

Interopérabilité des transports

Apport des industriels de l'Electronique

Le Marché Ferroviaire



Préface



La croissance démographique constante, l'émergence de nombreuses mégalopoles et la multiplication des échanges commerciaux à travers le monde, impliquent le développement d'une offre de mobilité toujours plus performante pour les personnes et les marchandises.

A l'heure de la COP21, où les grands dirigeants de ce monde se sont réunis à Paris et collaborent pour trouver des solutions afin de réduire l'impact humain sur la planète, nous nous devons, à notre échelle, d'encourager les travaux dans ce sens. La question est donc de savoir comment mieux satisfaire l'envie et la liberté de se déplacer des individus et la nécessité, pour notre économie, de transporter des marchandises, tout en impactant au minimum l'environnement.

Nous sommes convaincus que la réponse est l'INNOVATION. Il faut travailler à proposer une offre à haute valeur ajoutée afin de répondre aux enjeux de demain. Il faut continuer à développer des solutions intelligentes, innovantes, intermodales, interopérables et compétitives afin de répondre à ces enjeux.

La feuille de route du pôle de compétitivité i-Trans qui couvre le domaine des Transports Terrestres a été révisée en 2013, définissant pour les 8 ans à venir 5 axes d'innovation prioritaires pour le secteur (ferroviaire, automobile, mobilité et fret). Ces axes identifiés et partagés par les différents acteurs de l'écosystème (académiques, industriels et institutionnels), ont été mis en place pour répondre à ces enjeux :

- l'efficacité énergétique (éco-conduite, hybridation, récupération d'énergie...)
- la réduction des impacts environnementaux (réduction des émissions de CO², perturbations électromagnétiques, bruit, vibrations...)
- l'augmentation de la performance et de la fiabilité (généralisation des principes de maintenance prédictive/prescriptive, gestion de l'obsolescence...)
- le renforcement de la sécurité et de la sûreté (automatismes sécuritaires, cybersécurité, fatigue des pièces mécanique ...)
- l'attractivité par le design (prise en compte de l'utilisateur dans la conception des solutions...)

L'innovation est capitale dans ce secteur qui tarde parfois à se renouveler. L'introduction des nouvelles technologies, notamment électroniques et numériques, va aider puissamment à développer notamment des systèmes de gestion du trafic et des véhicules connectés qui permettront de capter, partager, capitaliser et exploiter des données précieuses pour rendre la mobilité intelligente, réduire les coûts, augmenter sensiblement les performances de fiabilité, disponibilité et capacité, et impact environnemental. Si l'on tarde à agir, le risque est de condamner l'industrie européenne des transports à un déclin irréversible. En effet, ce secteur doit faire face à une concurrence croissante sur les marchés mondiaux des transports, qui connaissent une croissance rapide.

Dans cette optique, i-Trans, pôle de compétitivité dans le domaine des transports terrestres et pôle national de référence pour le ferroviaire, vise à promouvoir le savoir-faire collaboratif français et européen. Les missions du pôle que sont l'animation de filière et l'accompagnement au montage de projets innovants publics-privés sont plus que jamais pertinentes dans un contexte où le transfert de technologie de secteur à secteur paraît nécessaire mais non suffisant.

C'est pourquoi, i-Trans se réjouit de signer un accord de partenariat avec ACSIEL et de pouvoir dans ce cadre, participer à l'élaboration et à la mise en œuvre de ce livre blanc de l'électronique, appliqué aux transports terrestres. Le secteur des transports terrestres a besoin de développements propres pour répondre à des enjeux qui lui sont très spécifiques et nous sommes convaincus que nos membres, compétents dans des domaines complémentaires, pourront trouver un terrain fertile de développement et d'innovation.

Ensemble, nous arriverons à atteindre nos objectifs et à dessiner un avenir durable et connecté, grâce à l'électronique.

Jean-Marie DELBECQ

Président du Comité de Pilotage du Pôle de Compétitivité i-Trans

Sommaire



Introduction - Contexte	7
1 - Analyse du marché ferroviaire mondial	9
1.1 - Les enjeux	9
1.1.1 - Les principaux facteurs de croissance	9
1.1.2 - Caractéristiques et tendances	10
1.1.3 - Des efforts à consentir	13
1.2 - Segmentation du Marché Ferroviaire	14
1.2.1 - Répartition du marché par segments et par régions	14
1.2.2 - Principaux constructeurs et équipementiers de matériel roulant	18
1.2.3 - Complexité de la chaîne de valeur	19
2 - Attentes des donneurs d'ordres	22
2.1 - Des attentes génériques vis-à-vis des fournisseurs	22
2.2 - Attentes des donneurs d'ordres	22
2.2.1 - Attentes des donneurs d'ordres au niveau des produits et des composants	23
2.3 - Position de l'électronique française sur le marché ferroviaire	27
2.3.1 - L'offre de la filière électronique française	27
2.3.2 - Exemples d'applications	29
2.3.3 - Tendances de l'électronique	31
2.3.4 - Contrôle commande et communication	31
3 - L'Innovation dans le ferroviaire	32
4 - Réglementations & Certifications ferroviaires	33
5 - Propositions de développement	34
Conclusion	35
Remerciements	37

Introduction - Contexte



Ce rapport présente les messages clefs et les enjeux majeurs liés aux besoins en produits et systèmes électroniques dans les équipements ferroviaires futurs.

La demande croissante de capacité à la fois pour transporter plus de passagers et pour transporter un volume croissant de marchandises, combinée à l'obligatoire nécessité d'efficacité énergétique, révèle l'apport déterminant de l'électronique embarquée à bord des trains dans les équipements d'infrastructures ferroviaires et systèmes de signalisation et de télécommunications du futur. En effet, l'électronique apporte des solutions sécuritaires, d'informations sur le trafic et les passagers en temps réel, avec une précision inégalée à ce jour.

Le Groupe de Travail Transports Terrestres d'ACSIEL s'est attaché durant plus d'un an à étudier ce sujet en confrontant le point de vue de ses membres avec celui des équipementiers constructeurs de matériels roulants et d'infrastructures, ainsi qu'auprès des opérateurs des pôles de compétitivité et laboratoires de l'industrie ferroviaire et électronique française.

Ce rapport propose, en ce sens, plusieurs pistes visant à mieux intégrer des solutions électroniques depuis les composants de base jusqu'aux systèmes complets. Il démontre en outre la grande capacité du secteur en France à offrir les solutions électroniques innovantes et compétitives d'avenir, répondant aux besoins, grâce à des fournisseurs compétents de proximité et à leurs produits dûment qualifiés.

De l'importance croissante des réseaux électroniques intégrés

Nous pouvons décrire le train comme un réseau d'ordinateurs mobiles, monté sur des boggies

équipé de capteurs connectés à un réseau de communication assurant le transfert de données et d'informations et, de plus, un système de traction économe en énergie.

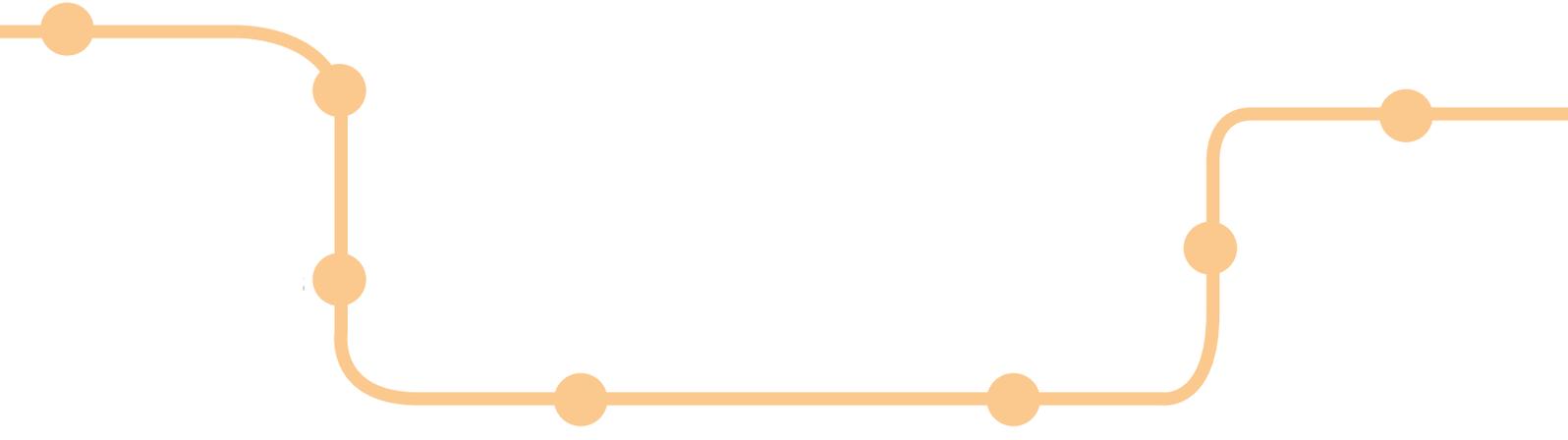
Cela nécessite d'avoir à bord un réseau électrique et un réseau informatique qui diffusent ces données en répondant aux contraintes de l'environnement ferroviaire.

De manière à garantir une circulation des trains en toute sécurité et sans restriction, un réseau embarqué efficace, fiable et sécurisé est indispensable (incluant des systèmes de contrôle commande et de sécurité des matériels roulants).

La fonction première des systèmes de contrôle commande est de centraliser toutes les informations concernant l'état opérationnel des équipements du train dits « intelligents », de manière à les piloter, et à connaître leur « état de fonctionnement » pour les opérations de maintenance prédictives. Dans chaque pays historiquement ces systèmes de contrôle commande ont été définis selon des spécifications nationales propres. Ceci a conduit à une large diversité de systèmes en Europe et dans le Monde. Pour se déplacer d'un pays à l'autre, les matériels roulants doivent être équipés en conséquence, et posséder un ou plusieurs systèmes de protection compatibles avec les standards de régulation ferroviaire en vigueur dans les pays traversés.

Un système de signalisation européen

Aujourd'hui, la tendance en Europe consiste à créer un système de contrôle de la sécurité des trains transfrontaliers, dont l'origine remonte à 1996 avec le système ETCS (*European Train Control System*). Celui-ci fut développé selon la



directive 96/48 de l'Union Européenne et portait sur l'interopérabilité du système pan-européen de trains à grande vitesse (TGV), il s'appuyait sur le réseau de communication GSM-R, lequel reste toujours l'un des composants de base de l'actuel système de contrôle commande l'ERTMS (*European Railway Train Management System**). Le développement de ce système, souhaité par la Commission Européenne dans l'objectif de construire l'espace ferroviaire unique européen, doit se substituer aux systèmes nationaux actuels de gestion du trafic. Ceux-ci ne sont pas compatibles et constituent donc un obstacle à la bonne circulation (fluide, sans retards, sans contrôles supplémentaires et sans adaptations) dans l'espace européen des trains et donc des voyageurs et des marchandises. Le problème reste le coût prohibitif de ce système et le fait qu'actuellement les trains sont équipés des deux systèmes (européen et national). A titre indicatif la mise en œuvre d'un système ERTMS revient à 1 million d'euros par locomotive.

Le train du futur

La recherche de compétitivité du transport ferroviaire reste un préalable aux nouveaux développements du train du futur.

