



la grande vitesse

— dans le monde



INTERNATIONAL UNION
OF RAILWAYS



aller vite — une question de principes

1^{er} principe

La grande vitesse ferroviaire se conçoit comme un système

Les systèmes ferroviaires à grande vitesse sont complexes car ils font appel aux techniques les plus avancées dans différents domaines. D'abord au niveau de l'infrastructure y compris les ouvrages d'art, la voie, la signalisation, l'alimentation électrique et les caténaires. Les gares aussi sont spécifiques, de par leur localisation, et conception fonctionnelle. Il en est de même pour le matériel roulant, l'exploitation, la stratégie de maintenance, le financement, le marketing, le management, la réglementation, les enjeux juridiques...

2^e principe

Un système différent d'un pays à l'autre

Le système à grande vitesse se définit par la manière dont l'ensemble de ses composantes sont conçues et interagissent entre elles. Le résultat obtenu en termes de coûts et de performances peut varier considérablement d'un pays à l'autre. Notamment en fonction de l'approche commerciale, des critères d'exploitation et de la gestion des coûts.

3^e principe

Un système qui signifie accroissement de la capacité

Conformément à la principale caractéristique du mode ferroviaire, le rail à grande vitesse est synonyme de capacité et de mobilité durable. Il trouvera encore plus de pertinence lorsqu'il suscite un accroissement de la demande. Ainsi, la capacité implique l'accessibilité, la complémentarité entre modes et l'adoption d'une approche multimodale.

Du point de vue du client, la vitesse réelle résulte d'un cumul des temps passés à acheter le billet, à accéder à la gare ou à attendre un taxi à l'arrivée, en prenant en compte la distance porte-à-porte. Elle ne se limite pas qu'au temps économisé grâce au train à grande vitesse qui bénéficie d'apports technologiques de haut niveau et d'investissements significatifs.



« L'Union Internationale des Chemins de Fer représente plus de 90 pays »



Jean-Pierre Loubinoux
Directeur Général UIC

« La ligne à grande vitesse Paris-Rennes permettra de relier les deux villes en 1h25. Les TGV qui l'emprunteront à 320 km/h sont le fruit d'une haute technologie parfaitement maîtrisée par les ingénieurs, tant au niveau des matériels roulants qu'à celui de l'exploitation. Cette technologie, dont la France fut

l'une des pionnières dans le monde dès 1981, se développe dans de nombreux pays en Europe, Asie, Amérique du Nord, Moyen-Orient ou encore Afrique du Nord. La scène internationale est bien le domaine d'actions de l'Union Internationale des Chemins de Fer (UIC). Elle est l'association professionnelle

mondiale représentant le secteur ferroviaire. Elle compte 200 membres, dans plus de 90 pays répartis sur les cinq continents. Sa mission est de promouvoir la croissance du transport ferroviaire à l'échelle mondiale ainsi que d'encourager et d'organiser la coopération internationale entre ses membres. L'UIC développe des liens de coopération étroits avec plus de 50 organisations internationales et professionnelles, et a le statut de consultant auprès des Nations unies.

C'est donc tout naturellement que l'Union Internationale des Chemins de Fer est heureuse d'être partenaire de l'Espace des Sciences de Rennes lors de cette exposition sur le thème de la grande vitesse ferroviaire dans le monde. »

www.uic.org

« les trains à grande vitesse sautent les frontières »

Qu'est-ce que la grande vitesse ferroviaire ?

Ce sont d'abord des trains spécifiques, différents des trains classiques composés d'une locomotive et de voitures. Un Train à Grande Vitesse est constitué de deux motrices et de plusieurs voitures pour un meilleur rapport puissance/poids, un meilleur aérodynamisme et une plus grande fiabilité tout en répondant à des contraintes de sécurité et de confort. Ce sont aussi des lignes dédiées. Les lignes classiques même modernisées ne supportent pas des vitesses nettement supérieures à 220 km/h. Il faut donc construire des LGV (lignes à Grande Vitesse) dont le profil et la qualité de la voie, la caténaire et l'alimentation électrique ainsi que la configuration de l'environnement permettent de rouler à plus de 300 km/h. C'est aussi un système de signalisation spécial.

