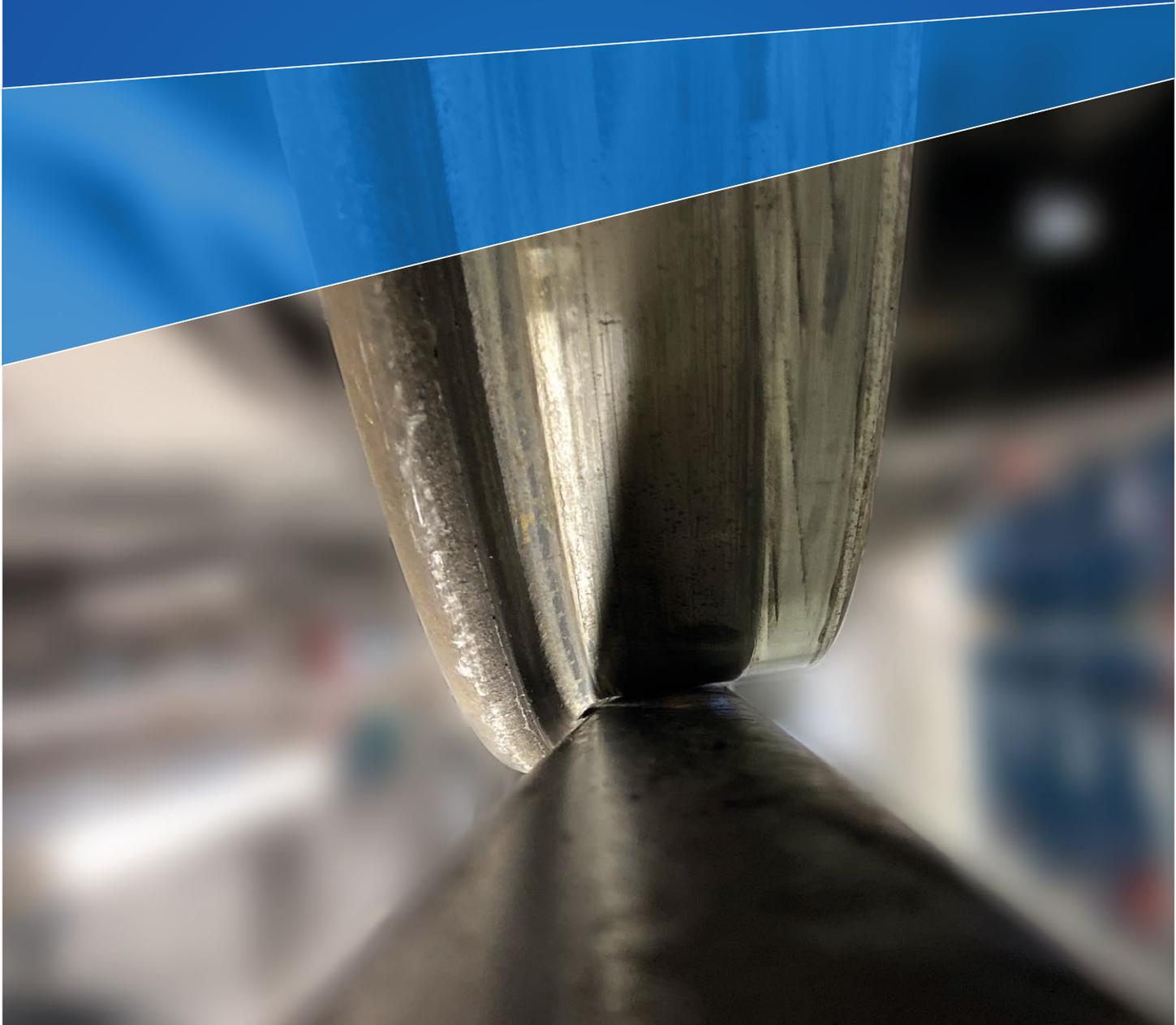


Maîtrise de système

INTERACTION VÉHICULE – VOIE FERRÉE MÉTRIQUE

Contenu de cette brochure:

- › Objectifs et mandat de la maîtrise de système
- › Les six projets en bref
- › Qui est RAILplus



Éditorial de Joachim Greuter

INTERACTION VÉHICULE – VOIE FERRÉE. UN SYSTÈME COMPLEXE!



Madame, Monsieur,
L'interaction entre les véhicules et la voie ferrée se révèle très complexe et nécessite une approche globale cohérente. Elle a posé des problèmes à de nombreux chemins de fer ces dernières années et reste un sujet de préoccupation majeur actuellement. Il importe aujourd'hui d'agir et de trouver une solution ensemble!

L'usure excessive des roues et des rails représente, avant tout, un défi financier. Les interventions sur l'infrastructure (meulage et lubrification des rails) ainsi que sur les véhicules (entretien des essieux) se multiplient. À cela s'ajoutent des problèmes d'exploitation dus à l'indisponibilité des véhicules et, surtout, de recrudescence des nuisances sonores causées par le crissement des rails.

