

Institut français des sciences et technologies  
des transports, de l'aménagement et des réseaux



# Journée de la mobilité électrique

## 14 novembre 2017

# Bilan environnemental des véhicules électriques

**Serge PELISSIER**

Laboratoire Transports et Environnement (LTE)

Equipe de Recherche Commune (Ampère-LTE)

Gestion de l'Énergie et Stockage dans  
les Transports

ERC GEST



IFSTAR

# Définitions et périmètre d'un bilan environnemental

Vehicle Production



Fuel Production



Vehicle Operation



Vehicle Recycling



Well-To-Wheels (WTW)

Life Cycle Assessment (LCA)

Source : F. Orsi et al., Applied Energy 169 (2016)

**Well To Wheels = du puits à la roue**

**Life Cycle Assessment = Analyse du cycle de vie (ACV)**

➤ **Emissions sonores**

phase de roulage

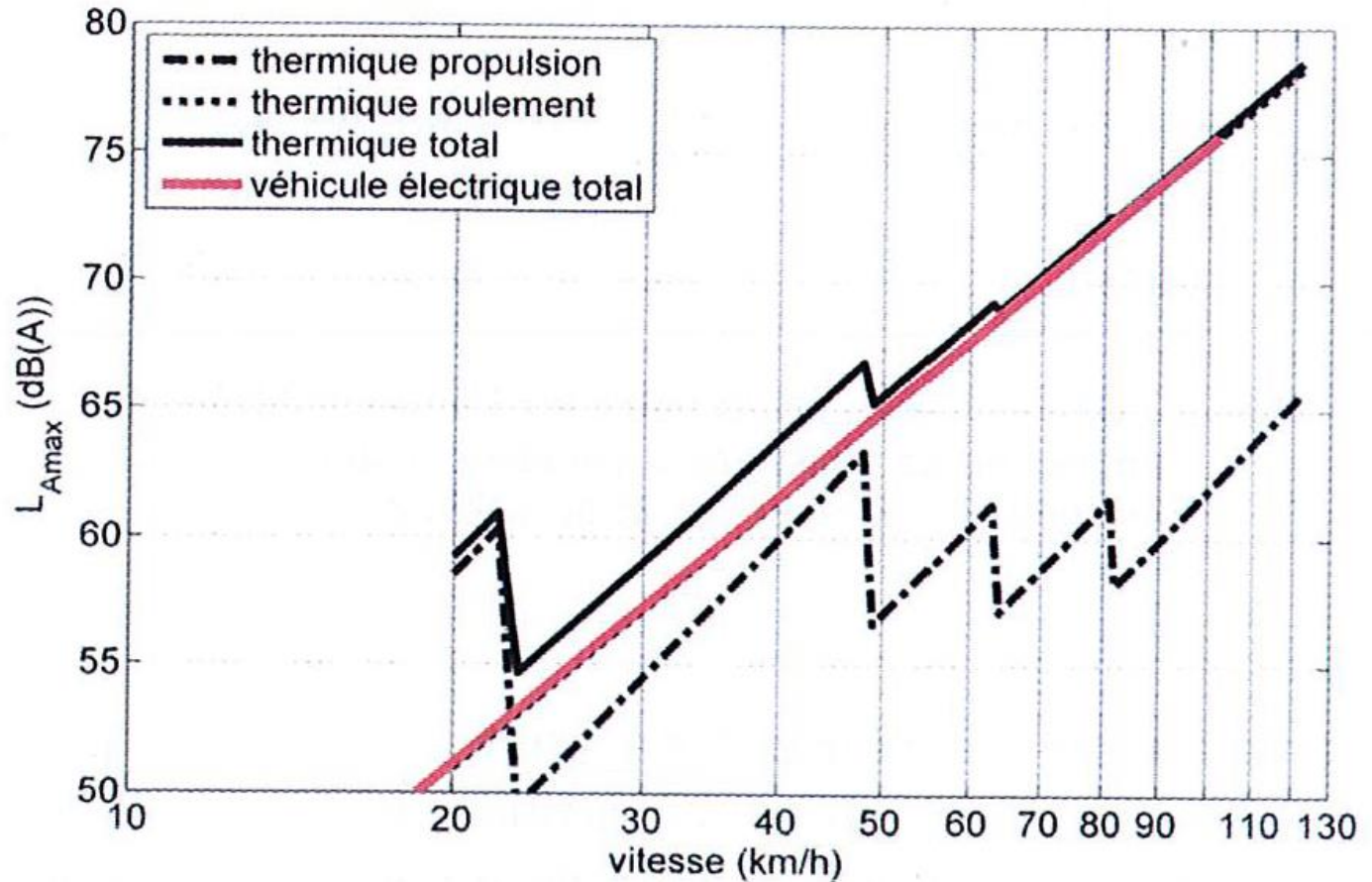
➤ **Emissions de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>,...)**

phases de construction du véhicule, de production de l'électricité, de ~~roulage~~, de recyclage

➤ **Emissions de polluants**

phases de construction du véhicule, de production de l'électricité, de ~~roulage~~, de recyclage

