

SYSTRA SOLUTIONS



Ouvrir la voie de la
GRANDE VITESSE
partout dans le monde

LES LIGNES À GRANDE VITESSE SONT UN MOYEN RAPIDE ET FIABLE DE SE DÉPLACER D'UNE VILLE À UNE AUTRE. ELLES DÉGAGENT PEU DE CO₂ ET CONTRIBUENT À RÉDUIRE LA POLLUTION, LA PRODUCTION DE GAZ À EFFET DE SERRE ET LA CONGESTION DE LA CIRCULATION.

L'arrivée du TGV a bouleversé et réduit les échelles territoriales géographiques et temporelles. Il rapproche les villes qui mesurent désormais les distances qui les séparent en nombre d'heures plutôt qu'en kilomètres. Les territoires urbains changent d'échelle et entretiennent une nouvelle relation avec le local.

Aujourd'hui si ce mode de transport est jugé moderne et performant, il faut néanmoins faire évoluer les concepts pour proposer des solutions adaptées aux différents contextes commerciaux, à leur géographie particulière, à la densité du trafic et aux conditions spécifiques d'exploitation en profitant pleinement des avancées technologiques.





- >> **30 lignes dans le monde**
dont **9** en France
(sur 13 mises en service
ou en construction)
- >> **3 LGV** mises en service
en France en 2017 :
SEA, BPL, CNM
- >> **10 000 Km** de lignes
dans le monde
dont **1 850 Km** en France
8 150 km à l'international
- >> **574,8 km/h**
Record mondial de vitesse sur rail
établi sur la LGV Est 1^{ère} phase
par SYSTRA en 2007
- >> **SEA : 302 Km**
de conception innovante et le
plus grand PPP ferroviaire européen

FAITES CONFIANCE AU LEADER MONDIAL

Nos plus beaux projets dans le monde

Fort d'un pôle de compétences dédié, de 30 ans d'expérience et plus de la moitié des lignes à grande vitesse construites dans le monde à son actif, SYSTRA ouvre la voie à de nouvelles liaisons à grande vitesse.





CONCEVOIR DES LIGNES SÛRES, PERFORMANTES ET FACILES À EXPLOITER

LEADER MONDIAL DES LIGNES À GRANDE VITESSE, SYSTRA A CONÇU LA MOITIÉ DES LGV EN EXPLOITATION DANS LE MONDE.

Nos ingénieurs ont signé des projets dans les conditions les plus extrêmes : sous un climat équatorial au Gabon, dans un froid polaire à 500 km du cercle arctique, ou encore au cœur du désert mauritanien. Depuis des décennies, nous capitalisons partout dans le monde les bonnes pratiques et innovations pour partager nos expertises avec nos clients où qu'ils soient. C'est notre capacité à mettre notre expérience internationale au service de vos projets qui fait notre force.

1 DÉFINITION DU PROJET ET FAISABILITÉ

- Modélisation et prévision de la demande : études de faisabilité, modélisation de la fréquentation et politique tarifaire.
- Spécification d'un couloir ferroviaire et optimisation.
- Plan d'opération et conception de l'infrastructure initiale : définition des besoins opérationnels, emplacement des gares, des dépôts, des ateliers et des services auxiliaires.
- Cohérence entre les normes internationales et les règles locales en termes d'exploitation, de respect de l'environnement, etc.

2 CONCEPTION

Garantir le niveau de performance idéal de la ligne exige de concevoir des systèmes permettant d'augmenter sa capacité en réduisant l'espacement entre les trains, de fonctionner à vitesse constante pour optimiser la consommation d'énergie et diminuer les coûts de maintenance du matériel roulant.

- **Définir les principes de la conception complexe de l'infrastructure et du matériel roulant utilisé.** Nous réalisons le génie civil des ponts ferroviaires, tunnels et viaducs.

- **Assurer la fiabilité, disponibilité, maintenabilité et la sécurité de la ligne.** Nous prenons en considération la maintenance dès le début du projet à travers la réalisation d'un plan d'accès maintenance, la gestion de l'approvisionnement du dépôt et de l'atelier.
- **Maîtriser les coûts du cycle de vie d'un projet.** Nos ingénieurs réalisent des études spécifiques afin d'optimiser les coûts : études aérodynamiques pour optimiser la distance entre les axes de voie, ainsi que la taille du tunnel. Des études approfondies du profil en long.
- **Ouvrages d'art.** Nous savons prendre en compte les vibrations causées par des trains roulant à grande vitesse, ainsi que l'interaction rail/ouvrage d'art.
- **Réseau intégré.** Lignes combinées fret et grande vitesse, système ETCS pour LGV, interopérabilité ferroviaire, connexions et aiguillages avec le réseau ferroviaire conventionnel.

