

INFO → **ÉNERGIE**



PHOTOVOLTAÏQUE ET ENVIRONNEMENT

Quels impacts ?

Laurence Guérault EIE 43 / CAUE



Du Berceau à la Tombe

« de l'extraction du quartz au système PV en fin de vie »

- Les 4 phases de la vie du module photovoltaïque
 - La Fabrication
 - L'Installation
 - L'Exploitation
 - La Fin de vie

Aspects environnementaux

- L'énergie
- Les matériaux
- L'atmosphère
- L'eau
- Les sols
- La faune, la flore

La consommation d'énergie

C'est l'impact majoritaire dans le cycle de vie des systèmes photovoltaïques

- Elle est consommée essentiellement lors des phases de fabrication et de fin de vie : $2500 \text{ kWh}_{\text{EF}}/\text{kWc}$
 - ➔ **Production du Si et Al : 40 % de la consommation d'énergie**
 - Silicium: 60 fois plus énergivore que la production du verre
 - Aluminium : production très consommatrice d'énergie
- Elle se traduit par
 - ➔ L'épuisement des ressources fossiles
 - ➔ L'effet de serre
 - ➔ L'émission d'oxydes de soufre et d'azote, provoquant les pluies acides
 - ➔ Les dommages respiratoires dus aux émissions de particules et d'oxydes d'azote

Les matériaux

- Les panneaux (pour 1 kWc ou 8 m²)
 - Silicium : 4,4 kg
 - Aluminium : 19 kg (*cadre*)
 - Argent: 60 g (*ressources limitées*)
 - Verre 4 mm 73 kg
 - Cuivre, Etain, Nickel, PVF, PET...
 - Phosphore, Bore, Plomb
- L'onduleur, les câbles, la boîte de jonction...
 - Acier: 6 kg
 - Aluminium: 9,7 kg
 - Cuivre, Etain, Silicone, Brome ...

L'atmosphère

- L'effet de serre

- Fabrication globale : 70 g CO₂ eq/kWh
- Emission spécifique de gaz à effet de serre: CF₄ (traitement du gaz à 70 %)

- Emissions atmosphériques

- Emission de gaz chlorés
- Emission d'oxydes de soufre et d'azote, provoquant les pluies acides
- Les dommages respiratoires dus aux émissions de particules et d'oxydes d'azote lors de la fabrication

L'eau

- Consommation

 - 1,5 m³/kWc

- Rejets

 - Effluents acides, basiques

- Cas des installations photovoltaïques au sol

 - Réduction des précipitations sous les modules

 - Imperméabilisation des sols pour voies d'accès, structures de fixation, bâtiments d'exploitation

Les sols

- Cas des installations photovoltaïques au sol
 - Tassement des sols (tranchées des câbles, passage de véhicules lourds)
 - Assèchement sous les modules
 - Érosion aux points d'écoulement de l'eau
 - Emprise des terres ayant un potentiel agricole

La flore, la faune

- Flore

- Ombrage, assèchement, tassement, érosion des sols peuvent entraîner la modification de la composition végétale, voire sa destruction

- Faune

- Les clôtures:

- modifient ou suppriment les corridors écologiques
- modifient ou confisquent des biotopes pour certaines espèces

- L'utilisation de surfaces et les clôtures suppriment des lieux de nidification

- L'ombrage des panneaux favorise les espèces aimant la chaleur et la sécheresse



INFO → **ÉNERGIE**



PHOTOVOLTAÏQUE ET ENVIRONNEMENT

Vers une réduction des impacts

Temps de retour énergétique

Durée nécessaire au système pour produire autant d'énergie qu'il en a fallu pour le construire

- **3 ans en France**
- Réduction de ce temps de retour
 - Type d'installation: support incliné, support plat, support vertical
 - Type de cellules : couches minces, multi-cristallin, mono-cristallin
 - Panneaux sans cadre
 - L'ensoleillement (*ex: temps de retour < 2 ans en Europe du Sud*)

Minimiser les impacts

- Réduction de l'énergie consommée
 - Évolution de la technologie pour la fabrication du silicium (-70 %)
- Matériaux
 - Réduction de l'épaisseur des plaques de silicium
 - Réutilisation des chutes
 - Modules sans cadres
 - Utilisation de pâtes, alliages ... sans plomb
- Atmosphère
 - Craquement à haute température des GES (CF_4) (traitement à 70 %)
 - Optimiser l'installation (orientation, inclinaison...) pour augmenter la productivité et réduire les 70 g CO_2 eq/kWh

Minimiser les impacts

- Eau

- Réduction des consommations par optimisation des procédés et réutilisation

- Sols

- Implantation des systèmes sur:

- Terrains vagues
- Surfaces artificielles (parkings...)
- Zones industrielles
- Sites pollués
- Zones tampons le long de grandes artères
- Surfaces sans intérêt faunistique ou floristique

Minimiser les impacts

- Faune, Flore

- Éloignement des biotopes
- Distance des modules au sol > à 0,80 m (*pour homogénéité de la couverture végétale*)
- Absence d'éclairage à grande échelle
- Absence de clôture ou création de corridors de passage

Minimiser les impacts

● RECYCLAGE

- 2007 : création de **PV-CYCLE**,
 - Association européenne
 - Programme de reprise et recyclage des panneaux en fin de vie
 - Membres: 70% du marché photovoltaïque européen
- Objectifs de PV-CYCLE
 - Collecte d'au moins 65% des panneaux
 - Taux de recyclage d'au moins 85% (verre, silicium, cuivre, aluminium)
- Calendrier
 - Déjà opérationnel en Allemagne
 - Opérationnel dans toute l'Europe en 2010

CONCLUSION

- **Impact majeur: dépense énergétique**
- **Temps de retour énergétique : 3 ans**
- **Amélioration des technologies de fabrication pour une réduction des:**
 - Consommations d'énergie
 - Consommations de matières premières
- **Amélioration des technologies de conception pour une:**
 - Augmentation de la productivité
- **Rôle du maître d'ouvrage**
 - Choix des facteurs favorisant la productivité optimale des panneaux