En quoi est-il spécial ?

Au-delà de 200km/h, le conducteur ne peut pas capter les signaux latéraux à temps. La signalisation embarquée en cabine est donc la seule solution car il faut penser qu'un TGV a besoin de 2500 m pour freiner et s'arrêter quand il roule à 300 km/h. En France, le système TVM (Transmission Voie-Machine) est

utilisé pour maintenir l'espacement entre les trains sur les lignes à grande vitesse. Ce n'est pas le cas dans d'autres pays. Et la tendance est d'équiper les trains et les lignes d'un système de signalisation (l'ERTMS) qui devrait devenir le seul système de signalisation en Europe. C'est le prochain défi.

Comment les trains à grande vitesse traversent les frontières ?

Pour que les trains à grande vitesse assurent des liaisons internationales, il est primordial que les systèmes embarqués à bord déchiffrent correctement les informations transmises par des réseaux différents. Certains TGV sont déjà en mesure de lire les systèmes de plusieurs pays européens. Le TGV en France, le Thalys en Belgique, l'Eurostar vers Londres... "sautent" les frontières sans s'arrêter. Aujourd'hui, l'objectif est bien que les trains puissent passer d'un réseau à un autre sans problème. Par le passé, chaque pays construisait ses infrastructures en suivant ses propres normes. Avec la conséquence, parfois intentionnelle, qu'un train français ne pouvait pas circuler sur le réseau allemand et inversement. Aujourd'hui, les Trains à Grande Vitesse sont interopérables.



Iñaki Barron
Directeur Département Grande Vitesse UIC

Interopérable, qu'est-ce que ça veut dire ?

L'interopérabilité consiste à rendre compatible des trains, des lignes et des signalisations différents. En France par exemple, le TGV est un train interopérable. Il peut circuler sur le réseau existant des lignes classiques et desservir les mêmes gares que les autres trains. Pour l'alimentation électrique, il roule en courant continu de 1 500 V mais aussi en alternatif de 25 000 V. Si chaque réseau obéit à des normes différentes, l'interopérabilité permet de passer d'un réseau ou d'une technologie à l'autre, y compris dans différents pays. En général ce sont les trains qui sont interopérables avec parfois des différences curieuses, comme le cas britannique qui oblige à peindre en jaune au moins 40% de la surface frontale du train... afin d'être vu de loin. Même si sur les LGV on ne trouve jamais de passage à niveau !

le rail

une histoire de vitesse

1830



En 1830 déjà...

Les 50 km/h atteints par la "Rocket" de George Stephenson en 1830 préfigurent, dès le départ, la notion de grande vitesse pour les chemins de fer. Très rapidement, différents paliers de vitesse sont franchis par : 100 km/h avant 1850, 130 km/h en 1854, et même

200 km/h au début du 20^e siècle. Cela dit, il s'agit seulement de records de vitesse. La vitesse maximum des trains en service commercial est alors plus modeste mais cependant élevée. Elle atteint 180 km/h pour une vitesse moyenne de 135 km/h, entre deux villes dans les années 1930.

Que la traction soit à vapeur, électrique ou diesel. L'entrée en scène d'autres modes de transport, tels que l'aviation et l'automobile, va contraindre les compagnies ferroviaires à faire usage de tous leurs atouts pour affronter la concurrence.

La "Rocket" de George Stephenson atteint 50km/h

L'automotrice électrique de Siemens & AEG atteint 210km/h

1903

Le KTX entre en scène en Corée du Sud

2004

2003
Le HS1 entre en service au Royaume-Uni

1997
La grande vitesse ferroviaire s'invite en Belgique

1992
L'AVE est mis en service en Espagne

1992

1989
Le TGV "Atlantique", premier train à circuler régulièrement à 300km/h

1989

1988
Avènement du "Pendolino" en Italie et de l'ICE en Allemagne

1988

1981 La naissance du TGV

Après le succès du Shinkansen, les progrès techniques accomplis dans plusieurs pays européens, notamment en France, en Allemagne, en Italie et au Royaume-Uni, permettent de développer de nouvelles technologies et d'innover. Ce sont les bases du transport ferroviaire de l'avenir.

