

# Décarboner le fret routier : enjeux et position de l'ERS

Patrick PÉLATA, Meta Strategy Consulting  
Bernard JACOB, Université Gustave Eiffel

# Un enjeu climat et un enjeu énergie

## Les émissions de GES des mobilités routières (EU27, 2022)\*

**22,6%** (30% en France)

<b>dont: voitures</b>	<b>13,4 %</b>	<b>Fret longue distance</b>	
<b>VULs</b>	<b>2,7 %</b>	(x 15%)	} <b>≈ 3 %</b>
<b>Véh. lourds</b>	<b>6,2 %</b>	(x 40%)	

## L'énergie consommée par les mobilités routières (EU27, 2022)

**EU27: 3050 TWh** (27% de la consommation finale d'énergie) \*\*

FRANCE: 473 TWh dont 183 TWh transport de marchandises\*\*\*

dont **fret longue distance:**

**EU27 ≈ 400 à 450 TWh** (VUL, PL, autocars)

FRANCE ≈ 70 à 75 TWh

\* [source](#): European Environment Agency

\*\* [source](#): Année 2022 Energy Balance sheets, March 2024 edition, EUROSTATS

\*\*\* [source](#): Chiffres clef des Transports, édition 2024 p44 MTECT

# La réglementation européenne...

## Pour les camions

- moins 15% en 2025 par rapport à 2020
- moins 45% en 2030 par rapport à 2020
- moins 65% en 2035
- moins 90% en 2040.

## RED III (Renewable Energy Directive III, octobre 2023)

- **Biocarburants acceptables à terme si et seulement si**
  - l'impact CO2 est au minimum de -65 % en cycle de vie / diesel
  - la biomasse utilisée est sans concurrence avec l'alimentation
- **eFuels: -70% minimum**

# Marché des véhicules aux carburants divers

Le marché piétine aussi

	2023 T1-T3	2024 T1-T3	Volumes
<b>Véh. Utilitaires Légers</b>	<b>1,1 %</b>	<b>1,2 %</b>	<b>18500</b>
<b>Camions &lt;16t</b>	<b>2,1 %</b>	<b>1,7 %</b>	<b>1000</b>
<b>Poids lourds &gt;16t</b>	<b>2,7 %</b>	<b>2,4 %</b>	<b>5900</b>
<b>Bus et Cars</b>	<b>7,0 %</b>	<b>6,3 %</b>	<b>2200</b>

Véhicules au Gaz naturel, E85, LPG, biogaz ou hydrogène en Europe élargie

Source: ACEA

## Biocarburants : biomasse limitée et contraintes RED III

- **Les biodiesel de 1ère génération** économisent moins de 65% de CO2 en cycle de vie et **ne passent pas RED III** (sauf huiles usagées). Une tolérance existe pour les installations existantes.
- **Les biodiesel de 2ème génération** (ex: procédé BioTfuelTM, IFPEN) respectent RED III mais énergie consommée > diesel.
- **Le biogaz respecte RED III** à condition qu'il n'y ait pas de fuites.
- Les mobilités routières utilisent **1.5 TWh** de biogaz (2022). Le biogaz produit (**183 TWh**) est utilisé par les centrales électriques et chaleur, l'agriculture et l'industrie. Le gaz naturel (**3420 TWh**) devra être en partie remplacé par du biogaz, en particulier pour les ménages.
- La disponibilité de la biomasse est la contrainte bloquante à terme.  
Cf. "Bouclage biomasse : enjeux et orientations" Juillet 2024, SGPE

# Hydrogène: rendement, prix et disponibilité

**Le rendement énergétique est  $\approx$  2.6 à 2 fois inférieur à celui d'un camion électrique à batterie avec les hypothèses suivantes:**

- production par électrolyse à 55 kWh/kgH<sub>2</sub> ou
- à haute température à 42 kWh/kg.H<sub>2</sub> et
- des hypothèses conservatrices pour le camion électrique

- **La demande actuelle de H<sub>2</sub>** (essentiellement H<sub>2</sub> fatal ou issu de fossiles) pour les engrais, la chimie, la pétrochimie, et autres industries)

**= 9.7 Mt (330 TWh)**

- **La demande 2035 pour l'aviation et le maritime:**

**= 8.5 Mt (282 TWh)**

- **Le fret longue distance ajouterait: 11.7 Mt (390 TWh d'ici à 2050** (dont  $\approx$  50% dès 2035 )

