



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREMIER MINISTRE



RAPPORTS
Octobre 2011 & DOCUMENTS

Le train à grande vitesse dans le monde : perspectives d'avenir



Développement durable

© SNCF Médiathèque – Jean-Jacques d'Angelo



Le train à grande vitesse dans le monde

Perspectives d'avenir

Christine Raynard
François Viellard
Rapporteurs

Dominique Auverlot
Coordinateur

Octobre 2011



Vincent Chriqui,
directeur général
du Centre d'analyse
stratégique

Le TGV est l'une de nos belles réussites technologiques. Même si la grande vitesse ferroviaire a été inventée par les Japonais, les multiples records établis par Alstom, en partenariat avec la SNCF et RFF, ont régulièrement confirmé l'excellence technologique française : le dernier record, qui date d'avril 2007, s'établit à 574,8 km/h.

Le TGV transporte quotidiennement, depuis plus de trente ans, un nombre important de passagers – plus de 108 millions de voyageurs sur l'ensemble de l'année 2010 – dans des conditions reconnues de confort, de fiabilité et de sécurité. Les principales métropoles françaises sont déjà desservies. D'autres villes le seront bientôt, grâce aux 2 000 kilomètres de lignes supplémentaires prévues par la loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement.

La grande vitesse ne représente que 10 % environ du marché total de l'industrie ferroviaire française. Elle n'en constitue pas moins un marché stratégique, en raison de son caractère symbolique, de la notoriété technologique qu'elle confère à l'entreprise qui la maîtrise et au pays qui la développe, en raison enfin de l'écosystème industriel créé autour de ce secteur.

Cependant, le contexte mondial change. L'ouverture à la concurrence du système ferroviaire, l'apparition de nouveaux constructeurs et le développement technologique de la Chine ont considérablement modifié la donne en l'espace d'une décennie. La France se trouve désormais confrontée à une compétition de plus en plus vive.

La Chine s'est imposée, depuis deux ans, comme le pays leader dans le développement de la grande vitesse. À l'horizon 2020, elle a planifié sur son territoire un réseau de 16 000 kilomètres de lignes : à cette date, toutes les villes de plus de 500 000 habitants devraient être desservies, et 90 % de la population devrait être reliée à ce futur maillage. Bien que la grande vitesse ferroviaire connaisse une certaine remise en cause en Chine, et ce avant même l'accident survenu en juillet 2011, son développement rapide nous incite à poursuivre nos efforts d'innovation. La France peut rester en première ligne sur ce marché mais cela demandera des adaptations et des innovations technologiques.

Ce rapport présente un certain nombre de propositions destinées à permettre aux entreprises françaises de conserver une place importante dans le développement de la grande vitesse ferroviaire dans le monde, tant du point de vue de sa réalisation que de son exploitation.

La réussite de la grande vitesse ferroviaire française est le fruit d'une coopération étroite entre l'État, la SNCF et les entreprises qui l'ont conçue, avec Alstom en chef de file. C'est cette cohésion de tous les acteurs de la filière qui a permis par le passé d'exporter notre technologie en Corée du Sud : elle est aujourd'hui plus que jamais indispensable si nous souhaitons remporter de nouveaux contrats à l'exportation. Dans ce domaine comme dans bien d'autres, un marché ne peut être gagné que si le fournisseur est à l'écoute de son client et capable de lui proposer des produits adaptés, à des prix raisonnables. Cette nécessaire adéquation de l'offre aux besoins peut conduire à une réponse groupée de l'ensemble des industriels français ou, au contraire, à des initiatives séparées, dans le respect des règles de la concurrence – sous réserve naturellement que ces initiatives ne conduisent pas à des propos discordants entre les acteurs de la filière française.

Comme le souligne le rapport, la création d'une rame du futur dans le cadre des « investissements d'avenir », la pérennisation du marché domestique du matériel roulant (notamment grâce au « lissage » des commandes) et une coordination intelligente des acteurs français à l'export constituent trois conditions nécessaires à la poursuite de l'aventure industrielle de la grande vitesse ferroviaire française, sur notre territoire et dans le monde. Elles sont à notre portée.

Je tiens à exprimer ma gratitude aux membres du groupe de travail qui ont accepté de partager leur connaissance et leur expérience, au réseau international des missions économiques de la Direction générale du Trésor ainsi qu'aux rapporteurs du Département développement durable du Centre d'analyse stratégique.

Introduction	7
--------------------	---

Chapitre 1

Un développement mondial prometteur, pour un marché limité.....	11
---	----

1 ■ Une technologie maîtrisée par un nombre croissant de pays.....	12
1.1. Le Japon, pionnier dès les années 1960	12
1.2. La réalisation et le déploiement du TGV en France.....	14
1.3. Les années 1990-2000 et le déploiement de la grande vitesse dans le monde	22
2 ■ Des perspectives de développement dans le monde prometteuses, mais un marché étroit	25
2.1. Un développement mondial du réseau attendu dans les pays émergents, en particulier en Chine	25
2.2. Des opérations à forte connotation politique	27
3 ■ Les moyens de faire face à la concurrence étrangère.....	31
3.1. Les enseignements des appels d'offres	31
3.2. L'Airbus du rail : une fausse bonne idée.....	37
3.3. Pour une équipe de France du ferroviaire	37
3.4. Les salons internationaux de l'industrie ferroviaire	38
3.5. Pour une amélioration des financements à l'exportation	39

Chapitre 2

Les aspects techniques	41
------------------------------	----

1 ■ Des rames de plus en plus conçues pour être exportables.....	41
1.1. Au Japon, des rames conçues pour un réseau nouveau, sans les contraintes techniques héritées du passé	41
1.2. En France, un matériel original capable à la fois de rouler à grande vitesse sur lignes nouvelles et de circuler sur le réseau classique.....	42
1.3. Le développement de la concurrence dans le monde	44
1.4. Le train modulable et adaptable de demain, une réponse au marché de niche	48
2 ■ Les nouveaux défis	51
2.1. La nécessaire maîtrise de la voie	51
2.2. La sécurité, toujours primordiale	53
2.3. Une rentabilité commerciale maîtrisée	57
2.4. Faut-il vraiment aller toujours plus vite ?	61

Conclusion et recommandations	65
-------------------------------------	----

ANNEXES

Annexe 1 - Composition du groupe de travail.....	85
Annexe 2 - Liste des intervenants	89
Annexe 3 - Projets de lignes à grande vitesse dans le monde	93
Annexe 4 - La stratégie d'exportation de la France	147
Bibliographie.....	153

Le chiffre d'affaires mondial de l'industrie ferroviaire est estimé à 136 milliards d'euros en moyenne annuelle pour la période 2007-2009 – dont 95 milliards sur des marchés ouverts à la concurrence¹. Celui de la grande vitesse est quant à lui de 13,2 milliards, dont 8,5 milliards environ pour le matériel roulant et 4,5 milliards pour les équipements ferroviaires².

Actuellement, 2 000 rames à grande vitesse (250 km/h et plus) circulent dans le monde. La France, *via* la SNCF, représente 22,5 % du parc mondial avec 450 rames.

Ce marché mondial des rames à grande vitesse s'élevait à environ 7 milliards d'euros en moyenne annuelle pour la période 2007-2009, ce qui signifie qu'avec une commande de la SNCF d'une douzaine de rames par an, soit environ 300 millions d'euros, le marché français représente environ 4 % du marché mondial.

Le train à grande vitesse est une des plus belles réussites de la technologie française. Ses records de vitesse réguliers mais surtout sa fiabilité et son confort lui confèrent une place particulière dans le cœur des Français : le TGV a transporté 108,3 millions de voyageurs en 2010³. Même s'il ne constitue qu'un pourcentage relativement faible du marché ferroviaire (environ 10 %), il n'en reste pas moins le symbole d'une avance technologique et d'un savoir-faire qui rejaillit sur l'ensemble des entreprises qui le fabriquent.

Le train à grande vitesse s'est développé grâce à une coopération étroite entre l'État, la SNCF et l'entreprise qui le concevait, Alstom. C'est ainsi que la décision de réaliser la ligne Paris-Lyon a été prise au plus haut niveau de l'État en 1974. Son exploitation n'a pas connu d'accident majeur depuis sa première mise en service. Le TGV fait ainsi partie des grands projets impulsés par l'État français et mené avec brio par ses entreprises. Le dernier né de cette technologie, l'AGV (« automotrice à grande vitesse »), devrait être mis en service à la fin de l'année en Italie et se veut résolument un train européen.

Ce modèle de développement, inspiré d'une vision colbertiste, est pourtant remis en cause aujourd'hui pour quatre raisons principales :

- l'ouverture à la concurrence du transport ferroviaire de voyageurs, depuis janvier 2010 sur les lignes internationales, puis progressivement sur l'ensemble du

(1) Source UNIFE/BCG. La décomposition par segments de trafic est la suivante : a) grande vitesse : 13,2 milliards d'euros ; b) rail conventionnel : 104,6 milliards d'euros, dont environ 81 milliards pour le matériel roulant et 23 milliards pour les équipements ferroviaires ; c) tramways : 6,5 milliards ; d) matériels périurbains (RER, etc.) : 11,6 milliards. Pour ces deux derniers postes, la part du matériel roulant se situe à environ 67 %.

(2) L'Union internationale des chemins de fer (UIC) considère que le seuil de la grande vitesse se situe au-delà de 250 km/h. Cette règle souffre quelques exceptions et, surtout, n'est pas rigoureusement respectée par des exploitants et constructeurs ferroviaires qui qualifient de grande vitesse des trains ne roulant au maximum qu'entre 200 et 240 km/h, de surcroît exclusivement sur ligne classique. Sauf indication contraire, nous retiendrons cette vitesse de 250 km/h comme seuil de la grande vitesse dans la suite de ce rapport.

(3) Source : SNCF.

réseau, conduit la SNCF à revoir son modèle économique de façon à pouvoir aborder cette phase dans de bonnes conditions. Sa relation privilégiée avec Alstom s'estompe ; le constructeur français n'est plus qu'un concurrent parmi les autres. L'achat par l'entreprise britannique Eurostar, détenue à 55 % par le groupe SNCF, de rames de fabrication étrangère pour circuler dans le tunnel sous la Manche, en est le symbole le plus clair et a été vécu douloureusement ;

- la volonté de l'État d'entretenir le réseau et de poursuivre la réalisation de nouvelles lignes à grande vitesse, conformément aux conclusions du Grenelle de l'environnement, le conduit à augmenter progressivement les péages pour pouvoir assurer le financement de ces travaux et compenser l'augmentation des coûts d'entretien et de maintenance sans accroître le déficit de RFF (Réseau ferré de France). Cette contrainte budgétaire conduit à faire peser sur l'usager final une part croissante du coût du réseau (existant et en développement). Elle freine le développement des trafics voyageurs et pourrait à terme entraîner au contraire une réduction des dessertes. Cette politique se répercute sur la SNCF, qui doit dès lors exploiter des lignes devenues dans certains cas moins rentables en payant plus. Des adaptations de la politique tarifaire sont certes possibles mais la marge de manœuvre est réduite, ce qui conduit la SNCF, d'une part, à prolonger la durée de vie de ses rames TGV jusqu'à 40 ans (quand les Japonais les remplacent au bout d'une quinzaine d'années) et, d'autre part, à envisager de ne plus acheter de nouvelles rames TGV dans les dix prochaines années. Ainsi, le président de la SNCF souligne que si l'entreprise devait consacrer une part excessive de ses moyens aux péages, elle serait conduite à réduire les dessertes et à ne plus commander de nouveaux TGV, ce qui affaiblirait dramatiquement l'industrie ferroviaire¹ ;
- si Alstom a refusé par le passé de transférer sa technologie en Chine, de peur de voir surgir un nouveau concurrent au bout de quelques années, l'expansion à un rythme sans précédent du réseau à grande vitesse ferroviaire dans ce pays a pourtant conduit les Chinois à développer, dans des partenariats avec Bombardier, Siemens et Hitachi/Kawasaki, des trains roulant à des vitesses commerciales supérieures à 300 km/h. Si l'on ajoute la montée en puissance des constructeurs espagnols, italiens, coréens (à partir, pour ces derniers, de la technologie Alstom), la compétition pour la réalisation de nouvelles lignes à grande vitesse devient de plus en plus difficile ;
- enfin, l'idée même de l'innovation technique et de la recherche d'une vitesse toujours plus grande est remise en question et ne fait plus consensus.

Par ailleurs, sans que cela remette en cause le modèle français, certains marchés restent fermés ou très difficiles d'accès pour diverses raisons : ce sera soit, comme en Autriche, des délais d'approbation de plusieurs années pour un nouveau matériel de voie, soit l'inscription dans la loi de la nécessité de réaliser la majeure partie du marché auprès des industriels présents dans le pays, ainsi que le demande le « *Buy American Act* »².

Faut-il alors renoncer au développement d'une technologie française de la grande vitesse ferroviaire ? Faut-il considérer qu'au terme des dix prochaines années, il ne restera qu'un seul constructeur de la grande vitesse en Europe ? Faut-il alors abandonner le tissu industriel que ce marché faisait vivre en France ? Certains

(1) *Le Monde*, 25 mars 2011.

(2) Loi de 1933 destinée à encourager l'achat de produits américains aux États-Unis.

répondent positivement à ces questions et soulignent que la compétition industrielle et la mondialisation ne permettraient plus de poursuivre cette aventure industrielle commencée il y a une trentaine d'années. À les entendre, cette volonté relèverait d'une vision passéiste de l'industrie et ne présenterait guère d'intérêt, si tant est qu'elle soit possible, compte tenu du faible poids de la grande vitesse dans l'ensemble du marché ferroviaire. Leur position, qui relève d'un certain pragmatisme, est peut être la bonne : le politique devra en décider.

Ce rapport se place néanmoins dans l'optique d'une poursuite de l'aventure industrielle de la grande vitesse et s'interroge sur les moyens de la prolonger. Il part notamment du principe que les dépenses envisagées par le Grenelle de l'environnement pour la réalisation de nouvelles lignes ferroviaires ne favoriseront notre croissance à long terme que dans la mesure où elles conduiront à des innovations technologiques et où elles permettront, dans le respect des règles de la concurrence, d'améliorer la compétitivité des entreprises concernées, françaises voire européennes.

Dans cette perspective, il examine la stratégie à déployer afin que la France continue à tenir une place importante dans le développement de la grande vitesse ferroviaire dans le monde, tant du point de vue de sa réalisation que de son exploitation.

Chapitre 1

Un développement mondial prometteur, pour un marché limité

Longtemps, le train à grande vitesse a constitué un symbole de la maîtrise technologique française. Même si le concept a été inventé par les Japonais, les différents records de vitesse établis par Alstom, en partenariat avec la SNCF et RFF, confirment cette excellence technologique (le dernier record, de 574,8 km/h, date d'avril 2007). En outre, comme l'a montré la célébration du trentième anniversaire du TGV au premier semestre 2011, le TGV est devenu un des moyens de transport préférés des Français, notamment pour sa ponctualité remarquable. Sans surprise, le Grenelle de l'environnement, que ce soit dans les discussions initiales entre les différents acteurs de la société civile ou dans les décisions gouvernementales, a privilégié cette forme de transport et, dans la foulée, le Parlement a voté un programme de plus de 2 000 kilomètres de lignes nouvelles d'ici 2020¹.

Pourtant, malgré ses succès incontestables, la grande vitesse ferroviaire française donne lieu à un certain nombre d'interrogations. Dans une mondialisation toujours croissante, notre technologie est d'abord de plus en plus concurrencée : l'Allemagne, puis l'Espagne et l'Italie apparaissent comme de véritables concurrents. Les entreprises japonaises, longtemps cantonnées à leur pays, ont remporté plusieurs marchés ces cinq dernières années, y compris en Europe. La Corée s'est inspirée des trains vendus par la France pour développer les siens. Et aujourd'hui la Chine, avec un vaste programme d'infrastructures, se dote d'un réseau de lignes à grande vitesse. Des trains de constructeurs différents y assurent maintenant des liaisons à des vitesses moyennes supérieures à 250 km/h et une vitesse maximale pouvait atteindre 350 km/h. Ainsi, la technologie française subit une concurrence particulièrement forte dans les pays qui cherchent à développer la grande vitesse ferroviaire : l'attribution récente par le Royaume-Uni d'un marché de nouvelles rames à grande vitesse à un constructeur asiatique en constitue une illustration supplémentaire.

Si la lettre de mission adressée au président de la SNCF en février 2011 souligne la nécessité de soutenir le modèle du TGV, auquel les Français sont attachés et qui assure l'irrigation de nos territoires, elle incite également à définir une meilleure articulation des dessertes TGV et TER, en étroite concertation avec les élus, pour éviter les doublons et les dépenses inutiles. Jusqu'à présent, les rames TGV circulaient sur les lignes ferroviaires à grande vitesse et poursuivaient leur parcours

(1) L'article 12 de la loi du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement prévoit que l'État contribuera, à hauteur de 16 milliards d'euros, au financement d'un programme d'investissements permettant de lancer la réalisation de 2 000 kilomètres de lignes ferroviaires nouvelles à grande vitesse d'ici à 2020. Un programme supplémentaire de 2 500 kilomètres sera en outre défini, incluant la ligne Paris-Orléans-Clermont-Ferrand-Lyon, dont les études sont déjà engagées en vue d'un débat public. Si certains projets figurant dans la liste des premiers 2 000 kilomètres prennent du retard par rapport à l'échéance de 2020, et dès lors qu'un projet figurant dans la liste des 2 500 kilomètres supplémentaires est prêt, ce dernier pourra être avancé à l'horizon 2020 et les travaux correspondants engagés.

sur des lignes classiques afin de desservir un certain nombre de villes, mais un autre modèle économique peut être envisagé, où les TGV restent sur le réseau à grande vitesse et sont relayés au-delà par les trains régionaux, voire les trains d'aménagement du territoire. D'un point de vue économique, ce modèle, qui réserve les TGV aux voies qui leur sont dédiées, présente un certain nombre d'avantages. À l'inverse, il oblige les passagers à changer de train et nécessite également un nombre moins important de rames TGV.

Avant d'aborder dans le chapitre suivant les questions techniques, ce chapitre retrace rapidement l'histoire de la grande vitesse ferroviaire, esquisse les projets en cours, ainsi que les forces et faiblesses actuelles de la France dans ce domaine.

1 ■ Une technologie maîtrisée par un nombre croissant de pays

1.1. Le Japon, pionnier dès les années 1960

Dans les années 1950, la ligne Tokaido¹ reliant Tokyo à Osaka atteint la saturation et les Japonais envisagent la conception d'un nouveau chemin de fer à grande capacité, sans précédent dans le monde et à écartement standard (1 435 mm). La décision de construction du Shinkansen n'interviendra cependant qu'en 1959 : elle sera réalisée dans un délai extrêmement court d'environ cinq ans et mise en service quelques jours avant la cérémonie d'ouverture des Jeux olympiques de Tokyo en 1964.

Le Shinkansen (ou « nouvelle ligne principale ») est le fruit de plusieurs technologies nouvelles, tant japonaises qu'étrangères. Son tracé bénéficie de courbes beaucoup plus larges que la voie précédente, ce qui permet une vitesse bien plus élevée. Cette ligne est de plus totalement isolée du reste du réseau ferroviaire et correspond à une conception entièrement nouvelle, tant pour le matériel que pour l'infrastructure et la signalisation.

Ainsi, le 1^{er} octobre 1964 est inauguré le premier train à grande vitesse du monde, le Tokaido Shinkansen entre Tokyo et Osaka (515 kilomètres). La vitesse maximum était de 200 km/h, pour un temps de parcours de 4 heures. Un an plus tard, le 1^{er} novembre 1965, une vitesse de 210 km/h a permis de réduire ce temps à 3 heures et 10 minutes. Le Japon a conservé le record de vitesse commerciale jusqu'en 1981, date à laquelle la France lui a ravi la première place. En 1964, deux trains par heure circulaient sur cette ligne qui a remporté très rapidement un grand succès auprès du public : en moins de trois ans, plus de cent millions de voyageurs ont emprunté cette voie. Quarante ans plus tard, la fréquence est de 15 trains par heure, correspondant à un intervalle de 4 minutes.

Le Japon a également développé et mis en place en 1965 le premier système informatique au monde de réservation des places dans le domaine ferroviaire, baptisé MARS-101 (*Magnetic-electronic Automatic Reservation System*).

Aujourd'hui, le réseau Shinkansen couvre l'ensemble du pays, avec une longueur totale en 2011 de 2 447 kilomètres. Des prouesses techniques ont permis son extension vers le sud puis le nord du Japon, puis la traversée de l'île principale de l'archipel, Honshu,

(1) Voie dont l'écartement était métrique (1 067 mm).

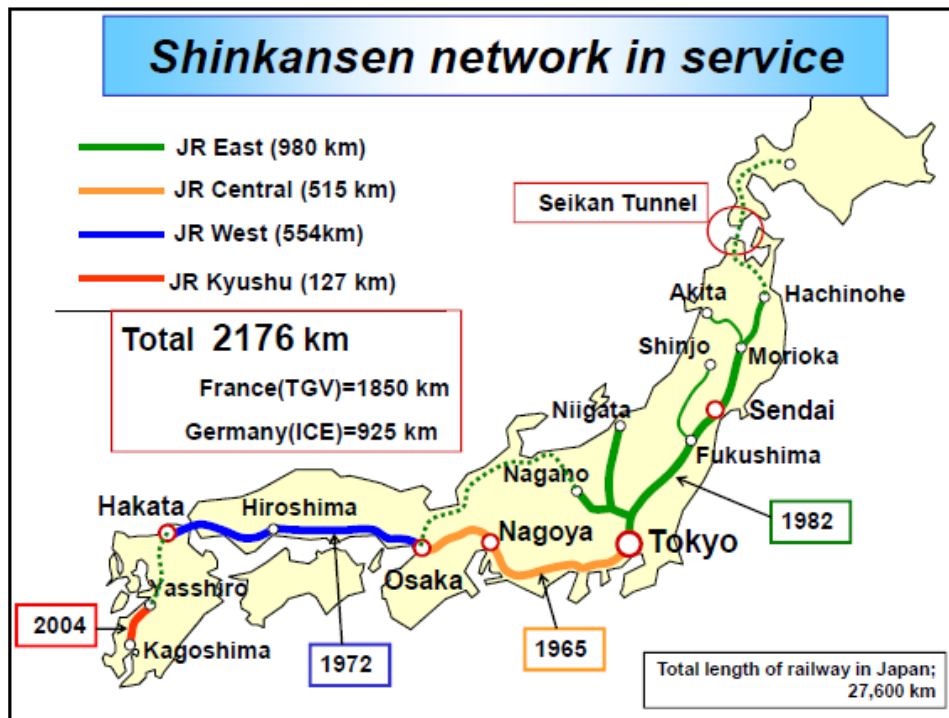
vers la mer du Japon, face à la Chine et à la Corée. Composante importante de l'infrastructure sociale du Japon, il contribue à son développement économique.

Les Japonais considèrent que les limites de la vitesse proprement dite ne sont pas atteintes. Des tests à 360 km/h ont été réalisés, mais pour des raisons liées au bruit, aux vibrations internes et externes, et surtout aux éventuels tremblements de terre, la vitesse maximale est actuellement limitée à 320 km/h.

Les impératifs d'exploitation (300 000 voyageurs par jour sur Tokyo-Osaka) ainsi que les fortes attentes des voyageurs font de la régularité et de la ponctualité une obsession, et du Shinkansen un métronome, tandis que le sens du service légendaire du pays du Soleil Levant fournit un modèle de respect du client.

La technologie et l'organisation japonaises expliquent la régularité et la sécurité auxquelles les Japonais sont parvenus : aucun accident n'est à déplorer depuis la mise en service du premier Shinkansen en 1964 et le retard moyen des trains se chiffre en secondes.

Réseau Shinkansen en 2010



Source : SNCF - Direction des grands projets internationaux

Le réseau s'est récemment enrichi de compléments de lignes (en pointillé sur la carte) : prolongement de la ligne Tohoku Shinkansen le 4 décembre 2010 de Hachinohe à Shin-Aomori (80 km) et ouverture de la ligne complète Kyushu Shinkansen jusqu'à Hakata (130 km) le 12 mars 2011.

La spécificité du système japonais le rend néanmoins coûteux et peut constituer un obstacle à l'exportation¹. En effet, le Japon utilise des technologies très spécifiques :

(1) Sa charge maximale à l'essieu est de 13 tonnes, alors qu'au niveau international, cette limite est fixée à 17 tonnes.

le faible bruit dans les voitures, essentiel au confort du voyageur japonais, engendre des coûts élevés. De même, le peu de bruit au passage du train, très apprécié au Japon où les trains roulent en pleine ville, limite naturellement les vitesses d'exploitation. Surtout, les trains à grande vitesse japonais ne peuvent rouler que sur des voies spécifiques et le Shinkansen n'est pas adapté à des réseaux à fortes pentes ou fortes courbures.

En revanche, il dispose d'une technologie unique contre les tremblements de terre, ce qui pourrait être apprécié dans les zones à risque sismique.

Pour Yoshio Ishida, vice-président d'East Japan Railways¹, il semble envisageable qu'une entreprise japonaise puisse exploiter un train à grande vitesse en dehors du Japon. Pour ce faire, il faut imaginer les formes de partenariat possibles et les différents types de coopération : technologique, capitalistique ou en exploitation. Un opérateur peut trouver à l'étranger de quoi développer son chiffre d'affaires et ses marges. À l'inverse, la charge maximale à l'essieu, plus basse au Japon que dans les autres pays, y rend probablement plus difficile l'importation de trains étrangers.

Les japonais Kawasaki et Hitachi ont déjà exporté à Taiwan, en Angleterre (avec Class 395 Hitachi) et ont vendu récemment leurs rames et leur technologie en Chine.

Signalons que les Japonais devraient mettre en service en 2011 une nouvelle rame à grande vitesse, le Fastech, dont la vitesse de croisière sera de 320 km/h à compter de 2013 (fin des travaux d'adaptation des sections déjà construites).

1.2. La réalisation et le déploiement du TGV en France

Le TGV Sud-Est Paris-Lyon : une nouvelle exploitation ferroviaire

Le développement de l'automobile durant les Trente Glorieuses, associé à un prix particulièrement bas du pétrole, a remis en question le ferroviaire au début des années 1960, aussi bien pour le transport de fret que pour celui de voyageurs. Les dernières lignes de tramway ferment les unes après les autres (sauf à Saint-Étienne), de même que les voies ferroviaires d'intérêt local.

L'une des idées permettant d'éviter le déclin consiste à recourir à des vitesses plus élevées : dès 1964, Jean Bertin propose à la SNCF son système d'aérotrain, se déplaçant sur coussin d'air sur un monorail, à l'aide d'une turbine ou d'un turbo-réacteur, à des vitesses importantes : le chiffre de 430 km/h est ainsi atteint en 1974. La DATAR retient ce système en 1967 pour des parcours de 100 à 500 kilomètres, à des vitesses comprises entre 250 et 300 km/h. Ce système ne permet cependant pas à des rames circulant à grande vitesse de poursuivre leur trajet sur les lignes classiques.

Inspirée pour partie par l'exemple japonais du Shinkansen, la SNCF étudie alors les possibilités de la grande vitesse ferroviaire sur infrastructure nouvelle, en cherchant à mettre en œuvre deux principes :

- la spécialisation de la ligne au trafic voyageur à grande vitesse ;

(1) Source : conférence à la Maison de la culture du Japon à Paris du 9 février 2011 et publication *SNCF Connections*, février-mars 2011.

- la compatibilité avec le réseau existant, c'est-à-dire la possibilité pour les trains à grande vitesse de circuler aussi bien sur les lignes nouvelles que sur le réseau classique.

Cette seconde caractéristique présente cet avantage que les nouveaux trains peuvent pénétrer au cœur des agglomérations en utilisant les infrastructures et les gares existantes.

Parmi plusieurs possibilités susceptibles de justifier une infrastructure nouvelle, le choix de l'axe Paris-Lyon s'impose vite, du fait de sa saturation et de la présence d'un goulet d'étranglement à deux voies seulement (entre Saint-Florentin dans l'Yonne et Dijon), ainsi que de distances pertinentes. De plus, il s'agit d'un projet entièrement français, par rapport à des relations à caractère international tel que l'axe Paris-Nord de la France.

La SNCF propose fin 1969 la mise en œuvre du projet à l'horizon 1976. Une commission interministérielle est créée et le projet se heurte à de nombreuses oppositions : le ministère des Finances ne souhaite pas un endettement supplémentaire de la SNCF, la DATAR soutient l'aérotrain, Air Inter s'élève contre un nouveau concurrent, la ville de Lyon se montre très réservée car elle vient de financer le transfert de l'aéroport de Lyon-Bron à Lyon-Satolas (nommé Lyon-Saint Exupéry aujourd'hui)...

Malgré toutes ces objections, la commission rend un avis favorable et en mars 1971, le président de la République Georges Pompidou approuve le principe du projet mais en différant sa mise en œuvre, afin de donner une priorité à la modernisation de la desserte ferroviaire de la banlieue parisienne. La construction de la ligne Paris-Lyon est définitivement décidée lors du conseil des ministres du 6 mars 1974. C'est donc l'une des ultimes décisions de Georges Pompidou, qui préside son dernier conseil des ministres le 27 mars 1974.

Ce n'est qu'en 1977 qu'un calendrier est arrêté et la mise en service de la ligne intervient en deux phases :

- le 27 septembre 1981 (inauguration le 22 septembre), pour la section entre Saint-Florentin (Yonne) et Sathonay (banlieue nord de Lyon) ;
- le 25 septembre 1983, pour la deuxième partie de Combs-la-Ville (banlieue sud de Paris) à Saint-Florentin.

La construction de cette ligne à grande vitesse (LGV) plus directe mais avec des rampes de 35 %, impressionnantes pour du chemin de fer, permet de réduire la distance ferroviaire entre Paris et Lyon de 512 km à 426 km.

Pour accueillir le TGV, Lyon se dote d'une nouvelle gare, Lyon Part-Dieu, ouverte en juin 1983, en remplacement de la gare des Brotteaux.

En 1981, à l'ouverture du premier tronçon, la vitesse de pointe en service commercial est de 260 km/h pour un temps de parcours de 2 heures et 40 minutes, au lieu de 3 heures et 45 minutes / 4 heures préalablement. Cette vitesse est portée à 270 km/h en septembre 1982 et le temps de trajet réduit à 2 heures en 1983, avec l'ouverture de l'intégralité de la ligne. La France détrône ainsi le Shinkansen japonais en matière de grande vitesse.

Entre 1965 et 1981, la SNCF et Alstom (originellement Alsthom) ont donc collaboré au TGV dans différents domaines, inaugurant une nouvelle ère des transports ferroviaires de passagers en France comme à l'étranger. L'équipe SNCF a conçu et créé le système initial, et l'équipe Alstom a joué un rôle majeur dans la construction des premiers TGV.

Le déploiement des LGV en France

Le TGV Sud-Est marque le début d'une nouvelle ère pour le chemin de fer, avec la création d'un réseau français de liaisons à grande vitesse. Ainsi, fin 1981, le lancement de la LGV Atlantique est annoncé pour relier Paris à l'ouest et au sud-ouest de la France : les travaux débutent en février 1985. La ligne nouvelle Atlantique est également ouverte en deux temps :

- le 20 septembre 1989, la branche ouest vers Le Mans est inaugurée ;
- le 28 septembre 1990, c'est le tour de la branche sud-ouest vers Tours et l'Aquitaine.

Fin 1987, le gouvernement décide la réalisation, sous maîtrise de la SNCF, du TGV Nord Europe, de la ligne d'interconnexion nord-sud en Île-de-France, *via* l'aéroport Roissy-Charles de Gaulle et le parc Disneyland de Marne-la-Vallée, ainsi que le prolongement de la ligne TGV Sud-Est jusqu'à Valence.

Le TGV Nord est un ancien projet qui avait été envisagé simultanément à la ligne Paris-Lyon, mais sa réalisation était liée au percement du tunnel sous la Manche, sans lequel sa rentabilité était insuffisante. Les travaux débutent en 1990 pour une mise en service de la ligne nouvelle Nord-Europe en plusieurs étapes :

- 23 mai 1993, de la bifurcation de Gonesse, en proche banlieue parisienne, à l'extrémité du raccordement d'Arras ;
- 26 septembre 1993, du raccordement d'Arras à Lille et à l'entrée du tunnel sous la Manche ;
- 6 mai 1994, inauguration du tunnel sous la Manche ;
- 28 mai 1994, ouverture de la ligne d'interconnexion et mise en service des gares nouvelles d'Ablaincourt-Pressoir (gare TGV Haute-Picardie, située entre Amiens et Saint-Quentin), de Lille-Europe et de Calais-Fréthun ;
- 14 novembre 1994, mise en service de l'Eurostar Londres-Paris et Bruxelles.

Parallèlement, à partir de 1990, sont menés les travaux sur la LGV Sud-Est, constituant la première étape du TGV Méditerranée. Le but est de disposer de la ligne Rhône-Alpes pour les Jeux olympiques de 1992 :

- le 13 décembre 1992, la SNCF met en service la partie nord de la ligne desservant le secteur olympique. Les TGV à destination de Grenoble, Annecy et Chambéry gagnent désormais 20 minutes ;
- le 3 juillet 1994, la totalité de la ligne Rhône-Alpes est ouverte. La liaison Paris-Marseille s'effectue en 4 heures et 10 minutes, les TGV circulant sur ligne nouvelle jusqu'à Valence, puis sur ligne classique jusqu'à Marseille, mais avec de nombreuses sections autorisées à 200 km/h, dans la basse vallée du Rhône.

Les travaux de construction de la ligne au sud de Valence sont engagés fin 1995 et s'achèvent en 2000. En partant d'un tronc commun à Valence, la ligne se sépare en deux antennes : une branche Provence vers Marseille pour une éventuelle continuation vers le littoral varois et une branche Languedoc vers Montpellier.

Le 7 juin 2001, la ligne nouvelle Méditerranée est inaugurée. Le trajet Paris-Marseille s'effectue désormais en 3 heures. Trois gares nouvelles jalonnent le parcours : Valence-TGV, Avignon-TGV et Aix-en-Provence-TGV.

Le principe de la LGV Est reliant Paris à Strasbourg a été arrêté par le gouvernement dès 1985-1986, mais sa réalisation se fera attendre, en raison d'un taux de rentabilité relativement faible. Il faudra patienter jusqu'en 2002 pour assister aux premiers travaux de terrassement. Entre-temps, l'État a pris la décision de scinder la réalisation en deux phases :

- Vaires (banlieue Est de Paris)-Baudrecourt (Moselle) ;
- Baudrecourt-Vendenheim (près de Strasbourg).

En 2000, la convention entre les différents financeurs du projet (État, RFF, SNCF et 17 collectivités locales) est signée. La LGV Est européenne est inaugurée le 9 juin 2007, mettant Paris à 2 heures et 20 minutes de Strasbourg, à une vitesse commerciale de 320 km/h. La mise en service de la deuxième section est prévue pour 2016 et Paris sera alors à 1 heure et 50 minutes de Strasbourg.

La LGV Perpignan-Figueras, inscrite dans le cadre du projet prioritaire « axe ferroviaire à grande vitesse du sud-ouest de l'Europe » du réseau transeuropéen de transports de l'Union européenne a été inaugurée le 19 décembre 2010. Cette nouvelle liaison transfrontalière permettra à terme de rejoindre Barcelone, après l'achèvement de la ligne côté espagnol, en 2013.

La LGV Rhin-Rhône, maillon essentiel de l'Europe à grande vitesse, sera mise en service, pour la première phase de la branche Est (140 km), le 11 décembre 2011. Elle reliera Villers-les-Pots (à l'est de Dijon) à Petit-Croix (au sud-est de Belfort).

La seconde phase, prévue pour 2016, longue de 50 km, reliera Genlis (Côte d'Or) à Villers-les-Pots sur 15 km à l'ouest et Petit-Croix à Lutterbach (Haut-Rhin) sur 35 km à l'est.

Ultérieurement viendra s'ajouter la branche Ouest qui se décomposera en deux sections :

- la première, de 46 km, concerne la traversée de l'agglomération dijonnaise et reliera la ligne classique Paris-Lyon-Marseille à la branche Est de la LGV Rhin-Rhône, intégrant la construction d'une nouvelle gare à Dijon, sur le site de Porte-Neuve ;
- la seconde section permettra le raccordement entre la branche Ouest de la LGV Rhin-Rhône et la LGV Sud-Est en direction de Paris.

Réseau français à grande vitesse en 2010



Source : SNCF

Quant à la branche Sud, elle reliera la branche Est jusqu'à Lyon.

Le projet de LGV Bretagne-Pays de la Loire est le prolongement, en direction de Rennes et de Nantes, de la LGV Paris-Le Mans. Il consiste à réaliser une ligne nouvelle de 180 km entre Connerré, à l'est du Mans, et Rennes. Sa mise en service est prévue au printemps 2017.

Enfin, la LGV Sud Europe Atlantique (SEA) est composée d'un tronçon central Tours-Bordeaux (302 km), dont le contrat de concession a été signé le 16 juin 2011. Les travaux devraient débuter au premier semestre 2012 pour une mise en service mi-2017. À partir de ce tronçon, trois branches sont prévues : Bordeaux-Toulouse, Bordeaux-Espagne et Poitiers-Limoges, à l'horizon 2020.

Les records du monde de vitesse ferroviaire depuis la Seconde Guerre mondiale

En 1954, la France reprend le record de vitesse qui était détenu depuis 1903 par l'Allemagne (213 km/h en 1903, puis 230 km/h en 1931). Excepté le record de mai 1988, tous sont détenus par la France. Il s'agit de records de vitesse absolue, sur voie ferrée conventionnelle (donc hors systèmes guidés non ferroviaires, Maglev notamment).

À partir de 1981, tous les records sont établis sur des lignes à grande vitesse : celui du 26 février 1981 avait notamment pour but de démontrer que la vitesse pouvait être compatible avec la sécurité et rassurer les Français avant la mise en service du TGV Sud-Est.

À l'exception du prototype ICE-V Siemens, tous les records ont été battus avec des matériels destinés au service commercial qui ont, par la suite, parcouru des distances considérables, dépassant les dix millions de kilomètres pour les plus anciens.

Lors de l'homologation d'un matériel de série avant mise en service commercial, le principe est de rouler à une vitesse au moins 10 % supérieure à la vitesse maximale qui sera autorisée, par exemple 385 km/h pour 350 km/h en service commercial.



Records de vitesse absolue dans le monde

France : 21 février 1954 à 243 km/h avec un train classique Alstom.

France : 28 mars 1955 à 331 km/h avec un train classique Alstom.

France : 29 mars 1955 à 331 km/h avec un train classique Jeumont-Schneider.

France : 26 février 1981 à 380 km/h avec une rame TGV Sud-Est réduite à 7 caisses.

Allemagne : 1^{er} mai 1988 à 406,9 km/h avec une rame prototype ICE-V Siemens à 5 caisses.

France : 12 décembre 1988 à 408,4 km/h avec une rame TGV Sud-Est réduite à 6 caisses, mais ce record n'est pas homologué officiellement.

France : 5 décembre 1989 à 482,4 km/h avec une rame TGV Atlantique réduite à 6 caisses.

France : 18 mai 1990 à 515,3 km/h avec une rame TGV Atlantique réduite à 5 caisses.

France : 3 avril 2007 à 574,8 km/h avec une rame TGV POS réduite à 5 caisses et avec motorisation répartie de type AGV.

Le 3 décembre 2010, la Chine a annoncé avoir roulé à 486,1 km/h avec une rame CRH-380A non modifiée, lors d'un test sur la ligne Pékin-Shanghai. À l'inverse de tous les records battus depuis 1954, aucun film n'est visible et aucun journaliste n'a été convié. La performance de cette rame de 200 mètres de longueur et d'une puissance de 9 600 kW est étonnante pour certains observateurs du fait d'une puissance massive alors moitié moindre que celle des TGV ; on notera aussi l'absence d'emballage des moteurs alors que les roues motrices sont habituellement remplacées par d'autres de plus grand diamètre lors des marches de record.

L'avenir de la grande vitesse ferroviaire en France

En cette année 2011, la SNCF et ses partenaires célèbrent les trente ans de TGV en France, avec une longueur totale du réseau de LGV de 1 881 kilomètres, pour un trafic 2010 de 108,3 millions de voyageurs.

Jusqu'en 2008-2009, le TGV a connu une rentabilité positive, contribuant notamment au financement des dessertes locales. Aujourd'hui les péages réduisent la marge, le marché français est à maturité et les concurrents se positionnent. Il devient donc urgent de trouver un nouveau modèle économique.

Deux possibilités se dégagent, qui peuvent être combinées :

- inventer de nouveaux services : l'innovation, l'efficacité opérationnelle et la qualité de service (régularité des trains, information des clients) feront la différence ;
- reprendre à l'étranger les parts de marché et les marges que la SNCF pourrait perdre dans l'Hexagone : en Europe grâce à Eurostar, Thalys, Lyria... et à long terme saisir des opportunités dans le monde entier.

Selon Guillaume Pepy, président de la SNCF, le développement des LGV ne doit pas se faire au détriment des lignes existantes, surtout dans les principales agglomérations et en particulier en Île-de-France. Il estime qu'il existe un droit au transport collectif, mais il n'imagine pas un droit de chaque ville au TGV¹.

Toutefois, dans le cadre de la loi du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement², la France s'est engagée dans un programme de 2 000 km de lignes ferroviaires nouvelles à grande vitesse à lancer d'ici 2020. Selon l'avant-projet consolidé du Schéma national des infrastructures de transport (SNIT) de janvier 2011³, la réalisation des nouvelles infrastructures ainsi prévues conduira à améliorer de manière sensible l'accessibilité des territoires par le mode ferroviaire. La part de la population accédant directement au réseau à grande vitesse en moins d'une heure passera de 53 % en 2009 à 77 % à l'horizon de réalisation du programme des 2 000 km de lignes prévues et à 84 % à l'horizon de réalisation d'un programme supplémentaire de 2 500 km de lignes devant être lancé après 2020. Il conviendra néanmoins de veiller à ce que tous ces projets soient créateurs de valeur pour la collectivité. Il est évident que la réalisation de projets non rentables pour la collectivité pèserait sur l'ensemble de l'économie et plus particulièrement sur l'économie du système ferroviaire. Par ailleurs, le renforcement de la contrainte budgétaire a pour effet de réduire la rentabilité socioéconomique des projets (le coût d'opportunité des fonds publics est accru).

Si par le passé, l'absence de concurrence a amené l'opérateur ferroviaire à capter certaines des fonctions normalement assurées par l'État en tant qu'autorité organisatrice de transport national, ou en tant qu'organisme garant de la sécurité ferroviaire, le développement de la concurrence conduit à ce que ces fonctions ne soient plus assurées par la SNCF.

(1) Source : Interview de Guillaume Pepy, *L'Express*, 2 mars 2011.

(2) Source : Grenelle de l'environnement : www.legrenelle-environnement.fr/-Transports-ferroviaires-et-.html.

(3) Source : ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, www.developpement-durable.gouv.fr/Le-schema-national-d.html.

Quatre questions sont ainsi posées à l'État :

- les trains à grande vitesse doivent-ils continuer à desservir des villes situées en dehors du réseau à grande vitesse ? Une réponse négative permettrait d'assurer un meilleur rendement de ces trains : ils ont été conçus pour circuler sur des voies à grande vitesse. La desserte des villes situées hors du réseau serait réalisée par des TER, et dans quelques cas, par des trains d'équilibre du territoire. Une telle réponse limiterait bien entendu le nombre de TGV circulant sur le territoire français. À l'inverse, une utilisation, comme par le passé, des trains à grande vitesse sur le réseau classique permettrait de desservir des villes non encore reliées au réseau à grande vitesse, sans obliger les passagers à changer de train. Si par le passé, ce choix pouvait être celui de l'opérateur, il devient désormais celui de l'autorité organisatrice de transports, qui devra imposer demain le même cahier des charges à l'ensemble des exploitants de la grande vitesse ferroviaire opérant sur le réseau français. Si l'État souhaite préserver le modèle d'une desserte par TGV de villes isolées du réseau grande vitesse, il lui appartiendra d'en tirer toutes les conséquences : l'un des schémas possibles correspondrait à la mise en place par l'État de franchises, qui lui permettrait de définir précisément les dessertes souhaitées en créant, dans le cadre d'une ouverture à la concurrence dans le marché, un système de péréquation capable de financer des lignes à grande vitesse « d'intérêt national ». Cette réflexion devra également tenir compte de l'ouverture à la concurrence, qui permettra des gains d'efficacité susceptibles de compenser les effets de la contrainte budgétaire (des coûts réduits donc potentiellement plus de trains, moins de besoins de subventions, plus de marges de manœuvre pour la tarification d'infrastructure, donc la possibilité de mieux financer le développement du réseau, etc.) ;
- quelle est l'évolution souhaitable du partage du financement du réseau entre usagers et contribuables ? Si la contrainte budgétaire se renforce, il y aura moins de subventions, donc nécessairement des péages plus élevés et un domaine de pertinence de la grande vitesse plus restreint, toutes choses égales par ailleurs ;
- la rame articulée apporte une plus grande sécurité en cas de déraillement et évite souvent que certaines voitures du train ne se renversent. Si jusqu'à présent le choix de la rame articulée a été celui de la SNCF et d'Alstom, il appartient désormais à l'établissement public de sécurité ferroviaire de se prononcer sur ce sujet ;
- il incombe enfin à l'État de définir sa vision du devenir industriel du secteur ferroviaire français de la grande vitesse et d'en tirer les conclusions nécessaires.

Projets de lignes à grande vitesse à l'horizon 2025



Source : SNCF – situation en 2010

1.3. Les années 1990-2000 et le déploiement de la grande vitesse dans le monde

Plusieurs facteurs ont contribué au déploiement de la grande vitesse dans le monde :

- le train est un des moyens de transport les plus sûrs ;

- l'impact environnemental des avions et la saturation des grands aéroports tendent à limiter le trafic aérien au sein d'un pays, voire entre deux pays limitrophes ;
- les préoccupations liées au changement climatique plaident en faveur du transport ferroviaire, dont l'impact environnemental est faible. Le bilan carbone des trains à grande vitesse est quasiment nul, puisqu'ils fonctionnent à l'électricité. Toutefois, si celle-ci est produite à partir de charbon ou de pétrole, le bilan carbone est moins positif ;
- le coût de plus en plus élevé de l'énergie et l'augmentation des prix des carburants pèsent davantage sur le transport automobile et le transport aérien ;
- pour les clients, le seuil de moins de 3 heures de durée de trajet entre métropoles urbaines fait souvent basculer le choix en faveur du train au lieu de l'avion ;
- l'innovation technologique du système a séduit de nombreux pays.

Au niveau européen, les LGV ont permis d'accroître la mobilité entre les grands pôles économiques urbains des différents pays. De plus, la connexion d'une gare au réseau à grande vitesse influence le développement urbain du quartier qui l'environne.

