

European High Speed Rail – An easy way to connect

Présentation finale de l'étude

24 avril 2009



Plan de la présentation

1. Définitions
2. Réseau transeuropéen de LGV
3. Services de trains à grande vitesse en Europe
4. Demande de transport de passagers
5. Impact environnemental
6. Coûts externes
7. Investissements
8. Impact socioéconomique
9. Développement technologique

1. Définitions: Lignes ferroviaires à grande vitesse

- **Communauté Européenne (Directive 2008/57):**
 - catégorie I: Lignes spécialement construites pour la grande vitesse, $V \geq 250$ km/h
 - catégorie II: Lignes spécialement aménagées pour la grande vitesse, $V = 200$ km/h
 - catégorie III: Lignes spécialement aménagées pour la grande vitesse, à caractère spécifique
- **Eurostat:**
 - Lignes spécialement construites pour la grande vitesse, $V > 250$ km/h
- **UIC:**
 - Lignes spécialement construites pour la grande vitesse, $V > 250$ km/h

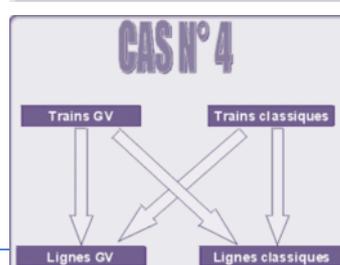
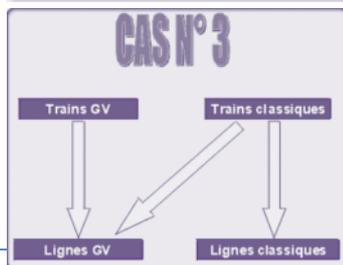
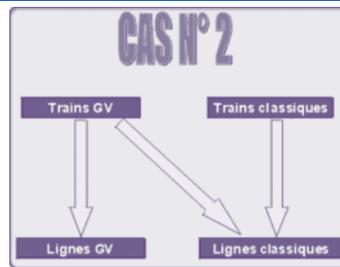
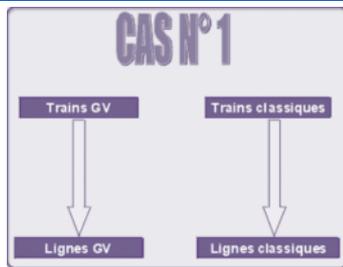


1. Définitions: Matériel roulant à grande vitesse

- **Communauté Européenne (Directive 2008/57):**
Véhicules conçus pour circuler:
 - soit sur les lignes spécialement construites pour la grande vitesse, à une vitesse d'au moins 250 km/h, tout en permettant, dans des circonstances appropriées, d'atteindre des vitesses dépassant 300 km/h
 - soit sur les lignes mentionnées ci-avant, lorsque cela est compatible avec les niveaux de performance de ces lignes, à une vitesse de l'ordre de 200 km/h
- **UIC:**
 - rames automotrices à composition fixe, $V \geq 250$ km/h



1. Définitions: Exploitation ferroviaire à grande vitesse: Différents cas recensés par l'UIC



24/4/2009 | European High Speed Rail

| 5

MVV Consulting

TractebelEngineering
GDF SUEZ

2. Réseau transeuropéen de LGV

• Caractéristiques techniques typiques des LGV

- rayons de courbure: p.ex.: 4085 m minimum pour V= 300 km/h
- profil en long: déclivité maximum: 35 ‰ (FR) à 40 ‰ (DE)
- écartement standard: 1435 mm
- plateforme: ballast, traverses adaptés
- entraxe: 4,50 m pour V > 250 km/h (SNCF)
- ouvrages d'art: adaptés
- exploitation: voyageurs – mixte
- électrification: 25 kV - 50 Hz / 15 kV - 16,7 Hz (DE, AT)
- signalisation: TVM (FR), LZB (DE), TBL (BE),... / ETCS
- protection: clôtures, détection de vents latéraux, etc.

24/4/2009 | European High Speed Rail

| 6

MVV Consulting

TractebelEngineering
GDF SUEZ

2. Réseau transeuropéen de LGV

- **Interopérabilité:** l'aptitude d'un système ferroviaire à permettre la circulation sûre et sans rupture de trains en accomplissant les performances requises pour ces lignes (Définition de la Directive 2008/57/CE)



2. Réseau transeuropéen de LGV

- **Interopérabilité:** Cette aptitude repose sur l'ensemble des conditions réglementaires, techniques et opérationnelles qui doivent être remplies par les sous-systèmes du réseau ferroviaire transeuropéen, pour satisfaire aux exigences essentielles de:
 - sécurité,
 - fiabilité et disponibilité,
 - santé,
 - protection de l'environnement,
 - compatibilité technique.