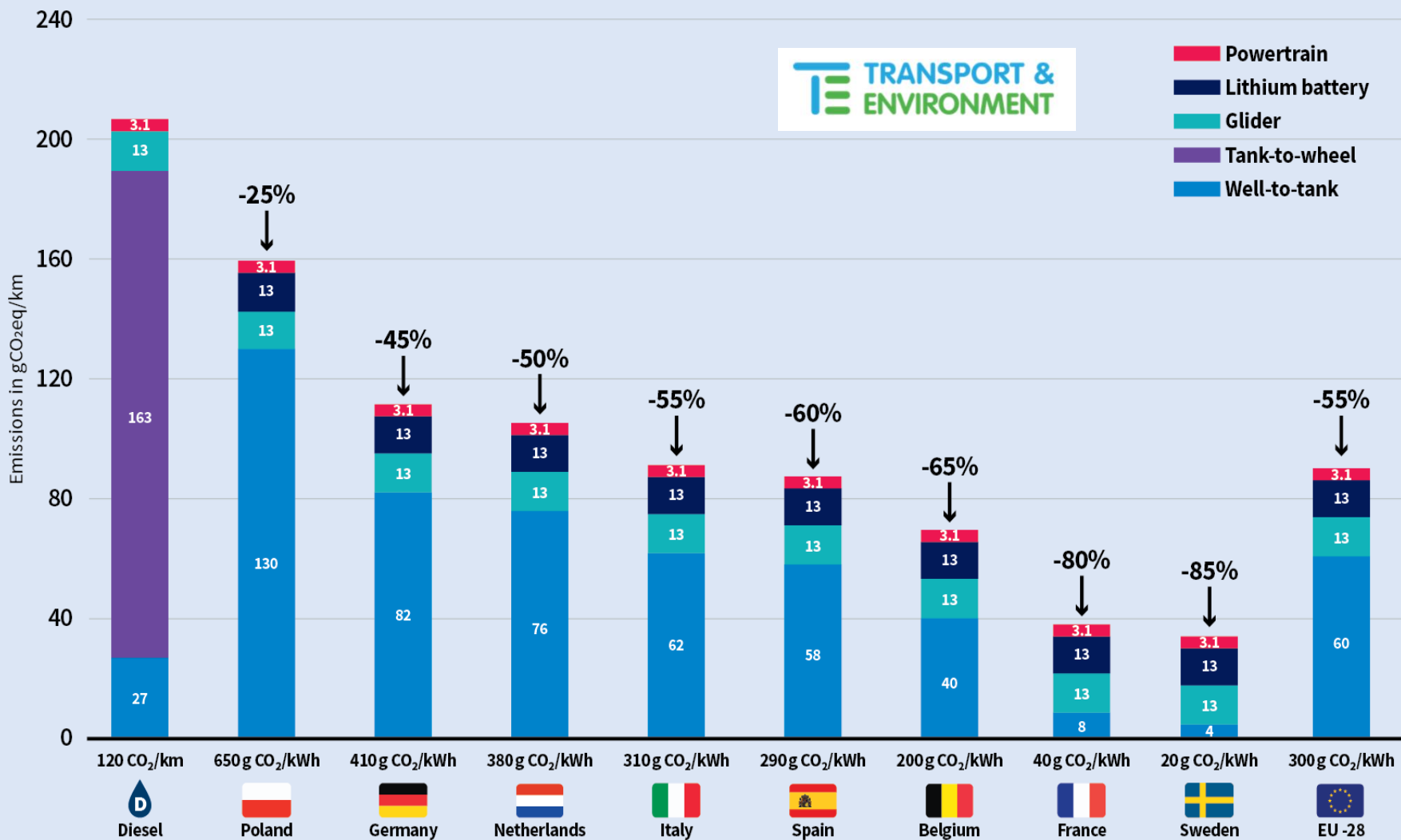
# Les émissions sonores des véhicules électriques



Source : M.A. Pallas, R. Chatagnon, *Acoustiques & Techniques* 78 (201X)

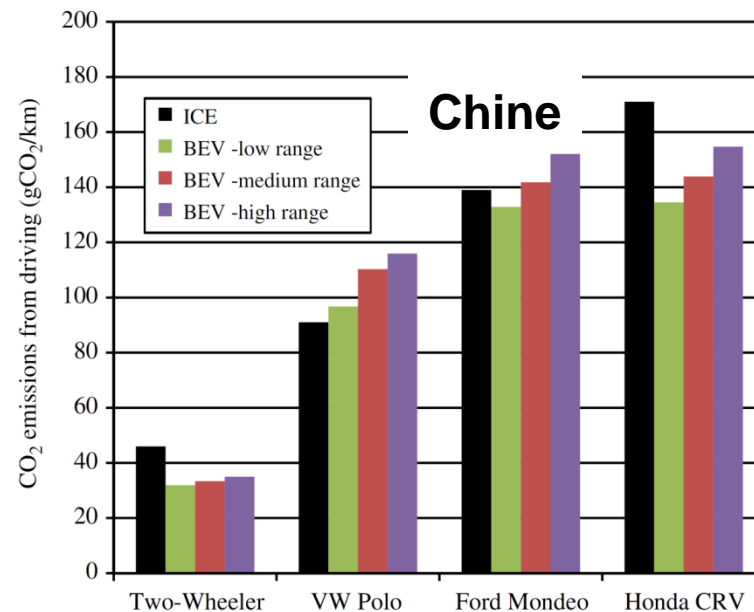
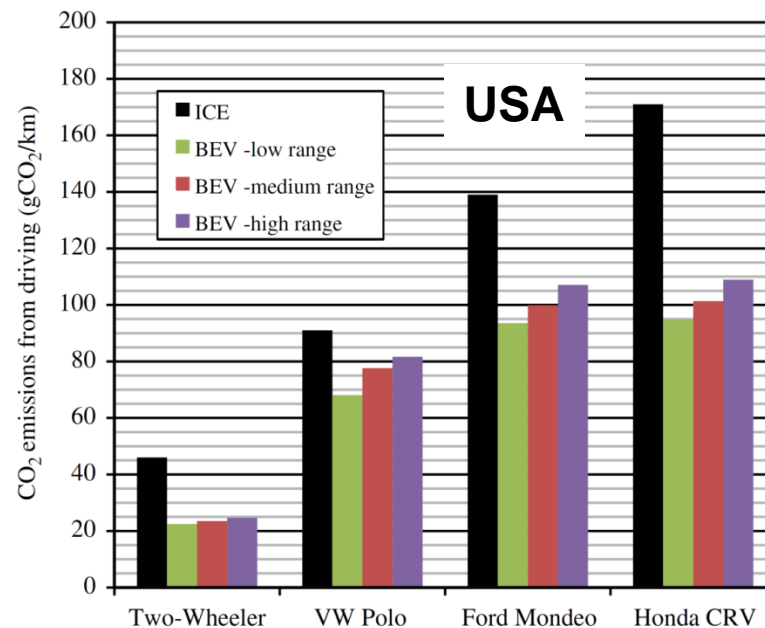
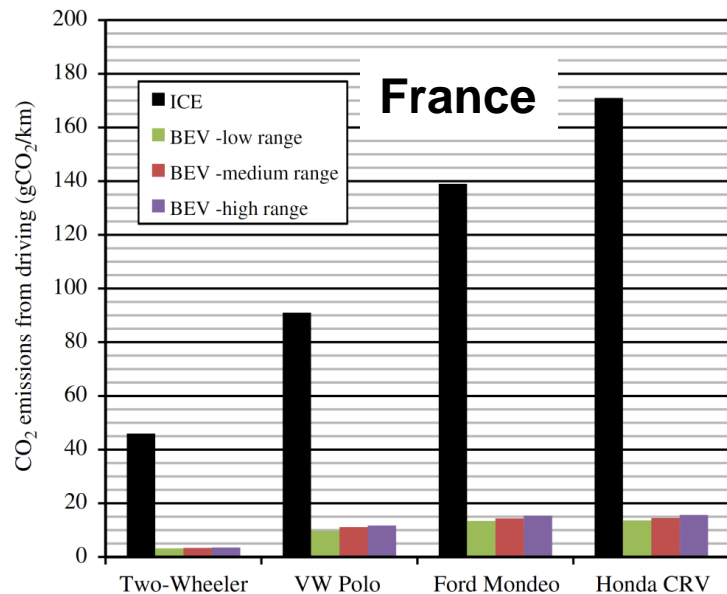
- Les émissions sonores d'un VE sont moindre à faible vitesse (< 50km/h)
- 😊 Intérêt pour la mobilité urbaine ⇒ baisse des nuisances sonores
- 😞 Danger pour les piétons ⇒ avertisseur sonore obligatoire après 2019 (US et Europe)