Avec l'ouverture progressive de LGV avec les pays voisins, la France se trouve au cœur d'un réseau européen à grande vitesse : Eurostar sur le Royaume-Uni, Thalys à destination de la Belgique, des Pays-Bas et de l'Allemagne, Aléo vers l'Allemagne, Lyria vers la Suisse, Artesia¹ pour l'Italie, Elipsos avec l'Espagne.

L'Allemagne s'est lancée dans l'aventure de la grande vitesse au début des années 1990 avec les Intercity-Express (ICE), suivie de peu par l'Espagne qui met en service l'Alta Velocidad Española (AVE) dès 1992. L'Espagne est d'ailleurs devenue un acteur de poids sur la scène internationale de la grande vitesse, avec le plus long réseau de LGV. Depuis mi-décembre 2010 et l'ouverture de la ligne Valence-Madrid, l'Espagne compte 1 998,7 km de lignes, dépassant de peu la France (1 881 km)².

En revanche, à l'heure actuelle, aucune ligne ne permet de relier le Portugal.

Le Royaume-Uni, qui n'avait pas construit de ligne nouvelle depuis plus d'un siècle, a ouvert « High Speed 1 », reliant Londres au tunnel sous la Manche, en deux temps : septembre 2003 et novembre 2007.

À la fin de l'année 2009, l'Europe compte 6 214 km de lignes à grande vitesse³ sur lesquelles les trains peuvent circuler à plus de 250 km/h.

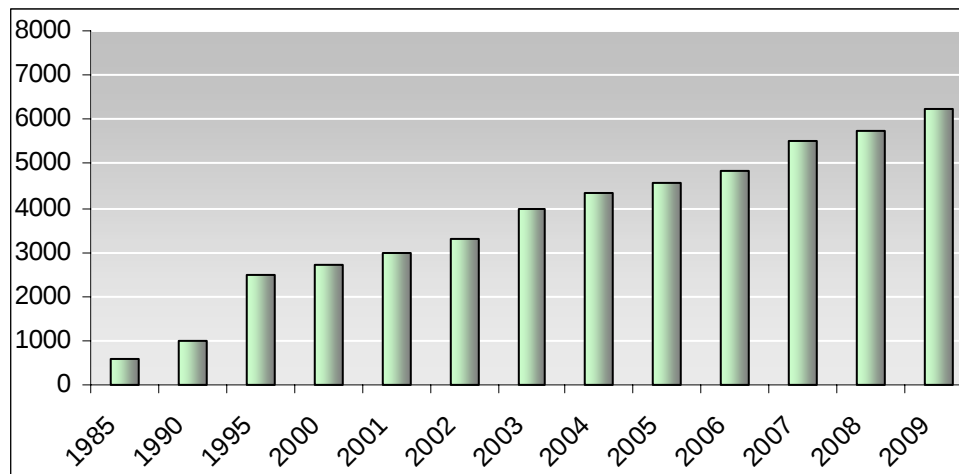
(1) Dissolution prévue fin 2011.

(2) Lignes dont la SNCF est responsable de la gestion du trafic. Ne comprend pas la LGV Perpignan-Figueras (25 km en France), dont le gestionnaire de trafic est TP Ferro (société franco-espagnole, concessionnaire de la ligne).

(3) Source : Commission européenne - Direction Générale de la mobilité et des transports (2010), *L'Europe à grande vitesse : un lien durable entre les citoyens*, 24 p., <http://temis.documentation.equipement.gouv.fr/documents/Temis/0068/Temis-0068743/19012.pdf>.

(5) Systra, Ligne à grande vitesse Taipei-Kaohsiung, www.systra.com

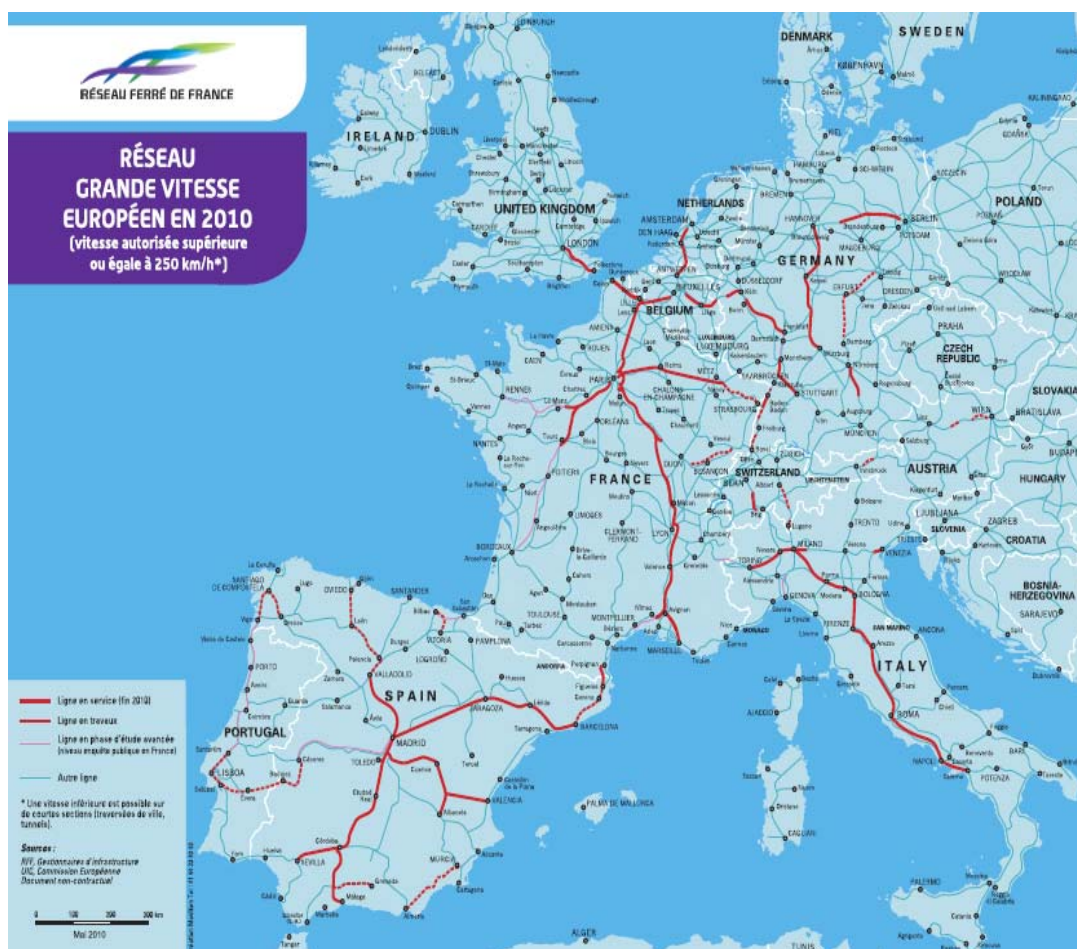
Progression des LGV dans l'Union européenne (1985-2009) (en kilomètres)



NB : ne sont reprises que les lignes ou les sections de lignes sur lesquelles les trains peuvent circuler à plus de 250 km/h

Sources : Union internationale des chemins de fer - département grande vitesse, sources nationales

Réseau ferroviaire européen à grande vitesse en 2010



Source : RFF

Au niveau mondial, on assiste également à un fort développement de la grande vitesse. Depuis novembre 1996, des trains à grande vitesse relient le nord et le sud de l'île de Taiwan (Taipei-Kaohsiung) : la fréquentation de cette ligne est estimée à environ 187 000 voyageurs par jour⁵.

En Corée du Sud, le Korean Train Express (KTX) fonctionne depuis 2004 entre Séoul et Daegu et depuis fin 2010 jusqu'à Busan. Issu d'une technologie française, il a déjà transporté 170 millions de passagers, soit 105 000 personnes par jour¹.

Plus récemment, la Chine a pris place sur la scène internationale de la grande vitesse ferroviaire. En 2003, elle planifie pour la première fois un réseau de 12 000 km de lignes à grande vitesse pour l'horizon 2020, projection qui est aujourd'hui passée à 16 000 km. À cette date, toutes les villes de plus de 500 000 habitants seront desservies et 90 % de la population chinoise sera reliée à ce futur réseau.

La première ligne à grande vitesse Beijing (Pékin)-Tianjin a été inaugurée en août 2008, à l'occasion des Jeux olympiques de Pékin, suivie en décembre 2009 de Wuhan-Guangzhou (Canton) et en juillet 2010 de la partie Shanghai-Nanjing (Nankin), constituant le tronçon sud de la ligne Beijing-Shanghai.

Enfin, en Turquie, la première section de la ligne qui reliera à terme Istanbul, capitale économique, à Ankara, capitale politique, a été mise en service en mars 2009 sur la liaison Ankara-Eskisehir. La deuxième partie est prévue pour 2013-2014, et le tronçon Ankara-Konya dès la fin de cette année.

Aujourd'hui, des marchés s'ouvrent dans les pays émergents, avec des demandes de partenariats locaux.

2 ■ Des perspectives de développement dans le monde prometteuses, mais un marché étroit

2.1. Un développement mondial du réseau attendu dans les pays émergents, en particulier en Chine

Les projets se multiplient dans le monde et tout particulièrement en Asie. Toutefois, le marché de la grande vitesse est, et restera, un marché de niche par rapport au développement des trains classiques et de la mobilité urbaine. Par ailleurs, le temps qui sépare les premières réflexions pour la construction d'une nouvelle LGV et sa mise en œuvre est très long (parfois supérieur à quinze ou vingt ans !).

Selon les perspectives, peut-être optimistes, de l'Union internationale des chemins de fer (UIC), on comptera 13 500 kilomètres de lignes à grande vitesse dans le monde d'ici à 2025 et le réseau devrait atteindre 50 000 kilomètres à l'horizon 2050². Ces prévisions pourraient même être dépassées en fonction des réalisations chinoises.

Le développement considérable de la grande vitesse en Asie entraîne l'apparition de nouveaux pays compétiteurs sur le plan industriel (Chine, Corée du Sud, etc.). Même

(1) Ville, Rail et Transports (2009), « Bilan positif de cinq années de KTX », 20 mai.

(2) Source : UIC (décembre 2010), *Revue Avancées*, n° 04.

si les Japonais et les Européens déploient des efforts importants pour s'imposer sur le marché mondial, leur tâche se complique avec l'arrivée de ces concurrents asiatiques.

Les chemins de fer japonais ayant leurs propres normes de sécurité, les compagnies ferroviaires et les constructeurs japonais sont contraints, pour répondre aux appels d'offres étrangers (américains, brésiliens, etc.), de développer des trains adaptés aux normes demandées, d'où un prix plus élevé. Leurs chances s'en trouvent amenuisées. Une situation analogue s'est produite dans le secteur de la téléphonie¹ : les Japonais proposaient des téléphones extrêmement innovants mais avec des normes qui les rendaient inutilisables à l'étranger, ce qui leur a fait perdre de nombreux marchés, jusqu'à ce qu'ils s'adaptent aux normes internationales.

En revanche, les Japonais ne vendent pas uniquement leur train mais toute une panoplie de services, qui va de la signalisation à la formation du personnel, avec en outre de bons délais de livraison et la possibilité d'un paiement sur le long terme qui peut compenser un coût plus élevé.

La Chine de son côté dispose de tous les moyens financiers, matériels et humains pour s'implanter sur un marché et elle apprend très vite. Son seul point faible actuellement, est de manquer de financements publics.

La Chine travaille sur des projets intra-asiatiques, mais aussi intercontinentaux² très ambitieux : du sud-ouest du pays (Kunming) à Singapour ; du nord-ouest (Urumqi) au Kazakhstan, Ouzbékistan et Turkménistan, avec extension possible jusqu'en Allemagne ; du nord-est à la Russie. Elle propose de fournir la technologie, le matériel, voire les financements de construction, pour les pays disposés à lui apporter des ressources naturelles. Le Myanmar aurait confirmé que la construction de la ligne de 1 920 km de Kunming à Yangon débiterait bientôt. Le Laos envisage une ligne jusqu'à Vientiane, dont les travaux commenceraient en 2012. Des accords avec l'Iran, le Vietnam et la Thaïlande semblent également progresser. Il y a même eu des propositions pour une liaison à grande vitesse sous le détroit de Taiwan, mais pour des raisons de coût et de réserves politiques de la part de Taiwan, ce projet ne verra probablement pas le jour.

(1) Source : *France Japon Eco* (2010), n° 122, printemps.

(2) Source : Irvine R. (2011), « China's new silk road (part 2) », *The Interpreter*, 10 mars, www.lowyinterpreter.org/post/2011/03/10/Chinas-new-silk-road-Part-2.aspx.

2.2. Des opérations à forte connotation politique

Un développement continu mais plus modéré dans l'Union européenne avec toutefois une forte ambition affichée

La Commission européenne a adopté le 28 mars 2011 une stratégie globale « Transports 2050¹ » qui vise à mettre en place un système de transport compétitif permettant une plus grande mobilité tout en émettant moins de gaz à effet de serre. Cette stratégie repose essentiellement sur la nécessité de transformer le secteur du rail pour qu'il devienne plus attractif et parvienne à capter une part de marché bien plus importante du trafic de passagers et du trafic fret à moyenne distance (plus de 300 km) d'ici à 2050. L'objectif parallèle est de tripler la longueur du réseau actuel à grande vitesse d'ici à 2030. Pour être menées à bien, ces transformations nécessitent une modification profonde du cadre réglementaire du rail, notamment :

- l'ouverture du marché des services de transport intérieur de passagers ;
- la mise en place de structures de gestion unique des corridors ferroviaires de fret ;
- une séparation des activités des gestionnaires d'infrastructures de celles des fournisseurs de services ;
- des améliorations pour rendre le rail plus attrayant pour les investisseurs du secteur privé.

La Commission devrait présenter un ambitieux paquet de mesures législatives pour le secteur ferroviaire en 2012-2013.

Dans le cadre de ce plan « Transports 2050 », la Commission s'oriente également vers un espace européen unique des transports et a notamment pour objectif que tous les aéroports du réseau de base soient connectés au réseau ferroviaire, de préférence à grande vitesse, d'ici à 2050. Peut-on imaginer qu'à terme, le réseau de lignes à grande vitesse puisse structurer le continent européen comme le métro structure aujourd'hui les grandes villes ?

Le développement d'un tel réseau se heurte cependant à des contraintes financières notables. Le Portugal a ainsi suspendu en juin 2011 sa partie du projet de ligne nouvelle entre Lisbonne et Madrid, au grand regret des Espagnols.

(1) Communiqué de la Commission européenne, plan « Transports 2050 », 28 mars 2011, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/11/372&format=HTML&aged=0&language=FR&guiLanguage=fr>.

Projets de lignes à grande vitesse dans l'Union européenne à l'horizon 2020



Finalisé

- Catégorie I
- Catégorie II
- Catégorie III

En construction

- Catégorie I
- Catégorie II
- Catégorie III

Planifié

- Catégorie I
- Catégorie II
- Catégorie III

Source : Commission européenne, L'Europe à grande vitesse

Une forte interrogation sur les projets américains

Sous l'impulsion de Barack Obama, les États-Unis se sont engagés dans la grande vitesse. Cependant, étant donné la géographie du pays, il n'est pas envisagé actuellement de réseau continu mais plusieurs lignes distinctes reliant des grandes villes.

Dans son discours sur l'état de l'Union¹, le président américain prévoit que dans un délai de 25 ans, 80 % de la population des États-Unis sera desservie par des trains à grande vitesse. Mais ce programme rencontre de fortes résistances de la part des opérateurs de fret qui ne souhaitent pas l'utilisation éventuelle de leurs voies pour le transport de passagers, ainsi que de ces deux puissants lobbies que sont les transporteurs aériens et les constructeurs automobiles.

Les décisions définitives sont prises au niveau des États qui gèrent les appels d'offres et financent en partie les projets. Ainsi, le gouverneur de Floride a refusé en février le projet Orlando-Tampa, évoquant un risque de dépassement de budget de construction de la ligne. Les 2,4 milliards de dollars que l'État fédéral devait apporter à la Floride ont été redistribués² : 400 millions ont été prélevés par le Congrès et les 2 milliards restants ont été répartis entre 22 projets concernant 15 États. La plus grande part, 795 millions de dollars, ira au corridor Nord-Est (Washington-Philadelphie-New York-Boston), 404 millions permettront d'améliorer les liaisons Chicago-Detroit et Chicago-Saint-Louis, 300 millions s'ajouteront aux fonds déjà alloués au projet californien, qui par ailleurs est loin d'être financé, et 15 millions seront destinés à l'étude d'une LGV au Texas entre Dallas et Houston. Enfin, 336 millions iront à l'achat de matériel roulant « *high tech* », qui devra être produit aux États-Unis. Les 150 millions restants sont répartis sur de plus petits projets.

Deux autres États, le Wisconsin et l'Ohio, ont affiché leur intention de renoncer aux fonds fédéraux.

La Californie dispose d'un projet très ambitieux devant, à terme, relier San Diego, Los Angeles, San Francisco et Sacramento, soit 1 300 km de lignes. Les premiers appels d'offres, fin 2011-début 2012, ne porteront que sur la conception et la construction d'un tronçon de 193 km dans la Central Valley. Toutefois, cette partie, dont l'achèvement est prévu en 2017, ne sera mise en service, selon la California High-Speed Rail Authority, que lorsque la nouvelle voie reliera « deux zones urbanisées à forte population, distantes de centaines de kilomètres ».

Le projet « DesertXpress », liant le Nevada et la Californie, a la particularité d'être entièrement supporté par le privé. Il vise à construire une ligne à grande vitesse de 299 kilomètres, reliant Las Vegas à Victorville, localité située au bord de l'autoroute Las Vegas-Los Angeles. La liaison s'effectuerait en 1 heure et 24 minutes, à 240 km/h, ce qui n'est pas tout à fait de la grande vitesse. Ce projet a pour ambition d'attirer les automobilistes désireux de ne pas effectuer tout le trajet en voiture jusqu'à Las Vegas, mais de laisser leur véhicule au sortir de l'agglomération de Los Angeles.

DesertXpress est mené par un groupe d'investisseurs privés, au premier rang desquels Tony Marnell, *chairman* de Marnell Corporation, important bâtisseur de casinos de Las Vegas. Le groupement a néanmoins entamé une démarche de demande de prêt à taux préférentiel (*RRIF loan*) auprès des autorités fédérales.

La SNCF s'est positionnée dans une logique d'« *early operator* » et fournit depuis l'été 2010 des prestations techniques d'aide à la conception, principalement des prestations d'ingénierie. Cette année, DesertXpress devrait entamer des discussions avec les

(1) Discours prononcé le 25 janvier 2011 devant le Congrès des États-Unis, http://cle.ens-lyon.fr/21556172/0/fiche___pagelibre/&RH=CDL_ANG000000#P7.

(2) Source : Ville, Rail et Transports, 18 mai 2011.

fournisseurs auxquels il envisage de solliciter la fourniture « clés en main » de l'ensemble des constituants du système en projet.

Le constructeur canadien Bombardier est également présent sur ce projet depuis 2002 et a fourni un grand nombre de données techniques et d'études au groupement. Il souhaiterait ne pas se limiter à la fourniture du matériel roulant, mais pourrait également jouer le rôle d'intégrateur « système » (voie, signalisation, trains, etc.). Toutefois, de son côté, DesertXpress n'aurait pour l'heure pas l'intention de se limiter à Bombardier pour la fourniture du matériel roulant.

Enfin, l'entreprise publique américaine Amtrak travaille sur un plan de développement de la grande vitesse⁽¹⁾ 2010-2030 (voire 2040) sur le corridor Nord-Est entre Washington et Boston (685 km), en collaboration avec les différents États concernés. Cette liaison bénéficie de la densité de population et de la densité économique, ainsi que d'une demande croissante en matière de service ferroviaire de passagers, ce qui en fait le marché idéal en termes de critères économiques. Toutefois, la ligne traverse des zones d'urbanisation dense et le projet pourrait se heurter à d'importantes difficultés pour trouver les terrains nécessaires à une ligne dédiée. En outre, l'investissement est colossal, estimé à 117,5 milliards de dollars (83 milliards d'euros⁽²⁾).

Il existe d'autres projets, de moindre envergure et ne répondant pas forcément au critère européen d'une vitesse supérieure à 250 km/h.

Les lignes à grande vitesse aux États-Unis devraient trouver un nouvel essor, sous l'impulsion combinée des engagements de Barack Obama et des politiques environnementales. Toutefois, le chemin risque d'être long et le nombre de projets limité.

De plus, la grande vitesse trouve son intérêt pour relier des métropoles connectées au réseau de transports urbains. Or, peu de villes américaines ont un centre : où la gare sera-t-elle placée et à quels moyens de transport sera-t-elle reliée ?

D'autres pays cherchent à acquérir la grande vitesse

Au Maroc, le schéma directeur du transport ferroviaire prévoit la construction de 1 500 km de voies ferrées à grande vitesse à l'horizon 2030-2035. Dans un premier temps, une ligne reliera Tanger à Kenitra en décembre 2015, avec des trains circulant en service commercial à 320 km/h.

En Arabie saoudite, le projet de construction d'une ligne à grande vitesse de près de 450 km est destiné à relier les deux villes saintes de La Mecque et Médine en passant par la capitale économique Jeddah. Il répond à une croissance attendue du nombre de pèlerins. Ce projet a aussi vocation à assurer des trajets domicile-travail, domicile-loisir ou des trajets d'affaires, principalement entre Jeddah et La Mecque. Il aurait dû être attribué durant l'été 2011 mais la décision se fait attendre. Sa mise en service est toujours prévue en 2014, au moment de l'écriture de ce rapport.

(1) *A Vision for High-Speed Rail in the Northeast Corridor*, septembre 2010, www.amtrak.com/servlet/ContentServer?c=Page&pagename=am%2FLayout&cid=1241245669222.

(2) Taux de change de mars 2011.

Au Brésil, le projet de « *Trem de alta velocidade* » (TAV) consiste en la construction d'une ligne reliant Rio à São Paulo et Campinas, soit 510 km parcourus à la vitesse maximum de 300 km/h. L'appel d'offres a été plusieurs fois repoussé jusqu'à être déclaré infructueux le 11 juillet 2011, faute de candidat. En effet, les entreprises n'étaient toujours pas en mesure de proposer un dossier complet et auraient souhaité un nouveau report. Le gouvernement a alors décidé de lancer un nouvel appel d'offres, sous une autre forme, en le divisant en deux contrats :

- un premier pour choisir la technologie et l'exploitant du TAV, dans le cadre d'une concession de 40 ans. L'appel d'offres pourrait être lancé fin 2011 pour un choix début 2012 ;
- un second, *a priori* en 2012, pour choisir le concessionnaire de l'infrastructure (construction et maintenance).

Les travaux pourraient débuter au deuxième semestre 2013 pour une mise en service vers 2018-2019. Le marché des transports est favorable à la grande vitesse ferroviaire : bassins d'activité importants, saturation des aéroports de centre-ville, infrastructures routières insuffisantes entre les deux capitales.

La Pologne entre dans le club de la grande vitesse en combinant la modernisation de la ligne Varsovie-Katowice/Cracovie et la construction d'une ligne nouvelle. La géographie s'y prête bien, du fait de la taille du pays (312 685 km²) et des distances importantes entre les principales villes.

En mai 2011, la Pologne a lancé les études préliminaires pour la création d'une LGV sur Varsovie-Lodz-Wroclaw et Poznan dans le cadre d'un schéma directeur 2030 de son réseau ferroviaire. Le tracé n'est pas encore arrêté et les travaux ne seraient pas lancés avant 2014, pour une mise en service vers 2018-2020. Compte tenu du soutien de l'Union européenne, ce projet est prometteur et attire l'attention de plusieurs pays, notamment la Chine.

Par ailleurs, une étude de faisabilité est en cours afin de déterminer s'il serait pertinent de convertir l'alimentation électrique actuelle en 3 kV continu au standard 25 kV 50 Hz, afin d'envisager des circulations à 300 km/h sur la ligne Varsovie-Katowice/Cracovie. Un projet existe également pour prolonger cette ligne vers le nord de la Pologne, jusqu'à Gdansk et Gdynia, à l'échéance 2025.

3 ■ Les moyens de faire face à la concurrence étrangère

La France bénéficie d'une expérience reconnue dans le monde, qui ne se traduit malheureusement pas toujours dans le résultat des appels d'offres. Un retour sur les réussites et les échecs est instructif. S'organiser est également un point essentiel, même s'il n'existe pas de formule simple ou unique. Enfin, proposer des produits compétitifs répondant aux besoins techniques et aux préoccupations économiques des clients est essentiel, tant en équipements d'infrastructure qu'en matériel roulant.

3.1. Les enseignements des appels d'offres

La France dispose d'une bonne expérience des appels d'offres internationaux sur la grande vitesse ferroviaire. Les facteurs clés de succès sont l'anticipation, la présence

dans le pays, l'écoute des besoins, les relations politiques et financières adéquates. Un retour sur les principaux projets de lignes à grande vitesse où la France est intervenue est riche d'enseignements.

Corée du Sud

La France a gagné pour quatre raisons essentielles :

- elle était présente dans le pays très en amont de la décision de lancer le projet ;
- la maison France a été soudée : SNCF, agissant à travers Sofrérail (devenue Systra) avec Alstom ;
- l'engagement de l'État français a été soutenu dès le départ, avec la mise en place d'un haut fonctionnaire dédié à ce projet, auprès de l'ambassade de France en Corée ;
- enfin, l'offre française était de grande qualité, face à Siemens et aux Japonais.

SNCF International a joué un rôle clé pour l'homologation du matériel, la formation et l'assistance à l'exploitation. Cogifer a conclu un accord de partenariat avec les Coréens, avec transfert de technologie, et continue à l'heure actuelle de fournir des prestations.

Taiwan

Tirant l'expérience de la concurrence à laquelle ils s'étaient livrés en Corée, Alstom et Siemens ont souhaité s'allier sur le projet taiwanais de ligne à grande vitesse en constituant un groupement commun Eurotrain et en présentant ainsi une seule offre au projet de construction et d'exploitation d'une ligne à grande vitesse entre Taipei et Kaoshiung. Ils ont ainsi répondu conjointement à l'appel d'offres avec cinq grandes entreprises taiwanaises à travers le consortium Taiwan High Speed Rail Corporation (THSRC). Ce consortium a remporté en 1997 le contrat de concession, qui a été signé en 1998, contre un autre concurrent taiwanais soutenu par l'industrie japonaise. Siemens et Alstom étaient fournisseurs pour le concessionnaire THSRC, sur la base d'un train avec motrices ICE et voitures TGV.

Pourtant, en 1999, le consortium relance une consultation pour le matériel roulant et l'attribue, fin décembre, au japonais Mitsubishi. Cet échec est lié à plusieurs raisons :

- les Japonais, qui avaient auparavant échoué sur le marché coréen, se sont représentés avec des financements importants et un prix plus bas que celui du consortium Eurotrain ;
- le gouvernement taiwanais a fortement appuyé le projet japonais¹.

À la suite de cette décision, Eurotrain a intenté un procès qu'elle a gagné et a obtenu une indemnité.

En revanche, SNCF International a signé en 2000 un important contrat d'assistance à l'exploitation, qui s'est traduit par de nombreuses interventions d'experts SNCF et par

(1) Le président de la République taiwanaise cherchait, selon certaines sources, à obtenir un sauf-conduit personnel au Japon alors que les relations diplomatiques entre les deux pays n'existaient pas.

la participation de conducteurs français, aux côtés de collègues allemands, pour la préparation de la mise en service de la ligne qui relie en 90 minutes Taipei à la deuxième ville de l'île, Kaohsiung, distante de 345 km.

La Taiwan High Speed Rail Corporation a subi d'importantes pertes financières. La mise en service de la ligne prévue en octobre 2005 a dû être retardée de 15 mois, en raison de problèmes de sécurité se traduisant, semble-t-il, par plusieurs déraillements. Le projet aura coûté près de 600 millions de dollars américains supplémentaires. Le capital du consortium (105,3 milliards de dollars taiwanais) a donc diminué au fil du temps en raison des surcoûts liés à la construction du réseau et d'un résultat d'exploitation systématiquement déficitaire depuis la mise en service du train à grande vitesse. Le trafic avait en effet été estimé en 1997 à 180 000 passagers par jour, ce qui avait permis de dimensionner le projet, mais le total pour 2009 est en réalité de 80 000 personnes. L'État taiwanais a donc dû renflouer les caisses du consortium en 2009.

Espagne

Madrid-Séville

La première LGV, Madrid-Séville, a été mise en service en 1992. Le matériel à très grande vitesse choisi est français (AVE S100 sur base TGV A) et les infrastructures (électrification et signalisation) sont allemandes. Une commande de locomotives électriques a été simultanément attribuée à Siemens (locomotives 252), destinées à tracter des voitures à voyageurs commandées au constructeur Talgo.

Alstom a repris des sociétés et structuré son activité ferroviaire en Espagne, en construisant notamment une nouvelle usine à Barcelone, en conservant l'usine de Valence et en la spécialisant dans la production de locomotives et de composants, enfin en transformant le site de Madrid en centre spécifique de maintenance ferroviaire.

Il faut souligner que les relations politiques entre les deux pays étaient à l'époque très bonnes.

Madrid-Barcelone

En 2001, malgré le succès incontestable de l'AVE Madrid-Séville, la RENFE (Red Nacional de Ferrocarriles Españoles) a choisi Siemens (16 rames) et Talgo, associé à Bombardier (16 rames), pour la fourniture des trains à très grande vitesse dédiés à la ligne Madrid-Barcelone, rejetant de ce fait l'offre d'Alstom associé au constructeur espagnol CAF (*Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles*). Le gouvernement espagnol a probablement souhaité permettre au constructeur national Talgo d'acquérir une première référence sur le marché de la très grande vitesse.

Siemens a proposé un matériel dérivé des ICE3 de la DB, le Velaro (rames AVE S103) et a réussi pour la première fois à apparaître comme intégrateur de trains à grande vitesse à l'exportation.

En parallèle, Alstom associé à CAF a remporté les appels d'offres de matériel à grande vitesse à 250 km/h (20 rames dites « *lanzaderas* » Alstom et 16 rames à écartement variable CAF avec Traction Alstom).

En 2004, un appel d'offres pour l'extension du réseau espagnol, en particulier Madrid-Valence, a été remporté de nouveau par Talgo (30 rames) et Siemens (10 rames), mais cette décision se veut la continuité de celles prises en 2001, même si l'avantage à Talgo sanctionne un retard sans précédent de la livraison des Velaro de Siemens.

Plusieurs éléments peuvent expliquer l'échec d'Alstom pour les trains à grande vitesse :

- les relations politiques entre la France et l'Espagne étaient tendues à cette époque (soutien du gouvernement Aznar à la guerre en Irak) ;
- CAF, le partenaire d'Alstom, originaire du pays basque, ne disposait pas des mêmes appuis auprès du gouvernement espagnol que Talgo ;
- l'offre d'Alstom, bien que très variée (trois options), ne s'est pas assez démarquée en prix de celle des concurrents ;
- le concurrent Siemens s'était engagé à produire tous les trains en Espagne. D'autres éléments annexes au contrat ferroviaire ont également joué.

Suite à la réalisation de la ligne Madrid-Séville, l'Espagne a acquis une grande expérience en ingénierie grande vitesse et en génie civil. Tous les développements grande vitesse dans les années 2000 ont été conduits par le gestionnaire du réseau, ADIF, reposant principalement sur une ingénierie locale (Ineco) et sur des entreprises espagnoles de génie civil de premier plan international.

Les entreprises françaises ont obtenu une part des équipements ferroviaires, notamment pour la voie, les sous-stations ou la signalisation. Certains équipementiers français ont pour clients des constructeurs de matériel espagnol. Vossloh Cogifer, qui avait racheté dix-huit mois plus tôt une société espagnole, fournit toujours aujourd'hui, à travers cette filiale, environ 30 % du matériel de voie.

L'Espagne s'est dotée d'un système d'aides financières comparable à celui de la France. Mais les enveloppes sont notablement supérieures (en 2009, 2 milliards d'euros d'encours contre 400 millions d'euros par an en France). Les règles de l'OCDE sont respectées.

Actuellement, les marchés de la grande vitesse et des transports urbains sont stoppés en raison du manque de financement public et les nouveaux appels d'offres sortent en partenariat public-privé (PPP). Les entreprises ferroviaires espagnoles doivent donc compenser l'absence de marché domestique par l'exportation, ce qui explique l'agressivité espagnole sur ces marchés et notamment en Arabie saoudite : décrocher ce contrat est vital pour Talgo, sous peine de dépôt de bilan probable de la société, qui en parallèle cherche de nouvelles sources de financement.

L'anneau d'essai ferroviaire à grande vitesse

Enfin, l'Espagne, qui a développé en un temps record un vaste réseau ferroviaire grande vitesse avec tout un secteur industriel associé, est en train de bâtir en Andalousie un centre de R & D dédié à la très grande vitesse. Ainsi, le gestionnaire d'infrastructure ferroviaire espagnol, ADIF, a conçu, sous l'autorité de l'État, le projet de construction d'un circuit d'essai en Andalousie. Cet anneau ferroviaire d'une quarantaine de kilomètres permettrait la pratique de vitesses supérieures à 300 km/h. Les objectifs poursuivis portent à la fois sur la R & D pour tous les constituants du

système ferroviaire à grande vitesse (éléments d'infrastructure, voie, signalisation, énergie, matériel roulant) et sur la certification de tout nouveau constituant. Il s'agit ainsi d'un outil tout à fait privilégié pour accompagner le développement et l'innovation dans le domaine de la grande vitesse ferroviaire. Compte tenu des caractéristiques d'un tel circuit d'essai (impact sur l'environnement, coût, etc.), la localisation dans cette région de l'Espagne semble pertinente. Une telle installation trouverait sans doute difficilement à s'implanter en France. Le projet intéresse donc directement les partenaires français de la grande vitesse : les bénéficiaires d'un tel outil disposeraient d'un avantage très significatif pour leurs développements. Par ailleurs, l'occupation croissante des lignes à grande vitesse françaises rend de plus en plus difficiles, coûteuses, et de moins en moins productives, les marches d'essai pour développement, validation, ou certification. Ce constat peut être étendu à d'autres pays européens (Italie, Allemagne, par exemple). Il serait ainsi d'un grand intérêt pour la France (et pour l'Europe ferroviaire dans son ensemble) que ce projet sorte de son cadre strictement espagnol. La France, voire l'Union européenne, pourraient demander à y être associées, sous une forme à définir, au même titre que l'Europe a créé l'agence spatiale européenne ou le CERN à Genève ou bien a réuni des partenaires du monde entier pour le projet ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*).

La France dispose également du projet Railenium mais celui-ci est centré sur le réseau classique : les boucles d'essais envisagées ne dépassent pas 200-250 km/h. Ce projet d'Institut de recherche technologique de la région Nord-Pas-de-Calais, retenu dans le cadre des « investissements d'avenir », est fortement soutenu par RFF et le pôle I-Trans (donc l'industrie et la recherche), avec la SNCF et les collectivités. Il sera installé sur le site central du Hainaut (Technopole de Valenciennes et sites d'Aulnoye-Bachant) et disposera d'un site secondaire à Villeneuve d'Ascq. Son objectif central est de doter la France d'un outil dynamisant tous les maillons de la chaîne d'innovation, de la recherche fondamentale/académique à la pré-homologation en passant par des expérimentations et des essais. Ce projet, qui sera opérationnel en 2017, a aussi un fort positionnement européen, RFF s'efforçant d'y associer ses partenaires gestionnaires d'infrastructures.

Italie

Le réseau à grande vitesse italien, lancé il y a une quarantaine d'années mais dont la première ligne n'a été ouverte qu'après la première LGV française, bénéficie d'une forte ingénierie (Italfer) et d'entreprises de construction très compétentes.

Au départ, les entreprises de matériel étaient italiennes (AnsaldoBreda). Alstom, après avoir racheté Fiat Ferroviaria, est l'un des principaux constructeurs locaux et vend des rames à grande vitesse (250 km/h) pendulaires dérivées du Pendolino.

Avec la libéralisation du marché, NTV, concurrent privé de Trenitalia, a commandé des rames AGV à Alstom. Celles-ci sont en cours de livraison et le service commercial devrait débuter en 2012.

Pour faire face à cette concurrence, Trenitalia, après consultation sur descriptif peu favorable à Alstom, a retenu l'offre de l'alliance Ansaldo-Bombardier au détriment de celle d'Alstom fondée sur le produit Speedelia.

Royaume-Uni

La présence française est forte sur High Speed 1 (HS1), parcourue par des trains TMST Alstom exploités par Eurostar.

Parallèlement, un service régional est assuré par Southeastern, du groupe Keolis, filiale de la SNCF. Mais les trains utilisés pour l'exploitation à 225 km/h ont été fournis par Hitachi, qui a remporté la consultation grâce à un prix bas (10 millions d'euros par rame de 6 voitures, 121 mètres) face à Alstom et Siemens. Ce matériel respecte les normes de spécifications techniques d'interopérabilité (STI).

Turquie

L'appel d'offres lancé en 2003 pour la liaison Istanbul-Ankara a été remporté par l'espagnol CAF qui a fourni du matériel à 250 km/h dérivé des trains espagnols à écartement variable. Mais ce n'est que le premier projet d'un programme d'investissement nettement plus ambitieux que la Turquie prévoit de développer d'ici 2020 pour se doter d'un réseau maillé de LGV, dont la vitesse maximale reste à préciser.

La procédure est celle des lots séparés, où tous les cas de figure de succès pour les industriels sont possibles. Le parc total estimé est de 80 trains d'ici 2020. Les entreprises françaises seraient en bonne position pour la signalisation. Les chantiers d'infrastructures semblent intéresser particulièrement les Chinois.

Argentine

La France était en bonne position sur l'appel d'offres et Alstom avait été choisi par le gouvernement argentin pour le matériel roulant de la ligne à grande vitesse Cordoba-Buenos Aires, mais la réalisation du projet est officiellement suspendue en raison de la crise et de l'état des finances publiques.

Le point crucial du projet était son financement, quelques années seulement après le défaut de l'État argentin sur sa dette obligataire internationale. Comme cette dette se traitait de nouveau à des prix jugés acceptables par l'État argentin, celui-ci a recherché avec certaines banques le moyen de « marchéiser » le financement de son projet de TGV par une émission obligataire nouvelle. Natixis a été retenu par Buenos Aires, en liaison avec Alstom, pour monter ce financement de marché.

Une cérémonie officielle de lancement du projet a eu lieu à Buenos Aires en présence de la présidente d'Argentine, du président d'Alstom et de la direction de Natixis. Peu après éclatait la crise financière internationale, qui s'est immédiatement traduite par un fort écartement des « *spreads* », et donc par un rehaussement très sensible du coût de la dette obligataire argentine. L'État argentin a dû alors reconnaître le surcoût devenu trop élevé pour son budget d'une émission de marché à ces nouvelles conditions, et le projet a été suspendu.

Cependant, une veille active reste utile sur ce pays, car les Chinois entretiennent des relations avec l'Argentine et lui proposent des *packages*, notamment pour la rénovation du réseau classique qui représente une priorité. Vossloh Cogifer a d'ailleurs

repris des ateliers de matériel de voie, en association avec les Chemins de fer argentins, pour remettre ce réseau à niveau.

3.2. L'Airbus du rail : une fausse bonne idée

Pour faire face à la concurrence des pays d'Asie (Chine, Corée et Japon), certains ont évoqué la création d'un « Airbus du rail » pour fédérer les industries européennes dans la construction d'un train à grande vitesse. La référence au succès d'Airbus dans la compétition aéronautique mondiale est manifeste. Une tentative comparable a été menée pour le marché taiwanais, Alstom et Siemens formant un consortium pour répondre à l'appel d'offres sur la ligne Taipei-Kaoshiung. Pour diverses raisons, notamment politiques, signalées plus haut, l'offre a échoué.

À l'issue des avis recueillis auprès d'industriels et d'exploitants ferroviaires, l'idée de voir s'associer deux grands constructeurs européens ne semble pas répondre aux attentes du marché :

- la grande vitesse ferroviaire n'est qu'une niche, alors qu'Airbus offre une gamme complète d'avions de ligne de plus de 100 places ;
- l'alliance devrait aussi concerner Bombardier, qui possède des usines en France ; il n'y aurait plus de concurrence intra-européenne, ce qui ouvrirait *ipso facto* le marché européen aux constructeurs des autres continents ;
- la technique de la grande vitesse est un lieu propice à la R & D, au bénéfice des trains classiques sur lesquels Alstom, Siemens et Bombardier sont en concurrence étroite, et des appareils de voie, des équipements de motorisation et de sécurité pour lesquels Vossloh Cogifer et Voest Alpine (Autriche/Allemagne) sont en forte concurrence.

Ainsi, une association des deux ou trois constructeurs présents en Europe conduirait à un monopole au détriment des industries et exploitants européens.

En revanche, la notion d'Airbus du rail serait à considérer en intégration non pas horizontale, mais verticale, ce qui appuie l'idée, non pas d'une « Maison France », mais d'une solution française ou groupe de réflexion et de prospective industrielle et technologique, avec le soutien de la Fédération des Industries ferroviaires françaises.

3.3. Pour une équipe de France du ferroviaire

Une équipe de France, dont la pertinence est à apprécier pays par pays, consiste à faire agir dans le même sens et sans lacune les différents acteurs dans leurs domaines de compétences respectifs : relations politiques, financements à l'exportation, ingénierie, fournisseurs industriels, exploitants ferroviaires, concepteurs de gares.

Un club des entreprises françaises de la filière ferroviaire (ingénierie, constructeurs, opérateurs, assistance au montage et au financement de projets) pourrait se mettre en place pour faire un tour des pays, des projets et cibler les marchés très en amont (en Inde, par exemple).

Chacun y exprimerait ses connaissances du pays et de son réseau ferroviaire, son expérience des relations avec les acteurs locaux, partagerait les informations sur les concurrents potentiels et rechercherait les synergies pour répondre aux attentes des pays. La décision d'y aller ensemble (équipe de France) ou séparément serait issue des échanges dans cette instance. Les bénéfices attendus sont le gain de temps et la maîtrise du risque de dispersion.

L'un des points forts du TGV tient à la présence sur le territoire français de toutes les compétences requises pour le succès d'une telle entreprise : l'opérateur et mainteneur SNCF (et aujourd'hui RFF), le constructeur Alstom, les équipementiers (Faiveley Transport, Compin, etc.), les sociétés de signalisation (Alstom, Thalès, etc.) et d'infrastructure (Vinci, Vossloh, etc.) dont la compétence est reconnue à l'échelle mondiale.

Ce club serait un groupe de veille et d'orientation stratégique, un lieu d'échanges d'informations techniques réunissant des hauts fonctionnaires et des représentants des principaux acteurs ferroviaires français.

3.4. Les salons internationaux de l'industrie ferroviaire

Compte tenu de sa maîtrise de la technologie, la France a vocation à répondre aux différents appels d'offres concernant non seulement la réalisation de nouvelles lignes à grande vitesse, mais aussi l'exploitation et la maintenance des lignes existantes. Encore faut-il qu'elle s'en donne les moyens en étant présente dans les congrès internationaux, en tirant les leçons des précédents appels d'offres, et en se dotant d'outils de financement à l'export adéquats.

La France avait été activement présente au salon organisé en 1989 en Corée sur le train à grande vitesse, préalablement à la conclusion du contrat avec les Coréens. L'ensemble des acteurs français avait une volonté claire et déterminée : promouvoir l'excellence de la grande vitesse ferroviaire française, qui fonctionnait alors depuis septembre 1981. Ils étaient donc étroitement soudés, en parfaite liaison avec la représentation diplomatique dans ce pays.

Sous l'égide de l'UIC, organisme international dont le siège est à Paris, s'est créé un « congrès mondial de la grande vitesse ferroviaire ». Il est organisé conjointement avec le pays qui l'accueille. Sous le nom d'Eurailspeed, le premier s'est tenu en 1992 à Bruxelles, le deuxième à Lille en 1995. La majorité des rames à très grande vitesse exposées étaient de fabrication française : TGV Duplex, Eurostar, AVE, en face d'un ETR500 italien non encore en service et d'un ICE1 allemand. En 1998, le congrès s'est tenu à Berlin.

Parallèlement, en 1996, l'Allemagne a lancé un autre salon ferroviaire, Innotrans, ouvert à tous les secteurs de l'industrie ferroviaire. Tout en restant en Allemagne, ce salon est devenu une référence mondiale. En 2008, l'AGV d'Alstom y a tenu la vedette ; en 2010, la France n'y a présenté aucun matériel à grande vitesse (plus de 250 km/h), tandis que Bombardier y faisait son apparition avec une maquette à l'échelle 1 de son Zefiro, à côté d'un Velaro Siemens.

Eurailspeed s'est encore tenu en Europe en 2002 (Madrid) et en 2005 (Milan). Il a changé de nom en 2008, pour Highspeed, à Amsterdam, et enfin s'est déroulé en

Chine, à Pékin, fin 2010. La France a été relativement discrète, tandis que les présidents de sociétés ferroviaires et les ministres des pays concurrents ont fait passer des messages de leader : plus long réseau en Espagne, plus grande vitesse en Chine...

En quinze ans, la France est donc passée, sur la scène mondiale, d'une position de leader à celle d'un pays ferroviaire de second plan. L'UIC annonce la tenue de son prochain congrès mondial Highspeed du 11 au 13 juillet 2012 à Philadelphie : des trains de conception française roulent aux États-Unis, à la vitesse limite de 240 km/h, sur ligne classique. Ce pourrait être l'occasion pour la grande vitesse ferroviaire française de montrer son savoir-faire technologique.

3.5. Pour une amélioration des financements à l'exportation

Le soutien à l'exportation figure dans les missions que se donne le gouvernement. Il est illustré par la présence systématique d'un secrétariat d'État au commerce extérieur, qui gère les dispositifs d'aide aux entreprises exportatrices.

Les instruments d'aide au financement des exportations lors de la passation d'un marché consistent essentiellement, d'une part, à accompagner les entreprises exportatrices (garanties fournies par la COFACE), d'autre part, à fournir des financements au pays client, sous forme de prêts ou de dons, selon les dispositions permises dans le cadre de l'OCDE et de l'OMC.

Les garanties COFACE sont octroyées aux acheteurs au titre des contrats signés avec les entreprises exportatrices pour une durée maximale de douze ans. Les projets de LGV, comportant la construction d'infrastructures lourdes, et pouvant inclure de plus un engagement d'exploitation sur une longue période, ne sont alors plus comparables à la simple fourniture de matériel roulant ou d'équipements. En cela, ils pourraient être comparés à des marchés d'exportation comme on en trouve dans le nucléaire, assortis d'une garantie plus longue, pouvant atteindre dix-huit ans. Des assouplissements des règles de couverture Coface sont à envisager, notamment sur le calcul des taux d'intérêt, sur une assiette élargie, ainsi que l'allongement de la durée de garantie apportée par la COFACE, sous réserve que cette dérogation n'enfreigne pas les règles de l'OCDE.

