

Transport ferroviaire et développement durable

Bernard DESMET

Professeur des universités



1. Contexte ferroviaire français

Le réseau ferré

- Train : 32 000 km
 - dont environ 15 000 km de lignes électrifiées :
 - 85 – 90 % du trafic
 - deux modes principaux : 1500 Vcc (6000 km)
25 kV – 50 Hz (9000 km)
 - Traction diesel sur les lignes non électrifiées
- Métro : 370 km (Paris, Lille, Lyon, Marseille, Rennes, Toulouse, ...)
- Tramway : 650 km

Consommation du trafic ferroviaire tracté

Environ 8,2 TWh (500 M€) – 3^{ème} consommateur national

1. Contexte ferroviaire français

Données statistiques sur le trafic (*)

- Mobilité des personnes à longue distance

Part des modes de transport

	Voiture	Train	Avion
Voyages pour motifs personnels	71,9 %	14,5 %	8,7 %
Voyages pour motifs professionnels	46,1 %	34,9 %	12,3 %

(*) Source : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/transports/873.html>

1. Contexte ferroviaire français

Données statistiques sur le trafic (*)

- Transports urbains et de banlieue
(2013 - en milliards de voyageurs.km)

Ile de France			Province	
RER - train	métro	tramway	TER	métro
17,1	7,6	0,6	14,0	2,5

- Transport de marchandises
(2014 - en milliards de tonnes.km)

Transport ferroviaire	Transport routier
32,2	288,5

(*) Source : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/transports/873.html>

2. Développement durable

Les transports ferroviaires émettent peu de CO₂

Quelques chiffres :

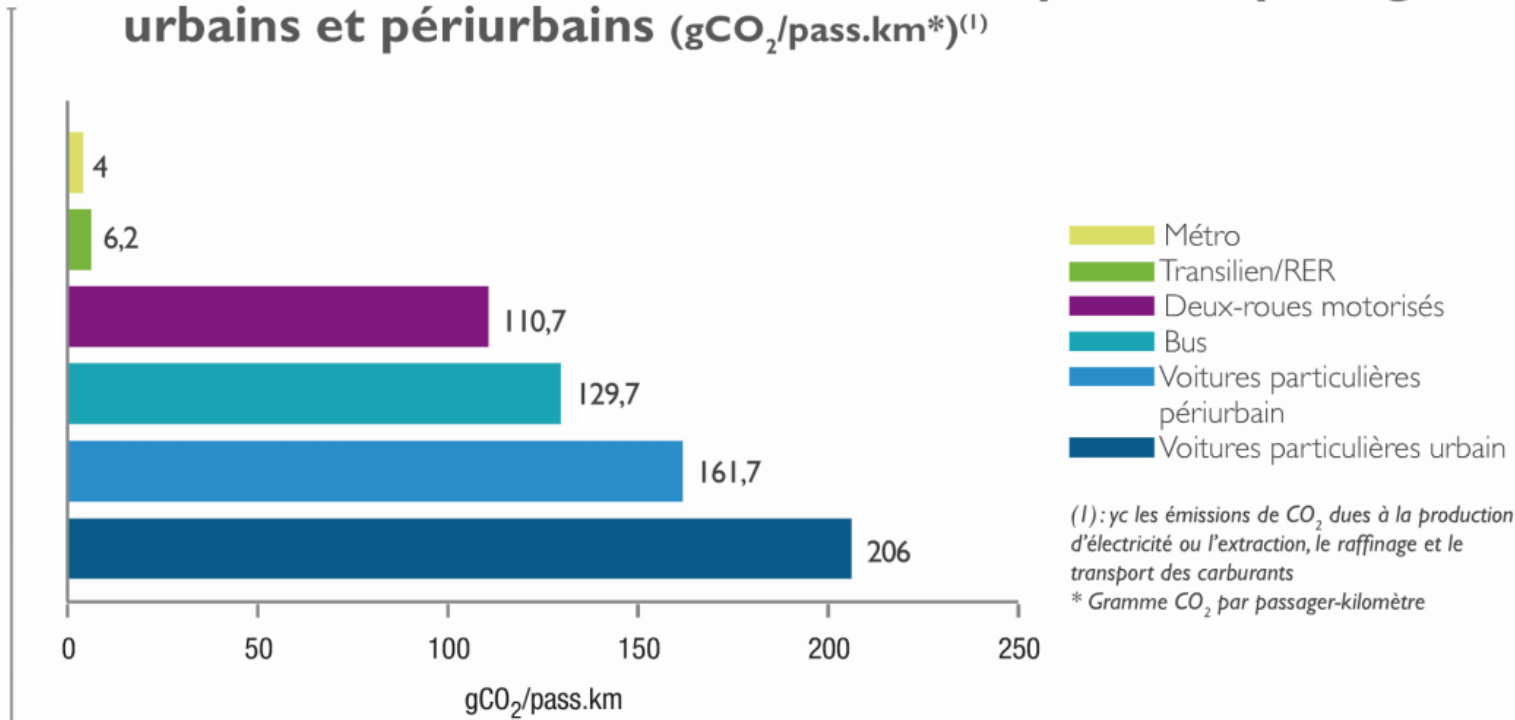
- ✓ Secteur des transports :
36% des émissions de CO₂
- ✓ Transport ferroviaire :
2,8% d'énergie consommée pour
10% de passagers.km parcourus