3 CONSTRUCTION

Les terrassements et le génie civil représentent plus de 70% du coût d'une Ligne à Grande Vitesse, il est donc indispensable d'optimiser ce poste. Plusieurs leviers possibles :

- Dès la phase de conception, optimiser l'ensemble des paramètres Génie Civil (coupes en

travers, largeur plateforme, etc.) et Systèmes (jouer sur le profil aérodynamique du matériel roulant pour diminuer les sections des tunnels ou les distances des poteaux caténaïres, optimiser la puissance de traction du Matériel Roulant afin d'envisager des gradients plus importants générateurs d'optimisations du profil en long, etc.)

- En matière de construction, le choix de la standardisation et de la préfabrication accélère la construction des ouvrages et l'ordonnement des travaux.

4

ESSAIS ET MISE EN SERVICE

Nos équipes interviennent dans le pilotage, l'organisation et la réalisation de toutes les phases d'essais statiques et dynamiques des LGV, tant au niveau de chaque domaine technique qu'à celui de l'intégration globale de la ligne. Notre maîtrise complète des processus d'essais et d'intégration des LGV assure la complétude des tests réalisés, la mise en service des installations dans des conditions optimales, les remontées de preuves requises pour la validation des systèmes et l'homologation de l'infrastructure. Pendant les phases d'essais dynamiques, nous assurons également la mission d'exploitation provisoire de l'infrastructure, indispensable pour assurer la réussite et le déroulement en sécurité des campagnes d'essai.

5

EXPLOITATION ET MAINTENANCE

L'intégration des besoins des futurs exploitants et mainteneurs est une priorité dans la conception et la réalisation de l'ensemble de nos projets LGV, et nos équipes savent assurer de façon efficace le traitement de cette problématique.

Nos équipes réalisent l'exploitation et la maintenance des LGV pendant les phases de travaux ferroviaires et d'essais, jusqu'à leur prise en main par le gestionnaire d'infrastructure pour l'exploitation et la maintenance définitive.

Ces missions intègrent la rédaction de l'ensemble des règlements temporaires d'exploitation et la formation de l'ensemble des personnels de travaux et d'essais assurant la sécurité de leur intervention sur ligne exploitée. Notre implication directe au sein de la société MESEA, en charge de la maintenance de la LGV Sud Europe Atlantique, nous assure une vision et un retour d'expérience permanent sur les besoins, les techniques et les méthodes pour la maintenance des LGV. Nous déployons des concepts nouveaux basés sur la polyvalence des acteurs, sur des outillages innovants et un cahier des charges d'exploitation pris en compte dès la conception. Le big data et les technologies numériques ouvrent de nouvelles perspectives pour monitorer les données attachées à vos réseaux (supervision et détection d'incidents, dysfonctionnements et pannes), assurer leur remontée, les traiter et les

analyser, le tout en temps réel. Ceci démultiplie votre vitesse de décision et votre réactivité dans la mise en place ou la planification de mesures correctives.

Notre équipe d'experts en matériel roulant est impliquée dans la phase exploratoire et dans le processus achats. Ils sont à vos côtés pour les essais et la mise en service ainsi que le suivi de l'exploitation et de la maintenance. Nos équipes travaillent en étroite collaboration avec les architectes et les entreprises pour concevoir les dépôts

6

SÉCURITÉ

Nos experts aident les opérateurs de LGV à développer des procédures et manuels d'exploitation, des audits de sécurité et à former le personnel d'exploitation.

7

ENVIRONNEMENT

Nous réalisons des études environnementales détaillées qui permettent de concevoir des infrastructures ferroviaires réduisant les impacts visuels, acoustiques et carbone.

LES + SYSTRA

- Nous avons contribué à définir les standards européens pour la très grande vitesse.
- Nous sommes à l'origine de nouveaux concepts tels que la voie sur dalle ou les ponts de petite portée adaptés à la grande vitesse jusqu'à 350-400 km/h.
- Nous travaillons au futur de la grande vitesse sur rail et développons des solutions pour rendre la grande vitesse plus abordable, pour rendre la construction plus rapide, les infrastructures plus résilientes et plus simples à maintenir.
- Nous adoptons une approche globale de coûts calculée sur l'ensemble du cycle de vie de l'infrastructure. Nous avons développé des modèles permettant de prédire la durée de vie des matériaux de la voie et de la dynamique de la structure.