Le gouvernement dispose de deux outils majeurs de financement d'aide à l'exportation : le FASEP, Fonds d'étude et d'aide au secteur privé, qui permet d'octroyer des dons et avances remboursables dans les pays pour soutenir les études de projets dans des domaines précis, dont le ferroviaire ; la RPE (réserve pays émergents), dont la vocation est le soutien à des projets liés au développement durable, y compris le ferroviaire.

- Le FASEP est doté d'une enveloppe annuelle de 20 millions d'euros. Le FASEP-études est un instrument de dons et avances remboursables pour le bénéficiaire local (gouvernement central, gouvernement provincial, municipalité, agence technique, etc.), d'un montant moyen d'environ 400 000 euros. Il permet le financement de prestations de services qui répondent à une demande du bénéficiaire local et qui se situent en amont de projets de développement. Les projets retenus doivent être susceptibles de faire appel au savoir-faire des entreprises françaises (ingénierie, équipementiers, exploitants) et avoir un financement déjà identifié (public ou privé, bilatéral ou multilatéral). Les FASEP

sont destinés notamment à des études de préparation de projets de construction ou d'exploitation d'infrastructures : faisabilité, avant-projets sommaires, avant-projets détaillés, dans le domaine ferroviaire.

- La RPE, à fort potentiel, est également disponible en phase de réalisation de projet. C'est un instrument de prêt intergouvernemental avec garantie souveraine, en vue de financer des projets (principalement d'infrastructures) répondant aux objectifs de développement du pays bénéficiaire. L'octroi d'un financement RPE s'envisage projet par projet, sans enveloppe pays ni conditions financières prédéterminées. Les prêts de la RPE financent essentiellement des biens et services français. Les conditions de financement sont encadrées par les règles de l'OCDE. Les conditions financières du prêt sont négociées au cas par cas entre la Direction générale du Trésor et le ministère des Finances du pays bénéficiaire.

En parallèle de la mise en place de la RPE, et en coordination étroite avec l'Agence française de développement dans les pays à présence commune, des financements par les institutions financières internationales doivent être recherchés (Banque mondiale, Banque asiatique de développement, Banque européenne d'investissement, etc.).

Les aspects techniques

L'exploitation d'un réseau à très grande vitesse demande une grande rigueur pour que le service soit assuré dans les meilleures conditions de sécurité, de régularité et de qualité. La construction d'une LGV est un investissement lourd et l'attente des exploitants et des utilisateurs est donc forte. La grande vitesse est le produit phare de l'entreprise ferroviaire qui l'exploite ; elle peut même constituer une réalisation de prestige pour le pays. Aussi, pour rester crédible, un fournisseur doit non seulement maîtriser les techniques, grâce à l'expérience acquise en service, mais il doit également innover, sous peine de perdre l'avance technologique.

1 ■ Des rames de plus en plus conçues pour être exportables

Le *benchmark* de l'offre de matériels roulants montre l'évolution des stratégies des constructeurs, qui se caractérise par le passage d'un marché domestique avec un exploitant national à la prise en compte croissante de l'exportation.

1.1. Au Japon, des rames conçues pour un réseau nouveau, sans les contraintes techniques héritées du passé

Un matériel roulant conçu exclusivement pour la grande vitesse, simple et efficace

L'absence de liaison entre les lignes à construire et le réseau classique a permis de concevoir un matériel aux caractéristiques les plus économiques : unicité des équipements de motorisation (un seul courant électrique de traction, technologie la plus récente) et de signalisation, gabarit large de 3,40 mètres autorisant cinq sièges de front (voire six en haute densité). Les solutions industrielles retenues ont été simples, notamment la composition des rames par adjonction de voitures conventionnelles, plus faciles à construire qu'une rame articulée et avec une charge à l'essieu librement définie et légère, à 13 tonnes, du fait du nombre d'essieux plus important que dans une rame articulée.

Ces principes donnent satisfaction au Japon, qui dispose d'un parc de grande capacité, fiable et pouvant intégrer sans difficulté les progrès techniques d'une série à l'autre.

Un marché soutenu en permanence

Le marché intérieur japonais est important, non seulement par l'étendue du réseau et le volume de trafic, mais aussi par la politique de renouvellement rapide du parc : le matériel est remplacé à partir d'une quinzaine d'années de service.



Les rames Shinkansen : un marché intérieur considérable, tenu par l'industrie japonaise

Le parc de rames en service évolue en permanence, en raison des réformes et des livraisons à un rythme soutenu.

Si on ne retient que les rames aptes à des vitesses supérieures ou égales à 260 km/h, début 2011, le parc est constitué de 11 séries construites ou en commande, soit 473 rames totalisant plus de 5 800 véhicules, dont 1 120 en cours de réforme et 3 000 appartenant à des séries en cours de livraison.

La première série, livrée à partir de 1964 et maintenant retirée du service, a atteint 536 rames, soit 3 216 véhicules construits.

La série la plus ancienne qui circule est en cours de réforme ; elle a été livrée et mise en service entre 1992 et 1998.

1.2. En France, un matériel original capable à la fois de rouler à grande vitesse sur lignes nouvelles et de circuler sur le réseau classique

Un matériel mixte, adapté aux lignes anciennes et à la grande vitesse

Pour pénétrer à moindre frais dans les gares en centre-ville et pour irriguer le territoire desservi par le réseau construit depuis les origines du chemin de fer, la France a conçu ses LGV en les reliant aux lignes classiques, à l'inverse du Japon. Le matériel roulant a donc dû notamment respecter le gabarit classique, de moins de trois mètres de largeur, soit une limite de quatre sièges de front en classe économique. De plus, le matériel doit être capable de rouler sur des lignes classiques dont les équipements électriques et de signalisation sont inadaptés à la grande vitesse, ce qui nécessite un double équipement des rames (sinon plus, du fait d'une accumulation de techniques différentes selon les époques). Cette multiplicité d'équipements rend plus onéreux la conception et l'entretien des rames, mais c'est un choix permettant de desservir 10 000 km de lignes classiques en plus des LGV.

Un matériel sophistiqué et performant

L'industrie française, avec le matériel TGV Alstom, a retenu des choix technologiques audacieux, en particulier l'articulation entre remorques. Les avantages sont multiples : excellente tenue de la rame optimisant la sécurité, réduction du nombre de bogies et donc du poids total de la rame, de sa maintenance et de sa consommation, meilleur aérodynamisme évitant la projection de ballast au passage d'un train. En contrepartie, la charge à l'essieu de 17 tonnes est plus élevée que pour les trains japonais. En raison du nombre d'essieux plus faible que sur une rame conventionnelle, il faut rechercher un allègement du train, coûteux en conception. L'articulation n'offre pas de souplesse sur le plan industriel pour moduler la largeur de la caisse des véhicules.

Un matériel prévu pour un marché français, à maturation et ouvert à la concurrence

Le matériel français, par son antériorité en Europe, a imposé ses normes sur les réseaux qui choisissent de construire des LGV connectées avec le réseau classique ancien. La SNCF, grâce au développement de son réseau de LGV, à ses coopérations avec les réseaux voisins et à ses succès techniques, a longtemps constitué un

marché porteur pour les constructeurs (Alstom en tête). Cette situation se retourne aujourd'hui, en l'absence de nouvelles commandes programmées : longévité des rames telle que le marché de remplacement n'existe pas encore, productivité du parc actuel accrue avec l'ouverture de lignes nouvelles (les rames roulent plus vite donc font davantage de rotations dans la journée), concurrence de constructeurs étrangers.



Le parc TGV à la SNCF : un plafond pratiquement atteint

Depuis la mise en service de la première LGV en 1981, la SNCF a acheté ou commandé 555 rames TGV (y compris Eurostar et Thalys), soit 6 112 véhicules.

La quasi-totalité du parc construit est toujours en service, à l'exception de 5 rames retirées du service voyageurs (La Poste, rame utilisée pour des mesures, rames accidentées). Seule est programmée la réforme fin 2011 des 9 rames TGV Sud-Est tricourant et des 9 rames bicourant limitées à 270 km/h, qui seront remplacées par des rames TGV 2N2 en cours de livraison.

Les livraisons à recevoir portent sur 10 ou 11 rames TGV 2N2 par an jusqu'en 2015.

De plus, les extensions du réseau d'ici mi-2017 (LGV EE phase 2, SEA, BPL et CNM) auront pour effet d'améliorer la rotation des rames et de permettre de couvrir largement les éventuels renforcements de fréquence sans accroissement du parc. Pour mémoire, le SEA (Sud Europe atlantique) procure un gain de deux heures sur une rotation Paris-Bordeaux et au-delà.

La SNCF n'a plus aucune commande en projet d'ici 2025, date à laquelle il sera nécessaire de remplacer les 90 rames TGV Sud-Est encore en service et qui font l'objet actuellement d'un programme de rénovation. Cette rénovation est possible grâce à leur excellent état malgré trente ans de service intense.

La croissance du trafic, hors ouverture de lignes nouvelles, a toujours été absorbée par une meilleure productivité du parc, sans achat de rames supplémentaires.

Un matériel peu déclinable hors Europe

Le matériel construit en France et acheté par la SNCF depuis trente ans n'a pas été étudié pour équiper des lignes entièrement nouvelles dans des pays hors Europe. La question de l'exportation de la grande vitesse ferroviaire ne se posait pratiquement pas lorsque la SNCF et Alstom ont inventé le TGV. Peu de pays s'y intéressaient alors. Le seul réseau à grande vitesse a longtemps été le Japon, marché fermé et tenu par l'industrie ferroviaire nationale.

Dans les années 1990, la Corée du Sud a décidé de se doter d'un réseau à grande vitesse et a retenu la technologie française. Ce succès commercial français s'est reproduit en 2010 au Maroc, client traditionnel de l'industrie ferroviaire française, comme l'était déjà un peu la Corée du Sud.

L'engouement pour la grande vitesse ferroviaire est apparu dans le monde depuis une dizaine d'années. La France n'utilise pas aujourd'hui sur son territoire de rames à gabarit large et à motorisation répartie permettant de transporter davantage de passagers sur un seul niveau.

Son expérience de la voie ferrée sur dalle, qui pourrait s'avérer la bonne solution au-delà de 350 km/h, est faible.

1.3. Le développement de la concurrence dans le monde

L'évolution allemande : le passage d'un réseau national à des marchés mondiaux

L'Allemagne dispose à la fois d'une industrie forte, avec Siemens, et d'un réseau dense, exploité par un opérateur historique, la Deutsche Bahn (DB), puissante même après l'ouverture à la concurrence du réseau. La DB et Siemens, comme longtemps la SNCF et Alstom, entretiennent des relations techniques et commerciales étroites, encore actuellement. Ainsi les deux premiers types de trains à grande vitesse, mis en service à partir de 1991, les ICE1 et ICE2, ont été étudiés pour les lignes de la DB et construits par Siemens. La seconde série a déjà adopté des principes d'exploitation commerciale des pays voisins, montrant une première évolution vers le marché européen.

Dans les années 2000, l'Allemagne a résolument pris une orientation vers l'exportation. La nouvelle génération de train à grande vitesse, les ICE3, se rapproche des normes européennes et est exploitable sur LGV françaises dans sa version MF. La DB et Siemens y trouvent un intérêt réciproque. Siemens bénéficie d'un marché intérieur solide, avec 63 rames achetées par la DB ; 4 rames identiques ont été acquises par les NS (*Nederlandse Spoorwegen*, chemins de fer néerlandais), pourtant client ancien d'Alstom. Avec l'ICE3 interopérable en Europe, la DB possède le matériel pour se préparer à la conquête de marchés limitrophes de l'Allemagne.

Enfin, troisième étape, Siemens a décliné l'ICE3, avec les rames Velaro. Celles-ci ont bénéficié de l'expérience des ICE3 de la DB et sont déjà vendues dans le monde, y compris d'ailleurs à la DB. Les configurations sont multiples. Ainsi, le Velaro se trouve :

- en Espagne, exploité aux normes européennes (voie normale à écartement standard de 1,44 m, gabarit européen à 2,85 m de large, 300 km/h) ;
- en Russie sur son réseau classique (voie large de 1,52 m, gabarit large de 3,30 m, 250 km/h) ;
- en Chine, exploité sur ligne nouvelle (gabarit large de 3,26 m, 350 km/h) ;
- en Allemagne, en commande par la DB (normes européennes, 200 m de long, 320 km/h) ;
- vers la Grande-Bretagne *via* le tunnel sous la Manche, en commande par Eurostar (rames longues de 400 m).

La transition opérée par Siemens, avec l'appui de la DB en tant que client, d'un matériel allemand pour l'Allemagne vers un matériel adaptable dans le monde entier est notable.



Velaro : l'ambition mondiale de Siemens, avec le soutien de l'opérateur historique allemand



Velaro D : version pour la Deutsche Bahn. Source : Siemens

Le constructeur Siemens affiche clairement dans ses documents de présentation les qualités des rames Velaro et leur adaptabilité à toutes les contraintes d'exploitation. Le dynamisme commercial apparaît sans ambiguïté : « De l'Allemagne à la Chine, de l'Espagne à la Russie, la très grande vitesse Siemens s'exporte... ».

La diversité des pays où circulent déjà des Velaro est mise en avant. Les trains à très grande vitesse Alstom, bien que plus nombreux, circulent dans moins de pays.

Le Velaro est un train éprouvé, parce qu'il est dérivé des rames ICE3 qui roulent en Allemagne et dans les pays voisins, notamment la France, les Pays-Bas et la Belgique. À l'inverse, Bombardier n'a pas encore de référence avec son Zefiro, lancé tout récemment en Chine.

En Espagne, les 26 trains, au « confort exceptionnel », ont pour « vitesse commerciale 350 km/h » (en pratique, 300 km/h). En Chine, les 60 rames fournies en association avec un constructeur local, CNR, offrent un « grand nombre de places assises ». En Russie, les huit rames ont une « résistance aux très fortes amplitudes thermiques, exploitation possible sur toutes les lignes de Russie ».

Pour la Deutsche Bahn, « les trains vont être fabriqués dans l'usine de Krefeld-Ürdingen, en Allemagne. Leur production, totalement réalisée par Siemens, assurera près de 2 000 emplois ».

Le Japon : un matériel éprouvé, immédiatement disponible à l'exportation mais sous réserve que les réseaux puissent l'accepter

L'évolution du Japon vers l'exportation présente des analogies avec la position française. Le matériel a été conçu par l'industrie nationale pour le réseau japonais, qui offrait un marché intérieur important. Le matériel à grande vitesse n'a pas été exporté dans un premier temps, faute de marchés, car les seuls pays équipés de LGV possédaient leur propre industrie ferroviaire. De plus, le matériel circulant sur le réseau japonais est trop large pour les lignes européennes.

La volonté d'exporter est venue tardivement, comme le développement de lignes nouvelles notamment en Asie. Le Japon n'a pas réussi à conquérir le marché coréen. En revanche, il a répondu avec succès aux appels d'offre à Taiwan (rames dérivées des 700 de JR Central) et en Chine (rames dérivées des E2 de JR East), lignes nouvelles construites aux normes japonaises à gabarit large.

Hitachi, avec les autres fournisseurs ferroviaires japonais, est ainsi devenu un compétiteur industriel majeur. Il dispose d'une solide expérience de la grande vitesse

et de solutions techniques pertinentes pour les réseaux à construire. Il s'adapte rapidement aux contraintes des réseaux européens et a déjà gagné un premier marché de 29 rames aptes à 225 km/h au Royaume-Uni pour services régionaux sur la LGV entre Londres et le tunnel sous la Manche.

Avec le matériel 395, Hitachi a acquis le savoir-faire pour proposer des matériels conformes aux normes européennes STI. La capacité des industriels japonais à fournir en temps et heure un matériel muni de son homologation et respectant dès sa mise en service les objectifs contractuels de fiabilité et de disponibilité a été un élément décisif de choix de l'exploitant. Les répercussions sur le marché des trains classiques sont déjà tangibles : le gouvernement britannique a attribué à ce constructeur l'important marché de remplacement des rames Intercity V200 diesel (HST) ou des locomotives électriques (class 91) par des rames automotrices.



Le Royaume-Uni, porte d'entrée sur l'Europe de la grande vitesse Les rames à grande vitesse Hitachi série 395



Source : Hitachi

Un service régional à grande vitesse, attribué par franchise à Southeastern, est assuré sur la LGV depuis 2009 entre le tunnel sous la Manche (Ashford) et Londres St Pancras, avec desserte d'Ebbsfleet. Les 29 rames (6 voitures, 121 mètres) utilisées ont été fournies par le constructeur japonais Hitachi. Le marché a été conclu avec le régulateur, Strategic Rail Authority, adossé à HSBC Rail UK, pour 250 millions de livres (285 millions d'euros).

Même si ces rames sont limitées à 225 km/h, il s'agit du premier matériel non européen circulant sur LGV en Europe. La maintenance est assurée par Hitachi qui a construit un atelier dédié.

Ce matériel est apte à circuler sur le réseau classique britannique. C'est donc à partir du marché de la grande vitesse, considéré comme une niche, que l'industrie japonaise entre en Europe.

L'apparition de nouveaux compétiteurs, avec le développement mondial de la grande vitesse

La grande vitesse est apparue dans un cercle fermé de pays disposant de leur propre industrie ferroviaire : Japon, France, Allemagne. L'Espagne et la Corée du Sud, à défaut de constructeurs maîtrisant la grande vitesse, ont fait appel à ces pays pour créer leurs premières LGV. Avec la multiplication de projets dans le monde, on assiste à l'apparition de nouveaux compétiteurs :

- des constructeurs ferroviaires nouveaux venus sur ce créneau : Bombardier, Talgo ;
- des pays développant une industrie ferroviaire pour la grande vitesse : Corée du Sud, Chine.

Dans le premier cas, les constructeurs conçoivent des matériels en s'appuyant sur les compétences qu'ils possèdent déjà dans la construction de locomotives et de rames automotrices. Dans le second cas, sous l'impulsion des États, les pays achètent des rames à grande vitesse auprès des grands constructeurs, en négociant des transferts de technologie. Ils acquièrent ainsi les compétences en exploitation, en maintenance et en construction ; ils ne maîtrisent pas la conception mais sont capables de répondre aux appels d'offres internationaux avec des matériels éprouvés. Ces concurrents deviennent redoutables en matière de prix.



Le transfert de technologie en Corée du Sud : du TGV Réseau français au KTX-Sanchyeon coréen

La Corée du Sud s'est dotée d'un réseau à très grande vitesse de conception française. La première ligne a été ouverte en 2004. Les trains sont fournis par Alstom, sur la base des rames TGV Réseau livrées à la SNCF de 1993 à 1997. Lorsque le marché a été conclu, Alstom lançait une nouvelle génération de matériel, le TGV Duplex commandé par la SNCF.

Quarante-six rames dérivées du TGV Réseau ont été construites, sous l'appellation KTX1 : les 12 premières construites en France, les 34 suivantes en Corée, avec transfert de technologie et clause restreignant les possibilités pour l'industrie coréenne de proposer le KTX1 en réponse à des appels d'offre.

Il convient de noter que le contrat de transfert de technologie de la grande vitesse a impliqué l'ensemble des équipementiers français présents sur le train. Par exemple, la société Faiveley Transport a créé une filiale à cet effet, filiale qui assure encore aujourd'hui le service après vente sur les rames livrées par Alstom et qui a étendu ses prestations à l'ensemble du marché ferroviaire Coréen.

L'industrie coréenne, Hyundai Rotem, produit maintenant un nouveau matériel à très grande vitesse, KTX2, appelé aussi KTX-Sanchyeon, dont les caractéristiques sont similaires au TGV Réseau : puissance, vitesse, structure de rame semi-articulée, longueur de 200 mètres, gabarit européen... Ce matériel coréen répond sans difficulté aux normes STI.

1.4. Le train modulable et adaptable de demain, une réponse au marché de niche

Les constructeurs s'appuient sur leur marché intérieur, qui assure l'écrasante majorité des débouchés des rames à très grande vitesse. Cependant, ce marché intérieur peut présenter des risques, en cas de fléchissement des commandes ; l'exportation doit maintenant être prise en compte plus systématiquement dès la conception des nouveaux produits.

Les rames à très grande vitesse constituent un marché de niche : la déclinaison d'un modèle de base est essentielle pour pouvoir répondre à des marchés étroits, notamment à l'exportation.

La gamme française de trains à très grande vitesse

L'industrie ferroviaire française, en l'occurrence Alstom comme assembleur, propose actuellement trois familles de trains à très grande vitesse.

Les rames 2N2

Les rames 2N2, appelées aussi Euro Duplex, sont la dernière version des TGV Duplex mis en service par la SNCF depuis 1995. Elles assurent un service donnant entière satisfaction tant sur les plans technique que commercial et économique. Les rames à deux niveaux répondent bien à une approche du marché de la grande vitesse comme transport de masse, permettant de tirer le meilleur usage des capacités de circulation du réseau de LGV. La version 2N2 dispose des équipements nécessaires pour être exploitée en Europe, hors des seules lignes françaises. Intégrant les normes STI, apte à 320 km/h, ce matériel correspond aux contraintes du réseau européen, en optimisant ses performances : il offre la plus grande capacité de tous les matériels de même longueur dans le gabarit européen. Le Maroc, pays de longue culture ferroviaire française, a retenu ce matériel pour sa future LGV. Le réseau japonais, bien qu'il soit confronté comme le réseau français à la nécessité d'écouler un trafic de masse sur ses lignes, n'est pas un débouché pour les rames 2N2 : l'articulation bride le matériel à moins de 3 mètres de largeur et la charge à l'essieu est de 17 tonnes, alors que les lignes japonaises admettent des trains de 3,40 mètres de large et chargés à 13 tonnes par essieu. Même si le marché japonais était ouvert, les rames 2N2 n'y auraient aucune perspective d'exportation.

Les rames AGV

L'AGV est le dernier né d'Alstom. Ce matériel est une rame modulable en nombre de caisses, entièrement articulée et avec motorisation répartie ; elle est à un niveau. Son avance technologique est indéniable et se fonde à la fois sur la longue expérience des matériels TGV de la SNCF et sur la rame du record de vitesse du monde de 2007, intégrant des éléments de l'AGV alors à l'état de prototype. L'AGV peut rouler à 360 km/h et a été conçu par Alstom dans un souci de baisser les coûts d'exploitation. Vingt-cinq rames ont été commandées par un nouvel opérateur italien, NTV, pour mise en service en 2012.

Ce matériel ne bénéficie pas du soutien du marché intérieur français, la SNCF préférant les rames TGV à deux niveaux. Il est en concurrence directe avec le Velaro de Siemens et le Zefiro de Bombardier.

Les rames Speedelia

Speedelia est une rame conventionnelle non articulée, modulable industriellement, notamment sur le gabarit des caisses. Alstom a proposé ce matériel à Trenitalia en réponse à un appel d'offres spécifiant le refus d'une rame articulée, vraisemblablement pour écarter l'AGV retenu par son futur concurrent NTV. Sa mise en construction serait simple, avec la reprise d'éléments des rames Pendolino, matériel à grande vitesse (250 km/h) déjà en service. Ce produit, certes moins innovant que l'AGV et les rames 2N2, pourrait toutefois être une réponse satisfaisante pour des appels d'offres, notamment hors Europe, en raison de sa modularité et de sa relative simplicité.

Un marché intérieur français sans dynamisme

À l'inverse de Siemens en Allemagne, d'Hitachi au Japon ou des deux constructeurs locaux CNR et CSR en Chine, Alstom ne bénéficie pas d'un marché intérieur porteur : il n'y a aucune commande d'AGV et de Speedelia en France ; la SNCF réceptionne jusqu'en 2015 dix ou onze TGV 2N2 par an et n'a pas de projet de commande après cette échéance. L'ouverture à la concurrence du réseau ferroviaire, sans échéance précise de réels concurrents, et le manque de lisibilité sur l'évolution des péages conduisent à l'attentisme.

Contrairement à la Chine à ses débuts et aux ambitions de l'Espagne, aucune LGV en France n'est exploitée à plus de 320 km/h et les projets actuellement en discussion ne donnent pas de perspective de circuler commercialement à 350 km/h ou plus. Les équipementiers, les fournisseurs de composants de la voie et les constructeurs de matériels roulants ne trouvent donc plus en France le domaine pour expérimenter des produits nouveaux et suivre leur comportement en service. Même si la Chine et l'Espagne rencontrent des difficultés à atteindre ou à maintenir la vitesse de 350 km/h, il faut que la France reste en mesure d'explorer cette plage de vitesse, pour conserver une avance technique et industrielle.

Les matériels à très grande vitesse proposés dans le monde

Les pays acquéreurs de trains à très grande vitesse se classent en deux catégories : ceux où les rames circuleront aussi sur le réseau classique ancien (Europe essentiellement ou pays adoptant le standard européen), ceux où les rames ne sortent pas des LGV (Japon, Chine, Taiwan et réseaux à l'étude, non contraints par des caractéristiques techniques préalables).

Les matériels interoperables en Europe

La gamme Alstom cible l'Europe, mais s'efforce de promouvoir ses normes à la grande exportation, comme elle l'a fait avec succès en Corée du Sud et au Maroc. Alstom est le seul constructeur à proposer trois plates-formes différentes de train.

Siemens, comme on l'a vu plus haut, a fait évoluer son offre : le Velaro prend la suite de l'ICE3, déjà adapté au marché européen. L'ICE3 n'a été vendu qu'à la DB et aux chemins de fer néerlandais (avec utilisation en pool), mais n'est plus fabriqué. La gamme est réduite au Velaro, mais largement déclinable, avec les économies d'échelle industrielles qui en découlent. Le Velaro est déjà exporté en Europe, y

compris auprès de clients précédemment acheteurs de rames Alstom, RENFE et Eurostar.

Bombardier, bien que constructeur mondial de premier plan de matériel ferroviaire classique largement commercialisé dans toute l'Europe (locomotives et rames voyageurs régionales principalement), n'a pas encore d'antériorité dans la très grande vitesse. Le Zefiro, présenté à l'état de maquette à l'échelle 1 au salon Innotrans à Berlin fin 2010, a été vendu à la Chine (80 rames à caisses larges livrables à partir de cette année) et dans une version UIC interopérable à l'Italie (50 rames pour mise en service 2014).

Talgo propose un matériel apte à 330 km/h, en service en Espagne, le Talgo 350. Cette offre est en concurrence avec celle d'Alstom pour le marché de ligne nouvelle en Arabie saoudite.

Hyundai Rotem est un constructeur sud-coréen qui a acquis par transfert de technologie d'Alstom la compétence industrielle sur la génération de TGV précédant le Duplex. Le KTX2 est fabriqué entièrement par l'industrie coréenne et ses caractéristiques sont très proches des rames TGV Réseau fournies par Alstom à la SNCF. Ce matériel répond aux normes STI européennes sans difficulté.

Les matériels adaptés aux réseaux à gabarit large

Plusieurs constructeurs aptes à fournir du matériel pour les exploitants européens ont une offre adaptable aux réseaux acceptant des véhicules de grande largeur (jusqu'à 3,40 mètres). C'est le cas de Siemens avec le Velaro et de Bombardier avec le Zefiro, tous deux vendus en Chine.

L'industrie japonaise construit depuis l'origine des nouvelles lignes Shinkansen du matériel à gabarit large. Ainsi, le système ferroviaire à grande vitesse créé à Taiwan a adopté le standard japonais et les rames qui y circulent, série 700T, sont directement dérivées des rames 700 exploitées au Japon.

La Corée ne dispose pas de matériel à gabarit large.

Alstom peut fournir des rames à très grande vitesse à caisse large en déclinant le projet Speedelia. À l'inverse, les rames articulées sont difficilement adaptables à des caisses larges : les développements industriels seraient lourds et coûteux.

Les forces et faiblesses de l'industrie française

Les performances techniques

L'originalité des produits Alstom tient en particulier à l'articulation des rames. Cette disposition a fait ses preuves sur le plan de la sécurité. Mais elle n'est pas une norme obligatoire. Selon le constructeur, l'articulation permet des économies d'exploitation. Mais celles-ci sont difficiles à apprécier par les exploitants au moment de l'achat du matériel, surtout faute de comparaison possible avec d'autres matériels.

La vitesse, avec des records mondiaux successifs, est incontestablement une validation des bons choix techniques français. Elle reste cependant une performance technique, tandis que la vitesse maximale pratiquée en service commercial n'est plus

un objectif affiché en France par le gestionnaire d'infrastructure ni par l'exploitant. Alors que la France s'en tient à des performances dans le cadre d'essais, la Chine a assuré pendant plus de deux ans les services les plus rapides du monde, quotidiennement.

L'expérience de la très grande vitesse acquise par la France depuis trente ans est, à l'exception du Japon, la plus importante. Mais elle se laisse rattraper par d'autres pays, Chine, Allemagne, Espagne en particulier.

La capacité des trains

La capacité des rames est un élément fondamental pour les exploitants. Soit qu'ils cherchent un large espace pour les passagers, soit qu'ils privilégient la densité. La rame à deux niveaux, efficace pour une politique de transport de masse, répond mal à l'attente de volume spacieux recherché par les exploitants désireux de faire de la grande vitesse un produit tirant leur image vers le haut de gamme. La caisse large est une solution d'avenir pour les réseaux qui se créent et qui n'ont pas de contrainte de gabarit. Pouvoir proposer un matériel roulant à caisse large est un atout.

Le nombre de places est examiné plus loin, dans le cadre des coûts d'exploitation des types de trains.

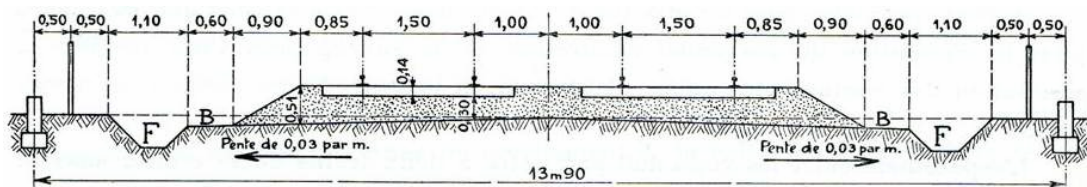
2 ■ Les nouveaux défis

2.1. La nécessaire maîtrise de la voie

Pratiquement depuis l'origine des chemins de fer, la voie ferrée est constituée d'une plate-forme sur laquelle est étalée une couche de cailloux, appelée ballast, supportant elle-même les deux rails réunis par des traverses enfouies dans le ballast. Tous ces composants ont fait des progrès spectaculaires, notamment les aciers utilisés pour les rails et l'emploi du béton à la place du bois pour les traverses. La longévité des rails et des traverses et le confort de roulement obtenu se sont considérablement améliorés.



Plate-forme d'une double voie ferrée classique : coupe schématique



Source : Ulysse Lamalle, *cours d'exploitation des chemins de fer*, tome 3

Les traverses (rectangles blancs sur le schéma), qui relient les deux files de rail, sont posées sur un lit de cailloux, le ballast, lequel assure la stabilité de la voie. Le ballast peut être remplacé par une dalle de béton. Sur LGV, l'entraxe des deux voies, ici de 3,50 mètres, est porté à des valeurs de 3,80 à 5 mètres, pour réduire l'effet de souffle entre deux trains croiseurs.

Le ballast présente des avantages : facilité et économie de pose, simplicité d'entretien. Les premières lignes à grande vitesse construites au Japon ont été posées sur ballast. La France a retenu cette option pour toutes ses lignes nouvelles depuis trente ans.

La voie sur ballast présente aussi des inconvénients :

- le ballast se tasse et s'écrase sous le poids des trains : la géométrie de la voie doit être surveillée, d'autant plus que les trains sont nombreux et roulent vite. Cette surveillance et cet entretien légers permanents sont contraignants et coûteux ;
- au passage d'un train à grande vitesse, des morceaux de ballast peuvent s'envoler et devenir dangereux : projections le long de la ligne, coups dans la caisse d'un véhicule, morceaux qui se coincent dans la suspension.

Le Japon a abandonné dès 1975 la technique de la voie sur ballast pour la construction de ses lignes à grande vitesse.

La France est restée, à l'inverse, fidèle à la voie sur ballast pour ses LGV. La disponibilité de carrières abondantes peut expliquer cette position. Pourtant, la SNCF et RFF rencontrent depuis une quinzaine d'années des difficultés avec le ballast, qui vieillit plus vite que prévu :

- sur la ligne Paris-Lyon, le ballast a dû être renouvelé dès la fin des années 1990 après quinze ans de service. Les travaux, étalés sur plusieurs années, ont perturbé la circulation des trains : ralentissements, périodes d'indisponibilité de la ligne au trafic commercial ;
- sur la LGV Est européenne, ouverte récemment, en 2007, et supportant un trafic moyennement dense, la voie nécessite un entretien plus élevé que prévu et le renouvellement du ballast risque de s'imposer après treize années de service au lieu des vingt ans minimum prévus à l'origine.

La couche de ballast peut être remplacée par une dalle de béton. Cette technique est déjà utilisée en France sur des lignes classiques, en particulier dans les tunnels du RER à Paris où le trafic est exceptionnellement dense. La voie sur dalle présente des avantages :

- elle est stable et ne nécessite donc pas de redressements réguliers. Les plages horaires pour la maintenance, interdisant l'exploitation commerciale de la ligne, sont d'autant réduites ;
- elle résout le problème de l'envol de ballast ;
- elle ne nécessite pas de désherbage ;
- le déneigement et l'enlèvement des feuilles mortes sont faciles.

La construction de la voie sur dalle est cependant plus coûteuse que le ballast : la pose est plus lente (100 mètres par jour contre 1 000 mètres), le temps de séchage du béton est de plusieurs jours alors qu'une voie sur ballast est immédiatement disponible à la circulation ; la pose d'origine doit être irréprochable car la géométrie est quasiment impossible à corriger, tandis que le bourrage du ballast est une opération simple ; la qualité de la dalle doit exclure tout risque de faille, sous peine de devoir la casser et la reconstruire en interrompant durablement la circulation.

À une vitesse de circulation supérieure à 320 km/h, la voie sur ballast donne satisfaction, mais semble conduire à une usure rapide du ballast et à des coûts de maintenance croissants fortement avec la vitesse. La voie sur dalle demande une maîtrise qui ne s'acquiert qu'avec l'expérience. En France, à l'exception d'une petite section sur la LGV Est, seule la technique du ballast est exploitée.

Les trains chinois roulent à 350 km/h sur voie sans ballast. Il était même projeté de passer ultérieurement à 380 km/h. En avril 2011, après un peu plus de deux ans de pratique de cette vitesse en service commercial, la Chine a cependant annoncé qu'elle réduirait la vitesse maximale de ses trains à 300 km/h à compter du 1^{er} juillet 2011. Les raisons invoquées sont la fatigue de la voie, l'usure du matériel roulant et, indépendamment de toute considération technique, le fait que le prix du billet de train est trop élevé pour attirer une clientèle suffisamment nombreuse. Ce recul est une première dans l'histoire de la grande vitesse ferroviaire dans le monde. L'utilisation de la voie sur dalle peut également expliquer la position chinoise, mais, à ce stade, ce n'est qu'une hypothèse.

Le 10 août 2011, suite à la collision du 23 juillet 2011 près de la ville de Wenzhou, ayant entraîné la mort de 40 personnes, le gouvernement chinois a annoncé une nouvelle réduction de la vitesse sur les lignes à grande vitesse récemment construites. Cette diminution n'a pas été chiffrée, le gouvernement évoquant seulement une « réduction appropriée ».

2.2. La sécurité, toujours primordiale

La sécurité des circulations est une règle fondamentale dans le domaine ferroviaire et la France s'y attache avec succès. Depuis la mise en service du TGV, aucun accident mortel n'a été à déplorer sur le réseau à grande vitesse. L'industrie ferroviaire française appuie sa maîtrise de la sécurité notamment sur :

- les innovations techniques, telles que l'articulation des trains (dès le prototype TGV001 en 1972), les aiguillages à pointe de cœur mobile (utilisés dès 1964 sur le Shinkansen) et les monoberceaux au manganèse¹ ;
- les campagnes d'essai, avec confirmation des résultats par des records de vitesse ;
- l'application de solutions totalement mises au point, en matière de signalisation par exemple.

Dès le prototype TGV001 en 1972, la SNCF et Alstom ont retenu le principe de la rame articulée. Cette disposition consiste à fixer les extrémités de deux voitures contiguës sur un même bogie². Le bogie assure la liaison entre les deux caisses qu'il supporte. Sur une rame conventionnelle, chaque véhicule repose sur deux bogies et les voitures sont reliées par une barre d'attelage. La rame articulée est beaucoup plus rigide et plus stable qu'une rame conventionnelle grâce à son centre de gravité

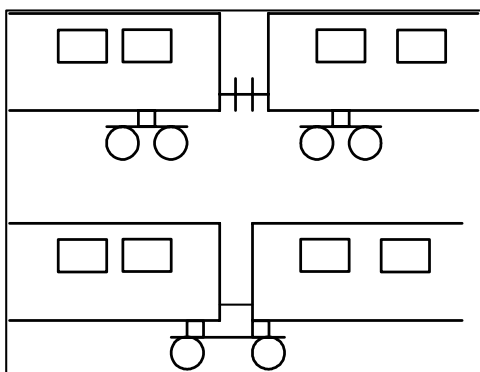
(1) Appareil de voie dont le cœur à pointe mobile est une structure d'un seul bloc (pièce de fonderie) en alliage au manganèse, permettant d'améliorer la rigidité et la dureté de la surface de roulement. C'est une technologie brevetée signée Vossloh-Cogifer permettant aux rames de rouler en voie directe à la vitesse plafond de la pleine ligne et jusqu'à 230 km/h en voie déviée, avec une parfaite continuité de roulement.

(2) Un bogie est un chariot de roues ; les bogies des rames à grande vitesse ont quatre roues reliées deux par deux par deux essieux. Un bogie est moteur si les roues sont actionnées par un moteur de traction, porteur si les roues ne sont pas motrices.

abaissé. Le principe de la rame articulée, déjà utilisé avant-guerre, est employé fréquemment pour les trains régionaux.

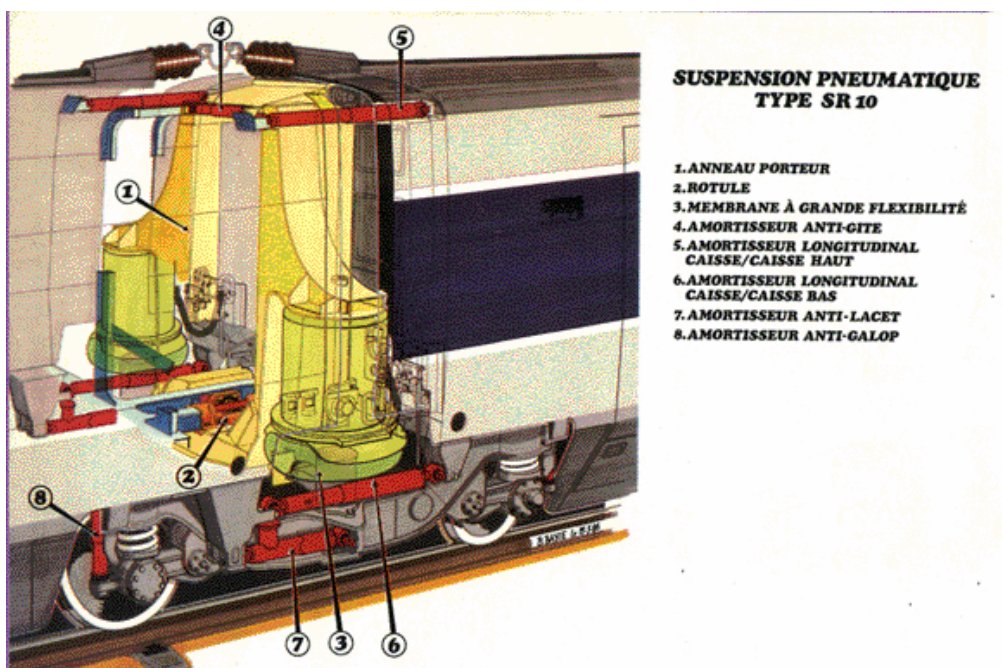
Alstom est le seul constructeur à avoir conçu des rames à grande vitesse articulées sur bogies¹.

▼ L'articulation : une structure originale



Source : CAS

Le schéma suivant montre la technicité de l'articulation entre deux remorques de TGV, notamment l'anneau d'intercirculation associé à la suspension, donnant un passage confortable pour les voyageurs et assurant une grande sécurité.



Source : Alstom

(1) Talgo a fourni à la RENFE, en Espagne, des rames Talgo 350, aptes à 330 km/h, composées de deux motrices à bogies encadrant des remorques articulées montées non pas sur bogies, mais sur essieux uniques. Cette technologie est propre à ce constructeur. Elle a été développée dans le passé pour permettre de faire varier l'écartement des roues afin de circuler sur voies larges espagnoles (1,67 mètres) et voies normales françaises (1,44 mètres) sans changer les essieux à la frontière.

La supériorité de la rame articulée en matière de sécurité est attestée par les cas de déraillement. Trois déraillements à grande vitesse sont survenus avec des rames TGV de séries différentes en service commercial en France depuis la mise en service : TGV Sud-Est à 270 km/h, TGV Réseau à 294 km/h et TGV Eurostar à 247 km/h. Dans tous les cas, il n'y a eu ni tués ni blessés graves : les seules victimes, blessées légèrement, ont reçu une projection de ballast à l'extérieur du train sur le quai de Mâcon TGV. Une rame ICE1, de structure conventionnelle, a déraillé en 1998 à 197 km/h en Allemagne et une voiture, se mettant de travers, a engagé le gabarit et heurté une pile de pont, le drame se soldant par 101 morts et 86 blessés. Pour autant, l'articulation ne s'impose pas pour raison de sécurité. En effet, le Japon démontre que ses trains conventionnels présentent une sécurité absolue, avec un seul déraillement depuis l'origine, imputable non au matériel mais à un tremblement de terre et n'ayant pas fait de blessé.



L'excellence française en matière de voie ferrée : les appareils de voie Vossloh Cogifer

Pour passer d'une voie à une autre, les rails sont agencés selon des dispositions désignées appareils de voie, dont la plus courante est l'aiguillage. Ce sont des appareils complexes, délicats, fragiles, avec des pièces en mouvement devant fonctionner parfaitement et intégrant des systèmes de contrôle empêchant les mauvaises manœuvres. Vossloh Cogifer a développé des innovations permettant le passage des trains en pleine vitesse tout en assurant une sécurité parfaite et un bon confort de roulement. Lors des derniers records de vitesse, des appareils de voie de cette société ont été franchis en 1990 à 501 km/h et en 2007 à 560 km/h par des TGV. Auparavant, il était exclu de battre un record de vitesse sur une section de ligne comportant un appareil de voie.

Par ailleurs, Vossloh Cogifer a pu développer toutes les technologies d'appareils de voies grande vitesse grâce à ses contrats à l'export sur des voies de tous types, en Turquie, en Chine, en Italie...

Cœur d'aiguille à pointe mobile avec monoberceau au manganèse, sur la LGV Est

Cette technologie brevetée permet de changer de voie à 230 km/h
et de passer en ligne droite à 320 km/h



Source : Vossloh Cogifer



L'excellence française en matière d'équipements embarqués : les matériels développés par Faiveley Transport

L'engagement français dans la très grande vitesse et les nouvelles contraintes qui lui sont propres ont contraint les équipementiers, parmi lesquels Faiveley Transport, à de véritables innovations :

- joints gonflables sur les portes d'accès pour en assurer l'étanchéité aux ondes de pression
- pantographes pilotés électroniquement
- garnitures de freins et disques Haute énergie
- climatisations à clapets haute vitesse

Ces équipements ont contribué substantiellement à la fiabilité et au confort du TGV depuis sa naissance. Développés grâce à l'étroite collaboration entre la SNCF, Alstom et Faiveley, ils ont pu être utilisés sans modification majeure lors de l'établissement du record de vitesse du TGV en 2007.

Par la suite, Faiveley Transport a pu utiliser ces concepts sur des flottes telles que Virgin BT, Zefiro BT et Série 395 Hitachi.

Alstom et la SNCF ont mené de nombreuses campagnes d'essai, aboutissant à des records de vitesse successifs depuis 1954 interrompus par Siemens et la DB uniquement entre mai et décembre 1988. L'Allemagne détenait à l'inverse les records de vitesse tout au long de la première moitié du XX^e siècle. Le Japon n'a jamais battu le record mondial de vitesse ferroviaire¹.

La France dispose d'un savoir-faire et d'une technologie éprouvée dans la très grande vitesse ferroviaire. Cette supériorité a été un élément déterminant dans les années 1990 auprès de l'Espagne et de la Corée du Sud. Force est cependant de constater qu'aujourd'hui l'Allemagne et le Japon, avec des solutions plus classiques, décrochent de nombreux marchés.

Chaque pays a conçu un système de gestion des circulations (espacement des trains et contrôle de la vitesse). La SNCF et la Compagnie de signalisation d'équipements électro, CSEE Transport (devenue Ansaldo STS France) ont ainsi mis au point une signalisation adaptée à la grande vitesse (appelée TVM300, puis 430 dans sa version la plus performante). Dans un souci d'interopérabilité entre réseaux, l'Union européenne a lancé un système unifié (ERTMS, *European Rail Traffic Management System*), long à mettre au point, mais qu'Alstom tout comme Ansaldo France maîtrisent. On regrettera toutefois que l'ERTMS ne soit pas en fonctionnement sur la LGV Est qui en est pourtant pré-équipée.

Dans le secteur ferroviaire, le matériel roulant est livré par les constructeurs aux exploitants conformément aux spécifications définies par ceux-ci. Les exploitants se chargent eux-mêmes de leur homologation pour circuler sur les lignes voulues. Sur un même réseau, un engin peut être admis sur certaines lignes et interdit sur d'autres (par exemple, en raison de son poids ou de risques de perturbations électriques sur la

(1) Cf. chapitre 1, section 1.2. : les records du monde de vitesse ferroviaire depuis la Seconde Guerre mondiale.

signalisation). Il n'y a donc pas d'homologation au niveau européen. L'European Railway Agency estime ainsi que faire certifier un matériel peut coûter un à quatre millions d'euros par pays dans lequel l'exploitant veut le faire circuler. Ce coût, ainsi que la longueur des procédures pouvant aller jusqu'à deux ans, peuvent être considérés comme une entrave au développement du trafic ferroviaire en Europe.

2.3. Une rentabilité commerciale maîtrisée

La France, avec la SNCF et trente ans d'exploitation de ses TGV, dispose d'une riche expertise en matière de valorisation commerciale de la grande vitesse ferroviaire. Les points développés ci-dessous abordent l'interface entre investissements et industries d'une part, cadre économique et politique commerciale d'autre part. On voit que la performance et la productivité de l'outil ne sauraient être isolées du modèle économique du système et que les progrès doivent aller de pair.

