

## 22. Les défis de l'énergie

### 22.6 – Analyse de cycle de vie

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

*Département de génie mécanique*

Victor Aveline, ing., M.ing.

**Pour aller plus loin :**

ENV850 – Analyse de cycle de vie,  
donné par Annie Levasseur à l'ETS

<https://www.etsmtl.ca/etudes/cours/env850/>

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs
- Définition de l'analyse de cycle de vie
- Une méthode d'évaluation normée
- Méthodologie d'une ACV
- Quelques exemples
- Conclusion

# Plan de la présentation

- ***Introduction et objectifs***
- Définition de l'analyse de cycle de vie
- Une méthode d'évaluation normée
- Méthodologie d'une ACV
- Quelques exemples
- Conclusion

# Introduction et objectifs

- L'analyse de cycle de vie peut être un métier à part entière et certains ingénieurs sont experts de la méthode.
- Cette capsule n'est donc qu'un préambule, un prélude.

# Introduction et objectifs

- Objectifs de cette présentation
  - Présenter ce qu'est une analyse de cycle de vie;
  - Proposer une courte méthodologie;
  - Donner quelques exemples et faire réfléchir sur la portée de cet outil d'ingénierie.

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs
- ***Définition de l'analyse de cycle de vie***
- Une méthode d'évaluation normée
- Méthodologie d'une ACV
- Quelques exemples
- Conclusion

# Définition de l'analyse de cycle de vie

- L'analyse de cycle de vie (ACV) - ou *Life Cycle Assessment (LCA)* - est une méthode d'évaluation normalisée permettant de réaliser un **bilan environnemental multicritère** d'un système (produit, service ou procédé) en considérant toutes les étapes de son cycle de vie.
- Elle permet de quantifier l'impact environnemental d'un système pour en dégager des pistes d'éco-conception et d'amélioration du bilan.

# Question

- Quelles relations sont prises en compte dans une analyse de cycle de vie ?
  - A. Économiques
  - B. Environnementales
  - C. Sociales
  - D. Toutes ces réponses



ENR2020

# Définition de l'analyse de cycle de vie

- L'analyse de cycle de vie prend en considération les relations
  - *environnementales*,
  - *économiques* et
  - *sociales*, d'un système.
- Elle utilise les flux physiques et énergétiques associés aux activités humaines.
- Au Canada, recherchez les activités du CIRAIG et du CIRODD, deux centres de recherche sur l'ACV et le DD.

<http://ciraig.org/index.php/fr/a-propos/>

<http://cirodd.org/fr/mission.php>

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs
- Définition de l'analyse de cycle de vie
- ***Une méthode d'évaluation normée***
- Méthodologie d'une ACV
- Quelques exemples
- Conclusion

# Une méthode d'évaluation normée

L'analyse de cycle de vie est encadrée par des normes ISO (de la catégorie *management environnemental*) qui en posent les bases méthodologiques et déontologiques.

- ISO 14040 (2006) - Principes et cadre (révisée en 2016)
- ISO 14041 (1999) Obsolète - Définition de l'objectif et du champ d'étude et analyse
- ISO 14042 (2000) Obsolète - Évaluation de l'impact du cycle de vie
- ISO 14043 (2000) Obsolète - Interprétation du cycle de vie
- ISO 14044 (2006) - Exigences et lignes directrices, annule et remplace les 3 précédentes

# Une méthode d'évaluation normée

## **ILCD *International Life Cycle Data system***

La plate-forme de recherche européenne (JRC *joint research center*) édite également des manuels et guides de référence sur l'analyse du cycle de vie.

L'ILCD est développé depuis 2005. Il comprend :