Aujourd'hui, les études menées sur le sujet visent à simplifier, optimiser, améliorer la fiabilité par exemple par réseau de communication et de signalisation et équipements électroniques embarqués (blindages contre les interférences électromagnétiques, connecteurs plus denses et plus légers, système de diagnostic des pannes et des risques de dysfonctionnements, capteurs

* *Système européen de gestion du trafic ferroviaire*

sans fils, etc...), car ce sont des enjeux majeurs pour la sécurité et le confort des passagers.

Les réseaux embarqués, permettent de piloter les trains mais aussi d'adapter en temps réel leur conduite en fonction des contraintes opérationnelles (ré-aiguillage, reprogrammation, obstacles sur les voies, etc...). Des projets ont été menés pour investiguer de nouvelles formes d'interaction entre hommes et machines, plus spécifiquement dans le but de fournir aux conducteurs des éléments de décision en phases opérationnelles. Il a ainsi été démontré un impact positif sur la consommation d'énergie des véhicules.

Les réseaux embarqués représentent approximativement 5% de la valeur totale des équipements de matériel roulant, soit en 2013 près de 1,7 milliard d'euros (marché mondial accessible). A horizon 2020, les prévisions de croissance sont de l'ordre de 2% par an sur le marché accessible. On peut raisonnablement estimer ce marché à 2 milliards d'euros en 2015 (source : i-Trans 2014).



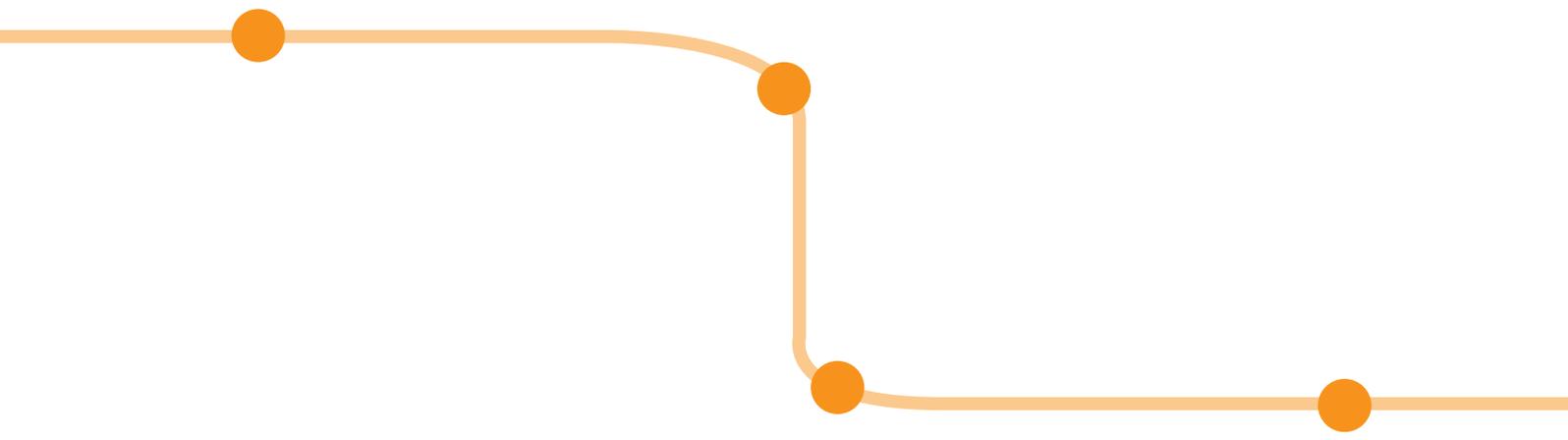
1 - Analyse du marché ferroviaire mondial

1. 1 - Les enjeux

1.1.1 - Les principaux facteurs de croissance

Les facteurs de croissance du marché ferroviaire sont de plusieurs ordres. On peut les résumer comme suit :

- Préoccupations environnementales et coût de l'énergie induisant la volonté écologique de favoriser le développement des transports de masse ;
- Investissements dans les lignes de trains à grande vitesse et dans des corridors réservés au transport de fret (Europe, USA, Amérique du Sud, Chine, Inde, CIS Russie, Afrique du Sud, ...) sur l'intercité, l'urbain, le sub-urbain et la modernisation des réseaux ;
- Emergence de mégalo-poles métropolitaines nécessitant la création de liaisons et plateformes multi-modales où le ferroviaire aurait une place centrale afin de redessiner le paysage urbain et faciliter les déplacements tout en réduisant les problèmes de congestion urbaine et inter-urbaine. Le ferroviaire est une solution à ces problèmes ;
- Focalisation sur une très haute fiabilité et sur le coût global du cycle de vie complet des matériels roulants, et des équipements de signalisation et d'infrastructures, tels que :
 - ◊ trains à grande vitesse : gain de masse et de volume, trains modulaires, réduction de la consommation d'énergie et des coûts de maintenance,
 - ◊ trains régionaux : performance, disponibilité, adaptabilité, silence et standards environnementaux.
- Standardisation des matériels en Europe et en dehors de l'Europe :
 - ◊ ETCS (*European Train Control System*), le système de contrôle de signalisation et de protection des trains, intégré à l'ERTMS (*European Rail Traffic Management System*) lequel co-existe avec les services du réseau mobile GSM-R large bande (3G/4G). Le système ETCS final est divisé en 9 niveaux d'équipements et de fonctionnalités. La définition d'un de ces niveaux dépend de comment est équipé la voie et de la manière dont l'information est transmise au train à grande vitesse. Lorsqu'une rame est complètement équipée d'équipements dont les fonctionnalités sont en conformité avec le standard ERTMS/ETCS (Eurocab), elle peut circuler sur une voie ETCS sans aucune restriction technique.
 - ◊ En regard d'une demande constante et toujours plus exigeante pour les trains du 21^{ème} siècle, le fabricant de matériel ferroviaire doit faire face à une complexité et une multiplicité croissante des câbles et harnais en particulier dans les trains à grande vitesse, tel qu'illustré en figure 1, page 11. La nécessité d'installer des produits et services allant au-delà des équipements standards habituels, tels que GPS, caméras video / DVRs.



1.1.2 - Caractéristiques et tendances

Depuis quelques années on constate une très forte pression sur la recherche de compétitivité dans les segments du matériel roulant et de la signalisation. Le marché s'est mondialisé et se déplace vers les pays émergents. Il est en croissance mais toujours de plus en plus demandeur de contenus locaux.

Tendances long terme : Deux scénarii possibles selon les experts

• SCÉNARIO FAVORABLE :

- ◇ Croissance démographique
- ◇ Urbanisation : 50% en 2015, 60% en 2030
- ◇ Mobilité : +5% de trafic par an
- ◇ Congestion des villes
- ◇ Question de l'environnement favorable au train

• SCÉNARIO DÉFAVORABLE :

- ◇ Contraintes de budget (notamment en Europe)
- ◇ Baisse des investissements sur les trains à très grande vitesse
- ◇ Les nouveaux entrants/concurrents
- ◇ Accroissement de la concurrence inter-modale*

Matériel roulant

Les trains Grandes Lignes - Ils ont des missions variées sur un vaste domaine et en site ouvert.

Le matériel roulant pour les trains grandes lignes est très diversifié, pour les voyageurs et le fret marchandises. Les distances à parcourir sont importantes, il y a plusieurs classe de vitesse (grande vitesse 200km/h, très grande vitesse 250 à 320km/h en europe), l'infrastructure comprend un grand nombre d'aiguillages et de passages à niveaux.

On note une ouverture progressive de tous les marchés et une concurrence accrue. Les marchés ciblés à moyen-terme s'ouvrent à l'Asie Centrale et l'Afrique Sub-Saharienne. De leur côté, l'Europe et le Moyen Orient déploient

l'ERTMS et ses solutions évolutives.

Les trains urbain, les métros - leurs missions d'exploitation sont en circuit fermé et en site propre.

Le matériel roulant pour les trains inter-cités et les métros/tram est homogène, pour les voyageurs uniquement, les distances à parcourir sont faibles, la vitesse des trains est faible et le nombre d'aiguillages est limité.

Le nombre de projets clé en main est en augmentation. On note également une croissance forte dans les zones Moyen Orient /Afrique et Amérique du Sud. En Chine, la demande marché est toujours forte. En Europe,

* Libération des cars en France, covoiturage, autopartage, ... qui sont de nature à questionner l'investissement lourd dans un système de transport massifié. Les technologies du mode routier évoluent très rapidement pour réduire ses nuisances, ce qui réduit progressivement l'avantage écologique du rail.

quelques programmes de rénovations existent comme les extensions de métropoles, exemple avec le Grand Paris, l'installation WiFi à bord des Trains.

Signalisation

Au niveau des aiguillages, (*Computer Based Interlocking* - CBI), la logique d'enclenchement (sécuritaire) des aiguillages est assurée par l'équipement central. Le réseau permet de transmettre les ordres (mouvements d'aiguilles, positionnement des signaux) au terrain et de récupérer les états de la voie (occupation, positions d'aiguilles) en sécurité. Les commandes proviennent par liaison informatique de la commande centralisée (ATS) si existante. Le terminal opérateur permet d'entrer des ordres en local.

Des philosophies de signalisations différentes sont déployées selon :

- le type d'exploitation (métros ou grandes lignes) ;
- le pays avec la répartition des tâches entre le « sol » et les « systèmes embarqués », le rôle du conducteur, et la situation dégradée admissible.

Le besoin de l'électronique est accru. Des travaux sont en cours sur le train connecté, ils font partis des projets portés par le pôle i-Trans, l'association Raillenium dans les programmes d'innovation de l'UNIFE *Shift²rail*, Horizon 2020.



Les réseaux WiFi LAN, et communication - tous devant répondre à la fois aux exigences de fonctionnement du train et aux attentes des passagers, y compris pour les options d'information et de divertissement, - sont désormais intégrés dans les standards de conception de voitures TGV, de trains inter-cités et prochainement de métros.

- ◊ De manière à utiliser la puissance fournie par les locomotives, chaque rame doit être équipée d'un transformateur, lequel réduit la tension et alimente le panneau de distribution – qui ensuite alimente différentes applications telles que les moteurs de traction, le chauffage, le conditionnement d'air, l'éclairage, les prises de courant alternatif et les systèmes d'informations.
- ◊ Au-delà des contraintes opérationnelles pour une rame de train, on doit également prendre en considération la demande toujours croissante en systèmes de confort pour les passagers. Virtuellement présents dans tous les trains à grande vitesse et trains inter-cités. Chaque système – divertissement, WiFi, et distribution de puissance – requiert des schémas de câblages et d'interconnexion appropriés selon des normes européennes ou des spécifications propres définies par la profession ou les standards appropriés aux pays ou à la zone géographique.
- ◊ L'expansion des applications d'information et de divertissement, dans les voitures, a conduit à généraliser la mise en place de réseaux Ethernet et du protocole IP. Dans de nombreuses

conceptions un réseau Ethernet individuel à chaque voiture est installé de façon à délivrer à la demande les options de divertissement et d'accès et de communication aux passagers, et également pour collecter les données opérationnelles de conduite du train et prochainement de sa maintenance, pour *in-fine* retourner ces paquets de données au central opérationnel pour analyses.

- ◊ La diversité d'applications à l'intérieur d'une rame TGV requiert l'emploi de paires RF, ou twistées blindées et non-blindées, ainsi que de câbles composites dédiés et de composants optiques spécifiquement définis par l'industrie ferroviaire.

