



la grande vitesse

dans le monde

Brochure conçue dans le cadre
de la coproduction de l'exposition
Grande vitesse ferroviaire



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, conception fonctionnelle, et équipements. Il en est de même pour le matériel roulant, l'exploitation, la stratégie de maintenance, le financement, le marketing, le management, les enjeux juridiques, la réglementation...

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 s'il doit répondre à 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 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 de l'UIC

Les lignes à grande vitesse dans le monde 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 en 1981, se développe dans de nombreux pays en Europe, Asie,

Amérique du Nord, Moyen-Orient ou encore en 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 et d'encourager 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 consultatif auprès des Nations Unies.

C'est donc tout naturellement que l'Union Internationale des Chemins de fer est heureuse d'être partenaire de la Cité des Sciences et de l'Industrie de Paris à l'occasion de cette exposition sur le thème de la grande vitesse ferroviaire dans le monde.

« Les défis de la grande vitesse ferroviaire »

La grande vitesse ferroviaire ne cesse d'évoluer afin de demeurer un mode de transport toujours plus compétitif et attractif pour la société. Ces évolutions, qui font l'objet de discussions et d'échanges de bonnes pratiques entre professionnels du domaine, donnent lieu à la tenue d'un rendez-vous mondial tous les deux ans. Le congrès mondial pour la grande vitesse ferroviaire est organisé par l'Organisation mondiale des chemins de fer, l'UIC, prenant pour hôte un pays dans lequel circulent des trains à grande vitesse. Le prochain congrès se déroulera à Pékin en juin 2020 et rassemblera des personnalités et des acteurs du monde du transport provenant de très nombreux pays au niveau mondial, avec une participation attendue de près de 3 000 personnes.

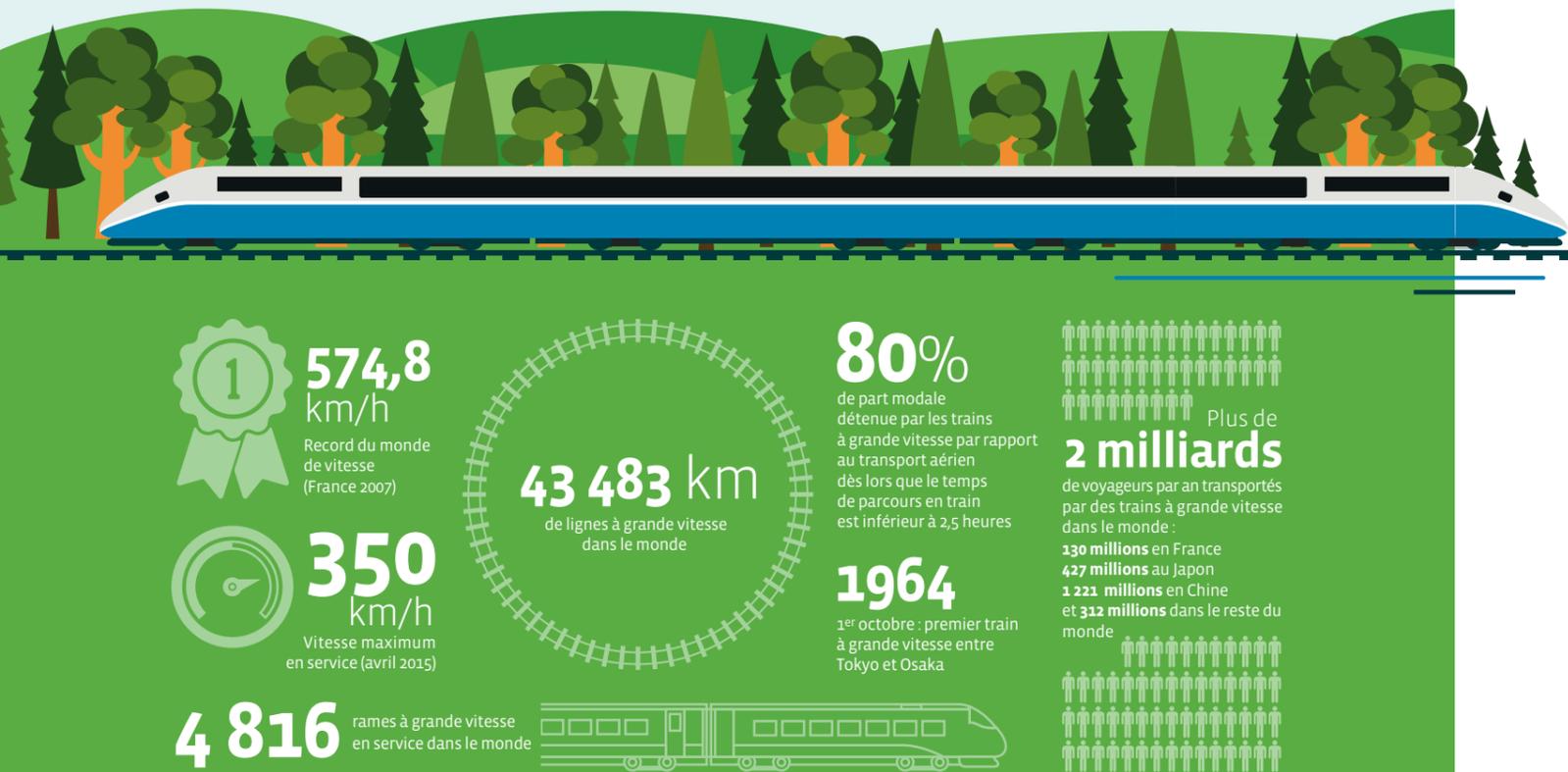
Modifiant le paysage des transports, l'accessibilité des villes et des autres territoires et contribuant largement au développement social et écono-

