

RAPPORT D'ACTIVITÉS

**sma**  **optimising railways**



2018

La série de photographies de ce rapport d'activités se consacre aux différentes formes du voyage. Seul ou accompagné, de nuit ou de jour, sous terre ou en surface, les voyages sont aussi singuliers que les êtres humains eux-mêmes.

# Table des matières

<b>5</b>	Introduction
<b>8</b>	Continuité et cohérence dans les processus de gestion du système ferroviaire
<b>10</b>	Une sélection de projets de l'année 2018
<b>40</b>	Événements, publications et exposés
<b>41</b>	Chiffres-clés
<b>42</b>	Mentions légales



# Introduction

Chères lectrices, chers lecteurs

Cette année à nouveau, nous nous réjouissons de publier un rapport d'activités passionnant et illustré.

Comme à l'accoutumée nous y relatons les projets que nous avons accompagnés dans le domaine du Conseil et de l'IT, ainsi que nos activités de Recherche et Développement. Enfin, nous vous donnons un bref aperçu sur nos événements et publications, ainsi que sur quelques-uns de nos chiffres-clés.

En outre, notre éditorial intitulé « Continuité et cohérence dans les processus de gestion du système ferroviaire » évoque les différentes formes de déclinaison de l'horaire qui, en tant qu'élément transverse, constitue le dénominateur commun des différents processus nécessaires à la gestion du système ferroviaire.

Nous espérons susciter votre intérêt pour ces sujets captivants et vous souhaitons une agréable lecture de notre rapport d'activités 2018.

Eric Cosandey  
CEO, Directeur Division Conseil

Thomas Bickel  
Directeur Division IT





# Continuité et cohérence dans les processus de gestion du système ferroviaire

De par leur caractère systémique, les chemins de fer privilégient une approche holistique qui favorise la pluralité des perspectives selon différentes dimensions. Plusieurs concepts fondamentaux sont nécessaires à la compréhension d'un système :

- sa globalité, c'est-à-dire qu'un système est d'abord un ensemble d'éléments, dont le tout est plus que la somme de ses parties,
- ses interactions, c'est-à-dire que les éléments de ce système interagissent par l'intermédiaire de processus qui transforment les données d'entrée en produits de sortie,
- son organisation, c'est-à-dire l'agencement d'un tout en fonction de la répartition de ses éléments en niveaux hiérarchiques,
- sa complexité, c'est-à-dire la multitude et la variabilité des éléments et de leurs relations au sein du système et avec son environnement.

Le présent article se concentre sur un élément transverse, dénominateur commun des différents processus nécessaires à la gestion du système ferroviaire : l'horaire. Cette transversalité fait que comprendre l'horaire et ses différentes formes de déclinaison, c'est comprendre une large partie du système ferroviaire : sa globalité, ses interactions, son organisation et sa complexité.

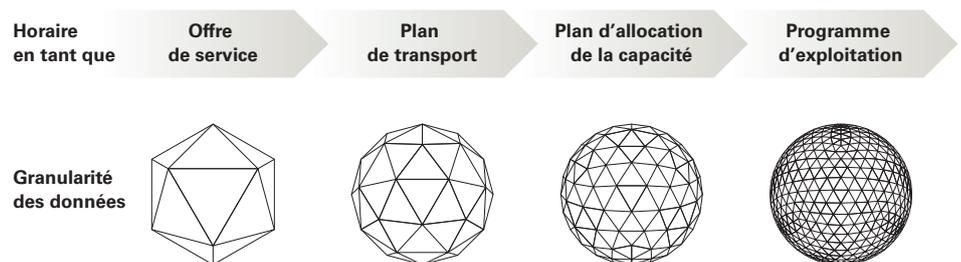
Mais qu'est-ce qu'un horaire ? La réponse n'est pas évidente puisqu'elle dépend du processus dans lequel il est considéré. Dans tous les cas, l'horaire n'est pas une fin en soi, mais bien un moyen mis en œuvre de manière transverse aux processus-clés dans la planification, la production et l'exploitation du système ferroviaire, et cela de manière continue et intégrée.

En phase de conception de l'offre, l'horaire est la traduction d'une intention de service et d'un objectif d'offre qui répond aux besoins de mobilité et à la demande escomptée. Il se traduit à travers des schémas de desserte améliorant les temps de parcours, les fréquences et les correspondances, dans une logique d'intégration multimodale permettant de proposer un service attrayant, base au développement de nouvelles prestations de mobilité. En phase de planification à long terme, cet objectif d'offre permet également de définir les besoins fonctionnels des infrastructures et du matériel roulant et ainsi de décliner une stratégie de développement, un phasage et donc un plan d'investissement à long terme du réseau.

En phase de planification de la production pour l'entreprise ferroviaire, l'horaire permet la traduction d'un plan de transport efficace maximisant l'utilisation des ressources à travers des roulements de matériel et de personnel optimisés. Il permet la planification de la maintenance du matériel et la localisation et le dimensionnement des ateliers et des installations de remisage.

En phase de gestion et d'allocation de la capacité pour le gestionnaire d'infrastructure, l'horaire est la traduction d'un partage de la capacité à court et moyen terme entre sillons (trains) et travaux (restrictions d'infrastructure). Il doit répondre aux besoins des différents métiers consommateurs de capacité et aux règles d'attribution de cette même capacité, tout en respectant les exigences techniques en vigueur (vis-à-vis par exemple du calcul de la marche des trains, la planification des réserves, la planification des mouvements techniques, la détection des conflits en ligne et dans les nœuds, etc.).

Enfin, en phase de (pré-)exploitation, l'horaire se traduit par un programme d'exploitation alors transmis aux systèmes de gestion du trafic pour la conduite des trains ainsi que la commande des itinéraires. Il est alors décliné sous toutes les formes nécessaires au processus d'exploitation, notamment pour la gestion en temps réel des incidents et des situations perturbées, indispensable aux systèmes d'information aux voyageurs, mais également à tous les intervenants du processus d'exploitation.



La déclinaison de l'horaire sous ces différentes formes, sorte de métamorphose par étapes, se traduit à travers diverses granularités des données (topologie de l'infrastructure, itinéraires des trains, etc.). Dans la pratique, cela se manifeste à travers l'affinage continu des modèles d'infrastructure et des trains avec le niveau de granularité adapté à la tâche. La continuité dans le processus de planification et de production de l'horaire assure ainsi la cohérence du système dans le temps et dans l'espace. De ce fait, les fonctionnalités de l'infrastructure et du matériel roulant déclinées en phase amont de conception de l'offre sont cohérentes tout au long du processus de planification et servent les besoins réels de la production, de la gestion de la capacité et de l'exploitation en phase aval.

Ainsi, l'adaptabilité de la granularité de cet élément transverse au système qu'est l'horaire se révèle un moyen puissant de faire évoluer le système ferroviaire, et ce malgré sa complexité, vers un état optimal répondant aux objectifs. Il permet surtout de piloter cette évolution de manière cohérente au cours des différentes étapes.





# Une sélection de projets de l'année 2018



**CFF SA : Assistance à l'établissement d'une vision cible du nœud de Bâle** Dans le cadre de l'étape 2030/35 du Programme de développement stratégique de l'infrastructure ferroviaire (PRODES), l'Office fédéral des Transports (OFT) a souhaité un approfondissement sur le nœud de Bâle afin de pouvoir se positionner sur la base d'une vision cible incluant l'ensemble des modes de transport.

SMA a accompagné le groupe d'étude dès la définition des objectifs de desserte en produisant des schémas de desserte intégrant l'ensemble des produits, c'est-à-dire l'ensemble de la desserte ferroviaire. Par la suite, de nombreuses itérations ont été effectuées afin d'optimiser les scénarios en s'assurant des temps de parcours sur les nouvelles infrastructures, de l'insertion dans les réseaux nationaux des trois pays concernés (Suisse, Allemagne, France) et de la faisabilité des infrastructures avec les services concernés de CFF Infrastructure. Par cette démarche intégrée, des solutions intéressantes pour le trafic régional et grandes lignes internationales ont été proposées.



**ÖBB-Personenverkehr AG : Évaluation des concepts d'exploitation** Afin d'assurer une conception économiquement pérenne de l'offre de transport, les ÖBB ont chargé SMA d'évaluer les concepts d'exploitation prévus pour les transports régionaux dans la Région Est (Vienne, Basse-Autriche et Burgenland). Région pour laquelle le trafic ferroviaire régional représente 42 Mio. de trains-km pour 151 Mio. de voyageurs. La Région Est est d'ailleurs la région affichant la plus grande croissance de voyageurs à l'échelle nationale. L'objectif de ce projet était d'optimiser les coûts de production en réduisant les besoins en matériel roulant, en réduisant les trajets à vide et en optimisant le portefeuille d'ateliers.