Approche écologique

Une approche d'utilisation de matériau écologique se développe également pour les intérieurs. On voit apparaître des matériaux recyclables et/ou agro-sourcés et la notion d'éco-conception se développe. Une collaboration entre l'électronique et le secteur des matériaux serait intéressante pour trouver des solutions d'intégration de capteurs à de nouveaux matériaux plus performants énergiquement et mécaniquement.



1.1.3 - Des efforts à consentir

Malgré ces opportunités, le ferroviaire ne pourra se développer sans efforts essentiels sur :

- Le coût du système ferroviaire et son indépendance vis-à-vis des fonds publics (dette pour la gestion et la maintenance du réseau). Il faut trouver de nouveaux modèles économiques.
- La part modale de la voiture et de l'avion restent bien supérieure à celle du train.
- La qualité de service dans son ensemble n'est pas bonne et les voyageurs ne sont pas attirés par ce mode de transport (accessibilité des gares, transport des PMR, ponctualité, services à bord...).

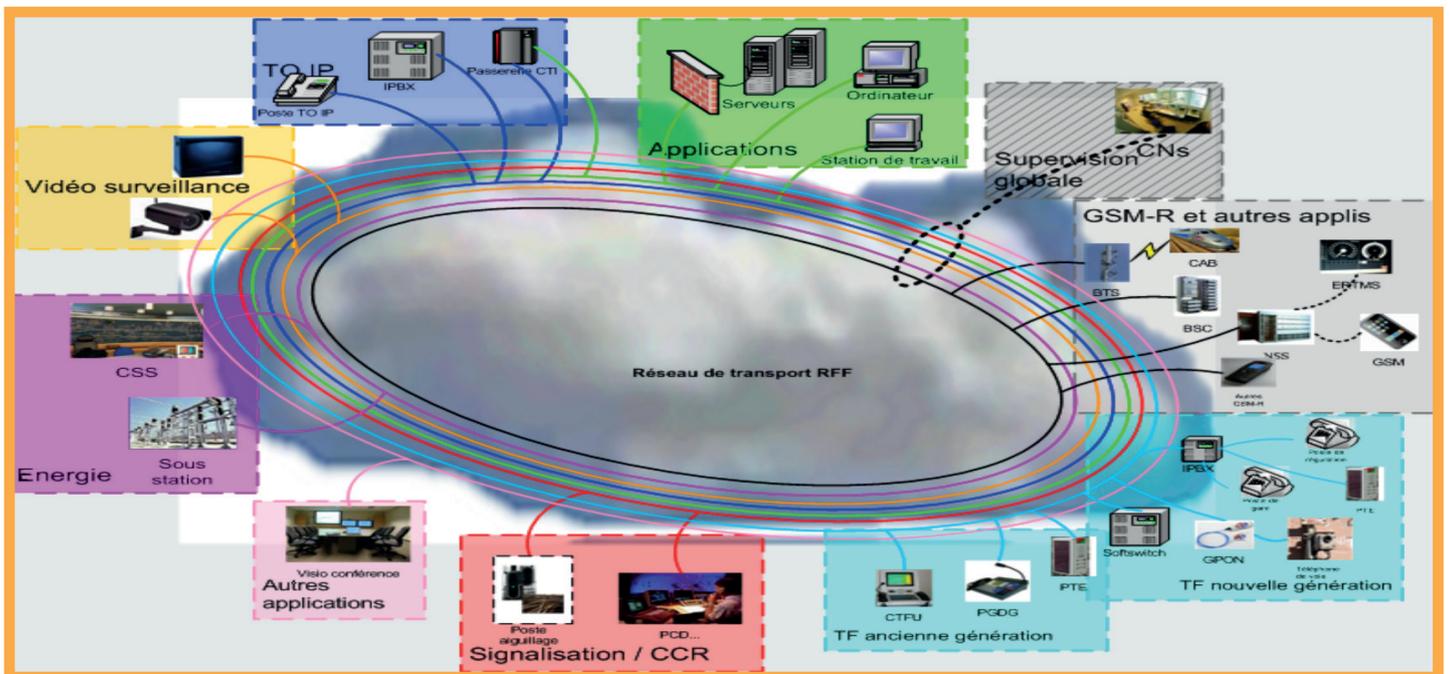


Figure 1 : Source Pôle i-Trans

1.2 - Segmentation du Marché Ferroviaire

1.2.1 - Répartition du marché par segments et par régions

Potentiel du Marché total Accessible

Le Marché ferroviaire mondial total est estimé de l'ordre de 150 milliards d'euros en 2014. Il se répartit en 4 grands segments : **le matériel roulant, la signalisation, les infrastructures et les services.**

On note une accélération de croissance sur la période 2015-2017. La figure 2 ci-dessous résume cette répartition par segments avec leur définition.

Le matériel roulant intègre, les trains à grande vitesse (TGV), les locomotives électriques, diesel hydrauliques, diesel électriques, les shunters, les EMU, DMU, les wagons de fret, les trains légers, les métros automatiques, les trains régionaux, les tramways.



La signalisation regroupe toutes les zones comprenant le contrôle des voies, tels que les systèmes de contrôle des trains (incluant l'ERTMS), le pilotage informatisé de l'accrochage des trains et le contrôle de trafic ; la communication le long des voies, la protection lors des croisements des trains, l'installation de nouveaux systèmes et la remise à niveaux incluant les pièces détachées pour la maintenance et le service.



L'infrastructure ferroviaire concerne les installations fixes des voies mais aussi les organes de commandes et de gestion du trafic : passages à niveau, aiguillages, .. mais aussi les alimentations électriques par caténaire, les ouvrages d'art..

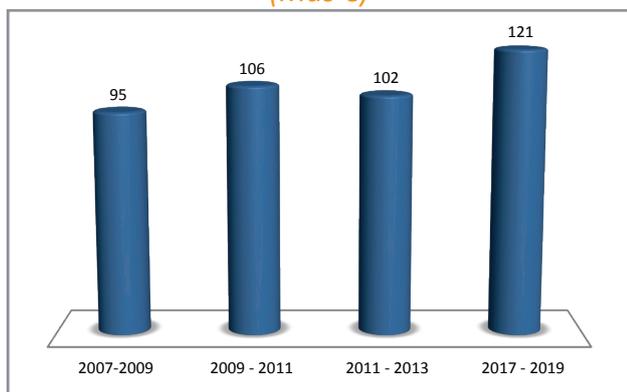


Les services incluent la maintenance, la remise en état, les pièces détachées, les services d'infrastructures.



Figure 2 - Les 4 segments de marché du ferroviaire

Marché ferroviaire mondial accessible (Mds €)



Un marché mondial en pleine expansion, des facteurs de croissance solides, un marché de plus de 100Md €. Marché porté par l'urbain et le régional. Croissance dans toutes les régions.

Les prévisions récentes du cabinet Roland Berger donnent une croissance du marché total estimée à 2,7% sur la période 2017-2019 comparativement à la période 2011-2013. Les plus fortes croissances étant attendues en Amérique Latine, Asie Pacifique et dans la zone NAFTA.

Marché ferroviaire mondial accessible pour 3 segments (Mds €)

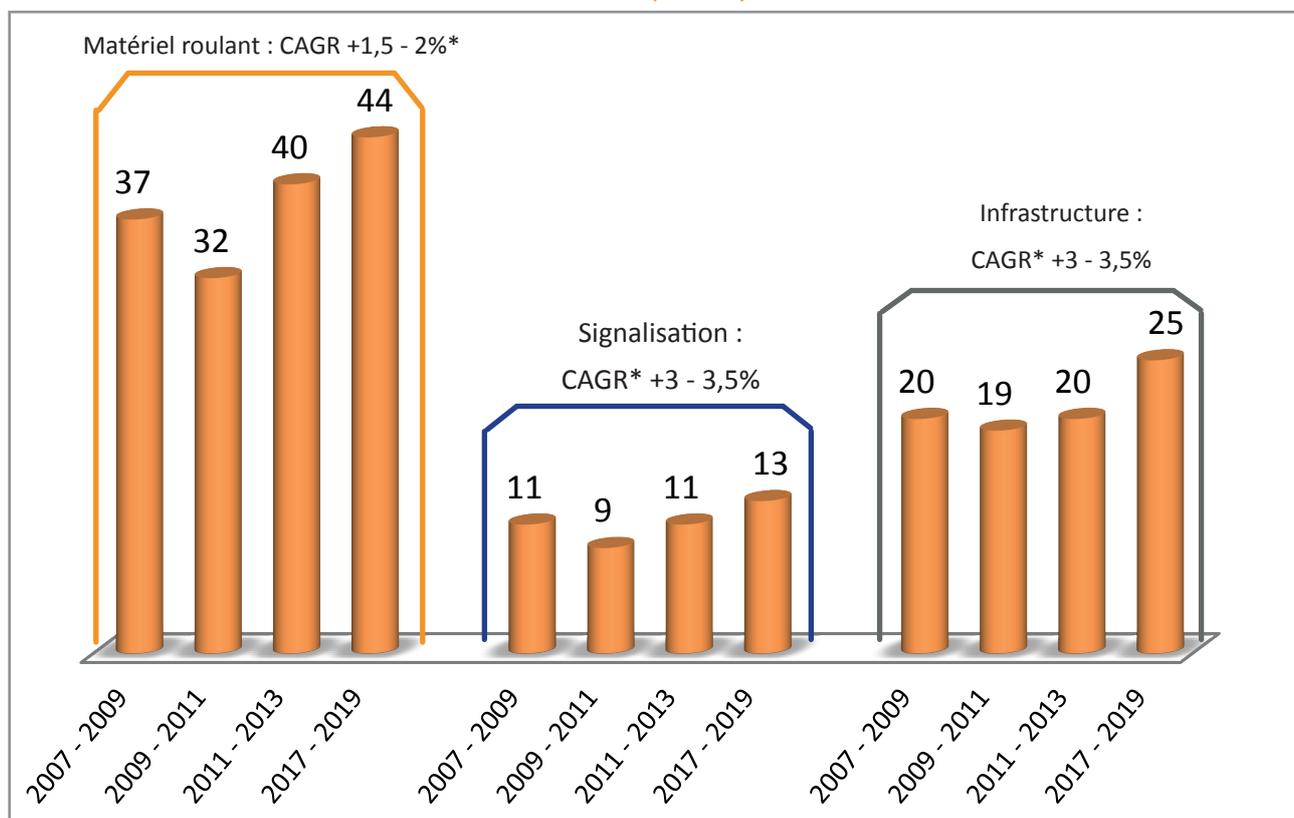


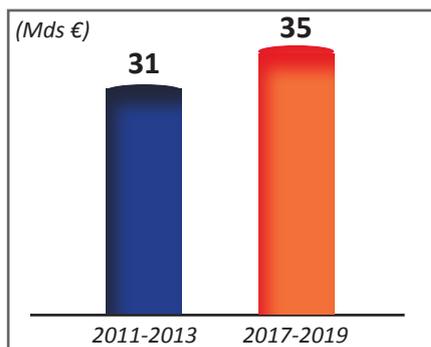
Figure 3 - Marché ferroviaire mondial accessible

* CAGR : Croissance Moyenne Pondérée entre les périodes 2011-2013 et 2017-2019

Source Roland Berger/UNIFE

Europe de l'Ouest (CAGR* : +2% à 2,5%)

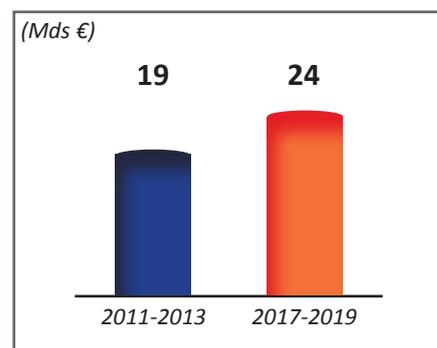
- Matériel roulant principal facteur de croissance tiré par les réseaux ferrés du Royaume-Uni et de la France. Ces projets incluent les lignes VHS en France et l'augmentation de capacité du métro de Londres (projet de 200 trains).
- Les Infrastructures présentant le plus fort taux de croissance. Nous avons besoin d'améliorer les installations vieillissantes en signalisations le long des voies et à bord des trains (évolutions technologiques indispensables) ; en UK, France, Allemagne.
- Concernant la signalisation, l'ERTMS progresse plus lentement que prévu mais avec un déploiement estimé pour 2020.



