

**LIGNE
À GRANDE
VITESSE**

SYSTRA

**Plus de 40 ans d'innovation
et de mises en service de lignes ferroviaires
à grande vitesse dans le monde entier!**





CAHSR (Ligne à grande vitesse - Californie),
Corcoran (États-Unis d'Amérique)

LIGNE À GRANDE VITESSE : UNE SOLUTION DE TRANSPORT DURABLE ET ÉPROUVÉE

Les lignes à grande vitesse (LGV) ont transformé notre perception du temps et de l'espace, offrant d'importants bénéfices socio-économiques et environnementaux, tant à l'échelle d'un pays que d'un continent. Face à l'augmentation de la demande de mobilité et à l'intensification des enjeux climatiques, les décideurs optent de plus en plus en faveur du train à grande vitesse (TGV), pour les liaisons inter cités entre les territoires.

Reconnu pour sa fiabilité, son efficacité et sa durabilité, le train à grande vitesse réduit les temps de trajet, relie les villes et ouvre de nouvelles opportunités économiques. Alors que le secteur des transports joue un rôle clé dans la réduction des émissions de carbone, il offre une alternative à faible émission, permettant aux réseaux ferroviaires existants d'accueillir davantage de fret et de services passagers locaux. Il contribue ainsi à créer des infrastructures durables pour l'avenir.

Pour relever ce défi, il est essentiel de trouver le juste équilibre entre solutions éprouvées et innovations, afin d'atteindre l'ensemble des bénéfices visés tout en respectant l'ensemble des exigences en matière de sécurité, de performance, d'exploitation et d'efficacité commerciale.



ADOPTER UNE APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE GUIDÉE PAR 8 FACTEURS CLÉS DE RÉUSSITE AU SERVICE DE VOTRE VISION DE LA GRANDE VITESSE

La mise en œuvre d'une ligne à grande vitesse représente un défi unique, impactant de nombreux territoires et populations sur plusieurs décennies, depuis la planification initiale jusqu'à la mise en service, bien au-delà des cycles politiques et administratifs habituels. Il est donc essentiel que les autorités publiques et politiques, tout comme l'industrie ferroviaire, définissent et valident ensemble l'approche la plus efficace, pour la conception, la construction et l'exploitation d'une nouvelle ligne à grande vitesse. Cette collaboration permettra d'atteindre les bénéfices collectifs attendus et de relever les défis techniques associés, tout en maîtrisant les coûts d'investissement et d'exploitation (CAPEX et OPEX), ainsi que les impacts socio-environnementaux.

1 – DÉFINIR ET ATTEINDRE UN CONSENSUS AVEC TOUTES LES PARTIES PRENANTES SUR LES PRINCIPAUX BÉNÉFICES ATTENDUS

La construction d'un système ferroviaire à grande vitesse a un impact sur plusieurs générations et peut revêtir des enjeux d'acceptation auprès des communautés locales et des contribuables. Il est donc essentiel de parvenir à un accord et de converger sur les bénéfices clés attendus avec l'ensemble des parties prenantes, y compris les populations concernées. Ceci, avant même le lancement des acquisitions foncières et des premiers travaux sur site, afin de garantir la réussite du projet à terme.

Les bénéfices peuvent être de plusieurs ordres :

- Réduire les temps de trajet entre les villes ?
- Augmenter la capacité pour transporter plus de passagers sur les corridors existants ?
- Faciliter des liaisons longue distance supplémentaires ?
- Favoriser un report modal de la route et de l'avion vers le ferroviaire ?
- Réallouer plus de voies ferroviaires existantes pour le trafic passagers local et/ou le fret ?

2 – FIXER DES DÉLAIS DE RÉALISATION AMBITIEUX MAIS RÉALISTES

- Identifier et valider un schéma de financement, de gestion, de réalisation et d'exploitation bénéfique à tous les acteurs, car c'est le principal levier pour gagner du temps.
- Lancer la réalisation dès qu'un consensus est atteint sur les éléments clés du projet.
- Mettre en place une organisation efficace avec une gouvernance claire, des responsabilités bien définies ainsi qu'une chaîne de décision et de responsabilité robuste tout au long de la phase d'ingénierie et de réalisation.
- Piloter le projet avec une vision claire du service final pour les usagers : anticiper et atténuer dès la conception les risques liés à la construction, aux essais, à la mise en service, à l'exploitation et à la maintenance, en mettant les besoins des usagers au centre des priorités.
- S'en tenir au plan initial et limiter les modifications jusqu'à ce que les phases exploitation et maintenance soient terminées.