Pour aborder ces problèmes de manière coordonnée et méthodique, l'Office fédéral des transports (OFT) a chargé RAILplus d'élaborer des bases permettant, à court et à long terme, de mieux maîtriser ces problèmes. Outre un travail de recherche et de fond, il est prévu de mettre sur pied des formations spécifiques dans le domaine. Les informations recueillies et les travaux élaborés dans le cadre de ce programme seront mis à la disposition de tous les chemins de fer à voie métrique ainsi que des personnes intéressées. Par ailleurs, les résultats seront répertoriés dans un ouvrage de techniques ferroviaires (RTE), élaboré sous l'égide de l'Union des transports publics (UTP).

Le développement et le financement des travaux s'effectuent par le biais d'une maîtrise de système limitée dans le temps. C'est d'ailleurs la première fois qu'une maîtrise de système est confiée à une organisation et non pas à une compagnie ferroviaire.

Dans cette brochure, vous trouverez, Madame, Monsieur, de nombreuses informations importantes sur la maîtrise du système «Interaction véhicule – voie ferrée à écartement métrique». Nous vous souhaitons une bonne lecture et restons à votre disposition pour toute question ou tout complément d'information.

Cordialement,

A handwritten signature in black ink that reads "J. Greuter". The signature is fluid and cursive.

Joachim Greuter
Directeur de RAILplus, responsable du Management Board

MAÎTRISE DU SYSTÈME «INTERACTION VÉHICULE – VOIE FERRÉE MÉTRIQUE»



MARKUS BARTH

Interaction, responsable
du Technical Board

Le système véhicule/voie métrique est soumis à rude épreuve, notamment en raison de la hausse permanente des charges par essieu, des puissances motrices et des vitesses maximales. Parallèlement, la pression augmente pour maîtriser les coûts lors de l'acquisition de véhicules. Le secteur de l'infrastructure tente d'y remédier en installant des rails plus durs et des traverses en béton. Comme ces simplifications le laissent présager, l'interaction entre les différents matériaux, les différents types de construction des véhicules et des voies ainsi que les multiples conditions d'exploitation sont d'une grande complexité. Il s'agit alors de trouver le juste milieu entre mettre rapidement des solutions à disposition et réaliser un travail de fond, susceptible de durer à long terme. La pression est grande afin de réduire à court terme les frais de maintenance des véhicules et des voies ferrées. En outre, il importe de prendre les bonnes décisions maintenant

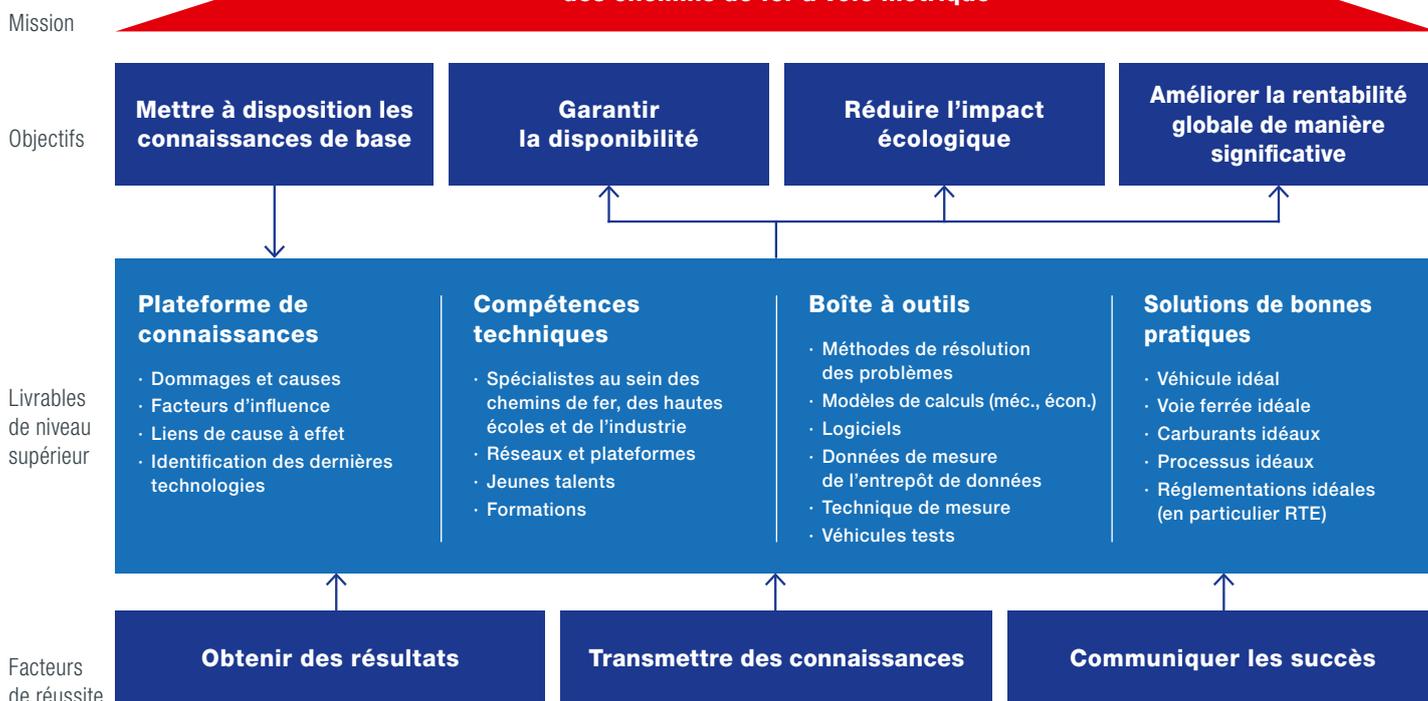
concernant les nombreuses rénovations à venir (jusqu'à 50% des réseaux). L'un des plus grands défis de ce programme sera de rassembler, à l'échelle internationale, les quelques connaissances disponibles sur l'interaction entre les véhicules et la voie ferrée et de les transmettre de manière adaptée aux chemins de fer à voie métrique. Le savoir-faire dont nous disposons aujourd'hui nous permettra, notamment par le biais de simulations, d'élaborer des recommandations pour une conception techniquement et financièrement optimale des véhicules et des voies ferrées. Nous sommes ravis d'avoir l'opportunité de développer le système roue/rail dans son ensemble et de contribuer de manière significative au développement des connaissances dans le domaine ainsi qu'au bénéfice économique qui en découlera.