FOCUS INNOVATION

RENDRE LES LIAISONS FERROVIAIRES PLUS DURABLES ET PLUS EFFICIENTES

Nous anticipons le futur des LGV en concevant des solutions économiques pour accélérer leur construction, améliorer leur robustesse et simplifier leur maintenance.

Voie ballast ou Voie sur dalle ? Parce que SYSTRA a travaillé sur des projets dans le monde entier et mis en service plus de 4 700 km de lignes ferroviaires au cours des 3 dernières années, nos experts maîtrisent les différentes techniques utilisées à travers le monde et sont capables de vous accompagner dans le choix des technologies les plus adaptées à votre projet.





Aujourd'hui deux solutions coexistent :

- **La voie ballastée**, historiquement la plus ancienne, est aujourd'hui la plus représentée dans le monde.
- **La voie sur dalle** (ou « voie sans ballast ») plus récente et principalement installée sur les réseaux grande vitesse et urbains. Cette dernière technologie regroupe plusieurs systèmes contrairement à la voie ballastée dont l'architecture est assez uniformisée.

Là où la voie ballastée permet une construction rapide ou un coût réduit, la voie sur dalle se distingue par sa fiabilité et sa longévité. En revanche, la voie ballastée pêche par les coûts de maintenance importants qu'elle engendre et la voie sur dalle par son coût de construction élevé. En synthèse, chacune des deux technologies possède ses points forts et le choix doit s'effectuer à partir d'un examen précis des dépenses d'investissement et d'exploitation (CAPEX-OPEX) dans un contexte d'installation et d'exploitation donné.

C'est ainsi que SYSTRA a aidé le maître d'ouvrage dans son choix entre voie sur dalle et voie ballastée dans le cadre du projet HS2. De même, SYSTRA a réalisé une étude pour ALSTOM afin de contrôler la conception et le dimensionnement de la voie sur dalle NBT (New Ballastless Track).

Dans le cadre du projet européen Capacity4Rail SYSTRA dirige les études conception de deux nouveaux concepts de voie sur dalle.

RENFORCER LA RÉSILIENCE DES SYSTÈMES

La survenue de risques naturels et plus particulièrement le risque inondation font subir des dommages aux systèmes avec à la clé des conséquences économiques et sociales importantes pour nos clients. C'est une cause de grande vulnérabilité aujourd'hui. Aussi, SYSTRA a mis en place un programme de recherche relatif au concept de résilience, défini comme la capacité d'un système à absorber une perturbation et à récupérer ses fonctions à la suite de celle-ci.

Nous procédons à partir d'une analyse des mécanismes de défaillance. Ces systèmes sont assimilables à des systèmes complexes ayant de multiples interdépendances internes. Étudier ces interdépendances, dans le cas d'une inondation notamment, permet une approche comparative des trois configurations traditionnelles d'implantation d'un système de transport guidé : en souterrain, en surface et en aérien. Cette démarche est combinée à une modélisation probabiliste. Nous visons une approche globale c'est-à-dire intégrant l'occurrence de l'aléa avec ses caractéristiques d'intensité ; l'identification des dommages matériels et indirects ; la déduction des conséquences fonctionnelles c'est-à-dire les modes de fonctionnement dégradé du système relatifs à son exploitation.

>>



AVEC LE BIM, NOUS TRANSFORMONS NOTRE MANIÈRE DE CONCEVOIR, CONSTRUIRE, EXPLOITER ET MAINTENIR VOTRE INFRASTRUCTURE

Grâce à sa démarche collaborative, il facilite l'appropriation et la gestion des interfaces (génie civil, équipements ferroviaires, énergie, tracé, environnement) et ainsi la prise de décision. Il permet aussi de réagir très vite aux modifications issues de la concertation avec les acteurs du territoire.

SYSTRA va plus loin en développant une solution exclusive, BIM in 1 click, qui permet d'assembler rapidement des éléments répétitifs et de visualiser d'un seul coup d'œil l'ensemble du linéaire de l'infrastructure dans son environnement.

