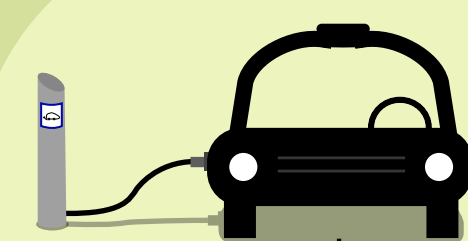


La Prime à la Conversion:

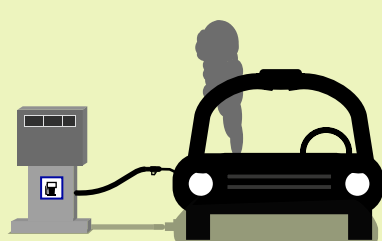
- **aide financière** pour les particuliers et les professionnels
- accélère le **renouvellement** du parc automobile ancien et polluant
- acheter un véhicule neuf ou d'occasion **plus propre** en échange de la mise au rebut d'un vieux véhicule
- est cumulable avec le "bonus écologique"

Adoption d'une **démarche en ACV** pour obtenir le bilan carbone en gCO₂eq d'un véhicule thermique et d'un véhicule électrique avec et sans PAC.



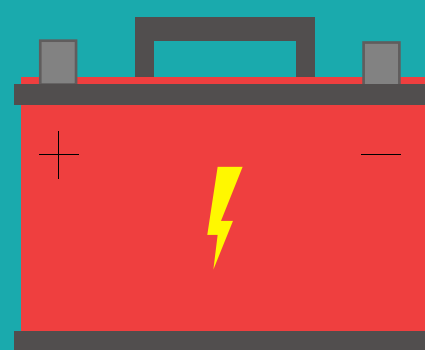
Par ailleurs, si l'impact d'un VT sur les ressources en énergie fossile est supérieur à celui d'un VE, il est en revanche moindre pour d'autres indicateurs comme l'acidification des eaux ou l'épuisement des ressources minérales.

	VE	VT
Durée de vie [km]	195 000	195 000
Emissions fabrication [tCO ₂ eq]	6,634	3,756
Emissions à l'usage [gCO ₂ eq/km]	11	85
Emissions recyclage [tCO ₂ eq]	-0,505	-0,619
Emission CV total [tCO ₂ eq]	8,8	20,3



L'impact écologique des VE

provient surtout de la production de leurs **batteries**. Pour une batterie Li-ion, on estime que la production de batterie s'élève à **6kgCO₂eq/kg** de batterie produit. Une batterie typique pesant en moyenne dans les 300 kg, une neuve aurait donc un poids carbone avoisinant les **2 tCO₂eq** pour sa production.



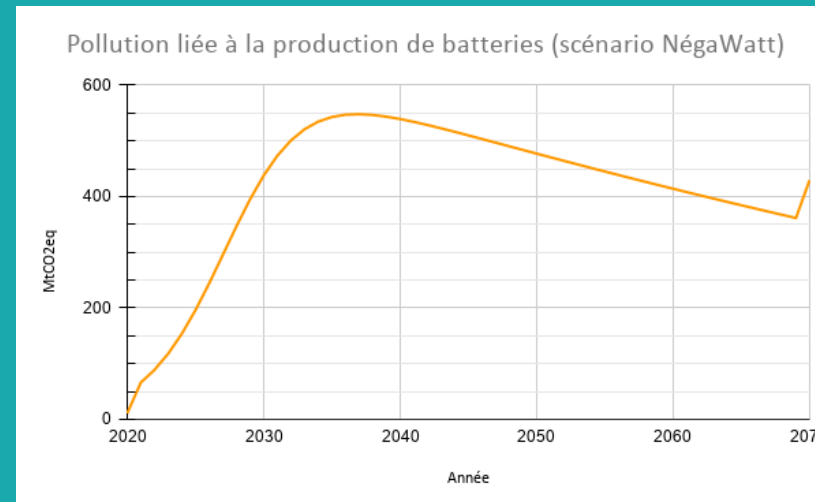
Cette mesure, annoncée comme écologique doit être questionnée:

- dans son approche (on se débarrasse d'un véhicule potentiellement fonctionnel)
- dans son **bilan carbone** (adaptation de la demande aux besoins à court terme de l'industrie)

