

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



Transport routier de marchandises

EVOLUTIONS FACE AUX NOUVEAUX DEFIS

Massification, platooning, électrification

**Bernard Jacob
Direction scientifique**



IFSTTAR

Mardi 18 décembre 2018, CF-AIPCR/IDRRIM

Bernard Jacob, 18/12/2018

Table des matières

1. Contexte et enjeux
2. Massification
3. Platooning
4. Electrification
5. Conclusions et perspectives



Bernard Jacob, 18/12/2018

www.ifsttar.fr

1. Contexte et enjeux

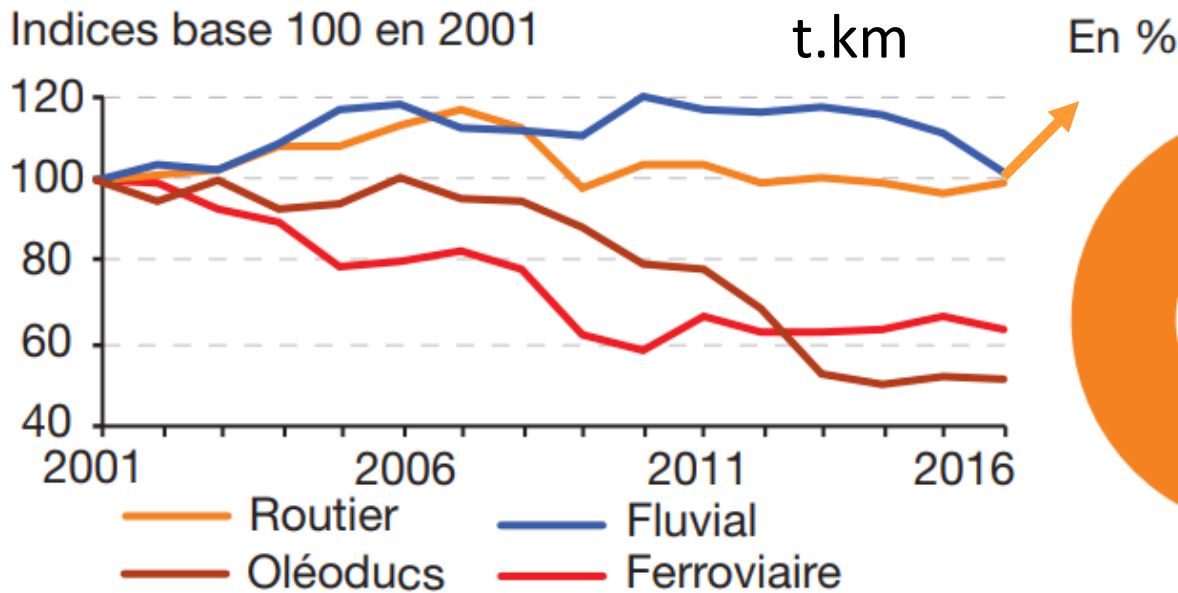


Bernard Jacob, 18/12/2018

www.ifsttar.fr

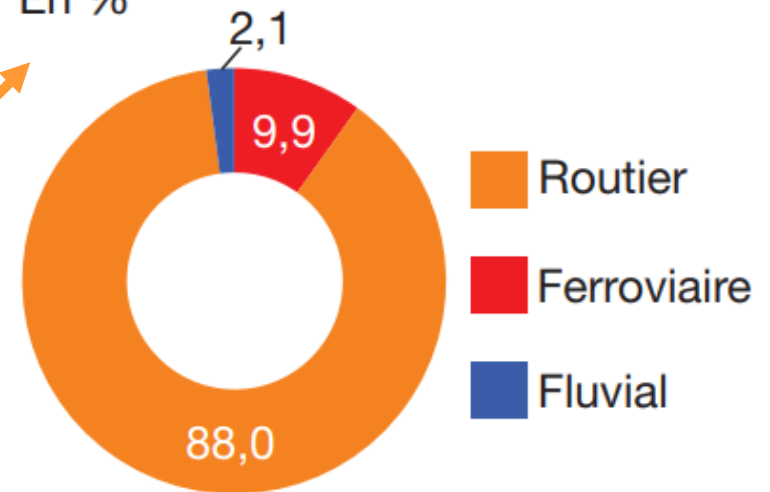
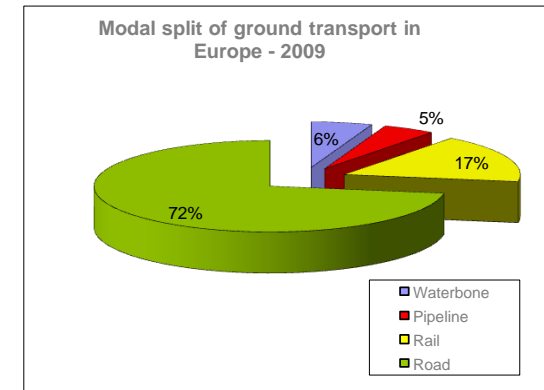
Evolution et part modale fret