20 ANS AVANT

Études de planification

- Plan de mobilité stratégique
- Étude d'opportunité

ENTRE 15 ET 10 ANS AVANT

Étude technique, approbation publique et politique, accord financier

- Études de faisabilité
- Acquisition foncière
- Business plan / modèle financier
- Conception
- Passation des marchés
- Travaux annexes

5 ANS AVANT

Construction

- Travaux de génie civil
- Sélection du fournisseur de matériel roulant

JOUR J

Mise en service

- Mise en service

Exploitation

- Maintenance
- Rénovation
- Prolongement
- Suivi de l'exploitation



3 – DÉFINIR LA STRATÉGIE ET LE MODÈLE DE FINANCEMENT OPTIMAUX

- Réaliser une analyse financière préliminaire complète, intégrant les coûts d'investissement et d'exploitation, mais aussi les prévisions de recettes et de retour sur investissement en phase exploitation.
- Prendre en compte la rentabilité socio-économique du projet.
- Élaborer un plan d'investissement adapté, qui, au-delà des financements publics directs, mobilise des dispositifs de financement divers (institutions financières internationales, banques, partenaires privés).
- Estimer les coûts d'investissements (CAPEX), les coûts d'exploitation (OPEX) et les recettes issues de la vente des billets.
- Proposer une grille tarifaire adaptée aux différents usagers.
- Impliquer l'ensemble des parties prenantes au travers d'une organisation et d'un modèle de gouvernance.

4 – MENER UNE ÉTUDE DE PLANIFICATION DES TRANSPORTS POUR PROPOSER DES SOLUTIONS ADAPTÉES AUX BESOINS FUTURS

- Confirmer la demande de trafic voyageurs entre les villes situées le long du tracé. La connaissance approfondie de la demande permet de planifier des solutions de transport efficaces et performantes, en phase avec les attentes des usagers.
- Explorer les bénéfices socio-économiques potentiels, tels que l'amélioration du cadre de vie, l'augmentation du nombre d'emplois créés et la croissance économique. Cette analyse permet d'identifier les meilleurs emplacements pour les nouvelles gares, ou d'envisager l'utilisation et la modernisation d'infrastructures existantes. L'objectif est de garantir que les aménagements envisagés correspondent aux besoins des territoires et des populations.
- Associer l'ensemble des parties prenantes, notamment les collectivités locales et les organisations environnementales, pour s'assurer que les projets soient non seulement performants et efficaces, mais aussi en adéquation avec les attentes sociales et environnementales.

5 – ADOPTER UNE STRATÉGIE « ZÉRO ÉMISSION » ET UNE APPROCHE D'ÉCO-CONCEPTION DÈS LA CONCEPTION

- Élaborer une stratégie de développement durable en collaboration étroite avec des experts du domaine mais aussi avec les autorités nationales et locales. Cette démarche est essentielle pour répondre aux exigences croissantes des cadres réglementaires et de l'opinion publique en faveur des projets « zéro carbone », capables de maîtriser les émissions nettes de GES tout au long du cycle de vie du projet.
- Mettre en œuvre, dès le démarrage du projet, une approche d'éco-conception permettant de minimiser l'empreinte environnementale tout au long du cycle de vie de l'infrastructure. Des solutions innovantes développées par SYSTRA tels que le Carbon Tracker, permettent d'évaluer, d'optimiser et d'assurer le suivi des émissions liées au projet, et ce, à chaque étape, garantie du respect des engagements « Zéro Émissions ».
- Privilégier, si possible dès la conception, l'utilisation de matériaux éco-responsables et de technologies sobres en énergie visant à réduire les émissions de carbone et à préserver les ressources naturelles.