Malgré les incertitudes pour l'avenir (exploitation commerciale du supersonique Concorde, la première crise pétrolière de 1973...) et même si plusieurs autres modes de transport entendaient concurrencer le chemin de fer, la SNCF met en service le 27 septembre 1981 la première ligne française à grande vitesse entre Paris et Lyon. Des trains y circulent à une vitesse maximum de 260 km/h.

La Grande Vitesse européenne est née. À la différence du modèle Shinkansen, le système européen à grande vitesse est pleinement compatible avec le réseau existant et cela va fortement conditionner le développement ultérieur du système sur le Vieux Continent.



Prototype du TGV, premier train à grande vitesse dans le monde, circulant en France à 260km/h

Ce 1^{er} octobre 1964...



Après plusieurs records de vitesse établis en Europe (en Allemagne, Italie, Royaume-Uni, et en France avec un record à 331 km/h en 1955), le monde est surpris lorsque, ce 1^{er} octobre 1964, la compagnie nationale des chemins de fer japonais (JNR) met en service une ligne totalement nouvelle de 515 km reliant Tokyo à Osaka. Avec un écartement standard (1 435 mm) elle est différente des lignes classiques à écartement métrique construites jusque là. Le président de la JNR, Shinji Sogo, et le vice-président responsable de la technologie, Hideo Shima, n'ont pas pour seule ambition de créer une ligne nouvelle. Avant tout ils entendent mettre en place un nouveau système de transport appelé à s'étendre ultérieurement au reste du pays. Le Tokaido Shinkansen est conçu pour circuler à 210 km/h avec un gabarit large, des unités de motorisation électrique alimentées à 25 kV en courant alternatif, un contrôle-commande automatique des trains, un système de gestion centralisée du trafic et autres mises à niveau. Ce 1^{er} octobre 1964, avec le Shinkansen, la Grande Vitesse ferroviaire est née.

1^{er} octobre, le "Shinkansen" entre en service au Japon

1964

1981-2009 À la conquête du monde

Après le succès spectaculaire du TGV, de nombreux pays optent pour une nouvelle génération de trains performants à longue et moyenne distances. Soit en développant leur technologie propre, soit en important le matériel roulant. En Europe, des trains à grande vitesse sont mis en service en Italie et en Allemagne en 1988, en Espagne en 1992, en Belgique en 1997, au Royaume-Uni en 2003 et aux Pays-Bas en 2009. Entre temps, des évolutions identiques se concrétisent dans d'autres pays. En Chine à partir de 2003 (même si le déploiement le plus remarquable s'est effectué plus tard en 2008), en République de Corée du Sud en 2004, à Taiwan en 2007 avec la Taiwan High Speed Rail Corporation et en Turquie en 2009.



Train à grande vitesse chinois

2007

574,8km/h : record du monde de vitesse en France
Naissance de la Taiwan Railway High Speed Corporation

2008

Création de China Railway High Speed en Chine

2009

La grande vitesse ferroviaire se concrétise aux Pays-Bas et en Turquie

Maintenant et demain

Le 1^{er} août 2008, la ligne de 120 km reliant Pékin à Tianjin marque la première étape de la transformation des modes de déplacement dans le pays le plus peuplé du monde. Depuis, la Chine a mis en service près de 20 000 km de lignes à grande vitesse. Grâce à

un parc gigantesque de plus de 1 200 rames, elle transporte 1 milliard de voyageurs par an (chiffres de 2016), soit plus de la moitié du volume de trafic à grande vitesse enregistré dans le monde. L'exemple de la Chine est suivi par d'autres : Maroc, Arabie

Saoudite, Etats-Unis, etc... Malgré l'émergence d'autres modes de transport (par exemple le train Maglev à sustentation magnétique), à l'horizon 2030-2035, le réseau ferré à grande vitesse pourrait dépasser les 80 000 km.

Pour assurer sa pérennité au cours des 50 années à venir, ou plus, la grande vitesse ferroviaire doit continuer à se développer et à innover. Un défi de taille pour les sociétés de chemin de fer, les industriels et les décideurs.