Les coûts de circulation des trains

L'environnement institutionnel dans lequel sont exploités des trains à grande vitesse varie considérablement. Au Japon, la construction d'un réseau de lignes nouvelles s'est imposée pour des raisons d'aménagement du territoire et s'est traduite par un fort endettement de la compagnie nationale de l'époque, les JNR, avant la réforme du système ferroviaire. Les premières LGV en France ont été financées par la SNCF, à la fois exploitant des trains et gestionnaire du réseau (sauf la LGV Atlantique, financée à 30 % sur fonds publics). Les coûts des projets sont appréciés par un taux de rentabilité interne.

En Europe, la séparation, au moins comptable, entre exploitants et gestionnaires d'infrastructures conduit à distinguer le coût de fonctionnement des lignes existantes (gestion et maintenance), les investissements dans des lignes nouvelles et le coût d'exploitation du matériel roulant. Ainsi, Alstom mise sur l'optimisation du coût complet de ses rames, achat, consommation d'énergie, maintenance, sur le cycle de vie des rames. Une technologie complexe, éventuellement plus chère à l'achat, doit être plus avantageuse financièrement en coûts d'exploitation¹.



Productivité du matériel roulant et partage des gains

Le réseau ferroviaire français nécessite de lourds investissements pour rénover ses lignes classiques. RFF, qui en a la charge, est fortement endetté. Ses recettes proviennent notamment des péages acquittés par les transporteurs qui font circuler des trains sur le réseau.

Pour accroître ses recettes, RFF optimise le niveau de péages en tenant compte d'un équilibre difficile à établir entre nature des trafics, types de trains, catégories de lignes. Il s'agit de tirer le maximum en fonction de la capacité contributive de chaque exploitant. Les trains de fret sont soumis à des péages modestes en raison de la concurrence routière, les autorails en zones rurales ne peuvent supporter le coût complet de lignes à faible densité de trafic ; à l'inverse, les TGV circulant sur LGV dégagent une meilleure rentabilité. Les péages sur LGV sont donc les plus élevés.

(1) Alstom estime à 40 % la part des bogies dans le coût de maintenance d'une rame. Ainsi, un TGV Duplex, à 13 bogies, gagne environ 8 % sur ce poste par rapport à un ICE3 à 16 bogies.

Jusqu'à présent, en vertu du principe de la capacité contributive des trains, le péage pour un train tenait compte du nombre de passagers qu'il pouvait transporter. Ainsi, un TGV Duplex de 512 places payait davantage qu'un TGV Réseau de 377 places. Pourtant, les deux rames sont de même poids, de même longueur, motorisées à l'identique, ont le même nombre de roues. Techniquement, rien ne les distingue pour le gestionnaire d'infrastructure. À partir de 2012, le péage sera le même car conformément à l'avis de l'ARAF (Autorité de régulation des activités ferroviaires), la modulation à l'import sera supprimée.

La disponibilité de la ligne à l'exploitation

L'entretien de la voie ferrée perturbe la circulation des trains et les principes d'organisation des travaux longtemps pratiqués en France ne sont plus compatibles avec les contraintes commerciales et environnementales actuelles.

Les voies sur ballast ont été entretenues par de petits travaux de maintenance dans des plages horaires programmées chaque jour, consistant à réserver 1 heure et 50 minutes sans circulation. Ce système, appelé blancs travaux, interdit notamment le cadencement à l'heure des trains assurant une desserte. Une autre méthode consiste à réaliser les travaux la nuit : ceux-ci sont alors plus coûteux en main-d'œuvre et plus difficiles à mener ; les riverains contestent de plus en plus les chantiers nocturnes à cause du bruit. Une troisième méthode est la massification des travaux, avec fermeture temporaire de la ligne à tout trafic ; c'est la plus efficace pour les travaux, mais la plus pénalisante pour les exploitants et leurs clients.

Il convient donc impérativement de réduire les besoins de maintenance des lignes. Or, le composant demandant le plus de maintenance est le ballast. La solution d'avenir est donc de s'en passer, c'est-à-dire de construire les nouvelles lignes en voie sur dalle de béton, sans ballast, comme dans le RER parisien où l'interruption du service dans la journée est inenvisageable.

Outre les travaux, la voie sur dalle présente l'avantage fondamental pour l'exploitation d'être facile à déneiger. Les LGV sur ballast imposent le ralentissement des trains par temps de neige à cause des blocs de glace qui se forment dangereusement. Ainsi, pendant les hivers 2009-2010 et 2010-2011, des restrictions de vitesse ont été appliquées plusieurs semaines sur la LGV Est, occasionnant des retards compris entre 20 et 40 minutes sur des trajets d'une durée normale de 2 heures et 20 minutes.

La France a intérêt, pour elle-même, à développer la technique de la voie sans ballast sur ses propres LGV.

Concevoir des lignes aptes à des vitesses supérieures à 350 km/h est une nécessité à la fois technique, pour l'exportation, et socioéconomique, pour permettre un service ferroviaire en France concurrentiel, régulier et fiable. Cela s'accompagne de l'acquisition de l'expertise et de la pratique de la voie sans ballast. Les prochains projets de LGV fournissent des terrains permettant d'exploiter les solutions d'avenir.

La capacité des trains et la recette commerciale

La tendance générale dans le monde est la vente des places avec réservation obligatoire dans les trains à très grande vitesse. Ce système, associé à une gamme de

prix commerciaux grâce au « *yield management* » ou « gestion fine », permet un meilleur remplissage des trains tout en gérant les périodes de pointe. La SNCF arrive à un taux de remplissage moyen de ses TGV de 70 %, contre 40 % dans les ICE de la DB, accessibles sans réservation obligatoire.

Compte tenu de la vente à la place, les exploitants peuvent calculer la rentabilité d'une rame en fonction de sa capacité. Pour accroître cette capacité, à densité de sièges égale, on peut :

- allonger le train : cette solution est contrainte par la longueur des quais dans les gares. En Europe, le standard est la rame de 200 mètres, avec possibilité d'en faire circuler deux attelées ensemble, soit 400 mètres ;
- réduire les espaces techniques : la motorisation répartie, qui consiste à étaler tout au long de la rame les équipements de traction au lieu de les concentrer dans des locomotives, allonge la partie accessible aux voyageurs. Par exemple, sur un TGV à motorisation concentrée, les deux véhicules extrêmes d'une rame sont inaccessibles pour les voyageurs, soit 40 mètres sur 200 inutilisables commercialement ;
- utiliser la hauteur maximale permise par le gabarit et placer les voyageurs sur deux niveaux : cette solution est courante pour les trains de banlieue. Elle n'existe en grande vitesse que chez Alstom et, plus rarement, au Japon¹ ;
- élargir les voitures : cette option est exclue en Europe, où les trains à grande vitesse circulent aussi sur les réseaux classiques anciens, à gabarit étroit. À l'inverse, c'est une solution adoptée par le Japon lors de la construction.

La solution la plus rationnelle pour un nouveau réseau à construire serait de permettre la circulation de trains larges – 3,40 mètres – pouvant accueillir cinq sièges de front en classe économique, couplée à l'utilisation de quais hauts accélérant le flux des voyageurs et réduisant la durée des stationnements, sans les contraintes d'accessibilité des véhicules à deux niveaux, lesquels sont associés au transport de masse alors que la grande vitesse doit tirer l'image du train vers le haut de gamme de l'entreprise exploitante. Le matériel japonais répond immédiatement à ces attentes, satisfaites à Taiwan et en Chine. Bombardier et Siemens adaptent leur offre sans forte contrainte industrielle sur la conception et la fabrication, les voitures conventionnelles sur deux bogies pouvant facilement recevoir une caisse plus large et donc plus lourde ainsi qu'un plancher à la hauteur voulue. La rame articulée souffre de la charge limite par essieu : une caisse élargie pèse plus lourd alors que, du fait de l'articulation, le nombre d'essieux est plus faible et donc le supplément de poids difficile, voire impossible, à admettre.

(1) Les Japonais ont construit une version à deux niveaux de leurs rames à motorisation répartie (séries E1 et E4). Au vu des résultats décevants (vitesse limitée à 240 km/h, nuisances sonores et vibratoires des équipements situés près des espaces voyageurs), son développement a été interrompu.



Capacité et nombre de sièges : quels compromis ?

Les constructeurs aéronautiques définissent leurs gammes sous deux critères : le nombre de sièges et le rayon d'action. Si le second critère n'a pas de sens pour un train électrique circulant sur des trajets de quelques centaines de kilomètres sans écarts majeurs, la question du nombre de places et de leur coût unitaire se pose de plus en plus à l'achat.

Les exemples suivants montrent la difficulté à établir une comparaison objective.

Pour une rame de 200 mètres :

- une rame 500-7000 japonaise offre 608 places (un niveau, conventionnelle, motorisation répartie, caisse large) ;
- un TGV Duplex dans sa version d'origine comportait 545 sièges (2 niveaux, articulé, motorisation concentrée ; 36 % des places en 1^{re} classe) ;
- un TGV 2N2, dont les caisses sont identiques, a 512 sièges (davantage d'espaces bagages et places pour handicapés) ;
- un AGV mis en service par NTV aura environ 500 places (un niveau, articulé, motorisation répartie) ;
- un ICE3, entre 405 et 458 sièges selon les versions (un niveau, conventionnel, motorisation répartie) ;
- un TGV Thalys, 377 sièges (un niveau, articulé, motorisation concentrée) ;
- un S100 RENFE, 329 sièges (un niveau, articulé, motorisation concentrée ; 3 classes, 1 voiture-bar) ;
- un TGV Sud-Est 1^{re} classe, 287 sièges (6 rames de 1981 à 2001).

Pour une rame de 400 mètres :

- une rame 300 japonaise offre 1 323 sièges (un niveau, conventionnelle, motorisation répartie, caisse large) ;
- un KTX1 coréen, 935 sièges (un niveau, articulé, motorisation concentrée, 13 % en 1^{re} classe) ;
- un TGV TMST Eurostar, 794 places à l'origine, 750 après rénovation (un niveau, articulé, motorisation concentrée ; avec 2 voitures-bars).

La capacité des matériels à caisse large (3,40 mètres contre 2,85 à 3 mètres en Europe) est évidemment supérieure. Un constructeur sera plus pertinent dans un appel d'offres pour un réseau entièrement nouveau avec du matériel à gabarit large ; en revanche, le marché européen n'est accessible qu'au gabarit UIC de 3 mètres maximum.

Le nombre de places variant d'une rame à une autre de mêmes dimensions en fonction des choix commerciaux de l'exploitant, Alstom retient aussi la notion de « mètres carrés commerciaux disponibles ». Toutefois, l'exploitant commercialise des places et non pas des surfaces et calcule sa rentabilité sur le nombre de sièges vendus. Pouvoir proposer un matériel à caisse large constituerait donc un atout pour répondre à des appels d'offres pour des systèmes ferroviaires totalement nouveaux.

Les temps de parcours et la vitesse permise par la ligne

Circuler à très grande vitesse dans de bonnes conditions de sécurité, de régularité et d'économie est une prouesse technique. La France a fait circuler les trains les plus rapides du monde dès la mise en service de la première LGV, Paris-Lyon, parcourable

à 260 km/h en 1981 puis 270 km/h en 1983. La LGV Atlantique est la première ligne au monde autorisant la vitesse de 300 km/h, à sa mise en service en 1989. En 2001, une section de la LGV entre Avignon et Marseille est parcourable à 320 km/h, vitesse la plus élevée en service commercial dans le monde.

Lorsque l'Espagne a décidé de se doter d'une LGV entre Madrid et Barcelone, elle a spécifié que le train devait être capable de rouler à 350 km/h. L'industrie allemande, sans expérience de cette vitesse, s'y est engagée, tandis que les Français ne la recommandaient pas, ce niveau de vitesse générant des coûts d'exploitation à la hausse. La RENFE a acheté des Velaro à Siemens, qui s'engageait sur le 350 km/h.

Après une longue période d'augmentation de la vitesse maximale, la SNCF et RFF ont considéré que rouler toujours plus vite pouvait présenter plus d'inconvénients que d'avantages, les surcoûts d'exploitation (dépenses d'énergie et de maintenance de la voie et du matériel roulant) dépassant les gains de recettes commerciales. Après le record d'avril 2007 à 574,8 km/h, Alstom, la SNCF et RFF ont mené une campagne d'essais à 360 km/h fin 2008. Il n'est plus aujourd'hui question de dépasser la vitesse de 320 km/h, comme on le voit dans les projets de lignes nouvelles (LGV Bretagne, LGV Sud Europe Atlantique).

Les lignes les plus rapides du monde ont été exploitées en Chine, avec des trains circulant à 350 km/h en service commercial. La France a alors perdu son leadership et, plus grave, n'a pas acquis l'expérience du 350 km/h, laissée à d'autres. Si la vitesse de 350 km/h ou plus n'est pas une fin en soi, il serait dommage de ne pas la pratiquer pour la maîtriser, parce que :

- elle peut permettre de passer sous des seuils de temps de parcours offrant des perspectives de gains de trafic. Ainsi, faute de pouvoir rouler à 350 km/h sur la future LGV Sud Europe Atlantique, le trajet de Paris à Bordeaux en moins de deux heures sera impossible alors qu'il donnerait un avantage décisif sur l'avion, avec un bénéfice socioéconomique positif pour la collectivité ;
- elle est propice à des progrès en R & D (y compris concernant le bruit des trains), indispensables si on veut garder un leadership industriel dans la grande vitesse ferroviaire ;
- une bonne réponse aux appels d'offres pour l'établissement de LGV doit anticiper l'avenir, les lignes étant construites pour cent ans avec des trains qui iront de plus en plus vite, la vitesse de 380 km/h ayant même été envisagée en Chine.

Les plates-formes des LGV construites depuis 2007 sont tracées pour une vitesse de 350 km/h. Pour autant, il n'est pas évident que le surcoût (maintenance de l'infrastructure et coûts d'exploitation des rames) engendré par une circulation à cette vitesse soit justifié par les avantages procurés aux usagers.

2.4. Faut-il vraiment aller toujours plus vite ?

Dans l'histoire des transports, la réduction des temps de parcours a toujours été un facteur de développement des trafics et, par conséquent, des recettes commerciales, que ce soit par un nombre accru de clients ou par la valorisation du temps gagné.

Mais l'accroissement de la vitesse pose d'abord des questions techniques : puissance du matériel roulant, consommation d'énergie, bruit, stabilité du roulement, capacité de

freinage, signalisation, usure des véhicules et des composants de la voie. La pratique quotidienne de la grande vitesse apporte une expérience que les essais ne suffisent pas à acquérir. Elle peut faire apparaître des coûts élevés pour que les performances ne se dégradent pas, avec un niveau de sécurité constant. C'est ainsi que les très grandes vitesses sont parfois contestées :

- au Japon, le niveau de bruit supportable par les riverains de LGV limite la vitesse des trains. Les progrès ont cependant permis de relever par étapes la vitesse maximale ;
- en France, RFF constate que la LGV Est européenne, la seule parcourable entièrement à plus de 300 km/h, demande des travaux d'entretien plus fréquents que prévu. La SNCF est plus hésitante, entre les dépenses d'énergie et de maintenance engendrées par l'augmentation de la vitesse maximale et les possibilités de réduction de temps de parcours face à l'avion permises par des vitesses de l'ordre de 360 km/h ;
- en Espagne, malgré des effets d'annonce depuis plusieurs années, les trains ne roulent toujours qu'à 300 km/h sur la ligne Madrid-Barcelone et non à 350 km/h ;
- en Chine, le nombre de trains roulant à 350 km/h a été réduit à compter du 1^{er} juillet 2011. Ce recul fait que la Chine ne jouera plus autant le rôle d'aiguillon en faveur de l'augmentation de la vitesse, ce qui peut avoir des répercussions sur la R & D relative à la très grande vitesse ferroviaire dans le monde.

Les interrogations sur la vitesse maximale ne sont ni nouvelles ni spécifiques au chemin de fer. Elles rappellent que la vitesse a un coût, mais qu'elle a aussi une valeur et que l'équilibre entre les deux est déterminant pour le choix des futurs projets. Les progrès techniques et l'importance qu'on accorde au temps jouent finalement toujours en faveur de la vitesse. Le marché de la grande vitesse ferroviaire reste donc intéressant pour l'avenir.

Le poids du poste génie civil dans un projet de LGV

Les projets de création de lignes nouvelles à grande vitesse sont particulièrement coûteux. Mais l'ensemble des sommes en jeu ne relève pas toujours de marchés accessibles à l'exportation. La mission a estimé le coût de construction d'une ligne de 400 km sur un terrain ne présentant pas d'obstacles naturels :

Construction de l'infrastructure	Coût (en millions €)	Structure (en %)
Maîtrise foncière (pour mémoire)	540	9
Ingénierie (MOA, MOE)	600	10
Génie civil (terrassements, OA...)	3 180	53
Voies, ballastage	1 080	18
Équipements ferroviaires (caténaires)	300	5
Équipements ferroviaires (signalisation, télécommunications...)	300	5
TOTAL	6 000	100

MOA : maîtrise d'ouvrage ; MOE : maîtrise d'œuvre ; OA : ouvrage d'art.

Source : MEDDTL

Il apparaît que le coût des travaux de génie civil, terrassements, ouvrages d'art, plateforme, s'élève ici à 53 % du coût de construction de l'infrastructure. Ce taux peut atteindre 70 % lorsque la topographie est moins favorable.

Les gares constituent un élément fondamental du système ferroviaire. La SNCF, *via* sa filiale AREP, est de longue date sur le créneau de la conception architecturale et a remporté de belles réalisations, notamment en Chine, avec la gare de Wuhan sur la ligne Pékin-Canton.

L'ensemble de ces constats conduit à privilégier l'innovation

L'industrie ferroviaire française, en s'appuyant sur l'expérience de la SNCF et de RFF, a des acquis réels dans le domaine de la très grande vitesse. Mais ces acquis ne correspondent pas complètement aux attentes exprimées, ou sous-entendues, dans les appels d'offres à la grande exportation. L'avance française est de plus en plus réduite avec la montée en puissance de pays et d'industriels venus à la très grande vitesse depuis une dizaine d'années et ne cachant pas leur ambition sur les marchés mondiaux.

Pour se repositionner en première place, la France doit investir dans la très grande vitesse : lignes parcourables à 350 km/h, voire plus, avec de la voie sur dalle, matériel roulant modulable, déclinable en gabarit large pour tirer profit d'une plus grande capacité. C'était une nécessité pour pouvoir encore concurrencer la Chine, la Corée et le Japon ; cela reste indispensable face à l'Espagne et à l'Allemagne pour l'avenir.

Toutefois, dans un projet de LGV, il convient de relativiser la part dont peut directement bénéficier la France. Ainsi, les coûts de génie civil sont de loin le premier poste de dépenses, au profit des entreprises et des emplois sur place.

Conclusion et recommandations

L'annonce fin avril 2011 par la Chine de la réduction de 350 à 300 km/h de la vitesse maximale d'exploitation de certains de ses trains à grande vitesse a fortement surpris le monde ferroviaire¹. Le pays s'était en effet imposé, depuis deux ans, comme le leader dans le domaine de la grande vitesse ferroviaire. Certains trains, conçus à partir de technologies transférées par les deux constructeurs Hitachi et Siemens, continueront toutefois de circuler à la vitesse commerciale maximale de 350 km/h et un troisième modèle de la société Bombardier devrait les rejoindre en 2012, avec une vitesse envisagée de 380 km/h.

La décision chinoise est source de plusieurs enseignements :

- la très grande vitesse ferroviaire est un art difficile et demande une grande maîtrise technologique qu'il n'est pas facile d'acquérir ; nous avons tendance à l'oublier, habitués que nous sommes à la fiabilité et à la ponctualité des TGV.
- La déconvenue chinoise peut (et doit) constituer une alerte salutaire pour la technologie française : vouloir vendre la très grande vitesse ferroviaire dans le monde suppose de rester à la pointe de la technologie et de continuer à développer en permanence l'innovation technologique ;
- la question du dépassement perpétuel de la vitesse est de nouveau posée : faut-il atteindre les 350 km/h ou plus, sachant que cela augmente la dépense d'énergie et l'usure des matériels roulants et des infrastructures, et rend plus onéreuse la conception de tous les composants du système ferroviaire ? La question doit être appréciée en termes de report modal de l'avion vers le train (coût global, émission de gaz à effet de serre en fonction du mix de production de l'énergie). Quelle que soit la réponse, elle ne doit pas nous empêcher de développer en permanence de nouvelles innovations : l'AGV, la dernière née des rames à très grande vitesse d'Alstom, qui devrait être mise en service en Italie en 2012 par NTV, dispose ainsi d'une version apte à rouler à 360 km/h ;
- cette décision nous rappelle enfin que la grande vitesse ferroviaire constitue un système technique complexe où tous les éléments jouent un rôle important, depuis la voie jusqu'à la signalisation et la maintenance, en passant par le matériel roulant. Après mise en service d'une nouvelle ligne, des crédits suffisants doivent donc être consacrés à son exploitation et à son entretien, sous peine d'incidents voire d'accidents qui terniraient l'ensemble de la grande vitesse ferroviaire et des entreprises concernées.

(1) Un an auparavant, Yoshiyuki Kasai, le président de la Central Japan Railway Company, déclarait toutefois au *Financial Times* que les Chinois faisaient rouler des trains de conception japonaise à des vitesses supérieures de 25 % aux limites de sécurité retenues au Japon : « Ils ne portent pas la même attention que nous à la sécurité. Jamais nous ne pousserions aussi loin les limites » ; <http://slinkingtowardretirement.com/?p=26518>.

Au début des années 1980, seuls deux pays, le Japon et la France, ensuite rejoints par l'Allemagne à partir de 1986, possédaient la technologie de la grande vitesse ferroviaire. Leur nombre s'est fortement accru depuis : Espagne et Italie pour l'Union européenne, Corée du Sud et Chine pour l'Asie... Plusieurs pays possèdent un réseau de lignes à grande vitesse¹ reliées entre elles (Chine, Espagne, France, Japon). Les autres opérations existantes² ou projetées sont pour l'essentiel linéaires, y compris aux États-Unis ou en Inde, parfois même sans connexion prévue entre les corridors desservis. L'UIC estime, peut-être avec optimisme, que le réseau mondial pourrait s'élever à 30 000 kilomètres en 2030 et atteindre 50 000 kilomètres en 2050³, ce qui représente un accroissement d'environ 1 000 kilomètres par an. La croissance des réseaux devrait être importante non seulement en Chine, dont les ambitions sont très fortes, mais dans l'ensemble des pays émergents (Brésil, Inde, Afrique du Sud, Russie, sans oublier les pays d'Asie centrale). Dans son dernier document stratégique sur la mobilité en 2050, datant de mars 2011, l'Union européenne a également manifesté sa volonté de tripler la longueur du réseau de lignes à grande vitesse d'ici 2030. Les États-Unis, enfin, réfléchissent depuis longtemps au développement de cette technologie mais ne semblent pas prêts à la mettre en œuvre à court terme, à l'exception peut-être des projets ferroviaires en Californie et du projet DesertXpress⁴, mené par un groupe d'investisseurs privés qui ne bénéficie pas de subventions publiques mais qui a déposé une demande de prêt à taux préférentiel (*RRIF loan*) auprès des autorités fédérales.

Si on prend un coût moyen de 10 à 20 millions d'euros par kilomètre, le marché de la grande vitesse ferroviaire théoriquement accessible aux sociétés européennes correspondrait à une somme moyenne annuelle de 20 à 40 milliards d'euros (y compris gares et matériels roulants). Toutefois, la moitié du kilométrage concerné relève de marchés difficilement accessibles : c'est le cas du Japon et de la Chine mais aussi dans une certaine mesure des États-Unis, compte tenu du « *Buy American Act* ». On doit aussi noter que la part du génie civil dans les coûts d'établissement d'une ligne nouvelle est de très loin le premier poste de dépense (largement plus de la moitié du total). Or les travaux de terrassement et d'ouvrages d'art sont assurés par des entreprises implantées localement. C'est donc une part notable de l'ensemble d'un projet qui échappe au marché de l'exportation.

De telles opérations nécessitent cependant des marchés complémentaires, plus ouverts, liés à la réalisation des gares ou à la rénovation urbaine des quartiers desservis. Ces marchés sont loin d'être négligeables et peuvent là encore intéresser les acteurs européens (architectes, entreprises de BTP, etc.), sans oublier la maintenance de la voie et du matériel roulant, ni les opérations correspondant à leur renouvellement. À l'inverse, les marchés d'équipements sont relativement fragmentés (génie civil, voie, signalisation, installations électriques, matériel roulant, etc.), si bien qu'il est difficile, hors contrat de concession ou de partenariat public-privé, d'espérer les remporter en totalité.

(1) Lignes nouvelles parcourables au moins à 250 km/h. Certains pays dans le monde incluent dans leur kilométrage de lignes à grande vitesse des lignes parcourables entre 200 et 250 km/h, mais plus proches en exploitation des lignes conventionnelles que de celles à très grande vitesse.

(2) En 2010, l'Italie dispose de 923 kilomètres de LGV sous forme d'un long axe unique et l'Allemagne 1 032 kilomètres, mais en tronçons dispersés.

(3) Source : UIC, décembre 2010.

(4) Rappelons que ce projet vise à construire une ligne à grande vitesse reliant Las Vegas à Victorville, localité située au bord de l'autoroute Las Vegas-Los Angeles.

Dans tous les cas (hormis DesertXpress), la réalisation d'une ligne ferroviaire à grande vitesse est une opération à forte connotation politique :

- elle dessert les grandes villes du pays concerné, au minimum la capitale, avec des agglomérations séparées de plusieurs centaines de kilomètres ;
- elle permet d'envisager une nouvelle vision du territoire desservi et s'accompagne souvent d'opérations de rénovation urbaine autour des gares ;
- elle tire vers le haut la politique ferroviaire du pays et sert souvent de vitrine technologique nationale ;
- la plupart du temps, elle n'est pas rentable du point de vue financier : elle nécessite donc d'importants financements publics qui ne peuvent être décidés que par le politique. Le relief peut notablement alourdir les coûts de construction et d'exploitation.

Dès lors, la participation d'entreprises étrangères doit être préparée par une activité diplomatique importante. Dans le même temps, les pays qui lancent un projet ferroviaire à grande vitesse cherchent bien souvent à maximiser la part du marché attribué à leurs propres entreprises. C'est vrai pour la Chine mais aussi pour les pays de l'OCDE confrontés à un chômage accru par la crise financière : les États-Unis ont pour ambition de développer des champions mondiaux, l'Espagne retient désormais des matériels espagnols, l'Allemagne se caractérise par les relations pour le moins privilégiées entre la DB, Siemens et les équipementiers allemands.

La grande vitesse ferroviaire ne représente que 10 % environ du marché total du ferroviaire. Elle constitue néanmoins un marché que la mission a considéré comme stratégique en raison :

- du caractère symbolique qui s'y attache ;
- de la maîtrise technologique qu'elle suppose et qui se diffuse sur l'ensemble du domaine ferroviaire ;
- de la notoriété technologique qu'elle confère non seulement à l'entreprise qui maîtrise cette technologie, mais aussi au pays qui la développe ;
- de l'écosystème industriel qu'elle entretient : si Alstom, qui fabrique le matériel roulant, est l'entreprise la plus connue, le développement de cette technologie a entraîné la montée en puissance de plusieurs équipementiers de taille moyenne qui sont de véritables leaders mondiaux dans leur domaine, par exemple Faiveley Transport (portes, freins, pantographes, climatisation du matériel roulant) ou Vossloh Cogifer, filiale du groupe Vossloh (aiguillages, attaches de rail). La compétence française à l'exportation dans le domaine de la grande vitesse ferroviaire est donc réelle et efficace.

L'ensemble des propositions énoncées ci-dessous a donc pour ambition de prolonger l'aventure industrielle de la grande vitesse ferroviaire, tant du point de vue de sa réalisation que de son exploitation, et d'esquisser des pistes de solutions pour y parvenir. Elles partent notamment du principe selon lequel les dépenses envisagées par le Grenelle de l'environnement pour la réalisation de nouvelles lignes ferroviaires ne favoriseront notre croissance à long terme que dans la mesure où elles conduiront à des innovations technologiques et où elles permettront, dans le respect des règles de la concurrence, d'améliorer la compétitivité des entreprises françaises, voire européennes, concernées.

L'idée de créer un « Airbus du rail » a été évoquée pour contrer la concurrence des industries asiatiques en développement rapide. Le rapprochement des industries aéronautiques européennes a en effet conduit à un succès industriel indéniable. Plusieurs arguments conduisent cependant à ne pas retenir cette idée dans le domaine de la grande vitesse ferroviaire :

- à la différence de l'aérien, le système ferroviaire n'est pas régi par des normes internationales parfaitement définies : chaque composant à grande vitesse demande des adaptations spécifiques. Il n'existe donc pas de produit unique « vendable » dans le monde entier. De même, il n'y a pas de marché de l'occasion comme dans l'aéronautique ;
- les entreprises européennes (Alstom, Siemens, Talgo, Bombardier Transport dont le siège est en Allemagne) développent des produits concurrents, marqués par leur marché national et peu complémentaires ; leur approche stratégique est différente (Alstom en contractant direct, Siemens en co-contractant ou sous-traitant). Il en est de même pour les équipementiers, hors matériel roulant, comme Vossloh Cogifer et Voest Alpine ;
- le secteur de la grande vitesse est minoritaire dans le chiffre d'affaires de ces entreprises ;
- les cultures d'entreprise sont hétérogènes.

Enfin, au-delà de ces arguments, seules les entreprises concernées peuvent se prononcer sur l'intérêt d'un tel rapprochement.

La France doit promouvoir sa maîtrise de la grande vitesse. Certains pourront employer le terme de « Maison France du ferroviaire ». Mais sa signification doit être adaptée aux spécificités de ce domaine. La « Maison France du ferroviaire » doit impérativement servir à éviter les risques de divergences entre acteurs français et permettre de porter un discours commun afin de maximiser les chances globales de succès. Cependant, elle devra aussi s'adapter à la demande de chaque client. La « Maison France de la grande vitesse ferroviaire », si l'on retient la formule, devra donc recourir à une géométrie variable dans sa composition et dans son positionnement. Les entreprises soulignent en effet qu'il n'y aura pas demain un marché type de la grande vitesse ferroviaire. Au contraire, pour les opérations nouvelles, les modalités d'intervention et les compositions de l'équipe de France seront très différentes. Dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres, un marché ne peut être gagné que si le fournisseur est à l'écoute de son client et capable de lui proposer des produits adaptés à ses besoins, tout en évitant des propos discordants entre intervenants. L'idée d'une « équipe de la grande vitesse ferroviaire française » serait peut-être plus juste, car cette équipe devra adapter sa composition et sa tactique aux circonstances de jeu, dans une compétition mondiale de plus en plus forte.

1 ■ S'appuyer sur le marché domestique

RECOMMANDATION N° 1

Profiter des « investissements d'avenir » pour créer une nouvelle rame à très grande vitesse du futur.

Les technologies françaises de la grande vitesse ferroviaire, en particulier le matériel roulant, que ce soit l'AGV ou les rames à deux niveaux, constituent des technologies d'excellence que la France peut essayer de vendre sur tous les marchés en ayant des chances non négligeables de remporter l'appel d'offres. Il faut évidemment qu'elles répondent aux spécifications du client, que les prix proposés soient compétitifs et que l'approche prix mise en œuvre réponde à l'attente du client : prix du matériel à l'achat ou en coût complet, c'est-à-dire y compris la maintenance et la disponibilité tout au long de son exploitation.

Cette proposition se heurte néanmoins à l'absence de rames à très grande vitesse et à caisse large en exploitation. Les rames articulées actuelles sont difficilement adaptables à des caisses larges : les développements industriels seraient lourds et coûteux. Or les pays qui, en dehors de l'Europe, développeront des lignes à grande vitesse chercheront de plus en plus à construire un nouveau réseau sans contrainte particulière sur le gabarit, afin d'accepter des trains plus larges et de plus grande capacité. Il s'avère donc nécessaire d'envisager, à l'exportation, la fabrication de rames de plus grande capacité.

Plus généralement, les « investissements d'avenir » pourraient permettre de favoriser le développement du train du futur à grande vitesse. Compte tenu des particularités des réseaux et des exploitants de trains à grande vitesse, la rame du futur devra pouvoir répondre industriellement à des marchés dispersés : la modularité et l'adaptation aux contraintes techniques d'exploitation très variées devront être la ligne directrice de la conception d'un matériel de nouvelle génération.

Le train du futur devra pouvoir intégrer les attentes des exploitants et les contraintes techniques permettant une interopérabilité. Si le module de base est la rame de 200 mètres au gabarit UIC offrant 600 places, il doit pouvoir être adapté en longueur et en largeur (3,4 mètres en gabarit large hors Europe). Son coût à la place devrait être moins cher, avec une capacité accrue grâce aux gains de place permis par les progrès de l'électronique de puissance nécessitant un moindre encombrement des équipements techniques. Il offrirait les services tels que l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite (PMR) et aux utilisateurs de fauteuil roulant (UFR) et proposera le wifi à bord. Sur le plan de l'exploitation, il intégrera les spécifications techniques d'interopérabilité (STI), pourra rouler jusqu'à une fourchette de 360 à 400 km/h (ce qui nécessite une puissance de l'ordre de 10 000 kW), sera équipé de l'ERTMS (*European Rail Traffic Management System*), quadricourant et apte aux freins de Foucault pour circuler en Allemagne. Ce train devra être proposé en version à un ou deux niveaux, voire également en version fret. Une variante moins performante pourrait être envisagée pour des relations à longue distance sur lignes classiques à la vitesse maximale de 240 km/h, en particulier pour les lignes d'équilibre du territoire en France. Dans tous les cas, il devra répondre de manière attractive aux attentes de la SNCF et du concepteur de l'infrastructure.

RECOMMANDATION N° 2

Assurer un marché domestique pérenne permettant aux constructeurs de développer de nouveaux produits.

Tout industriel, quel qu'il soit, rencontrera des difficultés dans la mise au point de ses produits si ses principaux clients, en l'occurrence aujourd'hui la SNCF pour la très grande vitesse ferroviaire, pratiquent une politique d'achat qui n'est pas lissée dans le temps.

Les déclarations actuelles de la SNCF indiquent que l'ouverture prochaine à la concurrence du réseau, ainsi que les augmentations des péages ferroviaires pourraient conduire l'entreprise à ne plus acheter de rames à grande vitesse de 2015 à 2025, quel qu'en soit le constructeur. Un tel arrêt dans les commandes compromettrait largement le devenir, non seulement du développement de nouvelles rames, mais plus généralement celui de la grande vitesse ferroviaire française.

L'exemple du nucléaire est instructif à cet égard : l'interruption pendant plus de dix ans de l'implantation de nouvelles centrales nucléaires en France a conduit à une perte du savoir-faire dans la construction de nouveaux réacteurs, notamment chez les fournisseurs sur des points très techniques, mais également dans l'aptitude à diriger des chantiers¹.

La situation risque d'être particulièrement critique pour le matériel roulant. Actuellement, les TGV construits par Alstom sont ceux qui ont la durée de vie la plus longue : les trains japonais sont remplacés au bout d'une quinzaine d'années ; les premiers ICE1 de Siemens ont vingt ans et il est déjà question de les renouveler avant dix ans. Les rames TGV Sud-Est produites par Alstom ont quant à elles déjà trente ans de service et une durée de vie supplémentaire d'une dizaine d'années est envisagée.

Chez nos grands concurrents, la situation est assez différente. Les deux fabricants chinois ont des rythmes annuels de l'ordre de 100 rames par an et même si ce rythme doit diminuer, la fabrication à destination domestique restera considérable. Les chemins de fer japonais renouvellent leur matériel au bénéfice quasi exclusif de l'industrie japonaise. La DB vient de passer une commande importante de matériel roulant au profit de Siemens, même s'il ne s'agit pas directement de rames à très grande vitesse. Enfin, la RENFE acquiert du matériel espagnol Talgo. Ainsi, tous les grands constructeurs de matériel roulant s'appuient-ils sur un marché domestique conséquent. La part prise par la vente à l'exportation de matériel peut être significative mais ne suffit pas à assurer la rentabilité de la chaîne de fabrication. De plus, des opérateurs souhaitant pénétrer le marché français pourront s'appuyer sur des solutions innovantes et compétitives co-développées avec leur constructeur national. Le bénéfice des trente ans du matériel TGV ne peut aujourd'hui éluder les enjeux cruciaux de la grande vitesse concernant l'ensemble des acteurs français. L'avenir de la filière ferroviaire française nécessite une réflexion approfondie sur le devenir du parc TGV. Un nouveau modèle économique de la grande vitesse française construit sur le renouvellement de rames TGV vieillissantes pourrait vraisemblablement permettre à l'opérateur SNCF de bénéficier de matériels roulants neufs, plus innovants, avec des coûts d'exploitation et des bilans énergétiques très sensiblement inférieurs aux rames

(1) Rapport de la mission parlementaire sur la sécurité nucléaire, la place de la filière et son avenir, rapport d'étape : la sécurité nucléaire, OPESCT, juin 2011. p. 119-120.

TGV Sud-Est rénovées. Une telle orientation permettrait aussi à la filière française de conserver une avance technologique indispensable à la conquête des prochains marchés ferroviaires de la grande vitesse dans le monde. Cette recommandation doit également s'appliquer aux fournisseurs des infrastructures.

Concernant les équipements d'infrastructure (voie, signalisation et commande-contrôle, énergie électrique de traction), la situation est plus favorable en raison des efforts de modernisation considérables en cours sur le réseau. Cependant, les chantiers importants en cours et en projet doivent être mis à profit pour intégrer des solutions innovantes.

RECOMMANDATION N° 3

Réserver une part à l'innovation technique pour les équipements d'infrastructure dans toute construction de nouvelle LGV.

Dans la concurrence économique mondiale que se livrent les différents pays, les investissements réalisés doivent servir à préparer les produits industriels qui pourront être compétitifs dans l'économie décarbonée de demain. Les trains à grande vitesse sont donc de parfaits candidats, sous réserve toutefois que leurs conditions de réalisation leur donnent un réel avantage comparatif et qu'ils puissent ainsi s'imposer sur la scène internationale, en particulier dans les pays à forte croissance.

Il est donc souhaitable que l'État et RFF veillent à ce que chaque ligne nouvelle en France permette de tester des innovations. Le coût en sera éventuellement plus important, mais c'est la condition nécessaire pour que ces investissements, financièrement importants, participent à la croissance du pays à terme. L'innovation technique a un coût, soit direct, soit en termes de risque. L'article 4 de ses statuts interdit à RFF d'engager des dépenses qui ne seraient pas couvertes par des recettes futures. Dans ces conditions, les coûts de l'innovation technique en matière d'infrastructure devront être couverts par des subventions appropriées.

Au-delà des contrats actuels, plusieurs formes de partenariat public-privé (PPP) peuvent être mises en œuvre pour dynamiser la construction de lignes nouvelles ferroviaires :

- des contrats de partenariat (CP), où le partenaire privé prend les risques afférents à la construction et à la maintenance, mais où le risque trafic et commercial est conservé par le partenaire public ;
- la délégation de service public (DSP), où le partenaire privé se voit confier l'ensemble des risques : construction, maintenance, trafic et recettes.

Dans les deux cas, il est utile de chercher à favoriser l'innovation. Une des approches possibles passe par une organisation de la consultation en plusieurs tours, de manière à faire émerger les idées innovantes au premier tour. De plus, une spécification la plus fonctionnelle possible se limitant aux standards d'interopérabilité permet d'éviter le choix de techniques peu pertinentes en termes de rapport coût-efficacité.

Équipements d'infrastructure

La grande vitesse ferroviaire est un système intégré dans lequel le matériel roulant, même s'il en est l'élément le plus visible, n'a de valeur que sur une infrastructure

innovante et de qualité. Un composant défectueux nuit à l'ensemble du système, les trains devant circuler en toute sécurité et avec une régularité optimale grâce à une voie bien construite et bien entretenue, une signalisation irréprochable et une alimentation électrique régulière. La crédibilité du matériel roulant repose sur tous ces composants et une attention insuffisante apportée à l'exploitation et à la maintenance, sans parler d'un accident, affecterait toute la filière industrielle ferroviaire.

Voie sur ballast et voie sur dalle

Une interrogation existe aujourd'hui sur la technologie de la voie posée sur ballast comme en France, ou sur dalle. La première option donne satisfaction mais semble conduire à une usure rapide du ballast et à des coûts de maintenance croissant fortement avec la vitesse.

La voie sur dalle est délicate : sa mauvaise réalisation peut se révéler très pénalisante. Alors que la voie sur ballast peut être facilement redressée et corrigée, la voie sur dalle doit être parfaitement posée dès sa construction : toute imperfection de sa géométrie peut être amplifiée par le temps et devient très difficile à reprendre, voire impossible, à moins de démolir la dalle et de la reconstruire. Les problèmes rencontrés ne sont pas du même ordre que sur une voie exploitée à faible vitesse et pour laquelle la France dispose déjà d'une bonne expérience. De manière plus générale, un retour d'expérience devra être conduit sur les quelques sections de LGV équipées de voie sur dalle en France (et si possible à l'étranger).

La voie sur dalle peut constituer une alternative intéressante dans certains cas de PPP de lignes ferroviaires. Il convient à cet égard de rechercher un équilibre entre les points suivants :

- permettre, là où c'est pertinent, de faire émerger une technologie peu utilisée en France mais largement à l'étranger ;
- tenir compte également des apports éventuels, par exemple en matière d'économie de coûts de maintenance au-delà de la durée du contrat, ou bien des possibilités de souplesse dans l'exploitation si celles-ci sont avérées ;
- en revanche, il convient aussi que le mode de sélection du partenaire privé reste simple, de manière à éviter les litiges porteurs d'incertitude. La prise en compte de facteurs tels que les deux points ci-dessus peut entraîner un risque de complexification des procédures d'attribution.

À l'occasion de la réalisation de nouvelles lignes ferroviaires à grande vitesse, il serait souhaitable d'expérimenter, sur un certain nombre de lignes, la technique de la voie sur dalle et de réaliser une comparaison technique des avantages et inconvénients des deux types de voies. Toutefois, après la passation du contrat, la construction de la ligne et une première période d'exploitation, il conviendra de conduire un retour d'expérience. Un équilibre doit donc être recherché et la voie sur dalle pourrait constituer une alternative intéressante dans certains cas.

Signalisation et gestion du trafic

Dans un souci de normalisation pour faciliter le développement du trafic ferroviaire communautaire, l'Union européenne a défini un système de signalisation, l'ERTMS (*European Rail Traffic Management System*). Plusieurs entreprises comme Alstom,

Thalès ou Ansaldo STS France (ex-Compagnie de signalisation d'équipements électro, CSEE Transport) maîtrisent cette technique et équipent des lignes et des trains hors de France. En revanche, l'ERTMS n'est pas encore en service sur la LGV Est européenne, même si la ligne et 19 rames sont pré-équipées.

Il ne paraît pas anormal que le réseau français puisse donner l'exemple en déployant le système européen de signalisation ferroviaire, l'ERTMS.

Fournitures pour la voie

Les industriels peuvent remporter d'intéressants marchés, indépendamment du matériel roulant, élément le plus spectaculaire mais qui n'est pas le seul, loin s'en faut. Un marché domestique est également essentiel pour développer et suivre de nouveaux produits.

Par exemple, en 2010, Vossloh Cogifer a livré 86 appareils de voie depuis son usine de Reichshoffen en Alsace, pour la deuxième ligne à grande vitesse en Turquie reliant la capitale Ankara à Konya. Cette ligne de 212 km, exploitée à 250 km/h, a été mise en service en mai 2011. Vossloh Cogifer a non seulement fourni les appareils de voies mais aussi les systèmes de manœuvre, les systèmes de sécurité et verrouillage ainsi que les sous-systèmes de détection et de signalisation. La conception spécialement adaptée au système de manœuvre multi-moteurs a été réalisée en France. Ces systèmes et appareils avaient déjà été fournis pour les réseaux à grande vitesse en France, Italie, Corée du Sud, Espagne, Royaume-Uni et Chine.

Recherche & développement

Anneau d'essai ferroviaire à grande vitesse en Andalousie

Contrairement à la France qui ne dispose pas de ligne spéciale d'essai pour trains à grande vitesse, l'Espagne, *via* l'ADIF, gestionnaire du réseau ferroviaire espagnol, prépare un anneau d'essai en Andalousie. Cette installation, qui fait appel à des financements de l'Union européenne, devrait faire l'objet de partenariats, sous la direction de l'Union européenne, afin d'être mise à la disposition de l'ensemble des industriels européens de façon équitable. Elle peut en effet servir aussi à l'homologation des équipements ferroviaires et du matériel roulant. Un programme de recherche et développement commun pourrait même être envisagé. Un parallèle avec le pôle de compétitivité i-Trans, œuvrant notamment sur la filière ferroviaire de demain, montre qu'une démarche commune d'innovation est profitable à tous. De même, Era-Net Transport est un réseau de programmes nationaux de recherche sur les transports en Europe.

Une telle mesure devrait être étendue à l'ensemble des pratiques de validation des produits innovants que les entreprises européennes mettent sur le marché.

2 ■ Mieux coopérer

RECOMMANDATION N° 4

Créer un groupe de veille d'entreprises de la grande vitesse ferroviaire.

Une approche collective des marchés de la grande vitesse permettrait de mutualiser l'expérience et les avantages compétitifs de l'ensemble de la filière ferroviaire française. Elle pourrait prendre la forme d'un club réunissant des entreprises de la grande vitesse ferroviaire, des spécialistes ayant travaillé sur des projets et à l'exploitation et le ministère en charge des transports, animé par la Direction générale du Trésor avec l'aide des services économiques régionaux, associant également la Fédération des industries ferroviaires (FIF), RFF et s'appuyant sur un secrétariat à définir.

Ce club devrait bien évidemment avoir des liens étroits avec la « Filière ferroviaire », structure pérenne qui vient d'être mise en place avec les mêmes acteurs à la suite des « États généraux de l'industrie ». La vocation de cette « Filière ferroviaire » est d'assurer pour l'ensemble des produits et métiers du ferroviaire une coordination et une animation de tous les acteurs français.

Ce groupe de veille serait une structure de prospective et d'échange d'informations techniques, afin de déceler les marchés futurs dans les différents pays, tout en préservant la confidentialité commerciale des membres. Il prendrait contact avec la représentation diplomatique française des pays concernés et esquisserait ainsi une coordination des stratégies suivies pour répondre à la demande du client et à ses besoins. Cette nécessaire adéquation de l'offre aux besoins peut conduire à une réponse groupée des industriels français ou, au contraire, à des initiatives séparées.

Ce club permettrait en outre, lors de réunions d'échange, d'entretenir les connaissances acquises dans des pays où l'industrie ferroviaire française est déjà présente, que ce soit sur la grande vitesse ou non, ou de les développer dans d'autres où elle ne l'est pas.

