



2024

RAPPORT ANNUEL

À propos des photos:
La série de photographies
présentée dans notre rapport
annuel illustre les formes
d'organisation nées de la nature
ou de l'action humaine; reflet
d'un équilibre durable entre
l'individu et la société.

Éditorial



Éditorial

Chères lectrices, chers lecteurs

Chez SMA, nous sommes convaincus que l'avenir des transports publics requiert non seulement une expertise technique, mais aussi un engagement partagé en faveur de l'innovation et des investissements à long terme dans le savoir-faire et la technologie. Qu'il s'agisse de mettre en place des concepts, implémenter des processus ou développer des logiciels, nous nous fixons comme objectif de considérer le système ferroviaire dans son ensemble. Du fait de la multiplicité des acteurs et des composantes, dans un contexte où les structures de gouvernance sont de plus en plus difficiles à appréhender, la complexité du système augmente considérablement. Dans un tel cadre, notre rôle consiste à coordonner les intérêts de toutes les parties prenantes, de susciter le dialogue et de favoriser ainsi de nouvelles opportunités. Notre vocation est de préparer avec nos clients les systèmes ferroviaires de demain.

Dans le cadre de la planification et de l'attribution des capacités de l'infrastructure ferroviaire, il est essentiel de concilier les intérêts économiques du secteur public avec ceux du secteur privé afin de satisfaire les attentes des parties prenantes. L'initiative TTR et la nouvelle réglementation européenne visent à optimiser le processus de planification des capacités à moyen terme en utilisant de nouveaux produits structurés, tels que les modèles de capacité, afin d'aligner les besoins à moyen- et court-termes du marché. Cela nécessite une transition d'une approche « manufacturière » vers une véritable « industrialisation » du processus de production de la capacité. Pour atteindre cet objectif, la mise en place d'horaires systématiques présente des avantages pour la planification et l'exploitation. Une coordination efficace entre les acteurs, soutenue par des systèmes informatiques agiles et une précision adaptée aux besoins dans la construction des horaires et l'évaluation de la performance, permet d'assurer une planification transparente et efficace de la capacité. Notre article phare de cette année dans le rapport annuel se concentre sur ces aspects.

Enfin, nous avons une fois de plus le plaisir de vous présenter les différentes activités et projets de nos deux divisions Consulting et Software qui nous ont accompagnés au cours de l'année écoulée.

Ces initiatives illustrent notre engagement à offrir des services et des solutions de haute qualité, visant à soutenir nos clients tout en améliorant l'efficacité et la durabilité du système ferroviaire.

Nous vous remercions de votre intérêt et de votre confiance renouvelée.

Nous vous souhaitons une agréable lecture de notre rapport annuel 2024.



Eric Cosandey
CEO, Directeur Division Consulting



Thomas Bickel
Directeur Division Software

La pesée d'intérêts dans la planification et l'attribution
des capacités ferroviaires



La pesée d'intérêts dans la planification et l'attribution des capacités ferroviaires

Dans le domaine de la planification et de l'attribution des capacités de l'infrastructure ferroviaire, il est crucial de concilier les intérêts économiques du secteur public avec ceux du secteur privé. Le secteur ferroviaire comprend diverses parties prenantes, chacune ayant une influence notable sur l'économie du système. Cet article a pour objectif d'analyser ces enjeux en examinant les produits capacitaires qui contribuent à une planification efficace pour tous les acteurs du système.

Le contexte institutionnel Les voyageurs et les clients du trafic fret sont les principaux moteurs de la demande, leurs choix dépendant de facteurs tels que le prix, la durée de voyage, la fréquence et la qualité du service. Les entreprises ferroviaires (EF) fournissent des services de transport de voyageurs et/ou de marchandises. Les opérateurs historiques bénéficient de réseaux bien établis, tandis que les nouveaux entrants sont souvent confrontés à des défis réglementaires et financiers considérables et se heurtent à des enjeux conséquents lorsqu'ils rivalisent avec les opérateurs historiques, malgré le soutien des pouvoirs publics. Les gestionnaires d'infrastructure (GI) supervisent les réseaux ferroviaires, planifient et attribuent les sillons et gèrent le trafic, tout

en maintenant l'efficacité opérationnelle de leur réseau et en s'inscrivant dans des objectifs macroéconomiques de plus large envergure; leur indépendance est essentielle pour une concurrence équitable, bien que dans de nombreux cas, ils continuent d'entretenir des relations organisationnelles étroites avec les opérateurs nationaux établis pour des raisons historiques. Les gouvernements jouent un rôle central dans la régulation des marchés ferroviaires, notamment par l'établissement d'un cadre législatif, le soutien financier et la mise en œuvre de mesures visant à garantir la concurrence. Cependant, le niveau d'intervention étatique, influençant le degré de libéralisation du marché, varie sur l'ensemble du continent européen. Les autorités de

régulation s'assurent d'une concurrence loyale en surveillant l'accès aux infrastructures, en fixant des politiques tarifaires justes et en arbitrant les différends. Des cadres réglementaires efficaces sont essentiels pour garantir un marché équitable et concurrentiel. Ils permettent de concilier l'efficacité économique avec la préservation d'intérêts publics plus fondamentaux, tels que l'accessibilité, les droits des consommateurs et le développement durable. En l'absence de tels cadres, les relations privilégiées avec les opérateurs établis pourraient entraver l'innovation et restreindre les opportunités pour les nouveaux entrants.

Le secteur ferroviaire européen est principalement constitué d'opérateurs

historiques appartenant aux États. Malgré les initiatives visant à libérer le marché, des obstacles subsistent en raison de contraintes réglementaires et structurelles. La concurrence dans le secteur ferroviaire peut se manifester sous forme d'open access, permettant à plusieurs opérateurs de se concurrencer sur la même infrastructure, ou par des franchises, également appelées obligations de service public (OSP), où les contrats des Autorités Organisatrices (AO) sont attribués à un seul opérateur pour une période déterminée. Tandis que l'open access est usuel dans le secteur du fret et sur certaines lignes de trafic voyageurs rentables, le modèle de franchise et/ou de délégation de service public prédomine en Europe pour les services qui ne sont pas commercialement viables et qui nécessitent une aide du secteur public.

L'Union Européenne a adopté un cadre législatif pour promouvoir un marché ferroviaire plus compétitif en imposant la séparation de la gestion de l'infrastructure et de l'exploitation ferroviaire, l'utilisation de droits d'open access, et en réglementant les OSP par le biais de procédures d'appel d'offres. Cependant, l'application et l'interprétation de ces règles varient selon les États membres,

entraînant ainsi des différences dans le niveau de libéralisation du marché.

Un élément crucial de la dynamique du marché ferroviaire est le concept des sillons, qui représentent le principal produit vendu par les GI. Un sillon se caractérise par l'utilisation de l'infrastructure sur un créneau horaire spécifique, nécessitant ainsi une coordination précise de la part des GI, lesquels imposent des redevances aux EF pour leur utilisation avec des modèles de tarification différents selon les marchés. Les sillons sont considérés comme des ressources économiques précieuses sur les réseaux très fréquentés, et leur attribution revêt un rôle fondamental dans l'ensemble du processus. La capacité des réseaux ferroviaires est contrainte par l'infrastructure physique, les systèmes de signalisation, ainsi que par les éléments structurels de l'horaire, ce qui génère notamment une concurrence pour l'accès aux corridors à forte demande. À la différence d'autres industries de transport, une certaine forme de rigidité structurelle inhérente au système ferroviaire peut réduire la flexibilité nécessaire permettant d'ajuster les offres de service à court terme pouvant être souhaitées par le marché.

L'attribution des sillons peut s'effectuer soit par des dispositifs de court terme, offrant une certaine flexibilité mais créant de l'incertitude pour les nouveaux entrants, soit par des accords-cadres à long terme, assurant la stabilité mais pouvant limiter la concurrence en restreignant les opportunités d'entrée sur le marché.

Les entreprises ferroviaires génèrent de la valeur en optimisant la qualité du service et l'efficacité opérationnelle, notamment par une gestion optimale du matériel roulant et de l'utilisation du personnel, ainsi qu'en augmentant leur part de marché. Leur capacité à attirer les clients repose principalement sur la qualité des horaires, la tarification, la fiabilité et l'expérience globale offerte. Les gestionnaires d'infrastructure jouent un rôle essentiel dans l'optimisation du développement du réseau, de l'utilisation des capacités et des tâches de maintenance et de renouvellement. Les gouvernements et les autorités organisatrices soutiennent ces efforts par le biais de subventions, de cadres législatifs et de financements, garantissant ainsi la viabilité et la pérennité du secteur ferroviaire. Ces mesures sont mises en œuvre à l'échelle nationale et

européenne, visant à harmoniser le développement des réseaux ferroviaires avec des objectifs économiques et écologiques de plus grande envergure.

Bien qu'une concurrence accrue puisse améliorer la qualité des services et réduire les prix, le nombre limité de participants sur le marché freine les efforts de libéralisation. Les économistes soulignent souvent l'importance de la concurrence, tout en reconnaissant les défis structurels à surmonter pour y parvenir. À ce stade, le rôle des régulateurs est d'assurer la transparence du marché de la capacité, d'empêcher les comportements monopolistiques et de promouvoir une concurrence équitable, élément crucial pour maintenir un équilibre entre l'efficacité économique et l'intérêt public.

Le nouveau règlement de l'UE et le cadre TTR

Une partie de la nouvelle réglementation européenne et du cadre de refonte des processus de planification capacitaire, nommée Timetable Redesign (TTR), traite spécifiquement de ces aspects et de l'équilibre entre l'économie du secteur public et celle du secteur privé. Ils répondent à ces défis en introduisant de nouveaux livrables tels que la stratégie de capacité, le modèle de capacité et l'offre de capacité dans la planification de la capacité à moyen et à court termes, formalisés sous le nom de processus d'Advance Planning. Cette approche cherche à offrir une plus grande souplesse aux demandeurs, en leur permettant de solliciter des capacités à des moments où la demande réelle est connue, réduisant ainsi les pertes de capacité et améliorant la réactivité des GI.

Le cadre européen récemment établi vise à satisfaire les besoins du marché et des clients. Une approche réactive axée sur la « réponse au client », influencée par les exigences du secteur privé, peut sembler contradictoire avec une démarche proactive de « planification » menée par l'État. Cependant, ces deux approches se complètent dans le cadre

du processus tactique de planification des capacités à moyen terme.

Elles ont pour objectif d'assurer que des « empreintes capacitaires » (ou modèles de capacité) soient en adéquation avec les besoins des clients. Cette approche structurée vise à renforcer la stabilité de la capacité sur le long terme tout en maintenant une certaine flexibilité à court terme. Alors que l'approche réactive s'efforce de répondre à toutes les demandes de sillons en fonction des besoins immédiats du marché, favorisant ainsi une répartition des capacités axée sur la demande, l'approche proactive se concentre sur une planification stratégique des capacités afin d'aligner les besoins en infrastructures sur la demande anticipée à long terme et sur les services associés. Cette approche proactive axée sur les besoins de services devrait favoriser le développement d'un marché compétitif. En structurant stratégiquement l'offre capacitaire, elle améliore l'efficacité tout en stimulant la concurrence entre les différents acteurs du marché. Une gestion rigoureuse de ce processus est essentielle pour prévenir les défaillances du marché, garantir la disponibilité des sillons et créer des opportunités pour

les nouveaux entrants. Plutôt que d'entraver la concurrence, elle établit des règles claires qui favorisent l'équité, empêchent la domination monopolistique et, en fin de compte, profitent aux consommateurs par une amélioration de la qualité, des prix plus compétitifs et un choix élargi.

À l'aune de ce processus, la communauté ferroviaire européenne débat actuellement de la question de savoir si les modèles de capacité – y.c. les restrictions temporaires de capacité (Temporary Capacity Restrictions – TCRs) – doivent inclure des horaires, s'ils sont systématiques et dans quelle mesure ces modèles doivent être juridiquement contraignants. Malgré les discussions en cours, certains GI ont déjà intégré la planification des horaires systématiques dans leur processus de planification de la capacité. Bien que ce changement représente un nouveau paradigme en termes de ressources (telles que la main-d'œuvre et les systèmes d'information) pour les GI qui ne sont pas encore préparés, il est essentiel de mettre en évidence les pierres angulaires de ces modèles de capacité en tant que livrables.

Horaires systématiques et flexibilité

Les horaires systématiques, tels que les horaires cadencés, sont couramment utilisés dans divers pays européens. Ces horaires se distinguent par des services structurés de manière symétrique qui circulent à des intervalles réguliers. Cette approche présente de nombreux avantages et défis pour les différents acteurs de l'écosystème ferroviaire.

Les horaires cadencés offrent aux voyageurs une prévisibilité, une lisibilité et une fiabilité accrues, facilitant ainsi la planification de leurs déplacements. Ils optimisent la connectivité entre les différents services dans les nœuds de correspondance et assurent une expérience de voyage plus fluide et agréable tout au long du trajet. Pour les EF, ces horaires simplifient la planification opérationnelle et facilitent une communication plus précise entre les parties prenantes. Pour les GI, la régularité des intervalles permet de cibler efficacement le développement de l'infrastructure, d'optimiser l'utilisation des capacités, tout en améliorant la coordination des activités de maintenance, minimisant les goulets d'étranglement et facilitant la gestion de l'exploitation.