SMA a développé, analysé et comparé différents concepts d'exploitation variant en fonction de l'emplacement des ateliers, des heures d'ouverture de ceux-ci et des ateliers et de la planification du roulement du matériel roulant. Les adaptations du portefeuille d'ateliers ont été effectuées en étroite collaboration avec les services techniques des ÖBB.

Différents leviers d'optimisation du concept de production ont pu être identifiés et précisés. Grâce à un site de maintenance supplémentaire et à une nouvelle répartition du parc de matériel roulant entre les différents sites, des effets de synergie importants ont pu être obtenus dans la meilleure variante. Le travail a principalement été effectué avec le module Viriato de planification des roulements du matériel, complété par un modèle de planification de la maintenance. Un comité de pilotage a accompagné les travaux et en assure la mise en œuvre à l'échelle du Groupe.



**Verkehrsverbund Ostregion (VOR): Concept cible pour la Région Est** Le nœud ferroviaire de Vienne se caractérise par une charge très élevée en raison d’une croissance démographique constante. Les prévisions à long terme indiquent une poursuite de la croissance, de sorte que le réseau ferroviaire du nœud de Vienne doit être développé. Dans le cadre d’un projet pour l’autorité organisatrice (VOR), deux perspectives ont été examinées de manière plus détaillée.

Pour l’horizon à moyen terme, des scénarios ont été développés avec Viriato dans le cadre d’une étude d’horaire, dans lesquels des augmentations de l’offre dans les régions en croissance le long des lignes de l’Est et du Sud ont été considérées.

A long terme, VOR envisage de compléter le tronç commun existant du RER (S-Bahn) par des infrastructures supplémentaires. Des réflexions fondamentales ont été menées quant à la manière dont l’infrastructure peut être développée, par exemple par l’ajout d’une ligne nouvelle diamétrale ou en complétant les installations existantes. Les résultats ont été classés par ordre de priorité en coordination avec VOR, la ville de Vienne et les Länder concernés au moyen d’une évaluation globale, de sorte que les variantes privilégiées pour les phases d’étude ultérieures puissent être sélectionnées.



**SNCB: Amélioration de la robustesse du plan de transport sur l’axe Bruxelles-Gand/Courtrai** Depuis 2016, on constate une dégradation continue de la ponctualité sur le réseau ferroviaire belge. Des modifications récentes du plan de transport n’ont pas permis d’améliorer la ponctualité, malgré la suppression de certains services. La SNCB souhaitait mener une analyse objective du plan de transport et des données de régularité afin d’établir une approche efficace permettant d’améliorer la robustesse des horaires des trains.

Différents éléments peuvent être la source de la problématique. Afin d’éclaircir les causes de ce manque de robustesse et surtout de trouver d’éventuelles adaptations du plan de transport, la SNCB Transport a souhaité réaliser une étude de robustesse du corridor et se doter d’une méthodologie d’évaluation de la robustesse de son plan de transport qui devra être intégrée dans les processus internes.

L’étude menée par SMA a permis d’aborder les sujets suivants :

- Évaluation du plan de transport actuel afin d’identifier les points de fragilité vis-à-vis de la robustesse
- Analyse de l’impact de la configuration des éléments de l’infrastructure et évaluation des normes de planification en vigueur
- Proposition d’adaptations du plan de transport et « proof of concept » des adaptations dans l’outil Viriato par évaluation comparative de la robustesse
- Transmission de la méthodologie établie à SNCB Transport afin de permettre sa capitalisation et son intégration dans le processus de développement du plan de transport au sein de la SNCB

L'étude a permis d'évaluer la situation sur le corridor Bruxelles– Gand/Courtrai ; une analyse microscopique des performances de l'infrastructure et des données statistiques de la ponctualité a été effectuée, ce qui a permis d'identifier les contraintes infrastructurelles et de déceler des leviers d'action plus globaux relatifs aux processus. Cette étude a également mis en avant les enjeux à relever pour s'assurer que les trains circulent dans leur sillon dans la majorité des cas.

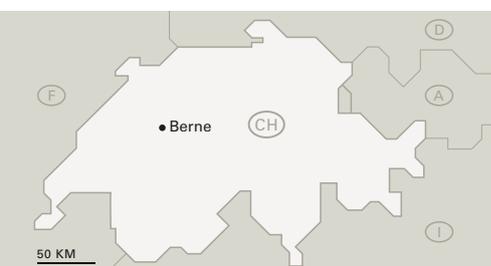


**Infrabel: Projet Phoenix – Évolution du réseau à long terme** Le plan d'investissements d'Infrabel pour les quatre années à venir a été approuvé au printemps 2017. Il n'existe cependant pas de vision claire de l'évolution du réseau ferroviaire belge à long terme. Le projet Phoenix, piloté par le service Strategy & Enterprise Steering d'Infrabel, veut apporter une réponse à cette question.

Dans ce contexte, l'objectif de l'étude a été d'analyser l'état du réseau et de proposer plusieurs scénarios d'évolution du réseau ferroviaire intégrant les contraintes économiques jusqu'en 2040.

En collaboration avec un partenaire, un audit de l'état des infrastructures du réseau et des besoins de renouvellement jusqu'en 2040 a été établi. De plus, un diagnostic objectif et uniforme de la capacité du réseau a été établi à l'aide d'un outil spécifique développé sur la base de la Plateforme algorithmique de Viriato.

Afin d'évaluer des pistes de solution pour l'exploitation du réseau à long terme, des leviers de réduction des coûts du réseau ferroviaire (CAPEX et OPEX) ont été identifiés et combinés dans deux scénarios contrastés d'évolution du réseau. Une analyse complète sous forme de concepts d'exploitation à l'horizon 2040 a été menée et a permis d'évaluer les besoins correspondants en assets, ainsi que les apports et impacts en termes d'offre sillons (selon différents indicateurs de performance quantitatifs).



**CFF SA: Élaboration et évaluation de nouvelles stratégies d'exploitation à long terme** Dans un contexte de mobilité en pleine mutation technologique et sociétale, les CFF ont mandaté SMA dans le but de participer à l'exploitation de pistes disruptives de développement de l'offre et de l'exploitation ferroviaire s'appuyant sur l'utilisation de nouvelles technologies (potentielles) afin d'augmenter l'attractivité et l'efficacité du système ferroviaire.

SMA a contribué à des workshops de scoping et de design thinking, puis a effectué une analyse des possibilités techniques et établi une liste synthétique de critères d'évaluation pour juger de la faisabilité et de l'efficacité de différentes stratégies nouvelles d'exploitation sur un corridor pilote. Trois stratégies ont été retenues, conceptualisées puis évaluées sur la base des critères prédéfinis. Ces concepts pourront être utilisés par la suite pour une application dans la planification à l'échelle du réseau entier.



**Sihltal Zürich Uetliberg Bahn (SZU): Analyse de marché pour l'acquisition de matériel roulant pour la ligne de la vallée de la Sihl** La SZU exploite la ligne 4 du RER (S-Bahn) de Zurich entre Zurich et la vallée de la Sihl. Avec le développement dynamique de la population et de l'emploi dans la zone de chalandise, un renouvellement du parc de matériel roulant est prévu en plus de l'extension de l'offre, grâce auquel les besoins futurs de la demande et de l'exploitation pourront être satisfaits.

Pour la prochaine acquisition de matériel roulant, une analyse de marché a été réalisée avant le processus de commande, au cours de laquelle les concepts de matériel roulant et leur disponibilité sur le marché ont été clarifiés.

En collaboration avec une entreprise partenaire, SMA a assisté la SZU dans la définition des besoins du nouveau matériel roulant sur la base du concept d'exploitation futur et de la demande prévue. SMA a notamment déterminé les exigences à partir de l'horaire et des échanges de voyageurs. Afin de vérifier le respect des durées de stationnement, l'étude a pris en compte des cas de charges critiques avec des voyageurs debout, un taux d'échange élevé à tous les arrêts, des pics de demande et l'effet de la répartition des voyageurs sur le quai. Sur cette base, les durées d'échange des voyageurs des différents concepts de matériel roulant et systèmes de portes ont été calculées et comparées aux données fournies par les constructeurs.

Une analyse des types et concepts de matériel roulant proposés par les constructeurs aujourd'hui et à l'avenir a permis de vérifier la disponibilité des véhicules appropriés. Enfin, la SZU a reçu une recommandation sur le concept et la configuration du matériel roulant, qui servira de base pour le cahier des charges.