# Les émissions de GES des véhicules électriques ☺



Source : M. Messagie, Life cycle analysis of the climat impact of EV - VUB - 2017

# Les émissions de GES des véhicules électriques



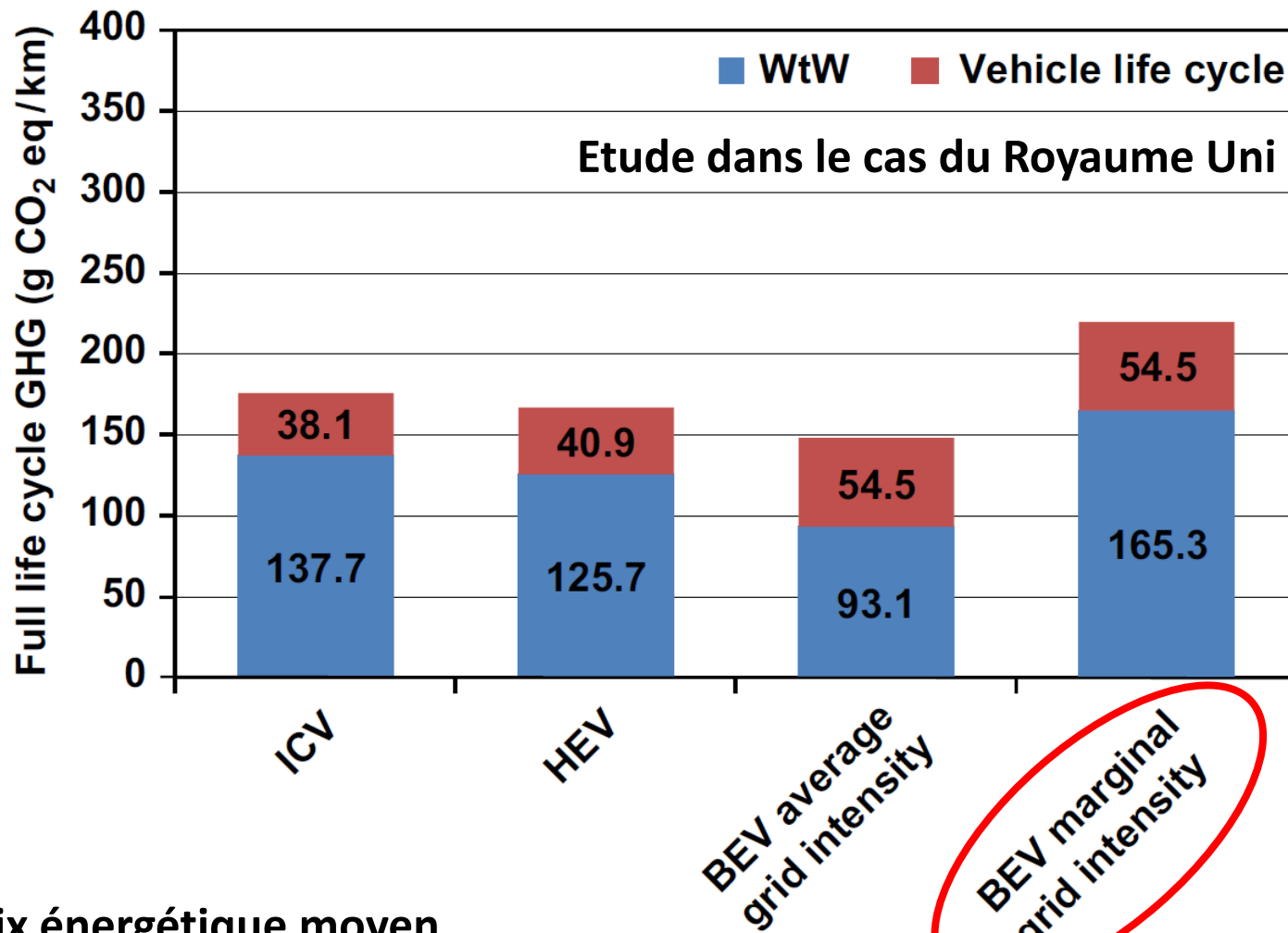
- ICE
- BEV -low range
- BEV -medium range
- BEV -high range