Texte: Markus Barth

Pour nos chemins de fer à voie métrique, la proximité entre les départements Matériel roulant et Infrastructure ainsi que l'absence de restrictions en matière d'interopérabilité sont d'excellents atouts pour optimiser l'ensemble du système ferroviaire, sur les plans économique et technique. Le mandat de l'OFT nous permet d'aborder l'une des problématiques du système ferroviaire les plus passionnantes, mais aussi les plus complexes. Pour ce faire, nous pouvons compter sur le soutien des chemins de fer, de l'industrie ainsi que d'experts nationaux et internationaux.

LA MAISON STRATÉGIQUE DE LA MAÎTRISE DE SYSTÈME

La maîtrise de l'interaction mécanique nous permet d'améliorer la rentabilité des chemins de fer à voie métrique



GESTION DES CONNAISSANCES



Le domaine ferroviaire se révèle très varié, parfois un brin complexe, mais n'est pas un mystère en soi. Pour obtenir des résultats, il est toutefois indispensable de bien comprendre les interactions qui le régissent. Dans cette optique, l'Union des transports publics (UTP) a mis sur pied un programme de formation en technique ferroviaire. De notre côté, nous mettons à disposition, par le biais de la maîtrise du système véhicule/voie ferrée, les connaissances dont nous disposons, nous développons celles qui font défaut et nous veillons à leur pérennité. Dans ce contexte, nous recueillons le savoir-faire existant, y compris au niveau international, l'adaptions à la voie métrique et le mettons à disposition dans une forme appropriée. L'UTP élaborera ensuite, sur la base de ces informations, les réglementations RTE nécessaires. Pour garantir un effet à long terme, il est indispensable de renforcer les sources de savoir auprès des compagnies membres de RAILplus. Six chemins de fer ont accepté d'engager de jeunes collaborateurs, qui travailleront à 50% pour la maîtrise de système ces prochaines années. Cette démarche permettra de former de jeunes talents, de les mettre en réseau et de partager les connaissances acquises au sein des entreprises. Aujourd'hui déjà, ce modèle semble faire ses preuves. En effet, le succès rencontré par la mise au concours de ces postes nous a convaincus que notre branche restait attrayante si nous parvenions à éveiller la curiosité de la prochaine génération.

MISE À DISPOSITION DES CONNAISSANCES ACTUELLES ET FUTURES

Les connaissances existantes et celles développées dans le cadre des projets sont recueillies et mises à la disposition de toute la branche. Des formations et des événements ciblés sont organisés en parallèle. En outre, les recommandations formulées seront prises en compte dans les réglementations RTE de l'Union des transports publics (UTP). Les projets communs devront permettre de créer des partenariats à long terme, tant avec les hautes écoles qu'avec l'industrie, et ainsi de promouvoir durablement le savoir-faire en matière d'interaction au sein des chemins de fer, de l'industrie et des hautes écoles.



BERNHARD ADAMEK

Sous-directeur de l'Union des transports publics,
membre du Management Board

«Vous représentez l'Union des transports publics au sein du Management Board. Selon vous, quelle importance la maîtrise de système revêt-elle dans le secteur ferroviaire?»