France



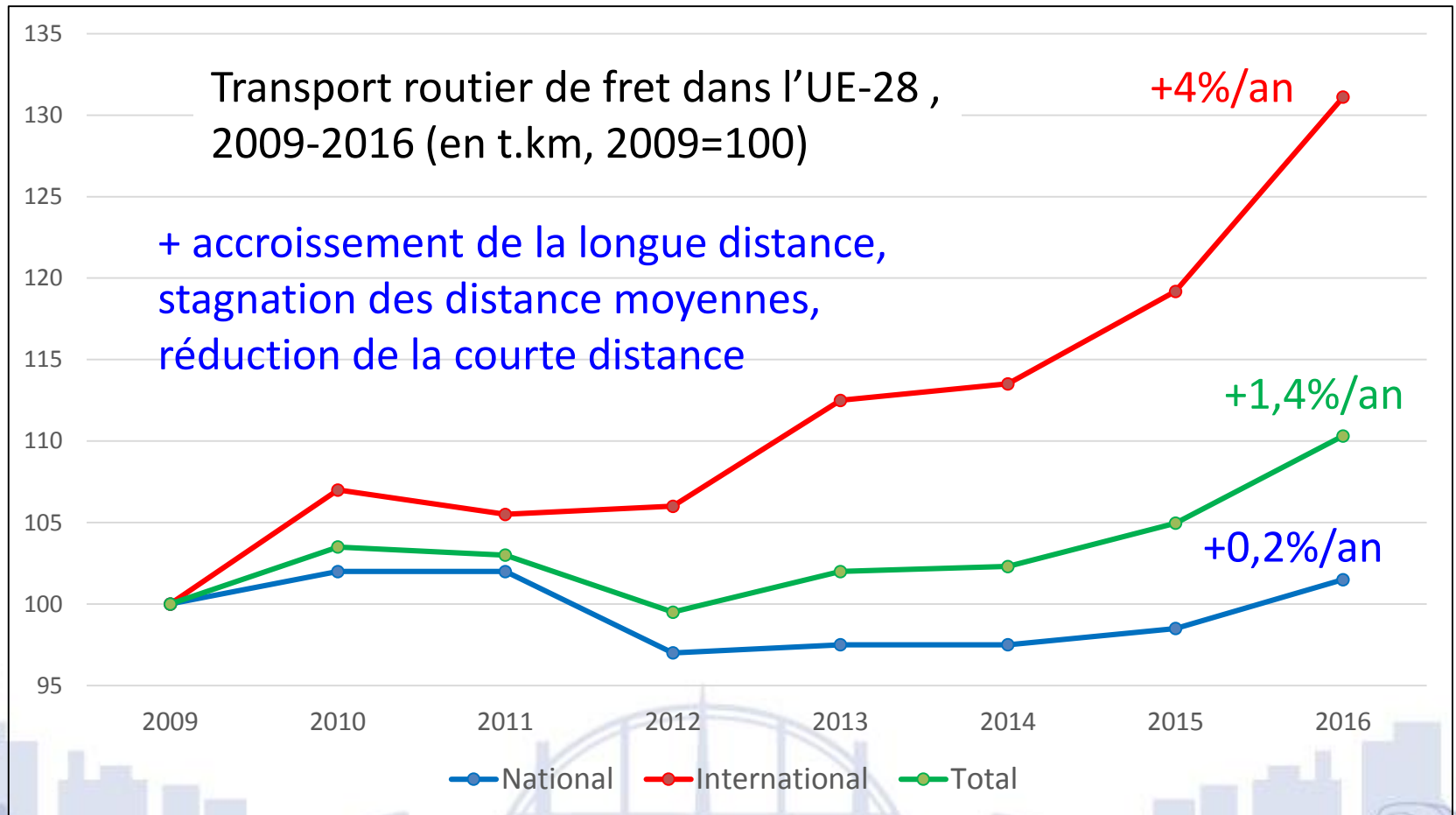
Sources : SDES ; CCTN 2017

Europe

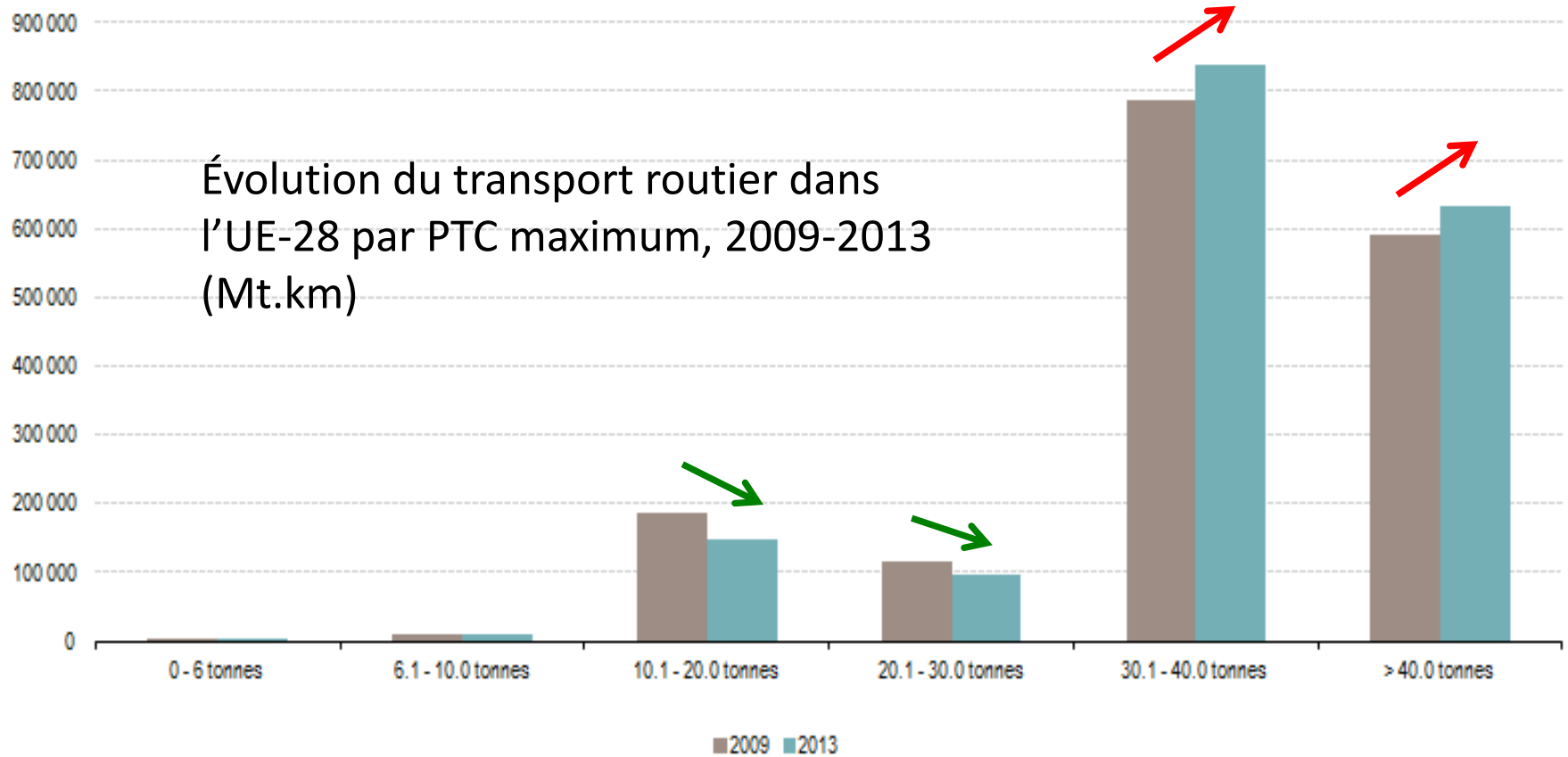


Sources : SDES ; CCTN 2017

