

22.6 EXERCICE ANALYSE DE CYCLE DE VIE

Exercice 22.6 : Cycle de vie de la technologie PV

Dans la littérature, plusieurs études ont montré que la technologie PV n'est pas à 100 % verte, car elle émet des gaz à effet de serre (GES) pendant son cycle de vie (figure 1).

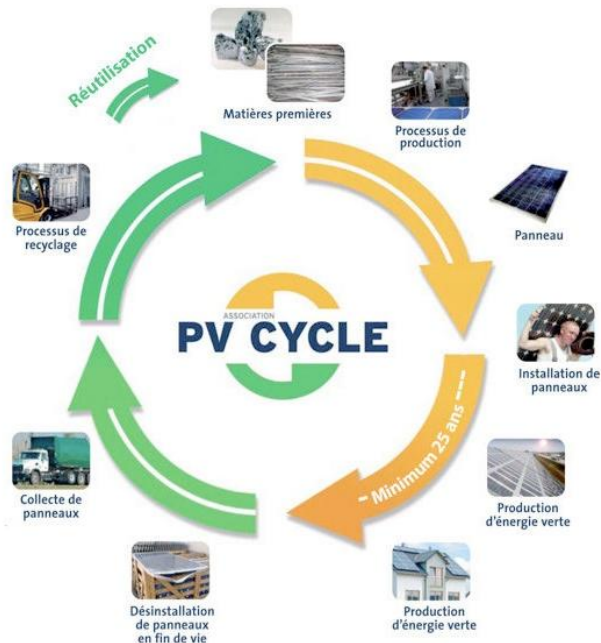


Figure 1 : Cycle de vie d'un panneau solaire photovoltaïque

Pour avoir une idée sur ces émissions tout au long de cycle de vie, nous allons considérer les résultats d'une étude (Tawalbeh et al. 2020). L'étude a montré qu'un champ PV d'une puissance de 1kWc émet 2186 kgCO₂eq pendant la phase d'extraction et de production. Le pourcentage des émissions de GES des autres phases est illustré dans le tableau 1.

Phase du cycle de vie	Extraction et production	Distribution	Opération	Fin de vie
Pourcentage des émissions GES pour chaque phase	93,7%	0,9%	3,5%	1,9%

Tableau 1 : Pourcentage des émissions de GES pour chaque phase du cycle de vie de la technologie PV (Tawalbeh et al. 2020)

QUESTIONS

Question 1 : Calculez la quantité de kg CO₂eq émise pendant chaque phase de cycle de vie d'un champ PV de 10 kWc, remplir le tableau ci-dessous :

Phase du cycle de vie	Extraction et production	Distribution	Opération	Fin de vie	Total
Pourcentage des émissions de GES pour chaque phase	93,7%	0,9%	3,5%	1,9%	100%
Émissions de GES en kgCO ₂ eq/kWc	2186				
Émissions GES en kgCO ₂ eq					

Question 2 : Supposant que le système PV (10 kWc) évite la production de 14 600 kWh/an par une génératrice à essence. Calculez la quantité de kgCO₂eq évitée pendant une année grâce au système PV.

Hypothèses :

- Le rendement de la génératrice égale 35% ;
- PCI (essence) = 35,5 MJ/L ;
- 1L d'essence émet 2,3 kg CO₂eq.


Question 3 : Considérant qu'une installation photovoltaïque permet d'éviter 9500 kgCO₂/an par rapport à une génératrice à essence, calculez le nombre d'année nécessaire pour compenser 23 000 kg CO₂eq émis pendant le cycle de vie du système PV (au centième près).

Question 4 : En utilisant le tableau 2, calculez :

- La consommation d'eau moyenne de la technologie éolienne et de la technologie PV pendant leurs cycles de vie respectifs;
- Le rapport entre la consommation d'eau moyenne de la technologie éolienne par rapport à la technologie PV.

Hypothèse :

Considérez une production de 14600 kWh/an constante pendant 25 ans pour les deux technologies.