En intégrant dès la phase de conception les données et les exigences relatives à la maintenance, le BIM vous permet d'anticiper et de planifier vos actions de maintenance ainsi que les interventions de renouvellement. Vous réduisez ainsi les coûts de maintenance corrective et limitez les interruptions de service.

Combiné à des concepts de type maintenance prédictive, le BIM permet un véritable Asset Management pour lequel SYSTRA propose des solutions opérationnelles.

MAINTENANCE PRÉDICTIVE

La sécurité, l'efficacité et le contrôle des coûts : voici quelques-uns des bénéfices apportés par l'internet des objets. Installer des capteurs de température, de pression, de tension et d'accélération dans les tunnels, sur les voies et viaducs, sur les systèmes de signalisation, sur les matériels roulants, et savoir analyser les données générées en temps réel permet d'embrasser et monitorer tous les aspects d'un réseau. Les informations collectées révolutionnent les opérations de maintenance et permettent d'anticiper les pannes. La pertinence des données permet des interventions plus ciblées, minimisant les temps d'interruption de service et les coûts associés. SYSTRA a acquis un savoir-faire unique pour définir, mettre en place et piloter des réseaux de capteurs interconnectés qui redéfinissent les opérations et la maintenance, et améliorent les résultats économiques de nos clients.



ZOOM

SUD EUROPE ATLANTIQUE

LIGNE PARIS-BORDEAUX EN 2H04

Un concentré d'innovations du modèle de concession aux techniques de construction et à la maintenance.

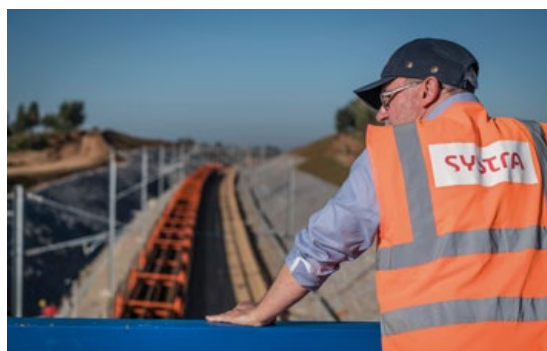


SEA désigne la ligne à grande vitesse qui reliera la façade atlantique à l'Europe et à la péninsule ibérique. 6 ans seulement pour construire 302 km de ligne nouvelle entre Tours et Bordeaux et 38 km de raccordements, soit concevoir une infrastructure à la pointe de l'interopérabilité dans le respect des normes européennes relatives au transport ferroviaire. Le projet de LGV SEA s'équipe notamment des derniers standards européens en matière de circulation ferroviaire, et notamment l'European Rail Traffic Management System (ERTMS) : système unifié de sécurité de signalisation et de supervision garantissant l'interopérabilité entre les différents réseaux ferroviaires nationaux. L'objectif est ainsi de permettre l'établissement d'un véritable réseau ferroviaire européen afin que l'ensemble des opérateurs ferroviaires puisse faire circuler leurs trains sur cette ligne à grande vitesse dès 2017.

La LGV SEA est donc avant tout un projet structurant pour l'avenir de la mobilité en Europe. Depuis juillet 2017, Bordeaux n'est plus qu'à 2h04 de Paris contre 3h14 avant et répondra ainsi aux besoins de mobilité de 20 millions de voyageurs. Les raccordements entre le réseau ferré national classique et la LGV permettent de renforcer l'attractivité des territoires traversés, de désengorger les agglomérations et les axes routiers de la façade atlantique, tout en réduisant les émissions de CO₂. Au-delà du défi technique, des temps de parcours plus courts à partir des principales gares du tracé rapprochent les territoires et les hommes.

SEA, c'est à la fois le plus grand chantier ferroviaire d'Europe et le plus grand partenariat public-privé ferroviaire signé en France à ce jour (7,8 milliards d'euros). Porteur d'enjeux forts en matière d'aménagement