Ses objectifs seraient les suivants :

- structurer une veille commune du marché de la grande vitesse ferroviaire à l'export ;
- constituer un lieu d'échange d'informations techniques ;
- assurer une interface avec les autorités de tutelle (ministères des Finances, Industrie, Transports et Affaires étrangères) ;
- promouvoir activement le modèle français de la grande vitesse auprès des autorités politiques et économiques européennes et des bailleurs de fonds multilatéraux ;
- identifier suffisamment tôt les projets crédibles et accessibles pour la technologie française et esquisser une stratégie pour répondre à la demande du client ;
- promouvoir des structures de formation ferroviaire afin d'attirer les hauts potentiels de préférence dans les pays cibles ;

- assurer une veille active sur les aspects normatifs liés à la grande vitesse et promouvoir les standards français et européens auprès des autorités de certification.

Indépendamment de ce club, des échanges réguliers doivent se tenir entre RFF, la SNCF et Alstom pour anticiper les évolutions techniques et commerciales sur le réseau et la conception des rames à grande vitesse.

3 ■ Mieux valoriser

RECOMMANDATION N° 5

Bâtir un argumentaire utilisable en France et à l'étranger, sur la technologie française de la grande vitesse adaptable à tout pays et en toute situation (solutions techniques, maintenance, exploitation gestion de projet et montage financier).

Alors que la France a longtemps joué un rôle de pionnier dans la recherche et l'exploitation des plus grandes vitesses ferroviaires pratiquées en service commercial, le discours actuel est devenu hésitant. Les TGV Alstom ont l'originalité d'être des rames semi-articulées, concept unique au monde pour la grande vitesse et présentant une très bonne stabilité en cas de déraillement, avantage pourtant non retenu comme obligatoire dans les spécifications techniques internationales. Cette structure de rame a fait la preuve de ses qualités depuis les origines, avec 600 rames dans le monde qui cumulent plus de deux milliards de kilomètres parcourus. Pourtant, la France a donné l'impression de s'être laissée distancer par la Chine sur le plan technologique.

La France dispose d'une expérience unique au monde par son ancienneté et sa performance technique dans la grande vitesse ferroviaire. Seul le Japon peut se prévaloir d'une expérience plus longue, mais à une vitesse maximale sensiblement moindre, tant en valeur absolue (il n'a jamais détenu le record de vitesse en essai), qu'en exploitation commerciale (le TGV a roulé à 260 km/h, puis à 300 km/h avant les Shinkansen et roule maintenant à 320 km/h, vitesse non encore pratiquée au Japon).

Le savoir-faire en matière d'insertion urbaine et territoriale des lignes à grande vitesse, notamment pour la conception et l'exploitation des gares, doit aussi être mis à profit dans la présentation de l'offre française.

Traditionnellement, le marché d'un train à grande vitesse portait sur la construction de la ligne et sur la fourniture du matériel roulant et des équipements (voie, signalisation, énergie, système d'exploitation). La formation du personnel s'y est ajoutée, comme en Corée du Sud. Maintenant, les marchés de premier établissement se prolongent avec un marché de la maintenance, voire de l'exploitation du réseau. Des fournisseurs français d'équipements (Vossloh Cogifer, Delachaux, etc.) restent présents à l'étranger. Dans certains pays, un engagement durable, avec l'exploitation commerciale des services ferroviaires, fera probablement de plus en plus souvent partie du projet. C'est par exemple le cas en Arabie saoudite.

La SNCF dispose de toute l'expertise et de l'expérience indispensables pour exploiter des services à l'étranger. C'est un aspect du marché à l'exportation que la France doit prendre en compte.

D'une façon générale, la France doit cultiver son rayonnement et chacun des acteurs doit être porteur des réussites françaises dans le domaine du ferroviaire, et plus particulièrement de la grande vitesse sur les trente dernières années.

RECOMMANDATION N° 6

Diffuser cet argumentaire très largement et être présent dans les grands congrès ferroviaires mondiaux.

La France doit davantage tirer profit de son expérience. Le savoir-faire français doit être mis en avant à chaque occasion dans les colloques internationaux (sans arrogance). Cet argumentaire doit être transmis aux acteurs politiques, administratifs et commerciaux.

La France avait été activement présente au congrès de la grande vitesse ferroviaire en Corée du Sud en 1989, préalablement à la conclusion du contrat avec les Coréens. L'ensemble des acteurs français avaient une volonté claire et déterminée : promouvoir l'excellence de la grande vitesse ferroviaire française, qui fonctionnait alors depuis septembre 1981. Ils étaient donc étroitement soudés, en parfaite liaison avec la représentation diplomatique dans ce pays. Par comparaison, le dernier congrès mondial s'est tenu à Pékin en décembre 2010 sans réelle mobilisation ni coordination des acteurs français (hors la présence importante de la SNCF). Une telle indifférence n'est pas compatible avec la volonté de promouvoir la technologie française.

Le prochain congrès mondial de la grande vitesse ferroviaire, Highspeed, se tiendra à Philadelphie en juillet 2012 : il convient de préparer la participation de la France dès maintenant.

Inviter des responsables étrangers à voir sur place le fonctionnement du réseau ferroviaire français à très grande vitesse

La présentation *in situ* du système TGV en France vaut force de conviction. Les industriels jouent déjà cette carte, les ministères concernés, Industrie et Transports, apportent aussi leur soutien en ce sens. C'est une démarche à poursuivre.

Des séminaires d'invitation d'acheteurs étrangers et de grands décideurs, coordonnés par Ubifrance, pourraient ainsi être à nouveau organisés.

4 ■ Anticiper davantage

Chaque pays constitue un marché spécifique pour le ferroviaire, nécessitant une analyse particulière. Pour en connaître la culture, technique et politique, comprendre les attendus et infléchir les positions, une présence française dans le pays est indispensable, en amont du lancement des projets de grande vitesse ferroviaire (au minimum 1 à 2 ans avant). Cette présence doit couvrir trois champs d'action principaux : diplomatique, pour percevoir les processus de décision étatiques ; technique, pour connaître les habitudes et les pratiques de l'exploitant ferroviaire local ; normatif, avec l'ingénierie, pour canaliser vers les solutions maîtrisées par les industriels français.

RECOMMANDATION N° 7

Développer des coopérations institutionnelles dans quelques pays considérés comme les plus importants pour la France, éventuellement sur un champ plus large que la grande vitesse, afin d'apporter des éléments d'éclairage en amont aux autorités locales.

Afin d'entretenir la proximité, ces coopérations peuvent passer par la mise en place de formations des personnels des réseaux impliqués dans la décision de la grande vitesse, par l'envoi de cheminots français dans les réseaux étrangers, l'accueil et la formation de cheminots étrangers en France, la création de mastères dans les universités étrangères, le développement, le support et la collaboration avec les formations françaises à l'étranger (réseau éducatif des écoles françaises à l'étranger, établissements de formation supérieure développés à l'étranger, telle l'École centrale de Pékin ouverte en 2005, permettant la formation de cadres locaux biculturels destinés à prendre des responsabilités importantes dans leur pays).

La formation sur place ou l'accueil de professionnels doit conduire à une compréhension réciproque des spécificités de la grande vitesse ferroviaire. Faire preuve de l'excellence de la technologie française passe également par la mise en place de formations de haut niveau conduisant à un diplôme internationalement reconnu. Une telle formation permettrait d'attirer les hauts potentiels et de faciliter le rayonnement de la culture ferroviaire française. Cette formation pourrait être en priorité destinée aux étudiants des pays émergents.

À titre d'exemple, on peut citer le mastère spécialisé « Systèmes de transports ferroviaires et guidés », délivrant un diplôme de niveau Bac + 6 et visant à :

- donner une vision générale des systèmes ferroviaires et une formation spécialisée à des ingénieurs nouvellement arrivés dans ce secteur d'activité ;
- élargir le champ de compétences des spécialistes ou experts déjà employés dans des entités du monde ferroviaire, pour les aider à mieux appréhender les évolutions de leur environnement professionnel ;
- donner à des responsables publics (autorités organisatrices, services de l'État, etc.), ou issus d'instances gouvernementales étrangères, les connaissances nécessaires pour la maîtrise d'ouvrage dans le domaine des transports ferroviaires ou urbains.

Une vingtaine d'acteurs participent à ce projet : industries ferroviaires, exploitants, écoles et universités. Un système de bourses pourrait être proposé pour attirer les étudiants du monde entier.

On pourrait également augmenter le temps consacré à l'information des personnels des Services économiques en poste à l'étranger, en organisant davantage de visites sur le terrain et des rencontres avec des opérationnels.

Une action globale, personnalisée sur un réseau, pourrait être entreprise sous la forme de détachement de conseillers et d'aide à des études de stratégie. Ce serait une action de long terme, par exemple de dix ans pour l'Inde, portant d'abord sur les priorités actuelles des pays choisis (fret pour l'Inde, périurbain pour l'Indonésie, etc.) et prenant donc en compte le système ferroviaire complet pour y intégrer le moment venu la grande vitesse. Le club de veille serait impliqué dans ce rôle.

RECOMMANDATION N° 8

Favoriser la présence des ingénieries françaises dans les études amont des lignes à grande vitesse déjà ciblées.

L'ingénierie française joue un rôle de défricheur des nouveaux marchés, avec une présence très en amont des projets. Elle a également un rôle majeur d'aide à l'exportation, en favorisant les techniques françaises dans les études amont et en ouvrant les cahiers des charges à l'innovation française.

Pour réussir, l'ingénierie française doit avoir une présence continue sur place, une capacité de mobilisation d'équipes importantes et multidisciplinaires pour réaliser les grands projets de LGV, être la première à se lancer sur un marché et savoir cependant jouer la carte de la coopération avec d'autres cabinets internationaux. Elle doit pouvoir piloter des ingénieries locales et développer des centres d'études décentralisés.

L'ingénierie conditionne la définition des standards : elle joue donc un rôle fondamental dans la promotion de la technologie française.

RECOMMANDATION N° 9

Anticiper et influencer les évolutions normatives.

Les standards techniques définissant les systèmes ferroviaires grande vitesse ont un impact important sur les solutions techniques proposées ainsi que sur les aspects budgétaires associés.

Le succès du modèle grande vitesse repose sur une optimisation renforcée du système global (infrastructure, signalisation, matériel roulant). Cet objectif nécessite une grande coopération française de l'ensemble des acteurs (industriels, opérateurs et gestionnaires d'infrastructure) permettant de définir un corpus réglementaire en matière de sécurité et de certification. Le développement de laboratoires d'essais suffisamment dimensionnés et dotés d'équipes reconnues auprès des autorités européennes est également un facteur clé de succès.

Par ailleurs, une politique active de promotion d'une structure réglementaire française vis-à-vis des autorités européennes sera nécessaire au déploiement de solutions ferroviaires grande vitesse compétitives.

Le record de vitesse de 2007 est l'illustration du rôle déterminant de l'étroite collaboration entre RFF, SNCF et ALSTOM : l'ensemble des équipes a réussi à mettre en œuvre des choix technologiques et des moyens de validation à la hauteur des enjeux de l'excellence ferroviaire française.

RECOMMANDATION N° 10

Améliorer le soutien financier des entreprises françaises à l'exportation, à l'exemple des pays étrangers.

Bon nombre de pays annoncent des projets de création de lignes à grande vitesse. Mais tous ne présentent pas le même intérêt en matière de marché à l'exportation potentiellement gagnable par la France.

Chaque appel d'offres émis par un pays est un cas particulier. La proposition d'aide au financement éventuelle devra tenir compte, outre des règles commerciales internationales, de la concurrence commerciale et des facilités financières que peuvent accorder les États pour appuyer leurs propres entreprises industrielles. La distinction s'opérera entre l'aide liée (dons FASEP, prêts RPE, accordés en contrepartie du recours à des entreprises françaises pour une partie du projet global) et l'aide déliée (Agence française de développement). Ces dispositifs s'appliquent, selon la politique que se donne la France, sur la réalisation du chantier (prêts avec réserve pays émergents) ou sur les études et l'ingénierie (avances remboursables selon la procédure FASEP). Un dispositif de veille sur les systèmes de financement et de soutien à l'exportation pratiqués dans les pays (OCDE et hors OCDE) apportera une aide à la décision des acteurs français.

Les pays susceptibles de répondre à des appels d'offres sur des projets de LGV proposent aussi leurs propres aides aux financements. La France est donc confrontée à cette concurrence mondiale. Une étude au cas par cas est indispensable.

Se rapprocher d'une égalité de soutien à l'exportation entre les pays

Il convient de rechercher au niveau de l'OCDE une meilleure cohérence entre les politiques et les pratiques de soutien à l'exportation dans un souci d'équité concurrentielle entre pays. En effet, les financements des États émergents, qui ne respectent pas les contraintes de l'arrangement OCDE, sont en outre concentrés dans le domaine ferroviaire (en particulier en provenance de Chine). Le dialogue avec les pays non OCDE (Chine, Inde, Brésil, etc.), mené notamment sous l'impulsion du G20, doit se poursuivre afin d'établir les bases d'une coordination entre les politiques et les pratiques de soutien à l'exportation. Les autorités françaises doivent se pencher sur la question de la mise au point d'une offre de financement non lié en faveur des grands contrats (échanges engagés avec les industriels et avec les banques).

Développer un marché de financements longs et allonger la durée des garanties apportées par la COFACE au nom et pour le compte de l'État dans le crédit acheteur

La crise financière ayant conduit les organismes prêteurs à réduire les durées des prêts, il s'avère judicieux de développer pour les pays OCDE un marché de financements plus longs. Les caractéristiques de ces financements et leur environnement contractuel (notamment au regard de l'organisation du partage des risques) doivent permettre de faciliter leur « marchandisation » (une notation « *investment grade* » par les agences de « *rating* » étant généralement requise par les marchés obligataires). Les banques doivent davantage jouer un rôle de conseil et de structuration des financements que de portage de ces derniers, dans leurs bilans sur les longues durées qu'exigent les financements d'infrastructures.

Les garanties COFACE sont octroyées aux acheteurs au titre des contrats signés avec les entreprises exportatrices pour une durée maximale de dix ans pour le matériel roulant et les équipements (douze ans pour les prestations de génie civil). Les projets de LGV, comportant la construction d'infrastructures lourdes et pouvant comporter de plus un engagement d'exploitation sur une longue période, ne sont plus comparables à la simple fourniture de matériel roulant ou d'équipements.

Des assouplissements des règles de couverture Coface sont à envisager, notamment en tenant compte de l'instabilité des taux d'intérêt, sur une assiette élargie, ainsi que l'allongement de la durée maximale de garantie si nécessaire. Des démarches ont été entreprises en ce sens par les constructeurs ferroviaires européens, qui pourraient éventuellement être soutenues par la France (il s'agit d'une compétence communautaire), notamment pour concurrencer les financements mis en place par les États émergents.

Développer les études en amont grâce à un outil FASEP mieux doté

Le gouvernement dispose, outre les garanties, de deux outils d'aide à l'exportation qui sont également intégrés à l'effort d'Aide publique au développement français : le FASEP, fonds d'étude et d'aide au secteur privé, qui permet d'octroyer des dons et avances remboursables dans les pays pour soutenir les études de projets dans des domaines précis dont le ferroviaire ; la RPE (réserve pays émergents), dont la vocation est le soutien à des projets liés au développement durable, dont le ferroviaire.

Le FASEP permet le financement de prestations de services qui répondent à une demande du bénéficiaire local et qui se situent en amont de projets de développement dans le domaine ferroviaire : études de faisabilité, avant-projets sommaires, avant-projets détaillés.

La RPE est également disponible en phase réalisation de projet. C'est un instrument de prêt intergouvernemental avec garantie souveraine, en vue de financer des projets (principalement d'infrastructures) répondant aux objectifs de développement du pays bénéficiaire. Les conditions de financement sont encadrées par les règles de l'OCDE. Les conditions financières du prêt sont négociées au cas par cas entre la Direction générale du Trésor et le ministère des Finances du pays bénéficiaire. Un niveau de dotation accru du FASEP et de la RPE est souhaitable pour soutenir davantage le secteur de la grande vitesse, chaque projet soutenu représentant un montant substantiel par rapport aux autorisations d'engagement actuelles. Dans le cadre de la LGV Maroc, celles-ci avaient d'ailleurs dû être revues fortement à la hausse en loi de finances rectificative.

Hors OCDE, la Chine propose notamment des prêts de volumes massifs, mais à des conditions souvent inférieures et dérogatoires à celles de l'OCDE (élément-don de 25 %).

Les exportateurs français doivent pouvoir disposer de conditions de financements les mettant en position équitable face aux diverses pratiques rencontrées au niveau mondial.

Rechercher une meilleure coordination

La Commission interministérielle d'appui aux contrats internationaux (CIACI) a pour mission de mobiliser et de coordonner les moyens de l'État en vue de la conclusion de grands contrats d'exportation ou d'investissement suivis par les entreprises françaises. Elle définit les principes du soutien (financier, politique, etc.) que l'État peut apporter aux projets importants, coordonne les actions des différents services dans ce sens et veille à ce que les programmes des voyages officiels prennent en compte le calendrier prévisible des projets. Enfin, elle recherche les moyens d'appuyer les

entreprises françaises par des actions de coopération d'État à État (formation, assistance technique, etc.).

Si la CIACI traite actuellement des projets qui devraient être signés à court terme, la question pourrait être posée de savoir si elle peut également traiter du moyen et du long terme, éventuellement dans une composition légèrement différente. Le groupe de veille pourrait alerter la CIACI, suffisamment en amont, lorsqu'un projet de LGV mérite un soutien politique ou financier renforcé.

Annexes ➔

Composition du groupe de travail

Ce rapport s'est très largement inspiré des réflexions développées au sein du groupe de travail qui s'est réuni de juin 2010 à juin 2011. Il a été relu par un grand nombre de membres du groupe même s'il n'a pas été approuvé par Jean-Noël Chapulut et Jean-Didier Blanchet. Il n'engage donc que le Centre d'analyse stratégique.

Président

Jean-Noël Chapulut

Ingénieur général des Ponts et Chaussées honoraire

Vice-président

Jean-Didier Blanchet

Ingénieur général des Ponts et Chaussées honoraire

Rapporteurs

Christine Raynard

Centre d'analyse stratégique

François Viellard

Centre d'analyse stratégique

Coordinateur

Dominique Auverlot

Centre d'analyse stratégique

Assistante

Élise Martinez

Centre d'analyse stratégique

Membres

Yves Antonini

Groupe Vossloh Cogifer

Jean-Pierre Arduin

Conseiller

Jean-Pierre Audoux

Fédération des industries ferroviaires (FIF)

Éric Avril

Alstom Transport

Dario Barberis

Faiveley Transport

Ignacio Barron de Angoit

Union internationale des chemins de fer (UIC)

Frank Bernard

SNCF Voyages – Direction Europe et développement international

Guillaume Brodard (*jusqu'au 01.12.2010*)

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

Hervé Chaine

Egis Rail

Mondher Chargui

Réseau ferré de France (RFF)

Noël Chuisano

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

Xavier Crépin

Ministère des Affaires étrangères et européennes

Alain Frybourg

Natixis

Jonathan Gindt

Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie

Patrice Houdu

Alstom Transport

Stéphane Kaba

Alstom Transport – Direction de la stratégie marché de la grande vitesse et très grande vitesse

Christophe Keseljevic

Réseau ferré de France (RFF)

Dariusz Kowsar

SNCF – Direction des grands projets internationaux

François Lacôte
Alstom Transport

Michel Lebœuf
SNCF Voyages – Direction des grands projets et prospective

Hervé Le Caignec
SNCF – Direction des grands projets internationaux

Pierre Leconte
Faiveley Transport

Jean-Pierre Loubinoux
Union internationale des chemins de fer (UIC)

Pascal Lupo
SNCF international

Jacques Malod Panisset
Colas Rail

Hubert Metgé
Systra Conseil

Alain Montgaudon
Eurovia Travaux Ferroviaires (ETF)

Alexis de Pommerol
Vinci Concessions

Philippe Regazzoni
Systra

Pierre-Louis Rochet
Groupe Vossloh Cogifer

Alain Sauvart
Réseau ferré de France (RFF)

Jean-Pierre Taroux
Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

André Thinières
Objectif Opérateurs ferroviaires de proximité (OFP)

Loys Vautherin
Systra Conseil

Bernard Videau
Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

Scheherazade Zekri-Chevallet
SNCF Voyages – Direction Europe et développement international

Annexe 2

Liste des intervenants

Réunion du 29 juin 2010

Pierre-Louis Rochet, conseiller spécial marketing et stratégie, Groupe Vossloh Cogifer

– *Grande vitesse ferroviaire dans le monde : état des lieux et projets à venir*

Réunion du 7 septembre 2010

Ignacio Barron de Angoiti, directeur du département voyageurs – UIC

Présentation de la grande vitesse dans le monde : Espagne, Turquie, Corée du Sud, Taiwan

Michel Lebœuf, directeur grands projets et prospective – SNCF Voyages

– *Présentation de la grande vitesse dans le monde : Royaume-Uni*

Réunion du 8 octobre 2010

Alain Sauvart, directeur de la stratégie – RFF

Loys Vautherin, Systra Conseil

– *Présentation de la grande vitesse dans le monde : Chine*

Ignacio Barron de Angoiti, directeur du département voyageurs – UIC

– *Présentation de la grande vitesse dans le monde : Japon*

Jean-Pierre Arduin, conseiller

– *Présentation de la grande vitesse dans le monde : Inde*

Réunion du 25 novembre 2010

Pascal Lupo, Président directeur général – SNCF international

– *Présentation de la grande vitesse dans le monde : Inde, Maroc, Arabie saoudite, Brésil*

Jean-Pierre Arduin, conseiller

– *Présentation de la grande vitesse dans le monde : États-Unis*

Réunion du 16 décembre 2010

François Lacôte, conseiller technique auprès du président d'Alstom Transport

- *Les solutions françaises à la problématique de la grande vitesse ferroviaire, leur évolution d'une génération à la suivante (matériel roulant, signalisation)*

Alain Sauvart, directeur de la stratégie – RFF

Christophe Keseljevic, chargé de mission veille technologique – RFF

Mondher Chargui, chef de l'unité trafic et capacité contributive – RFF

- *Quelles stratégies pour l'infrastructure à grande vitesse ?*

Ignacio Barron de Angoit, directeur du département voyageurs – UIC

- *Communication suite au Congrès mondial de la grande vitesse de Pékin*

Réunion du 27 janvier 2011

François Lacôte, conseiller technique auprès du président d'Alstom Transport

- *De nouvelles avancées pour les trains à grande vitesse chinois*

Ignacio Barron de Angoit, directeur du Département voyageurs – UIC

- *Exploitation des lignes à grande vitesse dans le monde*

Michel Lebœuf, directeur grands projets et prospective – SNCF Voyages

- *Risques et enjeux pour un opérateur lors d'une acquisition de parc à grande vitesse*

Alain Frybourg, senior credit officer – Natixis

- *Typologie de la dimension financière associée aux offres relatives à la grande vitesse*
- *États des contraintes et voies d'optimisation pouvant être envisagées*

Jonathan Gindt, responsable Transports-BTP – Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie

- *Modalités, atouts et limites du soutien financier de l'État français aux projets de lignes à grande vitesse à l'étranger*

Réunion du 8 mars 2011

Hubert Magnon-Pujo, directeur général d'Egis Rail

Hervé Chaine, directeur délégué grands projets urbains et ferroviaires – Egis Rail

- *Présentation d'Egis Rail et de son activité dans la grande vitesse ferroviaire*
- *Sa stratégie de développement*
- *Son positionnement sur les marchés vis-à-vis de l'industrie française*

Réunion du 31 mars 2011

Thierry Barel, directeur général adjoint – Faiveley Transport

Pierre Le Conte, directeur de l'ingénierie – Faiveley Transport

- *Stratégie de Faiveley Transport dans le domaine de la grande vitesse ferroviaire*

Yves Antonini, directeur général – Vossloh Cogifer

- *Stratégie de Vossloh Cogifer dans le domaine de la grande vitesse ferroviaire*
- *Quelle stratégie globale les entreprises françaises devraient-elles adopter dans ce domaine ?*

Patrick de Montigny, directeur projets et systèmes ferroviaires – Colas Rail

- *Point de vue de l'entreprise ferroviaire sur la construction des LGV à l'export :*
 - *Études de marché, prospective*
 - *Intervention en amont avec l'ingénierie*
 - *Partenaires locaux/sponsors/vérifications des conditions de l'appel d'offres*
 - *Adaptation des méthodes d'exécution*
 - *Exemple*

Bernard Videau – adjoint au sous-directeur des échanges internationaux – Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement - DAEI

- *L'offre française, un exemple en transports urbains*

Hervé Le Caignec, directeur des grands projets internationaux – SNCF

- *Stratégie de SNCF dans le domaine de la grande vitesse ferroviaire*
- *Comment SNCF pourrait travailler avec d'autres entreprises françaises dans le cadre de sa propre stratégie ?*

Jérôme Wallut, directeur général – Alstom Transport

- *Stratégie d'Alstom dans le domaine de la très grande vitesse ferroviaire*
- *Savoir-faire d'Alstom au-delà du strict matériel roulant, à savoir la signalisation, la voie, l'électrification et l'offre systèmes*

Réunion du 5 mai 2011

Yves Bozzi, directeur – Systra Conseil

- *Présentation générale : Systra, le groupe Systra, évolution de la société*
- *Positionnement et approches géographiques*

Hubert Métgé, directeur adjoint – Systra Conseil

Hervé Chaine, directeur général adjoint Grands Projets Urbains et Ferroviaires – Egis

- *Panorama des forces et des faiblesses de l'ingénierie ferroviaire française*
- *Quels sont les principaux concurrents internationaux ?*
- *Dans quels cas faut-il développer une stratégie pour s'associer ?*

Alexis de Pommerol, directeur de projets – Vinci Concessions

- *Stratégie de Vinci Concessions dans le domaine de la grande vitesse ferroviaire*
- *Aides nécessaires pour développer cette stratégie*

Jonathan Gindt, responsable Transports-BTP – Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie – DG Trésor

- *Existe-t-il une équipe de France de la LGV ?*
- *Présentation des contributions des services économiques*

Réunion du 19 mai 2011

Jean-Pierre Taroux, membre permanent, ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement – CGEDD

Mondher Chargui, chef de l'unité trafic et capacité contributive – RFF

- *Structure des coûts d'un investissement dans une infrastructure type LGV, du matériel roulant correspondant à son exploitation selon différentes composantes et données sur les emplois (directs voire indirects) dans une optique métiers*

Annexe 3

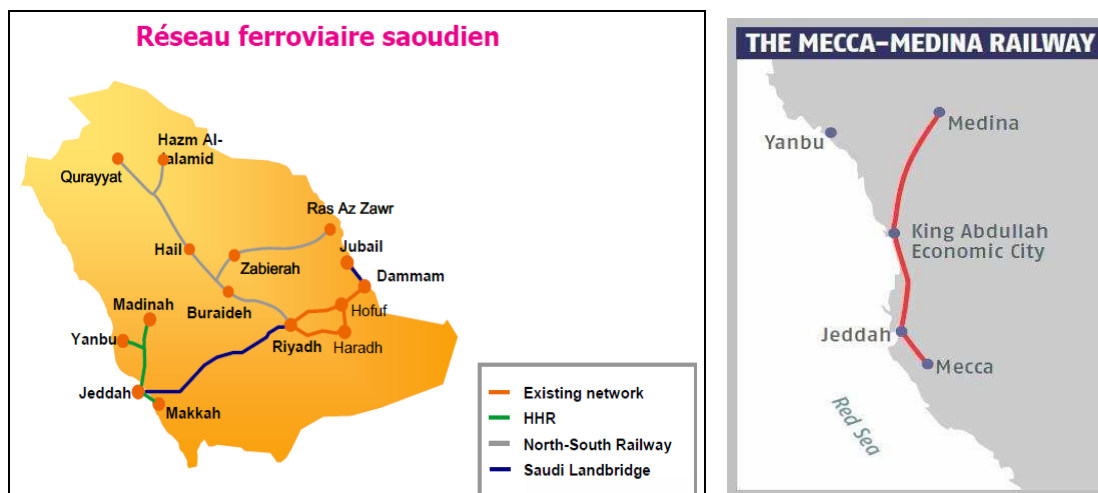
Projets de lignes à grande vitesse dans le monde

Cette annexe a été réalisée grâce aux éléments transmis par le réseau international des missions économiques de la Direction générale du Trésor, que nous remercions tout particulièrement. Elle a bénéficié en outre des présentations, des connaissances et des relectures de membres du groupe de travail, notamment des représentants de la Direction des affaires économiques et internationales (ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement), de l'Union internationale des chemins de fer, de la SNCF et de RFF, ainsi que de Jean-Pierre Arduin et Pierre-Louis Rochet.

1 ■ Projets en Arabie saoudite



Carte de l'Arabie saoudite et localisation du projet de LGV



Source : SNCF – Direction des grands projets internationaux

Caractéristiques synthétiques du projet de LGV

Tracé	La Mecque-Médine <i>via</i> Jeddah et KAEC (King Abdullah Economic City)
Longueur de lignes	444 km
Vitesse maximale	300/320 km/h
Meilleur temps de parcours	2 h 30
Parc de matériel roulant	33 rames en 2014, 21 supplémentaires durant la période du contrat
Type de voies	Voies ballastées (voies sur dalle limitées à quelques sections)
Trafic attendu	Environ 60 M voyageurs/an (prévisions de trafic imposées par l'appel d'offres, des études doivent être réalisées par le groupement dans les six mois suivant la signature du contrat)
Recettes attendues	Environ 600 M € par an

Tracé	La Mecque - Médine <i>via</i> Jeddah et KAEC (King Abdullah Economic City)
Coût total	> 10 Mds €
Coût d'acquisition du matériel roulant	n.c
Part de financement public	100 %
Date d'appel d'offres	Septembre 2009
Date de début des travaux	2011 (après résultat de l'appel d'offres). Les travaux de génie civil (phase 1) sont en cours depuis 2009
Date de mise en service	Février 2014
Durée du contrat de gestion	12 ans à partir de la mise en service

Problématique et typologie

Dans la crise économique et financière mondiale, l'Arabie saoudite reste relativement épargnée. Toutefois, le ralentissement économique a conduit à un taux de chômage de 10,5 % en 2009 et à une baisse du PIB à 369,2 milliards de dollars, soit le niveau de 2006/2007¹.

L'Arabie saoudite possède 25 % des réserves mondiales de pétrole et les quatrièmes réserves de gaz : elle joue depuis toujours un rôle majeur sur le marché de l'énergie. Le royaume est le premier exportateur et le premier producteur mondial de pétrole.

Il occupe une superficie variant de 2 000 000 km² à 2 150 000 km² en fonction des estimations, les frontières du sud-est et du sud n'étant pas délimitées avec précision. C'est le 14^e pays du monde par la taille. Le territoire saoudien, constitué de 13 provinces, est composé à 90 % de zones désertiques ou semi-désertiques.

(1) Source : Banque mondiale,
http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.MKTP.CD?cid=GPdfr_29.

Avec une population de 25,4 millions d'habitants en 2009 et environ 12 habitants au km², l'Arabie saoudite est un pays à très faible densité. Les centres de populations se situent surtout le long des côtes est et ouest, avec quelques oasis densément peuplées dans l'intérieur du pays. Plus de 85 % de la population est urbaine : six villes comptent plus de 500 000 habitants, et trois dépassent le million d'habitants (la capitale Riyad, Jeddah et La Mecque).

Le réseau ferroviaire représente seulement 1 390 km de lignes, dont aucune n'est électrifiée, pour un réseau routier de 152 000 km et 26 aéroports dont 4 internationaux. Aujourd'hui, le ferroviaire représente 850 000 voyageurs par an.

Le projet de construction d'une ligne à grande vitesse de près de 450 km est destiné à relier les deux villes saintes de La Mecque et Médine en passant par la capitale économique Jeddah. Il répond à une croissance attendue du nombre de pèlerins, qui est aujourd'hui de l'ordre de 2 millions auxquels s'ajoute 1 million de fidèles d'Arabie saoudite. Une grande partie d'entre eux serait susceptible d'utiliser le train. Deux types de pèlerinage existent : le *Hadj*/grand pèlerinage, concentré sur quelques semaines et l'*Umrah*, beaucoup plus diffus et étalé sur le reste de l'année.

Projet de ligne à grande vitesse

Le projet HHR (*Haramain High Speed Rail*), porté par le ministère des Transports *via* le SRO (*Saudi Railways Organization*), avec un financement public du fonds du ministère saoudien des Finances, est destiné aux pèlerins effectuant l'*Umrah*. Pour le *Hadj*, les documents d'appel d'offres ou les déclarations du SRO ne sont pas clairs : ce pèlerinage annuel ne serait *a priori* pas couvert par HHR (notamment pour des raisons de sécurité), exception faite des Saoudiens ou autres habitants du golfe Persique.

Les pèlerins arriveront en avion à Jeddah (ville desservant La Mecque) ou Médine avant de gagner La Mecque en train. Le service doit donc être de grande qualité, sûr, confortable et rapide.

HHR a aussi vocation à assurer des trajets domicile-travail, d'affaires ou domicile-loisir, principalement entre Jeddah (4 millions d'habitants) et La Mecque (environ 2 millions).

Le tracé de la ligne ne reprend pas la ligne historique de la Turquie à La Mecque, arrêtée à Médine et dont l'extension jusqu'à La Mecque ne fut jamais réalisée.

La liaison Médine-La Mecque (444 km) s'effectuera en 2 heures et 30 minutes, à une vitesse maximale de 360 km/h et desservira deux gares intermédiaires, King Abdullah Economic City (KAEC), ville nouvelle en construction, et Jeddah, auxquelles s'ajoute une gare à l'aéroport international de Jeddah.

Le prix des billets est déjà fixé : 26 riyals (soit 5 euros⁽¹⁾) en 2^e classe pour le trajet de 30 minutes de La Mecque à Jeddah et 124 riyals (24 euros) entre La Mecque et Médine. Les voyages seront fortement subventionnés par le royaume saoudien et la grille tarifaire sera validée *in fine* par le gouvernement. Le groupement qui exploitera HHR ne percevra qu'un intéressement sur les revenus du trafic (5 % pour les tarifs de

(1) Taux de change au 7 février 2011.

base), qui viendra s'ajouter au règlement de ses coûts d'exploitation et de maintenance (selon un principe plus proche d'une convention TER que d'un modèle économique TGV).

Le projet, initialement pensé en un seul bloc, a été, en 2008, découpé en deux phases, la première étant elle-même scindée en deux parties :

- phase 1.1 : génie civil (terrassement et ouvrages d'art), remportée par Al Rajhi Alliance, regroupant ACC (groupe Al Rajhi) en pilotage, MASCO pour le terrassement, ACC et CRCC (chinois) pour les ouvrages d'art et Alstom en conseil (mais dans les faits, pas de rôle pour Alstom dans la phase 1) ;
- phase 1.2 : conception et construction des gares. Les gares ont été conçues par la *joint venture* britannique Foster + Partners et Buro Happold, avec un architecte local : elles sont pensées comme une porte sur la ville, un lieu de rencontre, avec de nombreux magasins, restaurants, protection contre le soleil... Au total, ces gares pourront accueillir 60 millions de passagers par an, soit environ six fois le nombre de voyageurs prenant l'Eurostar à St Pancras (Londres) chaque année. Ce nombre devrait passer à 135 millions de passagers d'ici 2042, mais les prévisions annoncées sont à considérer avec une extrême prudence, cet horizon étant très lointain ;
- pour la construction des bâtiments, l'évaluation financière est en cours ;
- phase 2 : quatre lots comprenant la fourniture du matériel roulant, sa maintenance pendant 12 ans, la fourniture des équipements ferroviaires (superstructure, voie, signalisation, etc.) et l'exploitation de la ligne et des gares et maintenance de l'infrastructure pendant 12 ans.

Pour cette dernière phase, sur les cinq pays en compétition (France, Espagne, Allemagne, Corée du Sud et Chine) à l'origine (octobre 2009), seuls deux ont finalement déposé leur candidature en juillet 2010. Les entreprises espagnoles, alliées au conglomérat saoudien Al-Shoula, se retrouvent donc face à Alstom-SNCF, associées au conglomérat saoudien Al-Rajhi Holding.

Le choix devait intervenir fin 2010 mais a été remis une première fois, en raison des problèmes de santé du roi, à début 2011. En avril 2011, les autorités saoudiennes ont de nouveau décidé de reporter de trois mois leur décision sur l'adjudication de l'appel d'offres. Mais fin juillet 2011, aucune annonce officielle n'a été faite.

À l'origine, le vainqueur de l'appel d'offres devait fournir le matériel roulant et assurer la maintenance et l'exploitation de la ligne à grande vitesse pendant 12 ans (contrat DBOT : *Design-Build-Operate-Transfer*). Mais le modèle de concession d'origine a été profondément modifié et s'apparente beaucoup plus à un contrat de marché public pour les investissements et à un contrat de gestion pour la période d'exploitation et maintenance.

Le matériel espagnol est basé sur la technologie Talgo, tandis que le français sera constitué d'AGV (automotrice à grande vitesse) composé de rames articulées à motorisation répartie.

Sur le plan des infrastructures, si plus de 80 % du tracé se caractérise par un sol relativement plat, la section située au sud de Médine traverse un terrain montagneux composé d'un mélange de sable fin, de pierres meulières et de roches volcaniques

dures, d'où des opérations de terrassement délicates, rendues encore plus difficiles par les températures élevées.

Une structure de voies ballastées a été retenue, avec des voies sur dalle limitées à quelques sections (en gare, sur viaduc et dans les deux zones les plus sensibles au sable, soit entre 40 km et 80 km selon les variantes).

Pertinence

Grâce à cette ligne, le temps de trajet Médine-La Mecque sera réduit à 2 heures et 30 minutes contre 10 heures aujourd'hui en autocar.

L'autre intérêt du projet est de répondre à l'augmentation significative du trafic quotidien entre Jeddah et La Mecque, distantes de 78 km. Ce trajet concentre plus de la moitié des voyageurs (36 millions sur les 60 millions de la première année). Les relations courtes (Jeddah-La Mecque ; Jeddah ou La Mecque-KAEC ou encore la desserte de l'aéroport de Jeddah) représentent plus de 75 % du trafic.

Avec plus de 60 % d'augmentation de la population d'ici à 2030, il s'avère nécessaire d'anticiper la future congestion des transports routiers entre ces deux grandes villes et de mettre en place une desserte à grande vitesse qui pourra être considérée comme du transport de banlieue (la congestion existe déjà aux heures de pointe).

Le temps de trajet entre le centre-ville de Jeddah et La Mecque ne sera plus que de 20 minutes et de seulement 30 minutes en partant de l'aéroport de Jeddah.

Par rapport à la majorité des projets de lignes à grande vitesse, la question du financement ne se pose pas, ce qui représente un élément très favorable.

Le climat peut créer quelques problèmes, en particulier les tempêtes de sable, pour le matériel roulant, et la chaleur, pour les passagers immobilisés dans le cas d'une rame victime d'une avarie. Des générateurs sont installés à bord des motrices pour permettre une climatisation minimale et le pré-positionnement d'engins de secours est prévu le long de la ligne.

Le choix d'une motorisation concentrée a été retenu, car le traitement du sable et de la poussière est possible sur une motrice (avec des systèmes de filtration) mais beaucoup plus complexe sur une rame à motorisation répartie. C'est une des raisons de l'abandon du projet par les Japonais et les Allemands.

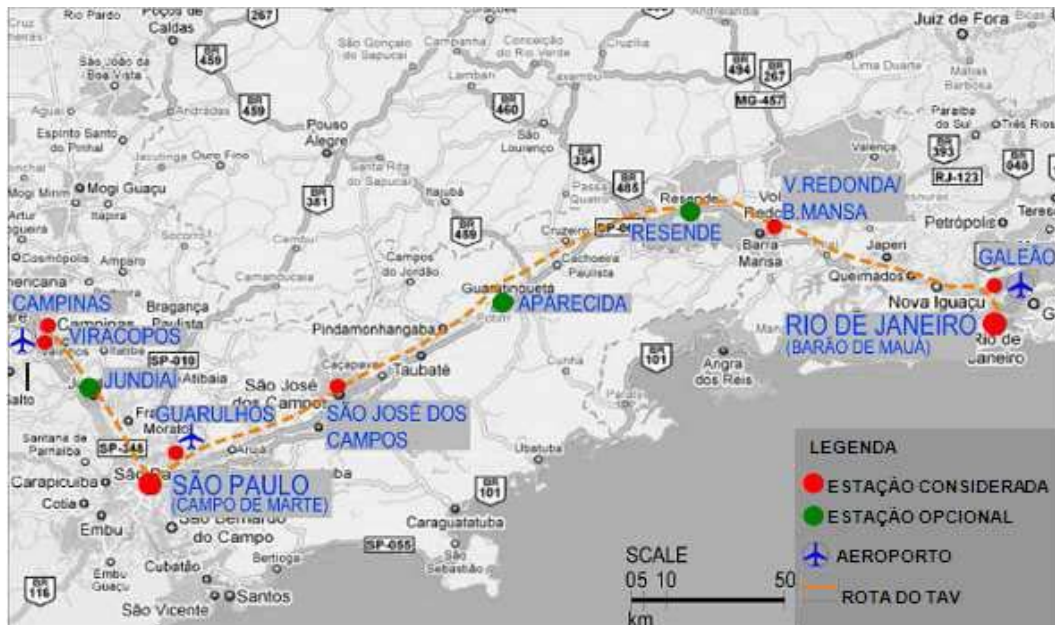
Autres projets prévus à terme

- Construction en cours de la ligne Nord/Sud (trafic essentiellement minier mais comprenant également une desserte voyageurs).
- Relèvement de la vitesse sur le réseau existant entre Riyad et Dammam (à l'est sur le Golfe Persique), avec un passage à 200 km/h.
- projet de liaison Riyad-Jeddah (fret et voyageurs) mais le projet Landbridge est actuellement suspendu.

2 ■ Projets au Brésil



Carte du Brésil et localisation du projet de LGV



NB : Aparecida est devenu un arrêt obligatoire depuis la parution de cette carte.

Source : SNCF – Direction du développement international

Caractéristiques synthétiques du projet de LGV

Tracé	Rio de Janeiro-São Paulo-Campinas
Longueur de lignes	510 km
Vitesse maximale	300 km/h
Meilleur temps de parcours	1 h 33 (Rio-São Paulo) et 2 h 34 (Rio-Campinas)
Parc de matériel roulant	42 rames de 200 m en 2014, 84 rames en 2024
Type de dessertes	Express et régional (78 % du trafic)
Trafic attendu	18 M voyageurs/an
Recettes attendues	De 1 033 M € (2014) à 3 639 M € (2044)
Coût total	> 15 Mds €
Coût d'acquisition du matériel roulant	1 218 M €
Part de financement public	10 % sur les 30 % d'apport en capital et 60 % sur les 70 % d'emprunts
Date prévisionnelle des 2 appels d'offres	- Technologie ferroviaire et exploitant : fin 2011 - Construction infrastructure et maintenance : 2012
Date prévisionnelle de début des travaux	2 ^e semestre 2013
Date prévisionnelle de mise en service	2018/2019
Durée de concession	40 ans

Problématique et typologie

Le Brésil est une fédération de 26 États de poids politique, démographique et économique très inégaux. D'une superficie de 8,5 millions de km², le Brésil doit gérer autant des zones de forte concentration de population, le long des côtes de l'Atlantique et dans le Sud, que des étendues immenses comme la forêt amazonienne.

Le Brésil, l'un des cinq pays du BRICS¹, est dynamique, avec un triplement de son PIB en dix ans (1,57 milliard de dollars en 2009) et un doublement de sa population en quarante ans (191 millions d'habitants, recensement de 2010). Quinze villes comptent plus d'1 million d'habitants. Les perspectives économiques sont encourageantes, avec d'importantes richesses naturelles, y compris du pétrole offshore découvert récemment.

Les États de São Paulo et de Rio de Janeiro, contigus, sont les plus importants. Ils concentrent 57 millions d'habitants, dont 10 dans São Paulo (19,7 millions dans l'agglomération), 6 à Rio (11,8 dans l'agglomération) et un peu plus d'un million à Campinas, Guarulhos et Nova Iguaçu. Rio et São Paulo sont distantes d'environ 450 km et Campinas est située à 100 km au nord de São Paulo.

Malgré son dynamisme économique, le Brésil connaît encore de fortes disparités dans la répartition de sa richesse et du revenu par habitant. Il fait partie des pays à revenus intermédiaires inférieurs, soit 8 200 dollars par habitant en 2009 (soit 35 % du revenu par habitant de l'Union européenne) ; 23,4 % de la population vit encore sous le seuil de pauvreté et la classe moyenne est très vulnérable. La situation est cependant meilleure globalement dans les États de São Paulo et de Rio de Janeiro.

La route est le moyen de transport prédominant. Un réseau d'autocars organisé de longue date permet une desserte étoffée et bon marché. L'avion est bien adapté au transport intérieur dans ce pays de la taille d'un continent : Rio et São Paulo ont été reliées par un des premiers ponts aériens dans le monde dès les années 1970.

Compte tenu de la taille du pays et de la politique favorable à l'automobile depuis les années 1960, le réseau ferroviaire est peu développé ; les 30 000 km de lignes, situés dans les zones les plus peuplées, sont utilisés pour du trafic fret ou périurbain.

En avril 2007, le gouvernement Lula a présenté un plan d'investissements destiné à développer les infrastructures de transport. Ce plan fait partie du Programme d'accélération de la croissance (PAC) lancé en 2007. La deuxième édition de ce programme, le PAC 2, lancée en mars 2010 et portée par Dilma Rousseff, prévoit trois extensions du TAV (*Trem de alta velocidade*) vers Curitiba (Parana) Belo Horizonte et Triangulo (Minas Gerais). Ce « Plan national de logistique et transports » est favorable au chemin de fer. Il reste d'actualité, mais peu connu et peu diffusé.

Il existe une industrie ferroviaire au Brésil, dans laquelle Alstom est partie prenante.

Projet de ligne à grande vitesse

Le projet de TAV consiste en la construction puis la mise en concession d'une ligne reliant Rio à São Paulo et Campinas, soit 510 km parcourus à la vitesse maximum de

(1) L'acronyme BRICS désigne les grands pays émergents de la planète que sont le Brésil, la Russie, l'Inde, la Chine et l'Afrique du Sud.

300 km/h. Un service express reliera ces trois villes, un service régional trois autres villes intermédiaires et trois aéroports en plus.

Le trafic total, de 33 millions de voyageurs en 2008, devrait rester stable, ce qui semble étonnant, mais avec une redistribution entre modes. L'étude de demande qui a été réalisée est insuffisante. Elle doit être reconduite. En trafic express, le TAV prend 49 % du marché, tandis que l'avion passe de 60 % à 32 %, la voiture de 17 % à 10 % et l'autocar de 23 % à 9 %. En trafic régional, le TAV prend 55 % du marché, tandis que la voiture passe de 61 % à 31 % et l'autocar de 39 % à 14 %.

Le projet est estimé par les autorités brésiliennes à plus de 15 milliards d'euros, dont 80 % pour la construction de la ligne. Le concessionnaire, sur quarante ans, se rémunérera sur les billets de train et les redevances des commerces en gare. Le projet est très mal défini sur le plan technique, en raison de la pauvreté des études préliminaires, due à la faiblesse du budget d'étude, et surtout à cause d'une volonté politique d'aller très vite et d'une sous-estimation de la complexité du projet.