Futur TGV Alstom

2015

Les lignes à grande vitesse s'étendent sur près de 30 000 kilomètres dans le monde...

... En 2050, on en comptera plus de 80 000 km

tout un monde de trains

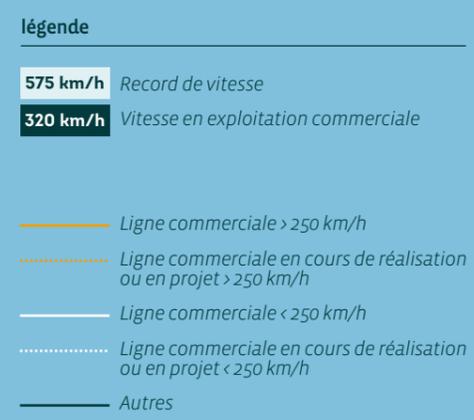


toujours plus loin

30 000 km de lignes à grande vitesse



| | | | |
|--|-----------------------------|----------|----------|
| | France TGV | 575 km/h | 320 km/h |
| | Chine CRH 380A | 487 km/h | 320 km/h |
| | Japon N700A | 443 km/h | 320 km/h |
| | Corée du Sud KTX | 421 km/h | 300 km/h |
| | Allemagne ICE | 407 km/h | 320 km/h |
| | Espagne AVE | 404 km/h | 300 km/h |
| | Italie Frecciarossa 1000 | 400 km/h | 300 km/h |
| | Italie NTV | 362 km/h | 300 km/h |
| | Turquie YHT | 303 km/h | 250 km/h |
| | Suède X2000 | 303 km/h | 200 km/h |
| | Taïwan THSRC | 300 km/h | 300 km/h |
| | Pologne Pendolino (PKP) | 291 km/h | 200 km/h |
| | Russie Sapsan | 290 km/h | 250 km/h |
| | Autriche Railjet | 275 km/h | 230 km/h |



la Chine championne du monde

Michel Leboeuf et Iñaki Barron de l'Union Internationale des Chemins de fer, avouent être subjugués par la percée de la grande vitesse en Chine. « Quand on pense que tout a commencé en août 2008 quelques jours avant l'ouverture des Jeux Olympiques de Pékin... ». Huit ans plus tard, la Chine détient la médaille d'or. Triple championne, en nombre de kilomètres de ligne à grande vitesse, de rames en circulation et de passagers transportés.

21 688 km

de lignes à grande vitesse (LGV) construites en 8 ans.

10 000 sont en construction et **2 000** en projet !

1 577 rames

actuellement en circulation. Soit presque autant que dans toute l'Europe qui en compte 1 800

980 millions

de passagers transportés en 2015 contre 130 millions en France. Le cap du milliard sera bientôt franchi

Ce qui les a le plus surpris lors de leur dernier voyage (en 2016) ? Ils répondent d'une même voix : « le gigantisme des gares et leur environnement ». Iñaki Barron fait défiler des photos sur l'écran de son téléphone portable. Arrêt sur l'image du hall de la gare de Pékin sud. Plus vaste que celui d'un grand aéroport européen. Si haut de plafond que les palmiers qui y sont plantés ressemblent à des plantes vertes alignées sur un balcon. « Les gares sont d'une autre mesure », « On est dans une autre dimension ». Tout aussi impressionnantes sont les constructions aux abords des gares, parfois au milieu de nulle part. « D'énormes programmes immobiliers sortent de terre avec des barres d'immeubles de vingt étages sur plusieurs kilomètres de long », note Michel Leboeuf. « L'équivalent de villes plus grandes que Rennes de chaque côté de la gare », ajoute Iñaki Barron. Spécialistes de la grande vitesse (1), ils constatent que malgré le gigantisme, tout se passe bien concernant l'accueil des passagers. « Il se fait avant même l'entrée dans la gare où voyageurs et bagages passent systématiquement aux rayons X, avant d'être rassemblés dans des salles