Bien que le respect strict des intervalles fixes rende difficile la prise en compte des demandes de capacité de dernière minute, en particulier pour les opérateurs de fret ou les services voyageurs irréguliers, la structuration d'un horaire de manière cadencée et coordonnée permet d'optimiser la capacité et d'éviter les inefficacités. La capacité acquise grâce à cette approche peut ensuite être allouée à des services ad hoc demandés à court terme. Par exemple, la structuration d'un nœud de correspondance avec des arrivées et départs à intervalles réguliers permet d'offrir de la capacité pour des services supplémentaires aux minutes où les trains ne sont pas concentrés. Pour le transport de marchandises, un système de type « tapis roulant » avec des sillons systématiques (moins nombreux pendant les heures de pointe et plus fréquents ou plus rapides pendant les heures creuses) optimise à la fois la planification et l'exploitation en temps réel. Ce système permet une meilleure adaptation aux situations perturbées.

En Suisse, par exemple, l'horaire cadencé coordonné représente l'aboutissement d'un processus institutionnel et itératif. Ce processus dérive les besoins fonc-

tionnels de l'infrastructure d'une stratégie de réseau axée sur l'offre de service. Dans ce cadre, l'horaire n'est pas une fin en soi, mais bien un moyen de parvenir à une fin dans le cadre d'un plan directeur. Cette approche suit le principe selon lequel l'infrastructure, les équipements et le matériel roulant doivent être dérivés d'un concept de service (c'est-à-dire que les exigences fonctionnelles répondent aux besoins d'un plan de capacité, en d'autres mots un horaire cible, convenu entre toutes les parties prenantes dans le cadre d'un processus itératif institutionnalisé). Ne pas considérer cet horaire dans les phases ultérieures serait préjudiciable à la capacité globale du système et constituerait un gaspillage potentiel de fonds publics pour le financement des infrastructures et l'optimisation de l'exploitation. Ces mécanismes de planification à long terme permettent aux gestionnaires d'infrastructure de mieux anticiper les besoins en capacités futures et de coordonner plus efficacement les activités avec les parties prenantes. Cela réduit les conflits de dernière minute et assure une base stable pour le financement et l'exploitation du réseau ferroviaire.

Cela dit, la flexibilité demeure un aspect fondamental de la planification de la capacité. La nature fluctuante de la demande de transport ferroviaire exige des processus et des modèles adaptatifs capables de répondre à des besoins irréguliers, tels que les variations saisonnières, hebdomadaires ou mêmes quotidiennes. Cela concerne le trafic voyageur, mais surtout le secteur du fret, qui requiert une programmation particulièrement dynamique en raison de la nature extrêmement variable des demandes de transport. Dans ce contexte, une planification avancée et systématique permet de répondre aux besoins du marché, indépendamment du futur opérateur qui commandera et/ou se verra attribuer les sillons. Cela permet de concilier les objectifs d'optimisation de la capacité et l'attribution neutre et objective des sillons, et aboutit en fin de compte à une réelle industrialisation du processus.

Le niveau de précision adapté aux besoins de la gestion des parties prenantes

Une coordination efficace entre les GI, les EF, les AO et les régulateurs est indispensable pour assurer un système ferroviaire équitable et équilibré au service de l'ensemble des parties prenantes. Cependant, en raison du contexte concurrentiel, les EF ne peuvent pas participer pleinement à cette coordination. Elles sont donc incitées à soumettre leurs annonces de besoins de capacité (Capacity Needs Announcements – CNAs), qui fournissent des informations sur leurs expressions de besoins en capacité afin de contribuer à l'élaboration des modèles de capacité.

Une coordination précoce et des consultations régulières assurent un engagement équilibré des parties prenantes, mais elles requièrent des ressources financières et humaines considérables ainsi qu'une gouvernance consistante. Bien que ces processus de coordination soient essentiels, il est également important de disposer de systèmes d'information (IT) efficaces pour optimiser les flux de travail et garantir la transparence, la continuité et la cohérence du processus de planification.

La gestion des parties prenantes nécessite des informations objectives pour le processus de prise de décision. À ce stade, les évaluations socio-économiques fournissent une approche structurée pour réaliser les arbitrages difficiles au niveau stratégique (c'est-à-dire la réalisation d'investissements publics à long terme). La quantification des bénéfices (dans les analyses coût-bénéfices) représente un défi, en raison de la nécessité d'une méthodologie qui soit à la fois transparente et largement acceptée par toutes les parties prenantes. Il est essentiel de ne pas confondre les évaluations socio-économiques des projets d'investissement avec les analyses coûts-bénéfices destinées à arbitrer les décisions dans le cadre du processus d'attribution de la capacité. De telles méthodes font actuellement l'objet de discussions au sein de la communauté ferroviaire dans le cadre du projet de nouvelle réglementation européenne. Bien que ces méthodes puissent être utiles dans certains cas de conflit très spécifiques, elles tendent à négliger les interactions capacitaires fondamentales entre les sillons sur l'ensemble du réseau. Il pourrait être plus approprié de comparer des plans de capacité contrastés en se basant sur

la répartition globale de la capacité, plutôt que d'évaluer individuellement les sillons.

Sur la base de ce concept, les plans de capacité, (c'est-à-dire essentiellement les horaires), doivent être conçus pour être simples et flexibles. Le processus de planification devrait également être agile, tant au niveau stratégique que tactique, autant dans sa clarté que dans son abstraction dans la modélisation du système ferroviaire réel. Dans cette optique, l'utilisation de données agrégées et détaillées ainsi que de modèles macroscopiques et microscopiques ne s'excluent pas mutuellement. Au contraire, ils devraient être intégrés dans une approche complémentaire. Les enjeux doivent être abordés avec le niveau de précision approprié aux besoins de la tâche, avec un niveau d'abstraction suffisant pour permettre une planification globale efficace sur de grands réseaux, tout en étant assez précis pour évaluer la faisabilité opérationnelle.

Toutefois, le choix du niveau de précision doit permettre de gérer la variabilité des hypothèses utilisées et des demandes formulées à différents moments du processus. Le système doit également

être capable de s'adapter aux évolutions tout au long du processus de planification de la capacité, à mesure que le niveau de détail disponible augmente. Qu'il s'agisse de modifications de politiques instaurées par les Autorités (à la suite de l'arrivée d'un nouveau gouvernement) ou de limitations temporaires de vitesse imposées sur une section du réseau ferroviaire pour des travaux de maintenance, les modèles et systèmes utilisés doivent permettre aux utilisateurs d'apporter rapidement, efficacement, mais avec suffisamment de précision les ajustements nécessaires.

Conclusions Dans le cadre de la planification et de l'attribution des capacités de l'infrastructure ferroviaire, il est essentiel de concilier les intérêts économiques du secteur public avec ceux du secteur privé afin de satisfaire les attentes des parties prenantes. L'initiative TTR et la nouvelle réglementation européenne visent à optimiser le processus de planification des capacités à moyen terme en utilisant de nouveaux produits structurés, tels que les modèles de capacité, afin d'aligner les besoins à moyen- et court-termes du marché. Cela nécessite une transition d'une approche « manufacturière » vers une

véritable « industrialisation » du processus de production de la capacité. Pour atteindre cet objectif, la mise en place d'horaires systématiques présente des avantages pour la planification et l'exploitation. Il est essentiel de maintenir un équilibre entre les besoins des entreprises ferroviaires de fret, qui recherchent la flexibilité à court terme, ceux des entreprises de transport de voyageurs, qui privilégient une certaine stabilité à long terme, et ceux de la demande variable pour la maintenance et le renouvellement de l'infrastructure (TCRs). Une coordination efficace entre toutes les parties prenantes, soutenue par des systèmes informatiques agiles et une précision adaptée aux besoins dans la construction des horaires et l'évaluation de la performance, permet d'assurer une planification transparente et efficace de la capacité.

Software : Aperçu de l'année 2024



Chiffres et faits

Le chiffre d'affaires de sma.software repose sur trois piliers : la maintenance, les projets et la vente de licences. En 2024, nous avons vendu 21 licences Viriato Standard et 2 licences Viriato Enterprise.

Nous avons également vendu des licences pour les modules complémentaires suivants : Détection des Conflits (7 licences), MicroscopyOnDemand (5), Analyse de Robustesse (3), Travaux (2), Planification des Roulements (1), Analyse des Durées de Voyage (1) et Analyse Capacitaire (1). À cela s'ajoute la location de licences individuelles ou de modules complémentaires pour de courtes périodes. Géographiquement, les ventes se concentrent principalement sur l'Europe, où nous avons aussi

décroché deux nouveaux marchés : la République tchèque et le Luxembourg.

Le rapport entre le nombre de clients existants qui ont acheté des licences supplémentaires et celui des nouveaux clients est bien équilibré.

Nous avons également conclu de nouveaux contrats de maintenance et de développement à long terme avec d'importants clients.

Afin de préparer au mieux nos clients à travailler avec Viriato, nous avons organisé diverses formations adaptées aux besoins et aux processus de travail individuels.

Nombre de formations externes	19
Langues	allemand français italien tchèque
Nombre de jours de formation	36
Nombre de participants	environ 180

Comme dans les années précédentes, la majeure partie des projets clients ont été réalisés pour les entreprises de transport ferroviaire des pays germanophones, auxquels s'ajoutent quelques projets pour des entreprises de transport ferroviaire et des gestionnaires d'infrastructure d'Europe occidentale.

Au total, avec les projets internes, plus de 850 stories ont été réalisées en 2024 dans le cadre de notre processus de développement agile. Pour l'ensemble des 14 versions différentes de Viriato, nous avons effectué 75 livraisons à nos clients, ce qui correspond en moyenne à plus d'une livraison par semaine.

Revue de la gestion des produits 2024

POINTS MARQUANTS DE VIRIATO EN 2024

Vous trouverez ci-après les évolutions les plus importantes faite pour nos utilisateurs dans le cadre l'amélioration continue de Viriato en 2024.

Socle applicatif:

- Viriato utilise désormais le moteur d'exécution .NET 8 de Microsoft en remplacement du .NET Framework 4.8.1. Nous assurons ainsi la maintenance à long terme de Viriato.
- Afin d'améliorer la sécurité, tous les composants du programme sont désormais signés numériquement à l'aide d'un certificat qui garantit l'authenticité du logiciel.

Recherche de sillons et algorithmes:

- Le module de recherche de sillons inclut des paramètres supplémentaires permettant un contrôle plus fin de la manière dont les sillons sans conflit sont construits. Ces nouveaux paramètres permettent de contrôler le temps supplémentaire qui peut être ajouté au parcours du train, de conserver une partie des réserves à des fins de performance, d'ignorer les restrictions de capacité dans les nœuds où l'utilisateur estime qu'une capacité suffisante est disponible et d'activer un mode d'analyse identifiant les nœuds avec une capacité insuffisante. De plus, la sélection de plusieurs modèles de trains pour les insérer séquentiellement dans l'horaire a été simplifiée.

- Un nouveau module de recherche d'affectation des voies de gare a été développé. Il permet l'affectation automatique et sans conflits des voies de gare pour les horaires existants à l'aide du solveur Gurobi.

Planification des trains:

- Les numéros de ligne des trains peuvent désormais être affichés dans les vues de l'horaire graphique et d'occupation des voies de gare.
- L'affichage de la topologie dans la vue d'occupation des voies de gare indique désormais la direction des mouvements des trains, ce qui facilite la lisibilité dans les nœuds importants.
- Les trains commerciaux affichés dans l'horaire tableau indiquent les trains opérationnels sous-jacents.
- Les remarques sur les horaires peuvent s'appliquer à l'ensemble du parcours d'un train, avec des modifications possibles le long de celui-ci.

Échange de données:

- L'import railML a été amélioré dans le cas où l'infrastructure décrite dans le fichier source ne correspond pas entièrement à celle définie dans la base de données Viriato. L'utilisateur dispose d'options supplémentaires sur la manière de traiter les nœuds du parcours qui ne sont pas présents dans l'infrastructure de la base, ce qui améliore la consistance des trains importés. De plus, si des informations détaillées sur l'itinéraire des trains ne sont pas incluses dans le fichier railML, les options de recherche d'itinéraire ont été étendues et offrent désormais à l'utilisateur le choix entre plusieurs stratégies différentes pour gérer les situations dans les zones complexe.
- L'import railML 2.2 prend désormais en compte les remarques définies dans les nœuds et sur les tronçons. De plus, l'export des trains inclut des informations liées de la norme TAF/TAP-TSI.

MoD (Microscopie à la demande):

- Le flux de travail de la microscopie à la demande (MoD) a été amélioré pour permettre aux utilisateurs de travailler avec des modèles d'infrastructure mixtes où seule une partie de celle-ci est définie dans le modèle microscopique du système de services externe, et d'autres parties de l'infrastructure sont connues uniquement par le système mésoscopique. Cela permet d'étudier des variantes de modèle d'infrastructure de manière plus flexible où l'analyse détaillée se concentre sur des zones d'intérêt spécifique, mais où les trains des horaires analysés peuvent couvrir l'ensemble du réseau.
- Les services de la MoD ont été étendus et intégrés avec Viriato Enterprise. Cela inclut la possibilité d'utiliser pour chaque variante d'infrastructure dans Viriato un modèle microscopique différent.
- La vue schématique des nœuds peut dorénavant afficher les signaux et les points d'arrêt. Ces extensions permettent une visualisation plus détaillée du comportement du train sur le réseau.

Analyse des durée de voyage:

- Le module d'analyse des durées de voyage a été étendu pour permettre l'ouverture des trains commerciaux depuis de la vue d'analyse, comme pour les trains opérationnels. Cette possibilité améliore l'accès aux trains utilisés par les voyageurs en cas d'offre de transports incluant des coupes/accroches.