1 tonne de CO₂ ↔

- ✓ 1,5 année de chauffage au gaz (logement de 60 m²)
- ✓ 4000 km parcourus en voiture

2. Développement durable

D27. Efficacité environnementale des transports de passagers urbains et périurbains (gCO₂/pass.km*)⁽¹⁾



Source :

CLIMAT, AIR ET ENERGIE – ADEME – EDITION 2014

<http://multimedia.ademe.fr/catalogues/chiffres-cles-climat-air-energie-2014/appli.html>

2. Développement durable

Stratégie de SNCF RÉSEAU (*)

- ✓ Réseau sûr et de qualité
 - un des réseaux les plus sûrs d'Europe
- ✓ Accès équilibré aux territoires
 - répondre de manière efficace et cohérente aux contraintes de déplacement
- ✓ Ancrage territorial
 - participer activement au développement du dynamisme économique et social des lieux desservis
- ✓ Accessibilité aux personnes à mobilité réduite

Contraintes environnementales :

- ✓ maîtriser et réduire le bruit ferroviaire
- ✓ impact hydrologique
- ✓ veiller au respect de la biodiversité et aux écosystèmes

(*) SNCF RÉSEAU – Mobilité durable des biens et des personnes

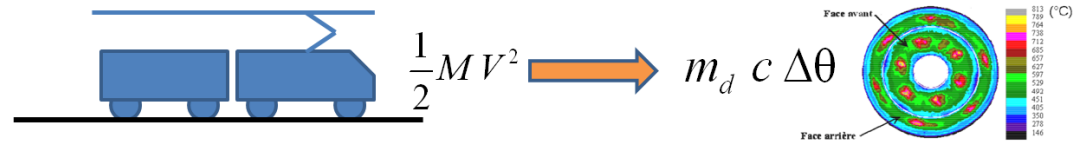
<http://www.sncf-reseau.fr/fr/mobilite-durable>

3. Exemples de solutions innovantes

Récupération de l'énergie de freinage

TGV

$$\sqrt{\Phi_{\text{ext}}} = 640 \text{ mm} - e^{\text{pr}} = 45 \text{ mm} - m_d \simeq 80 \text{ kg}$$



Freinage d'urgence : $\simeq 90 \text{ s} \implies \theta > 400^\circ\text{C}$

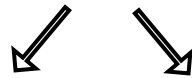
Freinage régénératif :