2. Réseau transeuropéen de LGV

- **Interopérabilité:** Les sous-systèmes du système ferroviaire comprennent:
 - L'infrastructure
 - L'énergie
 - Le contrôle-commande et la signalisation
 - L'exploitation et la gestion du trafic
 - Les applications télématiques (passagers, fret)
 - Le matériel roulant
 - L'entretien



2. Réseau transeuropéen de LGV

- **Intermodalité: Transport de passagers**



2. Réseau transeuropéen de LGV

- **Intermodalité: Transport de fret**



2. Réseau transeuropéen de LGV : tendances et développement

- **Lignes à grande vitesse dans l'Union européenne par catégorie de lignes et par horizon - Sources des données:**
 - Rapports des coordinateurs européens sur les projets prioritaires RTE-T (2007, 2008) (Annual activity reports of Coordinators on TEN-T priority projects)
 - Rapport d'implémentation des projets prioritaires RTE-T (2008) (TEN-T Implementation of the Priority Projects - Progress Report, May 2008)
 - Implementation report on the TEN-T guidelines for the period 2004-2005 (TINA Vienna – Transport Strategies GmbH, January 2008)
 - Informations fournies par les Etats membres
 - Etc.

2. Réseau transeuropéen de LGV : tendances et développement

- Longueur des lignes à grande vitesse réalisées/ planifiées dans l'Union européenne par catégorie de lignes et par horizon (km)

Catégories de LGV	Longueur du réseau RTE LGV en 2008 (km)	Longueur du réseau RTE LGV en 2010 (km)	Longueur du réseau RTE LGV en 2015 (km)	Longueur du réseau RTE LGV en 2020 (km)	Longueur du réseau RTE LGV complet (>2020) (km)
I	5.583	6.359	11.343	15.028	21.023
II	3.971	4.205	5.204	7.115	9.728
Total I et II	9.554	10.564	16.547	22.143	30.751
III	139	169	298	1.055	1.104
Total RTE-T LGV	9.693	10.733	16.845	23.198	31.855

2. Réseau transeuropéen de LGV : tendances et développement



3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.1 OPERATEURS

- **Opérateurs actuels de services de trains à grande vitesse en Europe**
 - **Entreprises ferroviaires nationales**
 - > DB AG (Allemagne)
 - > Renfe (Espagne)
 - > SJ (Suède)
 - > SNCF (France)
 - > Trenitalia (Italie)

3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.1 OPERATEURS

- **Filiales communes des entreprises ferroviaires nationales**
 - > **Thalys**: créée par les chemins de fer français, belges, allemands et néerlandais - LGV Paris-Bruxelles-Cologne/ Amsterdam
 - > **Lyria**: créée par SNCF et CFF - liaisons à grande vitesse France - Suisse
 - > **Eurostar**: exploite le trafic ferroviaire à grande vitesse Paris-Londres et Bruxelles-Londres via le Tunnel sous la Manche
 - > **Artesia**: filiale de la SNCF et de Trenitalia, chargée de concevoir les services et d'exploiter les trains reliant la France et l'Italie
 - > **Alleo**: filiale de coopération entre la SNCF et la DB, qui exploite les trains internationaux du TGV Est Européen
 - > **Cisalpine**: société affiliée à Trenitalia et aux CFF, qui exploite toutes les liaisons ferroviaires internationales entre l'Italie et la Suisse

3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.1 OPERATEURS

- **Filiales communes des entreprises ferroviaires nationales (suite)**
 - > **Rheinalp**: regroupe les activités de marketing de CFF et DB en trafic voyageurs transfrontalier entre l'Allemagne et la Suisse
 - > **High Speed Alliance**: groupement constitué par les chemins de fer néerlandais et KLM, qui exploite les services internationaux des Pays-Bas vers l'Allemagne et la Belgique depuis décembre 2007 sous la marque "NS Hispeed"

3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.1 OPERATEURS

- **Alliances d'opérateurs**
 - **Railteam:**
 - > Alliance entre sept compagnies ferroviaires dont l'ambition est de faciliter les voyages à grande vitesse en Europe .
 - > Les sociétés membres sont actuellement:
 - DB (Allemagne)
 - SNCF (France)
 - Eurostar (Royaume-Uni, France et Belgique)
 - NS Hispeed (Pays- Bas)
 - ÖBB (Autriche)
 - SBB-CFF (Suisse)
 - SNCB (Belgique)
 - ainsi que leurs filiales communes Thalys, Lyria et Alleo.
 - > Elles pourront être rejointes ultérieurement par d'autres compagnies.

3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.1 OPERATEURS

- **Perspectives futures concernant les opérateurs**
 - Avec l'ouverture du marché pour les transports internationaux de voyageurs en 2010, de nouveaux opérateurs pourront voir le jour ou des opérateurs existants pourront fournir leurs services à l'étranger.