**TransN: Planification à court et moyen terme de la ligne Littorail Neuchâtel-Boudry** La ligne à voie métrique entre Boudry et Neuchâtel nommée Littorail du réseau de TransN a fait l'objet de deux études.

La première traitant du court terme a permis de concevoir un horaire pour 2020 prenant en compte les nouvelles contraintes liées au renouvellement tant du matériel roulant que des installations de sécurité. La robustesse de l'horaire proposé a ensuite pu être démontrée à l'aide d'une simulation dynamique microscopique. L'impact des arrêts sur demande a été calculé sur la base des données de fréquentation.

La deuxième étude a permis d'établir un schéma directeur définissant le plan du développement par étapes de la ligne. Ce schéma directeur définit le développement simultané de l'offre, de l'infrastructure, et du parc de matériel roulant et garantit ainsi la compatibilité ascendante des projets réalisés à court terme. La demande a également été ponctuellement estimée. Ce résultat a été obtenu grâce à une démarche stratégique évaluant de manière exhaustive les possibilités de développement offre – infrastructure à long terme, puis par un travail de phasage pour identifier des étapes intermédiaires.



### **Chemins de fer nationaux du Chili (EFE): Simulation du corridor Santiago–**

**Alameda–Chillán** La ligne Alameda–Chillán s’étend sur plus de 400 kilomètres. La ligne abrite des circulations marchandises, des trains périurbains et le service voyageurs longue distance connu sous le nom « TerraSur » reliant Santiago à Chillán. Des aménagements d’infrastructure ont pour objectif de supprimer certaines sections à vitesse réduite sachant que la vitesse nominale de ligne atteint 140 ou 160 km/h selon les secteurs.

Dans ce contexte, EFE a mandaté SMA pour bâtir le modèle de simulation dynamique de la ligne dans le logiciel OpenTrack et pour former les équipes à l’utilisation du modèle. Par ailleurs SMA doit tester plusieurs scénarios de rehaussement de vitesse en cohérence avec les services pressentis sur la ligne et apporter son expertise d’optimisation des systèmes ferroviaires.

Le modèle dynamique est actuellement en cours de construction. La codification des systèmes de signalisation et de sécurité a été réalisée au cours d’un atelier de travail impliquant SMA et les équipes chiliennes dans nos locaux parisiens. Le pilotage de l’étude est effectué en étroite collaboration avec le management



### **Nahverkehrsverbund Schleswig-Holstein GmbH: Analyse de potentiel de trafic en Schleswig-Holstein**

Pour le compte de l’autorité organisatrice des transports du Schleswig-Holstein (NAH.SH), SMA a développé deux concepts d’offre pour l’ensemble du Land dans un projet précédent (« Horaire cadencé Schleswig-Holstein 2024/2030 »). L’objectif de ces concepts était d’accroître encore l’attractivité du transport ferroviaire dans le Schleswig-Holstein. Les éléments clés de ce développement de l’offre étaient l’optimisation des nœuds de correspondance, la réactivation de plusieurs lignes, la mise en service de nombreux nouveaux arrêts, l’ajout de nouvelles lignes régionales et de RER (S-Bahn) ainsi que diverses mesures d’accélération. Pour la communication de ces concepts dans le plan de transport régional du Land, les effets sur la demande devaient être examinés.

NAH.SH a demandé à SMA d’effectuer une évaluation du potentiel de trafic à l’échelle du Land pour chacun des deux concepts.

Dans un premier temps, SMA a utilisé le module Viriato d’analyse des durées de voyage pour évaluer en détail la qualité de l’offre pour toutes les relations origine-destination, la comparer avec la situation actuelle et établir les matrices origine-destination (plus de 100.000 relations). Dans un deuxième temps, l’évolution future de la structure de la population a été analysée, combinée aux résultats de l’analyse de l’offre et convertie en potentiel de trafic. Dans un troisième temps, le module d’allocation de la demande Viriato a été utilisé pour affecter la demande potentielle à chaque train des différents concepts.

Une comparaison avec la demande actuelle a finalement permis de déterminer la demande pour les concepts pour les jours ouvrables de 2024 et 2030 pour toutes les sections de ligne en Schleswig-Holstein. Il est apparu que les concepts prévus, en particulier en ce qui concerne l’afflux vers les agglomérations, entraînent dans certains cas une augmentation

massive de la demande. Les résultats ont été présentés graphiquement sous forme de serpents de charge pour toutes les lignes du Land et complétés par des statistiques sur le nombre de voyageurs-kilomètres par ligne et les volumes annuels du trafic dans l'ensemble du Land.



**Centre de compétences Cadencement Intégral en Rhénanie-du-Nord-Westphalie (KC ITF NRW): Poursuite du développement du cadencement intégral en Rhénanie-du-Nord-Westphalie** En 2018, SMA a de nouveau accompagné le KC ITF NRW et le développement du cadencement intégral en Rhénanie-du-Nord-Westphalie. SMA collabore à cette occasion avec un partenaire.

L'un des points importants a été la conception du cadencement du Land de Rhénanie-du-Nord « NRW-Takt 2025 », dans lequel la coordination des objectifs de desserte des transports nationaux et régionaux a joué un rôle particulier. Pour le corridor Cologne–Berlin en particulier, diverses variantes conceptuelles ont été développées, discutées en groupes de travail avec l'ensemble des acteurs concernés et développées en un concept global.

Les modes de traction sans émissions locales jouent un rôle particulier dans les concepts d'offre futurs. Pour le compte de KC ITF NRW et de la NRW, SMA a réalisé des études sur les modes de traction électriques (électrification ou à batteries) et a identifié des améliorations possibles, telles que de nouvelles diamétralisations, des réductions de temps de parcours ou des arrêts supplémentaires.

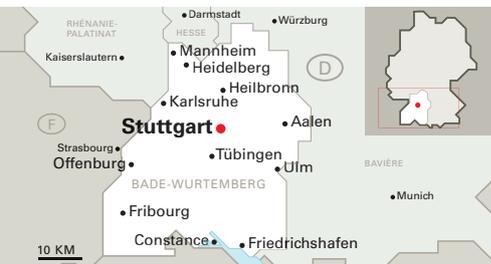
L'accent a également été mis sur l'élaboration d'horaires travaux pour les différentes étapes de construction de l'extension du Rhin-Ruhr-Express (RRX). Dans le cas de fermetures de lignes, diverses options de détournement pour les trains régionaux ont été étudiées et des petites mesures d'infrastructure ont été identifiées sur les itinéraires de détournement.

Comme à l'accoutumée, les résultats des travaux en Rhénanie-du-Nord-Westphalie ont largement été présentés et discutés au sein de diverses assemblées. Le travail a été complété par le suivi annuel du volume de prestations et la mise à jour du graphique réticulaire actuel.

Les travaux d'accompagnement se poursuivront également cette année.







**Bade-Wurtemberg : Révision du concept de l'offre Stuttgart 21** Un concept d'offre du groupe de travail Wurtemberg est disponible pour l'horizon de mise en service de Stuttgart 21. Toutefois, il a été montré ces dernières années qu'en raison de divers facteurs (par exemple la disponibilité des véhicules, l'infrastructure ou la stabilité de l'exploitation), ce concept peut ne pas être mis en œuvre avec la qualité d'exploitation souhaitée par le Land. Le Land de Bade-Wurtemberg a chargé SMA de développer un concept avec plus de réserves mais sans inconvénient majeur pour l'offre. Le trafic grandes lignes et le RER (S-Bahn) doivent être laissés pratiquement inchangés par rapport au concept existant.

Des objectifs de planification sont définis avec le maître d'ouvrage et, sur la base du concept existant, une analyse de chaque ligne d'accès est effectuée afin de déterminer les possibilités d'adaptation. Dans la mesure du possible, plusieurs variantes sont élaborées pour chaque ligne et une variante optimale est déterminée. Sur la base de ces variantes radiales, un concept global peut alors être développé. Pour le nœud de Stuttgart, il faut tenir compte de l'occupation des voies en gare ainsi que des souhaits de diamétralisation. En raison des positionnements horaires partiellement différents par rapport au concept existant, une analyse approfondie et une reprise de l'horaire des lignes non utilisées par des trains en provenance et à destination de la gare centrale de Stuttgart est également nécessaire.

Sur la base de plusieurs critères (par exemple les besoins de roulement du matériel et les durées de stationnement à Stuttgart) et d'une analyse complète des temps de parcours, il sera examiné si ce nouveau concept est équivalent au concept existant du point de vue de l'offre.