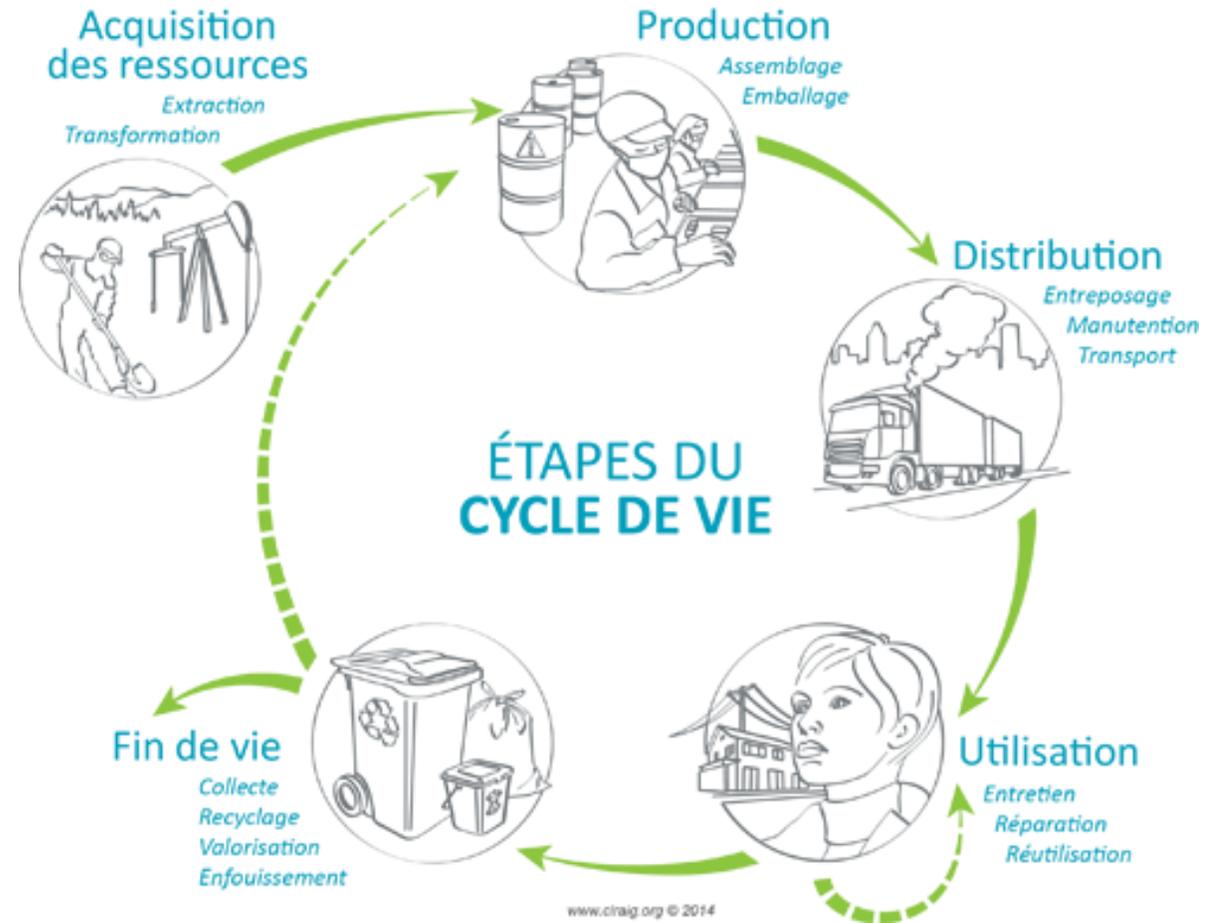
- Un handbook : *General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* ;
- Et une base de données : *European Life Cycle Database (ELCD)*
- Des documents supplémentaires et des outils pour réaliser une ACV

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs
- Définition de l'analyse de cycle de vie
- Une méthode d'évaluation normée
- ***Méthodologie d'une ACV***
- Quelques exemples
- Conclusion

# Méthodologie d'une ACV

La robustesse de la méthode est basée sur une double approche : une approche « cycle de vie » et une approche « multicritères ».



<http://www.ciraig.org/fr/acv.php>

# Méthodologie d'une ACV

- Cette analyse démarre à l'extraction des matières premières qui composent ce produit jusqu'à son élimination en fin de vie, en passant par toutes les phases de distribution et d'utilisation.
- Le but est de réduire la pression d'un produit sur les ressources et l'environnement tout au long de son cycle de vie.
- Cette quantification permet d'améliorer la chaîne de valeur du produit tout en limitant les besoins en ressources et en énergie.

