



## Axes de recherche GT

### « Tracé et environnement »

#### TRU-1 Technologie de revêtement pour les routes et les pistes cyclables

Les exigences, en matière de durabilité, de réduction du bruit et de recyclabilité des revêtements routiers, sont élevées et en constante augmentation. Des recherches doivent permettre d'approfondir les connaissances à ce sujet.

##### Vision « Le revêtement routier du futur »

- Concepts de revêtements durables (cycle de vie, neutre en CO2)
- Remplacement durable du bitume

Possibilités de recherche :

- Développement et optimisation de l'asphalte coulé (réduction de la température de pose, réalisation de ronds-points, revêtements pour améliorer la réduction du bruit) ;
- Utilisation d'agents régénérateurs durables aux propriétés fiables sur la durée ;
- Analyse améliorée et standardisée du bitume en utilisant le rhéomètre dynamique à cisaillement (DSR) ;
- Neutralité climatique des revêtements en tenant compte de l'ensemble du cycle de vie.

#### TRU-2 Solutions de revêtement et d'infrastructure pour la mobilité douce

L'infrastructure de la mobilité douce doit répondre à d'autres exigences que l'infrastructure routière habituelle pour le trafic individuel motorisé et les transports publics. Il en résulte de nouvelles questions concernant les solutions de revêtement, les effets sur l'environnement ou encore le design des routes.

Possibilités de recherche :

- Solutions de revêtement pour la mobilité douce (analyse et contrôle de revêtements compatibles avec le paysage et proches de la nature pour l'utilisation sur plusieurs modes de transport, ainsi que discussion sur les thèmes de la réduction de la chaleur et de l'infiltration) ;
- Solutions de revêtement respectueuses du climat : désimperméabilisation de la surface en tenant compte de la construction sans obstacles ;
- Minimisation de l'impact environnemental des infrastructures cyclables (intégration dans le paysage, pollution lumineuse et morcellement) ;
- Intégration dans l'infrastructure existante en milieu urbain, conception et aménagement de places, ronds-points, carrefours.

**TRU-3 Bases pour la conservation du tracé**

Les recherches internationales sur les prévisions d'état des revêtements montrent des dispersions d'une ampleur inattendue dans les données de base et des évolutions dans le temps non plausibles. Les causes de ce phénomène ne sont pas connues. Nous recherchons des études permettant d'obtenir des données fiables pour l'estimation des courbes d'évolution de l'état, les méthodes et les définitions devant également être examinées de manière critique.

Une gestion stratégique de la maintenance sert à mettre en œuvre les bonnes mesures de conservation au bon moment et au bon endroit. Pour cela, il est indispensable de disposer d'informations sur l'état des éléments d'infrastructure déterminants et que des prévisions sur cet état puissent être établies.

Possibilités de recherche :

- Utilisation d'attributs alternatifs au lieu des indices actuels ;
- Amélioration de la qualité des données d'état (répétabilité des mesures) ;
- Évaluation fiable de la charge admissible par des méthodes non destructrices et prévision de l'évolution future ;
- Poursuite du développement des méthodes de relevé d'état de surface par vidéo ou par technologie laser.

**TRU-4 Changement climatique : menaces et besoins d'adaptation des infrastructures**

Le changement climatique modifie les conditions requises pour l'infrastructure routière, génère des répercussions sur le niveau de menace et entraîne un besoin d'adaptation. Afin de minimiser les coûts inhérents et les risques, il est nécessaire de mener des recherches permettant une détection et une action précoces.

Des solutions innovantes pour le traitement des eaux usées routières sont nécessaires à l'avenir. Ceci en vue de réduire par exemple les îlots de chaleur avec de nouvelles formes du SETEC, des flux horizontaux ou encore la multifonctionnalité de l'infrastructure.

Possibilités de recherche :

- Modèle interdisciplinaire d'analyse de l'impact du changement climatique sur l'infrastructure routière à différents niveaux (matériaux, ouvrages dans leur globalité, installations, modes de construction, etc.) ;
- Identification des mesures/adaptations futures possibles, de leur modélisation et définition de scénarios qui en découlent ;
- Influence du changement climatique sur la vulnérabilité et la résilience de l'infrastructure routière.