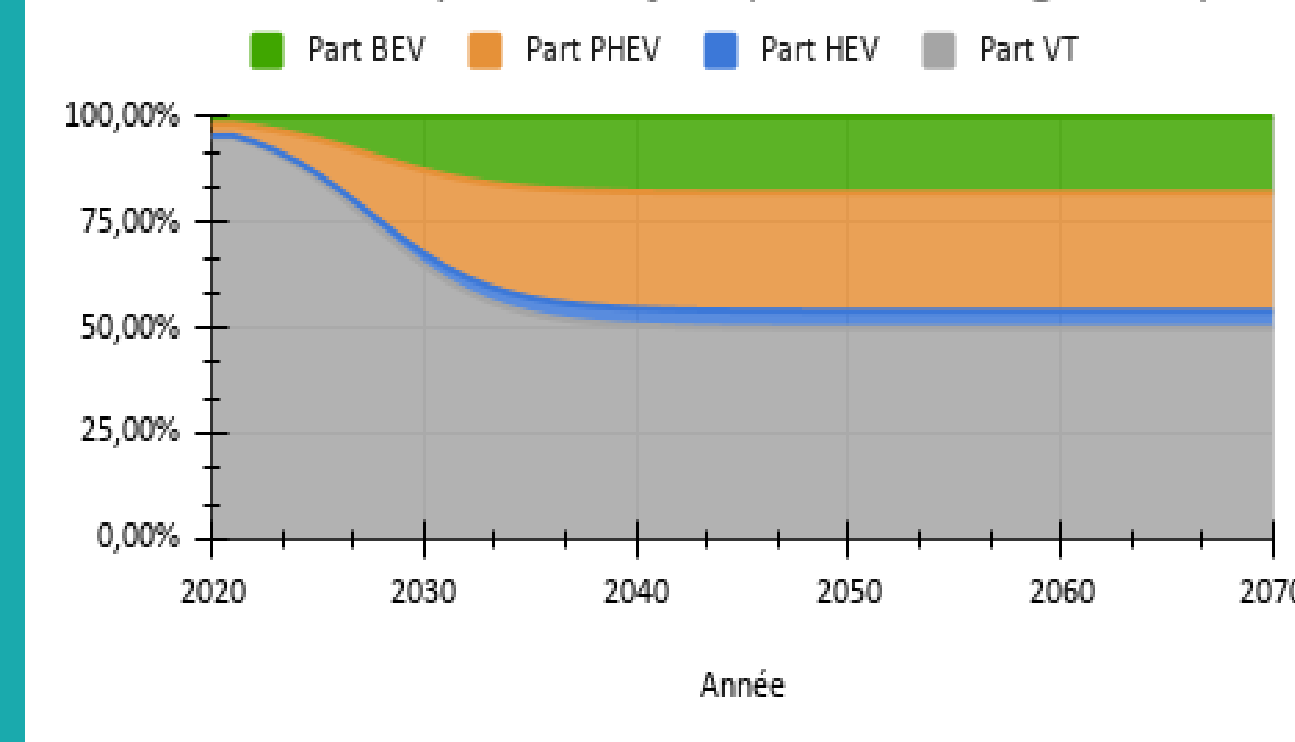
Elle apparaîtrait donc à contre-sens avec une logique de **sobriété énergétique**.



La production de batterie pose un sérieux problème social, notamment avec les conditions de travail des employés, parfois mineurs, dans les mines de cobalt et manganèse sur le continent Africain.



Evolution du parc français (scénario NégaWatt)



Scénario 1: L'utilisateur garde son VT

Scénario 2: L'utilisateur anticipe l'achat d'un VE de χ km

Modèle 1: On prend en compte les émissions effectives, i.e. ce qui est réellement émis sur la durée d'utilisation (l'amortissement ne rentre pas en compte)

Modèle 2: On compte les émissions proportionnellement aux distances d'utilisation des véhicules

Modèle 1 :

• Scénario 1 : $E_{tot}^1 = E_{VT}^{fab} + E_{VT}^{recy} + \epsilon_{VT}^{use} \cdot d_{VT}$