# Méthodologie d'une ACV

## Pour aller plus loin sur le cycle de vie

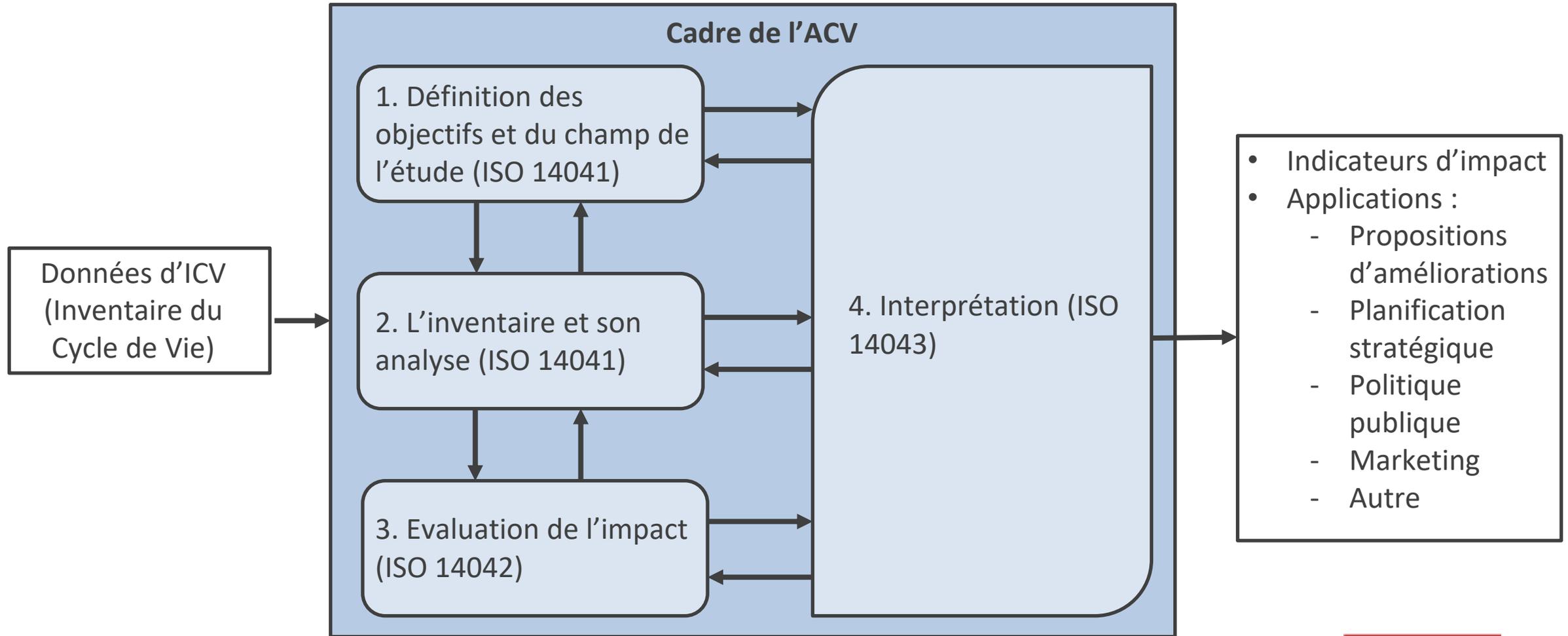
- ADEME. 2017. *Le cycle de vie d'un produit*  
[https://www.youtube.com/watch?v=SJq7i\\_3UODM&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=SJq7i_3UODM&feature=youtu.be)
- Cascade. 2011. *Analyse du cycle de vie* (Jusqu'à 1:16).  
<https://www.youtube.com/watch?v=wd5i8SjJfA>

# Méthodologie d'une ACV

- Dans l'approche « multicritères », on prend en compte tous les flux entrants et sortants.
- On appelle « flux » tout ce qui entre dans la fabrication du produit et tout ce qui sort en matière de pollution.
  - Flux entrants : des matières et de l'énergie comme des ressources en fer, eau, pétrole, gaz, etc.
  - Flux sortants : déchets, émissions gazeuses, liquide rejeté, etc.

# Méthodologie d'une ACV

Les 4 étapes de l'ACV selon ISO 14040 et 14044



# Méthodologie d'une ACV

La description des étapes est donnée dans la partie « Comment réalise-t-on une ACV ? » du dossier de l'ADEME sur l'ACV

<https://www.ademe.fr/expertises/consommer-autrement/passer-a-laction/dossier/lanalyse-cycle-vie/comment-realise-t-acv>

# Méthodologie d'une ACV

Voir aussi le MOOC suivant pour la description des étapes :

[https://www.pairform.fr/doc/58/273/901/web/co/module\\_2-5\\_web.html](https://www.pairform.fr/doc/58/273/901/web/co/module_2-5_web.html)

# Méthodologie d'une ACV

- Les trois grandes familles d'impacts généralement considérées sont :
  - **Epuisement des ressources naturelles** : énergie primaire, minéral, eau, sol.
  - **Impacts sur la santé humaine** : impacts toxicologiques, impacts physiologiques, maladies causées par les organismes biologiques.
  - **Impacts écologiques** : réchauffement global, eutrophisation, épuisement de la couche d'ozone, acidification, impacts éco-toxicologiques et impacts sur la biodiversité biologique.