	VE à H <sub>2</sub>	VE Batterie
Transport de l'électricité	2%	8%
Charge / décharge batterie		85%
Rendement électrolyse	55 / 42 kWh/kgH <sub>2</sub>	
Compression-Transport-Distribution	5 kWh/kgH <sub>2</sub>	
Fuites H <sub>2</sub>	? (0)	
Rendement pile à combustible	55 %	
Rendement onduleur et moteur électrique	90%	90%
<b>Total</b>	<b>27.0 / 34.4 %</b>	<b>70.4 %</b>

NB. Un moteur à combustion d'hydrogène aurait un rendement de 35% à 40% (fret longue distance) donc bien pire qu'avec une pile à combustible

# Véhicules électriques : le marché recule en 2024

... et reste très faible pour les gros PL

	2023 T1-T3	2024 T1-T3	Volumes
<b>Véh. Utilitaires Légers</b>	<b>7,4 %</b>	<b>6,0 %</b>	<b>89400</b>
<b>Camions &lt;16t</b>	<b>10,7 %</b>	<b>8,3 %</b>	<b>4800</b>
<b>Poids lourds &gt;16t</b>	<b>0,8 %</b>	<b>1,3 %</b>	<b>3100</b>
<b>Bus et Cars</b>	<b>17,0 %</b>	<b>17,8 %</b>	<b>6200</b>

Véh. électriques ou hybrides rechargeables en Europe élargie

Source: ACEA

# L'offre arrive pour la longue distance



## **Mercedes « eACTROS Long Haul »**

42t PTAC, moteur: 400kW, autonomie: 500 km, batterie LFP 620 kWh

Recharge 20%-80% en 30 min (chargeur 750 kW) ou en ≈1h (400 kW)

La batterie, moins de 4t, ajoute environ 2t au poids à vide / diesel



# PL électrique, longue distance et bornes de recharge

## En usage:

**avec des bornes de recharge de 750 kW (et lentes de 100 kW)**

Départ batterie à  $\approx 100\%$

**Conduite 4h30** consommation à 80 km/h :  $4.5h \times 120 \text{ kWh}/100 \text{ km} = 430 \text{ kWh}$  soit 70% d'une batterie de 620 kWh, il reste 30%

Pause 45 min : recharge 30 min, 60% la batterie remonte à 85-90% (borne 750kW)

**Conduite 4h30** consomme 70%, il reste 15 à 20%

Pause 45 min : recharge 30 min, 60% la batterie remonte à 75-80% (borne 750kW)

**Conduite 1h**

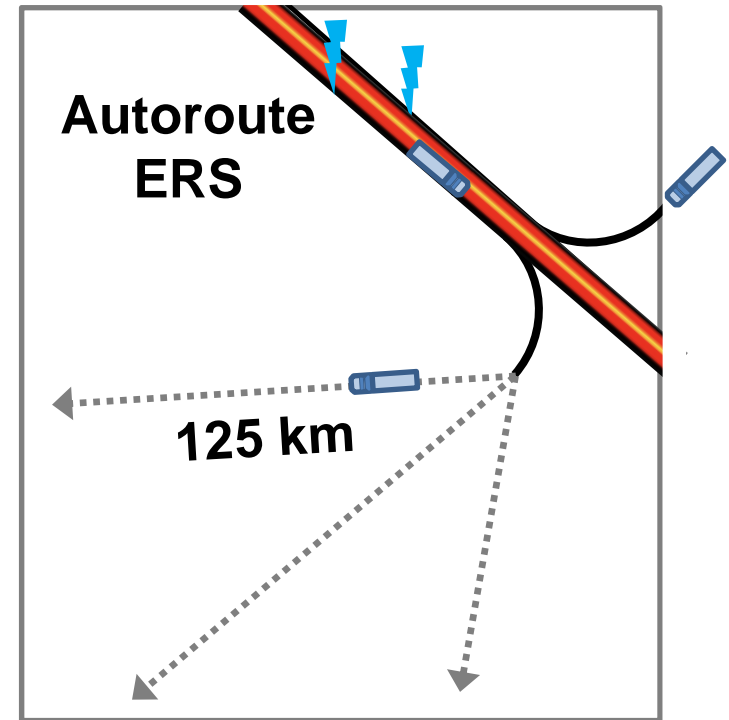
Longue pause 11h30 : la batterie remonte à 100% (borne 100 kW)

**Il y a 32000 places de parking sur les autoroutes concédées en France. Combien de bornes de 700 et 100 kW seront nécessaires ?**