Accroissement du transport & international...



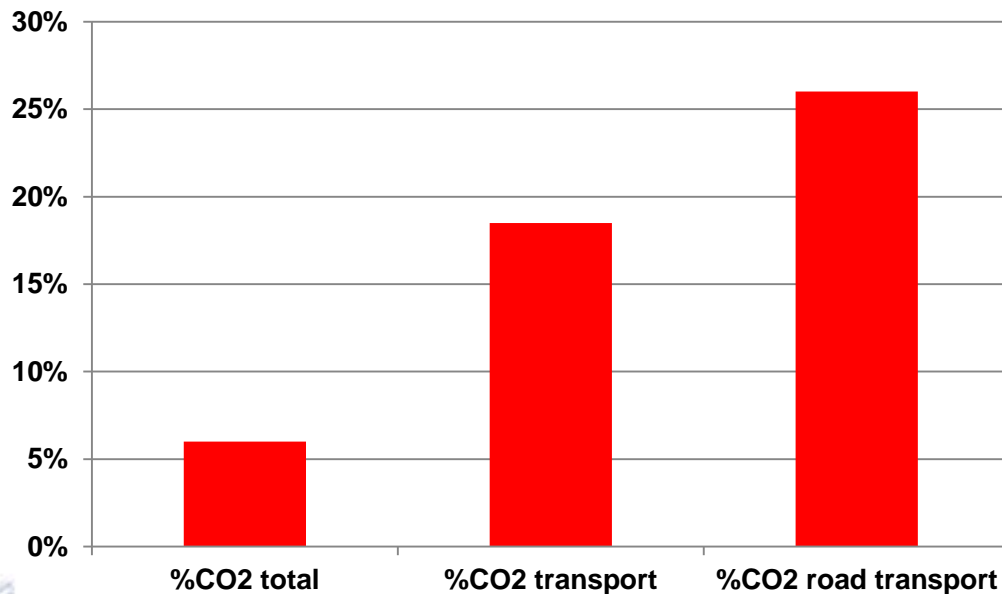
...par des véhicules plus longs et plus lourds



EU-28: provisional data.