En outre, d'autres thèmes ont été examinés au cours de l'année pour des horizons avant ou après la mise en service.



**Münchner Verkehrsgesellschaft (MVG) : Développement et simulation d'horaires travaux**

Le renouvellement de l'infrastructure du métro de Munich va croître au cours des prochaines années. Cela implique une augmentation du nombre et de la durée des chantiers (plages travaux plus longues et plus nombreuses). Trois questions fondamentales se posent en ce qui concerne l'exploitation pendant les chantiers du métro de Munich :

- Effet des limitations temporaires de vitesse causées par les travaux sur la stabilité d'exploitation et la qualité de l'offre
- Faisabilité et stabilité des fermetures de lignes pendant des plages de travaux courtes en heures creuses
- Faisabilité de l'exploitation et capacité de transport lors de fermetures partielles de lignes pendant des périodes plus longues (dans certains cas sur plusieurs années), même pendant les heures de pointe

SMA a été mandatée par MVG, l'exploitant du métro munichoïse, pour développer, simuler et évaluer en amont les modifications importantes des horaires liées aux chantiers. Il s'agit de s'assurer que les horaires correspondants fonctionnent avec la qualité d'exploitation requise pendant les phases de construction et que les adaptations significatives de la desserte puissent être identifiées suffisamment tôt.

La première étape consistait à développer et à valider les concepts d'horaires possibles pendant la phase de chantier. Ceux-ci ont été évalués en fonction de la capacité de transport et des besoins en matériel roulant et, le cas échéant, des mesures infrastructurelles supplémentaires ont été déduites. Dans un second temps, les horaires travaux ont été simulés en situation nominale et perturbée avec des retards ciblés. Il a ainsi été possible d'ajuster les horaires travaux et d'identifier des mesures supplémentaires d'adaptation de l'infrastructure.

L'expérience de la mise en œuvre des premiers horaires travaux a montré que le développement et la simulation selon un processus itératif livrent des enseignements précieux pour le choix des variantes et pour leur exploitation ultérieure.



**Ministère fédéral des transports et de l'infrastructure numérique (BMVI): Conseil et assistance au projet « Deutschland-Takt » et à la planification stratégique de l'infrastructure à partir de l'horaire**

Dans le cadre de l'alliance pour le futur du rail en Allemagne, SMA a présenté au Ministère fédéral des transports et de l'infrastructure numérique (BMVI) à Berlin le 9 octobre 2018 le projet d'expertise de l'horaire cible national « Deutschland-Takt ».

Ce jalon a été précédé de plusieurs versions intermédiaires, de consultations avec les Länder et avec le BMVI, afin de combiner les exigences de toutes les parties prenantes en un concept global national pour le transport de voyageurs et de marchandises.

Le fait que le Ministère fédéral des Transports ait lancé l'alliance pour le futur du rail qui fédère les intérêts et porte les voix de la branche, donnera un élan supplémentaire à ces travaux et résultats.

Le projet « Deutschland-Takt » met l'horaire au cœur du système afin d'identifier les mesures infrastructurelles nécessaires pour créer des relations plus fréquentes et plus rapides pour le transport de voyageurs et de marchandises sur l'ensemble du territoire national.

Les travaux se poursuivront en 2019 avec la préparation d'un deuxième projet d'expertise sur la base des retours sur le premier projet. Le groupement d'experts se compose des sociétés SMA (mandataire du groupement) ainsi que de deux partenaires.



**DB Fernverkehr AG: Grandes lignes à la cadence demi-heure** En 2018, DB Fernverkehr AG a également chargé SMA de développer des concepts à moyen terme dans le cadre de l'augmentation de l'offre et des solutions pour la coordination des grandes lignes et trains régionaux. L'accent a été mis sur la planification de concepts et l'ajustement de la fréquence sur les lignes à forte demande, ainsi que l'approfondissement des lignes dans le cadre de l'offensive d'offre de DB Fernverkehr AG.

L'analyse des conflits avec les concepts de transport régionaux existants et le développement de solutions alternatives ont été réalisés avec Viriato. Outre la conception d'horaire, l'accent a également été mis sur la modération et la coordination avec les divers Länder impliqués, les autorités organisatrices et DB Netz AG.

Les travaux se poursuivront en 2019 afin de finaliser la planification détaillée avec toutes les parties prenantes et d'entamer les étapes de mise en œuvre.



**Introduction de trains à motorisation innovante sur le réseau d'Ortenau** Dans le réseau dit d'Ortenau autour d'Offenburg, près de la moitié du réseau, soit 90 km, n'est pas électrifiée. Le Ministère des Transports du Bade-Wurtemberg, en tant qu'autorité organisatrice des transports régionaux ferroviaires, prévoit de lier l'attribution de marchés dans ce réseau à l'utilisation de véhicules utilisant des technologies de motorisation alternatives ou des technologies nouvelles et climatiquement neutres.

SMA a été mandaté par un constructeur de matériel roulant pour apporter son expertise et l'accompagner dans l'appel d'offres pour la mise en œuvre d'unités multiples électriques alimentées par batterie.

La première étape consistait à analyser la faisabilité de la mise en œuvre du concept d'horaire donné avec le mode de propulsion proposé des automotrices. Il fallait vérifier s'il y avait suffisamment de temps de stationnement pour la recharge, sur des portions de lignes sans caténaire et à fortes rampes. Dans un processus itératif, des ajustements à l'horaire et au concept énergétique des véhicules ont été proposés. Une question centrale était également la planification du roulement du matériel. Pour des raisons énergétiques, les temps de retournement ne doivent être ni trop courts ni trop longs. A ce sujet, des exigences supplémentaires relatives aux lieux de garage (présence de ligne aérienne ou de station de recharge) sont apparues. En outre, il fallait également optimiser les passages à l'atelier et les fenêtres d'entretien du parc de matériel roulant.

Les travaux ont montré que l'utilisation de trains dotés d'une technologie de motorisation innovante ne peut être réalisée qu'avec une forte imbrication et prise en compte de tous les aspects du matériel roulant, de l'horaire et du roulement du matériel. C'est la seule façon de trouver une solution optimale sur le plan énergétique et une alternative écologique et sans émissions à l'utilisation actuelle du diesel.



**Ministère chargé des transports, DGITM: Schéma directeur des trains d'équilibre du territoire**

Les trains d'équilibre du territoire (TET) représentent en France plusieurs lignes interrégionales de jour et de nuit. Les trois lignes structurantes que sont Paris–Clermont-Ferrand, Paris–Limoges–Toulouse et Bordeaux–Marseille ont fait l'objet d'une démarche de schéma directeur visant à proposer des évolutions de l'offre en vue d'améliorer le bilan de ces lignes et de renforcer l'efficacité de la production. Cette démarche a été menée à l'horizon de l'arrivée d'un nouveau matériel sur les deux premières lignes citées. SMA a ainsi accompagné l'autorité organisatrice dans l'élaboration de ces schémas directeurs pour ce qui a trait à l'offre de transport, l'amélioration des temps de parcours et l'amélioration de l'engagement du matériel roulant, dans une démarche itérative menée en concertation avec les acteurs territoriaux.



**SNCF Réseau: Évolution de la structure capacitaire 2020 – Secteur Sud-Est**

La mise en service au service annuel (SA) 2020 de la nouvelle gare de Nîmes-Manduel TGV sur le Contournement de Nîmes et Montpellier (CNM) rend nécessaire une refonte de la trame horaire systématique du secteur Sud-Est, en premier lieu pour les missions à Grande Vitesse.

L'étude confiée par SNCF Réseau à SMA avait pour objectif la conception coordonnée de la trame 2h nationale (TGV et TET) du secteur Sud-Est (Paris–Lyon–Marseille–Nice et Montpellier–Perpignan), ainsi que des trames régionales Rhône-Alpes, Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Il s'agissait de recueillir les expressions de besoin des différents acteurs, de les analyser, de fournir des orientations préliminaires de positionnement des sillons de long parcours (selon des critères de réponse à l'expression de besoin et de consommation capacitaire par la prise en compte en amont des besoins TER et fret) et de construire les schémas de desserte objectifs.

A l'aide de Viriato, différentes variantes de trames horaires nationales et régionales ont été élaborées, partagées et itérées avec le gestionnaire d'infrastructure, les partenaires locaux, les entreprises ferroviaires et les bureaux des horaires pour la validation des graphiques d'occupation des voies (GOV) systématiques.

La variante retenue de trame horaire élaborée par SMA sert comme base de travail à la commande de sillons pour le service annuel 2020.