Matériel roulant et calcul de temps de parcours:

- Les définitions des véhicules ont désormais une validité datée, ce qui permet d'améliorer la gestion du matériel roulant en créant plusieurs versions d'un véhicule qui diffèrent au cours d'une période horaire. Seul les véhicules valides les jours du service planifié peuvent être utilisés.
- La vitesse maximale par défaut utilisée par le calculateur de marche dans le cas où les profils de vitesse ne sont pas complètement définis est configurable par l'utilisateur. Cela permet l'utilisation du calculateur de temps de parcours sur des tronçons de sections sans profils de vitesse définis en choisissant une vitesse par défaut spécifique.

Analyse de robustesse:

- L'analyse de robustesse peut dorénavant être effectuée sur un périmètre spécifique de l'infrastructure sélectionné par l'utilisateur. Cette extension permet de circonscrire l'étude aux zones critiques sans avoir à modéliser en détail l'ensemble du réseau et réduit substantiellement les temps de calcul.
- Afin d'améliorer la compréhension des résultats, l'évolution des délais initiaux et de leurs effets consécutifs au cours d'une analyse de robustesse peuvent désormais être exportés dans une feuille de calcul. Grâce à ce complément d'information, des analyses plus détaillées sont possibles.

Utiliser l'intelligence décisionnelle pour accroître la productivité : Le Solveur de Conflits

DÉTECTION DE CONFLITS DANS LA PLANIFICATION À MOYEN TERME À L'AIDE DE LA MoD

Un important objectif du travail de planification à moyen terme (entre X-5 et X-3) est de créer des horaires sans ou quasiment sans conflit. Bien que les trains ne circuleront pas avant quelques années, à ce stade du processus de planification, la structure de base de l'horaire devient claire et il est important d'acquérir la certitude que les sillons planifiés pourront circuler sans retards structurels par rapport à l'horaire prévu.

Le travail à cet horizon temporel implique typiquement l'utilisation d'un outil de planification avec un modèle d'infrastructure macroscopique. Le principe de base de cet outil est permissif : le planificateur est libre de créer des sillons qui répondent aux demandes des opérateurs ferroviaires et aux règles de planification des gestionnaires d'infrastructure. Mais durant cette phase, les détails de l'infrastructure se précisent progressivement et les volumes de sillons se rapprochent des niveaux définitifs. Ces évolutions rendent fondamental le contrôle de la faisabilité des sillons créés et de leurs interactions à un niveau de détail approprié. Nous avons décrit notre approche à cet égard sous le nom de Microscopie à la demande («MoD») dans les rapports annuels précédents.

En résumé, les services de la MoD permettent de valider à l'aide d'un outil microscopique externe les horaires planifiés à l'échelle macroscopique dans Viriato. Ces services permettent de rechercher les itinéraires microscopiques empruntés par les trains, de calculer les temps de parcours sur cette infrastructure et de vérifier si les trains sont exempts de conflit à l'échelle microscopique. Ces opérations sont intégrées à Viriato et se font sans que l'utilisateur ne quitte la vue de planification de Viriato.

Gain de productivité grâce à la résolution automatique des conflits simples Quelle que soit la qualité de la planification des trains au niveau macroscopique, il est inévitable que des conflits microscopiques existent et doivent être gérés avant que le plan de transport puisse être livré. Lorsque les planificateurs sont confrontés à un grand nombre de ces conflits, une question naturelle se pose : ces conflits peuvent-ils être supprimés, ou du moins minimisés, en utilisant la flexibilité inhérente à un horaire venant des différentes réserves de temps qui sont ajoutées à des fins opérationnelles, techniques ou commerciales ? En manipulant la distribution de ces réserves, il est souvent possible d'éliminer bon nombre de ces conflits sans modifier la structure de base de

l'horaire prévu. Si ce processus peut être automatisé, la majeure partie de ces conflits peut être supprimée promptement. Les planificateurs ont alors le temps de se concentrer sur les conflits les plus complexes et leur productivité est augmentée. Cette réflexion nous amène à l'objet de cet article, le Solveur de Conflits.

Le Solveur de Conflits est une approche visant à améliorer la productivité des planificateurs en les assistant dans la résolution des conflits. Cette approche s'appuie sur les fondements de la MoD pour tisser le lien entre les modèles macro- et microscopique, sur des travaux de recherche antérieurs concernant les méthodes d'aide à la décision pour l'élimination des conflits et sur des améliorations algorithmiques afin de réduire le nombre d'appels aux services microscopiques souvent chronophages.

Comment ça marche ? Le Solveur de Conflits fonctionne sur la base d'une sélection d'un corridor le long duquel l'utilisateur souhaite éliminer les conflits des sillons planifiés. L'utilisateur peut travailler sur ce corridor en sachant que les trains ne seront pas adaptés au-delà du périmètre choisi. Pour le planificateur, l'utilisation du Solveur de Conflits se résume à appuyer sur un bouton dans l'outil de planification Viriato.

Cette apparente simplicité couvre un processus mathématique complexe en arrière-plan. L'outil Viriato n'a lui-même aucune connaissance de l'infrastructure microscopique sous-jacente pour l'évaluation des conflits. Pour mener à bien cette évaluation, les temps d'occupation des blocks sont nécessaires. De plus, ceux-ci doivent être transformés en un modèle mathématique pour la minimisation subséquente des conflits. En principe, il serait possible de simuler la progression de chaque train à travers chaque block de manière répétée afin de trouver l'ensemble complet des temps de réservation et de libération des blocks susceptibles d'advenir lorsque des trains sont en conflits, et sur la base de ce modèle, entreprendre la résolution des conflits. Cependant,

les nombreux degrés de liberté possibles pour chaque train rendraient la tâche de calcul dans la pratique excessivement longue.

Heureusement, les principes de conception de l'infrastructure ferroviaire et de la dynamique des trains fournissent une méthode alternative permettant d'obtenir une bonne approximation des temps de prise et de libération des blocks sur base de laquelle nous pouvons générer un modèle mathématique adéquat. Dans la pratique, le dimensionnement des blocks de signalisation et les changements relativement faibles des temps de parcours lors de modification des réserves mènent à une dépendance approximativement linéaire entre les temps de prise et libération des blocks et les temps de réserve macroscopiques. En conséquence, un petit nombre d'appels de calcul des temps d'occupation par l'outil microscopique, typiquement quatre par train, chacun utilisant des temps de réserve différents, permet d'obtenir par régression linéaire une relation de bonne qualité statistique entre les temps d'occupation des blocks microscopiques et les temps de réserve macroscopiques.

Avec ce modèle relationnel entre le système de signalisation et les horaires des trains, nous pouvons construire un modèle mathématique dans lequel les trains peuvent être reprogrammés et réacheminés en redistribuant uniquement les temps de réserve disponibles et en changeant les itinéraires locaux à l'intérieur des gares, tout en maintenant la structure de base des horaires.

Techniquement, un jeu de programmes linéaires en nombres entiers mixtes (« MILP ») est construit et transmis à un solveur mathématique commercial, en l'occurrence Gurobi. Ce solveur tente de minimiser les conflits entre les trains, représentés par le chevauchement des temps d'occupation de blocks qui ont été approximés à l'aide de la relation linéaire décrite plus haut. Si la capacité disponible est suffisante, le solveur sera en mesure d'éliminer les conflits.

Des contraintes supplémentaires spécifiques à une organisation ou un pays peuvent être prises en compte, comme des règles concernant le temps de réserve minimal devant être conversé entre deux nœuds et donc indisponible pour la résolution des conflits, ou d'autres règles contraignantes d'exploitation.

Une fois que le solveur a trouvé une solution, celle-ci est remontée vers l'utilisateur qui dispose alors d'un ensemble de trains actualisés entre lesquels la plupart des petits conflits devraient avoir été résolus et les conflits plus importants minimisés. Un contrôle peut être effectué simplement en utilisant le service microscopique de détection des conflits (MoD).

Cette approche offre un gain substantiel de productivité, sans que les utilisateurs ne quittent l'environnement de la planification macroscopique dans Viriato, ni pour la résolution automatique des conflits ni pour le contrôle des résultats.

De la recherche à la pratique Cette méthode est le fruit plusieurs projets de recherche académique et a été documentée dans un article publié en collaboration avec la TU Dresden à l'occasion de la conférence ICROMA RailDresden 2025. Comme pour tous les projets de ce type, il est important de tester la méthode sur des cas réels et des configurations de données différentes. Des premiers tests ont été effectués par des experts en planification d'horaire chez SMA et ils ont confirmé son potentiel. Actuellement, une phase d'industrialisation du prototype est en cours dans laquelle le code de construction du modèle mathématique et la partie algorithmique sont réécrits dans processus d'ingénierie de logiciel standardisé et intégrés à la plateforme algorithmique de Viriato. Cette intégration permettra une utilisation dans une plus vaste gamme de projets internes et externes et facilitera l'incorporation des retours d'expérience et des exigences supplémentaires.

Consulting : Une sélection de projets de l'année 2024



Consulting : Une sélection de projets de l'année 2024

Nos domaines d'activités

-  Offre
-  Production
-  Exploitation
-  Capacité
-  Demande
-  Appels d'offres

ALLEMAGNE



Ministère bavarois du logement, de la construction et des transports (StMB) : Étude de faisabilité programme « Bahnausbau Region München »

En 2018, le gouvernement de l'État de Bavière a lancé le programme « Bahnausbau Region München »

(aménagement ferroviaire de la région de Munich) afin de développer l'infrastructure ferroviaire et de rendre le transport ferroviaire régional, et notamment le S-Bahn, encore plus attractif. L'étude de faisabilité avait commencé avec 26 mesures individuelles à examiner (appelées « U-Massnahmen ») et a pu être achevée après six ans.

Le programme a été conçu dès le départ de manière transparente et a été développé en collaboration avec DB InfraGO AG et d'autres acteurs importants. Les représentants régionaux et les services spécialisés ont été régulièrement informés de l'état d'avancement des travaux dans le cadre de groupes de travail et de forums de dialogue. Les propositions de la région et des services

spécialisés ont été reprises et évaluées dans le cadre de travaux d'expertise. Finalement, 44 mesures ont été examinées, ce qui a entraîné une prolongation du projet de 2 ans, sa durée étant portée à six ans. À l'issue des études de faisabilité, les évaluateurs ont pu recommander la poursuite de 60 % des mesures « U-Massnahmen » : 26 mesures présentent soit un indicateur coûts-avantages positif, soit au moins une viabilité suffisante. Seules 10 mesures (22 %) ont fait l'objet d'une recommandation négative de la part des experts. Une petite partie des mesures (18 %) n'a pas été examinée ou n'a pas pu être évaluée.

L'État de Bavière souhaite à présent, dans le cadre des moyens financiers

disponibles, faire avancer les mesures évaluées positivement et convenir des prochaines étapes de planification avec la DB. Pour cela, les mesures déjà en cours de réalisation ainsi que les mesures « U-Massnahmen » dont la poursuite est recommandée doivent être classées dans un ordre raisonnable et réalisable.



Ministère bavarois du logement, de la construction et des transports (StMB): Études de faisabilité

« Ausbauprogramm S-Bahn Nürnberg » Les études de faisabilité du « Ausbauprogramm S-Bahn Nürnberg (AuSbauNü) » décrivent les points clés d'une possible organisation future du transport ferroviaire régional de passagers, en particulier du S-Bahn, dans la région de Nuremberg. En plus des

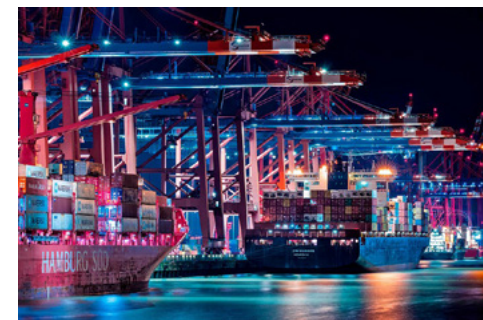
nombreuses mesures déjà en cours de planification ou de réalisation, 38 autres mesures sont actuellement examinées dans le cadre de l'AuSbauNü quant à leur utilité pour le système de transport, leur faisabilité en termes de construction et leur viabilité économique. Ces mesures ont été préalablement convenues avec la région. Il s'agit de nouveaux arrêts de RER, de nouvelles lignes de RER, de l'extension de l'offre, de l'électrification de certaines lignes, de l'utilisation de véhicules hybrides à batterie ainsi que de l'aménagement de lignes. L'évaluation des mesures s'effectue selon la procédure d'évaluation standardisée (« Standardisierte Bewertung »). L'évolution de la demande sur la base de concepts d'offre adaptés aux besoins indique, par rapport aux coûts d'infrastructure et d'exploitation, quelles mesures devraient être retenues.

Les premiers résultats ont été présentés au public en octobre 2024 à Nuremberg dans le cadre d'un forum de dialogue. De nombreuses mesures ont obtenu un rapport utilité-coût supérieur ou égal à 1.0, ce qui constitue la condition pour obtenir des subventions de l'État fédéral pour leur mise en œuvre ultérieure.