Enjeux énergétiques et environnementaux

- TRM = 75,5% du transport de fret intérieur
- Part importante des émissions de CO2:



Livre blanc 2011:

- CO2 (-20%) & consommation énergie fossile (-20%) en 2020, -60% en 2050

Transport routier de marchandises: répartition du CO2 (EU28)

- Coût carburant = 30% du coût d'exploitation

Enjeux exploitation, et sociaux- économiques

- Accroissement du flot de PL: +1,5 à 2,5% /an minimum voire plus à volume constant
- Saturation actuelle ou à venir des principaux corridors
- Manque places de parking sur autoroutes
- Manque de chauffeurs: déficit > 20 000 en France
- Coût main d'œuvre: 35-40%, marges 2-3%
- Productivité
- Sécurité routière



2. Massification: HCV/HCT/EMS



Systeme modulaire europeen (EMS)



- Combinaisons d'unités standards

- 25,25 m et jusqu'à 60 t, + 50% volume (150/100 m³)
- 52/33 palettes, 3/2 containers 20'
- Introduits en SE et FI en 1996



Bernard Jacob, 18/12/2018

www.ifsttar.fr

10

Modularité et performance des EMS



De trois faites en deux...

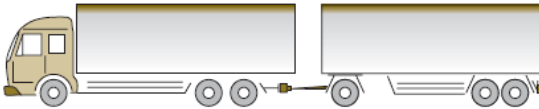


Bernard Jacob, 18/12/2018

www.ifsttar.fr

Configurations d'EMS

$L_{\max} = 16,50 \text{ m}$

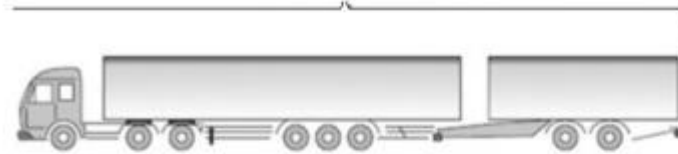


$L_{\max} = 18,75 \text{ m}$

LHV: longer and heavier vehicles

Poids lourds actuels autorisés dans l'UE conformes à la Directive 96/53/CE

$L_{\max} = 25,25 \text{ m}$



Tracteur + semi-remorque + remorque



Camion + dolly + semi-remorque



Camion + remorque ($L > 18,75 \text{ m}$)



Tracteur + semi-remorque + semi-remorque (« B-double »)



Camion + remorque + remorque

combinaisons possibles dans l'UE respectant la Directive 02/07/CE

Performance en masse et volume

Productivité du camion = consommation par:

tonne.km ou mètre cube.km

+ 20%

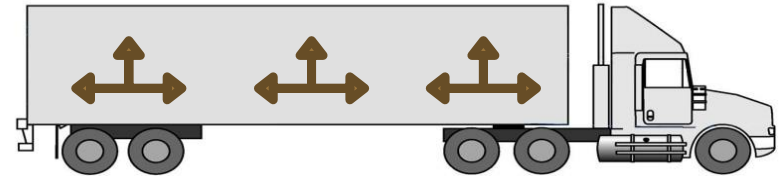
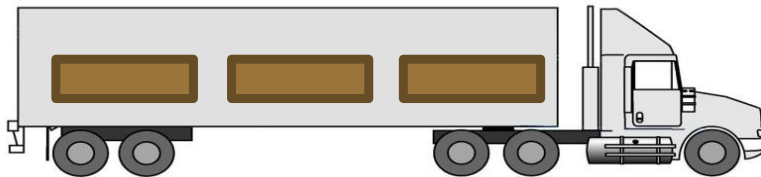


Efficacité en masse



+ 15-25%

Efficacité en volume



Kg de CO₂
100 tonne.km

Litres de gasoil
100 tonne.km

kg de CO₂
100 m³.km

Litres de gasoil
100 m³.km

Gains

- Productivité
 - Chauffeurs, tracteurs: +30%
 - Ratios charge utile/masse à vide, t.km ou m³.km/fuel
 - Logistique pré/post-acheminement maritime, fluvial et ferroviaire
- Meilleur usage des infrastructures
 - Augmentation du débit (taux d'occupation) et réduction congestion (-30%)
 - Mutualisation et optimisation des services (aires de repos et parkings, services, péage, etc.) (+10%)
- Réduction des impacts environnementaux
 - Emissions CO₂, NO_x, consommation énergie
 - Aérodynamique
 - Emissions sonores
 - Consommation pneumatiques (et déchets)

Limites de la massification

- Contraintes géométriques et de masse
 - Zones urbaines, routes secondaires, montagne...
 - Limitations ponctuelles de gabarit et charge (tunnels, ponts, périodes de dégel, travaux...)
- Manutention, type de fret et taux remplissage
 - Longue/courte distance, zones chargement/déchargement
 - Réversibilité du fret (retour à vide ou partiellement chargé)
 - Variabilité de la demande, fluctuations économiques
 - Saturation en masse pour pondéreux, vrac, containers
- Réglementation et politiques de transport
 - Adaptation des infrastructures, exploitation
 - Concurrence et report modal (inverse !)