6 – CHOISIR LES SOLUTIONS TECHNIQUES ADAPTÉES EN INTÉGRANT LA VITESSE D'EXPLOITATION

- Privilégier des solutions sûres, abordables et éprouvées. Prendre en compte les standards internationaux, Europe, Asie ou Amérique du Nord. Ces normes peuvent le cas échéant être adaptées aux spécificités du pays, notamment lorsque les standards locaux sont insuffisants ou inexistant.
- Intégrer l'impact de la vitesse (320 km/h contre 200 km/h) dans les choix de conception. La vitesse d'exploitation influence la consommation d'énergie, le coût des infrastructures, le tracé, la dynamique des structures, les limites de vitesse au sol, la réduction du bruit et les coûts de maintenance. Trouver le bon équilibre entre vitesse d'exploitation et coûts globaux du projet est essentiel pour garantir une solution optimale. La vitesse opérationnelle constitue également un critère déterminant dans le choix du système de voie : si la voie sur dalle présente certains avantages, elle n'est pas toujours adaptée, notamment sur les sections en remblai ou viaduc, en particulier dans les zones où les tassements sont importants et durables.
- Faire appel à l'innovation pour répondre à des besoins spécifiques, améliorer l'efficacité et lutter contre l'obsolescence.



Al Boraq à la gare de Tanger au Maroc



HS2, Colne Valley Western Slopes (Royaume-Uni)

7 – CONCEVOIR UNE LGV AU JUSTE COÛT, ADAPTÉE AUX BESOINS FONCTIONNELS ET OPÉRATIONNELS

- Définir dès le début les objectifs, besoins et exigences techniques, puis les transformer en standards techniques précis et clairs pour la conception.
- Mettre en œuvre un système de train à grande vitesse éprouvé afin d'éviter les solutions innovantes non testées et de réduire les risques techniques. Privilégier l'utilisation de structures standardisées, d'éléments préfabriqués et de systèmes fiables pour la signalisation, la caténaire (OCS) et la voie.
- Maximiser l'utilisation des réseaux existants pour l'accès aux gares terminales, même si cela implique des limitations de vitesse. Envisager également la modernisation des réseaux existants afin de permettre aux trains à grande vitesse de circuler efficacement sur des lignes classiques.
- Privilégier un matériel roulant performant en matière d'aérodynamisme, de poids, et de capacité d'accélération / freinage.
- Maîtriser les coûts grâce aux standards et minimiser les dérives budgétaires : limiter la vitesse d'exploitation à des valeurs standard (300-320 km/h), intégrer des gares intermédiaires seulement si elles apportent un gain significatif en trafic, minimiser le nombre et la longueur des tunnels en jouant sur les rampes maximales autorisées.

8 – IMPLIQUER LES EXPLOITANTS ET LES RESPONSABLES MAINTENANCE LE PLUS EN AMONT POSSIBLE

- Les exploitants sont des partenaires clés, dont le périmètre va au-delà des aspects techniques : ils gèrent l'exploitation, le recrutement et la gestion des équipes, les contrats d'énergie. Ils interviennent également dans la conception, et la planification du projet.
- Prendre en compte la gestion des actifs dès la programmation de l'investissement. Les choix techniques et/ou financiers réalisés en phase amont peuvent impacter durablement les 40 années de durée de vie du projet.
- Investir de façon stratégique dans le réseau (projet neuf ou de rénovation) ou dans la flotte : le juste investissement en matière d'actifs physiques est celui qui permet d'atteindre les objectifs de performance, de maîtrise des coûts et de gestion des risques fixés par les parties prenantes.
- Assurer la maintenance corrective ou préventive des actifs, selon un standard qui garantisse la performance attendue tout au long de leur cycle de vie.
- Prendre des décisions éclairées en matière de maintenance, en s'appuyant sur des outils digitaux pour enrichir la connaissance des actifs, notamment grâce à la création de jumeaux numériques. Cette approche permet de renforcer l'analyse des données et d'optimiser la performance opérationnelle.