3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.2 LIBERALISATION

- **Base légale**
 - > L'ouverture du marché pour les transports internationaux de voyageurs a été initiée par la Commission européenne en 2004 dans le cadre du "troisième paquet ferroviaire".
 - > La base légale du troisième paquet ferroviaire est la directive 2007/58/CE du 23 octobre 2007.
- **Perspectives futures suite à l'ouverture du marché pour les transports internationaux de voyageurs**
 - > Perspectives de développement des différents opérateurs actuels
 - > Perspectives futures suite à l'ouverture du marché
 - Nouvel opérateur déclaré: NTV
 - Nouveaux opérateurs potentiels

3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.3 MATERIEL ROULANT

- **Historique: exploitation au niveau national**

- **France**

- > Le premier train européen à grande vitesse, le TGV 001, était un turbotrain expérimental construit par Alstom et conçu en collaboration avec la SNCF. Il atteignit la vitesse de 318 km/h en 1972
- > Le TGV PSE (Paris-Sud-Est) bicourant fut le premier modèle de la première génération. Record du monde de vitesse sur rail: 380 km/h (1981)
- > Evolutions: TGV Atlantique, TGV Réseau, TGV Duplex, AGV (prototype)

- **Espagne**

- > 1^{er} AVE construit par Alstom (écartement standard, écartement espagnol)
- > Ensuite fabrications par Alstom, CAF, Siemens, Talgo/ Bombardier

3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.3 MATERIEL ROULANT

- **Historique: exploitation au niveau national**

- **Allemagne**

- > ICE expérimental (1985)
- > ICE 1 (1991), ICE 2 (1996), ICE 3 (2000)

- **Italie**

- > Trains pendulaires: ETR-401 (prototype), ETR-450
- > Evolutions: ETR 460-470-480
- > ETR-500

3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.3 MATERIEL ROULANT

- **Historique: exploitation au niveau européen**
 - Trains exploités par Thalys, Eurostar, Cisalpino, ...
 - Matériel roulant interopérable, multi-courant



3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.3 MATERIEL ROULANT

- **Homologation**
 - Le matériel roulant dont la mise en service a été autorisée dans un État membre n'est pas automatiquement accepté dans un autre État membre.
 - A titre d'exemple, coût de l'homologation de l'ICE3 en France et en Belgique (1999-2007): 75M€ (essais: 28M€, modification 6 rames POS: 47M€)



3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.3 MATERIEL ROULANT

- **Parc**

- **En janvier 2008, de source UIC, on comptait 1 737 rames à GV (vitesse supérieure à 250 km/h) en opération dans le monde, dont 667 en Asie, 20 aux USA et 1 050 en Europe, qui se répartissent de la façon suivante:**
 - > Allemagne: 299
 - > Espagne: 137
 - > France (Belgique): 484
 - > Italie: 126
 - > Pays-Bas: 4

3. Services de trains à grande vitesse en Europe

3.4 TARIFICATION

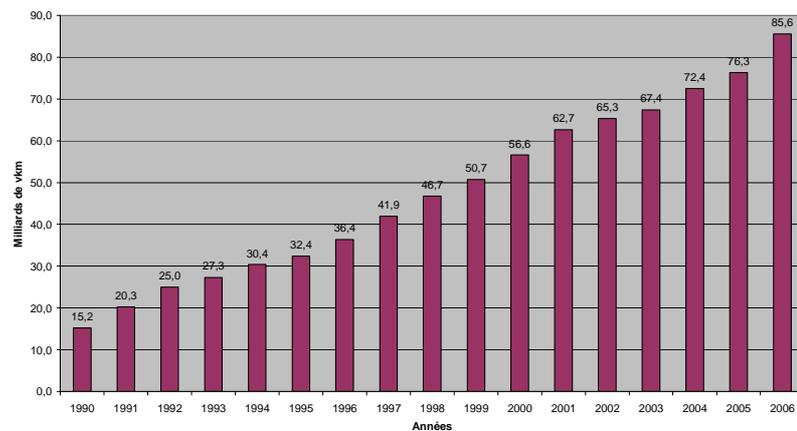
- Actuellement une série de tarifs différents sont proposés aux voyageurs, correspondant à une segmentation de la clientèle et dépendant notamment de critères tels que l'heure de départ, le délai de réservation avant le voyage, la flexibilité pour l'échange de tickets, etc.
- La tarification ferroviaire s'est dès lors fortement rapprochée de celle en vigueur dans le domaine du transport aérien, en appliquant des techniques de "yield management" qui, en gérant les capacités disponibles, visent à maximiser les recettes pour le transporteur.

4. Demande de transport de passagers

- Evolution de la demande de transport sur les LGV en Europe
 - Pas de prévisions de la demande spécifiques pour les lignes à GV en Europe
 - Prévisions du consultant basées sur la relation observée de l'évolution entre 1990 et 2006 de:
 - > la demande ou "performance du réseau GV" et
 - > la longueur du réseau européen à GV
 - Extrapolations à 2020 et 2030
 - Des calculs basés sur une analyse plus approfondie de la demande, qui feraient notamment intervenir un modèle de prévision de la demande au niveau du réseau transeuropéen de LGV, pourraient permettre ultérieurement d'affiner les données.