Le montage financier de l'appel d'offres en préparation pour le TAV se présente sur les bases suivantes (schéma non arrêté, restant à confirmer) : concession à 40 ans en financement public/privé ; 30 % de fonds propres (10 % publics/20 % privés) ; 70 % de dette (60 % État brésilien/10 % Eximbank). Le partage de risques s'appuie sur un soutien financier de l'État (plafonné) si le trafic est inférieur aux prévisions pendant 10 ans. La concession est une pratique locale largement répandue.

Par rapport au planning prévu, l'appel d'offres qui aurait dû être lancé mi-2010 a été plusieurs fois repoussé jusqu'en juillet 2011 pour être déclaré infructueux le 11 juillet. En effet, le gouvernement brésilien avait décidé de maintenir la date de remise des offres, malgré les annonces faites par diverses entreprises intéressées par le projet de ne pas pouvoir boucler le financement dans les conditions exigées par le dossier d'appel d'offres. À la suite de cela, le gouvernement a décidé de relancer un nouvel appel d'offres, sous une autre forme, en le divisant en deux contrats :

- un premier pour choisir la technologie et l'exploitant du TAV, dans le cadre d'une concession de 40 ans. L'appel d'offres pourrait être lancé fin 2011 pour un choix début 2012. En plus de l'exploitation et de l'entretien du TAV, le vainqueur sera responsable de la préparation de l'avant-projet qui servira de base au deuxième appel d'offres ;
- un second, *a priori* en 2012, pour choisir le concessionnaire de l'infrastructure (construction et maintenance).

Les travaux pourraient débuter au deuxième semestre 2013 pour une mise en service vers 2018/2019. La ligne ne sera donc pas prête pour les Jeux olympiques de 2016.

Dans un premier temps, avant le report du planning, Alstom n'avait pas répondu à l'appel d'offres pour deux raisons :

- le caractère essentiellement « génie civiliste » du projet, avec des partenaires peu enclins à assumer des risques, très importants sur ce segment en raison de la faiblesse des études préparatoires ;
- la politique en matière de transfert de technologies : alors qu'Alstom dispose déjà d'usines au Brésil, qui sont intégrées à son outil de production global et produisent à ce titre à l'export, les autorités brésiliennes souhaitent que les

transferts de technologies (obligatoires) soient faits à une entreprise publique, le choix du récipiendaire privé restant à la discrétion du gouvernement.

Pertinence

Le marché des transports est favorable à la grande vitesse ferroviaire : bassins d'activité importants, saturation des aéroports de centre-ville, infrastructures routières insuffisantes entre les deux capitales.

Le projet est fortement soutenu politiquement, dans un contexte de développement des infrastructures ferroviaires et de grands projets pour le Brésil tels que la Coupe du monde de football en 2014 et les Jeux olympiques à Rio en 2016. Mais ces délais sont maintenant trop courts pour une mise en service globale et l'État brésilien n'a plus de conseiller technique actuellement sur ce dossier. L'industrie ferroviaire française est déjà présente au Brésil.

Ce projet, malgré son contexte favorable, risque de souffrir de l'estimation de ses coûts, évalués à un niveau bas, et de ses prévisions de recettes, les tarifs voyageurs étant strictement cadrés. Le cahier des charges plafonne la tarification à 0,22 euros/km, soit 85 euros pour un trajet Rio-São Paulo. Ce tarif peut sembler élevé compte tenu des fortes inégalités sociales dans les revenus. Le TAV apparaît alors ciblé sur les CSP+¹ qui, de fait, constituent l'essentiel des déplacements. Les catégories à faibles revenus ne sont pas mobiles et les promoteurs du projet considèrent que des prix bas ne suffiraient pas à apporter du trafic supplémentaire. Les billets d'avion s'échelonnent dans une fourchette allant de 90 à 190 euros. En autocar, le trajet coûte entre 15 et 30 euros.

Comme nous l'avons vu ci-dessus, le calendrier initialement prévu pour une mise en service de tronçons partiels pour la Coupe du monde de football de 2014 et les JO 2016 ne peut plus être tenu. De plus, l'ouverture de la ligne est soumise à la délivrance d'une « Licence environnementale préalable ». Enfin, les études préalables, pour établir le cahier des charges, demandent à être complétées.

Le tracé existant est un tracé de référence. Le constructeur est libre de proposer un tracé alternatif. Les frais d'expropriation seront pris en charge par le gouvernement sur une bande de deux kilomètres de large autour de ce tracé de référence. Les frais liés à un tracé qui sortirait de cette bande seront à la charge du concessionnaire.

L'appel d'offres laissait ouvert le choix des technologies. Les défenseurs du MAGLEV étaient d'ailleurs largement présents lors des audiences publiques pour exiger un choix de technologies le plus large possible.

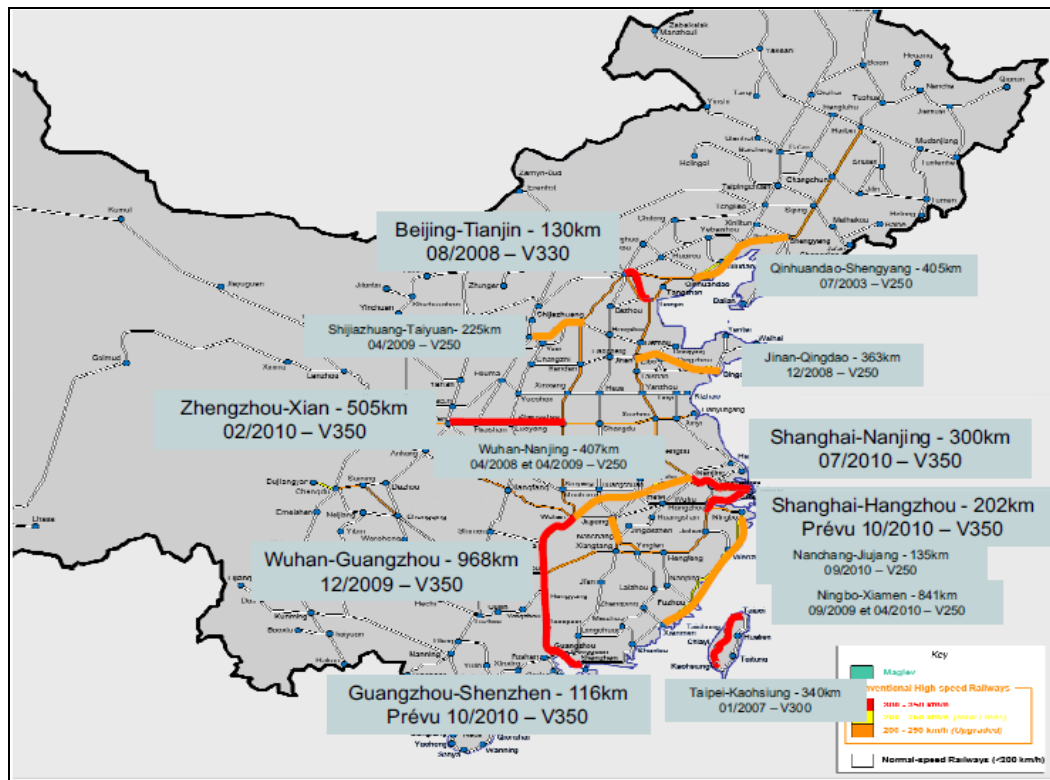
La connexion avec les réseaux de transport existants est un point critique du projet. Une connexion pédestre est prévue avec le métro à Rio. À Campinas, la gare routière jouxte également la gare. En revanche, l'emplacement de la gare prévu à São Paulo est isolé et éloigné des réseaux de bus, métro et trains urbains. La construction de ces liaisons n'est pas prévue dans le budget du projet.

(1) Les CSP+ (catégories socioprofessionnelles supérieures) regroupent les chefs d'entreprise, les artisans et commerçants, les cadres, les professions intellectuelles supérieures et les professions intermédiaires.

3 ■ Projets en Chine



Carte des LGV en service et en projet en Chine



Source : Systra

Caractéristiques des LGV (≥ 250 km/h)

La Chine investit fortement dans le développement de son réseau ferroviaire, passant entre 2007 et 2020 de 70 000 km à 120 000 km annoncés. Parmi les 50 000 km de lignes nouvelles, 16 000 km seront parcourables à 200 km/h et plus, jusqu'à 350 km/h. Le réseau déclaré à grande vitesse est de 8 358 km en 2011, avec l'ouverture en juillet de la ligne reliant Pékin à Shanghai¹. Cependant, si on ne considère que les LGV parcourables au moins à 250 km/h (valeur retenue pour la grande vitesse au niveau international), le kilométrage de lignes en service en juillet 2011² est de 4 361 km sur un total planifié de 9 873 km.

Le réseau prévu de LGV (vitesse supérieure à 250 km/h) s'organise principalement sur trois axes Nord-Sud, dont deux au sud de Pékin (vers Shanghai et vers Canton) et un au nord (vers Haerbin), et sur deux axes Est-Ouest (Baoji-Xuzhou et Shanghai-Wuhan). S'y ajoutent des antennes.

(1) Source : AFP.

(2) Source : UIC.

Le décompte des LGV parcourables à 250 km/h et plus est calculé sur la base des données de l'UIC. Cependant, le kilométrage peut différer de quelques kilomètres, voire dizaines de kilomètres selon d'autres sources (MEDDTL-DAEI, Banque mondiale, Railway Gazette, The Transport Politic, entre autres). Certains itinéraires, tracés pour 250 km/h, peuvent n'être exploités qu'à 200 km/h : on retient ici la vitesse nominale du tracé, soit la plus élevée, donnée par l'UIC. Cependant, des lignes mentionnées au tracé de V200 par l'UIC sont parfois données pour 250 km/h par d'autres sources (cas de Jinan-Qingdao, 362 km).

Axe Pékin-Canton (Beijing-Guangzhou) via Wuhan et branche vers Taiyuan

Ligne/tronçons	Longueur	Vitesse du tracé	Mise en service
Pékin-Shijiazhuang-Wuhan	1 221 km	350 km/h	2012
Wuhan-Canton	968 km	350 km/h	12/2009
Canton-Shenzhen	104 km	350 km/h	Fin 2011
Shijiazhuang-Hengshui (Taiyuan)	100 km	300 km/h	2012

Axe Pékin-Shanghai et branches

Ligne/tronçons	Longueur	Vitesse du tracé	Mise en service
Pékin-Tianjin	120 km	350 km/h	8/2008
Tianjin-Jinan-Xuzhou-Bengbu-Nankin (Nanjing)	898 km	350 km/h	07/2011
Nankin-Shanghai	300 km	300 km/h	07/2010
Nankin-Hangzhou	249 km	350 km/h	Fin 2011
Shanghai-Hangzhou	158 km	350 km/h	11/2010
Hangzhou-Ningbo	150 km	300 km/h	Fin 2011
Bengbu-Heifi	131 km	300 km/h	Fin 2011

Axe Pékin-Haerbin (via Tianjin)-Qiqihaer et branches

Ligne/tronçons	Longueur	Vitesse du tracé	Mise en service
Qiqihaer-Haerbin	281 km	250 km/h	2012
Haerbin-Shenyang-Dalian	904 km	350 km/h	2012
Shenyang-Qinhuangdao	Non définie	Non définie	Non définie
Qinhuangdao-Tianjin	261 km	350 km/h	Fin 2011
Tianjin-Pékin	(120 km déjà comptés)		

Axe Baoji-Xuzhou

Ligne/tronçons	Longueur	Vitesse du tracé	Mise en service
Baoji-Xi'an	150 km	300 km/h	2012
Xi'an-Zengzhou	458 km	350 km/h	2010
Zengzhou-Xuzhou	343 km	300 km/h	2012

Axe Shanghai-Wuhan-Chengdu

Ligne/tronçons	Longueur	Vitesse du tracé	Mise en service
Shanghai-Nankin (Nanjing)	(300 km déjà comptés)	300 km/h	7/2010
Nankin-Hefei	166 km	250 km/h	2008
Hefei-Wuhan	384 km	250 km/h	2010

Autres axes

Ligne/tronçons	Longueur	Vitesse du tracé	Mise en service
Tianjin-Yujiabu	45 km	300 km/h	Fin 2011
Ningbo-Fuzhou	562 km	250 km/h	2009
Fuzhou-Xiamen	275 km	250 km/h	2010
Wuhan-Yichang	293 km	300 km/h	Fin 2011
Wuhan-Huangshi	84 km	250 km/h	Fin 2011
Mianyang-Chengdu-Leshan	316 km	250 km/h	2012
Chengdu-Dujiangyan	72 km	250 km/h	2010
Hangzhou-Changsha	880 km	300 km/h	2012

Autre ligne

Le Maglev (Train à sustentation magnétique), avec sa ligne de 30,5 km, relie l'aéroport international de Pudong (Shanghai) à une station de métro permettant de gagner ensuite le centre-ville. Le parcours s'effectue en 7 minutes et 20 secondes, à une vitesse moyenne de 245,5 km/h, et une vitesse de pointe à 431 km/h.

Autre projet

La Chine, le Laos et la Thaïlande pourraient être reliés par des trains à grande vitesse en 2015. La Chine et la Thaïlande ont signé un accord pour la construction d'une ligne à grande vitesse reliant Nong Khai (nord-est) à Bangkok. Ce chantier s'inscrit dans un projet ferroviaire de grande envergure reliant le sud de la Chine à Singapour.

Problématique et typologie

La Chine est devenue en 2011 la deuxième puissance économique mondiale, derrière les États-Unis. Elle a ainsi dépassé le Japon. Son PIB s'est élevé en 2010 à 5 878,6 milliards de dollars contre 5 472 milliards pour le Japon. Si elle conserve ce rythme, la Chine pourrait s'emparer de la première place vers 2025.

La population compte 1,3 milliard d'habitants. Toutefois, avec 127 millions de Japonais, le PIB par habitant au Japon est dix fois supérieur à celui de la Chine, où les inégalités sociales restent fortes. Quatre villes dépassent les dix millions d'habitants¹ : Shanghai (14,5 millions), Pékin (12,8), Canton (11,8) et Shenzhen (11,7). Les plus grandes villes, en pleine modernisation urbaine, sont sur le réseau prévu des LGV.

Pour des raisons qui tiennent aussi bien à la géographie, à la démographie, à la croissance économique qu'à la stabilité politique du pays, le développement ferroviaire est inéluctable en Chine. Les prochaines années pourraient être celles d'une grande expansion du train, tant classique (voyageurs et fret) qu'à grande vitesse, sous réserve d'une sécurité retrouvée (cf. page suivante).

Sur un territoire de 9,6 millions de km², fin 2008, la longueur des routes totalise 3,73 millions de kilomètres environ, dont 60 302 km d'autoroutes². La progression du réseau autoroutier est particulièrement forte, puisqu'il comptait seulement 10 000 km dix ans plus tôt.

Projet de réseau à grande vitesse

Depuis 2008, la Chine s'est lancée dans la construction d'un important réseau de lignes à grande vitesse destiné au transport de voyageurs. Avec ses 75 000 km, le réseau classique en service est le plus long du monde, dans un pays certes très vaste. Il assure principalement un trafic fret, les trains de voyageurs ayant longtemps été relativement peu nombreux et lents. Le trafic a toutefois doublé en dix ans (750 milliards de passagers-kilomètres en 2008³). La création de ce nouveau réseau rapide répond donc à un besoin de mobilité en forte croissance sur les grands axes, dans des conditions préférables à celles de la route et de la voie aérienne. L'investissement ferroviaire global est estimé à 550 milliards d'euros (y compris des lignes à 200 km/h ou 250 km/h mixtes voyageurs et fret).

Sur le plan technique, les lignes sont équipées systématiquement de voie sur dalle au-delà de 250 km/h. Elles sont électrifiées en 25 kV monophasé, une technique mise au point par la France dans la décennie 1950 et universelle maintenant pour les LGV (à l'exception de l'Allemagne). La signalisation s'inspire fortement du standard ERTMS de l'Union européenne.

Le matériel roulant apte à plus de 250 km/h est construit par les deux entreprises chinoises CNR et CSR, sur la base de transferts de technologie des constructeurs Siemens, Hitachi et Bombardier. Pour les trains limités à 250 km/h, outre ces constructeurs, on trouve Alstom avec sa gamme Pendolino. Le parc apte à 300 km/h et plus, en évolution rapide, est de l'ordre de 280 rames.

(1) Chiffres 2008 du bureau d'État des statistiques chinois.

(2) Source : ambassade de Chine en France.

(3) Source : Banque mondiale.

À partir de 2008, la Chine a fait rouler des trains à la vitesse maximale en service de 350 km/h, dépassant ainsi la France qui détenait la palme à 320 km/h. Elle affichait aussi son intention de rouler à 380 km/h dans les années à venir. Mais en avril 2011, la décision a été prise de réduire à compter du 1^{er} juillet la vitesse maximale à 300 km/h ; la fatigue de la voie, l'usure du matériel roulant et les coûts d'exploitation (et par conséquent du billet de train) étant trop importants. Parallèlement, lors d'une marche d'essai, la vitesse de 486,1 km/h a été atteinte en décembre 2010 ; battre le record mondial détenu par la France à 574,8 km/h était clairement dans les projets de la Chine à ce moment-là.

Les investissements annuels, de l'ordre de 10 à 20 milliards d'euros entre 1998 et 2007, ont augmenté considérablement, jusqu'à dépasser les 80 milliards en 2010. Les financements ont d'abord été totalement publics dans le cadre d'un programme d'investissements global : Chinese Railway Construction Corporation (à majorité publique) pour l'infrastructure, CSR et CNR (constructeurs publics) pour le matériel roulant. La volonté d'accélérer le programme s'est traduite par l'introduction de financements privés, encore limités (5 %) mais appelés à se développer (vers 40 %), par des levées de capitaux en bourse (Guangzhou Railway Company, ou IPO envisagée pour Beijing-Shanghai High Speed Railway Company).

Pertinence

La décision de créer des lignes ferroviaires nouvelles, y compris à grande vitesse, relève de la politique de développement vigoureuse entamée par la Chine. La situation politique, économique, démographique et financière de ce pays justifie clairement la création d'un réseau de LGV, sur lequel vient s'appuyer une industrie de construction de matériel roulant adéquat.

Le développement des infrastructures de transport routières et aéroportuaires (100 nouveaux aéroports sont prévus dans les dix années à venir) ne suffira pas à éviter les problèmes de congestion (environ dix millions de voitures particulières en plus chaque année, avec tendance à la hausse).

En outre, le développement des métropoles est une politique forte. La Chine envisage de créer la plus grande métropole du monde, d'une superficie de 41 000 km², réunissant neuf villes du sud-est (Guangzhou, Shenzhen, Foshan, Dongguan, Zhongshan, Zhuhai, Jiangmen, Huizhou et Zhaoqing), qui regrouperait ainsi 42 millions d'habitants.

Pour faire face à une expansion aussi vigoureuse, le réseau de LGV a un rôle majeur à jouer. Le développement de la grande vitesse connaît néanmoins depuis le début de l'année 2011 une certaine remise en cause liée au changement du ministre des Transports en place, aux annonces faites en avril 2011 de réduction de la grande vitesse de 350 km/h à 300 km/h sur certaines lignes, à l'accident ferroviaire survenu en juillet 2011¹. Suite à cette collision, le gouvernement chinois a décidé le 10 août d'une nouvelle réduction de la vitesse sur les lignes récemment construites. Cette diminution n'a pas été chiffrée, le gouvernement évoquant seulement une « réduction appropriée ». Il a également annoncé la suspension de tout nouveau projet de

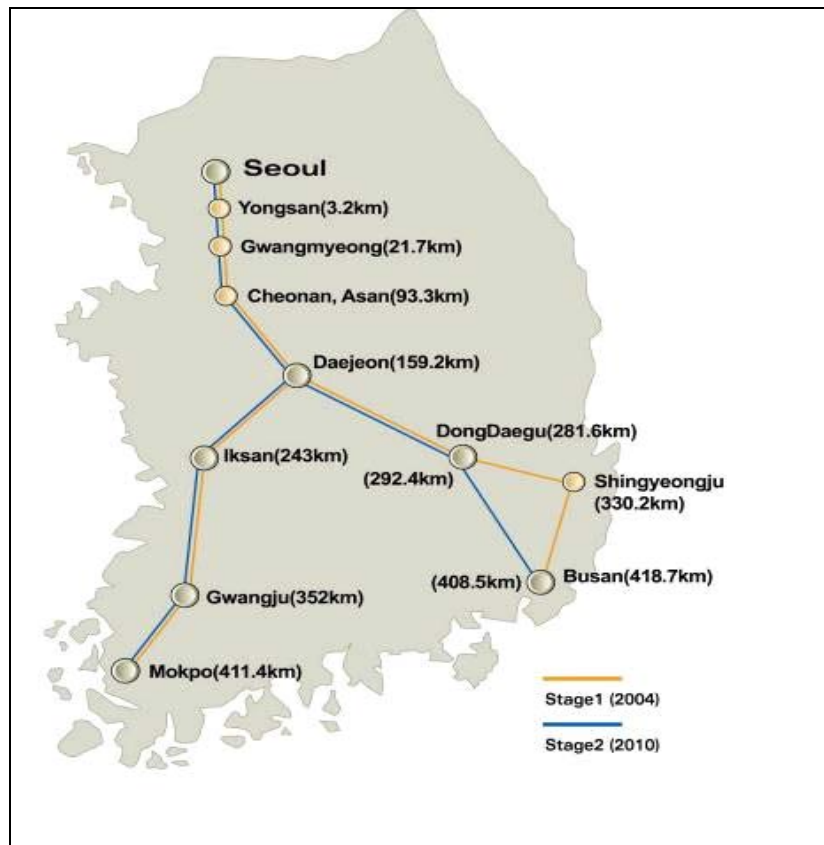
(1) Les premières conclusions soulignent un défaut de signalisation ; frappé par la foudre, le premier train s'est trouvé immobilisé sur un viaduc et le train qui le suivait l'a percuté de plein fouet, faisant basculer deux wagons dans la rivière.

construction de lignes et une étude approfondie des projets déjà approuvés. Puis, le 12 août, le constructeur China CNR Corp a rappelé 54 TGV de la ligne Pékin-Shanghai pour problèmes techniques. Ce rappel va affecter environ un quart de la desserte et va permettre de mener une révision pour assurer la qualité et la sûreté des trains.

4 ■ Projets en Corée du Sud



Carte de la Corée du Sud et localisation des projets de LGV



Source : UIC

Caractéristiques synthétiques des projets de LGV

Tracé	Séoul-Busan	Osong-Mokpo
Longueur de lignes	418,7 km	230,9 km
Vitesse maximale	300 km/h	330 km/h
Meilleur temps de parcours	2 h 10	1 h 37
Parc de matériel roulant	KTX : 46 rames Alstom de 388 m, à 1 niveau (12 rames construites en France et 34 sur place sous licence Alstom)	KTX II (à partir de 2010 : 55 rames de 200 m, à 1 niveau

Tracé	Séoul-Busan	Osong-Mokpo
Type de motorisation	Motorisation concentrée	Motorisation concentrée
Type de voie	Voie ballastée	Voie ballastée
Trafic estimé	2009 : 33 M voyageurs/an 2011/2012 : 35 M voyageurs/an	25 M voyageurs/an
Coût total	18,5 Mds \$ (13,5 Mds € ¹)	10,5 Mds \$ (7,7 Mds €)
Coût d'acquisition du matériel roulant	1,8 Md €	n.c
Part de financement public	100 %	100 %
Date d'appel d'offres	Août 1991	2008
Date de début des travaux	Juin 1992 (1 ^{re} phase) et juin 2002 (2 ^e phase)	Novembre 2009, mais au ralenti
Date de mise en service	Séoul-Daegu : 2004 Daegu-Busan : 2010	Osong-Gwangju : 2015 Gwangju-Mokpo : 2017

Problématique et typologie

La Corée du Sud, l'un des quatre dragons asiatiques avec Singapour, Hong Kong et Taiwan, est devenue en quarante ans un acteur international important. En 2009, c'est la 15^e puissance économique mondiale et la quatrième économie asiatique derrière le Japon, la Chine et l'Inde, avec un PIB de 832,5 milliards de dollars².

Après la récession mondiale de 2008, la Corée du Sud a enregistré une forte reprise avec une progression des exportations supérieure à 10 %, une croissance 2010 de près de 6 % et un recul du taux de chômage à moins de 3,5 %.

D'une superficie de 99 646 km², le pays occupe la moitié méridionale de la péninsule coréenne, au sud de la zone démilitarisée (DMZ). Cette frontière hermétique fait en pratique de la Corée une île. C'est un pays montagneux où les reliefs sont prédominants : les montagnes couvrent 70 % du territoire.

Avec une population de 48,7 millions d'habitants en 2009 et 489 habitants au km², la Corée du Sud est un des pays les plus densément peuplés, alors même que les deux tiers du territoire sont inhabités. Plus de 80 % de la population est citadine, et 47 % vit dans l'agglomération de Séoul, qui compte 22 millions d'habitants (10,4 millions à Séoul même). En dehors de cette mégapole, la Corée compte sept villes de plus d'un million d'habitants, dont Busan, la deuxième ville avec 3,7 millions d'habitants.

Le réseau ferroviaire représente seulement 3 381 km de lignes, pour un réseau routier de 104 236 km, dont 3 447 km d'autoroutes, et 15 aéroports dont 8 internationaux. Selon le ministère de la Construction et des Transports, le réseau routier et autoroutier est proche de l'asphyxie, avec un nombre quotidien d'automobiles qui dépasse les 750 000, soit 1 650 000 personnes transportées. 87 % des déplacements entre Séoul et Busan se font en voiture et l'autoroute, construite vers 1970, frôle tous les jours la paralysie. Cette congestion du réseau routier coûterait au pays plus de 6 milliards d'euros chaque année.

(1) Taux de change au 21 février 2011.

(2) Source : Banque mondiale,
http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.MKTP.CD?cid=GPDfr_29.

Créer un nouveau système de transport était devenu une priorité au fil des années, notamment sur l'axe principal Séoul-Busan, du fait de :

- la congestion des infrastructures de transport ;
- l'augmentation du parc automobile et le risque de saturation des autoroutes ;
- la capacité limitée du réseau ferroviaire ;
- la concentration de 64 % de la population et de 69 % du PIB sur cet axe.

Projets de ligne à grande vitesse

Le projet Séoul-Busan a subi d'importants retards (10 ans), notamment pour des raisons techniques (les ponts étaient construits selon des normes ne correspondant pas à la grande vitesse), mais aussi pour des questions de financement de l'infrastructure. Plusieurs constructeurs ont pris part à ce projet, mais la liste n'est pas connue, car aucun ne veut assumer les difficultés rencontrées. Les problèmes techniques ont été débloqués grâce à la collaboration française.

De ce fait, cette ligne à grande vitesse d'une longueur totale de 418,7 km a été construite en deux phases. La première partie Séoul-Daegu (238 km) a été inaugurée en avril 2004, alors que les travaux de génie civil pour une section test s'étaient déroulés en juin 1992 et le second tronçon, Daegu-Busan, a été mis en service en décembre 2010. Le parcours, jalonné de quatre gares intermédiaires, s'effectue en 2 heures et 10 minutes, à une vitesse maximale de 300 km/h.

Le trafic annuel est passé de 26,3 millions de passagers en 2004 à 33 millions en 2009, avec des prévisions pour 2011/2012 d'environ 35 millions de voyageurs par an. Ceci s'est accompagné d'une réorganisation des services ferroviaires avec, en 2009, 35 % des passagers empruntant les lignes principales, générant 69 % du revenu.

Sur le plan des infrastructures, le relief montagneux a compliqué le tracé de la ligne et multiplié les ouvrages d'art, ce qui a entraîné plusieurs reports de la date d'ouverture et a considérablement alourdi les coûts : les 18,5 milliards de dollars nécessaires (13,5 milliards d'euros) ont été financés à 45 % par le gouvernement et 55 % par KHRC (Korea Highspeed Rail Construction), entreprise publique en charge du projet.

Le financement se décompose comme suit :

- gouvernement : 35 % de contribution directe et 10 % d'endettement de l'État ;
- KHRC : 2 % de fonds propres, 29 % d'obligations domestiques et 24 % de crédits bancaires internationaux (crédits acheteurs).

Les surcoûts ne sont pas connus, mais ils sont vraisemblablement énormes.

Cette ligne à grande vitesse comporte 70 ponts et viaducs pour une longueur totale de 122 km et 75 tunnels, dont certains longs de cinq à six kilomètres. La longueur cumulée des tunnels creusés est de 189 kilomètres.

Une structure de voie ballastée avec traverses en béton a été retenue pour équiper l'intégralité de la ligne, hormis dans les tunnels de longueur supérieure à 5 km, où est utilisée une voie sur dalle.

Un deuxième projet a vu le jour entre Osong et Mokpo (sud-ouest du pays), d'une longueur de 230,9 km. Il est prévu quatre gares intermédiaires et un temps de parcours de 1 heure et 37 minutes, à une vitesse maximale de 330 km/h. Le choix d'une voie ballastée a été retenu et les travaux ont débuté officiellement en novembre 2009, mais ils avancent au ralenti.

Le trafic attendu est de l'ordre de 25 millions de passagers par an et le coût du projet est estimé à 10,5 milliards de dollars (7,7 milliards d'euros), avec un financement 100 % public.

L'ouverture à l'exploitation s'effectuera également en deux temps : Osong-Gwangju en 2015 et la totalité en 2017. Mais, compte tenu du faible avancement des travaux, un retard de 2 à 3 ans pour chacune des phases paraît plus réaliste.

Le génie civil sera réalisé par des entreprises locales. Pour la superstructure de la voie (signalisation, aiguillage, etc.), la France a ses chances, mais il faut attendre la parution de l'appel d'offres.

En dehors de ces deux lignes, il n'y a pas d'autre projet en Corée.

Transfert de technologie et de savoir-faire des entreprises françaises

Pour la construction de la ligne Séoul-Busan, la Corée avait dès 1989, fait le choix de la technologie française, dans le cadre d'un important programme de transfert de technologie. L'appel d'offres a été lancé en août 1991.

Systra, détenue à 36 % par la RATP, 36 % par la SNCF et 28 % par un groupement de banques, est intervenue dans ce projet à partir de 1994, tant pour le compte du maître d'ouvrage KHRC (Korea Highspeed Rail Construction), qu'en sous-traitance des entreprises contractantes, notamment Als, leader du Consortium Korea TGV (KTGVC). Le choix de Systra, intervenant pour le contractant, a facilité l'avancement du dossier.

- assistance à KHRC pour le génie civil ;
- assistance conseil pour la voie (conception, spécifications et essais) ;
- appui au consortium franco-coréen pour la préparation à l'exploitation et à la maintenance du *core system* (système central) ;
- élaboration de la documentation et formation du personnel formateur coréen ;
- définition et fourniture d'un simulateur de conduite ;
- supervision des services de maintenance au démarrage de l'exploitation.

Puis, en 2007, Systra a commencé des prestations pour la deuxième phase de la construction de la ligne nouvelle (Daegu-Busan) :

- assistance au consortium franco-coréen pour les études et travaux de signalisation ;
- supervision des études et travaux d'installation des caténaires en association avec une entreprise coréenne.

Alstom a apporté un transfert de technologie, maintenant complètement terminé, couvrant à la fois la fabrication du matériel roulant, le KTX (Korea Train eXpress), train à grande vitesse coréen, la formation technique et l'assistance aux ingénieurs coréens. Une partie de la formation a été effectuée en France (portant notamment sur la fabrication et les essais de composants clés, le contrôle de qualité).

Le KTX est devenu la vitrine du savoir-faire ferroviaire français en Asie.

SNCF international, filiale à 100 % du groupe SNCF, a contribué au projet en 1999, pour le processus d'électrification et dans le domaine de la préparation à l'exploitation, la supervision des essais des rames Alstom et leur homologation, la formation et l'assistance de haut niveau. AREP, filiale à 100 % du groupe SNCF, a conduit les études de la gare TGV de Gwangmyeong, au sud de Séoul.

En revanche, suite au transfert de technologie d'Alstom, la Corée du Sud a mis en service depuis le 2 mars 2010 sa nouvelle version du train à grande vitesse, le KTX II, construit par Hyundai-Rotem et dont la technologie est à 87 % sud-coréenne.

En lançant son propre train, la Corée s'affranchit du contrat signé avec Alstom, qui lui interdisait d'exporter le KTX. Elle vise désormais des marchés à l'exportation, telle que la ligne Rio-São Paulo au Brésil.

Le succès français s'explique par deux éléments principaux :

- en 1989-1990, le seul concurrent sérieux était le Japon, puisque l'Allemagne manquait d'expérience et les autres pays ne s'intéressaient pas encore à la grande vitesse. À cette époque, le gouvernement et les entreprises françaises (Systra, SNCF, Alstom) faisaient bloc pour l'exportation, alors qu'au Japon chaque acteur œuvrait de son côté (ce qui est maintenant la situation en France) ;
- en mai 1990, à l'occasion du record du monde du TGV Atlantique à 515,3 km/h, le Premier ministre coréen était accueilli en France avec une cérémonie de grande envergure.

Pertinence

Le marché des transports est favorable à la grande vitesse ferroviaire : très forte densité de la population, bassins d'activité importants avec huit villes de plus d'un million d'habitants et 80 % de citadins, saturation des routes et autoroutes.

L'offre proposée est attractive : vitesse des trains jusqu'à 330 km/h, fréquence minimale de 4 minutes, ponctualité en 2009 de 98,3 %.

La mise en service de la première partie de la ligne en 2004 a eu des impacts à la fois sur la population et sur l'économie locale avec :

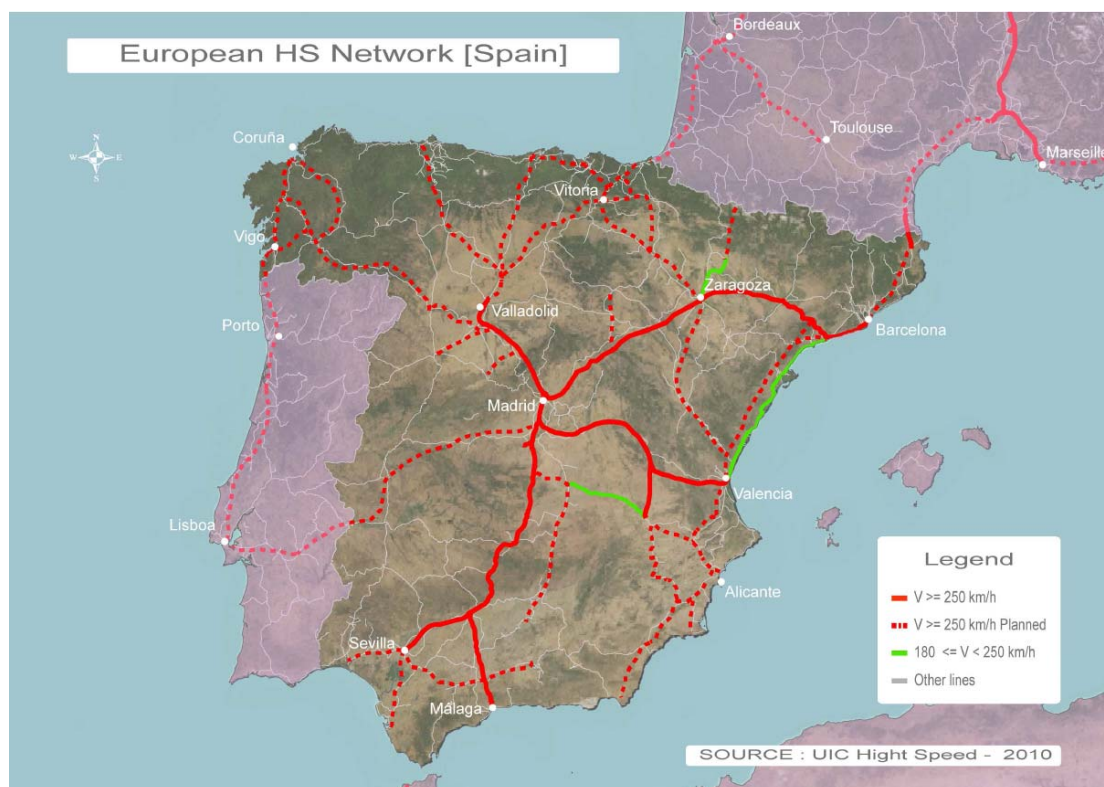
- l'extension des voyages quotidiens depuis et à destination de Séoul ;
- le développement de la mégapole Séoul-Cheonan-Daejon (143 km au sud) ;
- le développement de nouvelles industries dans l'aire d'influence de la gare de Cheonan-Asan.

La Corée du Sud se place comme un concurrent important sur les marchés de la grande vitesse à l'exportation (notamment en Asie), car elle dispose d'un système industriel important et d'un fort potentiel de développement technologique. Le KTX III, qui roulera à une vitesse de 350-370 km/h devrait entrer en service en 2015, suivi par le HEMU-400X, prévu en test entre 2011 et 2014 et qui circulera à une vitesse de 400 km/h.

5 ■ Projets en Espagne



Carte des LGV en service et en projet en Espagne



NB : l'ADIF (le gestionnaire d'infrastructure ferroviaire espagnol) ne reprend pas la totalité de ces projets.

Source : SNCF – Direction du développement international

Caractéristiques synthétiques des LGV en service

Axe Sud

Tracé	Madrid-Séville	Cordoue-Málaga	La Sagra-Tolède
Longueur de lignes	471 km	155 km	21 km
Vitesse maximale	300 km/h (250 à l'origine)	300 km/h (350 prévus)	270 km/h
Meilleur temps de parcours	2 h 20	48 mn	30 mn de Madrid (75 km)
Coût de l'infrastructure	2 Mds €	955 M €	102 M €
Date de mise en service	1992	2006-2007	2001

Axe Nord-Est

Tracé	Madrid-Barcelone	Barcelone-Figueras
Longueur de lignes	621 km	Madrid-Figueras = 804 km
Vitesse maximale	300 km/h (350 prévus)	350 km/h prévus
Meilleur temps de parcours	2 h 38	
Coût de l'infrastructure		3 389 M € (Madrid-Lleida)
Date de mise en service	2008	2012

Axe Nord-Ouest

Tracé	Madrid-Valladolid
Longueur de lignes	180 km
Vitesse maximale	300 km/h (350 prévus)
Meilleur temps de parcours	0 h 56
Coût de l'infrastructure	2 032 M €
Date de mise en service	2007

Axe Est

Tracé	Madrid-Valence/-Albacete
Longueur de lignes	438 km (366 km/307 km)
Vitesse maximale	300 km/h (350 prévus)
Meilleur temps de parcours	1 h 35/1 h 30
Coût de l'infrastructure	6 600 M €
Date de mise en service	2010

Problématique et typologie

L'Espagne a connu un fort développement économique depuis son entrée en 1986 dans l'Union européenne, qui a notamment soutenu un important programme de création et de modernisation des infrastructures de transport. Avec un PIB en 2009 de 1 438 milliards de dollars pour une population de 46 millions d'habitants, elle-même en forte croissance, sur un territoire de 504 000 km², l'Espagne se trouvait en 2009 en relativement bonne position parmi les pays européens (environ à la dixième place).

6,3 millions de personnes habitent dans l'aire urbaine de Madrid (dont 3,3 dans la ville) ; Barcelone se positionne ensuite avec 5 millions. Trois autres villes dépassent un million d'habitants : Valence (1,8), Séville (1,3) et Bilbao (1,1).

Le réseau ferroviaire classique est peu dense : moins de 12 000 km, dont un quart seulement à double voie (non compris 2 000 km à voie étroite). À voie large (1,67 m), il est coupé de la France sauf à prévoir des matériels à essieux à écartement variable. Quelques rames voyageurs construites par Talgo, pour des trafics haut de gamme, ont été réalisées avec écartement variable ; une autre solution consiste à changer les bogies à la frontière, ce qui nécessite des installations spéciales et des manœuvres coûteuses (cette pratique était quelquefois appliquée pour des voitures-couchettes et habituelle pour les wagons assurant notamment du transport de fruits et légumes). Ce réseau est électrifié à 60 %, en 3 000 volts continu, courant différent de ceux des pays

limitrophes, la France (1 500 V continu) et le Portugal (25 000 V alternatif). Il offre peu de possibilités pour développer le trafic, à cause de son faible équipement.

Lignes à grande vitesse en service

L'Espagne construit progressivement un ensemble de lignes à grande vitesse devant s'intégrer dans le réseau unique européen. En particulier, la voie est à écartement normal (1,44 m), choix volontariste d'avenir mais restreignant considérablement les possibilités de connexion avec le réseau classique à voie large (1,67 m). Certains matériels à grande vitesse, mais non pas les plus rapides, sont à écartement variable afin d'assurer des dessertes pénétrant sur les lignes anciennes. Les LGV sont électrifiées en 25 000 volts alternatif comme en France.

Depuis fin 2010, l'Espagne dispose du plus long réseau de LGV en service en Europe, 1 998,7 km, devant la France (1 881 km).

Le réseau en service forme quatre branches autour de Madrid :

- axe Sud : Madrid-Séville avec branches Cordoue-Málaga et La Sagra-Tolède ;
- axe Nord-Est : Madrid-Barcelone-Figueras ;
- axe Nord-Ouest : Madrid-Valladolid ;
- axe Est : Madrid-Valence ;

Sur cet ensemble de LGV, exclusivement dédiées aux trains de voyageurs, circulent des matériels variés dans leur conception et leurs performances : trains classiques composés de voitures tractées par des locomotives Eurosprinter de Siemens, limitées à 220 km/h ; rames automotrices à très grande vitesse (300 km/h) Alstom, Siemens et Talgo/Bombardier ; rames à grande vitesse (250 km/h) à écartement standard et monocourant Alstom/CAF ou à écartement variable et bicourant Alstom/CAF et Talgo/Bombardier. Cette diversité des matériels est une particularité espagnole.

Projets de lignes à grande vitesse

À l'exception de la LGV envisagée entre Madrid et Lisbonne, les projets sont des prolongations des axes déjà en service. L'extension du réseau peut être ainsi comparée à la situation de la France, où le marché de la construction de ligne n'est plus un ensemble liant une infrastructure et le matériel roulant devant y circuler.

Le parc de matériel roulant fait l'objet de réaffectations entre lignes et de commandes supplémentaires pour l'étoffer. Les besoins ne sont jamais affichés tels quels par les pays. Cependant, en Espagne, les trafics sont faibles à cause des distances et de la distribution des populations. De ce fait, on est dans un rapport de 1 à 4 avec la France. Quand en France on ouvre une ligne au départ de Paris, le parc de TGV est de 100 rames, tandis qu'il est de 20 rames pour un projet ouvert au départ de Madrid.

Le financement des LGV intérieures est public, avec l'appui des fonds européens. Les redevances sont ensuite demandées aux opérateurs comme en France.

Axe Sud, en prolongement de Séville

Une nouvelle LGV est prévue entre Antequera et Granada, embranchée sur la section Cordoue-Malaga actuellement en service. Cette nouvelle ligne de 126 km et parcourable à 300 km/h est programmée pour 2013. À Granada, elle rejoint le réseau classique.

Axe Nord-Est, Madrid-Barcelone-Figueras

Cet axe est en service sauf entre Barcelone et Figueras, dont les travaux sont pratiquement achevés (*voir tableau ci-dessus*).

Les 44,4 km de la section transfrontalière entre la France et l'Espagne, de Perpignan à Figueras, ont été ouverts à la circulation en décembre 2010. Le financement public/privé en concession, avec subvention de 50 %, a été assuré par des banques européennes (dont des banques espagnoles, mais pas de banques françaises).

Axe Nord-Ouest, en prolongement de Valladolid

Cinq projets sont prévus au-delà de Valladolid :

- Venta de Baños-Burgos-Vitoria : cette ligne nouvelle de 200 km sera parcourable à 350 km/h. Échéance : 2013.
- Vitoria-Bilbao-Saint-Sébastien : ligne en Y, de Vitoria à Bilbao (91 km), avec séparation à Bergara vers Saint-Sébastien et la frontière française de 89 km. Ligne mixte parcourable à 250 km/h.
- Valladolid-Venta de Baños-Palencia-Leon : LGV mixte voyageurs et fret de 163 km, parcourable à 350 km/h. Coûts : 706 millions d'euros (infrastructure uniquement), dont 103 millions provenant du FEDER.
- Leon-Asturias : ligne à trafic mixte allant de Leon à Oveido, de 50 km dont la moitié en tunnels, parcourable à 250 km/h. Coût : 389 millions d'euros.
- Madrid-Galicia : ligne allant de Medina à Saint-Jacques de Compostelle. Coût : 1 843 millions d'euros, échéance 2020. Longueur totale à préciser selon définition du tracé (Ourense-Saint-Jacques : 87 km).

Axe Est, en prolongement de Valence et d'Albacete

- Ligne Levante Madrid, Castilla La Manche, Comunidad Valenciana, Región de Murcia. Le projet totalise 955 km pour un coût de 12 410 millions d'euros. 438 km ont été mis en service fin 2010. La vitesse maximale prévue est de 350 km/h.
- Ligne Murcia-Almeria : ligne mixte de 184 km parcourable à 300 km/h. Coût : 348 millions d'euros.

Axe Ouest

Cette ligne se détache de la ligne Madrid-Séville à 52 km de Madrid. Elle atteint la frontière portugaise à Badajoz, soit 508 km de LGV parcourable à 300 km/h. Projet le moins avancé.

Pertinence

La création d'un réseau à grande vitesse est le fruit d'une très forte volonté politique, pour intégrer davantage l'Espagne dans l'Union européenne. Elle s'accompagne d'une modernisation du réseau classique, dont certaines voies sont converties progressivement à l'écartement standard.

Outre sa pertinence politique, ce nouveau réseau se justifie à la fois sur le plan technique, le réseau classique étant peu dense et peu performant, et par le dynamisme démographique et économique du pays.

Cependant certaines sections de lignes peuvent avoir du mal à trouver un trafic suffisant. À titre d'illustration, la ligne Tolède-Albacete-Cuenca a dû fermer fin juin 2011, après seulement six mois d'exploitation.