R.T. Doucette, M.D. McCulloch / Energy Policy 39 (2011)

## ⇒ Influence

- du mix énergétique moyen
- de la taille de la batterie

# Les émissions de GES des véhicules électriques

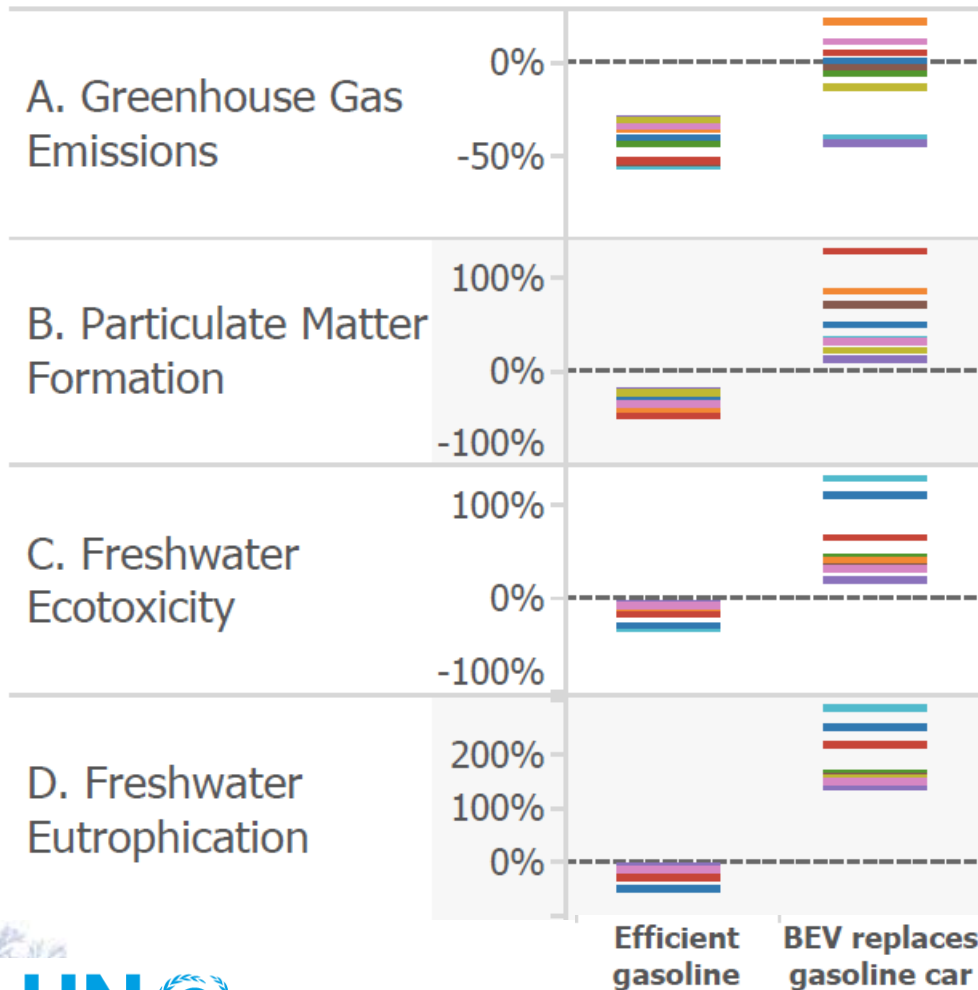


## ⇒ Influence

- du mix énergétique moyen
- de la taille de la batterie
- du moment de la recharge

*H. Ma et al. / Energy Policy 44 (2012)*

# Le bilan environnemental des véhicules électriques



**Effet comparé du déploiement de VE et de la réduction de consommation des véhicules à essence dans différentes parties du monde (données de 2010)**

- Africa and Middle-East
- China
- Economies in Transition
- India
- Latin America
- Non-OECD Asia
- OECD Europe
- OECD North America
- OECD Pacific