Europe de l'Ouest

Asie et Pacifique (CAGR : +4% à 4,5%)

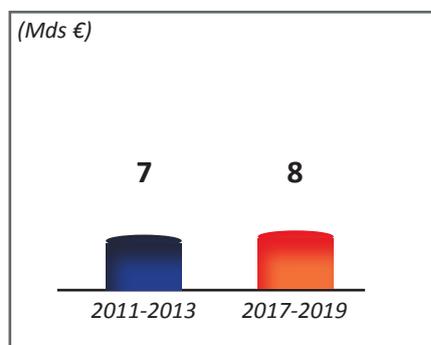
- Pour les matériels roulants, rebond de la demande en très grande vitesse « VHS » et « HS » en Chine avec un CAGR de 8% qui devient le premier marché mondial dans cette catégorie. De façon similaire à la Chine, l'Inde investit massivement en projets de construction de métros ou de systèmes monorail dans les villes de plus de 3 millions d'habitants.
- Croissance de projets d'infrastructures tirée par, l'Indonésie, la Corée du Sud, Taiwan la Thaïlande et l'Australie.



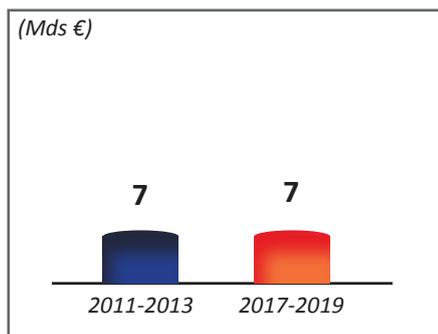
Asie Pacifique

Europe Orientale (CAGR : +1%)

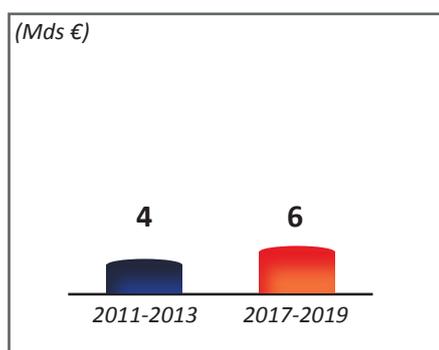
- La Russie a investi massivement dans la construction de locomotives électriques et de trams / trains interurbains (remplacement et extensions de lignes existantes).
- Le marché accessible pour les équipements d'infrastructure est stable, il est estimé à 1 million d'euros avec une décroissance d'activité au Kazakhstan et particulièrement en Ukraine, principalement compensé par l'augmentation de la demande en Russie.



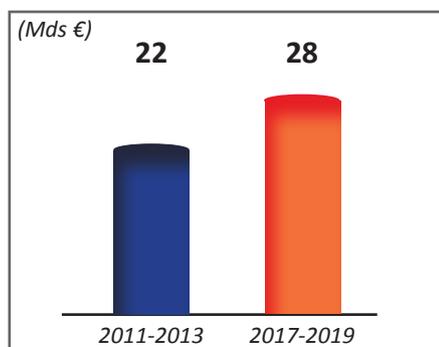
Europe Orientale



Afrique / Moyen Orient



Amérique Latine



NAFTA

Afrique, Moyen-Orient (CAGR : +1 % à 1,5 %)

- Region tirée par des forts taux de croissance dans les pays du GCC.
- Metro de Doha et Dubai, projets Jeddali Metro « Saoudi Land Bridge », « Mecca Mass Transit » et de ligne à grande vitesse « Mecca-Medina », métro d'Abu Dhabi.
- Croissance prometteuse dans les autres pays tel que les grandes lignes et les lignes urbaines en Afrique du Sud (Projet Prasa).
- Demande en lignes à grandes vitesses émanant principalement de plus petits marchés (Maroc), extension du métro d'Alger.

Amérique Latine (CAGR : +5,5 % à 6%)

- Doublement du réseau de transport de fret au Brésil pour supporter la croissance économique et les projets de transport urbain en cours, construction de superstructures de transport de marchandises incluant l'extension des métros de Sao Paulo et Rio de Janeiro, et du métro léger de Bel Horizonte...
- Argentine : remplacement planifié de grandes parties de son réseau ferré existant et ainsi qu'en Colombie et au Chili.

Amérique du Nord (CAGR : +3,5 % à 4%)

- Accroissement des développements d'infrastructures de transport de fret dû à l'accroissement des livraisons de pétrole brut, au transport intermodal de containers, et à l'extension de nouvelles usines automobiles au Mexique.
- Expansion des technologies de communications et des lignes de signalisation, e.g. déploiement des PTC.
- Les lignes de fret sont majoritairement financées par des consortiums, alimentant la croissance.
- Le financement par l'état de projets de trains à grandes vitesses et de transports de passagers interpellent sur l'engagement de celui-ci sur un financement et déploiement à long-terme : métro de NY, Philadelphie, Canada (Toronto), Mexique (Toluca, Mexico).

Figure 4 - Marché du ferroviaire par zones géographiques en Mds €

Source Roland Berger/UNIFE

* : Croissance Annuelle Pondérée sur la période 2011-2013 Vs. 2017-2019

En conclusion, les perspectives de développement du marché du ferroviaire sont positives pour les prochaines années avec :

- Une croissance soutenue par des commandes à fort volume jusqu'en 2019.
- L'urbanisation énergétique, les contraintes environnementales, la dérégulation.
- L'ERTMS.
- Les financements alternatifs aux financements publics des zones à croissance élevée : Amérique Latine, NAFTA et Asie Pacifique, Afrique et Moyen Orient.
- Un niveau élevé d'investissement en Europe de l'Ouest pour les extensions et renouvellement de matériel roulant et d'infrastructures.

1.2.2 - Principaux constructeurs et équipementiers de matériel roulant

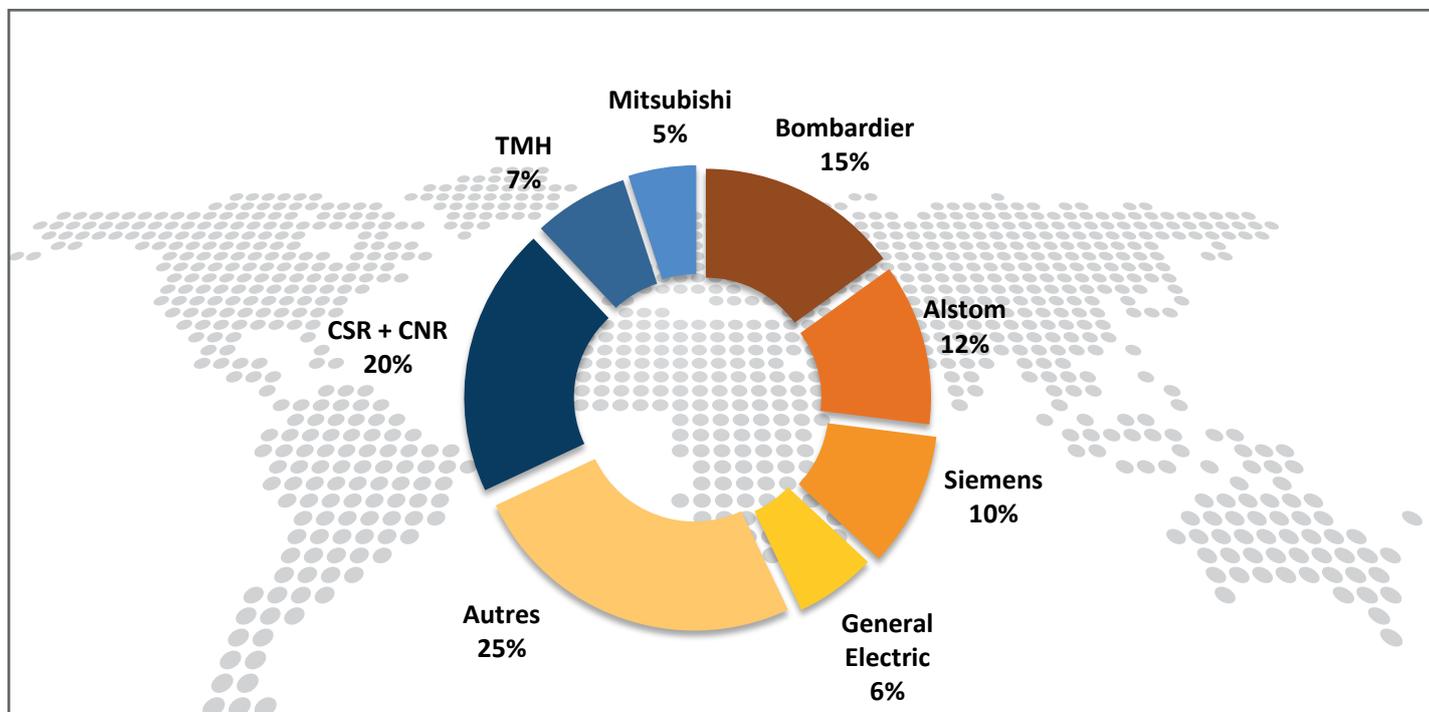


Figure 5 - Principaux constructeurs et équipements de matériel roulant

1.2.3 - Complexité de la chaîne de valeur

À l'instar de la chaîne de valeur de l'Aéronautique ou Boeing et Airbus se sont mis d'accord depuis plusieurs années sur une relation entre le référentiel de la normalisation américaine type Arinc et européenne type Aecma, qui donne lieu à une approche conjointe pour le standard international ISO, le marché ferroviaire international se fédère grâce à des normes internationales remplaçant progressivement des normes nationales, comme par exemple la série de normes 45545 pour les exigences de tenue au feu/fumée variant. Néanmoins, ces normes internationales ou régionales sont encore bien souvent complétées selon les pays par des normes nationales type NFF. Au-delà des normes, les grands donneurs d'ordres européens continuent d'entretenir un patrimoine important de spécifications internes rendant l'export d'un produit développé pour un client précis, très difficile.

Néanmoins, afin de répondre aux demandes de compétitivité du marché mondial, des tendances à la standardisation des produits plateformes apparaissent, réduisant la complexité de réponse à un marché de volumes moyens partagé entre des programmes de véhicules différents et une multiplicité d'opérateurs et de normes. La gestion industrielle prévisionnelle n'en est qu'à son balbutiement. Les échanges de données informatiques (type EDI) commencent simplement à être étudiés (ex projet First émis par la FIF). Généralement les donneurs d'ordres travaillent par l'intermédiaire d'un portail propriétaire rendant plus onéreux le travail des services commerciaux sédentaires des fournisseurs. Il est à noter l'effort de l'entité Fer de France qui pousse à montrer l'exemple

de la filière aéronautique pour développer les études et le développement virtuel des moyens de transports et de leur certification. Il est important pour renforcer la supply chain du marché ferroviaire de lui donner plus d'agilité avec les nouveaux systèmes de communication.