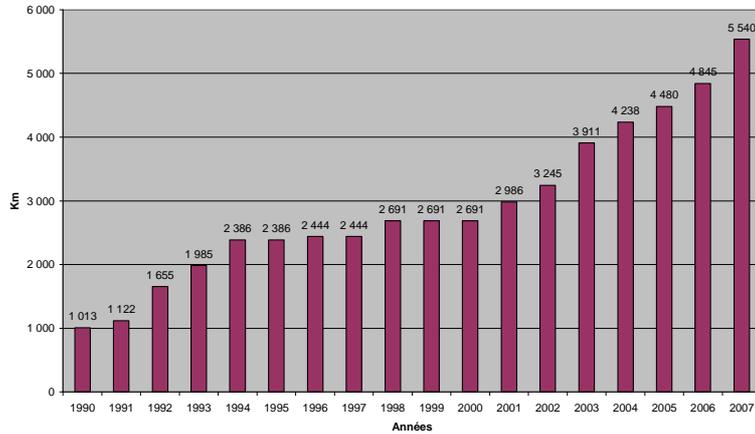
4. Demande de transport de passagers

Nombre de voyageurs.km sur le réseau ferroviaire à grande vitesse (BE, DE, ES, FR, IT, UK)

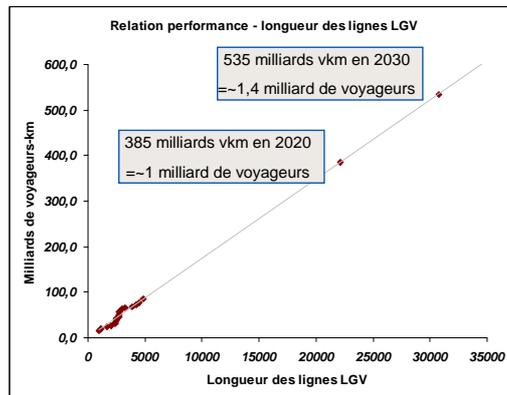
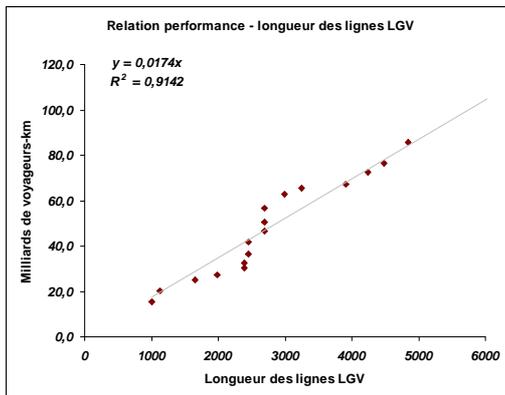


4. Demande de transport de passagers

Evolution de la longueur du réseau ferroviaire à grande vitesse (BE, DE, ES, FR, IT, UK)



4. Demande de transport de passagers



5. Impact environnemental

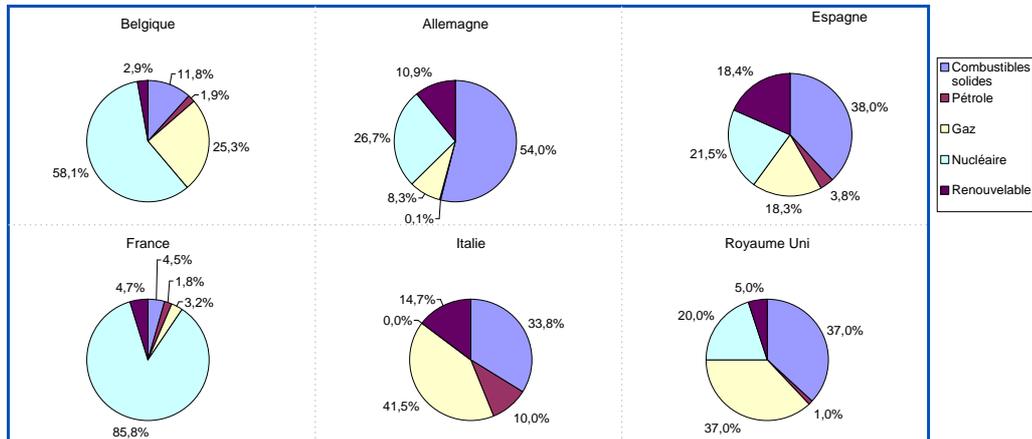
- Remarques préliminaires
 - L'étude de l'impact environnemental du réseau ferroviaire à grande vitesse se base sur des données disponibles ou à défaut sur des estimations effectuées par le consultant, sans réaliser d'étude approfondie spécifique
 - L'analyse de l'impact environnemental concerne le trafic de passagers en trains à grande vitesse, sans considérer le trafic de fret sur lignes mixtes.

5. Impact environnemental

- Production d'énergie électrique
 - L'énergie électrique nécessaire à l'alimentation des trains à grande vitesse est produite à partir de différentes sources qui se répartissent dans des proportions variables entre les différents Etats membres
 - Les facteurs d'émission de la production d'électricité dépendent essentiellement de la combinaison des sources d'énergie et de l'efficacité de la production

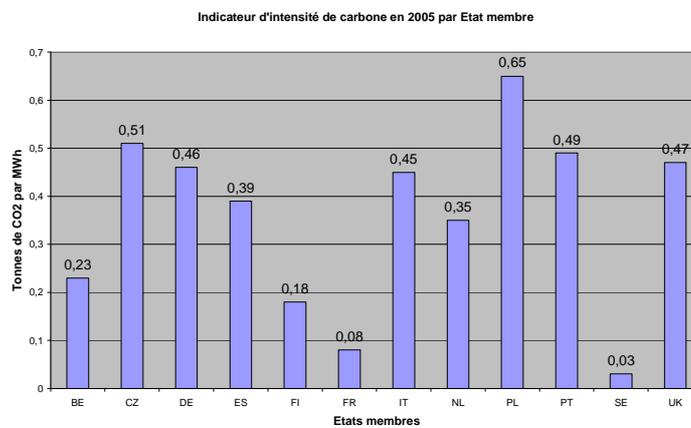
5. Impact environnemental

- Ventilation par origine de la consommation d'énergie électrique des chemins de fer en 2005