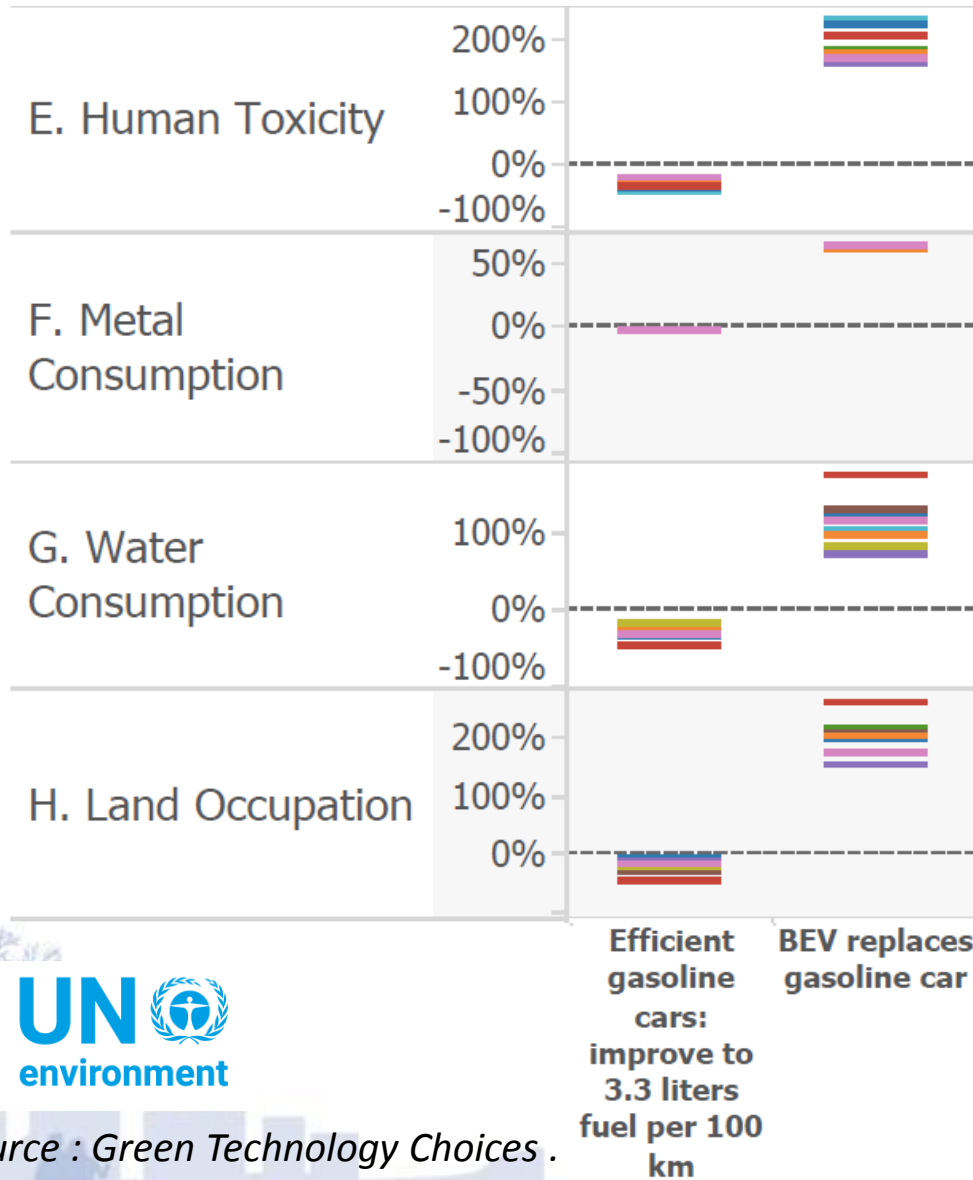


Source : Green Technology Choices .  
United Nation - 2017

Efficient gasoline cars: improve to 3.3 liters fuel per 100 km

BEV replaces gasoline car

# Le bilan environnemental des véhicules électriques



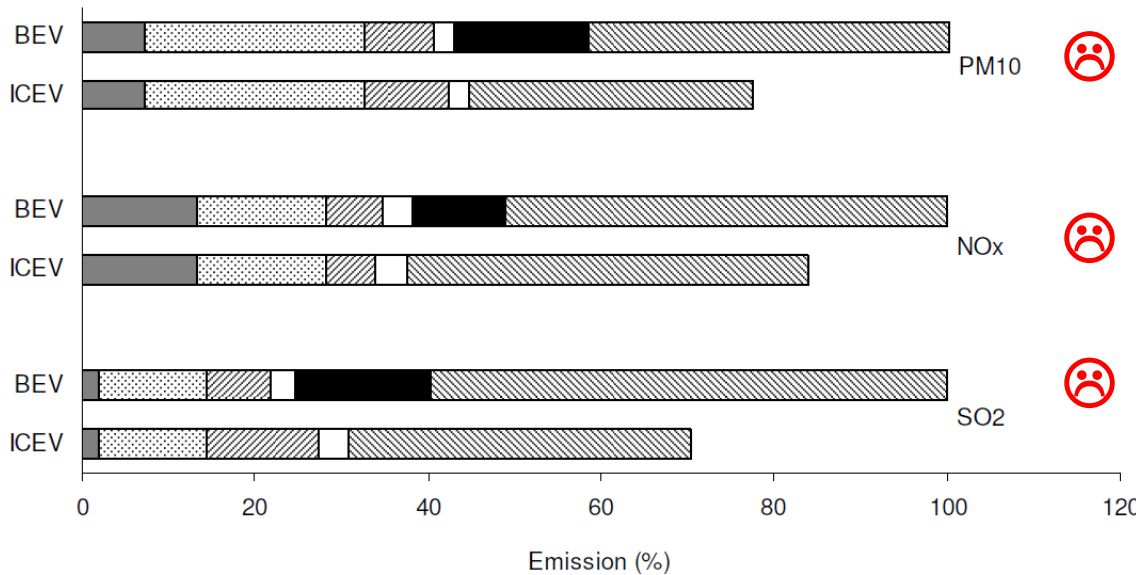
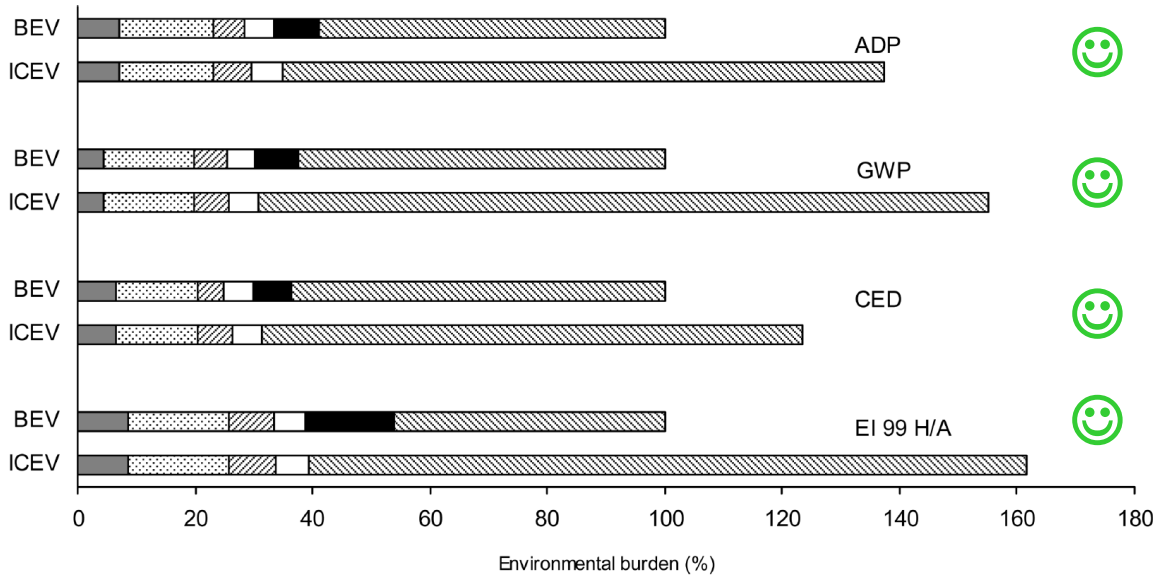
**Effet comparé du déploiement de VE et de la réduction de consommation des véhicules à essence dans différentes parties du monde (données de 2010)**