La maîtrise de système joue un rôle fondamental! Pour l'UTP, il est particulièrement important que les chemins de fer puissent faire face aux défis opérationnels et techniques liés à l'extension des installations ferroviaires et permettre ainsi une exploitation rentable. L'UTP soutient ce programme par le biais de son réseau et s'engage à consigner les résultats des recherches dans un ouvrage de techniques ferroviaires (RTE) ainsi qu'à développer, à long terme, les connaissances à ce sujet. Il est urgent de renforcer de manière ciblée les connaissances techniques en interne, afin que les chemins de fer disposent, à long terme, des spécialistes nécessaires dans ce secteur. La maîtrise de système «interaction» apporte une contribution centrale à cet égard.



NIKOLAUS RITTER

zb Zentralbahn AG, responsable de projet «Interaction véhicule – voie ferrée»

«Monsieur Ritter, vous avez vous-même rejoint le secteur ferroviaire il y a trois ans, après vos études. Quelles expériences avez-vous faites et qu'aimeriez-vous transmettre aux jeunes ingénieurs?»

En fait, mes débuts dans le monde ferroviaire remontent à mon travail de master que j'ai effectué dans le domaine du contrôle non destructif des essieux en collaboration avec les CFF, dans leur usine d'Oiten. Les CFF publient ce genre de mandats sur leur site, ce qui est très pratique. Pour les étudiants issus du gymnase, réaliser un travail de diplôme avec des partenaires industriels se révèle idéal pour découvrir la pratique en sus de la théorie. Mais même pour les personnes sans affinité avec cet univers, le monde ferroviaire a beaucoup à offrir, quelle que soit la filière choisie, comme j'ai pu le constater après mes études, lors d'un stage aux CFF.

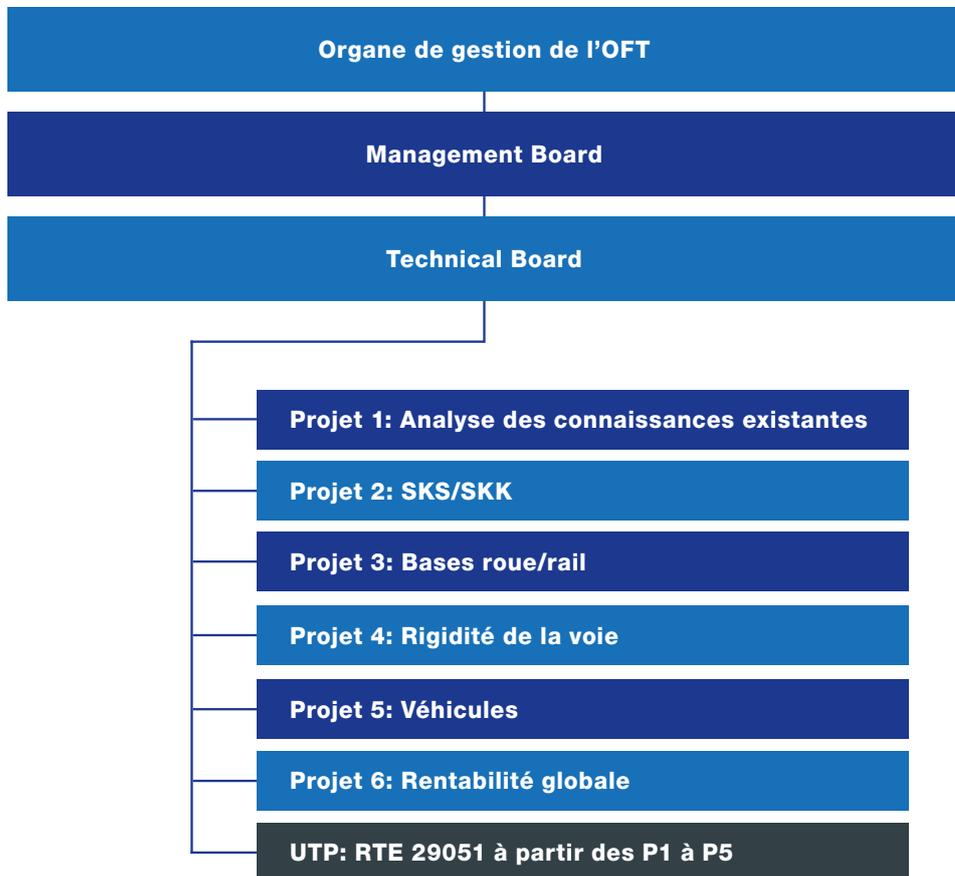
C'est d'ailleurs à ce moment-là que j'ai découvert mon intérêt profond pour l'interaction véhicule – voie ferrée. La physique et la complexité technique de ce domaine me fascinent. Par chance, j'ai trouvé un emploi dans ce secteur chez Zentralbahn. En partie aussi parce que la maîtrise de système cofinance ces postes d'ingénieurs à hauteur de 50%. Travailler pour ce programme se révèle très exigeant, car en tant que chef de projet junior, j'assume de nombreuses responsabilités et je suis en mesure de faire bouger les choses.