d'attente au dessus de la voie d'où partira le train ». Et ensuite ? « On embarque en moins de 20 minutes et on part à "l'heure japonaise". Les rames peuvent transporter jusqu'à 1 200 personnes. Il y a trois classes. La première, de même standing que la classe affaires des avions. La seconde équivalente au business et la troisième dite "tourisme". À bord, le service, de qualité, est assuré par un bataillon de serveurs et d'hôtes, tous impeccablement habillés et fiers de leur travail et de leur allure ». Autre particularité chinoise, dans les TGV on ne paie pas en fonction de son âge, mais de sa taille. « Jusqu'à 1,20 m, c'est gratuit. Jusqu'à 1,50 m on bénéficie d'un demi-tarif. Au dessus c'est plein tarif ». Une dernière impression ? « La Chine s'est éveillée dans tous les domaines, que ce soit l'aviation, la conquête de l'espace ou la grande vitesse ferroviaire. Concernant cette dernière on peut imaginer que, rapidement, les Chinois vont exporter leur matériel et leur savoir faire. Ils commencent d'ailleurs à signer des accords avec le Maroc, la Turquie et même l'état de Californie. Leurs prix sont très compétitifs. Notre vieux monde peut trembler... ».



Hall de la gare de Shanghai



(1) Michel Leboeuf est l'auteur d'un ouvrage de référence "Grande vitesse ferroviaire", 832 pages, 54€ aux éditions du Cherche Midi.

Iñaki Barron est en charge du Département Grande Vitesse à l'UIC.

il était deux fois dans l'Ouest

L'événement est double. Il fera date. Deux nouvelles lignes à grande vitesse (LGV) vont desservir la façade Ouest de la France à partir de l'été 2017. Elles seront mises en service en même temps. Plus de 20 millions de voyageurs les emprunteront chaque année. La première, appelée LGV Bretagne-Pays de la Loire (BPL), est le prolongement jusqu'à Rennes de celle qui relie Paris au Mans depuis 1989. La seconde, dite LGV Sud Europe Atlantique (SEA), rapprochera Paris de

Bordeaux et ouvre la porte pour des liaisons plus rapides vers Toulouse et le sud. Elles vont permettre à La Bretagne et à la Nouvelle Aquitaine de se rapprocher du coeur de l'Europe.

Les deux s'inscrivent dans la nouvelle offre de services ferroviaires baptisées "Atlantique 2017".

#ATL2017



Vers Rennes, le train sifflera plus vite

182 km

Le nombre de km construit entre Connerré, près du Mans, et Rennes, auxquels s'ajoutent 32 km de raccordement vers Sablé-sur-Sarthe, La Milesse et Laval

37 min Le gain de temps entre Paris et la capitale bretonne

20

Le nombre de TGV qui circuleront chaque jour sur la ligne dans les deux sens. Ce seront des rames Dasye à 2 niveaux

320 km/h

La vitesse commerciale des nouvelles rames Euro Duplex qui circuleront sur la ligne

227 Le nombre d'ouvrages d'art construits, dont 11 viaducs et 7 tranchées couvertes

680 000

Traverses béton, et 1,6 millions de tonnes de ballast ont été posées

1h25

Le meilleur temps de parcours entre Paris et Rennes à compter du 2 juillet 2017

3,4 milliards

Le coût en euros de la construction de la nouvelle ligne. 29% ont été apportés par les collectivités locales, dont près de 700 millions par le Conseil Régional de Bretagne. Une opération pilotée par Eiffage Rail Express



Bordeaux, première étape de la conquête du Sud

340 km La distance de la ligne entre Tours et Bordeaux, dont 38 km de raccordement

3 Millions de tonnes de ballast et 1,1 million de traverses ont été posées

60 min Le gain de temps entre Paris et Bordeaux

400 Le nombre d'ouvrages d'art réalisés dont 19 viaducs et 7 tranchées couvertes

2h05 Le meilleur temps de parcours entre Paris et Bordeaux, contre 3h actuellement

300 km/h La vitesse commerciale des nouvelles rames Euro Duplex qui circuleront sur la ligne

33

Le nombre de TGV qui traverseront chaque jour dans les deux sens plusieurs régions, le Centre, le Poitou-Charentes et l'Aquitaine. 18 seront sans arrêt entre Paris et Bordeaux

7,8 milliards En euros, le montant de l'opération financée dans le cadre d'un contrat avec le groupement LISEA piloté par Vinci dans le cadre d'une concession d'une période de 50 ans



énergie — des TGV moins gourmands

La grande vitesse et le développement durable. À priori certains pensent que c'est incompatible. Et pourtant, trois verbes permettent de comprendre pourquoi et comment le train, économe en énergie et en espace, est un des modes de transport les plus respectueux de l'environnement : Éviter, Transférer et Améliorer.