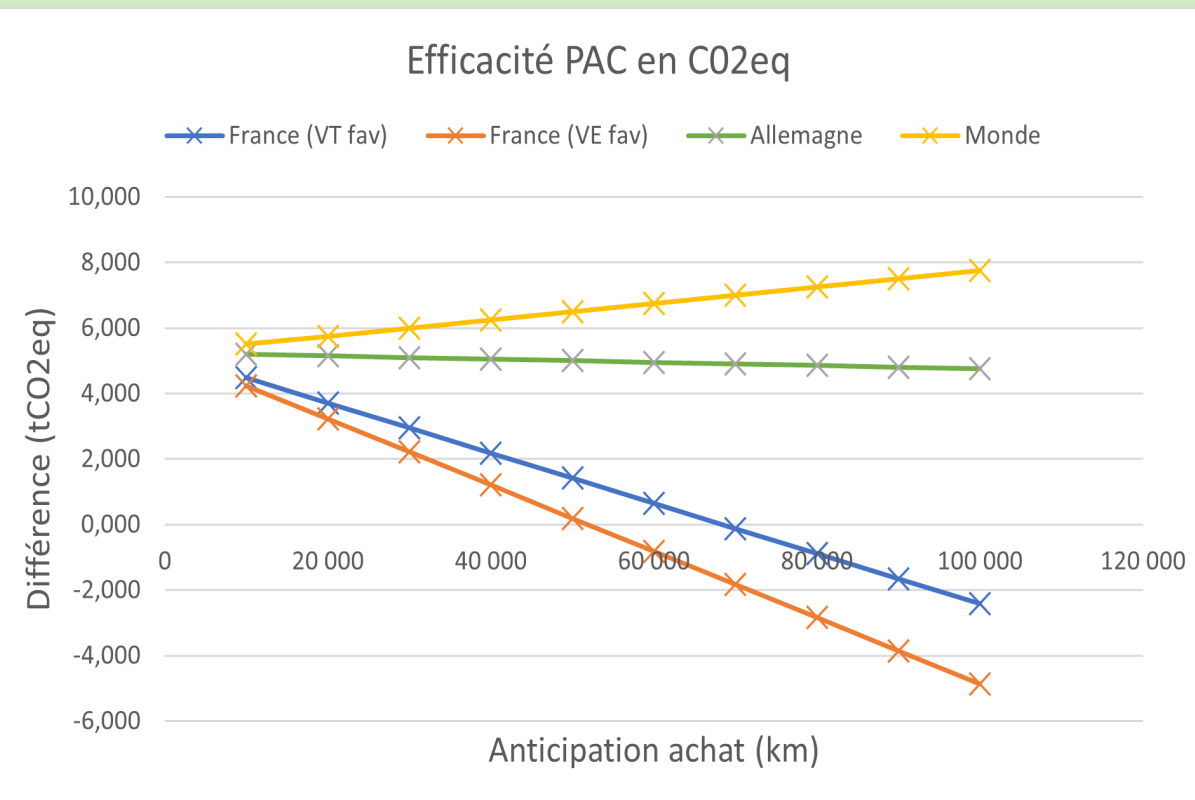
• Scénario 2 : $E_{tot}^2 = \left\{ E_{VT}^{fab} + E_{VT}^{recy} + \epsilon_{VT}^{use} \cdot (d_{VT} - \chi) \right\} + \left\{ E_{VE}^{fab} + E_{VE}^{recy} + \chi \cdot \epsilon_{VE}^{use} \right\}$

La PAC devient donc **écologiquement rentable** si les émissions dans les deux scénarii sont égales. On en déduit **l'anticipation d'achat minimum** :

$$\chi_{min} = \frac{E_{VE}^{fab} + E_{batt}^{fab} + E_{VE}^{recy} + E_{batt}^{recy}}{\epsilon_{VT}^{use} - \epsilon_{VE}^{use}}$$

ϵ_{VT}^{use} : les émissions d'usage du véhicule (VT/VE)
 ϵ_{VE}^{use} : les émissions du processus (fabrication/recyclage) du véhicule

Pour des durées de vie égales des deux véhicules, $\chi = 70\,000$ km en France. Dans le cas réel, où la durée de vie du VE est supérieure à celle du VT, 50 000 km (1/4 de la vie du VT) suffisent en France. Ainsi, pour un VT de 20k €, la PAC est aussi **économiquement rentable** pour l'utilisateur. Néanmoins, **pour des mix énergétiques plus carbonnés** (comme l'Allemagne) **ce n'est plus le cas**.