Les mesures suivantes ont été recommandées:

- Introduction d'un RER vers Markt Erlbach à une cadence à la demi-heure
- Introduction d'un RER vers Cadolzburg à une cadence à la demi-heure
- Concept global du secteur ouest (considération globale incluant la S6 + introduction de RER vers Markt Erlbach et Cadolzburg)
- Introduction d'un RER vers Gräfenberg à une cadence à la demi-heure
- Introduction d'un RER sur le Nürnberger Nordring à une cadence à la demi-heure avec prolongement vers Gräfenberg
- Prolongement du RER de Roth à Hilpoltstein
- Nouvelle ligne Hilpoltstein–Allersberg avec prolongement du RER d'Allersberg à Hilpoltstein

D'autres mesures sont en cours d'élaboration et seront présentées ultérieurement.



Ministère fédéral du Numérique et des Transports: Étude de faisabilité d'une traversée ouest de l'Elbe à Hambourg

Afin de compléter et de décharger la traversée ferroviaire existante de l'Elbe entre Hamburg-Harburg et la gare centrale de Hambourg, SMA a rejoint un consortium composé des entreprises Tutech Innovation GmbH, Obermeyer Infrastruktur GmbH, Intraplan Consult GmbH et TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH ayant pour mission d'étudier une nouvelle traversée dans la partie ouest de la ville de Hambourg.

Dans le cadre de l'étude, 14 variantes sommaires ont été élaborées avec différentes hypothèses concernant le type de trafic et le tracé. Les résultats de l'évaluation de ces variantes sommaires

ont permis d'identifier deux variantes à approfondir. Elles montrent que l'horaire cible « Deutschlandtakt » utilisé comme cas de référence, avec l'offre prévue pour le trafic grandes lignes et régional, satisfait déjà la demande projetée actuellement, qui est surtout centrée sur la gare centrale de Hambourg. En ce qui concerne le transport de marchandises, les capacités prévues dans l'horaire cible Deutschlandtakt permettent également de répondre à la demande prévue.

L'offre complémentaire rendue possible par la nouvelle traversée ouest de l'Elbe engendre des avantages notables pour le système de transport. En particulier dans le domaine du transport local, une nouvelle offre RER et des arrêts supplémentaires entraîneraient une augmentation du nombre de passagers. Les coûts de construction élevés d'une nouvelle traversée ouest, compris entre 3.2 et 5.0 milliards d'euros selon la variante, sont toutefois loin d'être justifiables. Les investissements dépassent nettement les avantages réalisables : selon la méthodologie du « Bundesverkehrswegeplan », les deux variantes présentent un rapport utilité- coût de 0.3. Il est peu probable que des étapes

d'optimisation (par exemple une offre modifiée ou des coûts d'investissement réduits) permettent d'atteindre un rapport utilité-coût supérieur à 1.0, condition nécessaire au financement par l'État fédéral.

L'axe de transport supplémentaire étudié, qui ne met pas l'accent sur le renforcement des relations de transport les plus importantes, n'est donc pas économiquement viable. Selon les experts, il n'est pas recommandé d'approfondir davantage cette traversée ouest de l'Elbe à Hambourg tant que les conditions cadre, telles que les prévisions de trafic ou le développement de l'urbanisation, ne changent pas de manière significative.



Ministère de l'environnement, du climat, de la mobilité, de l'agriculture et de la protection des consommateurs de la Sarre (MUKMAV) : Étude de faisabilité pour la réouverture de lignes ferroviaires pour le transport de passagers en Sarre

Le développement du transport ferroviaire régional de passagers (SPNV) en Sarre est un élément essentiel du plan de développement des transports publics de la Sarre. Celui-ci comprend l'extension du réseau ferroviaire régional existant en un réseau RER, la réouverture de lignes ferroviaires et de stations existantes pour le transport de personnes ainsi que la construction intégrale ou partielle de lignes ferroviaires et de stations pour le trafic ferroviaire régional.

Dans le cadre d'un consortium avec Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft GmbH et ZIV – Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH, SMA a réalisé une étude de faisabilité incluant une analyse des avantages et des coûts pour la réouverture de lignes ferroviaires et leur intégration dans le système global de transport régional de personnes en Sarre. Il s'agit des 5 lignes suivantes :

- « Rosseltalbahn » (Saarbrücken – Großrosseln)
- « Bisttalbahn » (Saarbrücken/Völklingen – Überherrn)
- Ancienne ligne « Merzig-Büschfelder Eisenbahn » (Merzig – Niederlosheim)
- « Primstalbahn » (Dillingen/Saarlouis – Lebach-Jabach/Wadern)
- « Blisttalbahn » (Homburg – Blieskastel)

L'étude de faisabilité a couvert les thématiques suivantes :

- Analyse de la situation actuelle
- Élaboration de concepts d'exploitation possibles

- Détermination de l'infrastructure nécessaire, y compris l'estimation des coûts
- Estimation de la demande de transport avec effets de transfert modal
- Calcul de l'indicateur utilité-coût escompté selon la méthode d'évaluation standardisée (« Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs » / Version 2016+)

Les travaux de SMA au sein du consortium ont consisté à élaborer des concepts d'exploitation pour plusieurs scénarios par ligne, y compris des concepts de bus. Les études ont été étroitement coordonnées avec le MUKMAV et un groupe de travail accompagnant le projet. Pour quatre des cinq lignes, le calcul de l'indicateur utilité-coût a donné un résultat supérieur à 1.0, ce qui ouvre la porte au subventionnement de leur réalisation.



Conseil KC ITF NRW et autorités organisatrices NRW

En 2024, SMA a continué d'accompagner le KC ITF NRW ainsi que les trois autorités organisatrices des transports ferroviaires régionaux de Rhénanie-du-Nord-Westphalie (go. Rheinland, VRR et NWL) dans le développement de l'horaire cadencé intégral du Land de Rhénanie-du-Nord-Westphalie (NRW). Pour soutenir le KC ITF NRW, SMA a formé un consortium avec Quattron GmbH (anciennement VIA Consulting & Development GmbH) de Aachen.

Les priorités pour le KC ITF NRW en 2024 ont été, entre autres, l'élaboration d'un concept d'horaire robuste par le développement de mesures promouvant la qualité face au manque de ressources en termes de disponibilité du personnel

et de l'infrastructure. Afin de garantir une qualité d'exploitation améliorée à long terme lors de la planification du réseau cible, SMA a accompagné des tests de robustesse des horaires pour le réseau cible NRW 2040, qui seront réalisés par DB InfraGO AG probablement jusqu'à fin 2025.

À l'horizon des années 2030, une réutilisation possible des chemins de fer d'usine actuels dans le bassin minier rhénan pour le transport ferroviaire interrégional de marchandises et le transport régional de passager a également été étudiée. Les avantages et les inconvénients opérationnels de différents points de raccordement au réseau existant ont été mis en évidence.

Sur mandat des autorités organisatrices en NRW, SMA a réalisé différentes études sur la faisabilité opérationnelle de réouvertures de lignes de transport ferroviaire régional (par ex. Recke–Rheine, ancienne ligne Moerser Kreisbahn, Wiehltalbahn).

Dans le domaine de go.Rheinland, un autre point fort des travaux a été l'accompagnement de la planification détaillée et du développement du RER

rhénan (S-Bahn Rheinland) ainsi que l'examen des sites de garage possibles pour les véhicules du futur réseau RER. En outre, des études ont été menées pour une mise en service progressive des aménagements d'infrastructure prévus sur la ligne de la rive gauche du Rhin et sur la ligne de l'Eifel.

Dans les études réalisées pour VRR, le futur réseau RER de Düsseldorf était au centre des préoccupations. En fonction de la mise en service des aménagements d'infrastructure prévus, des concepts ont été développés pour une densification progressive de la cadence jusqu'à une cadence de 15', qui peuvent être mis en service successivement.

Les résultats des travaux en Rhénanie-du-Nord-Westphalie ont été présentés et discutés dans des groupes de travail et des commissions. Les travaux ont été complétés par le monitoring annuel du volume de prestations et la mise à jour de l'horaire réticulaire actuel.

Les travaux se poursuivront également cette année.



Bayerische Eisenbahngesellschaft (BEG): Étude sur les conditions techniques d'une utilisation de véhicules hybrides à batterie dans l'Allgäu

D'ici à 2040, l'État de Bavière souhaite mettre fin à l'utilisation de véhicules diesel dans le transport ferroviaire régional de passagers bavarois. Comme il est improbable qu'une électrification complète du réseau ferroviaire soit réalisable d'ici là, cela implique l'utilisation de technologies de propulsion alternatives. Sur demande de la Bayerische Eisenbahngesellschaft (BEG), un consortium composé d'Enotrac AG, de SMA und Partner AG et de Hynes GmbH a examiné comment les lignes régionales de Souabe et de l'ouest de la Haute-Bavière, qui sont jusqu'à présent exploitées en traction diesel, pouvaient être converties à des moteurs sans

émissions locales. L'objectif était d'élaborer un concept garantissant une exploitation climatiquement neutre et robuste dans le transport public régional de passagers.

Dans un premier temps, SMA a défini les cadences types et établi un horaire réticulaire de l'ensemble du réseau. Sur la base des capacités prescrites par BEG, de nombreux plans de roulement ont été établis comme base pour les étapes suivantes.

Par la suite, Enotrac et Hynes GmbH ont développé un concept d'approvisionnement énergétique permettant une exploitation robuste avec des véhicules hybrides à batterie. En même temps, l'infrastructure H2 nécessaire à l'utilisation d'un véhicule hybride à hydrogène trimodal a été identifiée. L'étude a également porté sur la faisabilité générale, l'estimation des coûts et l'élaboration d'un calendrier possible de mise en service ainsi que l'évaluation de ces paramètres.

L'expertise a montré qu'une propulsion supplémentaire à hydrogène pour les véhicules à technologie pendulaire serait très coûteuse et comporterait des

risques élevés. Les nouveaux trains à technologie pendulaire devront donc être achetés en tant que véhicules uniquement équipés de batteries et devront recevoir des batteries plus performantes à la place de la pile à combustible. Ainsi, il n'est pas nécessaire de réaliser tous les aménagements d'infrastructure proposés dans l'expertise. La mise en place d'une infrastructure à hydrogène ainsi que certaines électrifications partielles peuvent donc être supprimées.



Ministère fédéral du Numérique et des Transports: Actualisation de l'horaire cible Deutschlandtakt / Plan de réalisation stratégique

Deutschlandtakt est la stratégie directrice de l'État fédéral allemand pour un réseau

ferroviaire d'avenir performant, fiable et attractif. L'horaire cible Deutschlandtakt (Zielfahrplan) montre quelles offres de transport doivent être atteintes à long terme et quelles infrastructures sont nécessaires à cet effet. Avec la démarche Deutschlandtakt, les offres de transport ferroviaire de passagers doivent être davantage harmonisées entre elles, les temps de correspondance et de trajet doivent être réduits et des capacités suffisantes doivent être créées pour le transport ferroviaire de marchandises avec un temps de transport court. Le résultat est un horaire cadencé concerté pour toute l'Allemagne, avec des sillons performants et systématiquement planifiés dans une structure cadencée intégrant le trafic de marchandises prévu, qui constitue une base stratégique pour le développement de l'infrastructure. Sur la base de cet horaire, les mesures d'aménagement et les nouvelles constructions nécessaires pour le réseau ferroviaire sont identifiées.

SMA accompagne les travaux relatifs à l'horaire cible Deutschlandtakt, aussi bien dans le cadre de son actualisation que dans celui du plan de mise en œuvre stratégique du Deutschlandtakt (phasage).

L'objectif principal de la mise à jour de l'horaire cible Deutschlandtakt est d'adapter l'horaire cible existant aux nouvelles prévisions de trafic pour 2040. Il s'agit de montrer quelles modifications doivent être apportées au concept d'offre et d'infrastructure en fonction de l'évolution future de la demande et comment l'horaire cible peut être adapté aux nouvelles évolutions du trafic. Dans le cadre de ce développement de l'horaire cible, il faut également tenir compte des concepts de transport régional des Länder mis à jour entre-temps ainsi que des objectifs politiques et des mesures de la loi sur les investissements dans les régions charbonnières (InvKG). Les travaux d'actualisation de l'horaire cible seront achevés en 2025.

Afin de pouvoir mettre en œuvre l'horaire cible par étapes et d'impliquer toutes les parties prenantes de manière contraignante, le plan de réalisation stratégique du Deutschlandtakt est élaboré en parallèle. Ce plan de réalisation est composé de concepts d'offre pour les horizons à moyen et long termes, y compris les ensembles d'infrastructures prioritaires correspondants, ainsi que d'un processus standard pour analyser les interactions entre tous

les projets élémentaires concernant les voies ferrées fédérales en lien avec l'horaire cible Deutschlandtakt. Il en résulte des étapes d'aménagement de l'infrastructure. Les travaux relatifs au plan de réalisation stratégique sont réalisés en collaboration avec les entreprises ifok, Intraplan Consult GmbH et tts trimode GmbH. Les travaux se poursuivront en 2025.



DB InfraGO AG: KaZu Novum – Création du mKoK 2026/28 Dans le cadre du projet KaZu Novum (planification et affectation de capacités pour l'avenir), DB InfraGO AG poursuit l'élaboration d'étapes intermédiaires cohérentes en vue de l'horaire cible Deutschlandtakt dans un processus de planification transparent pour tout le secteur.