Même s'il existe depuis longtemps, le secteur ferroviaire n'a cessé d'évoluer: le train à vapeur haletant s'est mué en train électrique à grande vitesse, un peu comme le téléphone mural à cadran est devenu le smartphone d'aujourd'hui.

Et l'évolution se poursuit, j'en suis convaincu. De plus, la mobilité est à mes yeux un bien précieux pour lequel il vaut la peine de s'investir, d'autant plus si l'on connaît la charge de travail nécessaire à la préparation d'un train.

ORGANISATION DE LA MAÎTRISE DE SYSTÈME

Le programme est structuré selon une trame chronologique et les défis qui y sont liés. Les projets 1 et 2 visent à fournir rapidement des connaissances et à développer des solutions à moyen terme, tandis que les projets 3 à 6 revêtent un caractère fondamental et axé sur le long terme.



**FREDI
SCHÖDLER**

Baselland Transport AG, directeur suppléant, membre du projet 6

«Vous participez au projet «rentabilité globale» de la maîtrise de système. Pourquoi cela est-il important pour vous personnellement?»

L'interaction ou, en d'autres termes, l'harmonisation technique de l'infrastructure et des véhicules sert de base aux deux systèmes pour qu'ils aient une durée de vie aussi longue que possible à un coût aussi faible que possible. Cela nécessite une bonne coordination entre les deux secteurs. Depuis l'introduction du fonds d'infrastructure ferroviaire, les coûts sont clairement répartis entre l'infrastructure et le TRV/TP. Dans ce contexte, il importe de représenter leur rentabilité globale optimale dans une vue d'ensemble.

«Doit-on envisager une collaboration trams/trains à voie métrique dans ce domaine?»

Oui, je pense que nous avons tous à y gagner.

CE QUE DIT LE COMMANDITAIRE

«Quels défis voyez-vous dans l'interaction entre le matériel roulant et la voie ferrée?»

Le point de contact entre la roue et le rail est un talon d'Achille depuis que les chemins de fer existent: les véhicules reposent sur quelques millimètres carrés qui doivent absorber une forte pression, être ni trop durs ni trop mous et ne pas faire de bruit dans les virages. Le matériel roulant ne cesse de gagner en confort et en modernité, ce qui entraîne une augmentation de son poids. Aujourd'hui, l'acier atteint ses limites physiques, ce qui se traduit par des dommages divers sur les roues et les rails. Ce nouveau programme a pour objectif de prévenir ces dommages tout en optimisant les coûts d'exploitation.

«Pourquoi, pour la première fois, cette maîtrise de système n'a pas été confiée à un chemin de fer?»

Les problèmes mentionnés ont une importance systémique et concernent plusieurs chemins de fer. Ces derniers doivent donc agir ensemble. Par ailleurs, ce programme requiert de nombreuses connaissances techniques que seule une collaboration permet de réunir. Et vu qu'il concerne essentiellement la voie métrique, il s'est avéré logique que RAILplus en assume la gestion.

«Pour vous, quelles sont les activités particulièrement importantes liées à cette maîtrise de système?»

La mission principale d'une maîtrise de système est de trouver des solutions qui ne concernent pas une compagnie en particulier. C'est pourquoi il est important, pour l'OFT, de rassembler et de prendre en compte les connaissances existantes, de trouver ensemble des solutions et de mettre ensuite les résultats obtenus à la disposition de tout le secteur.



Rudolf Sperlich,
Office fédéral des transports, chef de la division Sécurité, sous-directeur, président du comité de pilotage

LES SIX PROJETS EN BREF

PROJET 1:

CENTRALISATION ET ANALYSE DES CONNAISSANCES EXISTANTES

Le projet 1 a pour but de recueillir les connaissances disponibles sur les plans national et international et d'identifier celles qui font défaut. Le sondage sectoriel mis en place permet de localiser et de classer par ordre de priorité les points critiques et de recueillir des données sur les conditions d'exploitation. Ces informations joueront un rôle important lors des futures simulations. Elles seront mises à la disposition de l'ensemble du secteur et serviront de base pour l'élaboration de la RTE 29051 par l'UTP.

PROJET 2:

SKK/SKS

Le projet 2 consiste à élaborer, pour la voie métrique, les bases du conditionnement des champignons de rail (SKK) et de la lubrification des boudins (SKS). Pour ce faire, il est prévu de définir, sur tout le réseau, l'utilisation optimisée et combinée des deux systèmes.