3. Platooning



Technologie: contrôle longitudinal



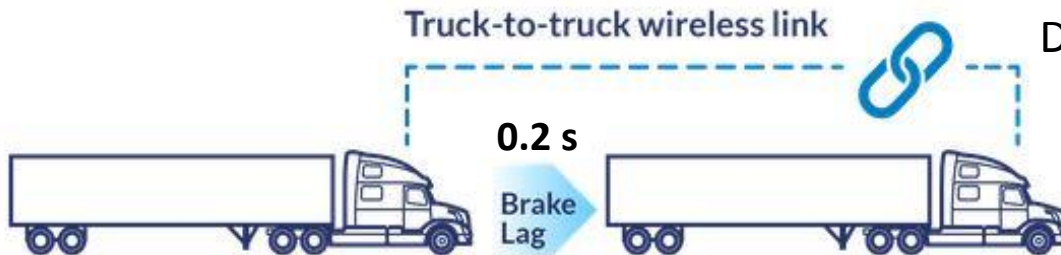
$\Delta\gamma=11 \text{ m/s}^2$, 56 m at 25 m/s



Interdistançe : $\geq 50 \text{ m}$

Interdistançe : 12-25 m

$\Delta\gamma=1.1 \text{ to } 2 \text{ m/s}^2$, 6 m at 25 m/s

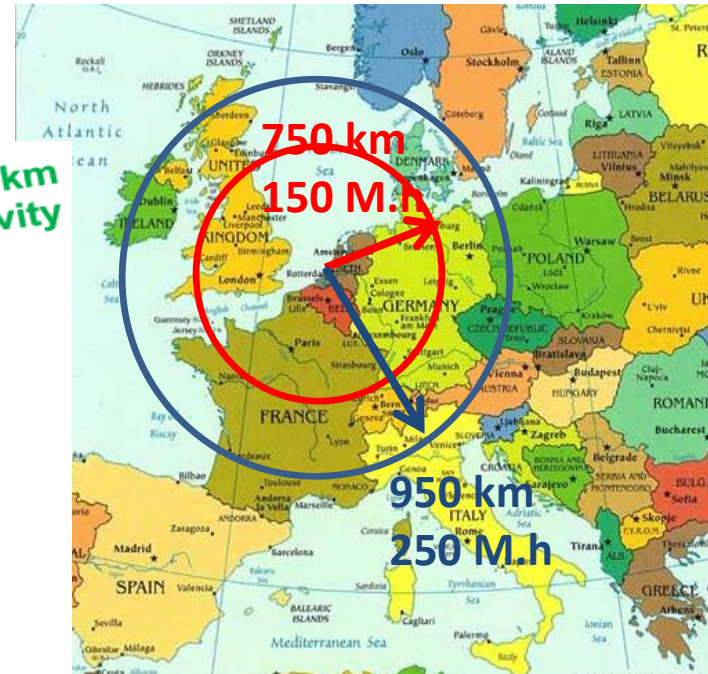
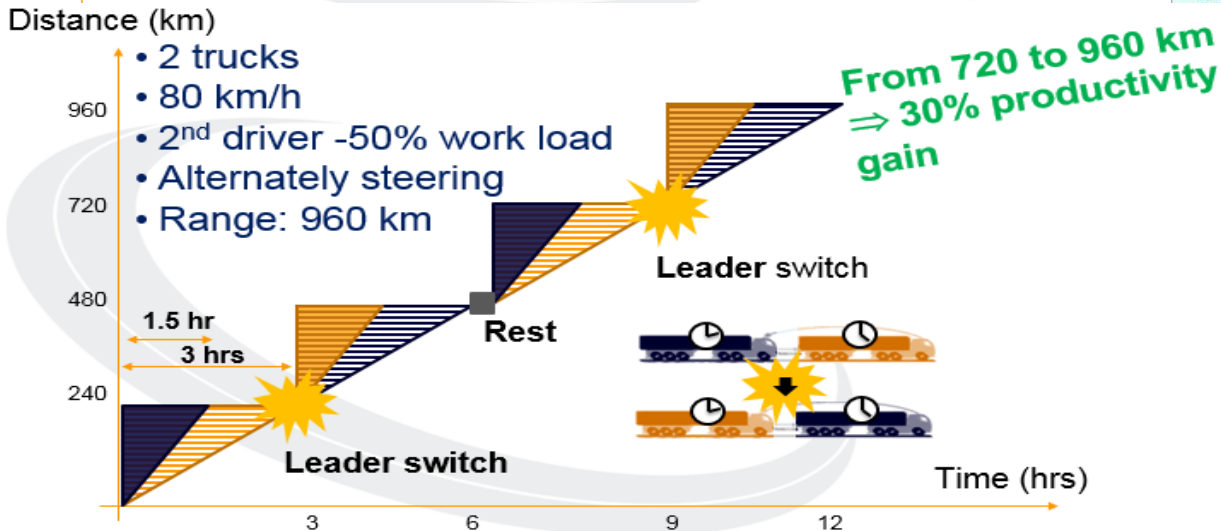
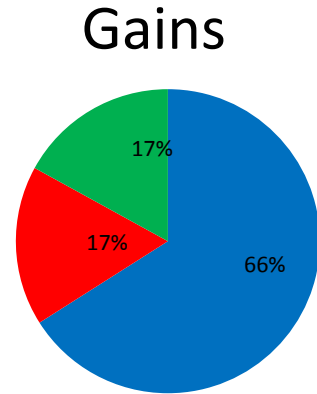
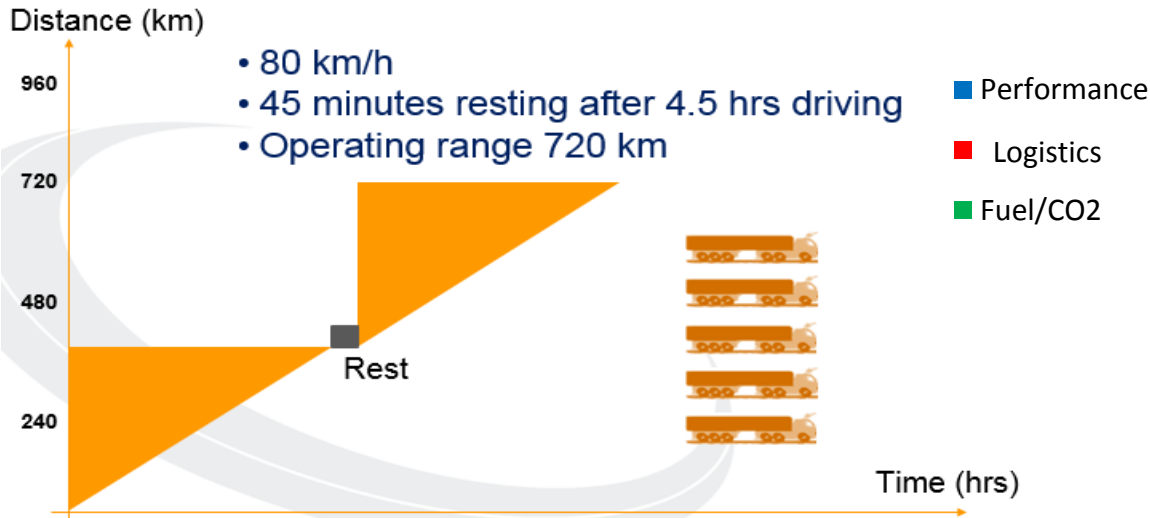