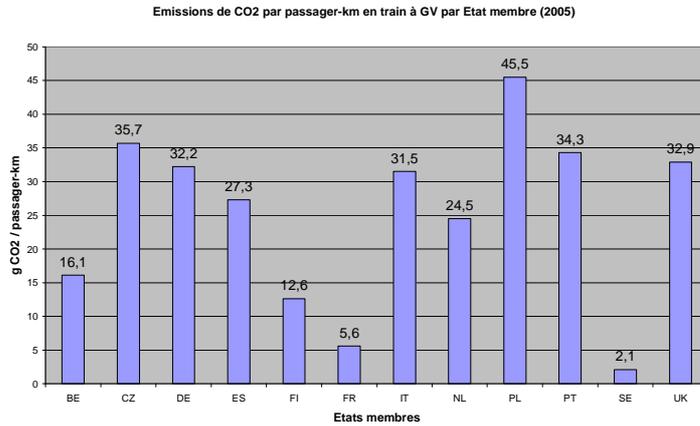
5. Impact environnemental

- Indicateur d'intensité de carbone par Etat membre avec LGV existante ou en projet



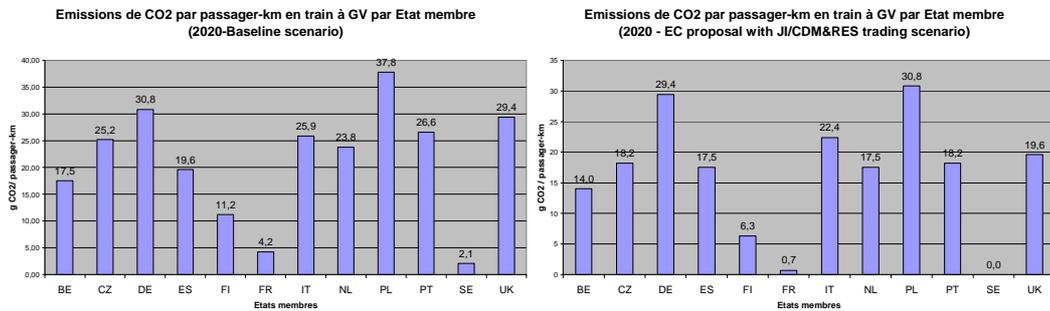
5. Impact environnemental

- Emissions de CO₂ par passager-km en chemin de fer en 2005



5. Impact environnemental

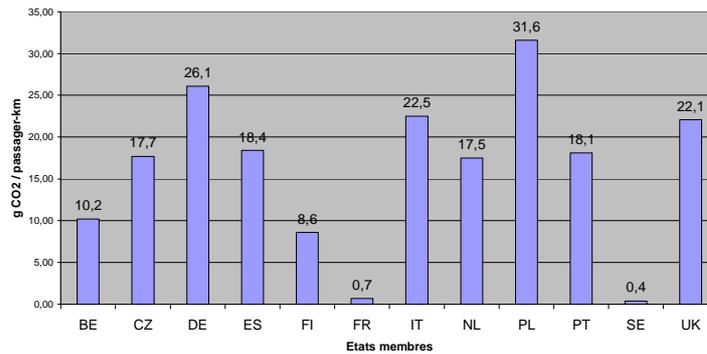
- Emissions de CO₂ par passager-km en chemin de fer en 2020



5. Impact environnemental

- Emissions de CO₂ par passager-km en chemin de fer en 2020

Emissions de CO₂ par passager-km en train à GV par Etat membre
(2020 - Scénario tendanciel de réduction des émissions de CO₂)



5. Impact environnemental

- Emissions de CO₂ par passager-km en voiture particulière et en avion en situation actuelle

- Voiture particulière: 115,7 g CO₂ par passager-km

- Avion: 153 g CO₂ par passager-km

(Source: ADEME: trajet Paris-Marseille)

5. Impact environnemental

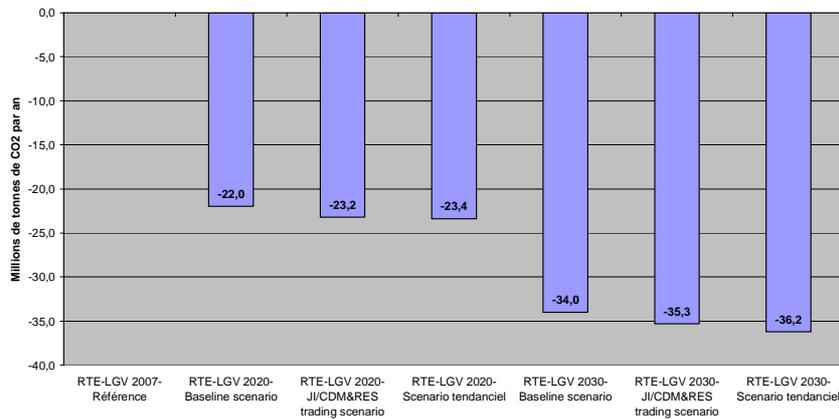
- Estimation des gains en émissions de CO₂ suite au développement du réseau transeuropéen de LGV en 2020 et 2030 - Hypothèses:
 - Demande de voyageurs en trains à grande vitesse:
 - > 92 milliards de voyageurs-km en 2007
 - > 385 milliards de voyageurs-km en 2020
 - > 535 milliards de voyageurs-km en 2030
 - Répartition de l'accroissement de la demande entre 2007 et 2020-2030 par origine:
 - > 1/3 de trafic reporté de la route vers le rail
 - > 1/3 de trafic reporté de l'avion vers le rail
 - > 1/3 de trafic induit