Energie cinétique



Energie électrique

Alimentation du réseau



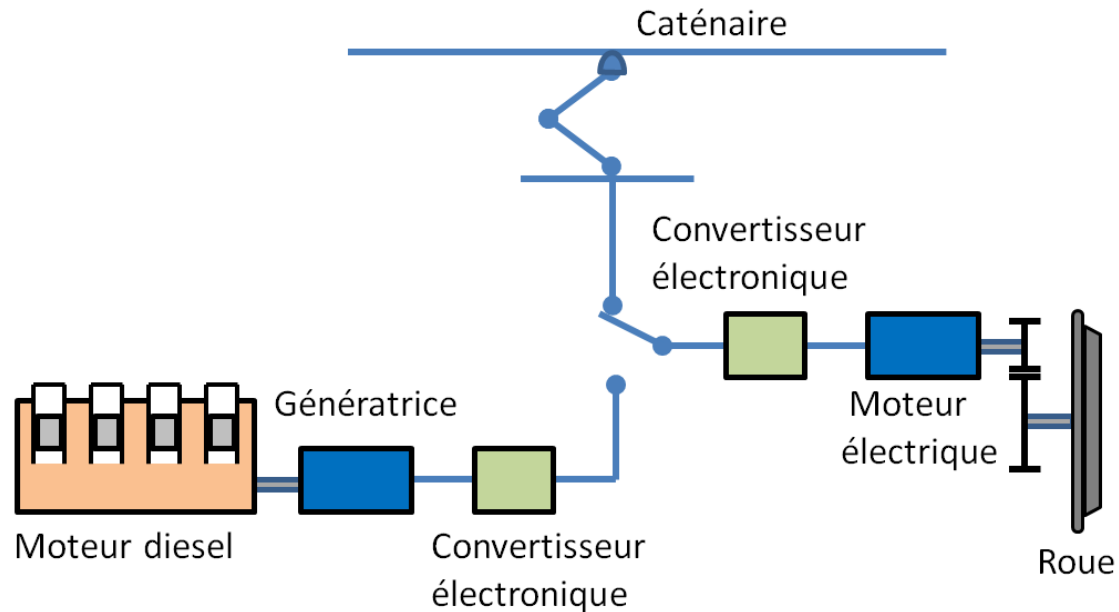
Stockage

- ✓ batterie
- ✓ super-condensateurs



Attention au style de conduite

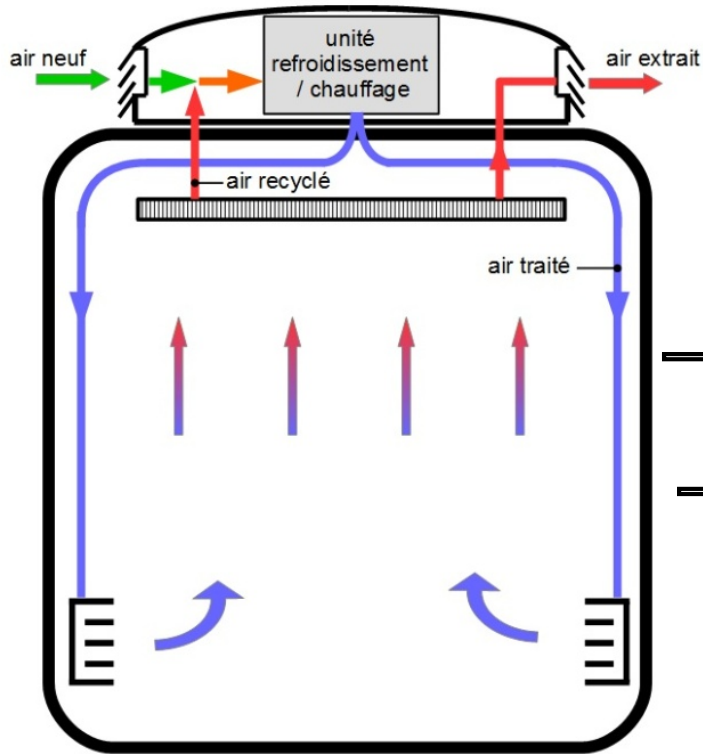
3. Exemples de solutions innovantes



- ⇒ Continuité de circulation sur lignes électrifiées ou non
- ⇒ Efficacité énergétique
- ⇒ Lissage de la consommation électrique

3. Exemples de solutions innovantes

Régulation du système de chauffage - climatisation



✓ Air neuf : 12 à 30 m³/h par occupant (qualité d'air)

✓ Unité de conditionnement d'air (salle passagers – 1 ou 2 unités)

- chauffage : \approx 7 à 25 kW par unité

- refroidissement : \approx 15 à 40 kW par unité

⇒ Adaptation du débit d'air neuf au taux d'occupation

⇒ En chauffage : préchauffage de l'air neuf par l'air extrait (échangeur de chaleur)

Estimation de l'économie d'énergie en chauffage : 8 – 9 %

4. Conclusions



✓ Pollution sonore



✓ Econome du point de vue énergétique
(2 à 3 fois moins que le transport routier)

✓ Faibles émissions de gaz à effet de serre
responsable du réchauffement climatique