Éviter
Le train à grande vitesse a un rôle à jouer dans le cadre des stratégies d'aménagement du territoire et de mise en valeur des espaces. Ainsi, contrairement aux aéroports, l'arrivée d'une LGV dans les centres-villes permet de réduire les besoins de transports urbains ou de proximité en amont ou en aval du parcours principal, dans une optique de porte-à-porte. En outre, la plupart des gares desservies par les LGV constituent comme un nœud au centre des villes et y remplissent des fonctions sociales diverses en donnant accès à un éventail complet de services: restaurants, commerces, parfois même bureau de poste...

Transférer
Les avantages de la grande vitesse ferroviaire par rapport aux concurrents en termes de consommation d'énergie et d'émission de gaz à effets de serre constituent l'un des facteurs majeurs qui favorisent la réduction de l'empreinte carbone dans le secteur du transport.

De ce fait, il est possible de réduire le bilan total des émissions de CO₂ d'un corridor en transférant sur les dessertes ferroviaires à grande vitesse les voyageurs empruntant les modes aériens et routiers. Une étude commanditée par l'UIC au sujet de la grande vitesse ferroviaire en France et en Chine, a conclu que l'empreinte carbone du Rail à grande vitesse peut être de 14 fois (au maximum) inférieure à celle de l'automobile et de 15 fois (au maximum) inférieure à celle de l'avion, même si l'on prend en compte le cycle de vie complet englobant la conception, la construction et la mise en service.

Améliorer
Le secteur de la grande vitesse s'attache depuis longtemps à réduire les coûts d'énergie et à conserver son

avance en développant des véhicules et une infrastructure plus performants.

La consommation d'énergie par voyageur pour les TGV est généralement plus basse que pour les trains classiques, plus lents circulant entre les mêmes gares. Ce qui s'explique par plusieurs atouts : un profil de vitesse plus homogène, un tracé de ligne nouvelle plus direct, un moindre recours à des services auxiliaires, une moindre masse par siège, des rames au profil plus aérodynamique, des trains plus longs, un meilleur coefficient de remplissage et un système électrique plus performant.

Le site UIC EcoPassenger fournit aux voyageurs potentiels un calcul de l'empreinte environnementale occasionnée par les parcours ferroviaires internationaux en Europe (www.ecopassenger.org). Il compare les principaux modes concurrentiels (avion et automobile) et illustre les avantages du rail en termes d'émissions de CO₂.

De l'électricité verte

Électrifié à 100%, le rail à grande vitesse est directement compatible avec l'utilisation d'énergies renouvelables même en l'absence d'améliorations technologiques. L'utilisation de l'électricité permet aux opérateurs ferroviaires grande vitesse de recourir facilement (par rapport à d'autres modes de transport) aux différentes formes d'énergie renouvelable accessibles.

Dans cette optique, plusieurs compagnies ferroviaires ont commencé récemment à acheter de l'électricité verte. À titre d'exemple, la Scandinavie, la Suisse et l'Autriche possèdent des réseaux entiers utilisant presque exclusivement de l'électricité décarbonée. Suite à un contrat déjà signé, les chemins de fer néerlandais couvriront d'ici 2018 la totalité de leurs besoins à partir de nouvelles sources d'énergie renouvelable.



Des trains branchés sur le soleil

Il existe des infrastructures et des services grande vitesse qui consomment leur propre énergie renouvelable, comme le montre l'exemple du tunnel ferroviaire de Schoten en Belgique, conçu initialement pour protéger la faune en zone forestière et réduire le bruit provenant de la ligne ferroviaire et de l'autoroute.