**TRU-5 Durabilité des éléments et des matériaux de construction**

La construction, l'exploitation et l'entretien durables de l'infrastructure routière présupposent la connaissance des caractéristiques de vieillissement et de durabilité des éléments et des matériaux de construction.

La décarbonation est également un objectif important dans le contexte de la protection du climat et de la durabilité. L'objectif est de renoncer à l'utilisation de technologies émettrices de CO<sub>2</sub> ou de la réduire.

De plus, l'abrasion des pneus, qui est la plus grande source de microplastiques dans l'environnement, ne dispose pas de méthodes d'analyse fiables pour caractériser cette usure et son comportement dans l'environnement, ce qui permettrait de développer des mesures appropriées.

Possibilités de recherche :

- Méthodes d'évaluation des matériaux (matériaux de construction et de démolition ainsi que les déchets) en tenant compte du cycle de vie complet, des besoins énergétiques, de la réutilisabilité, de la toxicité et de la recyclabilité ;
- Encouragement de la multifonctionnalité des mesures dans une approche globale (murs antibruit combinés à l'énergie solaire, etc.) ;
- Mesures visant à promouvoir la décarbonation ;
- Méthodes d'analyse pour la caractérisation de l'abrasion des pneus.

**TRU-6 Chantier du futur**

Les chantiers entravent la fluidité du trafic et représentent un risque pour les usagers de la route ainsi que pour le personnel chargé des travaux et de l'exploitation. Des solutions innovantes doivent permettre de minimiser la durée des travaux ainsi que d'autres caractéristiques négatives.

Possibilités de recherche :

- Minimiser les nuisances pour la circulation fluide et la mobilité douce ;
- Assistance numérique (saisie et analyse automatisées des données) ;
- Nouvelles méthodes et nouvelles technologies de construction ;
- Impact climatique des chantiers avec une attention particulière aux facteurs d'influence que sont les méthodes de construction, le déroulement du trafic et la formation de bouchons ainsi que la durée des chantiers.

**TRU-7 Numérisation, nouvelles technologies**

La numérisation croissante et le développement de nouvelles technologies, y compris l'utilisation de l'IA, offrent des opportunités d'utiliser des données de meilleure qualité ou de nouvelles données et de les mettre à disposition pour la conception, la construction, l'exploitation et l'entretien.

Le développement du BIM va changer la conception, la construction, la réalisation, l'entretien et la maintenance des ouvrages d'infrastructure. Tout au long du cycle de vie, les données appropriées doivent être intégrées dans les recherches.

Possibilités de recherche :

- Saisies automatisées (état de la chaussée, biodiversité, néophytes, etc.) ;
- Production et stockage d'énergie (photovoltaïque, géothermie, effet Peltier, stockage par gravité, par pression, etc.) ;
- Systèmes d'alerte (usagers de la route, exploitation, entretien, etc.) ;
- Informations pour un transport individuel optimisé en termes d'énergie et de trafic (topographie, chantiers, correspondances avec les transports publics, etc.) ;
- Interaction BIM avec les nouvelles technologies.

# Axes de recherche GT

## « Ponts, géotechnique et tunnels »

### **BGT-1 Outils de surveillance et de gestion de l'infrastructure**

Le vieillissement de nos infrastructures et l'utilisation toujours plus grande de la capacité existante ont conduit à la nécessité d'utilisation de méthodes de gestion de la maintenance mieux planifiées et optimisées. Des routines de prévision et d'optimisation sont nécessaires pour mieux planifier les interventions et minimiser les coûts pour les propriétaires.

Les nouveaux systèmes de surveillance numérique (Digital Monitoring Systems) suscitent de nouvelles attentes et recèlent des opportunités et des défis innovants pour lesquels des solutions sont recherchées.