La mise en service de la nouvelle gare souterraine de Stuttgart 21 ainsi que d'autres éléments d'infrastructure du réseau ferroviaire allemand déclencheront des adaptations substantielles de l'offre avec des répercussions sur l'ensemble du réseau ferroviaire allemand. En raison de ces modifications fondamentales de l'offre de transport, le concept à moyen terme pour une utilisation optimisée des capacités (mKoK) sera actualisé et réélabore pour les horaires 2026/28. Dans ce contexte, la mission de SMA consiste à accompagner DB InfraGO AG sur le plan technique lors de l'élaboration interne des horaires et des processus dans le cadre de l'intégration des parties prenantes, en tenant compte du mix des types de trafic, et de la cohérence temporelle avec la structure de l'offre de l'horaire cible Deutschlandtakt.

Afin de mettre en œuvre une planification et une attribution des capacités aussi optimisées que possible, avec une attribution des capacités en fonction du type de trafic, pour les trois types de trafic (longue distance, local et marchandises), une approche de planification hiérarchique a été développée ces dernières années en collaboration

avec le marché. Cette démarche est appliquée dans le projet en cours pour l'élaboration du mKoK pour l'horaire 2026/28.

Sur le plan technique, les travaux sont réalisés en étroite collaboration avec DB InfraGO AG en utilisant des outils d'horaires macroscopiques et microscopiques. Cela a été réalisé en respectant les règles de conception de la DB en ce qui concerne les différentes marges dans les temps de parcours et espacements des trains pour tenir compte de la robustesse et des travaux. Depuis 2016, SMA a développé le concept Microscopy on Demand (MoD). Celui-ci complète le logiciel Viriato en donnant accès à des services microscopiques basés sur un modèle microscopique d'infrastructure. La procédure MoD réduit considérablement le temps nécessaire à la validation microscopique des horaires par rapport à la méthode utilisée jusqu'à présent, qui consistait à transférer entièrement la planification macroscopique dans des modèles microscopiques pour les vérifier. Cela permet d'éviter des interfaces entre plusieurs outils qui prennent beaucoup de temps et sont sources d'erreurs. Dans le cadre de ce projet, le modèle

d'infrastructure microscopique est appelé par la MoD au travers de l'outil LaaS développé par quattron GmbH.



DB Regio AG: Concepts alternatifs pour le S-Bahn Stuttgart Dans le cadre de l'extension du nœud digital de Stuttgart (DKS), l'ensemble du parc de véhicules du RER de Stuttgart (SBS) doit être équipé de l'ETCS dans un délai défini. Le nombre de véhicules disponibles pour couvrir l'offre de transport s'en trouvera temporairement réduit. Après la modernisation, les véhicules équipés ne pourront plus être couplés avec le parc qui n'aura pas encore été converti.

Sur cette base, SMA a développé jusqu'à 30 scénarios différents pour le

réseau RER, qui présentent différentes caractéristiques, par exemple par des adaptations de l'offre, du tracé de ligne ainsi que par une adaptation ciblée de la traction. Selon le scénario, une combinaison de variantes permet d'économiser un nombre variable de véhicules en fonction de la combinaison de variantes choisie.

Enfin, SMA a résumé l'évolution dans le temps des unités de traction nécessaires et disponibles des différentes sous-flottes voire du nombre total de rames disponibles, par étapes mensuelles, afin de pouvoir détecter un éventuel manque de matériel roulant.



DB InfraGO AG: Concept de trafic HLK Nürnberg–Regensburg–Passau

La rénovation du corridor à grande capacité Nuremberg–Ratisbonne–Passau est prévue pour 2026. Elle doit se dérouler en cinq étapes successives. Pendant cette période, différents états de fermeture de la ligne seront implémentés. La ligne Nuremberg–Ratisbonne–Passau est un corridor très chargé, qui supporte la charge principale du trafic de marchandises entre les ports de la mer du Nord, l'Autriche et le sud-est de l'Europe. En outre, la charge de la ligne connaît une intensité variable selon les tronçons en fonction du trafic local et du trafic à longue distance. Alors que de nombreux autres corridors à grande capacité présentent des itinéraires de déviation performants et presque parallèles à proximité immédiate, il n'existe

pour la ligne Nuremberg–Ratisbonne–Passau que des itinéraires de déviation qui sont relativement éloignés, situés dans les pays voisins, à voie unique ou qui ne sont pas électrifiées. SMA a soutenu DB InfraGO AG d'une part dans l'évaluation des itinéraires de déviation appropriés et d'autre part dans la planification des concepts d'exploitation pour les trafics de déviation.

Après avoir défini des itinéraires de déviation appropriés, SMA a identifié les éléments déterminants des goulets d'étranglement. Pour le transport de marchandises, les restrictions concernant la longueur et la masse des trains ont également été identifiées. En plus des déviations sur le réseau de DB InfraGO AG, les itinéraires internationaux ont également été pris en compte.

La planification sur les corridors de déviation s'est faite sur la base de l'objectif d'une utilisation maximale des capacités pour le transport de marchandises. Pour cela, une harmonisation de la vitesse du trafic longue distance a été prise en compte afin de maximiser le volume de trafic attendu sur les itinéraires de déviation.



Entreprise de transport ferroviaire : Examen de la planification des roulements du matériel roulant

Au cours de l'année passée, SMA a procédé, dans le cadre de plusieurs procédures d'ouverture à la concurrence de transport public régional de voyageurs, à la vérification de la planification des roulements de véhicules établis par les soumissionnaires eux-mêmes.

Dans le cadre d'un projet aux délais très courts, l'objectif était d'examiner le plan de roulement remis par le soumissionnaire afin de vérifier sa conformité avec les documents d'appel d'offres, son exactitude conceptuelle et ses approches innovantes. Dans la plupart des cas, SMA a pu confirmer le plan de roulement, ce qui a permis au soumissionnaire de remettre son offre.

En outre, le travail de SMA a également permis de mettre en évidence des approches d'optimisation possibles dans les détails ou de remettre les roulements en question dans l'optique d'autres soumissionnements potentiels.

SMA a effectué le contrôle de la planification des roulements à l'aide du module de planification des roulements de Viriato, qui a été conçu sur mesure pour ce type de travail conceptuel. Ce module fournit rapidement des informations sur toutes les données de roulement pertinentes pour des jours de circulation types sélectionnés.

RÉPUBLIQUE TCHÈQUE



Správa železnic – Gestionnaire d'infrastructure ferroviaire tchèque / Mott MacDonald CZ : Étude de faisabilité pour le nœud de Prague

Après trois ans de travaux approfondis, l'étude de faisabilité du nœud de Prague a été finalisée en 2024. La dernière année de l'étude a été consacrée à la sélection et à l'optimisation de l'option préférentielle – un processus qui a nécessité, d'une part, l'accord et le soutien de toutes les parties concernées et, d'autre part, d'aboutir à une solution technique et économique acceptable. Des stations de RER supplémentaires dans (et parfois sous) le centre-ville ont été incluses dans la solution pour les deux lignes principales de RER, améliorant ainsi l'accessibilité de plusieurs

sites centraux et lignes de transport public. Cette option optimisée, bénéficiant d'un large soutien, a été évaluée positivement d'un point de vue économique et environnemental. Elle a ainsi rempli une condition importante pour l'approbation des projets par le ministère des transports.

Les résultats de l'étude ont également été examinés par plusieurs experts et institutions externes. L'étude a fourni une base stratégique solide pour le développement à venir du nœud ferroviaire de Prague et, par conséquent, pour la ville de Prague elle-même. L'ajout de deux tunnels pour les RER au réseau de transport de Prague a le potentiel de révolutionner la configuration des transports et la structure urbaine de la ville et de ses environs. En tout, plus de 80 km de voies ferrées, y compris de nombreuses gares, seront réaménagés afin de permettre la mise en place de l'horaire cible systématique qui a été développé.

Le succès de cette étude a reposé sur les échanges fréquents entre toutes les parties prenantes, dont la ville de Prague, la région de Bohême-Centrale, le ministère des transports, le gestionnaire

d'infrastructure et l'association des entreprises de transport de marchandises. SMA a contribué à l'étude en tant que membre d'un consortium de cinq entreprises.

AUTRICHE



ÖBB-Personenverkehr AG : Concepts d'horaires travaux dans des modèles prédéfinis

La mise à disposition de ressources pour les services routiers de remplacement de l'offre ferroviaire (SEV) en raison de travaux devient de plus en plus difficile, car le nombre de chantiers augmente et la disponibilité d'un nombre suffisant de bus et de conducteurs diminue ou n'augmente pas dans la même mesure. La standardisation des horaires travaux doit permettre d'accélérer le processus de planification et ainsi permettre une coordination plus précoce entre les chantiers, les horaires et les ressources SEV.

La première étape consistait à préparer des gabarits SEV pour des sections prédéfinies pour toute l'Autriche en combinant des données sur les horaires, la demande et les SEV. La deuxième étape visait à appliquer cette base de données de gabarits SEV aux chantiers effectivement prévus afin d'estimer les besoins en bus par chantier et à les agréger par région ou au niveau national. Dans une troisième étape, il s'agissait de vérifier et d'améliorer les résultats à l'aide des expériences des planificateurs régionaux de ÖBB-Personenverkehr AG et de ÖBB Postbus AG.

L'application de la méthode des gabarits aux travaux prévus pour les années 2025 et 2026 a permis d'estimer les besoins en bus pour l'ensemble de l'Autriche. Les évaluations montrent à la fois un besoin de base en bus SEV, un besoin moyen en bus et des besoins de pointe. Ces données peuvent maintenant être utilisées pour dimensionner la réserve de ressources internes et pour coordonner à temps les besoins en ressources tierces avec les partenaires.

En outre, la visualisation des besoins en bus par chantier au fil du temps offre la possibilité d'identifier les superpositions

défavorables de travaux simultanés et, dans la mesure du possible, de favoriser un échelonnement temporel des chantiers en coordination avec le gestionnaire d'infrastructure.



Schiene OOE : Services de conseil opérationnel et conceptuel

L'idée de base du Regional-Stadt-Bahn (RSB) Linz est de relier la périphérie de la ville au centre-ville de Linz avec des liaisons rapides, attractives et sans changement de train, selon le « modèle de Karlsruhe ». Le réseau est composé d'environ 27 km de lignes nouvelles qui complètent les lignes existantes de la Linzer Lokalbahn et de la Mühlkreisbahn vers Aigen-Schlägl pour former un réseau continu dans la région de Linz. Il comprendra à l'état final – en fonction des limites de l'exploitation

du RER – une longueur d'environ 80 km. L'acquisition de véhicules tram-train adaptés a déjà été lancée.

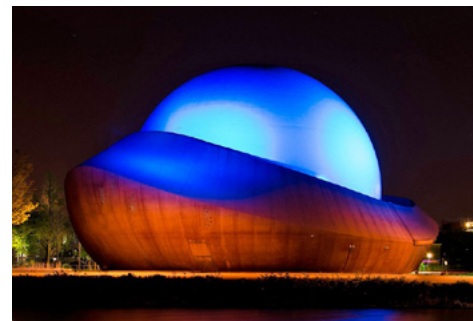
L'objectif de l'étude est de répondre à des questions conceptuelles et opérationnelles afin de concrétiser l'état actuel du projet. La base est le concept d'offre remis par le client. Les lignes qui y sont présentées ont une fréquence allant jusqu'à 15 minutes sur les branches extérieures, qui se superposent à une fréquence de 5 minutes dans le centre-ville.

Sur la base d'une analyse des planifications disponibles jusqu'à présent pour le RSB Linz, SMA a tout d'abord concrétisé pour la Schiene OÖ GmbH & Co les éléments techniques de l'horaire tels que les temps de parcours, les temps d'arrêt, les temps d'espace-ment et de croisement des trains ainsi que les paramètres de planification existants. A partir de là, les caractéristiques fonctionnelles de l'infrastructure, telles que les sections à double voie, les gares de croisement, les points de bifurcation, les postes d'aiguillage, la conception topologique des voies des nœuds ferroviaires locaux, ont été déterminées sur la base de l'horaire.

Les étapes de travail suivantes comprennent la planification des horaires 24h et des roulements puis le calcul des trains-kilomètres, la détermination des caractéristiques des systèmes liés à l'exploitation tels que les sites de maintenance appropriés ou les installations de garage, la planification de deux concepts d'étapes intermédiaires, y compris le calcul des besoins en véhicules, ainsi que l'examen des concepts d'incidents.

Les activités seront achevées en 2025.

PAYS-BAS



Provinces de Groningen, Friesland, Drenthe et Overijssel: Deltaplan Nord-Pays-Bas – Amélioration du réseau ferroviaire existant

Le programme de développement Deltaplan du Nord des Pays-Bas contient trois projets d'amélioration du système de transport public : la nouvelle ligne « Lelylijn » (Amsterdam–Groningen), la réouverture et la construction partielle de la ligne « Nedersaksenlijn » (Groningen–Hengelo) et l'extension du réseau ferroviaire existant.

Dans le cadre du programme d'aménagement du réseau existant, l'équipe de projet du Deltaplan a défini plusieurs scénarios, en collaboration avec différentes parties prenantes, afin

d'atteindre l'objectif général de développement. Ces scénarios se distinguent notamment par l'achèvement de deux projets d'infrastructure structurants : la Lelylijn et la Nedersaksenlijn.

SMA a converti ces tracés en concepts d'horaires à la minute près :

- Définition des exigences fonctionnelles des mesures d'infrastructure nécessaires pour les tracés proposés, en particulier en termes de plans de voies.
- Évaluation de la qualité de l'offre obtenue en termes de temps de parcours, de temps de correspondance, de fréquences, etc. La demande de transport a pu ensuite être évaluée sur la base des horaires établis.
- Détermination de la quantité de matériel roulant nécessaire à une entreprise ferroviaire pour produire l'horaire. Ceci est une donnée importante pour le calcul des coûts d'exploitation et la détermination des capacités de garage nécessaires.