Train à grande vitesse de Taiwan

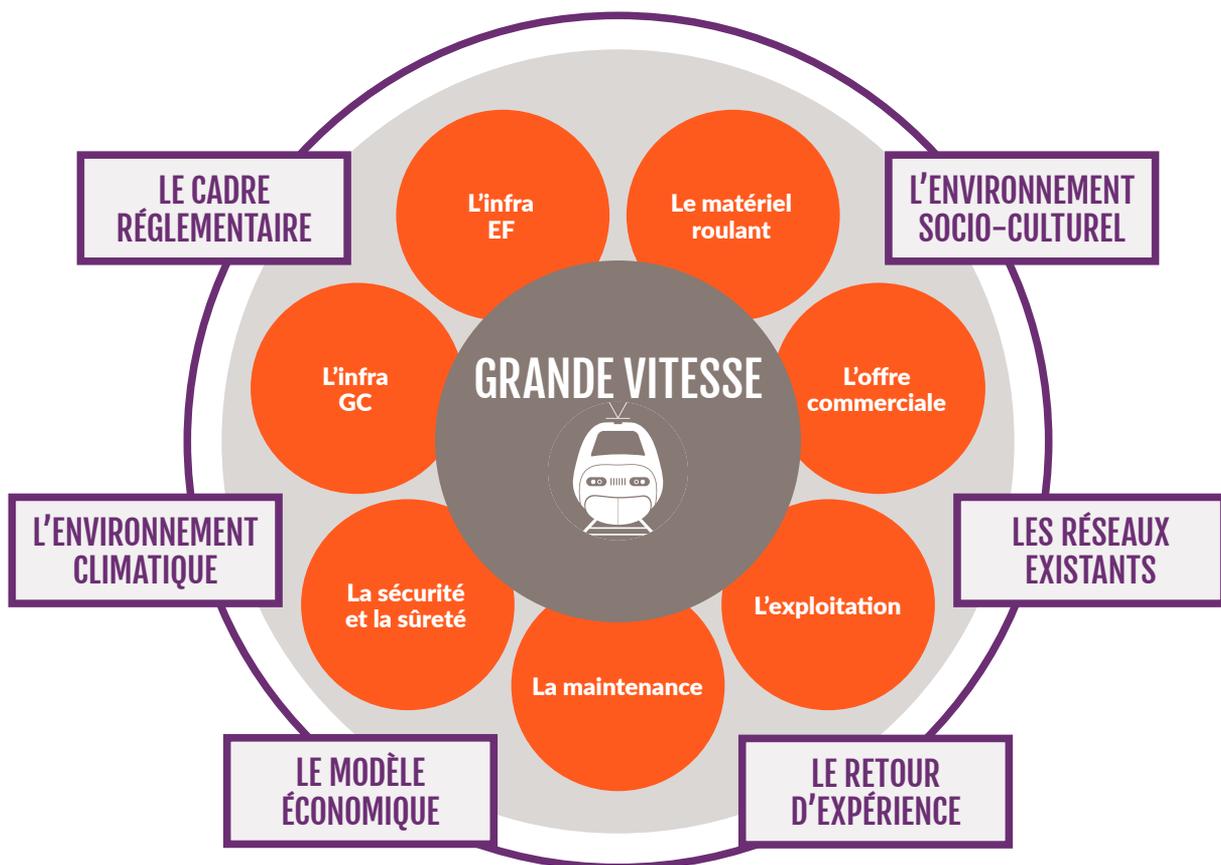
UNE EXPERTISE 360° DE SERVICES d'INGÉNIÉRIE

La Grande Vitesse Ferroviaire (LGV) ne se résume pas à faire circuler des trains rapides.

C'est un système complexe qui repose sur la coordination de nombreux composants interdépendants, essentiels à la réussite du projet.

La grande vitesse est le cœur d'un écosystème associant des facteurs environnementaux, contextuels, juridiques et des éléments techniques. Tout gravite autour d'elle et contribue à son efficacité.

SYSTRA a déjà démontré sur de nombreux projets à travers le monde sa capacité à maîtriser l'ensemble des composantes de cet éco-système. En amont même des acquisitions foncières, SYSTRA intervient dès la phase de conception, pour aider à définir et orienter le choix du système le mieux adapté.



SYSTRA VOTRE PARTENAIRE DE CONFIANCE ET DE RÉFÉRENCE

SYSTRA, pionnier de la grande vitesse ferroviaire, est un leader de ce mode de transport depuis plus de 40 ans. SYSTRA a participé à près de la moitié des lignes à grande vitesse dans le monde en assurant la planification, la conception et la supervision des travaux et essais.

SYSTRA intervient dès les premières phases du projet, en réalisant des études d'opportunité et de faisabilité technique, des prévisions de trafic et des évaluations socio-économiques et environnementales. Nos équipes accompagnent nos clients durant la phase de modélisation, aidant au choix du tracé. Nos experts élaborent des prévisions de trafic solides et construisent des business plans robustes pour les nouvelles lignes, extensions ou créations de gares.

SYSTRA assure un accompagnement tout au long du projet, y compris durant les phases de construction, d'essais et de mise en service.