- Africa and Middle-East
- China
- Economies in Transition
- India
- Latin America
- Non-OECD Asia
- OECD Europe
- OECD North America
- OECD Pacific

**Des effets contrastés en fonction du pays et de l'enjeu**



# Le bilan environnemental des véhicules électriques



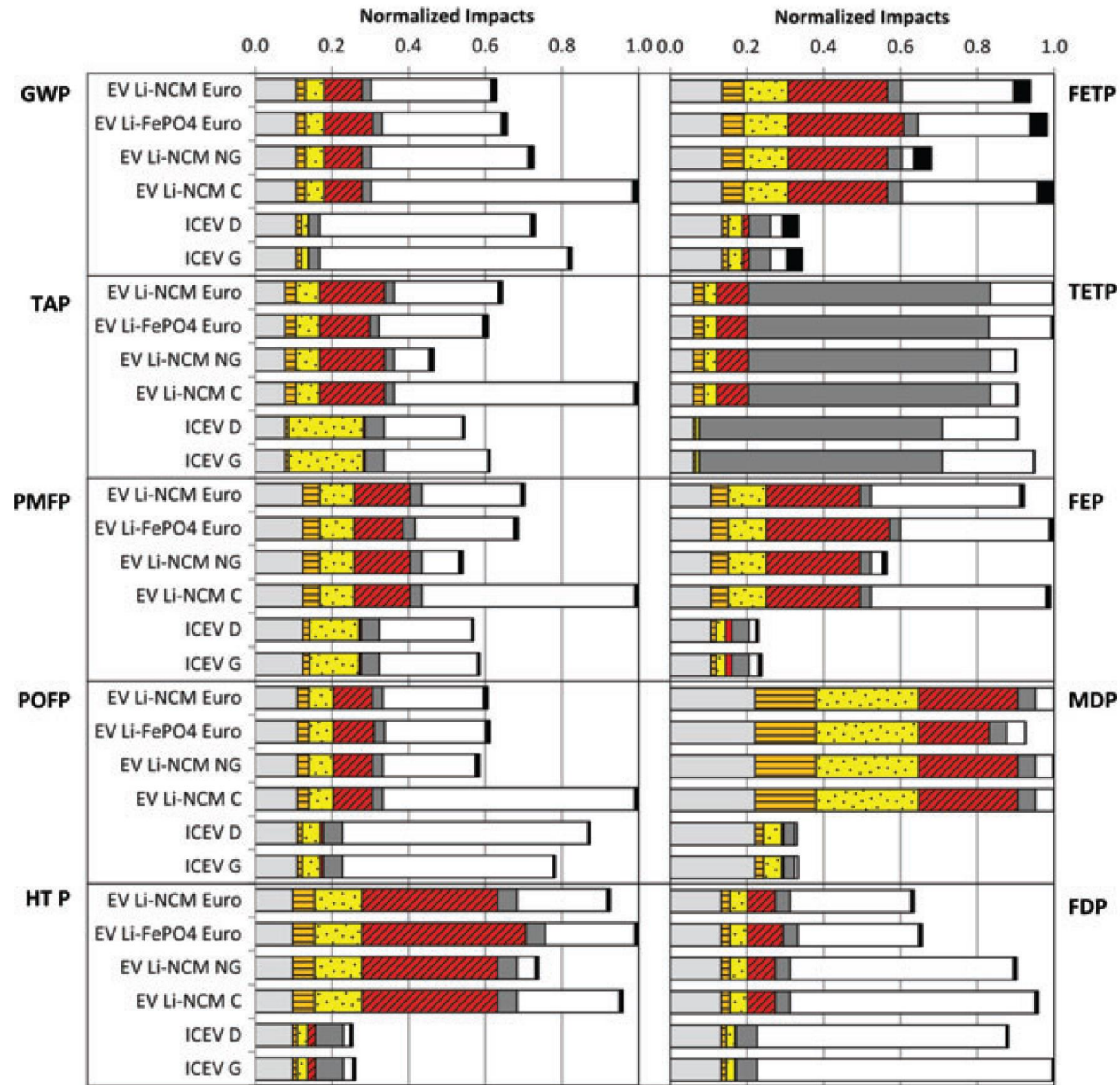
■ Road □ Glider ▨ Drive-train □ Car: Maintenance & EOL ■ Li-ion battery: Maintenance & EOL ▩ Operation