En étroite collaboration avec les mandants et ProRail, SMA a défini la situation de référence en tenant compte

d'autres projets (Lelylijn, Nedersaksenlijn, Wunderline Groningen–Brême) ainsi que les paramètres de planification, afin que l'étude soit également comparable ou compatible par rapport à d'autres études ou développements.

L'étude a permis d'obtenir une vue d'ensemble et de mettre en évidence les différentes possibilités pour chaque ligne : des objectifs d'offre et des structures d'horaires différents exigent des mesures d'infrastructure différentes. Les résultats constituent la base pour de nombreuses études en aval : faisabilité et coûts des mesures, potentiel de la demande, accessibilité, KPI de développement.

SUISSE



CFF Infrastructure : Étude préliminaire sur l'extension de la capacité du nœud de Bâle

Afin de préparer le message 2026 au Parlement fédéral sur l'extension du réseau ferroviaire dans le cadre du processus PRODES, les CFF ont élaboré, sur mandat de l'Office fédéral des transports (OFT), l'étude préliminaire pour l'extension de la capacité du nœud de Bâle (VKKB). Celle-ci a pour but d'obtenir des enseignements et des fondements fiables pour le processus de décision et la poursuite de l'étude de l'infrastructure du nœud de Bâle. L'étude comprend les projets suivants : le « Herzstück » avec les nouveaux arrêts de Bâle Mitte et Bâle Klybeck, les gares de Bâle CFF avec gare souterraine, Bâle Bad Bf avec ou

sans gare souterraine et Bâle Saint Jean, y compris les aménagements de ligne correspondants. Ces projets d'infrastructure ont été préalablement identifiés dans l'étude « Configuration du nœud de Bâle » comme étant les plus pertinents pour un développement optimal de l'offre à long terme.

SMA a accompagné les CFF dans ces travaux dans différents domaines. Il s'agissait notamment de garantir les exigences de trafic, entre autres en vérifiant les conséquences opérationnelles des adaptations de la topologie de l'infrastructure. Un autre élément central a été l'élaboration d'une séquence de réalisation permettant un développement raisonnable du trafic en tenant compte des exigences en matière de construction. En outre, des analyses ont été menées pour garantir une production ferroviaire efficace à l'état cible et aux horizons intermédiaires, ce qui constitue un aspect central pour l'exploitation dans le nœud de Bâle. Enfin, les limites du système, dont la maîtrise est décisive pour le fonctionnement des trafics transfrontaliers (en particulier du RER trinational de Bâle), ont dû être approfondies.

Sur la base de cette étude préliminaire, des avant-projets ou d'autres études préliminaires peuvent maintenant être lancés pour certains éléments, en fonction des priorités et des intérêts des clients.



Agglo Basel : Installations de garage et de maintenance du RER trinational de Bâle

La région trinationale de Bâle (Suisse, Allemagne, France) a l'intention de développer le RER en un système performant avec des cadences plus denses et des lignes diamétrales.

En raison des besoins croissants en matériel roulant, des capacités supplémentaires en matière d'installations de maintenance et de garage seront nécessaires sur le réseau du RER trinational

de Bâle. Une concertation précoce entre tous les services impliqués ainsi que la garantie de disposer des surfaces pour les installations sont des facteurs importants pour une mise en œuvre réussie et dans les délais du développement du RER. SMA a élaboré les bases nécessaires pour AggloBasel.

Dans un premier temps, SMA a développé des concepts de flotte, avec différentes approches comme une flotte unique ou une différenciation selon la longueur de la composition et la compatibilité avec les pays, et les a évalués en termes d'offre et d'exploitation. Ensuite, le concept d'exploitation (heures de service, longueur des trains en fonction de la courbe de la demande), le concept d'entretien (périodicité et durée des tâches d'entretien telles que l'entretien proche de l'exploitation, l'entretien lourd, le nettoyage extérieur/intérieur, etc.) et le nombre de sites influencent les futurs besoins en installations de maintenance. Ces facteurs d'influence ont finalement permis de déterminer les besoins en matière d'infrastructure de maintenance et de voies de garage nécessaires.

Dans le cadre d'un approfondissement de sites sélectionnés (selon les résultats d'une étude séparée portant sur l'aménagement du territoire et l'environnement), SMA a étudié la faisabilité en termes d'horaires (capacité des trajets pour amener et évacuer les véhicules) et la rentabilité (minimisation des trajets à vide, exploitation des économies d'échelle et des synergies).

Les connaissances acquises ont permis de procéder à une évaluation globale pour les sites à retenir.



OFT: État-major du message 2026 – Planification de l'offre et de l'infrastructure

Le concept d'offre relatif à l'étape d'aménagement (EA) 2035 de l'infrastructure ferroviaire dans le cadre du processus PRODES fait actuellement l'objet d'une consolidation dans le cadre de la préparation du message 2026 au Parlement, car des éléments de base importants ont été modifiés. C'est notamment le cas de la décision des CFF de renoncer à la compensation du roulis WAKO dans le matériel roulant du trafic grandes lignes. En complément, le message 2026 examine des premiers éléments de grands projets à long terme conformément à l'arrêté fédéral sur l'EA 2035. À cela s'ajoutent de nouveaux enseignements sur les problèmes de robustesse prévisibles, que les CFF veulent

améliorer en adaptant les temps de parcours, d'arrêt et de correspondance minimaux ainsi que les temps de rebroussement et la répartition des réserves. D'autres mesures sont nécessaires en ce qui concerne l'accessibilité des installations de transport de marchandises et la faisabilité de la production de l'offre.

SMA accompagne l'OFT dans le domaine du support technique – planification de l'offre et de l'infrastructure. Cela comprend un large éventail de tâches. Entre autres, SMA accompagne, vérifie la plausibilité et examine les concepts d'offre, d'infrastructure et d'exploitation du trafic ferroviaire élaborés par les gestionnaires d'infrastructure. En outre, SMA propose des approches d'optimisation du système ferroviaire dans son ensemble et procède à des évaluations de la qualité de l'offre, par exemple au moyen d'analyses de temps de parcours. Pour des sujets spécifiques, SMA élabore les concepts concrets d'offre et d'infrastructure. Cela concerne par exemple les données d'évaluation et en particulier les nombreux chemins de fer privés à voie métrique, pour lesquels les chaînes de transport doivent être assurées au point de connexion avec le

réseau à la voie normale. Enfin, SMA soutient les groupes de travail sur le plan technique et organisationnel.



Vérification et actualisation de la stratégie des transports publics du canton de Nidwald 2025 – 2028

Le canton de Nidwald examine tous les quatre ans sa stratégie en matière de transports publics, qui présente le cadre stratégique pour le développement de l'offre de transports publics selon des critères de rentabilité, de la demande et de la qualité de l'offre. La loi sur la promotion des transports publics (ÖVG) sert de base juridique à la mise en œuvre de la stratégie des transports publics.

La ÖVG prévoit de vérifier chaque année la rentabilité et la demande de chaque ligne. Si le taux de couverture des coûts et l'efficacité de l'offre d'une ligne n'atteignent pas les seuils prescrits deux fois de suite en l'espace de quatre ans, le canton doit les réexaminer.

Les défis pour les transports publics dans le canton de Nidwald consistent d'une part en une demande élevée et une orientation correspondante de l'offre à l'arrivée vers Lucerne. D'autre part, la desserte et le regroupement de la demande dans des zones d'habitation rurales et dispersées nécessite une offre de transports publics économique.

Sur mandat du canton de Nidwald, SMA a analysé dans un premier temps la situation actuelle de l'offre de transports publics. Les aspects importants étaient l'évolution du trafic, les modifications de la demande qui en découlent ainsi que l'analyse de la qualité de la desserte des zones d'habitation et de travail à l'aide d'un SIG. L'étude des chaînes de déplacement vers des destinations touristiques a également fourni de nombreux enseignements.

Dans un deuxième temps, les besoins d'actions ont été identifiés et des objectifs d'offre ont été fixés. Les objectifs définis au niveau politique en matière d'offre, de qualité et de financement ont joué un rôle central. De même, les pôles de développement définis dans le cadre de l'aménagement du territoire pour l'habitat et le travail ainsi que les prévisions de la demande à long terme ont été pris en compte comme facteurs indicatifs des adaptations nécessaires de l'offre.

Sur la base des priorités d'action identifiées, environ 25 pistes d'optimisation des offres de trains, de bus et de téléphériques ont été développées. Différentes orientations stratégiques ont ainsi été mises en évidence et leurs avantages et inconvénients analysés. En collaboration avec les entreprises de transport, les approches ont été davantage consolidées, de sorte que des mesures concrètes ont finalement pu être recommandées au Conseil d'État pour une mise en œuvre durant la période 2025-2028.



Canton de Soleure : Simulation

Soleure–Oensingen Dans le cadre de l'assainissement et du réaménagement d'une traversée de localité, SMA a soutenu l'Office des transports et des ponts et chaussées du canton de Soleure ainsi que l'Aare Seeland mobil (asm) dans l'étude de différentes problématiques. Les quatre thèmes suivants ont été traités :

1. Comparaison de trois variantes d'infrastructure en termes de temps de parcours.
2. Examen des trois variantes et analyse des répercussions sur l'exploitation ferroviaire (stabilité) à l'horizon de l'horaire EA35.

3. Examen de la possibilité de réduire le temps de parcours à d'autres endroits le long de la ligne Soleure–Oensingen.
4. Simulation des effets de différents types de matériel roulant sur le temps de parcours.

Pour la simulation, un modèle complet de la ligne Soleure–Oensingen, longue d'environ 16,5 km, a tout d'abord été créé. Le logiciel de simulation OpenTrack a été utilisé à cet effet. Après le calibrage du modèle à l'aide des temps de parcours actuels et la vérification par le client, trois états d'infrastructure différents ainsi que l'horaire futur prévu ont été codés.

Sur la base de ces éléments, les différents états de l'infrastructure ont pu être simulés et analysés avec l'horaire futur. Pour l'analyse des retards, les données de retard disponibles publiquement ont été évaluées et représentées sous forme de répartition des retards en différents points de la ligne. Ensuite, une simulation répétée d'un horaire perturbé a été effectuée, comprenant dix retards initiaux différents. L'analyse finale a mis en évidence les avantages

et les inconvénients de chaque variante d'infrastructure et a servi de base à une décision quant aux variantes.

La troisième étape a consisté à identifier les différentes sections de la ligne envisageables pour une éventuelle augmentation de la vitesse. Des adaptations du modèle de simulation ainsi que le codage des types de véhicules possibles ont mis en évidence le potentiel des différentes sections en ce qui concerne une réduction du temps de parcours.

Dans l'ensemble, la mise en place du modèle de simulation a permis de créer une base numérique permettant d'étudier un grand nombre de questions liées à l'infrastructure, à l'offre et au matériel roulant.



LEB : Assistance pour l'approfondissement de la Vision 2050

La ligne du Lausanne–Echallens–Bercher (LEB) connaît actuellement une forte croissance de fréquentation portée par les nombreuses améliorations de desserte et d'infrastructure mises en service ces dernières années.

En 2023, dans le cadre de la démarche « Vision 2050 », le Canton de Vaud a sélectionné le projet d'extension du réseau LEB par la branche Cheseaux–Renens parmi les modules à approfondir. Le LEB a mandaté SMA pour étudier la nouvelle ligne en tenant compte des évolutions récentes du réseau, tant sur le plan de l'infrastructure que de l'exploitation, en étudiant et évaluant différents scénarios horaires sur la branche retenue Cheseaux–Renens.

L'étude a permis d'examiner le positionnement des gares en fonction des opportunités et des zones de chalandise, afin d'optimiser la desserte et la fréquentation. Le tracé géométrique a également fait l'objet de plusieurs itérations pour optimiser le temps de parcours et assurer une meilleure correspondance avec la ligne existante. De plus tous les scénarios ont été analysés d'un point de vue de la robustesse.

Par ailleurs, une étude du potentiel de demande a été réalisée afin d'estimer les flux de voyageurs sur la ligne actuelle et sur la nouvelle branche à l'horizon 2050. Cette analyse a pris en compte les évolutions socio-économiques de la région ainsi que les améliorations de l'offre de transport public.

Enfin, plusieurs variantes pour l'implantation des garages et ateliers ont été analysées et comparées, permettant de recommander.



Canton de Vaud : premières étapes du projet Vision 2050 et préparation du prochain message

La stratégie Vision 2050, lancée par le Canton de Vaud en juin 2020, a abouti à une première version cible définissant les augmentations d'offre ferroviaire envisagées ainsi que les infrastructures nécessaires pour les accompagner. Toutefois, cette vision ambitieuse implique des investissements élevés en infrastructures. La stratégie a été officiellement publiée au début de l'année 2024.

À la suite de cette publication, le Canton a souhaité disposer d'une vision optimisée et phasée, permettant d'identifier les premières étapes du projet en réduisant les investissements nécessaires. L'objectif était de préserver

l'essentiel des ambitions en matière de desserte, tant à l'échelle cantonale que romande et du réseau Grandes Lignes. Ces premières étapes devaient également servir à prioriser les souhaits de développements d'offre en vue du prochain message PRODES de la Confédération.