Pour rendre la grande vitesse plus abordable économiquement et plus rapide à construire, nos équipes s'engagent à concevoir des infrastructures résilientes et faciles à maintenir. Nous innovons constamment, en concevant par exemple des ponts à travées courtes adaptés à des vitesses de 350 à 400 km/h. Nos solutions incluent la standardisation et la préfabrication des éléments, afin de réduire la consommation de matériaux, d'accélérer les délais de construction et d'optimiser les coûts des projets.

NOTRE VALEUR AJOUTÉE

- Approche holistique, intégrant les études environnementales et la concertation publique.
- Capacité à gérer l'ensemble du cycle de vie des projets, avec une forte expertise en essais & mise en service ainsi qu'en exploitation & maintenance.
- La capitalisation du savoir acquis sur des projets opérationnels réussis nourrit la conception de nos projets de lignes à grande vitesse.
- Des références dans des positionnements différents: côté client en AMO, designer pour les constructeurs, maître d'œuvre, conception et réalisation.
- Grâce à notre filiale MESEA, nous bénéficions d'un retour d'expérience en temps réel, d'enseignements et de meilleures pratiques issus de l'exploitation et la maintenance d'une LGV que nous avons conçue et construite.
- Héritage de la SNCF et détenteur du record mondial de vitesse sur rail.
- Nous avons contribué à l'élaboration des normes européennes pour les lignes ferroviaires à très grande vitesse.



Gare de Yongsan, Séoul (Corée)

RÉFÉRENCES MONDIALES



CHIFFRES CLÉS



CLASSEMENTS ENGINEERING
NEWS-RECORD (ENR) 2024

#2

DANS LA CATÉGORIE
MASS TRANSIT & RAIL

#6

DANS LA CATÉGORIE
TRANSPORTS

FRANCE
Bretagne-Pays de la Loire
Nîmes-Montpellier
Paris-Lyon
Rhin-Rhône
Sud Europe Atlantique
Bordeaux-Dax-Toulouse
Marseille-Nice

BRÉSIL
Rio de Janeiro-São Paulo-
Campinas

PROJETS ACTUELLEMENT EN OPÉRATION

PROJETS EN PHASE DE PLANIFICATION OU CONSTRUCTION

ROYAUME-UNI
High Speed 1
High Speed 2

NORVÈGE
Follo line

SUÈDE
Ostlänken

ESTONIE,
LÉTTONIE,
LITUANIE
Rail Baltica

RUSSIE
Moscou-Kazan
Moscou-Saint-Pétersbourg

ITALIE
Brenner
Florence
Lyon-Turin
Naples-Bari
Palerme-Catane

ESPAGNE
Cordoue-Malaga
Madrid-Barcelone
Perpignan-Figueras

ÉGYPTE
Train Express
Électrique (TEE)
du Caire

ALGÉRIE
Bordj-Khemis Meliana
Boumedfaa-Djelfa
Touggourt-Hassi Messaoud

MAROC
Tanger-Kénitra
Kénitra-Marrakech

ARABIE
SAOUDITE
Haramain

QATAR
Train longue distance

TURQUIE
Adapazari-Istanbul Northern Pass
Sivas-Erzincan
Uşak (Eşme)-Salihli

KAZAKHSTAN
Astana-Almaty

ÉMIRATS
ARABES UNIS
Etihad Rail
Abu Dhabi-Dubaï
Hafeet Rail
EAU-Oman

INDE
Pune-Mumbai-Ahmedabad
Mumbai-Chennai
Delhi-Chandigarh-Amritsar

CHINE
Beijing-Shenyang
Beijing-Tianjin
Hangzhou-Ningbo
Hefei-Fuzhou
Nanjing-Anqing
Shanghai-Hangzhou
Shanghai-Kunming
Shangqiu-Hefei-Hangzhou

CORÉE DU SUD
Honam
Séoul-Busan
Sudokwon

TAIWAN
Taipei-Kaoshiung

THAÏLANDE
Ligne des 3 aéroports
Bangkok-Huahin

MALAISIE
Kuala Lumpur-Singapour

AUSTRALIE
Melbourne-Brisbane
Newcastle-Sydney

SYSTRA IMPLIQUÉ DANS

→ PLUS DE **58**
LIGNES

→ **7 300** KM
EN EXPLOITATION

→ **22 000** KM
AU TOTAL