Le gestionnaire d'infrastructure belge Infrabel y a installé 16 000 panneaux solaires au dessus du tunnel de la ligne Anvers-Amsterdam, sur une longueur de 3,4 kilomètres pour une surface totale de 50 000 m² (soit à peu près 8 terrains de football), avec une puissance installée de presque 4 MW et une production annuelle de 3,3 GWh d'électricité.

L'énergie est utilisée pour alimenter à la fois les équipements fixes (c'est-à-dire les gares, l'éclairage, le chauffage et la signalisation) et la traction des trains. L'électricité produite par les panneaux solaires alimente environ 4 000 trains par an.

La France n'est pas en reste. La gare d'Achères, dans les Yvelines, en est un exemple.



Beaucoup moins de CO₂

Un projet de compensation carbone a été lancé pour la nouvelle ligne à grande vitesse en Californie. En termes d'émissions de gaz à effet de serre, le projet aura un impact de 170 000 tonnes de CO₂. Mais lorsque le projet aura pleinement abouti, la ligne à grande vitesse réduira les émissions de gaz à effet de serre de 520 000 tonnes grâce à la plantation de 4 600 arbres et à un don de 20 millions de dollars affectés au remplacement d'autocars scolaires vieillissants.

Les calculs effectués par la "California High-Speed Rail Authority" montrent que si l'on intègre l'ensemble des mesures de compensation carbone prévues pour la ligne à grande vitesse, les avions émettront 57 fois plus de gaz à effet de serre et les automobiles 43 fois plus.



sécurité

l'atout majeur des trains à grande vitesse

Rouler à 320 km/h, soit 89 mètres par seconde, pratiquement la longueur d'un terrain de football, nécessite une sécurité absolue des circulations. La sécurité est un des atouts des trains à grande vitesse : elle est le rempart contre les défaillances techniques et humaines, et repose sur de nombreux éléments différents.

Cela commence dès la phase de conception des rames TGV, de l'étude du tracé de la ligne, de la signalisation, de l'alimentation électrique de la caténaire et des ouvrages d'art. La qualité est une préoccupation primordiale, et les vérifications sont nombreuses, depuis la phase de conception incluant la réalisation de tous les éléments, l'homologation des systèmes, jusqu'aux premiers essais avant la mise en service commerciale. De même, la formation des person-

nels est assurée pour faire face à l'exploitation en situation normale et surtout en situation perturbée. Cette formation est dispensée aux conducteurs des trains, aux personnels en charge de la maintenance des infrastructures et de la maintenance des rames TGV.

En phase d'exploitation, la sécurité passe bien entendu par le respect scrupuleux de toutes les règles et de toutes les procédures, tant au niveau de la conduite, de la signalisation qu'à la maintenance du matériel roulant, des infrastructures et des installations fixes. En raison de la vitesse, la signalisation classique, les signaux le long des voies, ne serait pas visible. C'est pour cela que le conducteur possède en cabine des indicateurs sur la vitesse l'obligeant à respecter les indications (vitesse limite entre autres).

Provoquant, le cas échéant, le freinage du train. Le contrôle de vitesse et le suivi permanent et en direct de tous les trains, sont assurés par le personnel des centres de régulation et de commandement, comme celui de Rennes d'où sont gérés tous les TGV circulant vers l'Ouest de la France.

Les statistiques concernant la sécurité du système TGV sont éloquentes. Depuis le démarrage du service en 1981, aucune issue fatale liée à l'exploitation commerciale à grande vitesse n'est à déplorer. Aujourd'hui, les TGV cumulent un trafic de plus de cinquante trois milliards de voyageurs-kilomètres par an sur les lignes exploitées à grande vitesse.

Le système de transport ferroviaire à grande vitesse est sûr et fiable.

le quizz

Quel est le temps de parcours par TGV entre Paris et Rennes ?

- 1h25 1h37 1h40

À quelle date le premier TGV a-t-il été mis en service en France ?

- 1980 1981 1984

Comment se nomme le train à grande vitesse japonais en service depuis 1964 ?

- Le Kabuki
 Le Shinkansen
 Le Soleil Levant

Quel pays exploite le plus long kilométrage de lignes à grande vitesse ?