CFF Infrastructure, Genève 2050+

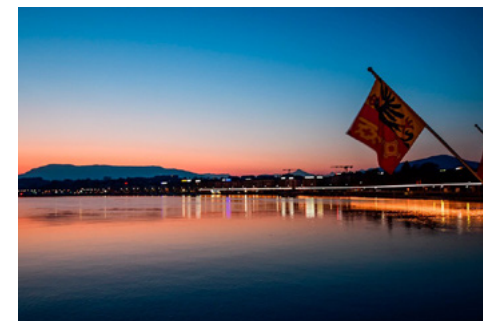
L'Arc lémanique, et en particulier Genève, va connaître de nombreuses évolutions en matière d'offre et d'infrastructure ferroviaire dans les années à venir. L'Office fédéral des transports (OFT) en collaboration avec l'office cantonal des transports (OCT) souhaite préparer les étapes suivantes de développement pour le trafic national, régional et international, tant pour les voyageurs que

pour le fret. À la demande de CFF Infrastructure en charge de l'étude, SMA, en partenariat avec deux autres bureaux, a été mandaté par CFF Infrastructure pour établir une vision commune et partagée par les différents acteurs de l'offre et du réseau ferroviaire genevois à l'horizon long terme (2050+). Cette démarche vise à alimenter la définition des objectifs d'offre et des mesures d'infrastructures nécessaires dans le cadre de la planification du prochain message PRODES.

L'étude réalisée s'est articulée en deux phases. La première phase était consacrée à une analyse de la demande globale, y compris à l'échelle du Grand Genève, permettant d'évaluer quelles zones du périmètre d'étude pourraient bénéficier d'une desserte ferroviaire nouvelle ou développée à long terme. Les ambitions de report modal sont considérables, ce qui nécessite également un développement du réseau structurant. De nombreux scénarios de desserte ont ainsi été étudiés et comparés, en testant différentes combinaisons entre les trafics Grandes Lignes et régionaux. Dans la seconde phase de l'étude, les scénarios les plus prometteurs ont été approfondis sur les

aspects d'horaires, d'exploitation, de production, ainsi que sur l'identification des infrastructures fonctionnelles nécessaires.

Ces éléments serviront ensuite de base pour les futures études à mener, afin d'approfondir les scénarios retenus et de garantir la mise en place des solutions adaptées aux enjeux à long terme du réseau ferroviaire du bassin genevois.



Canton de Genève : Étude d'une nouvelle ligne de TC lourd pour la vision stratégique cantonale

Les prévisions pour le Canton et le Grand Genève font état de croissances fortes de la population, des emplois et du trafic dans les années à venir.

Le contexte actuel de développement des infrastructures ferroviaires empêche d'envisager de nouveaux projets majeurs en Suisse démarrant avant 2042. Dans ce contexte, le Canton de Genève a mandaté SMA pour mener une étude ayant pour objectif de comparer différents modes de transport pour une nouvelle ligne diamétrale TC nord-sud.

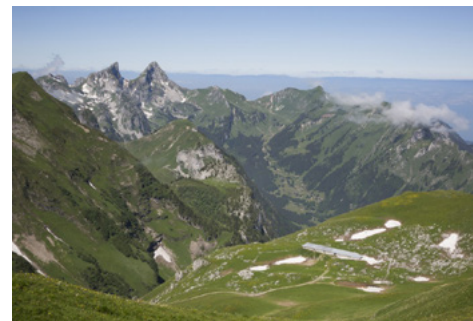
Après avoir clarifié le cadre d'analyse et défini une offre de transports publics de référence à l'horizon 2040, plusieurs tracés potentiels ont été élaborés. Ces tracés ont été définis en fonction des objectifs de desserte et adaptés pour être compatibles avec différents modes de transport étudiés. L'exercice a été mené en collaboration entre le Canton et SMA. La demande future ainsi que la faisabilité constructive de ces tracés ont ensuite été évaluées par des bureaux spécialisés et prises en compte dans l'étude.

Parallèlement, une comparaison des modes de transport les plus pertinents a été réalisée, aboutissant à une sélection des solutions les plus adaptées. Une analyse combinatoire croisant les différents tracés et les différents modes étudiés a ensuite permis d'évaluer leur

pertinence, en tenant compte des objectifs de demande du Canton.

Enfin, sur la base d'une analyse multicritères, une recommandation d'orientation a été formulée, proposant la combinaison tracé/mode la plus adaptée aux enjeux identifiés.

FRANCE



SIAC: Scénario d'amélioration de l'offre TC routiers

Fin 2022, SMA a réalisé pour le Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Chablais (SIAC) un diagnostic approfondi de l'offre globale du réseau de transports en commun (TC) sur son périmètre, afin d'identifier les points à améliorer. Cette analyse a abouti, mi-2023, à une feuille de route stratégique intégrant plusieurs mesures visant à optimiser l'offre ferroviaire et de TC routiers, à améliorer la coordination entre les différents réseaux, à renforcer les interfaces et correspondances et à repenser la tarification.

Dans la continuité de ces travaux, SMA a accompagné le SIAC en proposant des scénarios d'optimisation de l'offre

de TC routiers permettant une offre multimodale intégrée cohérente. L'étude a ainsi pris en compte l'ensemble des modes de transport, qu'il s'agisse du ferroviaire, du lacustre, des bus urbains et interurbains, y compris les lignes transfrontalières.

Sur la base du diagnostic, plusieurs scénarios d'amélioration de l'offre de transport ont été élaborés. L'accent a été mis sur une meilleure qualité et lisibilité de l'offre et des horaires, une coordination et intégration entre les différents réseaux et la création de nœuds de correspondances optimisés entre bus, car, trains et bateaux. Ces propositions ont été déclinées en fonction des besoins aux heures de pointe et en heures creuses. Elles ont été construites en étroite collaboration avec les autorités organisatrices membres du SIAC et évaluées à chaque étape selon des critères précis, tels que les temps de parcours, les fréquences, les correspondances et les besoins en matériel roulant pour s'assurer de rester proche du nombre actuel de bus engagés.

En parallèle, SMA a également mené plusieurs missions complémentaires, dont une analyse des besoins

touristiques et un état des lieux et un benchmark tarifaire, afin d'accompagner le SIAC dans ses réflexions et préparations aux futures discussions sur ce sujet.



SNCF TER SUD AZUR: Assistance à la mobilisation sur le volet robustesse de l'offre

Dans le cadre de la mise en service d'une nouvelle offre densifiée au SA 2025 entre Grasse/les Arcs et Vintimille, SNCF SUD AZUR a souhaité anticiper l'exploitation et proposer des solutions claires et rapides aux perturbations possibles.

SMA a réalisé dans le courant de l'année 2024 une étude en ce sens. Le modèle systématique 2h et la grille 24h JOB ainsi que les GOV 24h ont été

reconstitués dans Viriato à partir d'exports SIPH. Les successions de train les plus à risque ont été identifiées. En analysant les retards et incidents du SA 2024, des scénarios de perturbations ont été identifiés, pour chaque type de mission du nouveau service, et des fiches réflexes décrivant des scénarios standards de retour à la normale incluant le cas échéant des suppressions partielles et minimisant les conséquences pour l'exploitation et les clients ont été proposées.

Enfin l'impact d'un de ces scénarios perturbés sur les roulements agents a été testé, pour identifier les risques potentiels et points de fragilité du roulement agents. L'étude a permis d'identifier les solutions réalistes sur le plan de l'exploitation et des contraintes propres à chaque gare, en particulier dans les terminus, et intègre également le volet client, avec l'identification des reports possibles sur d'autres modes de transport en cas d'interruption prolongée du service sur une partie du réseau.



Région Sud PACA: Assistance Ligne de Desserte Fine du Territoire et Ligne Nouvelle Provence Côte d'Azur

La Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) a confié à SMA deux missions d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour l'accompagnement du développement du réseau ferroviaire dans la région.

La première mission porte sur l'optimisation des lignes de desserte fine du territoire (LDFT), afin de construire une vision à long terme en s'appuyant sur un diagnostic détaillé des besoins de déplacement, de l'offre actuelle et de l'état de l'infrastructure. Un benchmark des solutions innovantes a été réalisé, couvrant les aspects de l'offre, des horaires, du matériel roulant et des infrastructures, notamment en matière

de signalisation. Une analyse approfondie a également été menée sur la décarbonation du matériel roulant et sur le système de signalisation NextRegio, afin d'évaluer leur potentiel d'application en région Sud. Enfin, ces travaux ont permis d'alimenter les réflexions sur les évolutions nécessaires en prévision des Jeux Olympiques et Paralympiques d'hiver 2030, dont plusieurs sites se situent en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

La deuxième mission concerne l'accompagnement du déploiement de la Ligne Nouvelle Provence Côte d'Azur (LNPCA). SMA assiste la Région dans l'analyse des documents liés au projet, en s'assurant de l'alignement avec les objectifs régionaux et en proposant des optimisations. Cette assistance a débuté par une clarification des objectifs de desserte et des différentes phases du projet, permettant ainsi d'orienter l'analyse des rapports. En parallèle, plusieurs sujets spécifiques ont été approfondis, notamment l'organisation des services voyageurs, la compatibilité avec les autres dessertes (fret et Grandes Lignes) et l'impact des phases de travaux sur l'exploitation des TER.

À travers ces deux missions, SMA accompagne la Région Sud dans l'optimisation de son réseau ferroviaire, en anticipant les enjeux stratégiques et en proposant une cohérence entre les projets à venir et les besoins du territoire.



St-Étienne Métropole: Amélioration de la performance des lignes de bus et de tram

Saint-Étienne Métropole (SEM) s'engage dans une démarche d'amélioration des performances de son réseau de transport en commun, notamment sur ses lignes de tramway et de bus. Avec trois lignes de tram en exploitation, la ligne T1, qui fonctionne à une fréquence élevée de 3 minutes, atteint aujourd'hui un niveau de saturation sur certaines plages horaires. Pour

répondre à ces enjeux, SMA a été mandaté afin de réaliser un diagnostic précis du fonctionnement actuel du tramway en termes de fréquentation, d'horaires et de ponctualité. Sur cette base et en prenant en compte les évolutions du réseau, SMA a formulé des propositions d'optimisation du schéma d'exploitation à court et moyen terme, incluant, le cas échéant, des adaptations d'infrastructure tout en conservant la flotte actuelle de matériel roulant.

Dans cette même logique d'optimisation, SEM souhaite améliorer la performance de son réseau de bus, dont les nombreuses lignes convergent vers le centre-ville. SMA a ainsi conduit une première étude sur la ligne M3, en analysant la fréquentation, les horaires et la ponctualité, et a proposé avec des partenaires des ajustements concrets : révision des horaires, mise en place de la priorité aux feux, aménagement de couloirs bus et autres mesures d'optimisation, tant au niveau de l'exploitation que de l'aménagement urbain. Fort des résultats obtenus, SEM ambitionne désormais d'étendre cette démarche à d'autres lignes de bus, tout en évaluant l'impact des aménagements réalisés par rapport à la situation initiale.

Grâce à ces études et recommandations, Saint-Étienne Métropole poursuit son objectif d'un réseau plus fluide, performant et adapté aux besoins des usagers.



SGP: Étude d'opportunité du schéma d'ensemble du SERM Mulhouse

Dans le cadre des démarches d'étude des Services Express Régionaux Métropolitains (SERM) lancées dans toute la France, SMA accompagne la Société des grands projets (SGP) sur le projet de SERM de Mulhouse et la liaison Bâle–Mulhouse, SERM qui a fait l'objet d'une labellisation par l'Etat français.

L'étude est composée de deux phases, avec tout d'abord une phase de compréhension et de diagnostic du territoire, puis l'élaboration de manière

concertée avec les parties prenantes de scénarios d'amélioration de l'offre. Les scénarios sont ensuite évalués grâce à une étude de préféabilité permettant de mettre en perspective les coûts et la fréquentation attendus, avec pour objectif la constitution d'un scénario préférentiel à étudier plus en détail.

L'ensemble des aspects touchant les transports publics sont évoqués dans le cadre de cette démarche, c'est-à-dire en premier lieu l'offre ferroviaire et routière mais également les interfaces entre les différents modes, l'information voyageurs, le covoiturage, la tarification et la billettique, pour citer les principaux thèmes.

Ces évolutions d'offre doivent permettre de contribuer à améliorer le report modal vers les transports publics et les modes actifs d'une part et d'appuyer la dynamique d'aménagement du territoire d'autre part.



NCF Réseau : Assistance à l'élaboration des plans d'exploitation dans le Grand Est

Le dispositif des Plateformes Services et Infrastructures, piloté par l'État, permet à SNCF Réseau de planifier la capacité et l'offre de sillons et d'adapter l'infrastructure en cohérence à moyen et long terme, tout en prenant en considération les besoins liés à la maintenance des infrastructures. Dans ce cadre, les plans d'exploitation de référence (PER) et émergents (PEE) à 5 et 10 ans sont des outils essentiels, actuellement en cours de constitution.

Depuis plusieurs années, SMA assiste SNCF Réseau pour l'élaboration de ces plans d'exploitation dans le Grand Est. Cette assistance a été apportée sur des sujets variés tels que :

- Appui à la constitution des livrables horaires pour la trame 2h du PER 2028 ainsi que dans la concertation du PER 2028 avec la Région Grand Est,
- Constitution de scénarios horaires 2h dans un contexte de nouvel entrant pour des relations à grande vitesse sur le territoire de la plateforme Grand Est avec production d'une analyse comparative multicritères permettant de synthétiser les avantages, inconvénients et limites de chaque scénario. Les PER 2028 et PEE ont été mis à jour pour intégration du scénario à grande vitesse retenu,
- Utilisation de l'algorithme de calcul capacitaire pour évaluer, à un niveau macroscopique, les solutions fonctionnelles nécessaires pour la mise en œuvre de différents scénarios d'offre du SERM Lorraine–Luxembourg, itération de ces scénarios d'offre pour aboutir à un scénario préférentiel à approfondir ultérieurement, dans le cadre de l'élaboration du PEE pour l'horizon long terme.