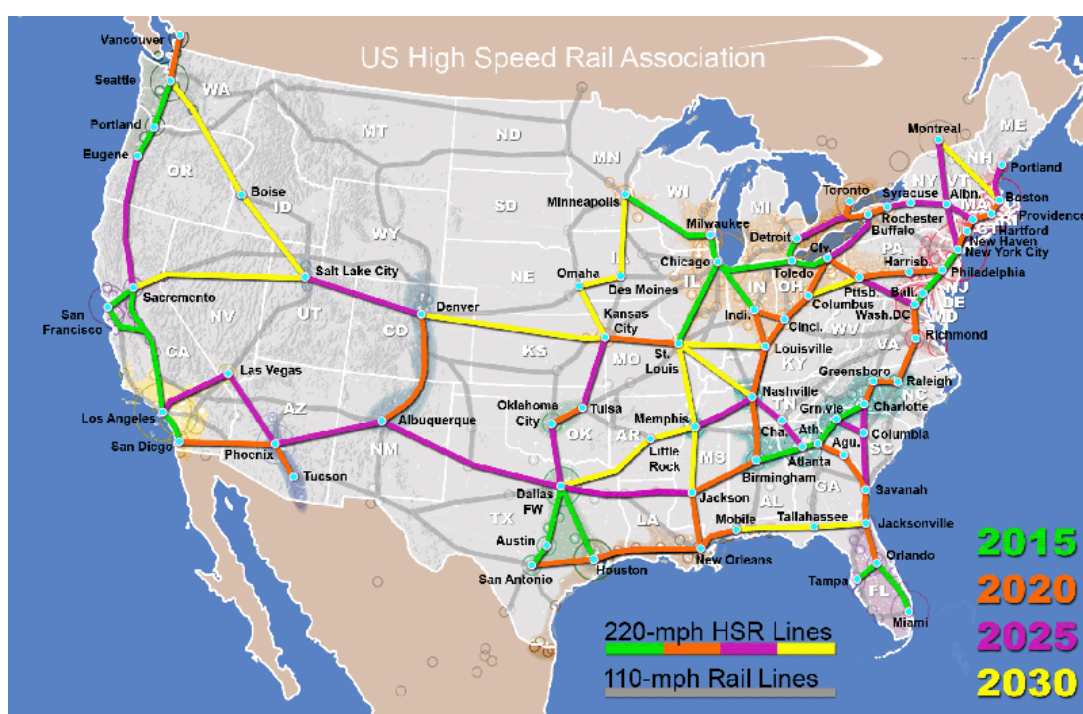
Le financement du réseau est facilité par les contributions de l'Union européenne. Mais l'Espagne pourrait rencontrer des difficultés en raison de la crise financière à laquelle elle n'échappe pas.

La modernisation des chemins de fer espagnols doit enfin permettre de désenclaver le réseau portugais et le connecter à l'Union européenne. Toutefois, comme les lignes classiques espagnoles, les lignes portugaises sont à écartement large et non pas standard.

6 ■ Projets aux États-Unis



Carte des États-Unis et localisation des projets de LGV



Source : www.america2050.org

Caractéristiques synthétiques des projets de LGV

Les États-Unis affichent un programme important de lignes nouvelles à grande vitesse. En réalité, la situation est plus compliquée. Alors que le ministère fédéral des Transports (Federal Railroad Administration) exposait onze projets de corridors à grande vitesse courant 2010, ils ne sont plus que six à figurer au programme un an plus tard, mi-2011. Des projets, dont certains évoqués de longue date, ont disparu, le plus souvent pour des raisons de financements publics impossibles à mobiliser : la Floride est un cas emblématique.

En outre, la notion de grande vitesse n'est pas celle qui prévaut selon la règle de l'UIC : 200 km/h est considéré aux États-Unis comme de la grande vitesse ferroviaire, et non 250 km/h. Les trains Acela Express qui circulent sur le corridor Nord-Est, trains à grande vitesse selon leur exploitant Amtrak, roulent au maximum à 240 km/h.

Finalement, les véritables projets de LGV relevant de la présente mission se situent en Californie (San Diego-Los Angeles-San Francisco et Sacramento, soit 1 300 km de lignes), entre la Californie et le Nevada (DesertXpress Las Vegas-Victorville, soit une ligne de 299 km, ligne à grande vitesse bien que prévue pour 240 km/h) et enfin sur l'axe Boston-New York-Washington (685 km de ligne nouvelle). D'autres projets sont

rappelés : la Floride (Miami-Orlando), le hub de Chicago et la connexion internationale avec le Canada (Detroit-Toronto et Montréal-New York).

Problématique et typologie

Le contexte

Le transport ferroviaire aux États-Unis est dominé par l'activité fret, alors que le transport ferré de voyageurs est en déclin, avec une baisse de près de 11 % du nombre de passagers-kilomètres entre 1990 et 2006. En dépit des efforts de la compagnie nationale Amtrak pour améliorer l'offre, celle-ci reste peu compétitive, les vitesses pratiquées étant généralement faibles. Par ailleurs, l'insolvabilité d'Amtrak est un sujet de débat récurrent au Congrès et la société a reçu régulièrement des subventions fédérales, d'un montant cumulé de trente milliards de dollars depuis sa création en 1970, ainsi que désormais des aides des États fédérés. Depuis quelques années, l'administration souhaite couper les subventions à Amtrak et chaque année le Congrès lui vote de nouveau des subventions, en spécifiant que c'est pour un an seulement et en augmentant le niveau d'exigence à son égard. Le Conseil de réforme d'Amtrak a récemment recommandé la séparation de l'exploitation des trains de la gestion des infrastructures, ainsi que l'ouverture du marché à la concurrence.

La politique de redéploiement du rail

L'administration américaine a montré son intérêt pour le redéploiement du transport ferroviaire de passagers, d'une part avec la publication en avril 2009 du plan stratégique pour la grande vitesse ferroviaire (GVF), d'autre part avec l'engagement financier du gouvernement fédéral en faveur du renouveau du rail, correspondant à huit milliards de dollars dans le plan de relance économique et à cinq milliards de dollars supplémentaires à répartir jusqu'en 2013 sur plusieurs exercices budgétaires, dont 2,4 milliards en 2010.

La poursuite des financements au-delà de 2013 dépendra de la prochaine loi d'orientation sur six ans, dite de *reauthorization*, qui reconduit, modifie ou crée les différents programmes fédéraux en matière de transports terrestres et fixe les enveloppes budgétaires correspondantes. Ce projet de loi, préparé à l'été 2009, va se voir totalement remis à plat avec des ambitions moindres, suite aux élections de mi-mandat, dans un contexte de réduction des dépenses publiques. Dans l'attente de ce nouveau texte, l'actuelle loi arrivée à échéance en septembre 2009 doit faire l'objet d'une nouvelle extension dont la durée continue à faire débat.

Les États-Unis englobent dans la notion de « développement de la grande vitesse ferroviaire » d'une part une approche « incrémentale », c'est-à-dire la modernisation du réseau permettant d'amener la vitesse de pointe en exploitation de lignes conventionnelles au-delà de 180 km/h, et d'autre part la réalisation de lignes à très grande vitesse permettant de dépasser 300 km/h.

Cet intérêt pour la modernisation des transports ferrés de voyageurs a été confirmé en janvier 2011 par le président Obama lors de son discours sur l'état de l'Union, où il a annoncé un objectif d'accès aux trains à grande vitesse à 80 % de la population américaine d'ici 25 ans.

Les procédures

Suite au texte de 2008 visant à l'amélioration du transport ferroviaire (*Rail Safety Improvement Act*), le ministère fédéral des transports (Department of Transportation, DoT) a lancé à l'automne 2008 un appel à expression d'intérêt pour des projets potentiels de financement, de conception, de construction, d'exploitation et de maintenance (*Request for expression of interest*, RFEI) pour onze corridors susceptibles de bénéficier d'une ligne à grande vitesse (LGV). Cet appel a été lancé avant que ne soient connus ni le montant de 8 milliards du plan de relance ni l'appel à projets lié, lancé en juin 2009 par l'administration fédérale en charge du rail (Federal Railway Administration, FRA) au sein du DoT. L'articulation entre les deux appels n'était pas claire, même si le premier était plus ouvert et que le second s'adressait aux maîtres d'ouvrage et non aux compagnies privées intéressées.

À l'issue du processus d'appel à projets, l'État fédéral a reçu 259 demandes provenant de plus de 30 États pour un montant total de 57 milliards de dollars. Ces demandes correspondent à la fois à la modernisation du réseau existant et aux projets de lignes nouvelles. Seuls deux États ont déposé des projets bâtis autour de la grande vitesse ferroviaire au sens européen du terme : la Californie, qui a demandé une subvention de 4,5 milliards de dollars, et la Floride, qui a sollicité 2,5 milliards de dollars.

Les financements

Le président Obama a annoncé fin janvier 2010, lors d'un discours à Tampa proclamant la répartition des huit milliards du plan de relance, que la Californie recevra 2,25 milliards de dollars et la Floride 1,25 milliard de dollars pour leur projet de lignes nouvelles, soit près de 45 % du montant des sommes allouées au titre du plan de relance. Le Midwest bénéficiera de 2,6 milliards de dollars pour son approche incrémentale. Le solde des financements disponibles accordés au titre du plan de relance concerne environ une trentaine de petits projets répartis sur le territoire national. Le président Obama a confirmé dans son discours de Tampa l'articulation des crédits du plan de relance avec les autres fonds disponibles, notamment les 5 milliards de dollars à répartir jusqu'en 2013.

L'appel d'offres pour l'attribution de 2,4 milliards de dollars correspondant au budget 2010, au titre des 5 milliards à répartir jusqu'en 2013, a été lancé le 28 juin 2010. La FRA a annoncé, en octobre 2010, la répartition de cette somme entre 54 projets répartis dans 23 États. La Floride bénéficie de 800 millions de dollars, qui cumulés avec la somme de 1,25 milliard notifiée en janvier 2010, correspondent à un montant de 2,05 milliards de fonds fédéraux pour un projet dont la première phase Tampa-Orlando est évaluée entre 2,3 et 2,6 milliards de dollars. La Californie bénéficie de 901 millions de dollars, dont 731 millions de dollars consacrés à son projet de ligne à grande vitesse, qui cumulés avec les 2,25 milliards de dollars notifiés en janvier 2010, correspondent à un montant de 2,98 milliards de fonds fédéraux pour un projet globalement évalué à 45 milliards de dollars pour sa totalité entre Sacramento et San Diego. L'Iowa bénéficie de 230 millions de dollars, le Michigan de 161 millions de dollars et le Connecticut de 121 millions de dollars. Les autres États se répartissent des subventions d'un montant inférieur à 50 millions de dollars.

Le Wisconsin et l'Ohio ayant refusé, en décembre 2010, de lancer leurs projets ferroviaires, le DoT a redistribué les fonds rendus disponibles, d'un montant de 1,2 milliard de dollars. La Californie a obtenu 624 millions de dollars et la Floride 342 millions. Le solde a été réparti entre divers autres projets ferroviaires. Suite à la décision de février 2011 du gouverneur de Floride, cet État a restitué les 2,4 milliards de dollars attribués par l'échelon fédéral qui ont vocation à être réaffectés. La Californie, qui maintient son projet, se montre très intéressée et est candidate pour se voir attribuer le maximum de ces 2,4 milliards de dollars. En cas d'autres désistements, les crédits rendus, dont le fléchage est en direction du rail, pourraient également être réorientés en faveur de la route. Cela nécessiterait toutefois l'accord du Congrès, qui pourrait en profiter pour annuler ces crédits afin de réduire le déficit budgétaire.

Le vice-président Biden a annoncé en février 2011 un plan pour les projets ferroviaires de 56 milliards de dollars sur une période de six ans, dont 8 milliards pourraient être inscrits au budget 2012, faisant suite à l'ambitieux discours sur l'état de l'Union de janvier 2011 dans lequel le président Obama visait un objectif de 80 % des Américains connectés à la grande vitesse dans une période de 25 ans. Toutefois, ce plan devra bénéficier de financements votés par le Congrès, ce qui implique d'après négociations, car l'intérêt de mobiliser des fonds pour ce type de grands projets d'infrastructures est désormais franchement remis en question suite aux élections de mi-mandat, la nouvelle majorité étant réticente sur ces financements. D'ores et déjà, la réduction du budget fédéral imposée par le Congrès fin avril 2011 conduit à une réduction de 2,9 milliards de dollars des crédits consacrés à la grande vitesse ferroviaire.

Les perspectives

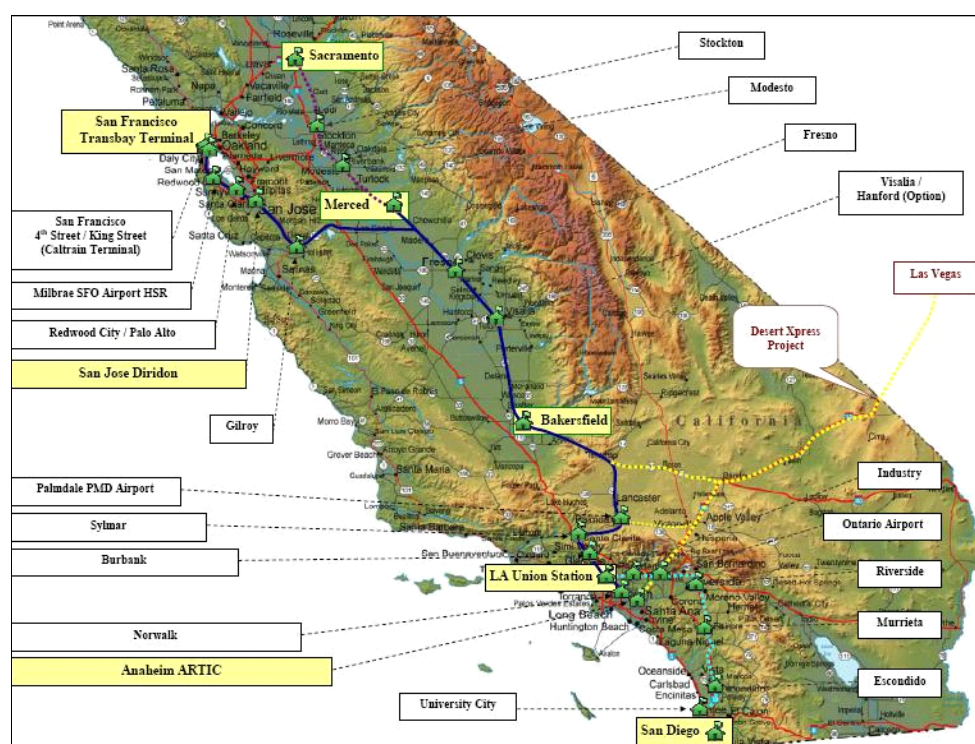
Les projets les plus avancés sur un plan technique étaient ceux de la Californie et de la Floride. L'avenir du projet de la Californie est lié à l'endettement de cet État, qui rend son montage financier particulièrement ardu. Celui de la Floride aurait pu bénéficier à cet égard d'un contexte plus favorable. En outre, pour la première phase (section Tampa-Orlando), l'étude d'impact a été effectuée et la plupart des acquisitions foncières réalisées. Néanmoins, ce projet a été remis en cause par le nouveau gouverneur de Floride suite aux élections de mi-mandat. Concernant le corridor Boston-New York-Washington, la réalisation d'une LGV entièrement nouvelle paraît difficile à concrétiser en raison de difficultés d'acquisition des emprises, mais la modernisation de l'infrastructure existante paraît relativement aisée à mettre en œuvre.

Les opportunités pour les entreprises françaises sont importantes tant sur les projets de très grande vitesse que sur l'amélioration des lignes existantes (ingénierie, construction ou rénovation des voies, signalisation, matériel) mais la concurrence est très forte de la part des Allemands, des Espagnols, des Japonais, des Canadiens, des Coréens et des Chinois.

La SNCF a remis un dossier en réponse à l'appel à candidature fédéral, portant sur les projets de la Floride, de la Californie, du Midwest et du Texas. Ce dossier semble apprécié des autorités américaines qui louent la qualité de ces rapports.

Projets de lignes à grande vitesse

Le projet californien



Source : www.america2050.org

Ce projet est conduit par la California High Speed Rail Authority (CHSRA) dont le président est Kurt Pringle, maire d'Anaheim. Il se compose d'une part d'une liaison principale entre San Francisco et Anaheim/Irvine au sud de Los Angeles, d'autre part d'une liaison vers Sacramento au nord et d'un prolongement vers San Diego au sud. Sa longueur totale serait de 1 280 kilomètres et il comporterait 26 gares, dont certaines en connexion avec des aéroports. Le trafic potentiel est estimé à 116 millions de passagers par an à l'horizon 2030.

Le montant de l'investissement, estimé en 2008, est de 45 milliards de dollars pour l'ensemble, dont 33,5 milliards pour la première phase entre San Francisco et Anaheim/Irvine. Les sources de financements pourraient être l'État de Californie, où une loi adoptée suite à un référendum autorise l'émission d'obligations pour un montant de 9 milliards de dollars, tout en plafonnant à 50 % la participation de cet État, les collectivités locales californiennes, pour 2 à 3 milliards de dollars, l'État fédéral pour 12 à 16 milliards, bien que sollicité pour seulement 4,5 milliards en première étape, et le secteur privé pour 6,5 à 7,5 milliards, cinq entreprises ayant répondu à l'appel de la CHSRA relatif à l'apport de capital.

Les coûts annuels de maintenance et d'exploitation sont évalués entre 1,1 et 1,3 milliard de dollars.

Le plus grand obstacle à la réalisation d'un projet de LGV en Californie réside dans la situation financière hautement déficitaire de cet État. La concurrence chinoise pourrait en tirer profit en présentant une offre comportant un apport financier.

La CHSRA a annoncé en septembre 2009 qu'elle solliciterait 4,5 milliards de dollars au titre du plan de relance. Une telle somme aurait pu permettre, en y ajoutant une contribution équivalente de l'État californien, de réaliser les tronçons Merced-Bakersfield *via* Fresno (260 km environ) et Los Angeles-Anaheim (40 km environ), ainsi que d'avancer les travaux sur la section San Francisco-San José (90 km environ). Les autres tronçons seraient réalisés ultérieurement en fonction des financements possibles, notamment le recours croissant au secteur privé.

Pour l'instant, l'échelon fédéral a annoncé une participation d'un montant de 2,25 milliards de dollars au titre du plan de relance, de 731 millions de dollars au titre des crédits budgétaires à répartir jusqu'en 2013 et de 624 millions suite au redéploiement des crédits non utilisés dans le Midwest, soit un total cumulé de 3,605 milliards de dollars. La FRA a assigné ces fonds fédéraux au tronçon central du projet, de part et d'autre de Fresno, vraisemblablement le moins délicat à faire démarrer.

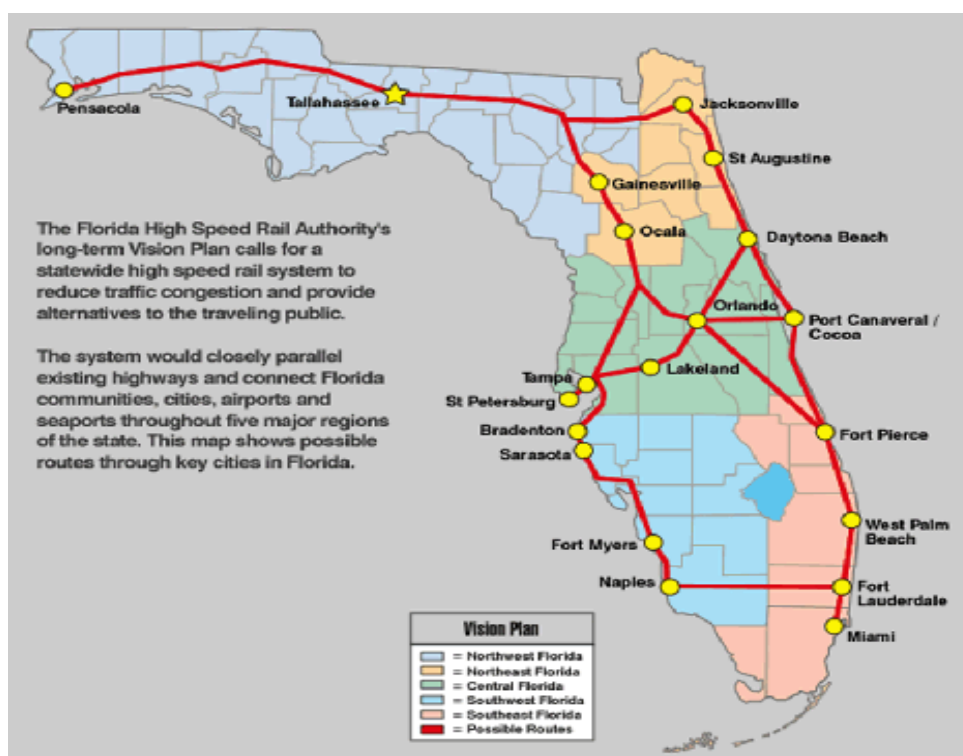
La CHSRA avait décidé début décembre 2010 que le premier tronçon de la ligne à grande vitesse californienne serait construit entre Madera et Corcoran, deux villes moyennes de la vallée de San Joaquin, *grosso modo* à mi-chemin entre San Francisco et Los Angeles. Suite à l'apport des fonds réattribués du Midwest, ce premier segment sera étendu entre Madera et Bakersfield, soit 193 km au lieu de 105 km. Son coût est évalué à 4,8 milliards de dollars environ. Les travaux ne pourront être lancés qu'après que les études d'impact environnemental du projet auront été menées à bien, ce qui doit être fait avant septembre 2011 pour répondre aux exigences fédérales. Le choix de ce tronçon est dicté par le second round de subventions fédérales qui précisait qu'elles devaient être dépensées dans cette zone.

Un appel à expression d'intérêt a été lancé le 9 février 2011. Il sera suivi d'un appel à qualification en avril 2011. Les entreprises sélectionnées pourraient participer à l'appel d'offres envisagé pour fin 2011 et les marchés pourraient être signés fin 2012. L'objectif de la CHSRA est une mise en service du tronçon en 2017.

L'abandon du projet de LGV par le nouveau gouverneur de Floride permet au DoT de réaffecter 2,4 milliards de dollars pour les projets de LGV. La Californie, où le nouveau gouverneur conserve le programme de LGV, postulera pour bénéficier du maximum de ces 2,4 milliards de dollars. L'appel à manifestations d'intérêt californien permet en effet d'absorber les crédits venant au-delà de la tranche ferme déjà soutenue par le gouvernement fédéral.

Les entreprises françaises sont déjà concernées au titre des études, notamment Systra, allié avec Parsons-Brinkerhoff (PB), qui a remporté en décembre 2006 un contrat d'assistance à la maîtrise d'ouvrage. Toutefois, afin d'éviter les conflits d'intérêts ultérieurs avec la SNCF, Systra s'est retiré de la poursuite des études détaillées. En effet, la SNCF a remis un dossier dont la première étape envisagée diffère de celle proposée par la CHSRA, avec les tronçons San Francisco-Fresno (300 km environ) et Los Angeles-Anaheim (40 km environ). Elle estime le coût global du projet à 37,6 milliards de dollars 2009, comprenant les acquisitions foncières, l'infrastructure, les gares et le matériel roulant.

Le projet de la Floride



Source : www.america2050.org

Le nouveau gouverneur de Floride, Rick Scott, a annoncé le 16 février 2011 que la Floride renonçait aux subsides fédéraux et donc au projet de grande vitesse ferroviaire entre Tampa et Orlando, financé par des fonds fédéraux à hauteur de 95 %. Il a motivé sa décision par le fait que, malgré les subventions fédérales, le contribuable floridien prenait des risques trop importants sur le dérapage des coûts du projet et sur les coûts d'exploitation.

Le projet était pourtant bien engagé, après l'arrêt d'un premier projet en 2004 suite à un referendum empêchant le financement public. Piloté par la Florida High Speed Rail Authority (FHSA), il visait à relier en première phase Tampa à Orlando (140 km) et en seconde phase Orlando à Miami (360 km), avec une éventuelle antenne d'Orlando vers Jacksonville. Les coûts estimés en 2002/2003 étaient de 2 milliards de dollars d'investissement et 40 millions de dollars annuels de maintenance pour la phase Tampa-Orlando et de 5 à 9 milliards de dollars d'investissement et de 115 à 175 millions de dollars annuels de maintenance pour la phase Orlando-Miami.

Dans le cadre du plan de relance, la Floride avait déposé auprès des autorités fédérales une demande de 2,53 milliards de dollars pour la réalisation du tronçon Tampa-Orlando, la plupart des acquisitions foncières ayant été réalisées, et de 30 millions de dollars pour les études du tronçon Orlando-Miami. Le coût du projet était évalué en 2010 à 10,6 milliards, dont 2,6 milliards pour la première phase et 8 milliards pour la seconde. L'échelon fédéral avait annoncé une participation d'un montant de 1,25 milliard de dollars au titre du plan de relance, de 800 millions de dollars au titre des crédits budgétaires à répartir jusqu'en 2013 et de 342 millions suite au redéploiement des crédits non utilisés dans le Midwest, soit un total cumulé de 2,392 milliards de dollars.

La viabilité économique du premier tronçon dépendait grandement de la réalisation du second tronçon qui ouvrait des perspectives de trafic nettement supérieures. L'échelon fédéral avait conditionné sa participation au projet à une remise en état préalable par les autorités locales des transports ferrés régionaux de la zone d'Orlando et du corridor Miami-Fort Lauderdale-West Palm Beach. À cette fin, le parlement de Floride avait voté le 8 décembre 2009 une loi créant une nouvelle agence, Florida Rail Enterprise, chargée de superviser la gestion du réseau ferroviaire existant et des projets futurs, et attribuant des crédits pour la rénovation des deux réseaux régionaux précités.

Les autorités de Floride avaient opté, sous l'influence de l'échelon fédéral, pour le recours à un partenariat public-privé (PPP) incluant la conception, la construction, la fourniture du matériel roulant, l'exploitation et la maintenance, à l'exception de quelques travaux préparatoires régis de manière classique. L'appel à qualification, qui était initialement prévu fin novembre, aurait dû être lancé début 2011 afin de sélectionner trois ou quatre consortiums (parmi les sept déclarés) pour l'appel d'offres restreint annoncé pour mars 2011. Cette procédure d'appel d'offres restreint aurait dû se dérouler pendant la majeure partie de l'année 2011, vraisemblablement en plusieurs étapes de manière un peu analogue à la procédure française de « dialogue compétitif ». Les consortiums auraient dû remettre leur « *best and final offer* » à la rentrée 2011 et le résultat définitif de l'appel d'offres était attendu pour fin 2011.

Rick Scott avait annoncé en janvier 2011 le lancement de deux études, dont une étude de faisabilité comportant une partie sur le potentiel de marché et sur les risques économiques que le projet peut faire courir sur les finances de l'État. Le résultat était attendu pour fin février et l'appel à qualifications aurait dû être subordonné aux résultats de ces études. Malgré cela, Rick Scott a annoncé sa décision d'abandonner le projet le 16 février 2011.

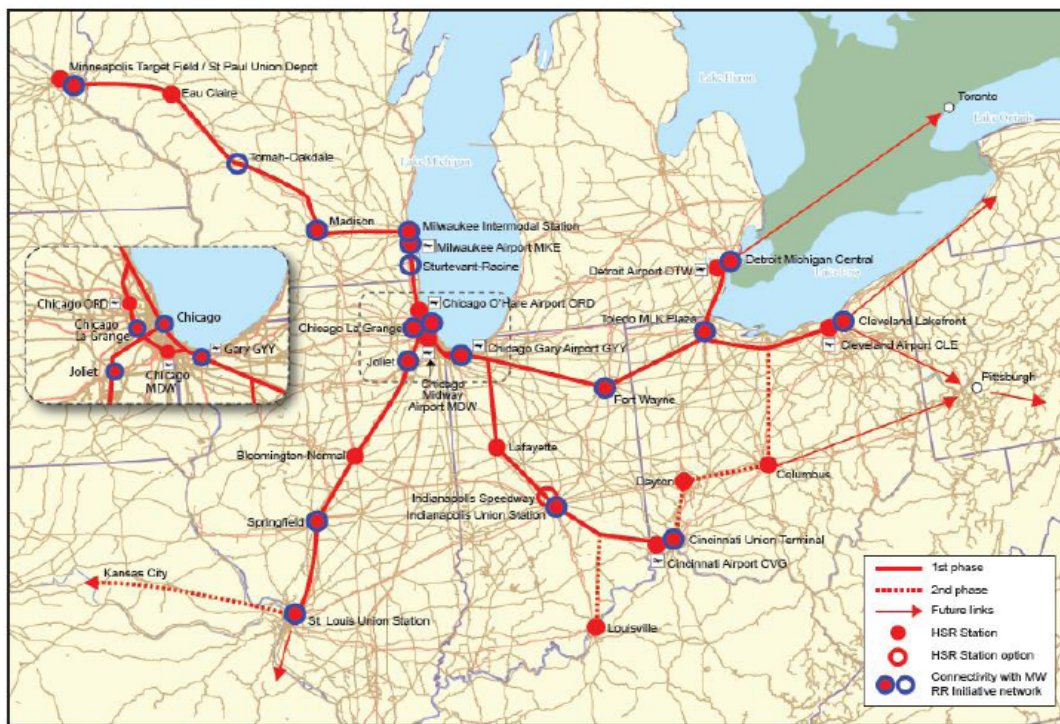
La mise en service du tronçon Tampa-Orlando était prévue pour 2015. Le tronçon Orlando-Miami aurait pu être achevé en 2018, mais les études d'impact n'auraient dû être engagées au mieux que cette année, si les crédits correspondants avaient été débloqués.

Les candidatures françaises se présentaient volontairement de façon dispersée, afin de constituer des *joint ventures* avec des entreprises américaines et de ne pas apparaître comme un bloc national pour bien marquer le caractère américain du projet. La SNCF s'était alliée à Bechtel Group, première entreprise américaine de travaux publics, Alstom et Vinci avaient créé un partenariat avec d'autres intervenants américains, britanniques et espagnols, la part Alstom/Vinci étant estimée à 70 % du total, Veolia devant s'allier avec Siemens, des Espagnols et des Suédois.

Le phasage du dossier étudié par la SNCF correspondait à celui proposé par la FHSRA. Celle-ci estimait le coût global du projet à 20,5 milliards de dollars 2009, comprenant le solde des acquisitions foncières, l'infrastructure, les gares et le matériel roulant. Selon la SNCF, le premier tronçon aurait pu être utilisé par 1,6 million de voyageurs dès 2018 pour atteindre 3,5 millions en 2021. L'ouverture du second tronçon aurait permis d'atteindre de 7,5 à 12,5 millions de voyageurs en 2024 sur l'ensemble du réseau. La SNCF pensait différer le plus possible le choix du constructeur du matériel roulant, mais cela aurait dépendu évidemment du contenu de l'appel à qualification.

À noter que la Deutsche Bahn est un consultant officiel et de longue date du ministère des Transports de Floride (Florida Department of Transport, FDOT).

Le projet du Midwest



Source : www.america2050.org

Le réseau ferroviaire actuel, relativement développé, forme une étoile au départ de Chicago. Toutefois, les vitesses pratiquées sont faibles (au plus 140 km/h) et les temps de trajet longs (8 heures pour les 560 km entre Chicago et Minneapolis ou 5 heures et demie pour les 450 km entre Chicago et Detroit).

Le choix de l'amélioration progressive mais significative de ce réseau (*incremental development*) semble avoir la préférence des acteurs locaux et nationaux, dont James Oberstar, qui était le président de la commission des transports de la Chambre des Représentants jusqu'aux élections de mi-mandat. Cette approche consiste à hiérarchiser environ 500 km de voies selon trois catégories de vitesses praticables : 180 km/h, 145 km/h et 125 km/h. Les gouverneurs des neuf États du Midwest ont écrit en avril 2009 au secrétaire aux Transports, Ray LaHood, pour demander que le plan de relance finance cet objectif. Néanmoins, des projets de construction de véritables lignes à grande vitesse (LGV) continuent d'être étudiés, notamment la liaison Chicago-Saint-Louis qui a fait l'objet d'une étude de faisabilité pilotée par la Midwest High Speed Rail Association (MHSRA). Une telle ligne permettrait de relier Chicago à Saint-Louis (500 km) en 1 heure et 52 minutes contre 3 heures et 50 minutes dans le cadre de l'*Incremental Development* et 5 heures et 20 minutes aujourd'hui. Le coût, hors matériel roulant, en est estimé à 11,5 milliards de dollars. Dans le cadre du plan de relance, l'État de l'Illinois a sollicité une subvention de 10 millions de dollars pour en financer les études complémentaires. Pour l'instant, l'échelon fédéral a annoncé une participation d'un montant de 2,6 milliards de dollars pour l'approche incrémentale. Toutefois, le Wisconsin et l'Ohio ont refusé en décembre 2010

d'engager leurs projets ferroviaires, rendant ainsi disponible un montant de 1,2 milliard de dollars qui a été réparti entre différents autres projets ferroviaires, notamment ceux de la Floride et de la Californie qui ont obtenu ensemble plus de 80 % de ce montant.

La SNCF a remis un dossier combinant les deux approches :

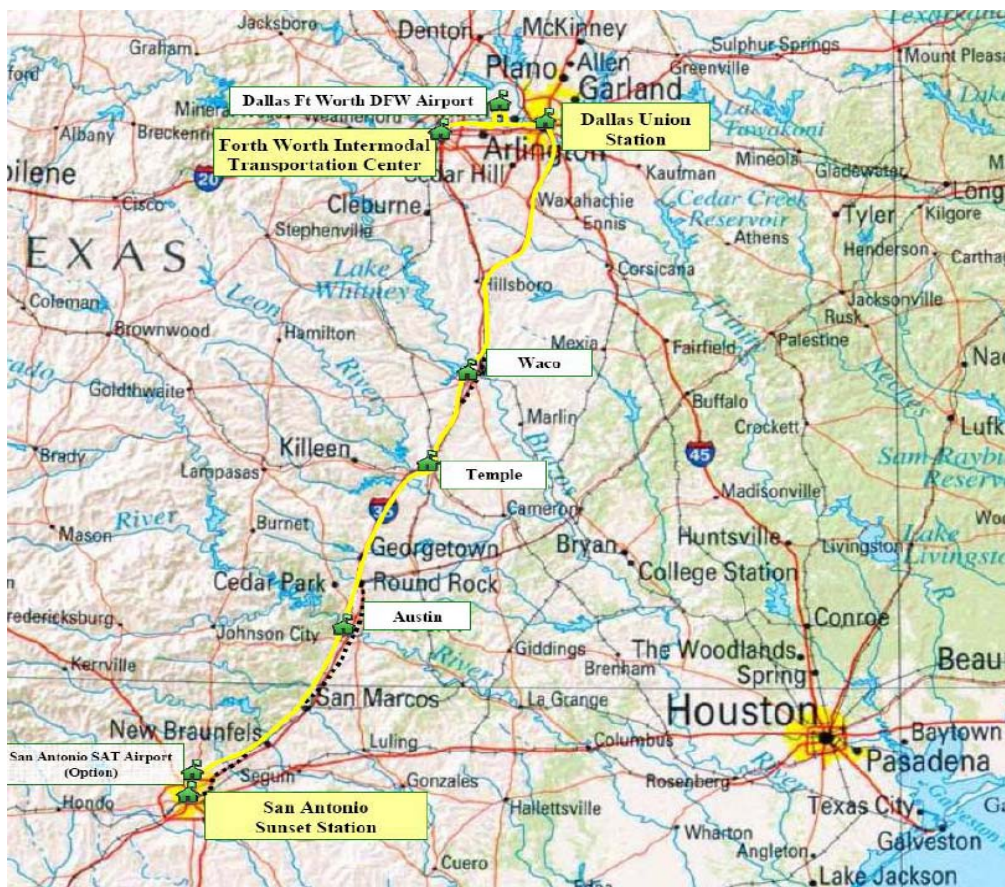
- une ligne nouvelle à grande vitesse reliant Milwaukee (Wisconsin), Chicago (Illinois), Fort Wayne (Indiana), Toledo (Ohio) et Detroit (Michigan), permettant une vitesse de 350 km/h ;
- des prolongements, sur le réseau classique amélioré, de services assurés par rames rapides sur cette ligne nouvelle, de Milwaukee vers Minneapolis (Minnesota) et de Toledo à Cleveland (Ohio) ;
- des lignes classiques améliorées au départ de Chicago vers Saint-Louis (Missouri) et Indianapolis (Indiana).

Le phasage envisagé par la SNCF prévoit une mise en service de l'axe principal (Milwaukee-Chicago-Fort Wayne-Toledo-Detroit et Cleveland) en 2018 et du réseau complémentaire (Milwaukee-Minneapolis, Chicago-Saint-Louis et Chicago-Cincinnati) en 2023. Elle estime le coût global du projet à 68,5 milliards de dollars, comprenant les acquisitions foncières, l'infrastructure, les gares et le matériel roulant. Selon la SNCF, l'axe principal pourrait être utilisé par 7,2 millions de voyageurs dès 2018 pour atteindre 15,8 millions en 2022. Avec la mise en service de l'ensemble du réseau, celui-ci pourrait être utilisé par 27,6 millions de voyageurs après 2022 pour atteindre 42,3 millions en 2028.

Pour sa part, Alstom continue de faire porter ses efforts sur la ligne Chicago-Saint-Louis qu'elle considère encore comme un projet potentiel de LGV et non comme une ligne classique à améliorer.

Pour l'instant, l'échelon fédéral a annoncé une participation d'un montant de 2,6 milliards de dollars pour l'approche incrémentale au titre du plan de relance, dont 1,13 milliard pour Chicago-Kansas City, 0,82 milliard pour Chicago-Minneapolis, 0,40 milliard pour Cleveland-Cincinnati et 0,25 milliard pour Chicago-Detroit, et de 3,2 milliards de dollars pour Chicago-Detroit au titre des crédits budgétaires à répartir jusqu'en 2013, soit un total cumulé de 5,8 milliards de dollars.

Le projet du Texas



Source : www.america2050.org

Ce projet relierait les quatre principales villes de l'État, Houston, Dallas, Austin et San Antonio. Un projet ancien a été refusé localement. En dépit d'un contexte fédéral désormais plus favorable, le projet texan semble peu réaliste et sa faisabilité incertaine en raison d'un enthousiasme pour le moins modéré au plan local, pour les mêmes raisons qui perdurent depuis la mise en sommeil du premier projet, liées notamment au poids et à l'influence des compagnies aériennes.

Pertinence

Le marché des transports est favorable à la grande vitesse ferroviaire : bassins d'activité importants, saturation des aéroports, niveau de vie élevé de la population. Mais les projets se heurtent à plusieurs obstacles :

- réticences sur le financement de lignes nouvelles ;
- faible culture ferroviaire voyageurs, perdue au profit de l'automobile et de l'avion ;
- mégalo-poles étalées posant problème pour la situation des gares, faute de centre-ville dense.

Les enjeux pour les entreprises françaises sont multiples. Deux acteurs principaux sont présents et actifs :

- la SNCF, en tant qu'opérateur des lignes et qui a répondu à l'appel à expression d'intérêt, avec ses filiales ; Systra Consulting a des contrats d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour certains des onze corridors projetés : Nord-Est (Boston-

New York-Washington), Sud-Est (Washington-Raleigh-Atlanta et Jacksonville), Keystone (Philadelphie-Pittsburgh) et Empire (New York-Buffalo). Systra, après avoir effectué les études préalables, s'est toutefois retiré de l'équipe d'assistance à maîtrise d'ouvrage auprès de la CHSRA afin d'éviter les conflits d'intérêts avec la SNCF, candidate à l'appel d'expression d'intérêt pour le projet de Californie ;

- Alstom, en tant que fournisseur du matériel roulant.

La SNCF, qui a fait l'objet en 2010 d'une campagne très négative axée sur son rôle dans l'acheminement des déportés lors du second conflit mondial, a dû effectuer au plus haut niveau¹ une opération de reconquête de l'opinion. Les critiques continuent cependant et une action à l'échelon politique sera sans doute nécessaire. Cette campagne a concerné aussi les différentes filiales de la SNCF, notamment Kéolis en tant qu'opérateur de transports locaux.

D'autres entreprises françaises pourraient être intéressées, par exemple les groupes du BTP, tels Bouygues et Vinci pour la construction de la ligne, ainsi que Veolia Transport, déjà présent sur le marché de l'exploitation des transports collectifs ferroviaires urbains ou périurbains aux États-Unis, pour l'exploitation de ces nouveaux services interurbains.

Outre la SNCF, seul le groupement espagnol Sintra/Ferrovial/Sener a répondu en septembre 2009, alors qu'au moment de la préapplication de janvier 2009 s'étaient également déclarés intéressés Alstom, Bouygues, Fluor, Global Rail Consortium, Maglev, Renfe, Siemens, Systra, Talgo, Veolia et Vinci. Depuis, certaines de ces entreprises ont formé des consortiums pour répondre aux appels à candidature, comme le montre l'exemple de la Floride.

Enfin, l'offre française en matière de grande vitesse ferroviaire comporte une dimension américaine, car elle est portée par des filiales dont les bureaux et usines sont installés de longue date aux États-Unis. En outre, des négociations pour constituer des consortiums avec des partenaires américains ont eu lieu ou sont en cours. Cet aspect constitue un atout à l'heure où les États-Unis cherchent à protéger et développer l'emploi local. Il permet aussi de respecter la législation imposant l'achat de biens produits sur le territoire américain (*Buy American Act*)². En effet, les LGV, tant pour la construction des infrastructures et de leurs équipements que pour la fourniture des matériels roulants, doivent être réalisées entièrement sous label américain, en raison des enjeux d'emplois. Trente sociétés, y compris étrangères, ont été enregistrées comme conformes au « *Buy American Act* ».

Par ailleurs, l'attention des entreprises françaises doit être appelée sur le fait que la grande vitesse ne représente qu'une partie des marchés potentiels liés au renouveau du transport ferroviaire de voyageurs, qui couvrent aussi des domaines tels que la régénération de voies, la mise à niveau de la signalisation ou les systèmes de régulation de trafic sur des voies classiques.

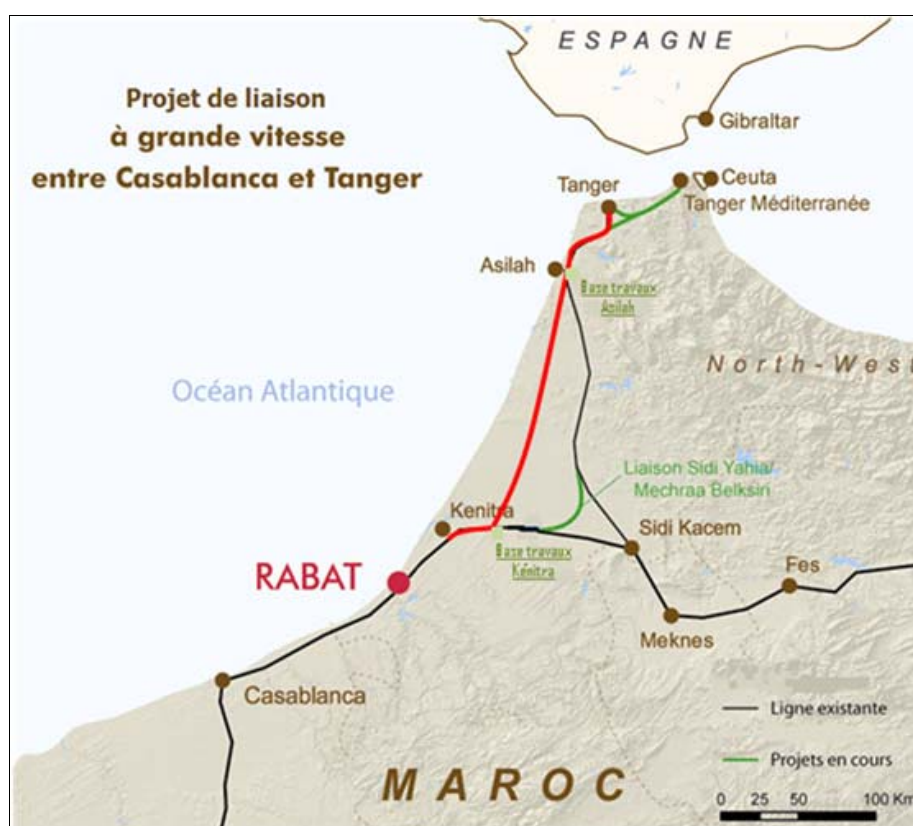
(1) Le président Guillaume Pepy s'est lui-même rendu en Floride pour expliquer la position de la SNCF et présenter ses excuses.

(2) Ce texte vise les achats directs effectués par le gouvernement américain. Il peut être étendu aux tiers qui effectuent des achats pour des projets utilisant des fonds fédéraux, tels que les autoroutes ou les programmes de transport.

7 ■ Projets au Maroc



Carte du Maroc et localisation du projet de LGV



Source : SNCF - Direction des grands projets internationaux

Caractéristiques synthétiques du projet de LGV

Tracé	Tanger-Kenitra
Longueur de lignes	185 km
Vitesse maximale	320 km/h (apte à 350 km/h)
Meilleur temps de parcours	Tanger-Rabat : 1 h 20
Parc de matériel roulant	14 rames Alstom Duplex
Type de voies	Voies ballastées
Trafic attendu	6 millions de voyageurs en 2016
Coût total (conditions économiques janvier 2010)	20 Mds Dirham (1,75 Md €)*
Coût d'acquisition du matériel roulant	4,4 Mds Dirham (0,4 Md €)
Part de financement public	100 % (28 % marocain, 22 % arabe, 50 % français)
Date des 2 appels d'offres	- Génie civil : juin 2011 - Équipements ferroviaires : juin 2011
Date de début des travaux	2011
Date de mise en service	Décembre 2015

(*) Taux de change au 19.07.2011.

Problématique et typologie

Avec un PIB¹ de 91,4 milliards de dollars en 2009, en progression de 2,8 % par rapport à 2008 malgré la crise économique et financière mondiale, le Maroc affiche des résultats spectaculaires avec 5 % de croissance en moyenne depuis 2002, une inflation maîtrisée (2 %) et une dette raisonnable (47 % du PIB). Mais il reste le pays le plus pauvre du Maghreb en termes de PIB par habitant, avec un chômage massif des jeunes (17,6 %).

Le Maroc, d'une superficie de 652 090 km², est un pays montagneux au nord et désertique au sud. Il compte environ 3 500 km de côtes, sur la Méditerranée et surtout l'Atlantique, le long desquelles vit la majorité de la population, 32 millions d'habitants. Le royaume abrite deux enclaves espagnoles : Ceuta et Melilla. Au sud, il régit le Sahara occidental, un territoire de 266 000 km² abandonné par l'Espagne en 1976. Le taux d'urbanisation, 58,70 %, et la densité, 49 hab/km², restent moyens.

Le pays compte sept villes de plus de 500 000 habitants dont trois de plus d'1 million (Casablanca, la capitale Rabat et Fès).

Le tourisme est l'un des secteurs les plus dynamiques, avec 9 millions de touristes en 2010, soit un quasi-doublement par rapport à 2005. Afin notamment de poursuivre le développement de ce secteur, le roi Mohammed VI modernise le pays avec de grands projets d'investissements dans les infrastructures : 11 milliards d'euros de 2008 à 2012. Mais le Maroc traîne encore de lourds handicaps, tels que les blocages administratifs, la corruption...

Le Maroc dispose d'un réseau routier de 95 000 kilomètres dont 1 500 kilomètres d'autoroutes et une prévision de 1 800 kilomètres en 2015, ce qui le place parmi les premiers pays africains. Côté maritime, le Royaume s'est doté du port ultramoderne de Tanger Med (40 kilomètres à l'est de Tanger). Quant au réseau ferroviaire, c'est l'un des plus développés d'Afrique avec 2 167 kilomètres de lignes, dont 1 107 électrifiés.