mique des pays concernés, tout en étant respectueux de l'environnement, les trains à grande vitesse ne cessent de relever des défis de taille.

Si, en France, aujourd'hui, la vitesse commerciale maximale des TGV est de 320 km/h, la Chine détient le record avec 350 km/h. Pour atteindre ces vitesses, il a fallu relever de nombreux défis techniques au niveau des matériels roulants, comme par exemple la puissance des moteurs, la captation du courant, l'aérodynamisme. Les défis ont aussi concerné l'infrastructure. L'exemple le plus significatif est certainement la signalisation, qui ne peut plus être latérale, mais transmise en cabine de conduite. Car il est impossible de voir les signaux dans toutes les conditions climatiques. Les pages suivantes vous permettront d'en apprendre davantage sur ce passionnant mode de transport !



Marc Guigon
Directeur du Département Voyageurs de l'UIC



le rail

une histoire de vitesse

1830



En 1830 déjà...

Les 50km/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 les trains : 100km/h avant 1850, 130km/h en 1854, et même 200km/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 180km/h pour une vitesse moyenne de 135km/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

Ce 1^{er} octobre 1964



Après plusieurs records de vitesse significatifs établis en Europe (en Allemagne, Italie, Royaume-Uni, et en France avec un record à 331km/h en 1955), le monde a été surpris lorsque, le 1^{er} octobre 1964, la compagnie nationale des chemins de fer japonais (JNR) a mis en service une ligne totalement nouvelle de 515km, reliant Tokyo à Osaka. Avec un écartement standard (1,435m), elle est différente des lignes classiques à écartement métrique construites jusque-là. Cette ligne avait pour finalité de mettre le nouveau système de transport en mesure d'accompagner la croissance rapide de l'économie japonaise. Le président des JNR, Shinji Sogo, et le vice-président responsable de la technologie, Hideo Shima, n'ont pas pour seule ambition de créer une ligne nouvelle. Ils entendent avant tout 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 210km/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 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, oppositions politiques, première crise pétrolière de 1973, etc.) 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, pour faire circuler des trains à une vitesse maximum de 260km/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 en Europe.