5. Impact environnemental

- Estimation des gains en émissions de CO₂ suite au développement du réseau transeuropéen de LGV en 2020 et 2030 – Hypothèses (suite):
 - L'efficacité énergétique des trains à grande vitesse restera constante au cours de la période de 2007 à 2030
 - Les émissions de CO₂ des modes concurrents (routier et aérien) ont également été considérées comme constantes au cours de la période de 2007 à 2030 (→ compte tenu des importantes réductions des émissions de CO₂ attendues pour les modes concurrents à l'avenir, la comparaison des émissions de CO₂ des trains à grande vitesse avec les autres modes sera moins favorable en réalité)

5. Impact environnemental

Différences en émissions de CO2 suite au développement du RTE-LGV à l'horizon 2020 et 2030 par rapport au réseau de référence en 2007



6. Coûts externes

- Composantes prises en compte pour la comparaison entre les modes de transport ferroviaire, routier et aérien:
 - Bruit
 - Accidents
 - Pollution de l'air
 - Changement climatique
 - Processus amont et aval
 - Nature et paysage
 - Pollution du sol et de l'eau

6. Coûts externes

- Estimation des valeurs unitaires des coûts externes par mode
 - Source: Handbook on estimation of external costs in the transport sector, CE Delft, INFRAS, ISI, IWW, University of Gdansk, February 2008
 - Valeurs exemplatives pour une sélection de catégories de véhicules, de standards d'émission et de situations de trafic, compilées sur la base d'une agrégation pragmatique de données.

6. Coûts externes

- Estimation des gains en coûts externes suite au développement du réseau transeuropéen de LGV à l'horizon 2020 et 2030-Hypothèses
 - Les données de coûts externes disponibles dans le Handbook pour les différents modes de transport sont des valeurs exemplatives pour un pays européen (Allemagne)
 - Les valeurs pour des voitures moyennes (1,4-2 l.) de classe Euro 3 alimentées à l'essence ont été utilisées pour l'ensemble du transport routier (voitures particulières) dans l'UE
 - Les données disponibles dans le Handbook relatives au transport ferroviaire sont une moyenne représentative du transport ferroviaire interurbain dans son ensemble et ne sont pas spécifiques au transport ferroviaire à grande vitesse. Les valeurs relatives aux trains alimentés par de l'énergie électrique ont été retenues. Ces valeurs ont été utilisées pour tous les trains à grande vitesse dans l'UE.

6. Coûts externes

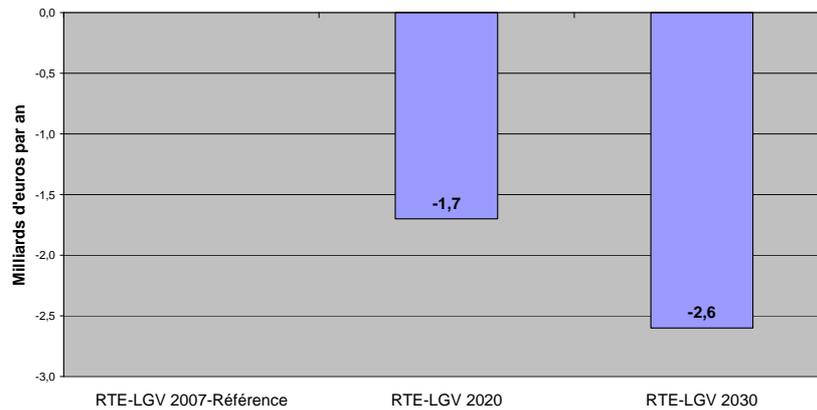
- Estimation des gains en coûts externes suite au développement du réseau transeuropéen de LGV à l'horizon 2020 et 2030-Hypothèses
 - Les taux d'occupation moyens des véhicules suivants ont été utilisés pour l'ensemble de ces modes dans l'UE:
 - > Nombre moyen de passagers par voiture en transport interurbain: 1,62 personne
 - > Nombre moyen de passagers par train en transport interurbain: 149 passagers
 - > Nombre moyen de passagers par avion: 120 passagers
 - Les valeurs unitaires des coûts externes ont été considérées comme constantes en 2020 et en 2030 et égales aux valeurs estimées en 2000, à savoir:
 - > Transport de passagers par route: 2,06 eurocents par voyageur-km
 - > Transport de passagers par chemin de fer: 0,46 eurocents par voyageur-km
 - > Transport de passagers par avion: 1,07 eurocents par voyageur-km.

