45	9,88	5,61	6,09	3,51	5,77	6,14	9,93	7,94	8,15	9,22	9,69
Réalisation de la brique	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,59	1,70	0,96	1,04	0,60	0,99	1,05	1,71	1,36	1,40	1,58	1,66
Fabrication des plaquettes mono	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	2,57	7,13	4,10	4,44	2,61	4,22	4,48	7,37	5,95	6,10	6,86	7,19
Fabrication des plaquettes multi/monolike	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	2,99	7,50	4,50	4,84	3,03	4,62	4,88	7,09	5,69	5,84	6,59	6,92
Réalisation des cellules	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	14,73	37,71	22,44	24,16	14,95	23,03	24,35	37,91	30,78	31,52	35,34	37,02
Verre	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,98	1,08	1,01	1,02	0,98	1,01	1,02	1,08	1,04	1,05	1,06	1,07
Verre trempé	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,066	0,079	0,071	0,071	0,067	0,071	0,072	0,059	0,055	0,055	0,057	0,058
Encapsulant (EVA ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	2,54	3,15	2,74	2,79	2,54	2,76	2,80	3,45	3,26	3,28	3,38	3,42
Feuille face arrière (PET ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	3,56	4,17	3,76	3,81	3,56	3,78	3,82	4,14	3,95	3,97	4,07	4,11
Feuille face arrière (PVF)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	19,88	22,45	20,74	20,93	19,90	20,81	20,95	21,97	21,17	21,26	21,68	21,87
Module cristallin	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	4,08	7,55	5,24	5,50	4,12	5,33	5,53	7,57	6,50	6,61	7,19	7,44
Fabrication module a-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	14,03	58,31	28,88	32,18	14,45	30,02	32,56	58,68	44,94	46,37	53,73	56,96
Fabrication module CdTe,	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	12,11	65,47	30,00	33,99	12,61	31,38	34,44	65,92	49,36	51,08	59,95	63,85
Fabrication module CIGS	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	11,43	123,80	49,10	57,50	12,50	52,01	58,46	124,75	89,88	93,50	112,17	120,39

Etape de fabrication/Matériau	Unité	Taiwan	Etats-Unis	Russie	Canada	Turquie	Tunisie	Vietnam	Thaïlande	Singapour	Mexique	Jordanie	Inde
Silicium métallurgique MG-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	13,32	10,08	12,72	6,97	11,34	12,00	12,31	13,49	10,40	11,92	11,23	19,40
PolySi, Siemens process	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	62,18	41,56	58,35	21,79	49,56	53,78	55,75	63,25	43,61	53,24	48,87	100,84
Réalisation du lingot, mono	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	32,82	23,39	31,07	14,35	27,05	28,98	29,88	33,31	24,33	28,73	26,73	50,49
Réalisation du lingot, multi	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	6,33	4,27	5,95	2,29	5,07	5,49	5,69	6,44	4,48	5,44	5,00	10,20
Réalisation du lingot, monolithe	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	8,63	6,57	8,25	4,59	7,37	7,79	7,99	8,74	6,78	7,74	7,30	12,50
Réalisation de la brique	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	1,48	1,13	1,42	0,78	1,26	1,34	1,37	1,50	1,16	1,33	1,25	2,15
Fabrication des plaquettes mono	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	6,44	4,98	6,17	3,58	5,55	5,85	5,99	6,52	5,13	5,81	5,50	9,19
Fabrication des plaquettes multi/monolithe	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	6,18	4,73	5,91	3,34	5,29	5,59	5,72	6,25	4,87	5,55	5,24	8,89
Réalisation des cellules	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	33,25	25,88	31,88	18,81	28,74	30,25	30,95	33,63	26,61	30,05	28,49	47,07
Verre	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	1,06	1,02	1,05	0,99	1,04	1,04	1,05	1,06	1,03	1,04	1,03	1,12
Verre trempé	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,056	0,052	0,056	0,049	0,054	0,055	0,055	0,057	0,053	0,055	0,054	0,064
Encapsulant (EVA ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	3,32	3,13	3,29	2,94	3,20	3,24	3,26	3,33	3,15	3,24	3,20	3,70
Feuille face arrière (PET ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	4,01	3,82	3,98	3,63	3,89	3,93	3,95	4,02	3,84	3,93	3,89	4,39
Feuille face arrière (PVF)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	21,45	20,62	21,30	19,83	20,94	21,11	21,19	21,49	20,71	21,09	20,92	23,00
Module cristallin	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	6,87	5,76	6,67	4,70	6,19	6,42	6,53	6,93	5,87	6,39	6,16	8,96
Fabrication module a-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	49,71	35,50	47,07	21,88	41,01	43,92	45,28	50,44	36,91	43,55	40,53	76,34
Fabrication module CdTe <sub>x</sub>	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	55,10	37,98	51,92	21,56	44,62	48,13	49,77	55,99	39,69	47,68	44,05	87,20
Fabrication module CIGS	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	101,97	65,92	95,28	31,35	79,90	87,28	90,73	103,84	69,51	86,34	78,69	169,55