BELGIQUE



SPF Mobilité et Transport : Modèle d'exploitation ferroviaire long-terme

Le gouvernement belge a mandaté le Service public fédéral (SPF) Mobilité et Transport pour développer un plan d'exploitation ferroviaire long terme sous forme de trame horaire systématique. Cette démarche a pour objectif de proposer un schéma de développement du réseau ferroviaire belge en termes d'infrastructures à partir de la trame horaire systématique, ce qui représente une première au niveau fédéral belge en collaboration avec Infrabel et la SNCB, mais aussi d'évaluer la faisabilité des ambitions politiques en termes de fret ferroviaire (doublement de volumes transportées) et de structuration future de l'offre voyageurs.

L'étude a débuté par un benchmark international sur les bases conceptuelles et techniques utilisées dans différents pays européens afin de les définir pour l'étude et identifier deux scénarios envisageables pour le réseau belge. Ces deux scénarios développés sous forme d'une trame horaire nationale sont :

- Un premier basé sur une logique d'offre voyageurs « néerlandaise » avec seulement deux types de produits voyageurs (Intercité/Omnibus), favorisant ainsi des cadences élevées (15 minutes) et réduisant le besoin de nœuds de correspondance.
- Un second basé sur une logique d'offre voyageurs « suisse », intégrant plus de produits voyageurs (Interregio ou offre locale accélérée), permettant de diversifier l'offre en s'appuyant davantage sur des nœuds de correspondance impliquant une cadence plus limitée (30 minutes).

L'évaluation de ces deux scénarios au niveau de l'offre (temps de parcours, nombre de relations offertes, nombre de correspondances, robustesse, ...) et des coûts des infrastructures

nécessaires ainsi que la demande (établis en collaboration avec des partenaires) a permis d'en tirer de nombreux enseignements, principalement qu'un scénario mixte – avec des fréquences élevées dans les zones denses et des nœuds de correspondance efficaces en dehors – conduit probablement au meilleur équilibre entre investissements et bénéfices.

Sur cette base, une première proposition de scénario long terme a été développée en combinant les avantages des deux scénarios en un plan d'exploitation national (trame horaire systématique). Cette proposition a été finalisée fin 2024. La fin de l'étude doit permettre d'itérer cette première proposition après retour des principaux acteurs ferroviaires belges (Infrabel et la SNCB) pour ensuite en déduire deux étapes de phasage qui constitueront une feuille de route pour le développement du réseau. Le tout sera accompagné par une identification des conditions de réussite, des parties du réseau présentant encore des alternatives structurantes et des modalités d'intégration multimodale.

INTERNATIONAL



Eurostar : Développement du plan de transport à long-terme

Dans un contexte de dynamisation et de future compétition sur ses routes internationales, Eurostar a fait appel à SMA afin d'orienter le développement de son plan de transport à long-terme (horizon 2030-2035). Cette démarche doit permettre d'identifier les contraintes capacitaires émanant des différentes spécificités du réseau international, des opérations en gare ou encore de différentes approches de la maintenance du matériel roulant. L'objectif final étant de dimensionner le parc de matériel roulant.

Sur la base d'une analyse des développements des réseaux traversés par

Eurostar, différents scénarios ont été établis pour évaluer les effets spécifiques de certaines contraintes telles que le potentiel niveau de développement de l'offre concurrentielle, la maintenance du réseau par les gestionnaires d'infrastructure, ou encore les stratégies de maintenance du matériel roulant Eurostar. Ces différents scénarios ont ensuite été traduits sous forme de plans de transports hypothétiques sur un jour ouvré de base permettant d'en déduire l'offre atteignable sur les différents corridors du core-network Eurostar, ainsi que le besoin et la productivité du matériel roulant.

Les différents scénarios développés ont permis de formuler des recommandations en termes de structure de plan de transport, et de réactions aux impacts des contraintes externes (maintenance du réseau et offre de potentiels nouveaux entrants) et des contraintes internes (maintenance du matériel et opérations en gare).



Eurostar : Analyses de ponctualité, préconisations et assistance à l'élaboration de l'horaire 2025

Eurostar assure en open access les services à grande vitesse entre Londres, Bruxelles et Paris ainsi qu'entre Paris, Bruxelles, Amsterdam et l'Allemagne. Depuis plusieurs mois, la ponctualité de ces circulations fait face à des défis importants, ne répondant pas pleinement aux ambitions de la compagnie.

Dans ce contexte, Eurostar a ainsi sollicité l'expertise de SMA pour conduire une analyse approfondie des causes d'irrégularité et pour formuler des préconisations visant à améliorer la performance opérationnelle. L'objectif est double : limiter les impacts des causes internes et atténuer autant que possible les effets des causes externes,

sur lesquelles Eurostar dispose de marges de manœuvre plus réduites – à l’instar des perturbations rencontrées en Allemagne ou des contraintes d’infrastructure aux Pays-Bas.

Une première phase d’analyse de données a permis à SMA de développer des outils facilitant l’identification et la mesure des effets de propagation liés à des causes initiales (conflits de sillons, retournements aux terminus, etc.). Sur cette base, Eurostar a souhaité approfondir l’étude en 2024, notamment dans le contexte particulier des travaux à la gare d’Amsterdam.

Fort des enseignements tirés, la collaboration s’est élargie à la préparation du service annuel 2025, qui s’annonce complexe du fait de nombreuses contraintes, notamment liées aux nombreux chantiers sur l’infrastructure des différents réseaux parcourus. L’objectif est d’optimiser l’organisation de la production pour favoriser une amélioration durable de la ponctualité.

Dans ce cadre, SMA a mis en place des indicateurs pertinents, en particulier pour analyser les interactions entre les circulations commerciales et la maintenance du matériel roulant. Des propositions de roulements ont été élaborés en étroite coordination avec les équipes de planification d’Eurostar, dans le but de renforcer la robustesse de l’exploitation y compris dans des conditions opérationnelles parfois sensibles. Le module de roulement du matériel a ainsi été mobilisé pour explorer différents scénarios alternatifs et pour fournir des indicateurs clés de suivi de la production.

Communication



Communication

INNOTRANS 2024 À BERLIN

Une nouvelle édition du salon InnoTrans a eu lieu en septembre, et Berlin est re-devenu pour quelques jours le centre de gravité du monde des transports publics.

Près de 170 000 visiteurs venus de 128 pays et 2 900 exposants de 69 nationalités différentes : ce sont les chiffres impressionnants communiqués par la Messe Berlin pour l'édition 2024 du salon InnoTrans.

Nous étions au cœur de l'action ! En tant que coexposant de Swissrail, nous avons eu le plaisir d'accueillir de nombreux visiteurs sur notre stand. Ce fut une semaine intense et passionnante. Un grand merci à tous ceux qui nous ont rendu visite, et rendez-vous en 2026 !



PUBLICATIONS ET CONFÉRENCES

Schifffahrt und Technik	Février 2024	Leistungsfähigkeit von Hafengebäuden Raphael Karrer, Warner Oldenziel
Eisenbahntechnische Rundschau	Décembre 2024	Machbarkeitsstudie Bahnausbau Region München (Teil 3) Michael Frei
Technische Universität Hamburg-Harburg Allemagne	Janvier 2024	Deutschlandtakt, Vorgehen und Ergebnisse Marten Maier
École nationale des ponts et chaussées Champs-sur-Marne France	Février à juin 2024	Exploitation des transports ferroviaires et guidés Pascal Joris
Interne Schulung SBB Transports publics intégrés Suisse	Mars 2024	Principes de conception de l'offre de transports voyageurs Luigi Stähli
Haute école d'ingénierie et de gestion du Canton de Vaud, Yverdon-les-Bains Suisse	Mars 2024	Conception de l'offre en réseau et cadencement Elie Arnal
École Polytechnique Fédérale de Lausanne Suisse	Avril 2024	Timetable Saturation in Practice with Methods from Operations Research Lecture in Decision-aid methodologies in transportation Matthias Hellwig
Technische Universität Dresden Allemagne	Mai 2024	Bahnsystemkolloquium im Sommersemester: Deutschlandtakt: Vorgehen, Ergebnisse und Ausblick Robert Siegel
ITS.be, Webinar Belgique	Juin 2024	Seamless mobility in Switzerland – sharing some lessons learnt Warner Oldenziel

Chiffres-clés



Chiffres-clés

2024 a été pour SMA une année de consolidation ciblée et d'expansion intelligente. Dans le domaine du Consulting, SMA a renforcé sa position sur les marchés traditionnels – en particulier en Suisse et en Allemagne – tandis que de nouveaux élans sont venues d'Autriche, de Belgique, du Portugal et même du Canada.

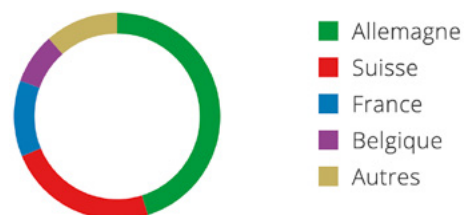
La collaboration avec les clients majeurs s'est intensifiée et le portefeuille de clients a été diversifié avec succès. Enfin, SMA a pu se distinguer par une présence marquée à la fois sur les scènes régionale, nationale et européenne. Dans le

domaine du Software, la croissance s'est poursuivie de manière dynamique : de nouvelles licences Viriato, des services informatiques stables et des revenus de maintenance en hausse confirment le cap.

Chiffres-clés*	2024	2023
Chiffre d'affaires brut (millions CHF)	16.28	14.60
Employés (postes à temps plein)	74	75

*y compris filiales

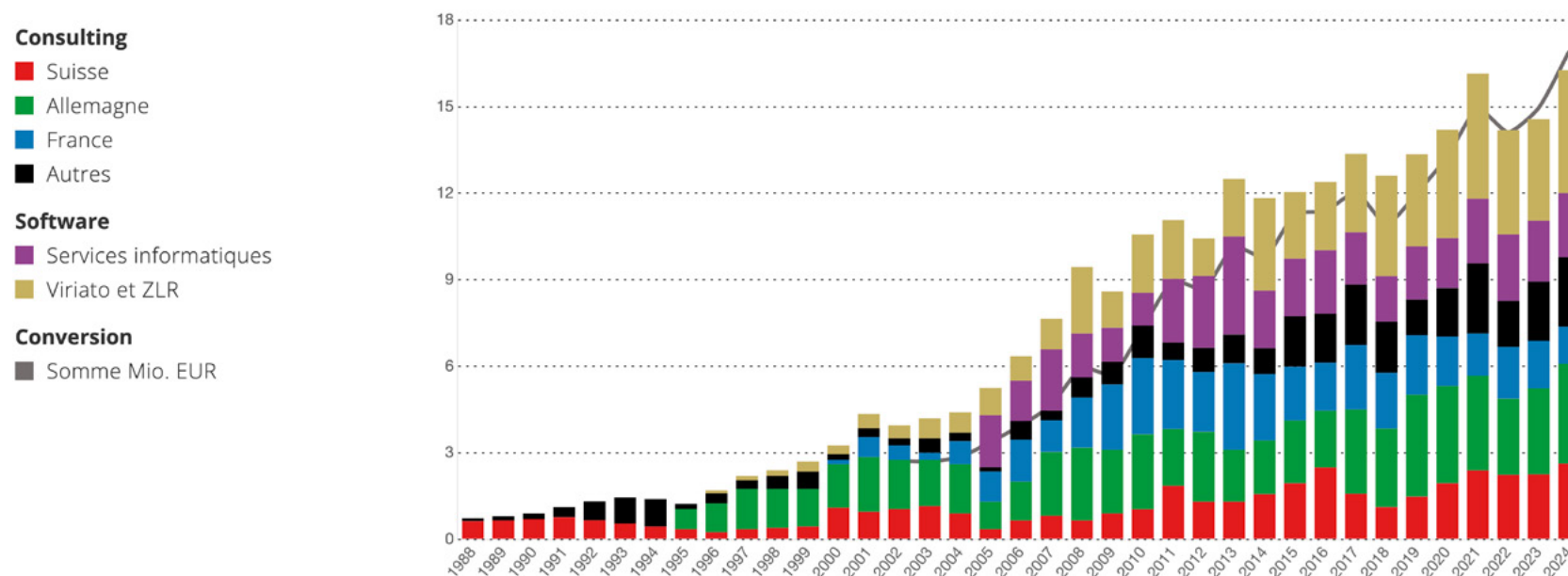
CHIFFRE D'AFFAIRES PAR PAYS



CHIFFRE D'AFFAIRES PAR CATÉGORIE DE CLIENT



ÉVOLUTION DU CHIFFRE D'AFFAIRES 1988-2023 (MILLIONS CHF)



Mentions légales

CONCEPT, TEXTES ET CONTENU

SMA et associés SA

Gubelstrasse 28
8050 Zurich
Suisse

Eggmann-Design

Rietlistrasse 40
8627 Grüningen
Suisse

SOURCE DES ILLUSTRATIONS

Pixabay.com
Pexels.com
Depositphotos.com

© SMA et associés SA | Juin 2025