### SNCF Réseau : Analyses de risques des travaux dans le secteur de Paris-Nord

L'analyse des risques travaux de Paris-Nord effectuée pour SNCF Réseau a pour objectif d'étudier macroscopiquement l'impact des Interruptions Temporaires des Circulations (ITC) ou des Limitations Temporaires de Vitesse (LTV) liées aux chantiers de développement ou de renouvellement du réseau sur le secteur de Paris-Nord entre 2020 et 2024. Il s'agit de déterminer en amont les périodes et secteurs critiques du fait de l'impact sur les circulations ferroviaires et de proposer des solutions de modération de ces impacts.

La méthode repose sur un ciblage des secteurs et heures de la journée critiques grâce à une analyse de compactage des circulations sur le périmètre à l'aide du module d'analyse capacitaire de Viriato. Sur ces secteurs et périodes critiques, une analyse poussée des chantiers prévus a été réalisée et un indicateur de risque pondéré agrégé par axe est construit permettant de cibler les périodes calendaires d'approfondissement.

L'analyse détaillée des périodes calendaires à risque a été menée, avec des analyses d'itinéraires, de débit macroscopique, d'impact sillon train par train et de pertes de temps et des pistes de solutions ont été proposées dans les domaines suivants : réordonnement des travaux, organisation des travaux, organisation des circulations et gestion du GOV de Paris-Nord.

La mise en place d'une stratégie d'études amont macroscopique des impacts travaux est une première en Île-de-France et permet de quantifier un maximum des impacts possibles suffisamment tôt pour générer une alerte en cas de difficulté majeure dans les possibilités d'écoulement du trafic tant voyageur que fret. Ceci permet de jouer sur l'ensemble des leviers à disposition de SNCF Réseau et des entreprises ferroviaires pour modérer l'impact des chantiers nécessaires sur les circulations au quotidien.



**Conseil Régional de Normandie : Conception de l'offre de transport routière** En tant qu'autorité organisatrice des transports ferroviaires et routiers non urbains, la Région Normandie a entrepris une refonte en profondeur de l'offre sur son territoire. L'offre ferroviaire doit constituer l'armature d'un service de transport public global autour de laquelle l'offre routière héritée des réseaux départementaux a vocation à s'articuler, alors que, à certains endroits, un report de la desserte ferroviaire sur le mode routier, est envisagé.

Dans ce contexte, l'étude confiée à SMA a proposé une nouvelle structuration de l'offre routière régionale segmentée en articulation et en cohérence avec l'offre ferroviaire, déclinée en une trame horaire pour les lignes routières structurantes. A la demande de la Région, cette nouvelle offre a été conçue à partir d'une page blanche, en réponse aux besoins de mobilité régionaux identifiés aux travers des études menées par la Région et la SNCF, et sur la base d'un modèle du potentiel de trafic élaboré par SMA.

SMA continue d'accompagner la Région dans sa démarche de mise en service de la nouvelle offre routière. Les thèmes abordés sont la déclinaison 24h de l'horaire, l'optimisation des roulements des véhicules et la valorisation des nouvelles Plateformes de correspondances intermodales (hubs).



**SNCF Voyages : Analyse de la production dans le nœud de Rennes** L'analyse de résilience de l'axe TGV Atlantique réalisée précédemment par SMA a étudié les mécanismes de propagation de retards le long de l'axe Atlantique. Elle a été ici complétée par des analyses autour des nœuds principaux pour étudier à une échelle plus locale les phénomènes de propagation. L'objectif de cette étude était d'approfondir l'analyse des mécanismes de génération et de propagation de retards dans le complexe ferroviaire rennais pour en déduire un plan d'actions.

Le diagnostic s'est basé sur l'analyse croisée des données d'infrastructure, de planification et de production. En particulier, les itinéraires ont été analysés et les différents types de mouvements quantifiés. Par ailleurs, les espacements réels entre trains et les temps de parcours réels au sein du nœud ont pu être déterminés. Ces analyses ont été confrontées aux performances de ponctualité des TGV en gare afin de reconstituer les phénomènes locaux de propagation des retards. Sur la base du diagnostic, des actions de mise en qualité de la production à court, moyen et long termes ont été établies.

Un des volets du plan d'actions concerne la stabilisation du graphique d'occupation des voies (GOV) et des itinéraires en s'appuyant sur un concept de GOV industriel qui permet de juger rapidement du risque découlant de contraintes d'exploitation supplémentaires ou de trains hors système. Les autres actions proposées concernent la production TGV ainsi que les minutes d'accroche et temps de parcours des TGV dans le complexe rennais.



**SNCF Réseau : Étude horaire de la Transversale Sud aux horizons long terme** La mission d'étude de la Transversale Sud aux horizons long terme a pour objectif de donner de la visibilité à SNCF Réseau sur l'axe reliant Bordeaux à Marseille et Nice à l'horizon de plusieurs grands projets planifiés dans le périmètre. À cet effet, une analyse de trame horaire a été réalisée selon différents phasages possible des projets suivants :

- Grands Projets du Sud-Ouest (GPSO), projet de ligne nouvelle reliant Bordeaux à Toulouse
- Ligne Nouvelle Montpellier–Perpignan (LNMP) prolongeant le Contournement Nîmes–Montpellier en direction de Béziers, Narbonne et Perpignan
- Ligne Nouvelle Provence–Côte d'Azur (LNPCA) impliquant la construction d'une gare diamétrale souterraine à Marseille et la construction de segments de ligne nouvelle entre Marseille et Nice

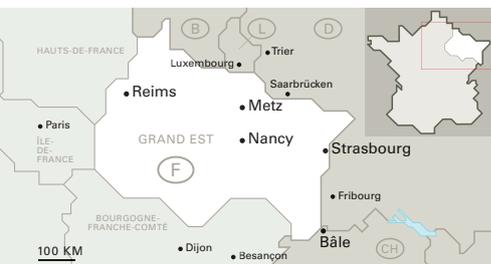
L'incertitude pour la Transversale Sud porte à la fois sur les différentes options de phasage et sur les vitesses maximales prévues pour le matériel roulant circulant sur cet axe. Une analyse de l'architecture nodale a été réalisée afin de mesurer pour chacune des options d'infrastructure et de vitesse de matériel roulant la capacité à respecter dans les nœuds de correspondances et d'attaches aux bornes du périmètre d'étude.

Ensuite, une sélection de scénarios détaillés a été réalisée sur la base des combinaisons infrastructures/vitesse maximales les plus prometteuses mais aussi les plus probables. Ces scénarios ont été évalués et comparés en termes de temps de parcours, de respect des nœuds de correspondance et de préservation de la capacité résiduelle pour les autres circulations, en particulier les TER et le fret.





Wzrost i ewolucja  
HISZCZY  
EWOLUCJA



**Conseil Régional Grand Est: Accompagnement à la définition d'une stratégie d'offre et de services ferroviaires régionaux** La Région Grand Est regroupe trois anciennes régions et a renouvelé sa convention TER avec SNCF Mobilités début 2017. Ses objectifs principaux sont de mieux relier le territoire en interne mais également en relation avec les régions et pays voisins en maintenant la contribution financière constante. Dans ce contexte, le principal objectif de la mission confiée à SMA était d'optimiser le réseau et l'offre ferroviaire régionale.

Après un diagnostic de l'ensemble des lignes, plusieurs propositions d'optimisation ont été établies notamment en Champagne-Ardenne avec le projet de refonte pour 2020 (cadencement de l'étoile de Reims), sur TER Vallée-de-la-Marne, sur les relations internationales franco-allemandes et également sur le TER200 entre Strasbourg et Bâle. SMA a également conseillé la Région dans plusieurs études et a expertisé plusieurs projets de nouvelles haltes. Des formations ont été dispensées aux services concernés. SMA y travaille avec des partenaires pour répondre aux différents champs d'étude.



**SNCF Réseau: Étude de capacité du nœud de Strasbourg** De forts enjeux en termes de desserte sont identifiés dans le nœud ferroviaire de Strasbourg, suite notamment à la démarche du Grenelle des Mobilités qui est une concertation entre tous les élus et acteurs économiques alsaciens pilotée par la Région Grand Est et l'EuroMétropole de Strasbourg et qui a pour objectif de repenser les mobilités autour de Strasbourg. Dans ce contexte, SNCF Réseau a confié à SMA l'étude de capacité du nœud de Strasbourg visant à concrétiser des objectifs de desserte nouveaux par rapport aux précédentes études.