6. Coûts externes

- Estimation des gains en coûts externes suite au développement du réseau transeuropéen de LGV à l'horizon 2020 et 2030-Hypothèses
 - Demande de voyageurs en trains à grande vitesse:
 - > 92 milliards de voyageurs-km en 2007
 - > 385 milliards de voyageurs-km en 2020
 - > 535 milliards de voyageurs-km en 2030
 - Répartition de l'accroissement de la demande entre 2007 et 2020-2030 par origine:
 - > 1/3 de trafic reporté de la route vers le rail
 - > 1/3 de trafic reporté de l'avion vers le rail
 - > 1/3 de trafic induit

6. Coûts externes

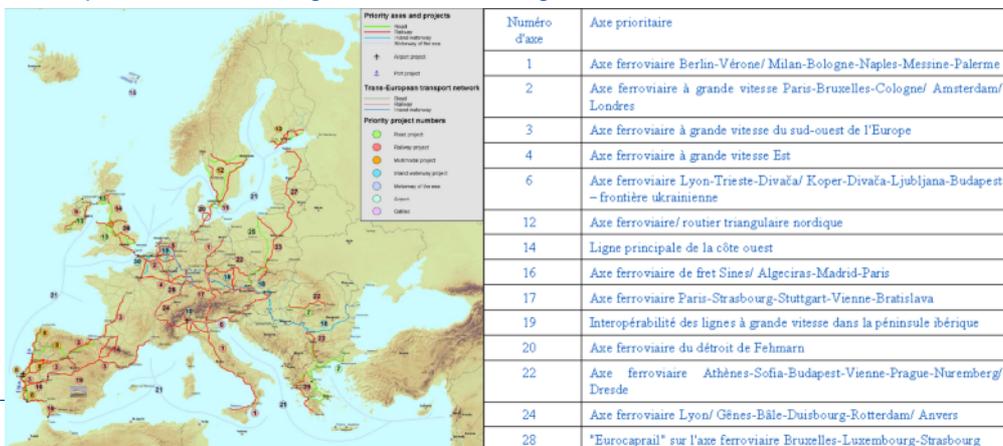
Différences en coûts externes suite au développement du RTE-LGV à l'horizon 2020 et 2030 par rapport au réseau de référence en 2007



7. Investissements

• Investissements dans les LGV

- Parmi les 30 axes prioritaires du RTE-T, 14 axes concernent entièrement ou partiellement des lignes ferroviaires à grande vitesse.



7. Investissements

- Coûts d'investissement dans les LGV
 - Le coût d'investissement **des sections à grande vitesse** de ces 14 axes s'élève à 269 milliards d'euros à des prix de 2006, se répartissant:
 - > 84,5 milliards d'euros avant le 1/1/2007,
 - > 101,1 milliards d'euros au cours de la période 2007-2013,
 - > 83,2 milliards d'euros après 2013.
 - La contribution communautaire à ces projets s'est élevée à 10,69 milliards d'euros avant le 1/1/2007 et sera de 8,34 milliards d'euros au cours de la période 2007-2013.
 - La BEI a octroyé des prêts à hauteur de 9,9 milliards d'euros avant le 1/1/2007 et il est prévu qu'elle accorde des prêts pour un montant total de l'ordre de 10 à 15 milliards d'euros au cours de la période 2007-2013.

7. Investissements

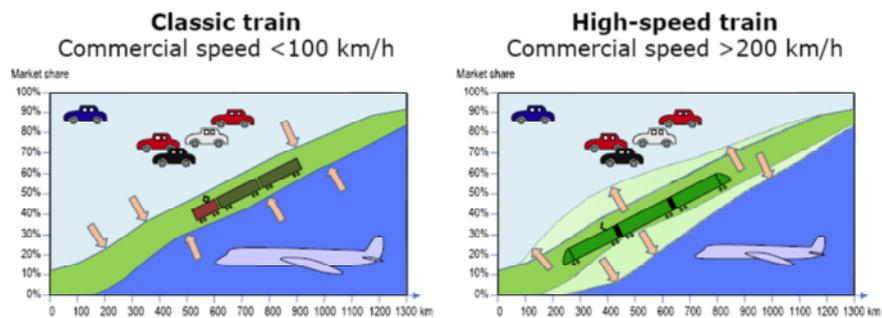
- Coûts d'investissement dans les LGV
 - Les coûts moyens d'investissement des sections à grande vitesse (prix de 2006) sont estimés à:
 - > tunnels de base transalpins: de l'ordre de 100 millions d'euros par km;
 - > autres sections ferroviaires à grande vitesse des projets prioritaires: de l'ordre de 16 millions d'euros par km.