- ADP: abiotic depletion potentiel
- GWP: global warming potential
- CED: cumulated energy demand
- EI 99H/A: Ecoindicator
- PM10: particulates < 10 micron
- Nox: nitrogen oxides
- SO2: sulfur dioxide

**NB. Calcul avec mix européen**

Source : Notter et Al.  
Environ. Sci. Technol. 44 - 2010

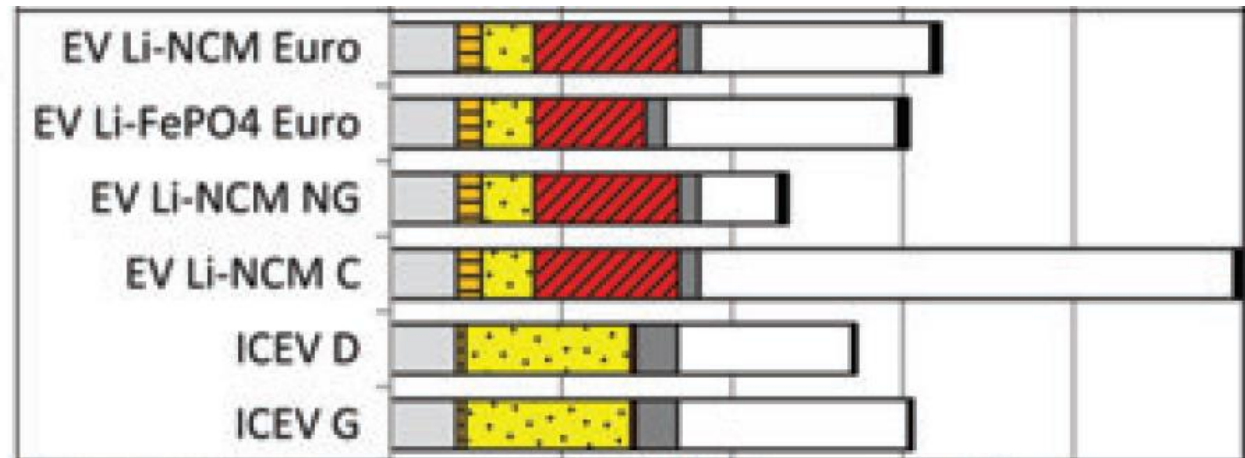
# Dans la jungle des éco-indicateurs...



# Dans la jungle des éco-indicateurs... les clefs

Eco-indicateur :  
Acidité terrestre

TAP

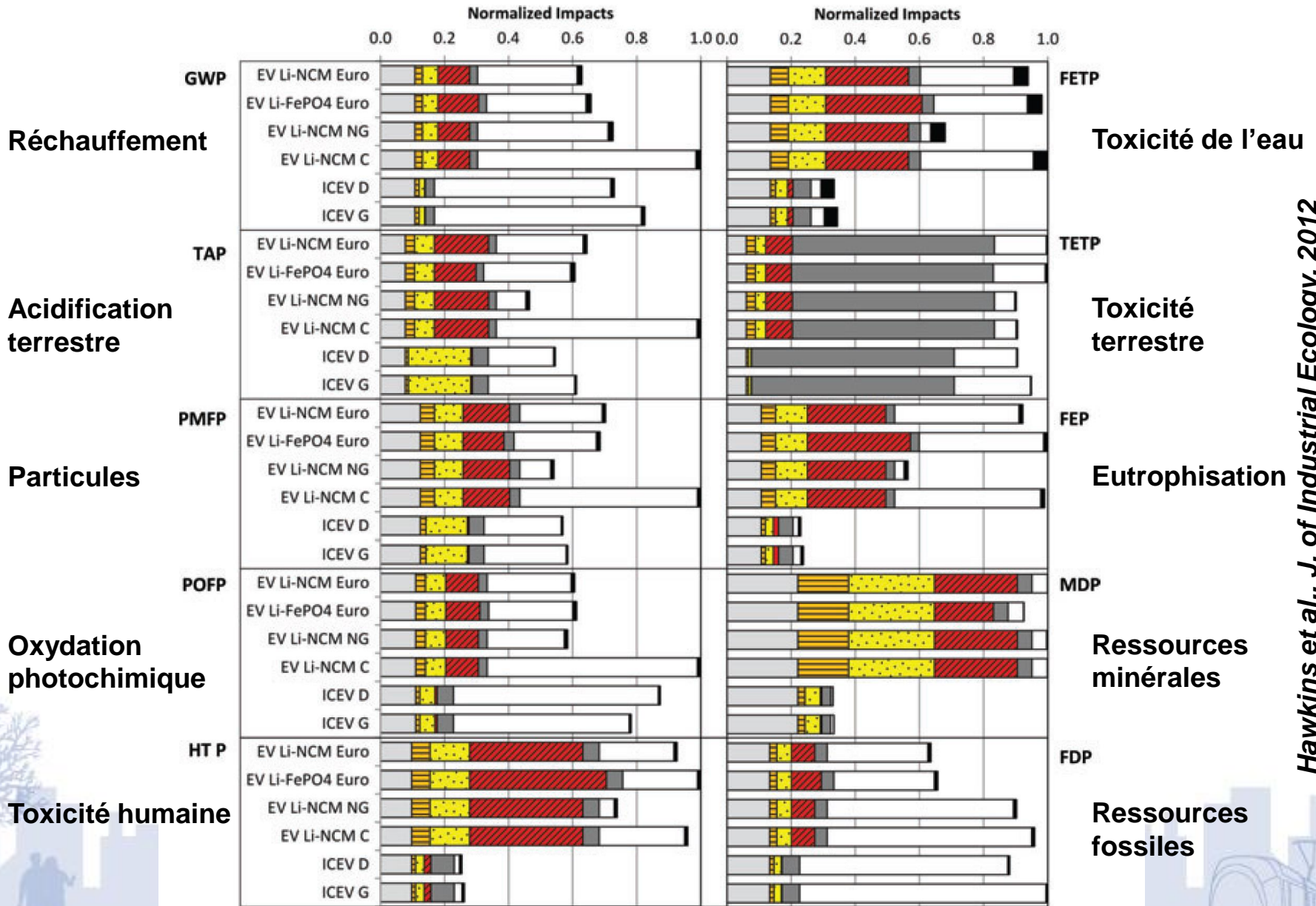


- Base vehicle
- Engine
- Other Powertrain
- Battery
- Use Phase, non-fuel-related
- Fuel/Electricity
- End of life