- Le SKS permet de réduire l'usure des boudins et des flancs du champignon du rail dans les courbes étroites. C'est justement dans les courbes très étroites (< 250m), caractérisées par un risque d'usure très élevé, que les exigences diffèrent de celles de la voie normale.
- Le SKK est actuellement utilisé «on-board» de manière ponctuelle dans des courbes étroites pour éliminer les crissements et, à titre expérimental, pour réduire l'usure sur les surfaces de roulement des roues et les rails. Il n'existe pour l'instant aucune directive ou réglementation à ce sujet.
- Comme il n'existe pas, à court terme, de véhicules conçus pour ménager les voies dans les courbes étroites et afin d'obtenir rapidement des résultats, ce projet a pour objectif de:
 - Définir les prescriptions spécifiques à la voie métrique pour le SKS et le SKK dans les virages étroits et très étroits. Cela concerne aussi bien la composition et le choix des lubrifiants que les agents de conditionnement et leur application;
 - Réduire le crissement dans les virages grâce à l'utilisation ciblée du SKS et du SKK. Pour cela, il importe de comprendre les mécanismes responsables de ces crissements dans les courbes;
 - Diminuer l'usure sur les roues et les rails/voies dans les courbes étroites;
 - Identifier et contrôler les effets d'un usage SKS/SKK simultané et éventuellement étendu à tout le réseau;

- Mettre en place une gestion des frottements. Les connaissances acquises dans le cadre du projet 2 sont intégrées au projet 3 pour le comportement au frottement et à l'usure et dans le projet 5 en ce qui concerne l'intégration et l'application des systèmes SKS/SKK.

PROJET 3:

BASES ROUE / RAIL

Le projet 3 vise à élaborer les bases de l'interaction roue/rail dans la voie métrique. Les études portent en particulier sur le comportement des véhicules au niveau du contact roue/rail dans les courbes étroites et très étroites ainsi que dans les lignes droites. Les connaissances acquises doivent permettre d'élaborer des cahiers des charges techniques qui serviront de base pour la conception des véhicules afin de parvenir à une interaction roue/rail peu encline à l'usure et aussi économique que possible.

Le projet vise à:

- Identifier l'interaction géométrique, mécanique et systémique des roues et des rails dans la voie métrique;
- S'appropriier les connaissances relatives au matériel et aux logiciels pour la saisie, l'analyse et l'évaluation des interactions;
- Définir les calculs de conception et de vérification de la technique de roulement et valider les modèles par des essais en ligne;
- Vérifier et confirmer la durabilité par des essais sur le terrain en prenant en compte les démarches des autres projets.

Les connaissances acquises dans le cadre du projet 3 sont intégrées au projet 2. Le projet 3 constitue, en outre, l'interface entre les projets 4 et 5 et apportera à ceux-ci les bases nécessaires.



ROGER AERSCHMANN

Transports publics fribourgeois,
responsable de l'infrastructure,
membre du Management Board

«Quel rôle jouent les différentes langues et cultures nationales dans la réussite du projet de recherche?»

Je pense que les tpf sont ici les mieux placés pour assumer le rôle d'intermédiaire entre les infrastructures de la voie normale et celles de la voie métrique dans les différentes régions linguistiques. Car n'oublions pas que la moitié des compagnies à voie métrique se trouvent en Suisse romande. Ce rôle de médiateur linguistique peut également favoriser les échanges. Un autre avantage que j'y vois sont la transmission de savoir-faire dans un but d'amélioration continue et l'implémentation commune de nouvelles technologies.



GERHARD ZÜGER

zb Zentralbahn AG, responsable
de la production et du matériel roulant,
membre du Management Board

«En tant que l'un des principaux co-initiateurs, vous vous intéressez depuis longtemps à la question de l'interaction. Pourquoi est-elle si importante pour vous?»

Le système ferroviaire est très malléable, de nombreuses adaptations peuvent être effectuées sans grandes conséquences. Les problèmes actuels d'interaction entre le véhicule et la voie ferrée montrent que le système est en train de vaciller. Il en résulte une hausse des frais d'entretien des véhicules et de l'infrastructure, ainsi qu'une baisse de leur disponibilité. Il est temps que les chemins de fer cherchent une solution durable, et je m'engage personnellement à atteindre cet objectif.



PROJET 4:

RIGIDITÉ DE LA VOIE

Dans le projet 4, les interactions des voies à ballast sont présentées dans un modèle de voie dynamique. La modélisation de la voie tiendra compte des éléments élastiques tels que la semelle des rails, le revêtement des traverses et le tapis sous ballast (réduction du bruit/des vibrations et LCC) et permettra de déterminer la rigidité de la voie. Le projet vise à :

- Comprendre le système dynamique et déterminer les éléments élastiques;
- Valider le modèle de voie dans la pratique;
- Élaborer des recommandations en matière de conception des voies, en tant que «Best LCC-Design Véhicule Interaction Voie métrique».

Le défi consiste à émettre rapidement des recommandations de base afin que les importants travaux de rénovation des voies prévus ces prochaines années puissent être optimisés en termes de LCC.