DSRC + Wifi 802.11p

Interdistançe : 5-10 m (platoon)

+ Contrôle latéral

Gains



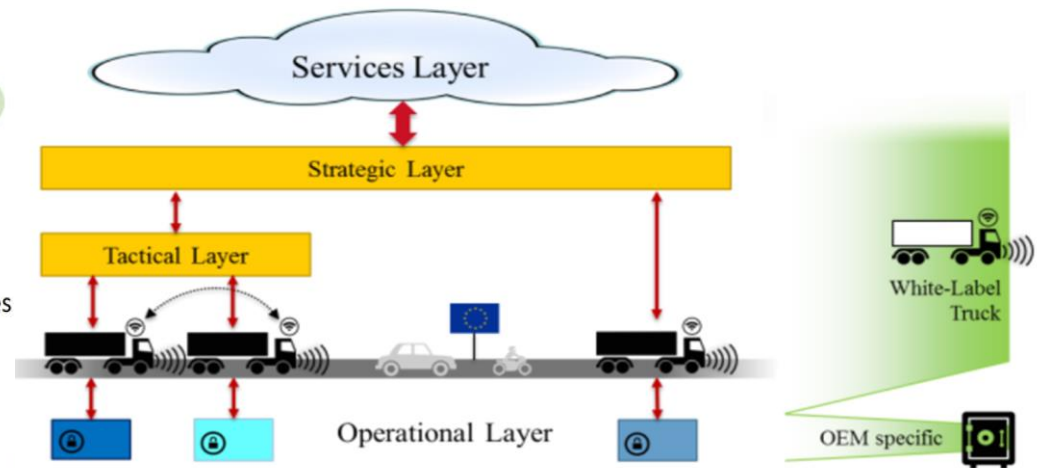
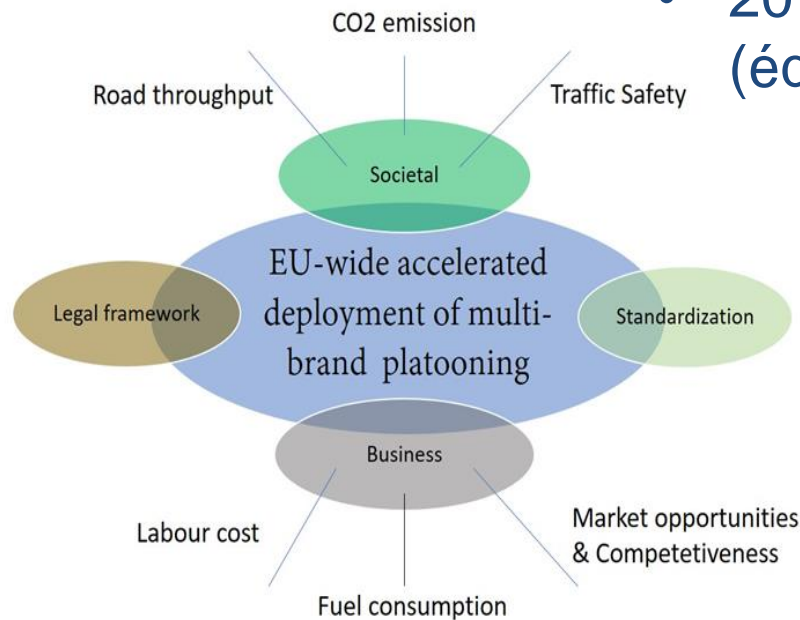
Conditions de déploiement