# La solution étudiée

- **Trois technologies**
- **Équipement de  $\approx 9000$  km d'autoroutes**
- **Batterie de 380 kWh** permettant 250km d'autonomie pour un camion électrique en fin de vie\*
- **Puissance délivrée: 350 kW** pour les cas les plus difficiles (44 t réfrigéré capable de se recharger à 100% sur ERS)

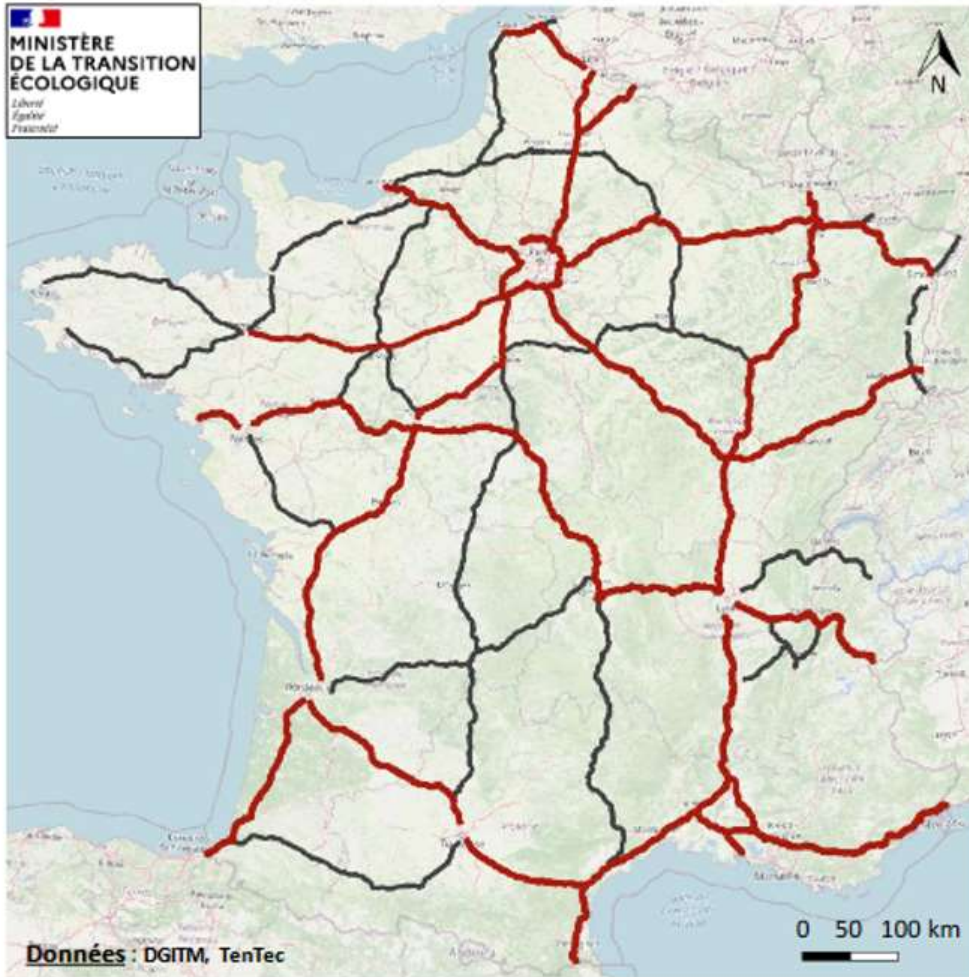
\*  $1.25 \text{ kWh/km} \times 250 \text{ km} / 0.85 = 380 \text{ kWh}$



Le réseau ERS permet à un poids lourd de quitter l'autoroute avec une batterie chargée et de rejoindre tout point de France et revenir avec une autonomie de 250 km.

# Le réseau ERS pris en compte

Périmètres ERS 2030 (rouge) et 2035 (noir)