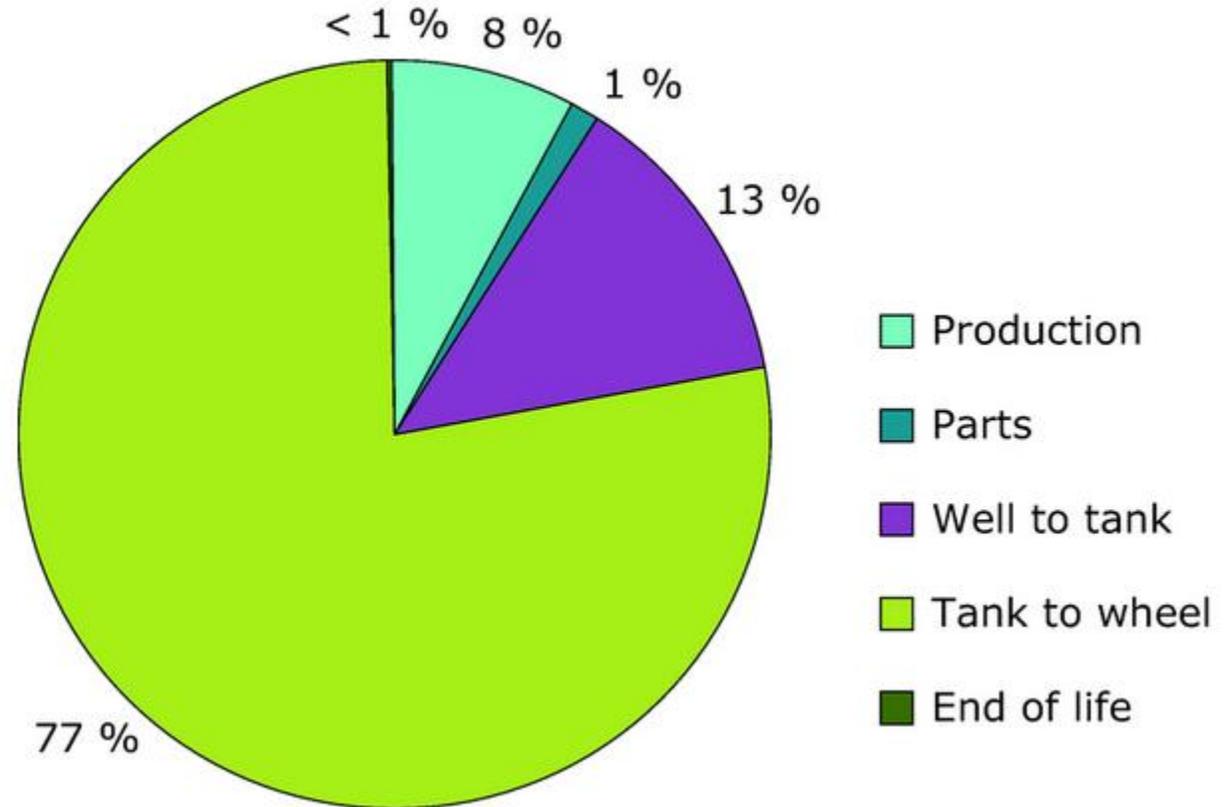
# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs
- Définition de l'analyse de cycle de vie
- Une méthode d'évaluation normée
- Méthodologie d'une ACV
- ***Quelques exemples***
- Conclusion

# Exemple : voiture de train

- L'utilisation est la partie du cycle de vie ayant le plus d'impacts
- La fin de vie et les composants ne comptent que pour 2% au total

Life-cycle analysis of passenger cars



<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/life-cycle-analysis-of-passenger-cars>

# Question

- Pour un véhicule à moteur à combustion interne, quelle est la partie du cycle de vie ayant le plus d'impacts sur son bilan?
  - A. Sa fin de vie sans recyclage
  - B. Sa production
  - C. Son utilisation
  - D. L'extraction des ressources
  - E. Sa fin de vie avec recyclage