- La Chine L'Espagne Le Japon

Quel est le nombre de places assises dans une rame de 8 voitures TGV Duplex ?

- 460 510 550

Quel est le kilométrage des lignes TGV en France en 2017 ?

- 800
 1 800
 2 800

Le record du monde de vitesse sur rail est détenu par la France depuis 2007. Quel est-il ?

- 521,2 Km/h
 574,8 Km/h
 598,5 Km/h

Pour un billet de TGV à 100 euros, quel est le montant représenté par l'énergie ?

- 23 € 15 € 3 €

Quel est le temps nécessaire à un TGV pour parcourir 1 km à 300 km/h ?

- 12 secondes
 16 secondes
 18 secondes



Avec 1 000 litres de carburant, combien de voyageurs peuvent être transportés en train, voiture et avion ?

- 215 en TGV, 310 en voiture et 104 en avion
 111 en TGV, 52 en voiture et 20 en avion
 82 en TGV, 63 en voiture et 41 en avion

Quel est le nombre de kilos de CO2 émis lors d'un voyage de 2 personnes en TGV entre Rennes et Paris ?

- 8,3 en train, 21,4 en voiture et 101,3 en avion
 30,4 en train, 22,1 en voiture et 35,6 en avion
 2,2 en train, 32,6 en voiture et 115,6 en avion

Pour 1 tonne de CO2 émise, combien de voyageurs peuvent-ils être transportés entre Paris et Rennes en train, voiture et avion ?

- 476 en TGV, 23 en voiture et 9 en avion
 55 en TGV, 103 en voiture et 120 en avion
 133 en TGV, 8 en voiture et 10 en avion

Réponses

1h25 - 1981 - Le Shinkansen - La Chine - 510 - 2 800 - 574,8 km/h - 3 €
- 12 secondes - 111 en TGV, 52 en voiture et 20 en avion - 2,2 en
train, 32,6 en voiture et 115,6 en avion

L'Espace des sciences de Rennes : 30 ans d'existence

L'Espace des sciences de Rennes existe depuis 1984. Créé dans une galerie commerciale, il est devenu l'un des fleurons des Champs Libres, majestueux bâtiment que l'on doit à l'architecte Christian de Porzamparc. Fréquenté par 200 000 personnes chaque année, dont plus de 20 000

scolaires, il propose aux visiteurs des expositions permanentes et temporaires, des conférences hebdomadaires et des séances quotidiennes d'astronomie sous le dôme de son planétarium. Des médiateurs sont au service dupublic. À commencer pour les plus jeunes qui apprécient le Laboratoire

de Merlin, réservé aux -12 ans. Des animateurs vont aussi à la rencontre des jeunes dans plusieurs médiathèques et établissements scolaires de Bretagne. Centre de culture scientifique, technique et industrielle, il édite également un mensuel "Sciences Ouest". Dirigé par Michel Cabaret, l'Espace des sciences est le centre de culture scientifique le plus fréquenté en région.

Espace des Sciences, Les Champs Libres
19 cours des Alliés, 35000 Rennes
En savoir plus : www.espace-sciences.org

"La grande vitesse dans le monde" est une brochure conçue et éditée par l'Union Internationale des Chemins de fer (UIC) et l'Espace des sciences. Y ont contribué : Hervé Aubert (aubert@uic.org), Ihaki Barron (barron@uic.org) et Yvon Lechevestrier (ylechevest@gmail.com). Réalisation, mise en page et infographies : Kosak Production (emmanuel@kosakproduction.fr) Impression sur papier offset certifié PEFC : Calligraphy Print, 7 rue de la Rouyardère, P.A la Gaultière, 35220 Chateaubourg Crédits photos : @UIC, @Shutterstock Date de publication : Avril 2017



EXPOSITION
> du 2 avril 2017 au 7 janvier 2018

LGV IH25

GRANDE VITESSE

UNE AVENTURE
SCIENTIFIQUE
TECHNIQUE
ET HUMAINE

Illustration et conception : François Schuiten, Laurent Duneux et Jack Duneux

Les champs libres