En Europe, les pratiques de maintenance et de mise à niveau des matériels roulants et de l'infrastructure évoluent avec l'arrivée de nouveaux opérateurs, mais aussi avec le transfert dans les nouveaux contrats de cette charge des sociétés gouvernementales vers des sociétés privées spécialisées. Et l'arrivée prochaine des services de surveillance en ligne de l'état de fonctionnement des fonctions et composants principaux d'un matériel roulant ou d'un système de signalisation et d'infrastructure.



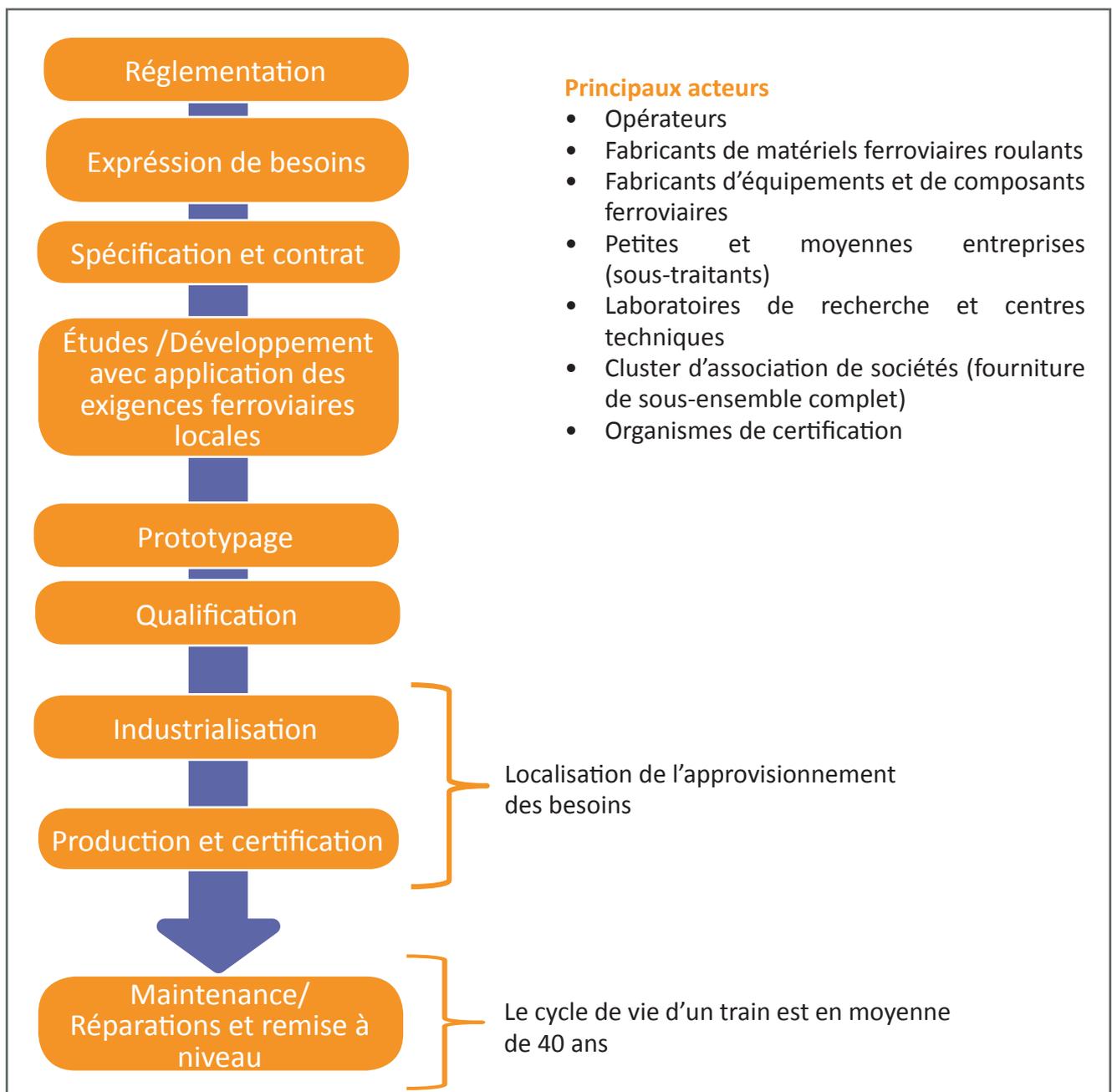
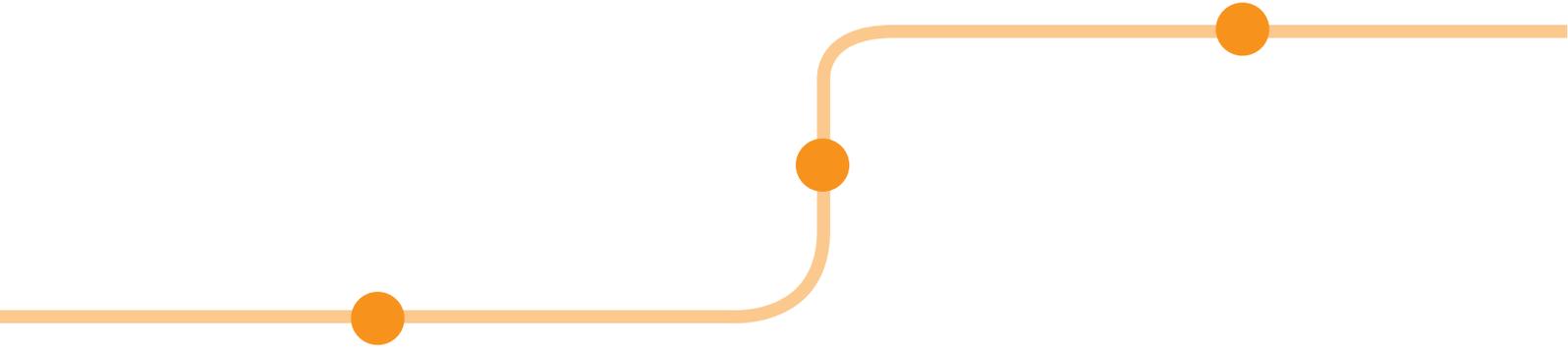


Figure 6 : La chaîne de valeur du ferroviaire



1.2.4 - Principaux programmes et appels d'offres en cours

Signalisation

- Alis Tricolour lighting cross,
- Cab Radio, ERTMS, EVC, SIVE
- Singapore & Nanjing
- CRIS, TETRA Radio

Infrastructure

- Automatic cross point – PIPC, switch relays cabinet
- Deck Automatic Train Control

Matériels roulants

Métro

- MI09, MF2000
- Metro de Lille, Régie des Transports de Marseille (RTM), MP05, MP14
- Neoval Rennes, VAL in Los Teques & Torino
- Ankara, Rio Tinto
- Smart métro et RER NG pour le Grand Paris en développement

Intercité / Trains Régionaux

- Regio2N, NAT
- Prasa, Regiolis, TTNG, Z2N
- Prasa, TTNG

Train à grande vitesse

- AGV2, RGV2N2, RGV2N2-3UFC, KTX
- TGV Duplex
- ICE, 3UFC

Tramway

- Citadis, Ottawa
- Talgo Russia
- Citadis X05

Locomotives

- KZT

Figure 7 : Principaux programmes et appels d'offres en cours



2 - Attentes des donneurs d'ordres

2.1 - Des attentes génériques vis-à-vis des fournisseurs

Les constructeurs et équipementiers cherchent à renforcer leur chaîne de fourniture, sachant que 60 à 70% de la valeur d'un train correspond à de la sous-traitance externe et à des activités d'achats.

Les programmes ne sont plus à l'échelle régionale ou nationale, mais au niveau mondial. Le développement de ces groupes passera donc par leurs capacités d'innovation et d'exportation. Leurs clients ont besoins de fournisseurs ayant des localisations géographiques mondiales, avec une très bonne couverture de distribution et/ou des sites d'assemblage et de production locaux, pour répondre aux exigences de compensations des Contrats commerciaux. Ces exigences contractuelles sont de plus en plus répercutées sur les fournisseurs.

Les constructeurs et équipementiers reconnaissent que la profession utilise encore assez mal ses fournisseurs, se comportant souvent en donneurs d'ordres assez rigides, mais souhaitant désormais mieux utiliser les capacités d'ingénierie de ceux-ci.

Les donneurs d'ordres mettent également en avant l'impératif de sécurité du secteur et la durée de vie très importante des matériels (jusqu'à 40 ans) pour insister sur la sûreté de fonctionnement, dans un environnement de budgets publics contraints et de pression sur les prix liée aux nouveaux entrants asiatiques.

Les constructeurs souhaitent se diriger vers une électronique modulaire et distribuée.

Leurs besoins vont vers des modules sécurisés et interconnectés (pour les liaisons à l'intérieur et à l'extérieur des véhicules), avec un accroissement des fréquences de communication entre systèmes et une multitude de capteurs (capteurs de type MEMs, capteurs à effet hall, capteurs optiques, etc.), des étiquette RFID, etc. Les contraintes économiques plaident pour une utilisation croissante de standards industriels en lieu et place d'architectures spécifiques, voire un jour de standards de l'industrie automobile, mais toujours en conformité avec les normes locales de tenue à l'environnement climatique, mécanique et électrique du milieu ferroviaire (EN, NAFTA, BS, GHOST, CECC...).

2.2 - Attentes des donneurs d'ordres

Le matériel roulant et la signalisation sont les deux segments principaux du marché ferroviaire qui utilisent de l'électronique. Selon le cabinet Roland Berger, le marché accessible en Europe pour ces deux segments est de 18,5 milliards d'euros (50% du marché européen tous segments) réparti comme suit :

- Matériel roulant 13,5 milliards d'euros ;
- Signalisation 5,0 milliards d'euros.

Le Marché ferroviaire européen pour les équipements électroniques s'élève à 1,6 milliard d'euros (source : Cabinet Décision).

2.2.1 - Attentes des donneurs d'ordres au niveau des produits et des composants

Le pôle i-Trans a défini les axes prioritaires de développement des matériels roulants dans lesquels s'inscriront les besoins en électronique.