Etape de fabrication/Matériau	Unité	Afrique du Sud	Qatar	Arabie saoudite	UAE	Algérie	Maroc	Egypte	Brésil	Ukraine	Macédoine du Nord	Serbie
Silicium métallurgique MG-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	16,77	11,36	16,53	11,24	12,44	14,91	12,21	6,72	10,85	15,33	15,22
PolySi, Siemens process	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	84,12	49,68	82,59	48,91	56,57	72,31	55,12	20,15	46,44	78,09	74,27
Réalisation du lingot, mono	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	42,85	27,10	42,15	26,75	30,25	37,45	29,59	13,61	25,62	38,64	38,34
Réalisation du lingot, multi	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	8,53	5,08	8,38	5,01	5,77	7,35	5,63	2,13	4,76	7,28	7,54
Réalisation du lingot, monolike	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	10,83	7,38	10,67	7,31	8,07	9,65	7,93	4,43	7,06	9,91	9,84
Réalisation de la brique	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	1,86	1,27	1,83	1,25	1,38	1,66	1,36	0,76	1,21	1,70	1,69
Fabrication des plaquettes mono	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	8,00	5,56	7,89	5,50	6,05	7,16	5,94	3,46	5,33	7,15	7,30
Fabrication des plaquettes multi/monolike	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	7,72	5,30	7,61	5,24	5,78	6,89	5,68	3,22	5,07	7,52	7,03
Réalisation des cellules	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	41,10	28,78	40,55	28,51	31,24	36,87	30,72	18,22	27,62	37,82	37,57
Verre	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	1,09	1,04	1,09	1,03	1,05	1,07	1,04	0,99	1,03	1,08	1,07
Verre trempé	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,08	0,06
Encapsulant (EVA ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	3,53	3,20	3,52	3,20	3,27	3,42	3,26	2,92	3,17	3,16	3,44
Feuille face arrière (PET ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	4,22	3,89	4,21	3,89	3,96	4,11	3,95	3,61	3,86	4,18	4,13
Feuille face arrière (PVF)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	22,33	20,95	22,27	20,92	21,22	21,85	21,17	19,77	20,82	22,46	21,93
Module cristallin	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	8,05	6,20	7,97	6,16	6,57	7,42	6,49	4,61	6,03	7,56	7,52
Fabrication module a-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	64,82	41,09	63,77	40,57	45,84	56,69	44,84	20,76	38,86	58,50	58,03
Fabrication module CdTe <sub>1</sub>	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	73,32	44,72	72,05	44,09	50,44	63,52	49,24	20,21	42,03	65,71	65,14
Fabrication module CIGS	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	140,33	80,11	137,65	78,78	92,16	119,68	89,62	28,49	74,45	124,29	123,10

Etape de fabrication/Matériau	Unité	Autre pays d'Europe	Autre pays du Monde
Silicium métallurgique MG-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	8,60	12,67
PolySi, Siemens process	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	35,29	58,03
Réalisation du lingot, mono	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	19,07	30,92
Réalisation du lingot, multi	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	3,00	5,92
Réalisation du lingot, monolike	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	5,63	8,22
Réalisation de la brique	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,96	1,41
Fabrication des plaquettes mono	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	4,11	6,15
Fabrication des plaquettes multi/monolike	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	4,51	5,88
Réalisation des cellules	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	22,51	31,77
Verre	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	1,01	1,05
Verre trempé	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	0,07	0,06
Encapsulant (EVA ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	2,75	3,28
Feuille face arrière (PET ou équivalent)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	3,77	3,97
Feuille face arrière (PVF)	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	20,75	21,28
Module cristallin	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	5,26	6,65
Fabrication module a-Si	kg eq CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> module	29,02	46,85
Fabrication module CdTe,	kg eq CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> module	30,17	51,66
Fabrication module CIGS	kg eq CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> module	49,46	94,72

## B. – Méthodologie de quantification de la quantité d'argent et des teneurs en plomb et en cadmium

### 1. Critère « Quantité d'argent »

On considère la quantité d'argent contenue dans la cellule par unité de puissance (W) de la cellule.

Elle est calculée de la façon suivante : quantité d'argent totale dans la cellule (face avant, face arrière, bus bars...)/[Puissance minimum de la cellule + Puissance maximum de la cellule]/2.

### 2. Critère « Teneur en plomb »

On considère la quantité de plomb contenu dans le module, en pourcentage de la masse du module.

Elle est calculée de la façon suivante : [quantité dans les ribbons string + quantité dans les ribbons d'interconnexion] (kg/m<sup>2</sup>)\* surface du module (m<sup>2</sup>)/masse du module (kg).

### 3. Critère « Teneur en cadmium »

On considère la quantité de cadmium contenu dans le module, en pourcentage de la masse du module.

Elle est calculée de la façon suivante : quantité du cadmium dans le module (kg/m<sup>2</sup>)\*surface du module (m<sup>2</sup>)/masse du module (kg).