Possibilités de recherche :

- Systèmes de surveillance et modélisation ainsi qu'analyse de l'effet porteur (également en cas de dommages locaux et étendus des éléments porteurs primaires) pour l'infrastructure : caractéristiques, intelligence artificielle (machine learning) et équipement d'ouvrages d'art, ainsi que l'interopérabilité des données (entre autres vers la technologie du jumeau numérique) ;
- Procédures d'analyse ou modèles de prévision pilotés par les données en vue d'augmenter la fiabilité de stratégies « maintenance prédictive » (par exemple avec des données provenant de systèmes de surveillance, de drones, d'inspections d'objets individuels et de l'ensemble du portefeuille).

### **BGT-2 Développement durable et matériaux de construction**

La prise en compte des exigences en matière de durabilité est impérative. Cependant, les critères de décision manquent ou sont incomplets pour pouvoir considérer et évaluer globalement les exigences applicables aux ouvrages d'art en matière de durabilité, de sécurité structurale, de capacité d'utilisation, d'exploitation et d'entretien, de déconstruction et de réutilisation. Il convient en outre d'élaborer et d'approfondir les connaissances sur les matériaux de construction existants et nouveaux, qui serviront de base à une planification, un dimensionnement, une mise en œuvre et un entretien rationnels des matériaux pour les ouvrages d'art.

Possibilités de recherche :

- Exigences et objectifs axés sur les performances des ouvrages d'art en matière de longévité, de sécurité structurale, de capacité d'utilisation, de durabilité (établissement d'écobilans et de leur évaluation, y compris des données pour les évaluations du cycle de vie) ;
- Gains d'efficacité grâce à des méthodes de construction mécanisées et numérisées, et identification des potentiels pour la construction, l'entretien et la conservation des ouvrages d'art au moyen de l'IA ;
- Concepts pour les ouvrages d'art nouveaux et existants nécessitant peu de matériaux et d'entretien en faveur d'une infrastructure routière durable (ponts et tunnels) ;
- Utilisation du bois adaptée aux matériaux dans la construction d'infrastructures ;
- Développement de nouveaux tests pour les nouveaux matériaux de construction.

**BGT-3 Conception et dimensionnement de structures porteuses**

Modèles d'impact : l'évolution des charges actuelles qui pèsent sur l'infrastructure, ainsi que les impacts futurs attendus en raison du changement climatique (réévaluation des risques naturels), de la croissance démographique, du développement économique, des nouveaux véhicules et d'autres facteurs, nécessitent une mise à jour et un recalibrage des modèles existants.

Des recherches adéquates sont indispensables.

Identification des réserves structurelles : les modèles de résistance et de capacité portante sont conçus de manière prudente pour les forces transversales et la fatigue des matériaux ainsi que pour la géotechnique. Cela conduit à des mesures de renforcement importantes qui pourraient être évitées. De nouveaux modèles affinés sont nécessaires, en particulier pour les structures porteuses existantes. Les nouveaux modèles de résistance et de capacité portante peuvent être combinés avec une surveillance de la structure porteuse. De tels systèmes peuvent révéler d'importantes réserves structurelles inconnues jusqu'à présent et valider les nouveaux modèles.

Possibilités de recherche :

- Impacts liés à de nouveaux types d'utilisation, comme l'incendie de véhicules électriques ou à hydrogène en rase campagne, dans des tunnels ou sur des ponts ;
- Evaluation du trafic lourd (par exemple, la classification des transports spéciaux) ;
- Influence des facteurs déterminants en mutation du fait du changement climatique ;
- Influence des dommages et de la fatigue (par exemple dommages RAG, corrosion, etc.) sur la capacité portante).

**BGT-4 Méthodes de construction, d'entretien et d'exploitation des ouvrages d'art et des tunnels**

Les méthodes de construction et d'entretien doivent être remises en question et de nouveaux concepts innovants doivent être recherchés pour résoudre les problèmes connus et persistants de la construction et de l'entretien des tunnels ainsi que des ouvrages d'art sous trafic. Pour les tunnels, les méthodes d'exploitation doivent tout particulièrement être remises en question.