du territoire et d'ouverture vers les réseaux du sud, il avait besoin de partenaires robustes prêts à prendre leur part de risques dans ce projet. Réunis autour d'une même vision de long terme, SYSTRA, spécialiste de l'ingénierie des transports guidés et VINCI, acteur mondial des métiers des concessions et de la construction, se sont alliés pour imaginer une nouvelle manière de concevoir et réaliser ce projet : des délais de construction plus courts, des coûts maîtrisés et un risque « trafic » porté par le concessionnaire. D'une durée de 50 ans (6 ans pour la conception-construction et 44 ans pour l'exploitation-maintenance), le contrat de concession a été conclu entre SNCF Réseau et LISEA (Ligne Sud Europe Atlantique), société responsable du projet. COSEA (Construction Sud Europe Atlantique) a assuré la conception et la construction. MESEA (Maintenance Sud Europe Atlantique) assure l'exploitation et la maintenance. Ce modèle contractuel a permis de mobiliser, dans le cadre des prescriptions posées par le concédant, les ressources et les capacités d'innovation de partenaires privés au service du développement du ferroviaire français, tout en maintenant une réalisation d'ouvrage efficace et respectueuse de normes environnementales. Il a permis d'optimiser le projet sur le temps long, incluant ainsi les 44 ans d'exploitation et maintenance dans le contrat de concession dont les coûts sont garantis par le concessionnaire.



PROJETS EN DESIGN & BUILD

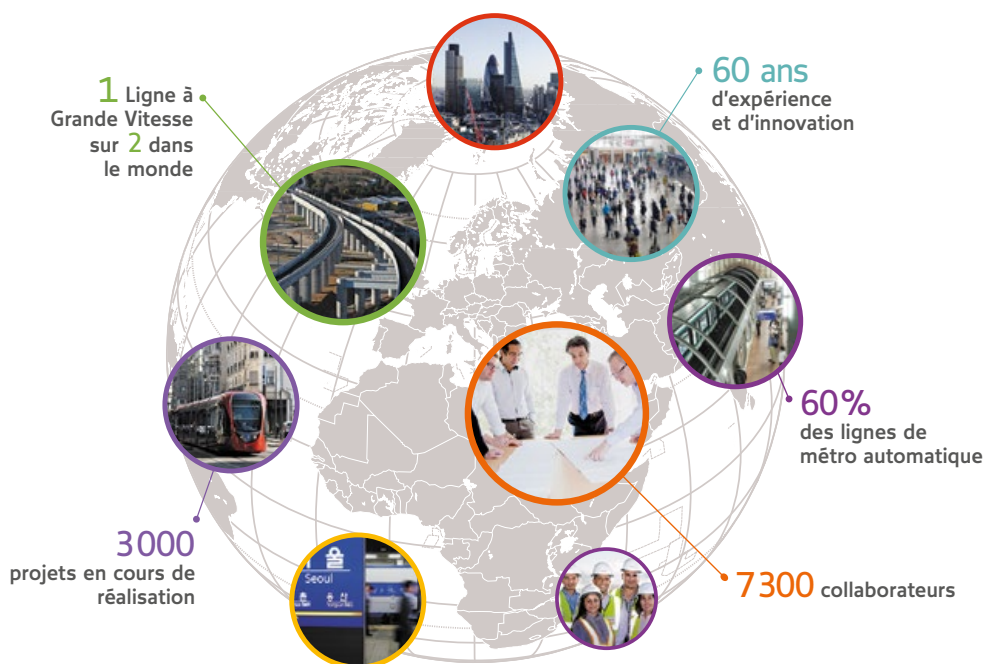
Le recours à des modes contractuels innovants permet d'aller plus vite.

De plus en plus, les acteurs publics et les gestionnaires de réseau transfèrent le risque aux acteurs privés et délèguent leurs projets à des industriels qui les portent, de la construction à l'exploitation et la maintenance, en proposant des solutions de financement pour leur réalisation. C'est ainsi que les grands constructeurs deviennent nos clients et nos partenaires. Cela change la nature de la relation, l'envergure des missions, tout sauf la posture d'écoute de SYSTRA et la conviction que la confiance est la clé de partenariats durables.

La LGV Sud Europe Atlantique reliera la région Sud-Ouest au réseau grande vitesse européen, mettant Paris à 2h de Bordeaux. La ligne a été conçue pour des vitesses allant jusqu'à 350 km/h. La ligne a été financée par un Partenariat public-privé (PPP) dans lequel SYSTRA est partie-prenante en étant actionnaire à hauteur de 30% de la société de maintenance aux côtés de Vinci Concessions. Nous sommes également garant technique du projet.

LA CONFIANCE TRANSPORTE LE MONDE

Le Groupe accompagne les villes et les régions qui se développent et veulent un réseau de transport fiable, rapide et propre pour améliorer de façon durable la vie des habitants.



72, rue Henry Farman
75015 Paris - France
Tél. : + 33 1 40 16 61 00
contact@systra.com
systra.com

SYSTRA