PROJET 5:

VÉHICULES

L'objectif est d'édicter une recommandation de «Best LCC-Design Véhicule Interaction Voie métrique» en collaboration avec l'industrie. Les connaissances de base acquises dans le cadre du projet roue/rail permettront de prescrire des directives pour la conception des nouveaux véhicules et le refit des véhicules existants avec comme objectif d'accroître la rentabilité globale du système ferroviaire. Des simulations et une validation éventuelle par un véhicule-test permettront de déterminer les principes de construction optimaux d'un véhicule pour la voie métrique dans toutes les conditions d'exploitation. Le véhicule idéal pour la voie métrique doit atteindre des vitesses élevées (120 km/h) dans les lignes droites et limiter au maximum l'usure dans les courbes étroites.

Le projet a vocation à :

- Évaluer les principes de construction essentiels et identifier les paramètres LCC correspondants;
- Déterminer les modèles de simulation correspondants aux spécifications techniques des organes roulants pour un fonctionnement optimal dans les virages étroits et à vitesses élevées;
- Valider les principes de construction sur des prototypes.

PROJET 6:

RENTABILITÉ GLOBALE

L'objectif du projet 6 est de déterminer la solution optimale pour l'ensemble du système véhicule/voie dans toutes les conditions d'exploitation et durant tout le cycle de vie du matériel ferroviaire. Pour ce faire et dans un premier temps, les sous-systèmes Véhicule et Voie actuels seront analysés du point de vue de leur interaction, en particulier de l'usure (variante zéro). Ensuite, il s'agira d'évaluer les futures solutions techniques et opérationnelles d'un point de vue économique puis de formuler des recommandations.

Les économies pourront être réalisées grâce à des intervalles de maintenance plus longs et à des cycles d'entretien basés sur l'état d'usure réellement mesuré et des analyses de rentabilité de l'ensemble du système. Le projet doit permettre de :

- Saisir l'évolution des coûts du système véhicule/voie auprès de chemins de fer choisis;
- Vérifier la faisabilité des solutions préconisées grâce aux connaissances acquises sur la voie normale;
- Analyser l'évolution des coûts système et identifier leurs facteurs d'influence;
- Déterminer les mécanismes de conduite des coûts et apprécier leur efficacité;
- Démontrer les effets économiques globaux, par exemple par la réduction de travaux d'entretien sur un ou plusieurs composants du système.



IVAN PFAMMATTER

Matterhorn Gotthard Bahn,
responsable du matériel roulant,
membre du Management Board

«Les MGB sont confrontés à une hausse des dommages, ce n'est un secret pour personne. Quelles sont vos attentes vis-à-vis du projet de recherche national?»

Les attentes sont claires: rétablir l'équilibre entre les roues et les rails et accroître la disponibilité des voies et des véhicules. L'échange d'expériences, l'un des principaux piliers de RAILplus, y joue un rôle central. Ainsi, non seulement cette thématique prend une dimension sectorielle, mais elle nous permet à tous de bénéficier du savoir-faire des experts des autres compagnies ferroviaires.



CHARLES RUNGE

Compagnie du Chemin de fer
Montreux Oberland bernois SA,
Responsable du matériel roulant,
membre du Management Board

«Le MOB prévoit d'autres commandes de matériel roulant. Quels défis voyez-vous pour votre entreprise et dans la collaboration avec l'industrie?»

Le défi principal est de préparer le domaine Matériel roulant à assurer une maintenance optimale pour ces nouveaux trains. Les attentes envers l'industrie vont dans la même direction: elle doit être un partenaire de discussion compétent pour réduire les coûts globaux du système de transport ferroviaire. À l'avenir, les coûts LCC doivent devenir les facteurs déterminants pour l'adjudication d'un contrat d'achat.



$1 + 1 = 3$

RAILPLUS CRÉE DE LA PLUS-VALUE

RAILplus a été créée en 2003 pour renforcer la coopération entre les petits chemins de fer et pour jouer un rôle actif dans le domaine des transports publics. En 2005, alors devenue une société anonyme, RAILplus comprenait 10 compagnies ferroviaires, pour la plupart de Suisse alémanique. Suite à l'adhésion de compagnies romandes et tessinoises entre 2018 et 2020, RAILplus compte désormais 20 membres et couvre un réseau de 1400 kilomètres, soit un bon quart du réseau ferroviaire suisse.

Cette plateforme de coopération permet aux chemins de fer affiliés de bénéficier de synergies dans de nombreux domaines (achats, formation, cybersécurité, etc.) ainsi que de services communs. Cette approche permet aux entreprises concernées d'accroître leur rentabilité et leur compétitivité. Par ailleurs, RAILplus représente et promeut leurs intérêts auprès des différentes autorités et associations. En outre, l'entreprise effectue des analyses de bonnes pratiques, exerce un lobbying régulier

auprès des autorités de régulation et de financement, encourage l'innovation et crée des centres de compétences.

Les groupes de travail mis en place par domaine thématique ont pour but de favoriser les échanges d'expériences et ainsi de profiter du savoir-faire de chacun. Les membres se retrouvent régulièrement pour discuter de sujets d'actualité et trouver ensemble des solutions aux problèmes qu'ils rencontrent. Cet échange ouvert à tous les échelons constitue la base du succès. Dans le cadre de la maîtrise de système, les groupes de travail constituent également la plateforme idéale pour transmettre les connaissances acquises et les harmoniser au sein des chemins de fer.