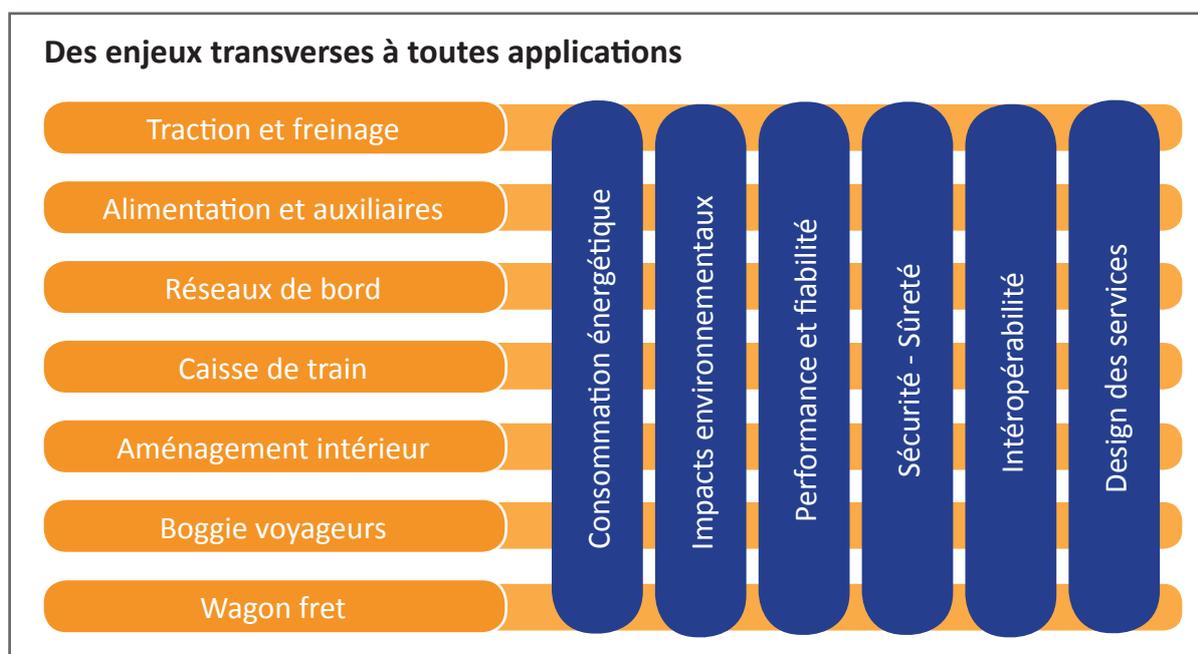


Figure 8 : Axes prioritaires de matériels roulants en France. Source : Pôle i-Trans

Aménagement intérieur

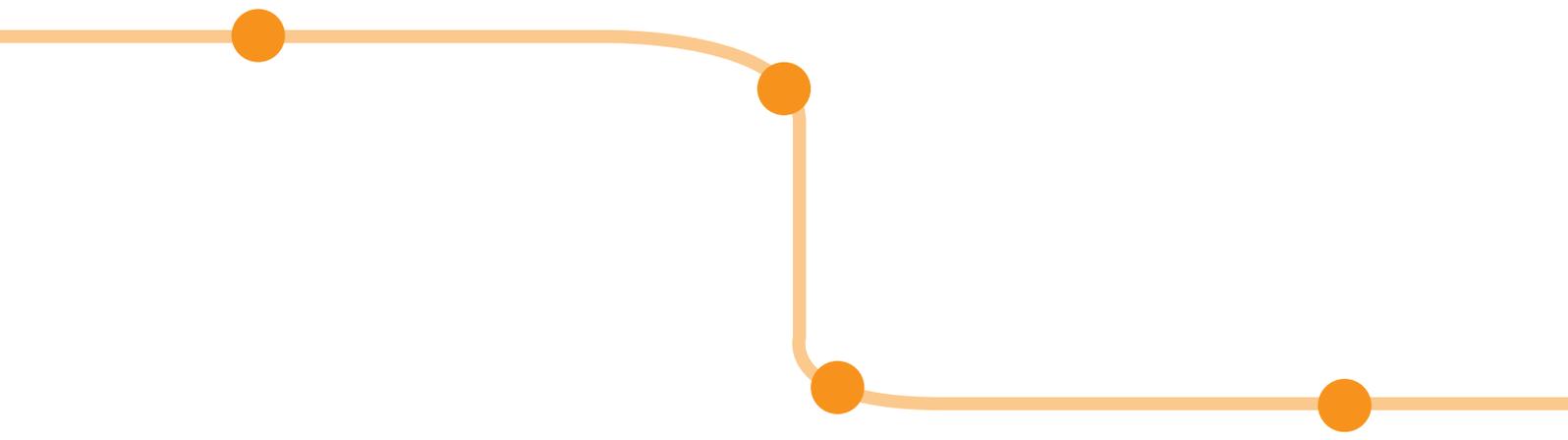
- Accès IP public et services internet personnalisés ;
- 10 ans de durée de vie ;
- Basé sur une offre composants standards (sur étagères) ;
- Infotainment, géolocalisation, info temps réel ;
- Bande passante élevée entre sol et train (Cf. figure 9).

Alimentation et auxiliaires / Réseaux de bord

- Fonctions liées aux opérations et à la sécurité, intégrées dans des réseaux IP privés ;
- 40 ans de durée de vie ;
- Très forte disponibilité (et redondance dans la plupart des cas).

Traction et Freinage

- Très hautes fonctions d'intégrité ;
- Réseau dissocié/spécifique sécurisé (SIL 3 et 4) : ouverture / fermeture de portes, ...



Bande de fréquences	Applications
31-32 MHz	Voice
50 - 65 MHz	TV semi-embedded
70 -151 MHz	Remote control
152 - 180 MHz	Operation, Construction, Analog3RP
414 - 429 MHz	IRIS- safety radio
876,2 - 879,8 MHz	Voice & Data
921,2 - 924,8 MHz	GSM-R Railway control systems
2,4 GHz & 5,8 GHz	Wi-Fi access (std IEEE802,11a/b/g/n)
5,875 GHz - 5,905 GHz	std IEEE 802,11p « wave» applications mobiles vehiculaires urbains V2V & V2I

Figure 9 : Train connecté : Bande passante élevée entre sol et train

Il y a des sujets importants à traiter dans la fourniture de composants et de sous-systèmes électriques et électroniques tels que :

La compatibilité électromagnétique - EMC

- Il faut disposer de la caractérisation et de la modélisation des phénomènes de radiations électromagnétiques.
- Il faut développer les solutions pour contrôler les émissions électromagnétiques.

Les applications de contrôle-commande

- Il faut développer les systèmes d'interconnexion électriques et électroniques pour le contrôle-commande pour répondre aux exigences de sécurité niveaux SIL3 & SIL4.
- Il faut qualifier les composants et systèmes de logiciels des composants FPGA.

- Il faut développer les protocoles pour les réseaux de communications innovants et sécurisés.
- Il faut assurer les communications dans toutes les situations y compris les tunnels avec des technologies wireless assurant la sûreté des transmissions de données et la sécurité de fonctionnement de l'ensemble.
- Créer une nouvelle génération de réseaux ERTMS.

Le recyclage

L'ensemble des produits et systèmes électriques ou électroniques doit être recyclable.

L'accroissement des besoins de systèmes pertinents de communication et de signalisation de la part des opérateurs pour les raisons suivantes :

- sécurité
- opérabilité
- qualité de service

L'enregistrement des données

Les systèmes de vidéo-surveillance à bord des véhicules (enregistrement des faits pour les investigations après un accident, ou la détection d'événements anormaux) dans le respect des libertés de chacun.

La géolocalisation

Assurer et préciser la géolocalisation en temps réel (liaison satellite, radio GSM, solutions RFID et systèmes de communication sol, air, à l'intérieur et à l'extérieur des trains).

L'interface entre les équipements à bord et l'infrastructure sol

- Les besoins augmentent pour un système de communication de haute fiabilité embarqué et au sol. La précision entre les fréquences de transmission et de réception est importante pour éviter toute interférence qui apporterait une confusion dans les signaux ou modifierait l'intégrité de l'information envoyée.
- Il y a aussi un besoin de précision pour les temps de réponse de la transmission de l'information par exemple ; un commutateur et un autre équipement de signalisation. Le temps de réponse est vital.

Au sol

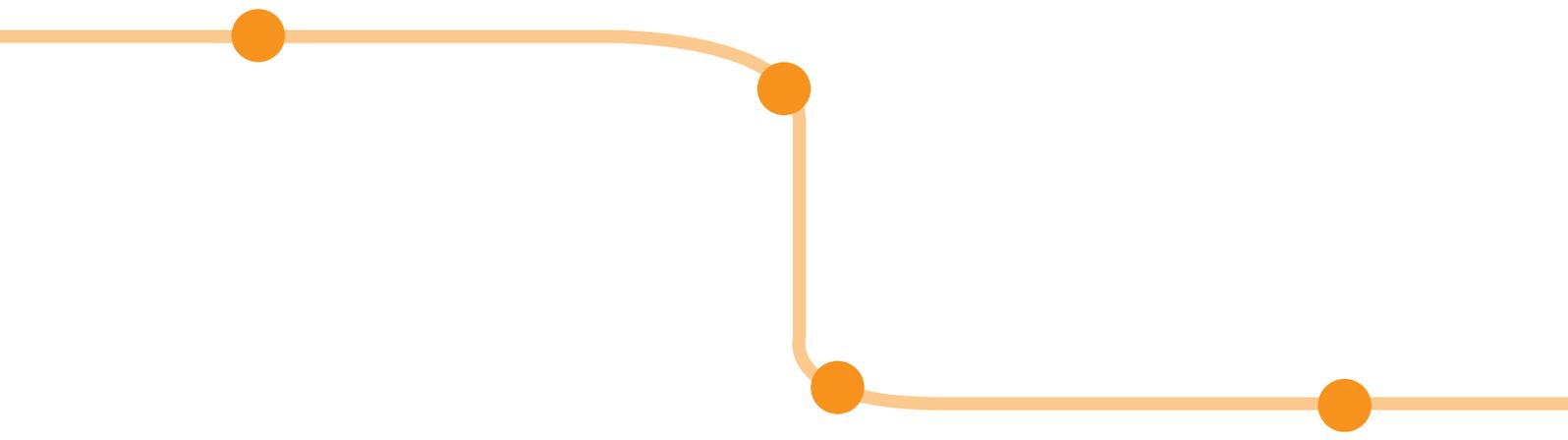
Résoudre les problèmes de synchronisation de fréquences dus à leur manque de précision, ce qui peut provoquer d'importants dommages

au système complet lorsqu'ils sont connectés au système de traction du train. La chaîne de traction est séparée du neutre de l'alimentation électrique et demande un ajustement de fréquence tous les 50kms. C'est un point majeur pour le réseau ferroviaire français.

A bord

- Connaître et prévoir les temps de trajet en temps réels etc. et communiquer l'information aux passagers.
- Accroître la précision de tous les systèmes wireless TCMS (*Train Control and Monitoring System*) selon les protocoles de communication WLAN, GSM, GPRS, UMTS développer leur installation à bord des trains.





2.2.2 - Attente des donneurs d'ordres au niveau des services

Evolution des fournisseurs en Electronique, la chaîne de valeurs

Les capacités des fournisseurs en études et développement restent sous-utilisées aujourd'hui :

- Les intégrateurs n'utilisent qu'une petite partie des capacités Engineering des fournisseurs. Il faut orienter l'expression de besoins vers des spécifications fonctionnelles.
- Les sous-traitants qui peuvent contribuer à la recherche de compétitivité par leur savoir faire ne sont pas utilisés dans les phases Engineering.
- Les fournisseurs de services Engineering ne sont pas utilisés durant les phases d'industrialisation et production.

Développement des nouvelles méthodes de fabrication des matériels roulants

Nécessité de recevoir des systèmes et ensembles prêts à être intégrés dans nos véhicules.

- Continuité du mouvement entamé ces dernières années dans ce domaine.
- Recherche d'alliances stratégiques entre fournisseurs.

Mesure et amélioration de la performance « globale »

- Nécessité d'étendre les notions de performances à l'ensemble du cycle de vie des produits et non plus seulement à des notions de délais de livraison ou de qualité initiale.
- Besoin d'anticiper davantage les courbes de fiabilisation, la mise en place des stocks de consignation,...
- Volonté d'établir des moyens de mesure pertinents de cette performance globale.
- Poursuite de la montée en cadence entamée en 2013.
- Assurer la mise en place des stocks de consignation, le traitement des modifications.