Ainsi, sur la base de ces objectifs, SMA a effectué une analyse de capacité en prenant en compte les évolutions horaires nationales et internationales et des analyses détaillées du fonctionnement du nœud de Strasbourg. En cas de difficulté des adaptations des infrastructures de référence ont été proposées. Cette étude a permis de préparer notamment le service planifié avec la mise en service de la 4<sup>ème</sup> voie entre Strasbourg et Vendenheim à l'horizon 2022.



**CFL Cargo: Développement de la capacité fret à long terme** Les études de développement long terme menées précédemment par SMA pour les Chemins de fer luxembourgeois (CFL) ont montré la difficulté d'assurer la capacité pour le fret. Dans ce contexte, CFL Cargo a confié à SMA une étude ayant pour but d'assurer cette capacité en stabilisant la desserte et en identifiant les infrastructures nécessaires tout en garantissant la compatibilité avec les autres trafics, ceci sur un périmètre couvrant le Luxembourg en lien avec l'international.

L'expression des besoins fret à long terme a été établie sur la base des projections de trafic CFL Cargo; l'acheminement des trains au Luxembourg et sur les corridors européens concernés a été analysé puis la faisabilité des sillons fret en compatibilité avec les sillons voyageurs a été testée. Des mesures d'exploitation (schéma de desserte et horaires) et des mesures d'infrastructure (signalisation, refonte d'avant-gare) ont été identifiées et

évaluées. Les résultats ont permis de stimuler les échanges avec le gestionnaire d'infrastructure (GI) et l'activité voyageurs de CFL, et d'aboutir à un nouveau projet pour la gare de Bettembourg.

Cette étude a également permis de stabiliser le besoin pour le fret pour les horizons intermédiaires et notamment lors des périodes de travaux, périodes qui ont fait l'objet en parallèle d'une analyse de risques et de planification d'horaires travaux pour CFL Voyageurs.



**Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenW): Panorama futur du système de transport public néerlandais** Dans le cadre du projet « ÖV-Toekomstbeeld », diverses mesures ont été définies pour augmenter la capacité. L'IenW a chargé SMA d'accompagner l'étude « Usage et innovation » dans le but d'en évaluer les résultats et d'identifier les mesures plus efficaces. L'étude s'est déroulée en deux phases :

- Phase 1 – Un approfondissement des mesures à l'aide de fiches synthétiques pour la description et l'évaluation
- Phase 2 – Analyse de compatibilité des conditions dans lesquelles chaque mesure doit être mise en œuvre

Les mesures ont été divisées en deux catégories : accroissement de la capacité et lissage de la demande grâce à différents moyens parmi lesquels l'adaptation de l'infrastructure, du matériel roulant, des dessertes ou encore des normes de planification. La demande peut alors être réduite par une redistribution temporelle ou un transfert modal.

Afin de comparer les mesures entre elles, diverses représentations de type « heatmap » ont été élaborées pour identifier les mesures les plus efficaces. Celles-ci ont ensuite été classées et évaluées en trois groupes :

- Différenciation des prix afin de pouvoir influencer la demande de tous les groupes de clients
- Adaptation de l'offre durant les heures de pointe
- « Réduction du confort » pour plus de capacité dans les trains



**Nederlandse Spoorwegen N.V. (NS): Planification long terme** Depuis plusieurs années, diverses études ont été menées pour la planification et l'amélioration des transports publics à long terme aux Pays-Bas. Dans ce contexte, les NS veulent s'assurer que la planification du réseau ferroviaire réponde aux objectifs futurs. Des interviews et workshops avec SMA ont permis d'évaluer l'approche actuelle de la planification long terme et d'identifier les points forts et faibles sur la base d'un benchmark international. SMA a ensuite élaboré une proposition de méthodologie adaptée, permettant de mieux tracer les choix effectués durant la planification et d'objectiver les différentes hypothèses de cette même planification.

Sur la base de cette proposition, SMA a constitué et évalué deux variantes de développement de l'offre ferroviaire nationale ayant un seul et même objectif ambitieux, mais avec des contraintes financières différentes (budget illimité et budget contraint). Cette démarche permet d'identifier quelles mesures infrastructurelles sont dans les deux cas nécessaires pour répondre à l'évolution de la demande. Les autres mesures infrastructurelles étant majoritairement liées aux ambitions internes des NS ou aux demandes politiques. Le processus s'est déroulé en collaboration avec les experts des équipes des NS et de Prorail afin de maximiser l'acceptabilité des propositions.

Les scénarios d'offre ont été développés dans Viriato puis importés dans les systèmes d'évaluation internes des NS afin de les comparer à d'autres variantes d'offre déjà étudiées au sein des NS.

**CFF SA: Introduction de Viriato Enterprise** CFF Infrastructure SA (CFF-I) utilise Viriato depuis de nombreuses années pour la planification à moyen et long terme. À l'avenir, CFF-I souhaite d'une part augmenter substantiellement le niveau de détail des plans d'utilisation du réseau élaborés avec Viriato afin d'anticiper et d'améliorer la coordination de l'utilisation de la capacité dans son processus de planification. D'autre part, CFF-I veut également gérer en parallèle plusieurs états d'évolution du réseau dans Viriato afin de pouvoir planifier de manière adéquate les horaires correspondants.

Pour répondre à ces deux besoins, CFF-I a décidé de passer à la version Enterprise de Viriato. Cette version permet l'élaboration d'horaires 24 heures détaillés. Les sillons d'une famille cadencée peuvent varier tout aussi bien durant la journée que le long du calendrier. Viriato Enterprise permet aussi de gérer différents états d'évolution de l'infrastructure. Cette gestion facilite le travail des planificateurs, notamment pour une meilleure visualisation et détection des conflits entre les sillons. SMA a automatisé la migration des données et le regroupement des éléments d'infrastructure vers la nouvelle version de sorte que sa mise en production s'est déroulée sans interruption de travail ni perte de données chez CFF-I. La nouvelle Plateforme de production ouvre la voie à une planification à moyen et long terme plus efficace et plus précise.

**Infrabel SA: Calcul d'indicateurs de capacité sur l'ensemble du réseau** L'utilisation optimale de la capacité du réseau est une préoccupation centrale des gestionnaires d'infrastructure. Lors de la conception de nouvelles variantes d'utilisation, ces derniers doivent souvent tenir compte de l'utilisation de la capacité à l'échelle du réseau tout entier en raison du degré élevé d'interdépendance des sillons. Afin de pouvoir comparer des plans d'utilisation du réseau et d'inclure des indicateurs objectifs dans les discussions avec les autorités et les entreprises de transport, Infrabel a chargé SMA d'automatiser le calcul d'indicateurs d'utilisation de la capacité à l'échelle du réseau. Comme résultat, trois chiffres clés doivent être disponibles: la capacité théoriquement utilisée, la capacité pratiquement utilisée et la capacité restante.

À cette fin, SMA a développé un module d'extension spécifique pour le logiciel Viriato. Sur la base d'un horaire donné, le module calcule une division pertinente du réseau en sections de voie, calcule les trois indicateurs capacitaires pour chaque section et exporte ensuite les résultats sous une forme qui permet leur utilisation ultérieure dans des outils SIG. Le calcul de la capacité théorique et pratique utilisée se fait avec une méthode de compression des sillons. La capacité restante est déterminée à l'aide d'un algorithme de saturation externe, qui est connecté à Viriato via la Plateforme Algorithmique. La Plateforme Algorithmique est un développement nouveau de SMA pour connecter des composants d'automatisation ou d'optimisation à Viriato via une interface dédiée (API).

Le module complémentaire pour le calcul des indicateurs de capacité est très performant. Il détermine en quelques heures les trois chiffres clés pour l'ensemble du réseau belge et sature l'horaire donné avec des sillons adaptatifs. Ces chiffres clés aident Infrabel à planifier l'utilisation de la capacité et à coordonner cette utilisation avec ses partenaires commerciaux.

**CFF SA : Étude sur l'intégration de Viriato avec UNO** CFF Infrastructure (CFF-I) utilise Viriato pour le développement du réseau et la planification des horaires à long et moyen terme. En aval de ces activités, la gestion de la capacité et du trafic est assurée par des systèmes connectés à la base de données d'infrastructure UNO. Contrairement à ces systèmes, Viriato dispose de ses propres données d'infrastructure. Cela permet une plus grande flexibilité, en particulier dans la planification à long terme, où certains éléments de l'infrastructure ne sont connus que de façon rudimentaire. Ceci étant, la maintenance des propres données d'infrastructure, indépendamment de UNO, génère une grande charge de travail. Elle comporte aussi le risque de divergence dans les données d'infrastructure et des caractéristiques de sillons qui en sont dérivées, tels que les temps de parcours technique. Ces écarts détériorent alors la qualité des données horaire qui nourrissent les systèmes en aval.