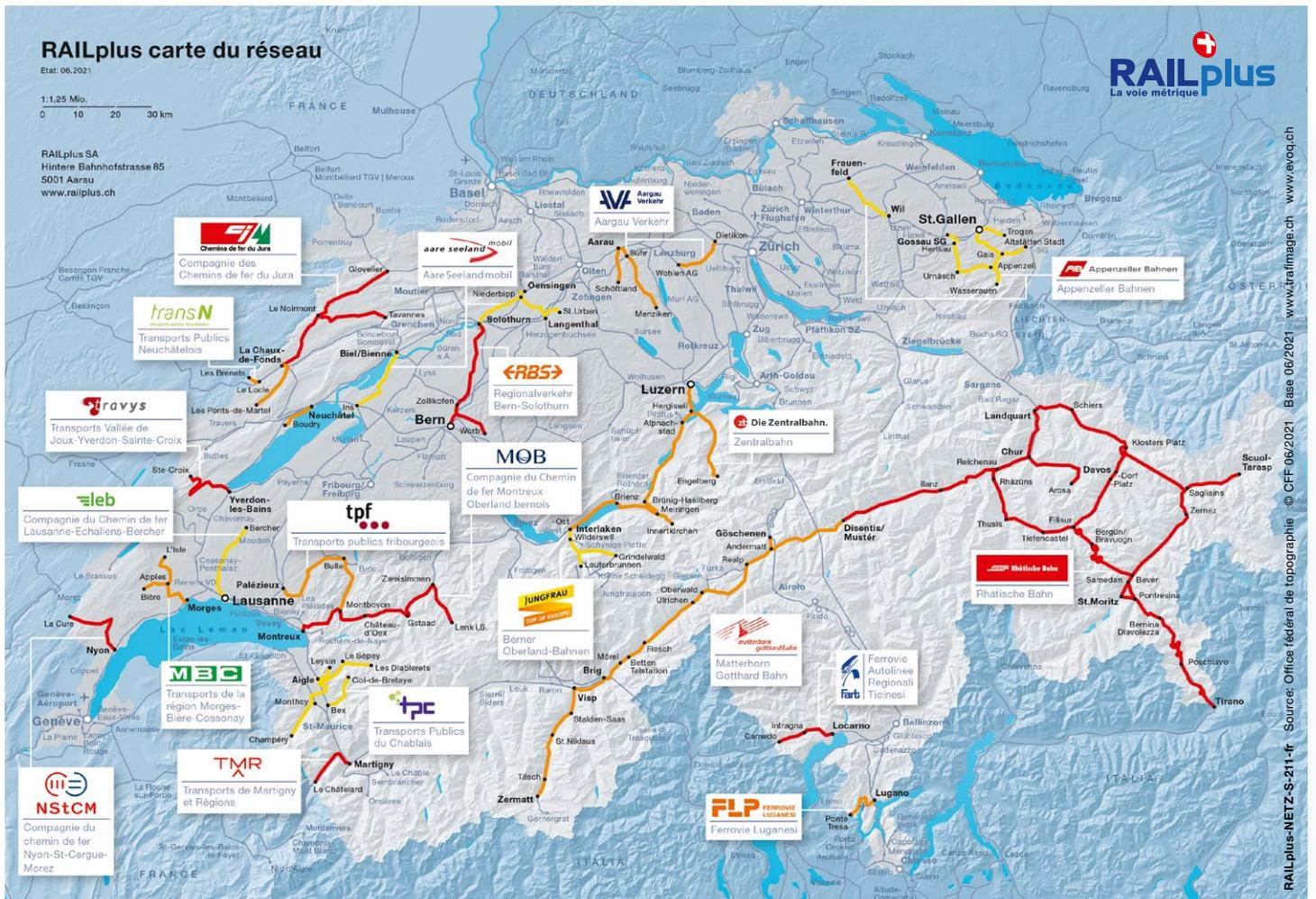
La carte ci-dessous présente le réseau des compagnies membres de RAILplus. Toutefois, dans le cadre de la maîtrise de système, RAILplus compte d'autres partenaires comme BLT, FB et certains tramways.

COORDONNÉES IMPORTANTES

RAILplus
5001 Aarau
Téléphone: 062 561 41 41
www.railplus.ch

Responsable du Management Board:
Joachim Greuter,
joachim.greuter@railplus.ch

Responsable du Technical Board:
Markus Barth,
markus.barth@railplus.ch



MENTIONS LÉGALES

Éditeur: RAILplus SA | Case postale | 5001 Aarau | info@railplus.ch | www.railplus.ch | Directeur: Joachim Greuter

Mise en page: Top Line Marketing | Langues: allemand, français, anglais, italien