Développement de la standardisation

- Nécessité d'augmenter significativement le pourcentage de réutilisation des composants ou sous-composants.
- Forte attente de la part des fournisseurs en matière de proposition de standardisation et de réutilisation de solutions éprouvées.

Les défis d'aujourd'hui et de demain auxquels doivent répondre les matériels roulants, la signalisation et l'infrastructure ferroviaire : plus de sécurité, moins de consommation d'énergie,

plus de capacité, plus de communication,.. ne peuvent être atteints que par l'utilisation de plus en plus importante de l'électronique embarquée communicante.

FORCES
Chaîne de valeur déjà opérationnelle sur les marchés de l'aéronautique et automobile.
Bonnes relations avec les utilisateurs finaux et les équipements de matériel roulant en France, Espagne, Benelux (Alstom, Ansaldo, Bombardier, CAF, Faiveley, Siemens, Talgo, ...)
Les solutions basées sur les systèmes ERTMS & les communications Ethernet à bord sont des facteurs clefs de succès
Bon réseaux de distribution dédiés et efficaces
Possibilité de développer des solutions / produits innovants avec les clients dans une approche de coopération
Capacité de développer des produits spéciaux répondant à l'environnement ferroviaire
Bon environnement industriel pour répondre aux besoins du marché (qualité, flexibilité, réactivité), possibilité de fournir rapidement des prototypes
Capacité de tester et qualifier les produits via les laboratoires publics et privés en étroite relations avec les opérateurs et prescripteurs
Bonnes relations avec la SNCF/RATP et les comités de standardisation

Figure 10a : Les forces de l'électronique française sur le marché du ferroviaire

AMÉLIORATIONS
Effort sur la compétitivité internationale liée au paramètre de volumes produits
Accroître la présence internationale en accompagnement des donneurs d'ordres
Respect des livraisons à l'heure
Réduire le temps de développement, de qualification et de lancement des nouveaux produits pour le marché ferroviaire

Figure 10 b: Les améliorations de l'électronique française sur le marché du ferroviaire

2.3.2 - Exemples d'applications

Dans le cadre du futur train connecté, on trouve de nombreuses applications de l'électronique française qui seront développer dans les trains. L'augmentation du Trafic passager nécessitera la mise en place de nouveaux réseaux embarqués par une gestion plus efficace du flux (cf fig 11).

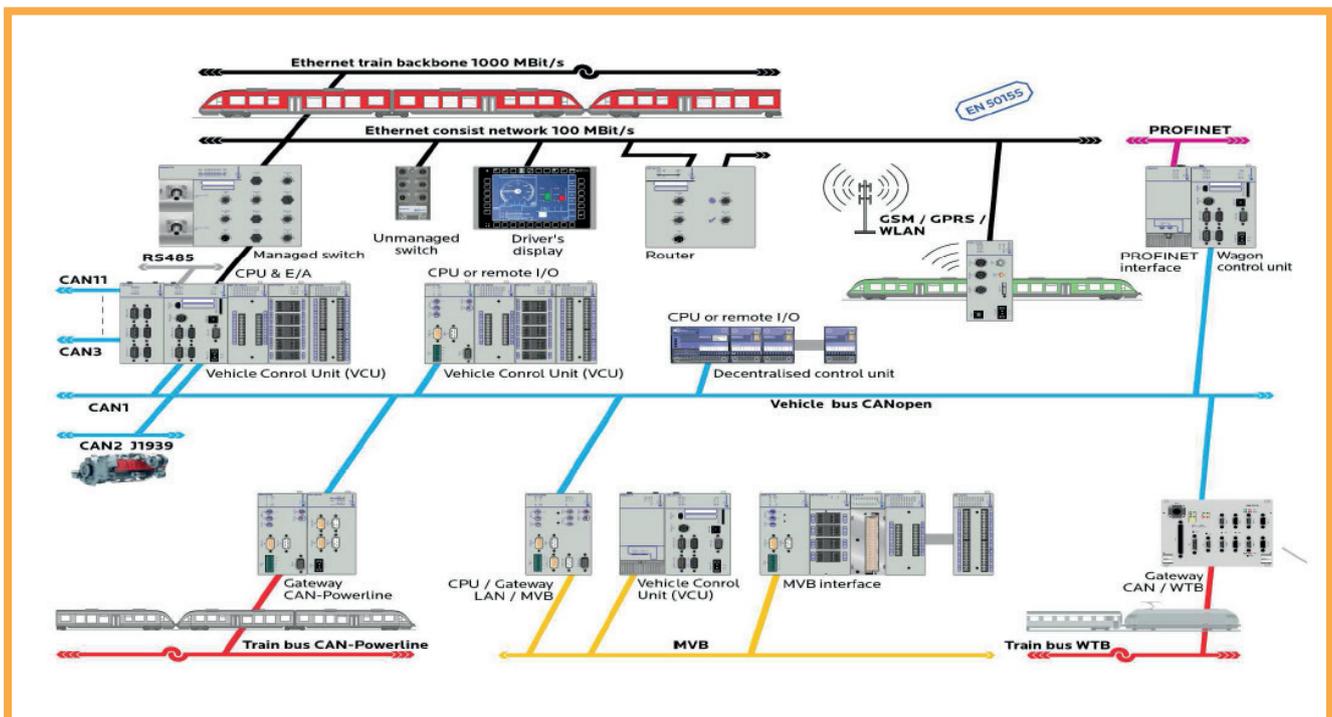


Figure 11 : Source Pôle i-Trans

Quelques exemples d'applications :

- Signalisation : L'ERTMS et le réseau de communication GSM-R ;
- EVC : European Vital Computer (calculateur embarqué) ;
- Détection sol-train par euro-balises ;
- Applications télématiques pour le fret marchandises Billetique NFC et systèmes de contrôle sécurisés ;
- RBC : Radio Block Centre (la cabine de signalisation informatisée) ;
- Portes automatiques et systèmes de sécurité ;
- Système d'information passagers via l'informatique « en nuages » ;
- Système de comptage rapide de passagers par mesures infrarouges de distance.

L'industrie de l'électronique en France devra relever à court terme le défi du train connecté à la fois par le développement de nouveaux composants et par une forte pervasion de nouvelles applications dans le train telles qu'illustrées figure 12.

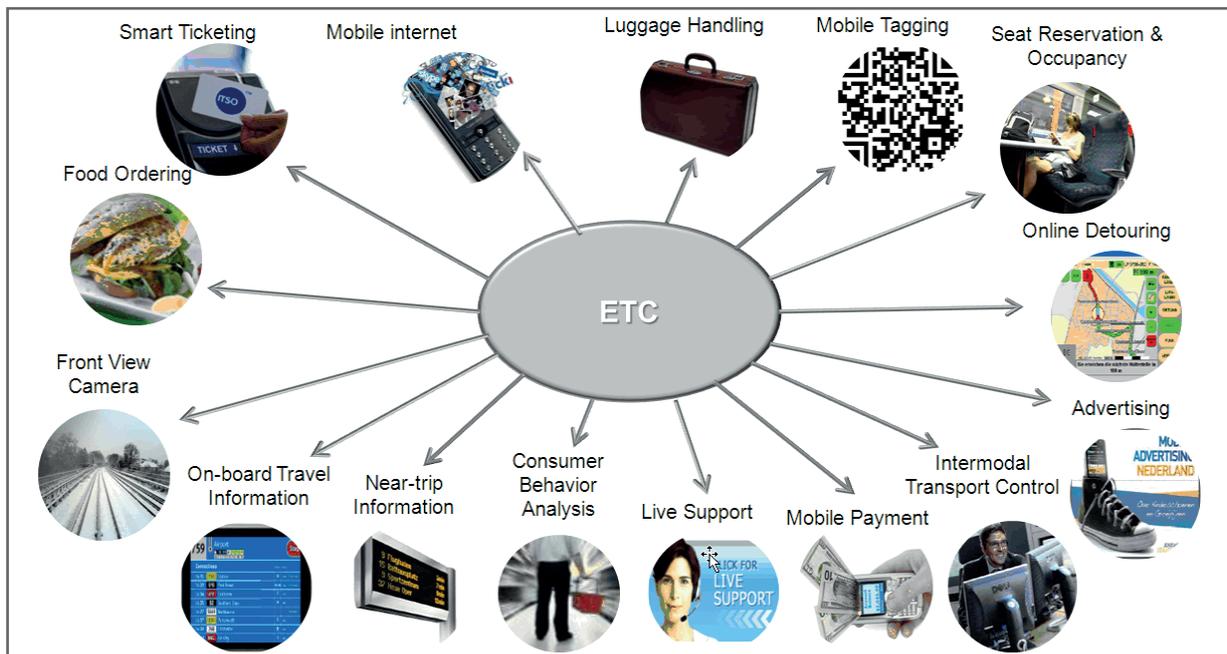


Figure 12 : Matériel roulant. Source : Bombardier

Les enjeux du train communicant/connecté

Enjeux	Objectifs	Solutions
Le train de demain devra être communicant et interagir avec les différents éléments de son environnement afin de s'adapter aux situations d'exploitation (consommation d'énergie, maintenance prédictive, augmentation de la capacité, fluidification du trafic, besoin d'informations embarquées et info divertissement...).	<p>Communications haut débit entre les trains et équipements d'infrastructures.</p> <p>Accroître l'agilité des trains du futur et leur interopérabilité avec les autres modes de transports.</p> <p>Généraliser la maintenance en ligne des composants, équipements et systèmes d'exploitation, de contrôle commande afin d'augmenter l'efficacité de l'exploitation, réduire le temps d'immobilisation des flottes de trains...</p> <p>Accroître la sécurité du train et des passagers. Etendre les apports pour le conducteur, et les personnels de bord ...</p> <p>Incrémentation des systèmes de signalisation et de régulation du trafic : ERTMS...</p>	<p>Communications radio, par satellites, WIFI, communication par logiciel type HTML5 avec les autres écosystèmes /véhicules.</p> <p>Calculateurs électroniques embarqués miniatures, modulaires, sécurisés.</p> <p>Nouvelles interfaces homme-machine, développement de nouveaux automatismes embarqués et en infrastructures sols.</p> <p>Développement des systèmes mécatroniques : capteurs, interfaces avec électroniques intégrées...</p> <p>Développement de l'automatisation des trains jusqu'au « driverless » pour tous les types de matériels.</p> <p>Développement du cloud à bord et transmission de tous types de données par internet.</p>

Figure 13 : Focus sur le train communicant / connecté

2.3.3 - Tendances de l'électronique

Dans la chaîne de traction du futur le besoin en composants critiques se portera sur :

- l'électronique de puissance : composants SGBT, condensateurs de puissance aux systèmes de refroidissement renforcés, bus barres, capteurs inertiels,
- environnement moteur,
- aimants permanents devant tenir les hautes températures, l'étanchéité,
- connecteurs haute tension étanches,
- des batteries à rendement optimisé Li-ion,
- des systèmes de climatisations de l'électronique de puissance.

2.3.4 - Contrôle commande et communication

- composants actifs utilisant les dernières technologies multi-coeurs
- l'arrivée du composite entraîne à renforcer les compatibilités électromagnétique de la norme EN 60953 et 6100 en CEM.





3 - L'Innovation dans le ferroviaire

De nombreux **programmes de recherche** supportent les innovations du domaine.