- Autoroutes ou voies expresses (2 x 2/3 voies séparées):
6 PL (16,5 m) en platoon à 10 m → 150 m → distance dépassement < 800 m (VL @ 120 km/h, PL @ 90 km/h)
- Zones de platooning
- Bonnes conditions météo ou vitesse réduite
- Signalisation à l'arrière du platoon (jour/nuit)
- Prendre en compte les différences d'adhérence (pneus, charges...)
- Impact infras: grand ponts



Projet ENSEMBLE

- H2020: Innovation Action, ART03
- 3 ans, Juin 2018-2021
- 20 million € d'aide CE
- 20 partenaires, dont 6 OEMs, CLEPA (équipementiers), de 7 états membres



4. Electrification: ERS



Objectifs

- Assurer une alimentation électrique régulière sur le réseau équipé (longue distance, PL > 30 t)
- Fiabilité, sécurité et efficacité du système
- Résilience aux conditions météo, de trafic et d'infrastructure
- Transformation abordable des véhicules, électricité/fuel en parallèle
- Electrification des infras: questions techniques et modèle économique
- Exploitation du système et tarification
- L'IRU recommande 40-45% du transport routier longue distance sur ERS en 2050

Technologies ERS

➤ Caténares



➤ APS



➤ Induction



Conditions de succès

- Distances d'au moins 20-30 km
- Environ 60% du linéaire parcouru en électrique
- Nombre moyen de trajets en électrique/jour \geq 3 fois la distance moyenne d'un trajet (en km)
- Au moins 20% (mieux 50%) du kilométrage annuel de chaque PL équipé sur ERS
- Plusieurs transporteurs utilisant la même ERS
- Exploitation possible en "navettes"