Phase 1 : 4900 km

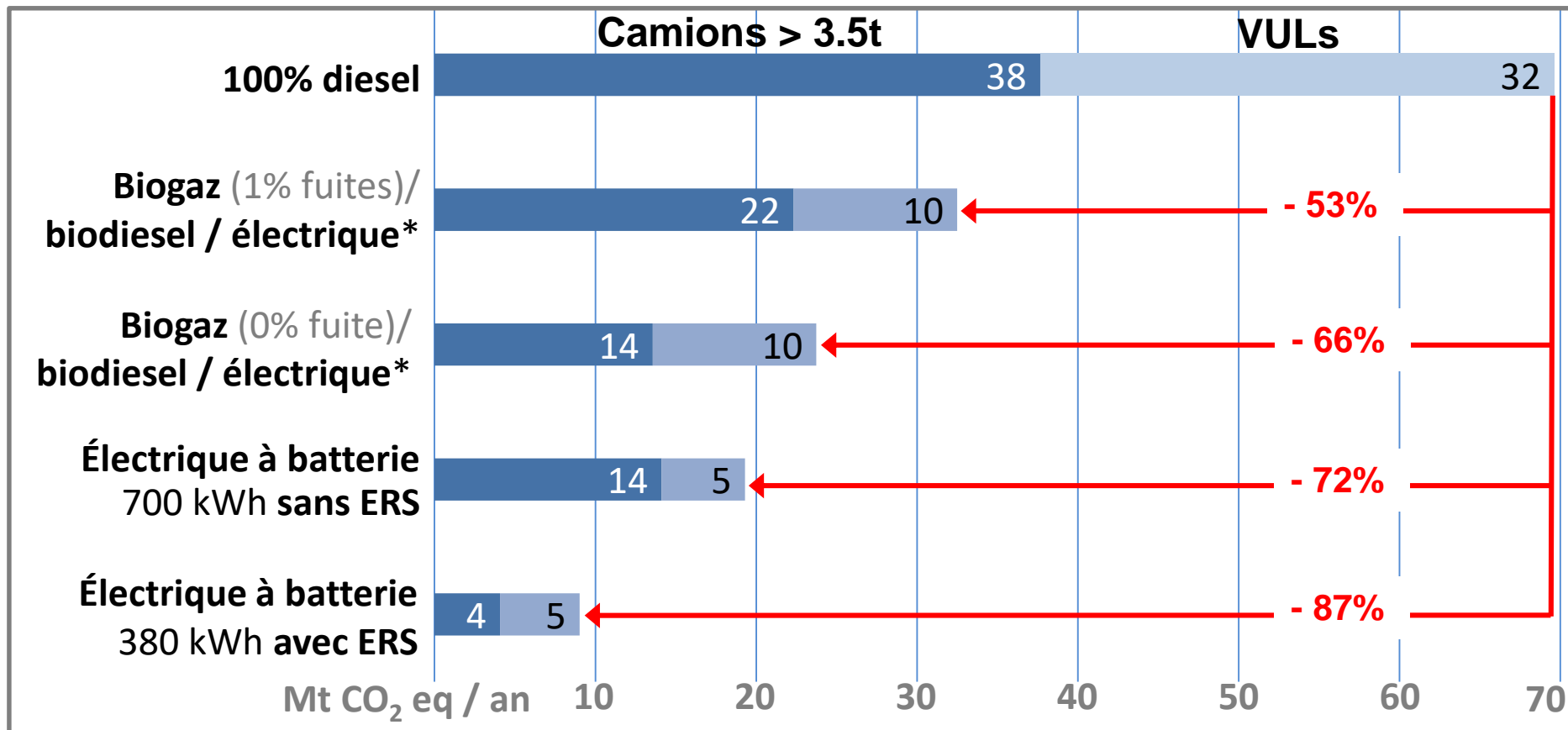
Phase 2 : 3950 km

Investissement total:  
**de 30 à 40 Mds €**

... porté par des entreprises  
aptes à gérer de longs retours  
sur investissement.

# Comparaison des émissions de GES

(en Mt CO<sub>2</sub>e/an, en cycle de vie, à l'horizon 2050)



NB. La solution « rail » économiserait au minimum 4Mt CO<sub>2</sub>eq de plus par an (hypothèse: 25% des voitures avec une batterie plus petite, 40kWh)

\*25% biodiesel, 25% biogaz et 50% électrique pour les camions, 18% biodiesel (longue distance) et 72% électrique pour les VULs.

# Étude ERS, résultats en résumé

Le système d'autoroute électrique (ERS) permettrait :

- Une décarbonation massive (-85%) du fret routier (VUL+PL)
- Une économie significative de matériaux critiques
- Un coût total d'utilisation légèrement inférieur au diesel
- Un investissement moindre pour les flottes de transporteurs
- Un investissement (privé) 2025-2035 de 30 à 40 Mds €.

Mais nécessiterait

- Un financement public limité (6 ans)
- Une décision pan-européenne pour un réseau significatif fin 2029.

# Merci de votre attention

**Patrick PÉLATA**

**Meta Strategy Consulting**

[pelata@meta-strategy-consulting.com](mailto:pelata@meta-strategy-consulting.com)

**Bernard JACOB**

**Université Gustave Eiffel**

[bernard.jacob@univ-eiffel.fr](mailto:bernard.jacob@univ-eiffel.fr)