Le TGV, premier train à grande vitesse dans le monde, circule en France à 260km/h

1981

D'autres modes de transport émergent. Le train Maglev à sustentation magnétique en est un exemple. Il est déjà exploité sur des courtes distances, principalement pour relier les aéroports aux centres villes. C'est le cas en Chine, à Shanghai et Changsha, ou encore en Corée du Sud au départ de l'aéroport d'Incheon. Avec la même technique, le Japon développe un projet de train appelé Shinkansen Chūō dont le premier tronçon doit être mis en service entre les villes de Tokyo et Nagoya en 2027. D'autres pistes sont explorées, comme le projet de

transport à très grande vitesse dans des capsules pressurisées maintenues par sustentation magnétique dans un tube sous vide, permettant d'atteindre des vitesses très élevées, de l'ordre de 1 000 km/h.

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 politiques.

Le KTX entre en service en Corée du Sud

2004

2003

Le HS1 entre en service au Royaume-Uni

1997

La grande vitesse ferroviaire s'invite en Belgique

1981-2019 À la conquête du monde

Après le succès spectaculaire du TGV, de nombreux pays ont opté 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 sont concrétisées dans d'autres pays tels que la Chine à partir de 2008, la Corée du Sud en 2004, China-Taiwan en 2007, la Turquie en 2009 et enfin l'Arabie Saoudite et le Maroc en 2018.



Train à grande vitesse chinois

L'AVE est mis en service en Espagne

1992

Le TGV « Atlantique », premier train à circuler régulièrement à 300km/h

1989

Avènement du « Pendolino » en Italie et de l'ICE en Allemagne

1988

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

La grande vitesse ferroviaire s'installe en Arabie Saoudite et au Maroc

2018

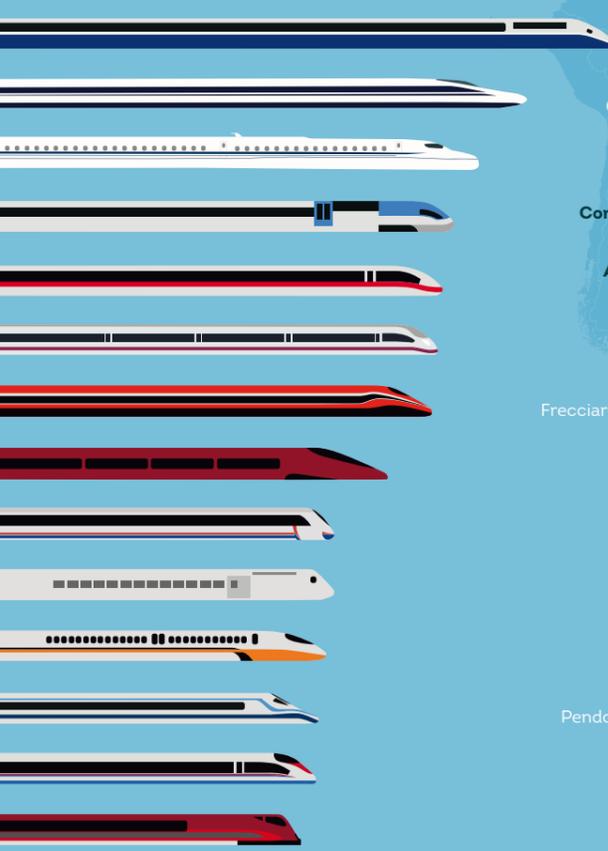
2019

Les lignes à grande vitesse s'étendent sur près de 43 500 kilomètres dans le monde...

... En 2050, on en comptera plus de 98 000km

toujours plus loin

43 483 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
Taiwan 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

légende

- 575 km/h *Record de vitesse*
- 320 km/h *Vitesse en exploitation commerciale*
- Pays équipés de lignes à grande vitesse*
- Ligne commerciale*
- Ligne commerciale en cours de réalisation*
- Ligne commerciale en projet*
- Ligne commerciale en projet à long terme*

Situation en octobre 2018



la grande vitesse ferroviaire

hier, aujourd'hui et demain



Michel Leboeuf
Président honoraire
du comité grande vitesse de l'UIC

Les voyageurs qui prenaient les premiers TGV entre Paris et Lyon en 1981, au même titre que ceux qui embarquaient à bord du Shinkansen en 1964, ressentait le frisson de la vitesse : comment aller aussi vite sans dérailler s'étonnaient-ils ! Par l'exploit technique, le train récupérait le prestige que l'avion lui avait volé. S'il allait moins vite, son allure était en revanche très perceptible car elle était inscrite dans le paysage défilant, ressentie dans les vibrations du mobile, martelée au croisement de deux trains se croisant à 260 km/h. Bref, le TGV ajoutait une nouvelle fierté au voyage.