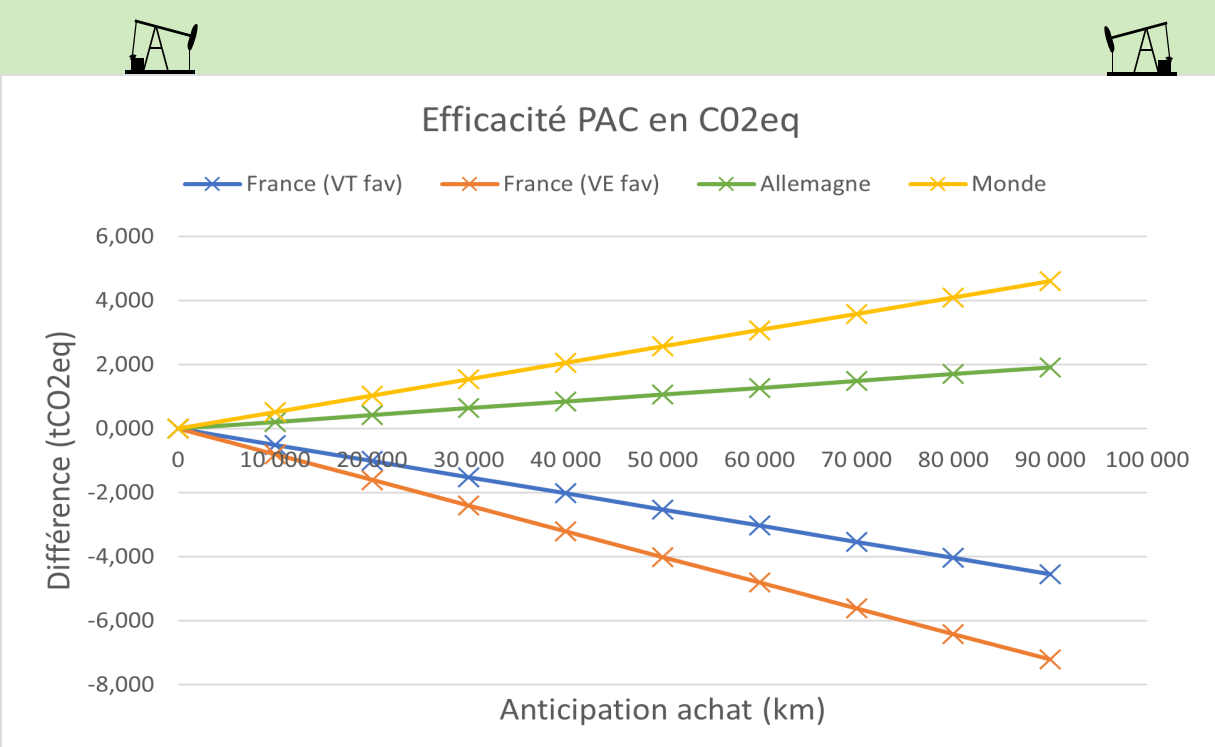
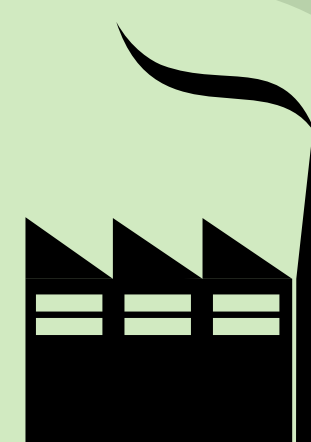


Modèle 2 :

• Scénario 1 $E_{tot}^1 = E_{VT}^{fab} + E_{VT}^{recy} + \epsilon_{VT}^{use} \cdot d_{VT}$

• Scénario 2 $E_{tot}^2 = \left\{ \left(\frac{E_{VT}^{fab} + E_{VT}^{recy}}{d_{VT}} + \epsilon_{VT}^{use} \right) \cdot (d_{VT} - \chi) \right\} + \left\{ \left(\frac{E_{VE}^{fab} + E_{VE}^{recy}}{d_{VE}} + \epsilon_{VE}^{use} \right) \cdot \chi \right\}$

Toutefois, le premier modèle est particulièrement défavorable pour le VE puisqu'il ne permet pas de rendre compte de la durée de vie plus importante du VE. Ainsi, il est possible considérer les émissions ponctuelles du VE (fabrication et recyclage) comme réparties sur toute sa durée de vie: c'est un **«investissement carbone»**. Dès lors, l'anticipation d'achat n'a plus de sens ici mais permet seulement d'avoir un ordre de grandeur de l'économie de carbone.



Abréviations :

- PAC : Prime A la Conversion
- ACV : Analyse Cycle de vie
- VE/BEV : Véhicule Electrique
- PHEV/HEV : Voiture hybride
- VT : Véhicule Thermique

Bibliographie :

- Beaudet, A., Larouche, F., Amouzegar, K., Bouchard, P., & Zaghib, K. (2020). Key Challenges and Opportunities for Recycling Electric Vehicle Battery Materials. Sustainability, 12(14), 5837. <https://doi.org/10.3390/su12145837>
- Documentation Base Carbone. (s. d.). Consulté 13 décembre 2020, à l'adresse https://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm
- Notter, D. A., Gauch, M., Widmer, R., Wäger, P., Stamp, A., Zah, R., & Althaus, H.-J. (2010). Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles. Environmental Science & Technology, 44(19), 7744-7744. <https://doi.org/10.1021/es1029156>
- Transition industrielle - Prospective énergie matière : Vers un outil de modélisation. (s. d.). ADEME. Consulté 13 décembre 2020, à l'adresse <https://www.ademe.fr/transition-industrielle-prospective-energie-matiere-vers-outil-modelisation-niveaux-production>
- Warburg, N., Forell, A., Guillon, L., Teulon, H., & Canaguier, B. (s. d.). Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par Gingko21 et PE INTERNATIONAL. 283.