Energy technology	Median of water consumption (L/MWh)
Biomass	85,100
Hydropower	4961
Oil	3220
Nuclear	2290
Coal	2220
CSP	1250
Geothermal	1022
Natural gas	596
PV	330
Wind	43

Tableau 2 : Consommation d'eau moyenne par technologie pendant son cycle de vie (Tawalbeh et al. 2020)

REponses

Question 1 : Calculez la quantité de kg CO₂eq émise pendant chaque phase de cycle de vie d'un champ PV de 10 kWc, remplir le tableau ci-dessous :

- Émissions de GES phase extraction et production = 2186 kgCO₂eq/kWc (donnée)
- Émissions totales de GES = $2186 / 0.937 = 2333$ kgCO₂eq/kWc
- Émissions de GES phase distribution = $2333 \times 0.009 = 21$ kgCO₂eq/kWc
- Émissions de GES phase opération = $2333 \times 0.035 = 82$ kgCO₂eq/kWc
- Émissions de GES phase fin de vie = $2333 \times 0.019 = 44$ kgCO₂eq/kWc

Nous multiplions ces émissions par 10 (puissance du champ PV 10 kWc) pour avoir les émissions de GES en kg CO₂eq.

Phase du cycle de vie	Extraction et production	Distribution	Opération	Fin de vie	Total
Pourcentage des émissions GES pour chaque phase	93.7%	0.9%	3.5%	1.9%	100%
Émissions de GES en kgCO ₂ eq/kWc	2186	21	82	44	2333
Émissions GES en kgCO ₂ eq	21860	210	820	440	23330

Question 2 : Supposant que le système PV (10 kWc) évite la production de 14600 kWh/an par une génératrice à essence. Calculez la quantité de kgCO₂eq économisée pendant une année.

L'énergie, utilisée dans la génératrice à essence pour produire 14 600 kWh/an, évitée est égale à :

$$E_c = \frac{14600 \times 3600}{0.35 \times 1000} = 150171 \text{ MJ}$$

$$\frac{E_c}{PCI} = \frac{150171}{35.5} = 4230 \text{ L}$$

Le volume d'essence brûlée est alors:

L'émission évitée, grâce au système PV, est finalement de : $4230 \times 2.3 = 9729$ kgCO₂/an

Question 3 : Considérant qu'une installation photovoltaïque permet d'éviter 9500 kgCO₂/an par rapport à une génératrice à essence, calculez le nombre d'année nécessaire pour compenser 23 000 kg CO₂eq émise pendant le cycle de vie du système PV (au centième près).

Le nombre d'année nécessaire égale à : $\frac{23\ 000}{9500} = 2.42$ années.

Question 4 : En utilisant le tableau 2, calculez :

- La consommation d'eau moyenne de la technologie éolienne et de la technologie PV pendant leurs cycles de vie respectifs;
- Le rapport entre la consommation d'eau moyenne de la technologie éolienne par rapport à la technologie PV.

- Consommation d'eau moyenne de technologie PV : $330 \times \frac{14600}{1000} \times 25 = 120450$ L

- Consommation d'eau moyenne de la technologie éolienne : $43 \times \frac{14600}{1000} \times 25 = 15695$ L

- La technologie éolienne consomme $\frac{15695}{120450} = 13\%$ d'eau par rapport à la technologie PV

Références :

Tawalbeh, Muhammad, et al. "Environmental impacts of solar photovoltaic systems: A critical review of recent progress and future outlook." *Science of The Total Environment* (2020): 143528.

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0048969720370595?token=257898BF4F4767CF851F260D89E3FEC3043E6019C732658F3EF1ACE80DA0BD72C8A1E7607D95531320A20F812839D61B&originRegion=us-east-1&originCreation=20210509214737>

Ressources naturelles Canada. 2014

https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oeef/pdf/transportation/fuel-efficient-technologies/autosmart_factsheet_6_f.pdf