Étant donné que la version Entreprise de Viriato, en service auprès de CFF-I depuis 2018, permet de gérer différents états d'infrastructure en parallèle, une intégration de Viriato avec UNO serait possible sans perdre la flexibilité nécessaire dans la planification à long terme. CFF-I a demandé à SMA d'étudier cette possibilité et d'implémenter un prototype afin de pouvoir mettre en relation les coûts et les avantages d'une telle approche. SMA a pu montrer comment les données du modèle d'infrastructure microscopique UNO peuvent s'appliquer au modèle macroscopique de Viriato. SMA a également proposé d'externaliser les fonctions de recherche d'itinéraire, de calcul de marche et de détection de conflits afin que ces opérations puissent être effectuées directement sur le modèle d'infrastructure microscopique UNO. Cette externalisation sous forme de services partagés a été élaborée par SMA dans le cadre du concept architectural « Microscopie à la Demande », concept qui pourrait être implémenté comme décrit ci-dessus.





### **DB Netz AG: Amélioration de l'import des temps de parcours depuis RuT-K**

Le département «Planification Stratégique des Horaires et Développement du Réseau» de DB Netz AG utilise depuis 2010 Viriato pour développement stratégique et conceptuel de l'offre et pour les évaluations capacitaires sur le réseau allemand. Grâce à la précision adaptée aux phases d'étude et à la possibilité de générer et comparer des variantes d'horaire, Viriato permet la couverture lisse de l'ensemble des tâches de planification à moyen et long terme. Ce système est donc tout particulièrement approprié pour une approche de développement du réseau basée sur l'horaire et est utilisé à cette fin dans de nombreux pays.

La version de Viriato installée auprès de DB Netz AG comporte un module spécifique qui permet en particulier l'import de trains depuis d'autres systèmes. Les derniers développements de ce module visent à étendre les données pouvant être importées du système de construction d'horaire RuT-K. Ces développements permettent maintenant l'import des réserves de temps liées aux travaux et à la régularité en plus celui des temps de marche technique.

A l'avenir, il est prévu de réduire le nombre de passage entre les systèmes le long du processus de planification, de la conception à la construction. Dans ce but, le concept architectural de « Microscopie à la Demande » élaboré par SMA peut être utilisé. Ce concept prévoit l'intégration de services (p. ex. recherche d'itinéraire ou calcul de marche) mis à disposition par des systèmes microscopiques existants de sorte que des calculs précis puissent être faits à partir de Viriato sans que celui-ci doive contenir toutes les données nécessaires. Par ce biais, des tâches importantes de la construction pourront être réalisées par DB Netz AG directement dans Viriato avec une qualité et une efficacité accrue. Cette évolution apportera une contribution essentielle à la digitalisation du processus de planification des horaires.

**DB Fernverkehr: Viriato.FF – Accès plus rapide aux données importantes** En 2015 la mise en service de la Plateforme Viriato.FF au coeur de la chaîne de production de DB Grandes Lignes a grandement amélioré l'efficacité de la planification et de la communication entre les systèmes. Dans ce contexte, l'intégration avec le portail de commande de sillons TPN de DB Netz joue un rôle clé. Grâce à ce module, le planificateur peut gérer directement dans Viriato l'ensemble du processus de commande de sillons, des demandes en passant par les réponses et jusqu'à la contractualisation. Cependant, l'augmentation du nombre de fenêtre travaux à considérer durant le processus complexifie significativement la planification. En conséquence, deux thèmes ont été priorisés en 2018 : la simplification dans l'exécution de la commande des sillons et l'exploitabilité des données de Viriato dans les processus en aval.

Plusieurs de nos clients ont besoin d'évaluer rapidement de nouveaux indicateurs qui ne sont pas toujours disponibles directement dans Viriato. Afin de palier à ce besoin, nous avons implémenté un export pérenne de données dans une structure générique de fichiers .xml rationnelle et accessible. L'analyse des données ainsi exportées peut être faite avec des outils de Business Intelligence disponibles sur le marché, comme par exemple QlikView.

L'automatisation dans la gestion des réponses aux demandes de sillons a été utilisée pour la première fois en 2018. Suite à cette utilisation, des possibilités d'optimisation, comme par exemple pour la gestion des impacts de l'adaptation des fenêtres travaux sur l'horaire annuel, ont été identifiées. Elles pourront faire l'objet de développements futurs.

En 2019, la mise à disposition depuis Viriato des données d'horaire vers les systèmes en aval, en particulier ceux gérant l'information aux voyageurs sera un sujet central. Malgré l'impact grandissant des adaptations sous-annuelles, les délais d'information aux voyageurs ne doivent pas en subir les conséquences.

**Plateforme algorithmique** Grâce à la mise à disposition de la Plateforme algorithmique de Viriato, les chercheurs et autres parties intéressées peuvent se concentrer sur leurs domaines de spécialisation sans avoir à gérer les fonctions de support telles que l'acquisition de données, le filtrage et la création d'interfaces utilisateur.

L'un des principaux objectifs de conception de la Plateforme algorithmique est ainsi d'offrir aux chercheurs et développeurs algorithmiques un accès rapide à des données provenant de multiples sources hétérogènes du monde réel via une interface stable et bien documentée. Cette stabilité est importante ; elle signifie que le développeur de ces nouvelles méthodes peut compter sur elles pour continuer à travailler sur une longue période de temps pendant que le programme de base lui-même est amélioré en parallèle. Il est également crucial qu'une fois les résultats de l'algorithme générés, ils puissent être réimportés dans le système de production afin de bénéficier de la large gamme de fonctions de visualisation, d'analyse et de publication disponibles. Cette utilisation des fonctions existantes entraîne une augmentation spectaculaire du rythme de développement de nouveaux concepts et méthodes algorithmiques.

En tant que système de production industriel, Viriato constitue une base évolutive à partir de laquelle la Plateforme algorithmique peut être utilisée pour résoudre des problèmes. Nous décrivons plus avant dans ce rapport annuel un cas où elle a été utilisée dans le calcul de la capacité du réseau ferroviaire national d'un client de deux manières différentes en décomposant le réseau en sections, puis en ajoutant des trains jusqu'à saturation de leur réseau d'une part, ou par un processus de compression des horaires d'autre part.

Un autre exemple pratique d'utilisation de la Plateforme algorithmique a permis la connexion entre les exigences algorithmiques et un système d'ordonnement de production dans le développement d'une heuristique de réordonnement des trains autour des chantiers et plages travaux. Il a ainsi été possible d'élaborer rapidement un outil de validation de principe qui permet de prendre des décisions quant à la déviation partielle ou l'annulation des trains entrants en conflits avec les restrictions de capacité pour travaux. Aucun changement n'était nécessaire dans le système d'horaire Viriato existant et l'algorithme n'avait qu'à demander les trains prévus ainsi que l'heure et le lieu des fermetures techniques, qui étaient ensuite collectés et traités par Viriato avant d'être envoyés via la Plateforme algorithmique. Les résultats des trains déviés, re-planifiés ou annulés pouvaient alors être renvoyés sur la Plateforme algorithmique et réimportés dans la base de données des horaires.

Le développement de la Plateforme algorithmique est un pas audacieux vers la séparation des fonctionnalités de planification et d'affichage des données d'horaire de celles nécessaires à l'implémentation d'algorithmes d'automatisation et d'optimisation à l'aune de la transformation du chemin de fer par l'Industrie 4.0.

**Développements de Viriato** En 2018, nous avons continué à développer de nouvelles fonctionnalités et améliorations qui profiteront à l'ensemble des utilisateurs de Viriato.

*Export pour évaluation.* Il incombe de plus en plus aux intervenants de l'industrie ferroviaire non seulement de planifier les horaires des services, mais aussi de pouvoir produire des chiffres et mesures servant à calculer des indicateurs de rendement clés. Alors que Viriato inclut depuis de nombreuses années la fonctionnalité de génération de sorties graphiques et tabulaires, nous avons désormais ajouté la possibilité d'exporter presque toutes les données d'un horaire dans un format clair et défini. Cette fonction permet ainsi à l'utilisateur un transfert rapide des données vers des systèmes tiers d'évaluation et d'aide à la décision en vue de créer des requêtes et rapports générant directement les statistiques nécessaires à la gestion de ses lignes de transport.