- Programme Horizon 2020 : programme dont le budget a été voté par le parlement européen
http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index_en.cfm
- Programme Shift²rail : programme de recherche technologique dont le budget de 1,5 million d'euros a été voté par l'organisation européenne de l'industrie ferroviaire UNIFE. L'association UNIFE regroupe les 15 plus grandes sociétés européennes fabricants des matériels roulants et équipements ferroviaires. Ce programme est géré par la Commission européenne dans le cadre du programme Horizon 2020.
www.unife.org/page.asp?pid=201
www.i-trans.org/mediatheque/pdf/RIM_conf_2012/UNIFE.pdf
- Association Railenium : Institut de Recherche Technologique (IRT). Les IRT sont des Instituts thématiques interdisciplinaires qui rassemblent les compétences de l'industrie et de la recherche publique. Ils impliquent une logique de co-investissement public-privé et une collaboration étroite entre tous les acteurs. Ils visent à renforcer les écosystèmes constitués par les pôles de compétitivité.

Les laboratoires spécialisés

- IFSTTAR : Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux.

Les organismes de soutien

- i-Trans : i-Trans est un pôle de compétitivité mondialement reconnu parmi les plus performants de France et devenu le pôle référent pour le ferroviaire au niveau national. i-Trans catalyse des projets d'innovation qui associent entreprises et organismes de recherche, dans les domaines de l'automobile, du ferroviaire et de la multi-modalité fret et voyageurs. Les membres du pôle i-Trans (industriels, chercheurs, représentants d'établissements d'enseignement supérieur) sont tous impliqués dans un ou plusieurs Cercles d'Animation Projets (CAP) thématiques, ciblés sur les segments de marché prioritaires, et les CAPs transversaux sur la formation et les compétences d'une part, sur l'industrialisation et la mise sur le marché d'autre part. Ces CAP sont l'outil d'animation principal du réseau, en vue de l'émergence de projets en cohérence avec la feuille de route stratégique du pôle de compétitivité. Des projets et idées de projets peuvent y être déposés pour maturation, accompagnement aux appels à projets, expertise et labellisation.
www.i-trans.org/en/
- BPI France : La Banque Publique pour l'investissement fournit des solutions de financement pour supporter le développement de l'innovation. Un programme spécifique de 40M€ consacré « à la Croissance Ferroviaire » a été lancé en juillet 2013.
www.bpifrance.fr

4 - Réglementations & Certifications ferroviaires



L'Agence de Chemin de fer européenne (l'ERA) est l'agence de l'Union européenne qui définit les spécifications techniques d'interopérabilité et de sécurité des réseaux ferroviaires qui s'appliquent au système Ferroviaire Transeuropéen. L'ÈRE publie un document récapitulant le statut du TSIS. [1] L'ÈRE met des cibles (objectifs) communes de sécurité, des méthodes communes de sécurité et des indicateurs (clignotants) communs de sécurité, après la Directive 2004/49/EC et des amendements. L'ÈRE accueille (héberge) aussi un certain nombre de bases de données, parmi lequel un registre (enregistreur) de maintien, des règles nationales applicables.

L'agence a deux sites principaux, tous les deux dans le Département Nord. Le siège social avec les bureaux (fonctions) de toute l'agence est placé (localisé) dans Valenciennes.

L'Agence Française de certification ferroviaire, CERTIFER, fondée en 1997, possède le statut d'association loi 1901. Ses membres représentent toutes les parties prenantes du monde des transports guidés (gestionnaires de l'infrastructure, exploitants, industriels, organismes d'expertises.

IRIS (*International Railway Industry Standard*) est le référentiel reconnu par l'industrie ferroviaire pour l'évaluation des systèmes de

management de qualité au niveau international. Créé en 2006 à l'initiative de l'UNIFE (Union des Industries Ferroviaires Européennes), il répond aux fortes attentes des opérateurs ferroviaires sur des questions de compétitivité du secteur et la mise à disposition d'installations et d'équipements de haute qualité pour un usage quotidien.

Basé sur la norme ISO 9001, IRIS englobe les caractéristiques de ce référentiel et intègre des exigences spécifiques au secteur ferroviaire, telles que le management multi sites, le contrôle des changements, la configuration management... Toute organisation certifiée IRIS, obtient automatiquement la certification ISO 9001.

La certification IRIS évalue 200 critères au travers de cinq grands axes :

- Système de management de la qualité
- Responsabilité de la direction
- Management des ressources
- Conception du produit
- Mesures, analyses et améliorations



5 - Propositions de développement

Proposition 8 : Travailler avec l'Ifsttar centre de recherche et laboratoire pour développer une démarche de validation et de qualification des composants et systèmes électroniques pour les équipements et matériels ferroviaire mondiaux du futur dans le respect des exigences d'environnement en associant les organisations de certification européennes comme Certifer.

Proposition 7 : Développer l'enseignement supérieur en créant un module sur l'électronique de Bac+1 à Bac+8 au sein de l'université de Valenciennes et du cambrais, et/ou de Lille, cette formation doit être en phase avec les besoins des entreprises du ferroviaire.

Proposition 6 : Accompagner l'offre des adhérents ACSIEL en renforçant les liens de la supply-chain Amont/Aval des fournisseurs et fabricants de composants et systèmes électroniques européen pour le ferroviaire.

Proposition 1 : Prise en compte de l'importance croissante de l'architecture électronique pour les performances, la productivité et la sécurité des matériels ferroviaires et des passagers. Adhésion croisée ACSIEL/ pôle de compétitivité i-Trans.

Proposition 2 : Participation ACSIEL/FIEEC (GT Mobilité) aux différents événements du domaine thématique de la « mobilité ».

Proposition 3 : Contribution de la filière Française de l'électronique en synergie avec l'ensemble des syndicats professionnels de composants, systèmes, logiciels, sécurité numérique à l'établissement de la roadmap technologique de l'industrie ferroviaire pour le « train connecté sécurisé » du futur.

Proposition 4 : Participer aux projets de recherche présentés par le pôle de compétitivité i-Trans, les IRT ou l'association Railenium dans le cadre du programme Horizon 2020 / Shift²rail, en créant un relais (portail informatique) dans ACSIEL auprès des donneurs d'ordres qui poseraient leurs besoins et qui seraient redirigés vers les membres du syndicat professionnel concerné.

Proposition 5 : Etendre la présentation des solutions de haute technologie des adhérents d'ACSIEL et de ceux en synergie de la FIEEC chez les grands donneurs d'ordres du marché ferroviaire européen.



Figure 14 : Illustration des propositions de développement d'ACSIEL

Conclusion



Depuis son apparition en 1879 avec la première locomotive de Siemens l'électrotechnique s'est développée pour la traction ferroviaire au même rythme que pour les autres secteurs industriels. C'est depuis les années 1950 avec l'arrivée de l'alimentation en énergie 25KV/50Hz que l'électronique de puissance a développé les Red Hg (redresseur à vapeur de Mercure), puis à partir des années 1960 les diodes Silicium, et dès 1970 les thyristors rapides et vers 1980 les thyristors à blocage par la gâchette GTO et les IGBT. Maintenant l'énergie est répartie le long des rames avec des moteurs asynchrones au niveau des bogies associés aux transistors IGBT. Dans les prochaines années, la recherche de performances et le respect des critères environnementaux comprenant la réduction de consommation de CO₂, va accroître les besoins de développement de nouveaux composants de puissance pour la chaîne de traction dans les fonctions de traction/freinage dynamique, et les auxiliaires associés.

Les matériels roulants et la signalisation contrôle-commande sont en train d'évoluer. Le train devient « connecté » pour le wifi à bord, et à court terme il deviendra « connecté sécurisé » pour les toutes fonctionnalités passagers, opérateurs et les fonctions du train. Internet vient à bord des trains, cela répond aux besoins croissants d'interopérabilité. Aujourd'hui, les développements de nouveaux capteurs, de calculateurs de plus grande capacité de traitement des données, sont engagés. Ils seront utilisés pour le confort et l'information des passagers, l'augmentation des flux du trafic, l'optimisation de la productivité des trains et donc de leur rentabilité économique et la sécurité des passagers.

Les trains, tramways, métros, locomotives se digitalisent.

Aussi, les échanges de données devront se faire sur des fréquences et réseaux sécurisés. Les

composants et systèmes électroniques ainsi que les logiciels devront apporter ce haut niveau de sécurité de transmission aux trains et aux passagers. C'est une autre opportunité pour les sociétés de l'électronique membre d'ACSIEL de concourir à ces défis.

Les propositions de partenariat de la filière électronique exprimées dans ce livre blanc (page N°34) feront l'objet d'une large consultation auprès de la filière ferroviaire.

Le positionnement Européen des entreprises d'ACSIEL va permettre de supporter les sociétés entreprenantes du secteur ferroviaire à gagner de nouveaux projets par leur connaissance des normes et réglementations environnementales mais aussi liées aux propres produits qu'elles développent. Une amélioration de leur niveau de service sera rendue possible avec le déploiement des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication).

De nombreux jeunes sont attentifs aux succès de l'électronique française dans le domaine ferroviaire et sont prêts à rejoindre nos équipes. Nous souhaitons leur faciliter leur démarche en créant des ponts à travers des adhésions croisées avec par exemple le pôle de compétitivité i-Trans, fédérateurs de projets de R&T innovants, des laboratoires doctorants et les universités telle que l'IEMM, mais aussi directement au travers du réseau des membres ACSIEL.

L'électronique française souhaite déployer ses innovations et savoir-faire pour permettre à la filière industrielle ferroviaire française et européenne de prendre une position stratégique de leadership sur le marché ferroviaire mondial.

Michel RAMEZ

**Président du Groupe de travail
Transports Terrestres d'ACSIEL**



Remerciements

Ce livre a été élaboré avec la participation de :

ALSTOM

BOMBARDIER

DECISION
Etudes & Conseil

Faiveley
TRANSPORT


fédération des industries ferroviaires

 **freescale**[™]

 **IFSTAR**

 **infineon**

 **I-TRANS**

 **LEMO**
The Original Push-Pull Connect

 **PHOENIX CONTACT**

Radiall 

 **RAILENIUM**
TEST & RESEARCH CENTRE

Roland Berger
Strategy Consultants

 **SCE** SÉCURITÉ Composants
Électronique

smiths connectors

 **SNCF**

SRT Micro Céramique

 **ST**
life.augmented

 **TDK**

Nous les remercions pour leur contribution.



acsiel

Alliance des Composants et Systèmes pour l'Industrie Electronique



SIMTEC

TEST & MESURE

deviennent
au 1^{er} Janvier 2016



acsiel
Alliance Electronique

ACSIEL – Alliance Electronique, est née de la fusion d'ACSIEL, du GFIE et du SIMTEC le 1^{er} janvier 2016, compte 160 adhérents pour 120 000 salariés réalisant un chiffre d'affaires supérieur à 8 Md€. L'Alliance rassemble les acteurs des composants, des systèmes, du test, de la mesure et des équipements, consommables et services pour l'Industrie Electronique. ACSIEL – Alliance Electronique est membre de la FIEEC.



Alliance des Composants et Systèmes pour l'Industrie Electronique



ACSIEL - Alliance des Composants et Systèmes pour l'Industrie Electronique
 11-17 rue de l'Amiral Hamelin - 75 783 PARIS Cdex 16
 communication@acsiel.fr / 01 45 05 70 26

www.acsiel.fr