Evaluation par Carbone 4

France

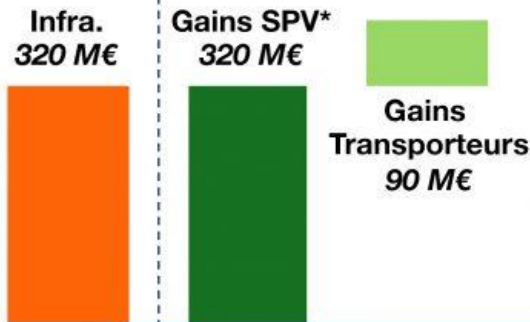


Évaluation économique de l'autoroute électrique sur 20 ans Deux cas de figure

Rentabilité intrinsèque

Section de 210 km

Trafic de ~ 14 000 PL / jour



Coûts

Recettes

5

MtCO₂ évitées

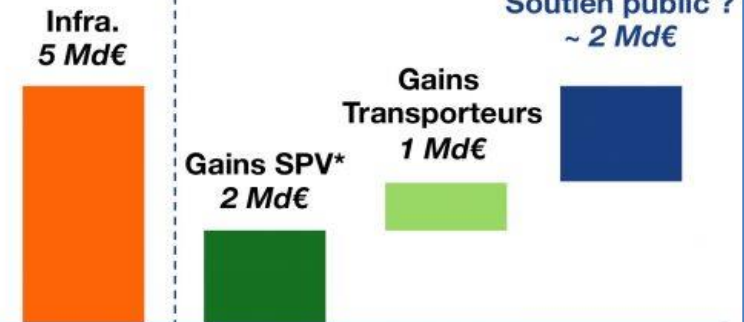
850

Millions d'€ d'économies sur la balance commerciale

Cas avec soutien public 100 € / tCO₂

3 200 km d'autoroutes, 1/3 du réseau

Trafic moyen de ~ 8 100 PL / jour



Coûts

Recettes

30

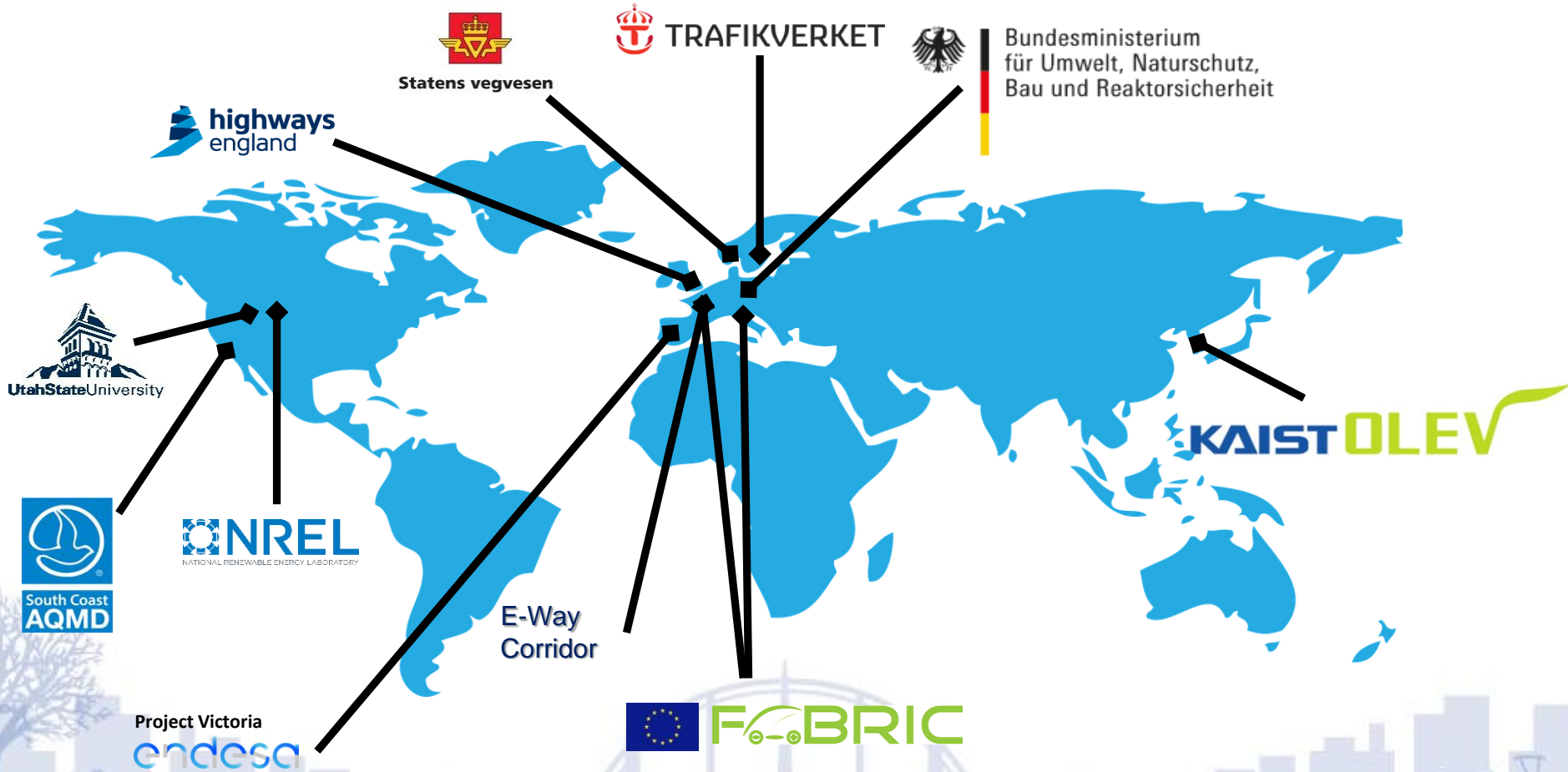
MtCO₂ évitées

5

Md€ d'économies sur la balance commerciale

* SPV : Special-Purpose Vehicle, ou société de projet. Il s'agit de la société dédiée qui construira et exploitera les infrastructures de distribution d'électricité le long de l'autoroute.

Projets internationaux



5. Conclusions et perspectives

- Massification = en marche, mature, liée au marché et au développement économique...
- ...répond à des objectifs d'efficacité (économique, énergétique...) largement avérés sur certains marchés...
-combinaison possible avec platooning et électrification
- Platooning = adaptation du VA aux PL, enjeux forts (économique, environnementaux, sécurité, humains)...
- ...nouveau business pour les exploitants, horizon 2025-30
- Electrification (ERS) = différentes technos, pas encore de modèle économique, investissements lourds (LT)...
- ...dépend d'une volonté politique forte (Suède), pour des corridors à fort trafic ou zones sensibles

Merci de votre attention !



bernard.jacob@ifsttar.fr