*Points d'arrêt en gare.* La philosophie de planification qui sous-tend Viriato a toujours été basée sur le concept de précision adaptée au besoin. Selon ce modèle, les données nécessaires sont limitées au minimum requis pour atteindre les objectifs nécessaires à votre processus de planification. Suivant ce principe, nous avons affiné le modèle de définition des voies de gare afin d'autoriser la planification de l'arrêt des trains non seulement sur l'ensemble de celle-ci, mais aussi selon différents points d'arrêt ou secteurs intermédiaires n'utilisant qu'une partie de la longueur du quai.

*Mise à jour des trains.* Pour les utilisateurs qui travaillent avec d'autres outils dans le cadre de leurs processus de planification et d'analyse, il arrive souvent que les horaires créés dans Viriato soient testés dans un outil de simulation pour confirmer leur praticité opérationnelle. Dans le passé, il était possible de réimporter ces trains testés dans Viriato en tant que nouveaux trains, perdant potentiellement les relations avec les informations existantes dans Viriato en raison des différences entre les deux outils. Viriato a maintenant la possibilité de mettre à jour les trains existants avec les résultats d'une simulation dans un autre outil, ce qui permet à l'utilisateur de bénéficier d'une planification efficace dans Viriato, associée à un test transparent de l'horaire en exploitation.

*Amélioration générale de l'ergonomie.* Afin que l'utilisateur de Viriato puisse travailler aussi efficacement que possible, nous avons mis en place plusieurs nouvelles fonctionnalités purement ergonomiques cette année. Tout d'abord, les opérations par lot ont été améliorées en permettant à l'utilisateur de sélectionner de manière plus flexible les ensembles de trains avec lesquels il souhaite travailler. Il est ainsi plus rapide et plus facile d'entreprendre des opérations telles que la copie, le déplacement ou la mise à jour des trains. Concernant l'horaire réticulaire, des améliorations relatives à la disposition des trains permettent désormais à l'utilisateur de générer plus rapidement des vues claires et cohérentes de l'offre ferroviaire.

*Planification des travaux.* Le développement du module travaux s'est poursuivi en 2018, permettant à l'utilisateur de planifier ou représenter les fermetures de voies et limitations de vitesse liés aux chantiers et travaux, et de détecter les conflits entre les trains et les objets travaux afin que le planificateur de l'horaire puisse prendre les mesures nécessaires pour une gestion partagée de la capacité et une exploitation efficace du réseau.

*Distribution horaire de la demande.* L'affectation de la demande permet aux utilisateurs de Viriato de prédire le nombre de passagers voyageant dans chaque train sur la base d'un modèle de la demande de déplacement entre chaque station et l'heure du jour. Ce module a été amélioré afin d'incorporer une fonctionnalité d'aide à l'établissement des courbes de distribution horaire de la demande pour chaque couple origine-destination. Cela signifie que le modèle reflète désormais avec plus de précision les nombres de passagers souhaitant voyager en fonction des heures de la journée et estime donc plus clairement les charges transportées dans les différents trains.

### **Nouvelles licences Viriato**

- BNSF Railway Company, USA
- DB Engineering & Consulting Inc., USA
- Ferrovie dello Stato Italiano, Italie
- Infrabel SA, Belgique
- SPF Mobilité et Transports, Belgique
- Transports Publics Lausannois, Suisse
- TÜV Rheinland, Allemagne
- Université Mahidol, Thaïlande
- Verband Region Stuttgart, Allemagne





# Événements, publications et exposés

**InnoTrans 2018** La douzième édition d’InnoTrans du 18 au 21 septembre a fait de Berlin la plaque tournante internationale du monde ferroviaire. Avec plus de 3000 exposants venus de 60 pays, le parc des expositions de Berlin affichait à nouveau complet. Pour SMA, c’était déjà la huitième participation à InnoTrans. De nombreux visiteurs se sont rendus sur notre stand sur l’emplacement Swissrail et de nombreuses discussions passionnantes ont eu lieu.



## Publications

Schweizer Eisenbahn-Revue,  
Eisenbahn-Revue International et  
Eisenbahn Österreich  
avril 2018

**Neues Fahrplankonzept im Allgäu nach  
Elektrifizierung der Strecke Geltendorf – Lindau**  
Cyrill Baertsch (SMA), Thomas Kunze et Andreas Schulz

Eisenbahntechnische Rundschau  
septembre 2018

**Kommunikation zukünftiger Angebotskonzepte**  
Gösta Niedderer, Georges Rey et Stephan Sigg

## Exposés

Braunschweiger Verkehrskolloquium,  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR),  
Braunschweig  
avril 2018

**Stufengerechte Planungstiefe in der  
Fahrplankonzeption**  
Frederik Ropelius

EPFL, TRANSP-OR, Lausanne  
octobre 2018

**Le cadencement dans l’exploitation ferroviaire**  
Luigi Stähli

# Chiffres-clés

Le chiffre d'affaires brut 2018 en CHF du Groupe SMA reste dans la tendance à la hausse des dernières années, mais affiche un léger recul par rapport à l'année précédente.

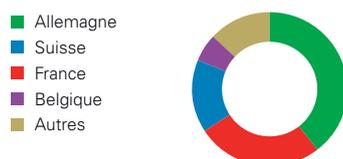
Dans le domaine du Conseil, cela s'explique principalement par la réduction de nos activités aux États-Unis, mais également par le report et la situation difficile de quelques projets sur nos marchés traditionnels. Néanmoins, nous avons réussi à consolider notre chiffre d'affaires en Allemagne à un niveau élevé et certains plus petits marchés européens ont même pu enregistrer une augmentation de nos ventes de prestations de conseil.

Notre division IT affiche une croissance saine et solide. L'investissement de CFF Infrastructure dans Viriato Enterprise contribue largement à cette croissance. L'augmentation du chiffre d'affaires de nos activités de maintenance et de support auprès de nos principaux clients et la vente de plusieurs licences individuelles et/ou modules additionnels Viriato Standard sur différents marchés ont également contribué à ces bons résultats.

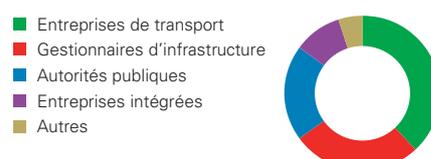
Chiffres-clés*	2018	2017
Chiffre d'affaires brut (millions de CHF)	12,6	13,4
Collaborateurs en équivalent temps plein (ETP)	61	65

\*y compris filiales

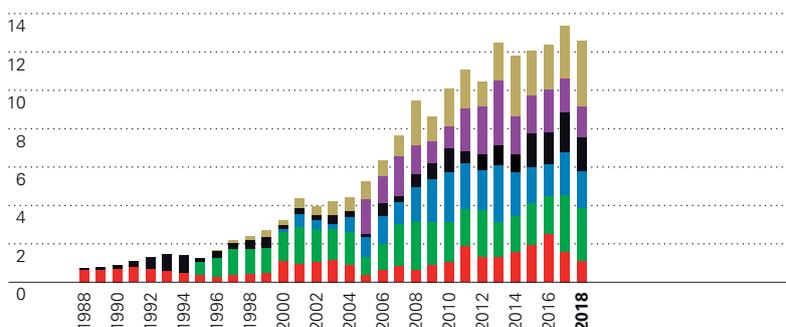
## Chiffres d'affaires par pays



## Chiffres d'affaires pas catégorie de client



## Évolution du chiffre d'affaires 1988 – 2018 (millions de CHF)



**Texte et rédaction**

SMA et associés SA, Zurich

**Concept visuel**

Eggmann-Design, Grüningen

**Impression**

Linkgroup, Zurich

**Source des illustrations****Page de couverture**

Martina Schikore

**Page 7**

Klaus Schmückle

**Page 11**

Dagmar Nietz

**Page 19**

Sandra Antosch

**Page 27**

Martina Schikore

**Page 33**

Lothar Saßerath

**Page 39**

Eggmann-Design

**Page 40**

Daniel Wipf, SMA et associés SA

© SMA et associés SA | Juin 2019



**Siège**

SMA und Partner AG  
Gubelstrasse 28  
8050 Zurich, Suisse

**Succursale**

SMA et associés SA  
Avenue de la Gare 1  
1003 Lausanne, Suisse

**Filiales**

SMA (Deutschland) GmbH  
Hamburger Allee 14  
60486 Frankfurt, Allemagne

SMA (France) SAS  
45/47 Rue d'Hauteville  
75010 Paris, France

[info@sma-partner.com](mailto:info@sma-partner.com)  
[www.sma-partner.com](http://www.sma-partner.com)