C'est pourquoi la technologie de la grande vitesse, avec le projet de TGV Tanger-Kenitra, représente le prolongement naturel de la politique des grands chantiers et un choix logique en phase avec le développement du pays et des corridors européen et maghrébin.

Projet de ligne à grande vitesse

Le projet de création d'une ligne à grande vitesse au Maroc s'inscrit dans le schéma global « grande vitesse » de l'Office national des chemins de fer (ONCF) élaboré avant 2007 et répond à trois choix stratégiques :

- le développement du nord du pays et de l'axe Tanger-Rabat-Casablanca ;
- le choix du ferroviaire ;
- un ancrage à l'Europe.

(1) Source : Banque mondiale,
http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.MKTP.CD?cid=GPDfr_29.

Un protocole d'accord a été signé à l'occasion d'une visite d'État, le 22 octobre 2007, entre le Royaume du Maroc et la France, pour une assistance à la réalisation de l'infrastructure, à l'acquisition du matériel roulant, à la conception de l'offre commerciale, à l'exploitation et à la maintenance.

La ligne à grande vitesse Tanger-Kenitra (185 km) permettra de réduire le temps de parcours entre Tanger et Rabat à 1 heure et 20 minutes (au lieu de 3 heures et 45 minutes actuellement) et entre Tanger et Casablanca à 2 heures et 10 minutes (contre 4 heures et 45 minutes). Elle sera dédiée au service voyageurs et parcourue en vitesse commerciale à 320 km/h, bien que la voie soit apte à 350 km/h.

L'ONCF prévoit une tarification compétitive en harmonie avec le pouvoir d'achat des usagers du train. Les tarifs ne sont pas encore fixés, mais il est évoqué le prix actuel augmenté de la réservation qui pourrait être de l'ordre de 20 dirhams (soit 1,75 euro).

Actuellement le ratio est de 13 % de voyageurs en 1^{re} classe pour 87 % en 2^e classe. Avec la mise en service du TGV, l'ONCF espère passer à 25 % en 1^{re} classe.

Le matériel sera constitué de 14 rames duplex, fabriquées en France par Alstom à raison de 30 millions d'euros l'une.

Dans le cadre d'un accord stratégique de coopération, l'effort financier français se montre exceptionnel, à hauteur de 50 % du coût du projet allié à un financement important du Maroc compte tenu d'un contexte budgétaire difficile :

- crédits français sous protocole : 35 % (dont 20 % de prêt concessionnel de l'État français et 15 % de crédit acheteur Coface SocGen/Natixis) ;
- fonds publics aide française (fonds d'étude et d'aide au secteur privé, FASEP et agence française de développement, AFD) : 15 % ;
- fonds publics marocains : 28 % ;
- fonds publics aide arabe (Arabie saoudite, Abu Dhabi, Koweït) : 22 %.

Sur le plan des infrastructures, le tronçon Nord, Tanger-Larache (84 km), se caractérise par un relief tourmenté, des vallées inondables, d'importants oueds et une localisation en zone sismique. De plus, l'intégration de la ligne à grande vitesse au sein de la gare de Tanger, dans un contexte urbain relativement dense, s'avère difficile. En revanche, dans sa partie sud, le relief de la ligne est peu marqué. Toutefois, 19 kilomètres du tracé sont situés dans des zones compressibles.

Une structure de voies ballastées a été retenue, avec une sous-couche en grave bitume.

Pertinence

La construction de la ligne Tanger-Kenitra permet une forte réduction du temps de trajet à destination de Rabat mais aussi Casablanca, en attendant à terme sa prolongation.

L'appel d'offres de la liaison Kenitra-Settat (57 km de Casablanca) a été lancé et les travaux pourraient débiter d'ici deux ans, mais aucun document écrit ne permet de l'affirmer.

Cet axe a vu un développement très important de la demande voyageurs : + 70 % entre 2002 et 2010 et la ligne à grande vitesse devrait répondre à cette évolution.

De plus, cela libère de la capacité sur la ligne actuelle, afin de fluidifier le trafic ferroviaire fret sur cet axe qui bénéficie des effets d'entraînement du port de Tanger-Med.

Cette liaison à grande vitesse accompagne le développement du nouveau pôle économique de Tanger.

Par ailleurs, le Royaume du Maroc a élaboré un Plan de gestion environnementale et sociale (PGES) afin de gérer tous les impacts environnementaux et sociaux en lien avec les aménagements et les composantes du milieu biophysique et humain et de définir des mesures d'atténuation, de surveillance et de suivi de toutes les phases d'un projet. La LGV répond donc tout à fait à ces questions environnementales.

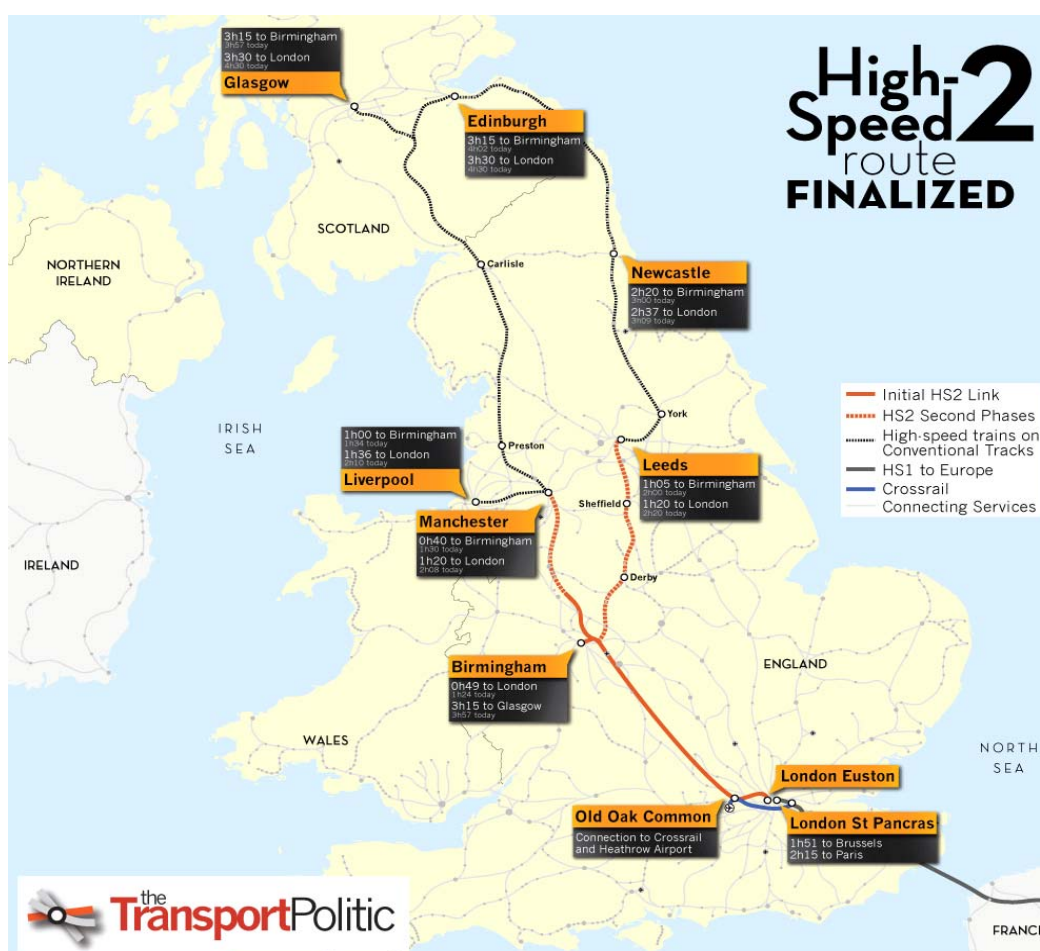
Autres projets prévus à terme dans le pays

- Un programme prévoit l'extension de la ligne à grande vitesse pour atteindre une longueur de 1 500 kilomètres d'ici 2035, reliant Tanger à Agadir *via* Rabat, Casablanca, Marrakech et Essaouira.
- Une deuxième LGV est envisagée entre Rabat et Oujda, *via* Meknès et Fès, avec un objectif transfrontalier afin de relier Alger, Tunis, voire Tripoli ; mais ce projet est soumis à l'ouverture de la frontière entre le Maroc et l'Algérie.

8 ■ Projets au Royaume-Uni



Carte des LGV en service et en projet au Royaume-Uni



Source : The Transport Politic, mai 2010

Caractéristiques synthétiques de la LGV en service (HS1)

HS1 : Tunnel sous la Manche-Londres

Tracé	Tunnel sous la Manche-Ashford-Londres St Pancras
Longueur de lignes	108 km
Vitesse maximale	300 km/h
Meilleur temps de parcours	De Paris : 2 h 15 ; de Bruxelles : 1 h 50 ; du tunnel : 35 mn
Type de voie	Sur ballast (sauf en tunnel, soit près d'un quart du parcours)
Coût de l'infrastructure	7,7 Mds €
Date de mise en service	En deux étapes (2003 et 2007)

Problématique et typologie

Le Royaume-Uni est une grande puissance économique, dynamique. Avec un PIB de 1 593 milliards d'euros en 2010, en progression de 3,7 % sur 2009, il est le sixième pays le plus riche du monde, derrière l'Allemagne et la France en Europe. La population s'élève en 2010 à 61,5 millions d'habitants, tendant à croître après une période de stagnation, sur un territoire de 243 000 km², soit une densité de 252 hab/km². Le PIB par habitant en 2010 est de 25 900 euros.

L'habitat est à la fois étalé et dense, ce qui donne de grandes agglomérations où la ville centre ne réunit qu'une partie de la population. Ainsi, 12,5 millions de personnes habitent dans le grand Londres (dont 7,7 millions dans la ville). Birmingham est la deuxième ville, avec 942 000 habitants, dans une agglomération de 3,3 millions d'habitants. Viennent ensuite Glasgow (578 000 habitants), Liverpool (453 000) et Edimbourg (452 000). Compte tenu de la structure de l'habitat, on rencontre des conurbations très peuplées, comme Manchester-Liverpool, deux villes de 450 000 habitants seulement chacune mais qui regroupent plus de 4 millions d'habitants sur la distance de 45 km qui les sépare. L'étalement urbain rend difficile l'élaboration d'une desserte, en l'absence de centres urbains concentrés et espacés.

La longueur du réseau ferroviaire s'élève à près de 17 000 km, dont 3 100 km sont électrifiés en 25 000 V alternatif, principalement au nord de Londres, et 1 400 en 750 volts continu par un troisième rail sur l'ancien réseau des Southern Railways, notamment entre Londres et la Manche. La voie est à l'écartement standard de 1,44 m mais le gabarit britannique est notoirement plus petit qu'en Europe continentale.

Ligne à grande vitesse en service

Le Royaume-Uni, après l'échec de son prototype de train à très grande vitesse APT (*Advanced Passenger Train*) à la fin des années 1970, a misé sur l'exploitation de nombreux trains rapides diesel roulant à 200 km/h sur lignes classiques. Le pays avait alors acquis une nette avance sur la France et l'Allemagne dans le domaine des dessertes rapides sur lignes classiques. À l'inverse, la construction de lignes nouvelles n'a pas fait l'objet d'une politique de développement, notamment en raison de son coût que les pouvoirs publics excluaient alors de prendre en charge.

La mise en service du tunnel sous la Manche, conjointement avec celle de la LGV Nord Europe en France permettant d'aller de Paris au tunnel à très grande vitesse, ne s'est pas accompagnée de la construction d'une LGV entre le tunnel et Londres. Les TGV Eurostar ont dû alors circuler sur un réseau de banlieue surchargé et disposant d'équipements électriques dépassés pour atteindre Londres. Cet écart considérable avec la LGV côté français a conduit à construire une ligne nouvelle, la première LGV anglaise.

Cette LGV, HS1, relie Londres au tunnel sous la Manche. Elle a été mise en service en deux étapes : d'abord 74 km au départ du tunnel en 2003, puis 40 km jusqu'à Londres St Pancras, soit 108 km plus un raccordement de 6 km au sud de Londres permettant de relier la gare de Londres-Waterloo. La desserte de Waterloo a été abandonnée par Eurostar, au profit de St Pancras, lors de l'ouverture complète de HS1 fin 2007. L'équipement intègre les normes françaises : gabarit UIC, électrification

en 25 000 volts alternatif, signalisation française (TVM) et anglaise (AWS). La vitesse limite est de 300 km/h.

Le financement était à l'origine fondé sur un partenariat public-privé, transformé, à la suite de surcoûts, en un financement bancaire sur risque entièrement public. En novembre 2010, la ligne a été vendue pour 2,1 milliards de livres (2,2 milliards d'euros) sous forme d'une concession de trente ans à un consortium canadien composé d'un fonds d'investissement, Borealis Infrastructure, et d'un fonds de pension, Ontario Teachers Pension Plan.

Sur cette LGV circulent les trains de deux entreprises différentes :

- Eurostar exploite des liaisons internationales entre Londres, Paris et Bruxelles. Certains trains desservent aussi les gares d'Ashford et d'Ebbsfleet, sans faire de cabotage sur le territoire britannique. Le matériel Eurostar, rames Alstom TMST longues de 20 caisses, y roule à 300 km/h ;
- Southeastern assure un service régional à grande vitesse entre Ashford et Londres St Pancras, en desservant Stratford et Ebbsfleet. Le matériel utilisé, rames 395 de six voitures construites par Hitachi, roule à la vitesse maximale de 225 km/h.

Projets de lignes à grande vitesse

Un projet d'une nouvelle LGV au nord de Londres, HS2, est à l'étude. Le ministère des Transports a publié en mars 2010 un document intitulé « *High Speed Rail* », dans lequel est présenté le projet, avec ses attendus et les tracés possibles. Cette base de discussion devait amener des réactions tout au long de l'année 2010. La consultation officielle a été lancée le 28 février 2011, pour cinq mois.

HS2 consiste en un tronç commun de Londres à Birmingham, d'où partent deux branches, l'une vers Leeds au nord-ouest, l'autre vers Birmingham au nord. Toutefois, des discussions se poursuivent sur un schéma global de desserte du pays, de Londres jusqu'en Écosse, en combinant construction de LGV et modernisation de lignes classiques, avec quatre grandes options. Le tracé est encore à l'étude autour de Londres, notamment avec la desserte éventuelle de l'aéroport de Londres-Heathrow qui nécessite un crochet, proposé en tunnel compte tenu de la zone urbanisée. L'origine du tracé se situe à Londres-Euston, gare voisine de St Pancras.

Comme pour HS1, ce projet porte sur la seule infrastructure et non pas sur un système intégrant la fourniture de matériel roulant. La circulation des trains sera assurée par des exploitants mis en concurrence et fournissant eux-mêmes leurs rames.

HS2 : Londres-Birmingham-Manchester-Leeds

Tracé	Londres-Birmingham	Londres-Manchester	Londres-Leeds	Total
Longueur de ligne	206 km (sous réserve du tracé qui sera retenu)			539 km
Vitesse maximale	360 km/h à l'ouverture (tracé conçu pour 400)			
Meilleur temps de parcours	49 mn (au lieu de 1 h 24)	1 h 36 (au lieu de 2 h 10)	1 h 20 (au lieu de 2 h 20)	
Coût de l'infrastructure	Entre 18,1 et 19,9 Mds €			29,2 à 34,3 Mds €
Lancement des travaux	2017			
Date de mise en service	2026			

Pertinence

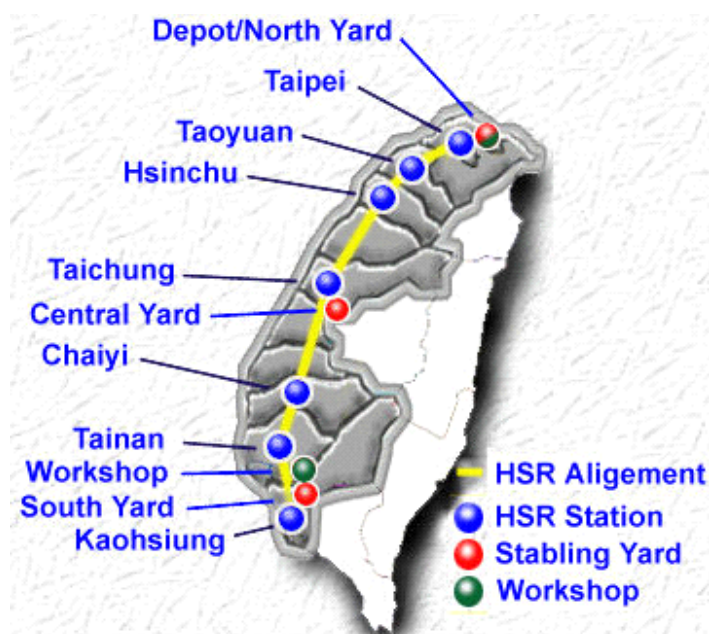
La congestion des autoroutes et des aéroports londoniens, ainsi que la densité du trafic ferroviaire, justifieraient à elles seules la construction de la nouvelle ligne HS2. Le coût annuel de la congestion dans les East Midlands est estimé à 1 069 millions d'euros, décomposé entre coûts directs (943 millions) et impacts lourds sur l'économie (126 millions).

La construction de l'ensemble de la ligne, en Y de Londres jusqu'à Leeds et Manchester, s'annonce particulièrement coûteuse, autour de 100 millions d'euros le kilomètre. L'environnement politique, avec le plan d'économies rigoureux mis en place par le gouvernement, est peu favorable à un tel engagement de dépense. Le montage financier de la ligne HS2 reste à définir, par la recherche d'un vrai partage de risques, avec contribution des externalités au financement.

9 ■ Projets à Taiwan



Carte de Taiwan et localisation de la LGV



Source Taiwan High Speed Rail Corporation

Caractéristiques synthétiques de la LGV

Tracé	Taipei - Kaohsiung
Longueur de lignes	345 km (dont 47 en tunnel et 251 en viaduc)
Vitesse maximale	300 km/h
Meilleur temps de parcours	1 h 36
Parc de matériel roulant	30 rames 700T construction japonaise
Type de voie	Voie normale posée sur dalle
Trafic annuel	36 millions de voyages
Coût total	472,2 Mds \$ Taiwan (11,5 Mds €)*
Premières études de faisabilité	1987
Date de début des travaux	2000
Date de mise en service	2007

(*) Taux de change au 20 juillet 2011.

Problématique et typologie

Avec un PIB¹ de 736 milliards de dollars américains en 2009 (source FMI), qui a subi fortement le contrecoup de la crise financière mondiale, mais en redressement en 2011, Taiwan est un des pays les plus riches malgré sa petite taille.

D'une superficie de 35 800 km², Taiwan est une île montagneuse avec une population nombreuse, mais stable autour de 23 millions d'habitants. La densité est de 642 habitants/km² en moyenne, mais elle est particulièrement forte sur la plaine littorale à l'ouest, 45 % du territoire accueillant 94 % de la population.

Les villes, sans être de gigantesques mégalo-poles, sont importantes. La capitale, Taipei, a une population de 2,6 millions d'habitants (6,8 millions dans l'agglomération). Kaohsiung compte 1,5 million d'habitants (2,7 millions dans l'agglomération). Taichung, avec 2,6 millions d'habitants, est la troisième agglomération du pays ; elle est située à mi-parcours de la LGV.

Taiwan dispose d'un réseau routier relativement étendu de 38 000 kilomètres, dont 21 000 km d'autoroutes. Le réseau ferroviaire est de 1 500 km, y compris les 345 km de LGV².

La ligne à grande vitesse

Le projet de création d'une ligne à grande vitesse remonte à 1987. À cette époque, seuls le Japon et la France disposaient d'une expérience significative de la grande vitesse ferroviaire. Le projet a été approuvé par le gouvernement en 1992. La France et le Japon ont répondu aux appels d'offres. On notera que les deux constructeurs de matériel roulant, Alstom en France et Siemens en Allemagne, s'étaient associés pour présenter un train mixant les technologies du TGV et de l'ICE. Finalement, en 1998, le contrat de concession a été accordé à l'industrie japonaise. Les travaux ont débuté en 2000 et la ligne a été inaugurée en 2007. Le standard retenu est celui du Shinkansen japonais, avec recours important aux tunnels et aux viaducs, voie posée sur dalle, gabarit large, rames directement déclinées de la série 700 des chemins de fer japonais.

Le financement a été assuré dans le cadre d'une concession BOT (*Build, Operate, Transfer*, construction, exploitation et transfert) de 35 ans, avec des fonds propres et des crédits bancaires locaux auprès de 25 banques. Ce schéma implique un partenariat entre le concessionnaire et le gouvernement. Ce dernier aide à assurer le financement, assiste dans la résolution des questions d'intérêt public (acquisition de terres, déviation de route, droit des questions juridiques, d'opposition du public, etc.). Quant aux risques financiers, ils sont partagés entre le gouvernement et le concessionnaire.

(1) Source : Banque mondiale,
http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.MKTP.CD?cid=GPDfr_29.

(2) Source : UIC.

Pertinence

La construction d'une LGV répondait à des besoins de réduction des temps de parcours par rapport à la voiture, sans congestion du réseau routier. La distance courte, moins de 400 km du nord au sud, rend peu pertinent l'avion face à un train à grande vitesse. Enfin, la densité de population et la richesse du pays confortent le bien-fondé de ce projet.

Cependant, le trafic à hauteur de 36 millions de voyageurs par an, soit 100 000 voyageurs par jour, reste conforme aux prévisions établies par la société française Sofrérail (devenue Systra). Le taux de remplissage des trains n'est actuellement que de 43 %. THSRC envisage une croissance de 60 % sur les dix prochaines années.

Vu la topographie du pays, aucune autre ligne à grande vitesse n'est envisageable sur cette île continentale.

10 ■ Projets en Turquie



Carte de la Turquie et localisation des LGV en service et en projet



Source : UIC (bleu : en service ou en construction ; rouge : étude en cours ; turquoise : projet à long terme)

Caractéristiques synthétiques de la LGV Ankara-Eskişehir (-Istanbul)

Tracé	Ankara-Eskişehir	Ankara-Istanbul
Longueur de lignes	235 km	533 km (dont 235 en service)
Vitesse maximale	250 km/h	250 km/h
Meilleur temps de parcours	1 h 30	Entre 3 h et 4 h
Parc de matériel roulant	8 rames CAF	Rames CAF
Type de voie	Sur ballast, 22,5 t/essieu	Sur ballast, 22,5 t/essieu
Trafic annuel	1,25 million de voyages (tendance 2010/2011)	Non communiqué
Coût total	Non communiqué	4 Mds \$ US
Lancement du projet	2003	2003
Début des travaux	2004	2009
Date de mise en service	Mars 2009	Fin 2011

Problématique et typologie

D'une superficie de 779 452 km², la Turquie, ouverte sur trois mers, dispose de 8 339 km de côtes. La mer Noire et la mer Égée communiquent par le détroit du Bosphore, la mer de Marmara et le détroit des Dardanelles. La situation géographique du pays lui confère un rôle de plaque tournante dans les échanges Europe-Asie-Moyen-Orient.

La démographie est dynamique, avec 78 millions d'habitants en 2011. Les quatre plus grandes villes sont Istanbul (11 millions d'habitants), Ankara (4 millions), Izmir (2,7 millions) et Bursa (1,6 million). Le PIB a atteint 956 milliards de dollars en 2010 et pourrait dépasser les 1 000 milliards en 2011, selon le FMI.

Le développement des réseaux de transport est un facteur déterminant de l'essor du pays, de son intégration dans l'espace européen et de l'accroissement de ses relations avec ses voisins orientaux. Le pays compte 62 000 km de routes ; le réseau d'autoroutes, de 2 036 km, est appelé à se développer. Dans un environnement budgétaire contraint, le secteur des transports arrive en tête du programme national d'investissement public (projets routiers financés directement sur le budget et développement des chemins de fer plutôt financé par des crédits extérieurs, multilatéraux ou commerciaux.)

La Turquie a vocation à s'inscrire dans le programme des Réseaux européens de transport, les corridors IV et X se prolongeant jusqu'à Istanbul. Dans le cadre du programme de pré-accession, une étude TINA (*Transport Infrastructure Needs Assessment*) est actuellement menée pour permettre un meilleur planning des infrastructures de transport. Au-delà, La Turquie est également partie prenante au programme TRACECA (*European-Caucasian-Asian Transport Corridor*).

L'essentiel du commerce extérieur de la Turquie est réalisé par mer et, dans une moindre mesure, par route. Sur le marché domestique, le transport de voyageurs et de marchandises est assuré à 95 % par le réseau routier.

Le développement du réseau des chemins de fer relève de la compétence du ministère des Transports et plus précisément de la DLH (Direction générale des infrastructures ferroviaires, portuaires et aéroportuaires), qui lui est rattachée depuis 1986. La DLH pilote tous les investissements du secteur, prépare et programme l'ensemble des projets. La TCDD (Direction générale de l'administration des chemins de fer turcs) est chargée de l'exploitation et de l'entretien des infrastructures ferroviaires.

Le réseau ferroviaire turc totalise 10 933 km (pour un pays une fois et demie grand comme la France et long de 1 450 km d'est en ouest), dont 8 682 km de lignes principales. À l'heure actuelle, 2 336 km de lignes sont électrifiés, soit 25 % au total. Les trois lignes principales sont :

- Ankara-Istanbul (564 km), qui reste la plus fréquentée (voyageurs et marchandises) ;
- Istanbul-Kapikule (340 km), qui relie Istanbul à la Grèce et sert principalement au transport de marchandises vers la Méditerranée ;
- Divrigi-Iskenderun (577 km).

Le ministère turc des Transports évalue à près de 20 milliards de dollars les investissements à réaliser dans le secteur ferroviaire sur les 10 à 15 prochaines années pour rendre le transport sur rail attractif et corriger la domination quasi totale de la route pour le transport des passagers et des marchandises en Turquie.

Dans un contexte budgétaire contraint, le gouvernement turc peut compter sur l'implication des bailleurs multilatéraux et en particulier de la BEI qui a annoncé que sa

priorité en Turquie irait dans les prochaines années au financement des projets relevant des réseaux trans-européens.

Parmi les projets les plus importants, il convient de mentionner Marmaray, qui porte sur la réalisation d'un tunnel sous le Bosphore, à trafic mixte (grandes lignes/trafic urbain) et devrait permettre une connexion ferroviaire entre l'Europe et l'Asie. Estimé à plus de 2,5 milliards d'euros, ce projet est divisé en trois phases : réalisation du tunnel sur financement concessionnel japonais, le marché ayant été attribué en 2004 à un consortium turco-japonais ; reconstruction de 63 kilomètres de voies émergées sur financement BEI à hauteur de 650 millions d'euros en cours de réalisation par le consortium Alstom Dogus Marubeni ; fourniture de matériel roulant de transport périurbain (440 unités) pour un montant de 550 millions d'euros. Les études avaient été réalisées par Sofrérail et l'appel d'offres a été remporté par le coréen Rotem. Ce tunnel sera parcouru par les trains à grande vitesse de la LGV Istanbul-Ankara.

Projets de lignes à grande vitesse

La LGV Ankara-Istanbul, dont la première phase a été attribuée en 2003 à un consortium turco-espagnol (OLH-Alarko) et la deuxième tranche à un consortium turco-chinois (CRC -Cengiz-Içtas), est en service sur la section d'Ankara à Eskisehir. Elle est en construction jusqu'à Istanbul, l'arrivée dans cette ville se faisant par le tunnel Marmaray sous le Bosphore, à trafic mixte voyageurs et fret. Les trains à grande vitesse (250 km/h) ont été construits par la société espagnole CAF. Cette section est parcourue en 1 heure et 30 minutes, soit 165 km/h.

Les chemins de fer turcs (TCDD) prévoient la construction de plus de 2 000 km de lignes (exploitées initialement à 250 km/h) à grande vitesse (2010-2015) dont certaines sont déjà lancées, assorties de l'achat d'un parc de rames à grande vitesse (estimé entre 74 et 200 rames)¹. Pour les lignes en chantier, le financement du matériel espagnol est assuré par les fonds du Roi (protocole) ; un prêt de la Bank of China couvre l'infrastructure.

Les autres lignes à grande vitesse programmées ou à l'étude sont :

- Ankara-Konya, soit 212 km, non compris le tronc commun de 94 km avec la ligne vers Istanbul, actuellement ouverte au service. Les travaux sont pratiquement achevés ;
- Ankara-Sivas, soit 471 km, dont les premiers appels d'offres de génie civil viennent d'être attribués ;
- Ankara-Izmir, soit 606 km ;
- Osmaneli-Bursa, embranchée sur la LGV Ankara-Istanbul, soit 106 km ;
- Yerkov-Kayseri, embranchée sur la LGV Ankara-Sivas, soit 175 km ;
- enfin, une liaison Istanbul-frontière Bulgare est à l'état de projet dans le cadre du réseau transeuropéen.

Les deux LGV d'Ankara vers Istanbul et vers Konya sont en cours de réalisation ; la date de leur ouverture en totalité n'est pas encore arrêtée et le total des coûts n'est

(1) Sources : UIC et ministère des Transports turc.

pas communiqué. Les autres projets sont en discussion, avec notamment des montages financiers à l'étude qui pourraient être des partenariats public-privé.

Les chemins de fer turcs étudient aujourd'hui deux options : l'achat de trains aptes à plus de 250 km/h ou à plus de 300 km/h. Cette décision sera fondamentale pour les fournisseurs.

Un premier test, très médiatisé, à 250 km/h a été réalisé sur la nouvelle ligne à grande vitesse Ankara-Konya en cours de construction avec les trains espagnols CAF.

Pertinence

Les projets de LGV répondent bien aux perspectives de développement de la Turquie. Ils doivent cependant être replacés dans le contexte ferroviaire général du pays : besoin de modernisation et d'électrification du réseau classique, progrès à atteindre en matière de sécurité, réponse aux besoins de mobilité périurbaines dans les très grandes villes.

Pour cela, l'industrie ferroviaire française est bien placée. En 2010, Vossloh Cogifer a livré 86 appareils de voie pour la ligne à grande vitesse reliant la capitale Ankara à Konya, ainsi que des systèmes de sécurité et des sous-systèmes de détection et de signalisation. Alstom est présent en Turquie depuis les années 1950 dans le domaine des transports et a fortement contribué à la mobilité urbaine à Istanbul, après avoir livré 100 trains régionaux et 400 locomotives pour les chemins de fer nationaux (TCDD) et 32 voitures de métro et l'infrastructure pour la première ligne de métro (1997-2000). Alstom est intéressé, en coopération avec des groupes turcs, par les projets de développement de la grande vitesse en Turquie.

La stratégie d'exportation de la France

1 ■ Analyse d'un projet LGV :

- 400 km (coût unitaire de 15 millions d'euros¹) ;
- 20 à 30 rames (coût unitaire 25 millions d'euros) ;
- par nature de travaux (optique chiffre d'affaires)

L'analyse portera sur les infrastructures (construction et entretien) et sur le matériel roulant (fabrication et entretien).

1.1. Infrastructures

Construction de l'infrastructure (en millions d'euros)

	Coût	Structure en %
Maîtrise foncière	540	9 %
Ingénierie (MOA, MOE)	600	10 %
Génie civil (terrassements, OA...)	3180	53 %
Voies-ballastage	1080	18 %
Équipements ferroviaires (caténaires)	300	5 %
Équipements ferroviaires (signalisation, télécommunications...)	300	5 %
Total	6 000*	100 %

(*) Hors frais financiers.

MOA : maîtrise d'ouvrage ; MOE : maîtrise d'œuvre ; OA : ouvrage d'art.

Source : RFF

La répartition par lot qui a été retenue est indicative : deux postes varient beaucoup suivant la typologie du terrain (génie civil) et selon que le projet est très urbain ou peu urbain (maîtrise foncière).

Entretien de l'infrastructure (en millions d'euros)

	Coût	Structure en % du coût d'infrastructure
Entretien courant annuel	40	0,7 %
Entretien périodique	400 (si coût unitaire à 1 M €/km)	7 %

Source : RFF

(1) Ce coût unitaire est basé sur le fait que le coût moyen des 6 LGV en service est de l'ordre de 12 millions d'euros 2003 et que le coût futur des lignes en construction est de l'ordre de 20 millions d'euros.

1.2. Matériel roulant

Fabrication (en millions d'euros)

Nature de composants	Coût	Structure en %
Bogies	77	12,3 %
Traction électrique et auxiliaires	91	14,5 %
Système de freinage	15	2,4 %
Caisse métallique	107	17,1 %
Aménagement intérieur caisse et câblage	206	32,9 %
Sous-systèmes achetés (portes, climatisation...)	71	11,3 %
Information voyageur, système de contrôle commande et signalisation	26	4,2 %
Intégration train	33	5,3 %
Total	626 (base de 25 rames)	100 %

Source : Alstom

Exploitation-Entretien (en millions d'euros)

	Coût	Structure en % du coût d'achat
Entretien courant annuel	27*, soit 0,9/rame/an	4 %
Entretien de traction	0,5/an**	2 %
Entretien de régénération	63 à 94, soit 3 à 7 par rame à mi-vie (15 ans), selon nature des travaux engagés	10 % à 15 %

(*) Sur la base d'un parcours moyen journalier de 1 164 km et hors nettoyage.

(**) Sur la base de 500 000 km/rame/an.

Source : SNCF

2 ■ Estimation des emplois (optique métiers)

L'analyse portera sur les infrastructures et sur le matériel. Ces résultats sont tirés du Modèle IMPACT¹.

Trois types d'emplois sont à considérer :

- les emplois directs résultant du chantier de travaux ;
- les emplois indirects engendrés dans l'économie nationale par les consommations intermédiaires (biens et services nécessaires aux travaux) et les consommations de capital (pièces détachées) liées aux travaux ;

(1) Ce modèle a été développé par Jean-Pierre Taroux dans les années 1980. Les données relatives à l'infrastructure LGV sont tirées de la construction de la LGV Est. Celles du matériel proviennent de la SNCF, d'Alstom et de l'INSEE. La dernière actualisation des vecteurs d'entrée (données en pourcentage des consommations intermédiaires par branches, consommations de capital et salaires directs) date de 1995. Aussi convient-il de considérer que les résultats sont des ordres de grandeur. Cependant, les chiffres concernant le matériel roulant confrontés à ceux analysés par le constructeur Alstom montrent qu'ils sont cohérents.

- les emplois engendrés dans l'économie nationale par les revenus (salaires) distribués pendant les travaux induits.

Les emplois seront comptabilisés pour 1 milliard de travaux (base euro 2005) et pour une économie nationale à 40 branches.

Comme les données détaillées par branches ne sont disponibles que pour les emplois directs et indirects, il conviendra de majorer les emplois directs et indirects de 23 % pour obtenir les emplois induits.

2.1. Infrastructures

Infra TGV 1 000 M € 05		
T-01	Produits de l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche	62
T-02	Viandes et produits laitiers	0
T-03	Autres produits alimentaires	6
T-04	Combustibles minéraux solides, produits de la cokéfaction	295
T-05	Pétrole brut, gaz naturel et produits pétroliers raffinés	11
T-06	Électricité, gaz et eau	45
T-07	Minerais et métaux ferreux, produits de la première transf. acier	74
T-08	Minerais, métaux et demi-produits non ferreux	57
T-09	Matériaux de construction et minéraux divers	306
T-10	Produits de l'industrie du verre	6
T-11	Produits chimiques de base, fibres artificielles et synthétiques	11
T-12	Produits de la parachimie et de la pharmacie	17
T-13	Produits de la fonderie et du travail des métaux	352
T-14	Produits de la mécanique	369
T-15-A	Matériels électriques et électroniques professionnels	272
T-15-B	Biens d'équipement ménager	0
T-16	Véhicules automobiles et autres matériels de transport terrestre	85
T-17	Produits de la construction navale, aéronautique et de l'armement	6
T-18	Produits textiles, habillement	6
T-19	Cuirs et chaussures	0
T-20	Bois, meubles, produits des industries diverses	23
T-21	Papier, carton	17
T-22	Presse et produits de l'industrie et de l'édition	45
T-23	Caoutchouc et matières plastiques	79
T-24	Produits du bâtiment et du génie civil	8 204
T-25/26/27/28	Commerce	885
T-29	Réparation et commerce de l'automobile	79
T-30	Services des hôtels, cafés, restaurants	45
T-31	Transports	743
T-32	Services des télécommunications et postes	113
T-33	Services marchands rendus principalement aux entreprises	1 162
T-34	Services marchands rendus principalement aux particuliers	102
T-35	Location et crédit-bail immobiliers	0
T-36	Services d'assurances	23
T-37	Services d'organismes financiers	159
T-38	Services non marchands	0
Total des emplois		13 659
<i>dont emplois directs (hommes années)</i>		<i>7 932</i>
<i>dont emplois indirects (hommes années)</i>		<i>5 727</i>

Source : Modèle IMPACT, Jean-Pierre Taroux, MEDDTL

2.2. Matériel roulant

Résultats du modèle IMPACT

Rame TGV-Matériel roulant 1 000 M € 2005		
T-01	Produits de l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche	57
T-02	Viandes et produits laitiers	0
T-03	Autres produits alimentaires	6
T-04	Combustibles minéraux solides, produits de la cokéfaction	17
T-05	Pétrole brut, gaz naturel et produits pétroliers raffinés	6
T-06	Électricité, gaz et eau	51
T-07	Minerais et métaux ferreux, produits de la première transf. acier	181
T-08	Minerais, métaux et demi-produits non ferreux	34
T-09	Matériaux de construction et minéraux divers	28
T-10	Produits de l'industrie du verre	40
T-11	Produits chimiques de base, fibres artificielles et synthétiques	23
T-12	Produits de la parachimie et de la pharmacie	11
T-13	Produits de la fonderie et du travail des métaux	1 344
T-14	Produits de la mécanique	204
T-15-A	Matériels électriques et électroniques professionnels	493
T-15-B	Biens d'équipement ménager	0
T-16	Véhicules automobiles et autres matériels de transport terrestre	8 556
T-17	Produits de la construction navale, aéronautique et de l'armement	6
T-18	Produits textiles, habillement	40
T-19	Cuirs et chaussures	0
T-20	Bois, meubles, produits des industries diverses	28
T-21	Papier, carton	17
T-22	Presse et produits de l'industrie et de l'édition	45
T-23	Caoutchouc et matières plastiques	176
T-24	Produits du bâtiment et du génie civil	204
T-25/28	Commerce	822
T-29	Réparation et commerce de l'automobile	57
T-30	Services des hôtels, cafés, restaurants	45
T-31	Transports	318
T-32	Services des télécommunications et postes	130
T-33	Services marchands rendus principalement aux entreprises	1 219
T-34	Services marchands rendus principalement aux particuliers	108
T-35	Location et crédit-bail immobiliers	0
T-36	Services d'assurances	23
T-37	Services d'organismes financiers	68
T-38	Services non marchands	0
Total des emplois (hommes années)		14 356
<i>dont emplois directs (hommes années)</i>		<i>8 539</i>
<i>dont emplois indirects (hommes années)</i>		<i>5 817</i>

Source : Modèle IMPACT, Jean-Pierre Taroux, MEDDTL

Il conviendra de majorer les emplois directs et indirects de 23 % pour obtenir les emplois induits.

Résultats de l'analyse d'Alstom

Terminologie et hypothèses prises en compte

- Directs : emplois générés au niveau du groupe Alstom Transport.
- Indirects : emplois générés au niveau des fournisseurs et sous-traitants des usines d'Alstom Transport impliqués dans la construction des trains.
- Induits : emplois générés dans les secteurs d'activités annexes à la construction ferroviaire.
- Estimation faite pour un régime de production stabilisé de 15 rames par an.
- Estimation correspondant à tous les travaux d'étude, de construction, de mise en service des trains et de management de projet correspondant.
- Estimation des emplois générés sur la « part achetée » : un volume de 150 000 euros acheté dans une PME française produit 1,75 emploi x an chez le fournisseur et ses propres fournisseurs.

Résultats de l'estimation

La construction des TGV fait vivre plus de 7 000 personnes en France :

- 1 600 emplois directs (salariés Alstom) ;
- 5 300 emplois indirects et induits impliqués dans la construction des TGV.

4 400 emplois indirects :

- pour construire un TGV, Alstom Transport achète 90 % du matériel et des services à des fournisseurs français ;
- chaque emploi chez Alstom crée entre 2,5 et 3 emplois chez les fournisseurs et sous-traitants.

1 200 emplois induits :

- estimation communément prise en compte de 20 % des emplois directs + indirects.

Ainsi, un emploi Alstom génère environ 2,5 emplois dans l'industrie ferroviaire en France (hors exploitation et maintenance des trains).

Pour une comparaison avec les chiffres tirés du modèle IMPACT, il faut considérer un coût annuel de 15 rames à 25 millions d'euros, soit environ 375 millions. On obtient ainsi 5 400 emplois directs et indirects, 6 650 en ajoutant les induits, soit un chiffre assez proche de celui d'Alstom.

Décomposition des emplois par nature de postes de fabrication

Postes	Emplois directs		Emplois indirects		Total	
Conception train	150	9,4 %	159	3,6 %	300	5,0 %
Intégration train	316	19,8 %	43	1,0 %	359	6,0 %
Bogies	191	11,9 %	456	10,4 %	647	10,8 %
Traction freinages électriques et auxiliaires	232	14,5 %	579	13,2 %	811	13,5 %
Freins	0	0,0 %	140	3,2 %	140	2,3 %
Caisse	294	18,4 %	657	14,9 %	951	15,9 %
Aménagement caisse et câblage électrique	321	20,1 %	1 577	35,8 %	1 898	31,6 %
Sous-systèmes achetés	0	0,0 %	662	15,0 %	662	11,0 %
Information voyageur & TCMS & signalisation	96	6,0 %	127	2,9 %	223	3,7 %
Total	1 600		4 400		6 000	

Source : Alstom

Enfin, il conviendrait de considérer la nature d'emplois à rajouter pour une vision complète de la filière :

- emplois générés par l'exploitation des trains ;
- emplois générés par la maintenance des trains ;
- emplois générés par les activités complémentaires au matériel roulant lorsque celui-ci est vendu dans le cadre de projets clés en main :
 - signalisation sol ;
 - infrastructure électro-mécanique ;
 - intégration système.

Amtrak (2010), *A Vision for High-Speed Rail in the Northeast Corridor*, septembre, www.amtrak.com/servlet/ContentServer/Page/1248542787937/1237405732517

Bataille C., Birraux C. et Sido B. (2011), Rapport de la mission parlementaire sur la sécurité nucléaire, la place de la filière et son avenir, rapport d'étape : la sécurité nucléaire, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), 30 juin, www.assemblee-nationale.fr/13/rap-off/i3614.asp.

Bocquet A. et Paternotte Y. (2011), Rapport d'enquête sur la situation de l'industrie ferroviaire française : production de matériels roulants « voyageurs » et fret, 8 juin, www.assemblee-nationale.fr/13/rap-enq/r3518.asp.

Commission européenne (2011), plan « Transports 2050 » : Livre blanc *Feuille de route pour un espace européen unique des transports – Vers un système de transport compétitif et économe en ressources*, 28 mars, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:FR:PDF>.

Commission européenne (2010), Direction générale de la mobilité et des transports, *l'Europe à grande vitesse*, http://ec.europa.eu/transport/infrastructure/studies/doc/2010_high_speed_rail_fr.pdf.

Conférence à la Maison de la culture du Japon à Paris (2011), « Si le Shinkansen et le TGV n'existaient pas... », www.mcjp.fr/francais/conferences-colloques/archives-105/si-le-shinkansen-et-le-tgv-n.

Cour des comptes (2011), *Rapport public annuel 2011, Le soutien public aux entreprises exportatrices*, www.ccomptes.fr/fr/CC/documents/RPA/7_soutien_public_aux_entreprises_exportatrices.pdf.

France Japon Éco (2010), n° 122, printemps.

Irvine R. (2010), «China's new silk road (part 2) », *The Interpreter*, 10 mars, www.lowyinterpreter.org/post/2011/03/09/High-speed-rail-Chinas-new-silk-road.aspx.

Lambert J. et Myard J. (2011), Rapport d'information parlementaire sur la politique industrielle, www.assemblee-nationale.fr/13/europe/rap-info/i3510.asp.

Loi n° 2009-967 (2009) de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020949548.

Luckey J. R. (2009), *The Buy American Act: Requiring Government Procurements to Come from Domestic Sources*, CSR Report for Congress, mars, www.seia.org/galleries/pdf/CRS_Report_-_The_Buy_American_Act_3.13.09.pdf.

MEDDTL et DGITM (2011), « Avant-projet consolidé. Schéma national des infrastructures de transport », version janvier 2011, www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/SNIT_08022011.pdf.

SNCF Connections (2011), n° 2, février-mars,
www.connections.sncf.com/images/stories/Mag/02/eMagazineSNCF_fr_02.swf.

SNCF (2010), *Profil & chiffres clés*,
http://medias.sncf.com/resources/fr_FR/medias/MD0006_20100210/file_pdf.pdf.

Systra, *Ligne à grande vitesse Taipei-Kaohsiung (Taiwan)*,
www.systra.com/Ligne-a-Grande-Vitesse-Taipei-Kaohsiung-Taiwan.

UIC (2010), *Revue Avancées*, n° 04.

Ville, Rail et Transports (2011), *Obama redistribue les subventions du TGV de Floride*, 18 mai.

Ville, Rail et Transports (2009), *Bilan positif de cinq années de KTX*, 20 mai.

Rapport et synthèse disponibles sur :
www.strategie.gouv.fr (rubrique publications)



Le rapport "Le train à grande vitesse
dans le monde : perspectives d'avenir"
Octobre 2011
est une publication
du Centre d'analyse stratégique

Directeur de la publication :
Vincent Chiqui, Directeur général

Directeur de la rédaction :
Pierre-François Mourier,
Directeur général adjoint

Secrétariat de rédaction :
Olivier de Broca

Dépôt légal : Octobre 2011

Contact presse :
Jean-Michel Roullé, responsable
de la Communication
01 42 75 61 37 / 06 46 55 38 38
jean-michel.roulle@strategie.gouv.fr

Le Centre d'analyse stratégique est une institution d'expertise et d'aide à la décision placée auprès du Premier ministre. Il a pour mission d'éclairer le gouvernement dans la définition et la mise en œuvre de ses orientations stratégiques en matière économique, sociale, environnementale et technologique. Il préfigure, à la demande du Premier ministre, les principales réformes gouvernementales. Il mène par ailleurs, de sa propre initiative, des études et analyses dans le cadre d'un programme de travail annuel. Il s'appuie sur un comité d'orientation qui comprend onze membres, dont deux députés et deux sénateurs et un membre du Conseil économique, social et environnemental. Il travaille en réseau avec les principaux conseils d'expertise et de concertation placés auprès du Premier ministre : le Conseil d'analyse économique, le Conseil d'analyse de la société, le Conseil d'orientation pour l'emploi, le Conseil d'orientation des retraites, le Haut Conseil à l'intégration.

www.strategie.gouv.fr