Aujourd'hui, les trains vont encore plus vite mais la vitesse n'a plus le même effet. Le succès mondial de la grande vitesse semble avoir banalisé la technique et d'ailleurs plus personne ne s'étonne des incessantes innovations qui entrent dans notre quotidien. Avec près de 2 milliards de voyages par an sur 42 000 km de lignes nouvelles dans une vingtaine de pays différents, la grande vitesse ferroviaire est devenue un standard de voyage avec une allure de croisière (320 à 350 km/h) qui est le double de ce qui se faisait quasiment de mieux avec

les trains classiques (160 à 180 km/h). Chemin faisant, le train à grande vitesse est devenu le TGV, une marque commerciale.

Au-delà d'un certain niveau, la technique s'estompée au profit de quelque chose qui lui est supérieur, comme la grâce pour la danse classique. Mais de quoi la maîtrise de la technique ferroviaire rend-elle grâce ?

C'est probablement au tournant des années 2000 que le changement de paradigme s'est fait sentir. À cette époque, le slogan publicitaire du TGV avait la forme d'un « oxymoron impératif » : « prenez le temps d'aller vite ». Ce slogan allait de pair avec un film publicitaire montrant un groupe de voyageurs quittant nonchalamment un arbre, formant un train virtuel et traversant la campagne pour arriver dans la ville. C'était en quelque sorte l'éloge de la lenteur (et peut-être aussi de la paresse) associé à la promotion de la vitesse, dans le plus grand respect de l'environnement.

Ce slogan était en réalité prémonitoire car, avec la révolution numérique, la productivité augmente tellement que le coût de toute chose est orienté à la baisse. Paradoxalement, ce qui était gratuit prend de la valeur. C'est le cas de l'air que l'on respire et de notre capacité d'attention limitée à quelques heures par jour, alors que nous sommes de plus en plus submergés d'informations.

Ainsi, au moment où la rareté des biens s'efface, la valeur de notre environnement comme celle de notre temps personnel ne font qu'augmenter.

En allant plus vite sur Terre, toujours pour le même prix et parfois pour moins (avec l'offre low cost Ouigo, par exemple), le TGV relève le défi du temps contemporain, en « gagnant du

temps sur le temps », en flânant de plus en plus loin dans un monde rendu plus sain et plus accessible.

D'aucuns ne voulaient voir dans la grande vitesse qu'un moyen de transport cher et dispendieux en énergie. Mais c'est en Chine qu'il est le plus développé, avec 26 000 km de lignes à grande vitesse, et c'est au Maroc qu'il s'étend actuellement. Quand les données, qui constituent aujourd'hui la richesse des nations, circulent à la vitesse de la lumière, les hommes ne pouvaient pas stagner ou ralentir. Il leur fallait rouler plus vite. Comme partout dans le monde, le train à grande vitesse a démontré son aptitude à détourner du trafic automobile et aérien, il a largement justifié le supplément d'énergie électrique que la vitesse nécessite et il a fini par s'imposer pour sa frugalité environnementale.

Le train est né pour satisfaire un besoin initial de transport de marchandises (charbon principalement). Le transport ferroviaire de personnes n'en a d'abord été qu'un sous-produit. Les investissements récents dans la grande vitesse semblent reléguer le fret ferroviaire dans l'oubli. Mais, avec la révolution numérique et le commerce en ligne, la valeur massique ou volumique du fret évolue parallèlement à celle du temps des hommes. Ainsi, les nouvelles infrastructures ferroviaires construites pour les passagers pourraient, à l'instar de ce qui démarre en Italie, trouver un nouvel usage en accueillant des trains de fret à grande vitesse.

Ce juste retour des choses illustre que si le train n'est qu'un moyen pour une fin, il n'a pas fini de se donner les moyens d'aller plus vite et plus loin. Il se réinvente sans fin. Demain il sera autonome et fonctionnera à l'hydrogène. Après-demain, ...