7. Investissements

- **Financement des investissements de LGV**
 - Un grand nombre de projets de LGV ont été initiés et financés par le secteur public en Europe: notamment en France (LGV Sud-est, Méditerranée, Est européenne, Rhin-Rhône), Belgique, Allemagne, Espagne, Italie.
 - Ces projets ont été financés par les Etats et généralement avec le concours des collectivités locales concernées, ainsi qu'avec la participation de l'Union Européenne au travers d'interventions des budgets du RTE-T et des fonds structurels et de cohésion. La BEI est également intervenue dans le financement de plusieurs de ces projets.
 - Partenariats publics-privés (PPP) pour le financement, la réalisation et l'exploitation de tronçons de LGV: notamment le Tunnel sous la Manche et la LGV entre Folkestone et Londres, la liaison ferroviaire Perpignan-Figueras, la HSL aux Pays-Bas, le réseau de télécommunications GSM-R en France et plusieurs nouveaux projets.

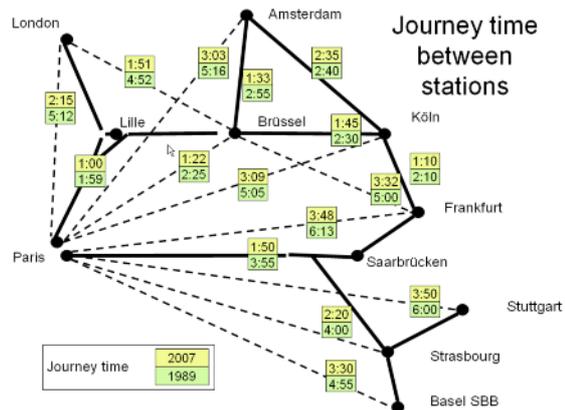
8. Impact socioéconomique des LGV

- **Pré-requis: distance entre les pôles urbains**
 - **Les LGV permettent de gagner des parts de marché significatives pour des distances entre 200 et 900 km**



8. Impact socioéconomique

- Temps de parcours sur les axes ferroviaires prioritaires:
Axe Paris – Bruxelles – Amsterdam – Cologne – Londres



8. Impact socioéconomique

- Diminution des temps de déplacement grâce au réseau ferroviaire à grande vitesse → meilleure cohésion territoriale

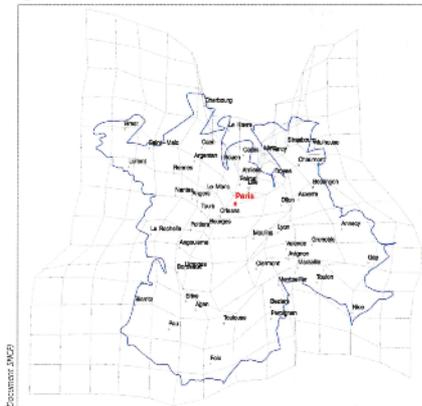
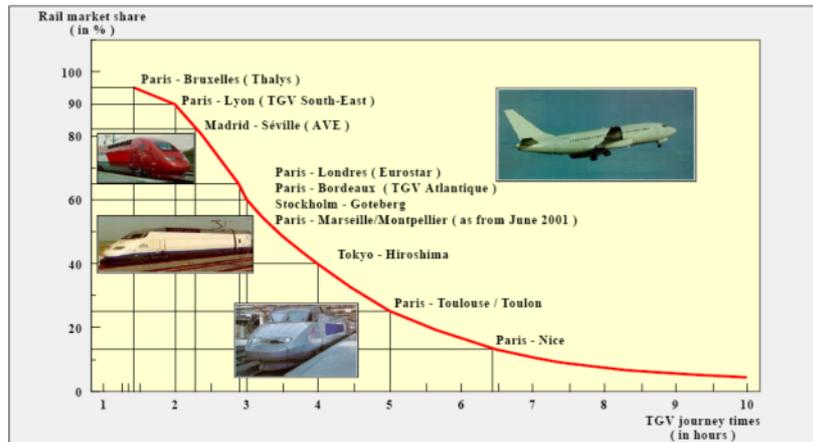


Fig. 3 - Carte en 2007

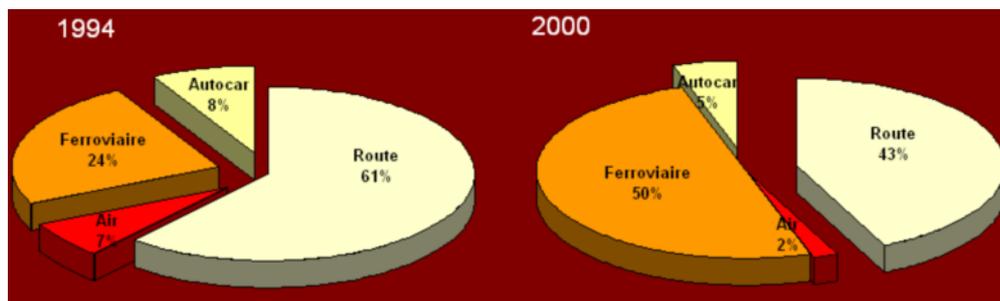
8. Impact socioéconomique

- Parts de marché



8. Impact socioéconomique

- Parts de marché : Paris-Bruxelles



9. Développement technologique

- Le développement du système ferroviaire à grande vitesse représente une grande réussite européenne
- Il constitue un vaste potentiel pour l'exportation de technologies européennes vers des pays tiers: Chine, Turquie, Russie, Etats-Unis, etc.)