- EV Li-NCM Euro } Electricité mix européen
- EV Li-FePO4 Euro }
- EV Li-NCM NG } Electricité (prod. Gaz)
- EV Li-NCM C } Electricité (prod. Charbon)
- ICEV D } Moteur diesel
- ICEV G } Moteur Essence

Hawkins et al., J. of Industrial Ecology, 2012

# Dans la jungle des éco-indicateurs...



Hawkins et al., J. of Industrial Ecology, 2012

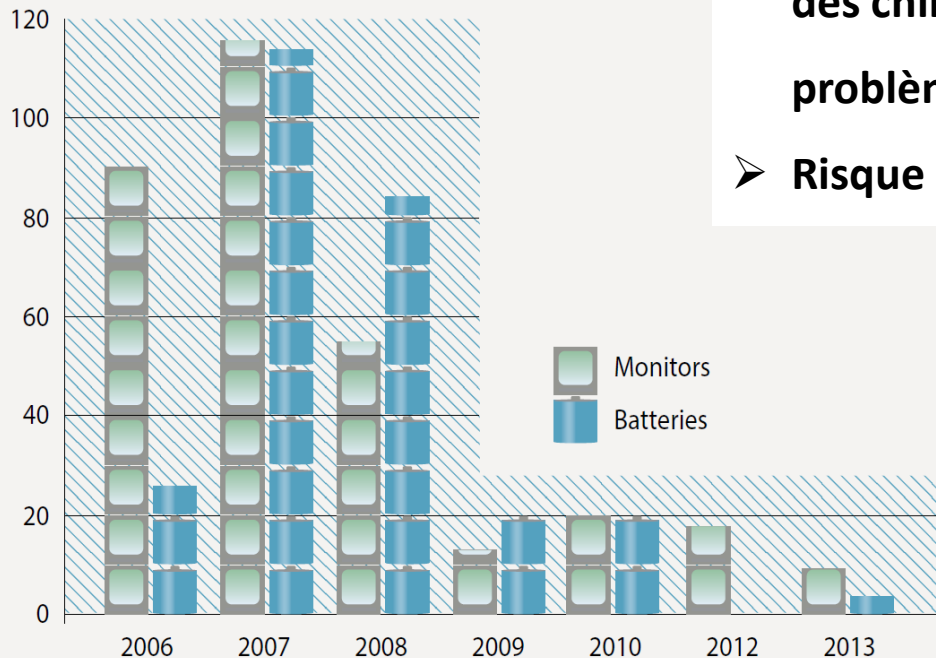
# La question du recyclage et des déchets



- Actuellement très faible flux de batteries de VE à recycler
- La faible teneur en Cobalt et/ou la multiplicité des chimies de batteries peut poser un problème de modèle économique
- Risque de transformation en « déchet »

## Hong Kong's decline as an e-waste hub?

E-waste containers intercepted by Hong Kong customs



CARTOGRAPHY BY RICCARDO PRAVETTONI  
©GRID-ARENDA 2015

« ... De 2009 à 2011, 56 618 tonnes illégales de batteries au Plomb ont été saisies au Vietnam. ... »

Source: R. Nilsen, *Waste crime – waste risks. United nations Environment Programme 2015*

# Conclusion sur le bilan environnemental du véhicule électrique 1/2

- Baisse des nuisances sonores à faible vitesse
  - Forte baisse des émissions locales de polluants
  - Importance de la production d'électricité dans le bilan CO2 et dans le bilan énergétique (*mix électrique moyen et au moment de la recharge*)
  - Complexité d'un bilan global environnemental du VE
    - Multiplicité des indicateurs
    - Influence des hypothèses initiales
- ⇒ ***Encore beaucoup de travail à réaliser et d'hypothèses à valider***

**La mobilité électrique ne sera pas durable parce que électrique ....  
mais parce qu'elle aura été conçue durable.**

## Conclusion sur le bilan environnemental du véhicule électrique 2/2

*"Qui traite la question de la mobilité propre dans sa globalité ? Comment est-ce que nous allons produire plus d'énergie électrique propre ? Comment faire pour que l'empreinte carbone de fabrication d'une batterie du véhicule électrique ne soit pas un désastre écologique ? Comment faire en sorte que le recyclage d'une batterie ne soit pas un désastre écologique ? Comment trouver suffisamment de matière première rare pour faire les cellules et les chimies des batteries dans la durée ? Qui aujourd'hui est en train de se poser la question de manière suffisamment large d'un point de vue sociétale pour tenir compte de l'ensemble de ces paramètres ? »*

*Carlos TAVARES , PDG du groupe PSA – Septembre 2017*



# Merci de votre attention

**Serge Pélissier**

[serge.pelissier@ifsttar.fr](mailto:serge.pelissier@ifsttar.fr)

ERC GEST – LTE/Ampère

**Ifsttar**

Cité des mobilités

25 av. Mitterrand

69675 Bron Cedex

[www.ifsttar.fr](http://www.ifsttar.fr)