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 opérations. La sécurité est un des atouts des trains et spécialement des trains à grande vitesse : elle est le résultat d'une gestion professionnelle et exigeante des aspects techniques, organisationnels et humains.

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. Si l'infrastructure est importante, la

formation du personnel l'est tout autant. Elle 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 ouvrages d'art et des installations fixes. Le maintien des connaissances et des compétences du personnel et l'entretien adéquat de l'infrastructure et du matériel sont essentiels au maintien du niveau de sécurité du système à grande vitesse.

C'est d'autant plus important qu'en raison de la vitesse, la signalisation classique – les signaux le long des voies – ne pourrait pas être visible. Il a fallu innover pour introduire en cabine de conduite un système qui contrôle le respect des vitesses et qui transmette les ordres des opérations. Le suivi permanent et en direct de tous les trains, est assuré par le personnel des centres de régulation et de commandement.

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 53 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.

énergie

des TGV moins gourmands

Évitement, transfert modal, amélioration

La grande vitesse et le développement durable, a 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 l'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'insertion des liaisons ferroviaires à grande vitesse 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 lignes à grande vitesse 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 de l'énergie, à conserver son avance en développant une infrastructure et des véhicules plus performants. La consommation d'énergie par voyageur pour les trains à grande vitesse est généralement plus basse que pour les trains classiques, plus lents, circulant entre les mêmes gares. Ceci possède donc 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.

De l'électricité verte



Électrifié à 100%, le train à grande vitesse est directement compatible avec l'utilisation d'énergies renouvelables, même en l'absence d'améliorations. 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 en vue d'accroître la part d'électricité d'origine renouvelable.

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 couvrent désormais 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 à grande vitesse Anvers - Amsterdam, autrement dit 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.



Beaucoup moins de CO₂

Un projet de compensation carbone a été lancé pour la nouvelle ligne grande vitesse en Californie. En terme 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.

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), en comparant les principaux modes concurrents (avion et automobile) et en illustrant les avantages du rail en termes d'émissions de CO₂.

le quiz

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 - Le Shinkansen - La Chine - 510 - 2 800 - 574,8 km/h - 3 € - 12 secondes - 111 en TGV, 52 en voiture et 20 en avion - 82 en TGV, 63 en voiture et 41 en avion - 2,2 en train, 32,6 en voiture et 115,6 en avion - 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 - 215 en TGV, 310 en voiture et 104 en avion

grande vitesse ferroviaire

exposition
19 février
— 18 août 2019



cité
sciences
et industrie



M > Porte de la Villette
cite-sciences.fr
#ExpoGrandeVitesse



Coproduit par

En partenariat avec

ALSTOM

UIC

Avec

20

CitizenFfd

Avec le soutien de

EIFFAGE

Inrap

SNCF

Alternatives Economiques

Rail

"La grande vitesse ferroviaire dans le monde" est une brochure conçue et éditée par l'Union Internationale des chemins de fer (UIC).
Directrice de Publication : **Marie Plaud-Lombard**
Coordinateur éditorial : **Hervé Aubert**
Avec l'expertise de **Marc Guigon**, Directeur UIC Passagers et Grande vitesse,
Michel Leboeuf, Président honoraire du Comité grande vitesse de l'UIC.
Crédits photos : Remerciements aux membres de l'UIC.
Conception graphique : **Kosak Production**
Coordination : **Cécile Gendrot**

Email : com@uic.org [uic.org](https://www.uic.org) [Twitter](#) [LinkedIn](#) [Pinterest](#) [Facebook](#) [YouTube](#) #UICrail

ISBN 978-2-7461-2792-0
Janvier 2019



INTERNATIONAL UNION
OF RAILWAYS



Et pour prolonger le voyage, n'hésitez pas :

- à visionner la vidéo « Train du futur », réalisée à l'occasion de l'ouverture du musée mondial ferroviaire « Train world » à Bruxelles (Schaarbeek) : <https://www.youtube.com/watch?v=36SHe0mxQsQ>
- à visiter le site Train World : www.trainworld.be/fr
- à visiter le site de la Cité du train de Mulhouse : www.citedutrain.com