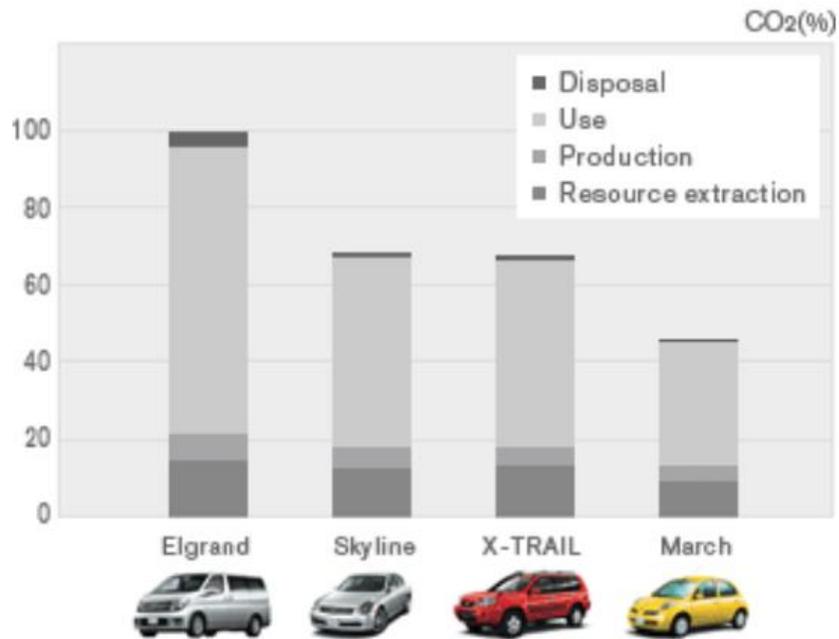


ENR2020

# Exemple : voiture personnelle

Encore la même remarque...

Nissan Green programme 2022



<http://www.nissan-global.com/EN/ENVIRONMENT/CAR/LCA/>  
(page plus disponible)



Boucle d'économie circulaire

<https://www.nissan-global.com/EN/ENVIRONMENT/GREENPROGRAM/DEPENDENCY/>

# Exemple : New College Oxford



The Oxford College main hall (which is used as a backdrop in the Harry Potter films) was built in the 1600s with beams 40 feet long and two feet thick. About 100 years ago, the beams were found to be suffering from dry rot and replacements were needed. However, no 40-foot straight English oaks were available from mature forest to replace the beams.

Huff, W., Plumbing Systems in Sustainable Construction, Plumbing Systems Design, Jan-Feb 2005, pp.16-18

<http://www.eonline.com/news/813714/what-2016-was-like-for-harry-potter-fans>

# Exemple : New College Oxford



A young faculty member suggested asking the college forester if appropriate trees could be found on some of the lands that had been endowed to Oxford. When contacted, the forester said, *“We’ve been wondering when you would ask this question. When the present building was constructed 350 years ago, the architects specified that a grove of trees be planted and maintained to replace the beams in the ceiling when they would suffer from dry rot.”*

Huff, W., Plumbing Systems in Sustainable Construction, Plumbing Systems Design, Jan-Feb 2005, pp.16-18

<http://horizonssfs.com/endowments-long-term-investing/>

# Exemple : Hydro-Québec

Plusieurs ACV avec des rapports d'études disponibles sur le site d'HQ :

<https://www.hydroquebec.com/developpement-durable/documentation-specialisee/analyse-cycle-de-vie.html>

- *Comparaison du véhicule électrique et du véhicule conventionnel dans des conditions d'utilisation au Québec*
- *Comparaison des filières de production d'électricité et des bouquets d'énergie électrique*
- *Ampoules à incandescence et fluocompactes*
- *Filières de production décentralisée d'énergie électrique à petite échelle*
- *Filières de production décentralisée d'énergie thermique à petite échelle*

# Exemple : Les panneaux photovoltaïques

Les panneaux PV, de l'énergie électrique sans CO<sub>2</sub>?

<https://reporterre.net/Des-panneaux-solaires-pas-encore-vraiment-verts>

<https://news.dualsun.com/technologie-solaire/impact-environnemental-panneau-solaire>

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs
- Définition de l'analyse de cycle de vie
- Une méthode d'évaluation normée
- Méthodologie d'une ACV
- Quelques exemples
- ***Conclusion***

# Conclusion

- L'ACV est une méthode rigoureuse qui peut être très longue à mettre en place selon les systèmes étudiés.
- Indéniablement, l'analyse de cycle de vie à toute sa place dans une stratégie de sobriété énergétique et pour les entreprises qui souhaitent contrôler leur impact environnemental.
- Pensez-vous qu'une loi pour généraliser son utilisation et informer les consommateurs des impacts des différents produits et services soit une bonne chose?

# Bibliographie/médiagraphie

- <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/innovation-et-industrie/nos-expertises/climat-et-environnement/analyse-cycle-vie-acv>
- <https://www.picbleu.fr/page/analyse-de-cycle-de-vie>
- <https://www.hydroquebec.com/developpement-durable/documentation-specialisee/analyse-cycle-de-vie.html>
- Un MOOC : [https://www.pairform.fr/doc/58/273/901/web/co/module\\_2-5\\_web.html](https://www.pairform.fr/doc/58/273/901/web/co/module_2-5_web.html)
- Une thèse avec une ACV sur un système de biomasse : <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01776703/document>



**Merci de votre attention !**

# Période de questions