Possibilités de recherche :

- Procédés de construction rapide, de haute qualité et économes en matériaux (par exemple préfabrication, construction par segments, remplacement et extension de ponts) ainsi que protection durable contre la corrosion pour les ponts en acier, en béton armé et mixtes ;
- Murs de soutènement simples et à cornière, avec utilisation minimale de matériaux grâce à de nouvelles formules de béton ou à un changement de modèle vers des murs lourds avec une consommation d'énergie minimale et des frais d'entretien réduits ;
- Revêtements de tunnels à paroi mince (simple / double) en tenant compte de technologies de matériaux innovantes et de nouvelles solutions constructives, ainsi qu'une segmentation et une réalisation alternatives des faux-plafonds (y compris justification statique de la construction monolithique) ;
- Étanchéité et détection des fuites dans les colmatages ;
- Évacuation des gaz ainsi que mesures et procédures des forces d'intervention (par exemple pompiers) en cas d'incendie de véhicules électriques et à hydrogène dans des tunnels ;

- Applications pilotes in situ pour la réduction du potentiel de gonflement dans le keuper de gypse par réchauffement de la montagne.

#### **BGT-5 Méthodes non destructives de pointe pour l'examen et l'évaluation des infrastructures existantes**

L'état d'éléments difficilement accessibles ou difficiles à contrôler, tels que les éléments de précontrainte avec raccordement immédiat et ultérieur ainsi que les soudures dans l'acier, doit être évalué de manière fiable. L'évaluation de l'état de l'armature en amont des murs de soutènement à cornières (cavités dans le béton) est tout aussi difficile. Pour cela, il faut de nouvelles méthodes et de nouveaux outils non destructifs, éventuellement interdisciplinaires et performants.

Possibilités de recherche :

- Méthodes de contrôle non destructif adéquates pour les composants/éléments de construction prioritaires afin de documenter la qualité requise lors de la construction et dans le cadre de la conservation (par exemple injection complète d'éléments de précontrainte pendant la construction et évaluation de l'état pendant l'utilisation) ;
- Concepts de mesures préparatoires dans les constructions existantes et nouvelles pour le contrôle (par exemple, mise en place de gaines supplémentaires à des fins de surveillance, utilisation de micro-capteurs mobiles).

#### **BGT-6 Concepts de sécurité en géotechnique**

L'utilisation de facteurs partiels concernant les caractéristiques du sol, dans les vérifications de la sécurité structurale en géotechnique, peut conduire à ce que les mécanismes de rupture importants ne soient pas reconnus et pris en compte. Les déplacements attendus peuvent également être mal évalués.

Possibilités de recherche :

- Créer des bases sur les conditions d'application et les limites des différentes méthodes de vérification usuelles aujourd'hui (facteurs partiels, facteurs de sécurité globaux selon SIA et selon Eurocode) pour l'utilisation de méthodes non linéaires des éléments finis ;
- Application des facteurs partiels en relation avec les actions et la résistance terrain ;
- Preuve de la sécurité structurale en cas d'effondrement du sol - nouvelles connaissances.

#### **BGT-7 Nouvelles méthodes ainsi qu'amélioration de l'impact et de l'efficacité dans le cadre de l'EES (Equipement d'Exploitation et de Sécurité)**

La technique et les technologies sont en constante évolution, ce qui inclut également l'EES et les véhicules. Il convient d'examiner les possibilités existantes ainsi que les nouvelles possibilités de détection et de lutte contre les incendies. Par ailleurs, l'efficacité énergétique prenant de plus en plus d'importance, les possibilités de réduire la consommation d'énergie dans les tunnels routiers devraient être étudiées.

Possibilités de recherche :

- Détection et lutte contre les incendies : nouvelles méthodes de détection des incidents, telles que les systèmes acoustiques, fiabilité de la détection incendie, adéquation technique et opérationnelle des systèmes de lutte contre les incendies dans les tunnels (en particulier en cas d'incendie de camions électriques) et leur influence sur la phase d'auto-sauvetage ;

- Efficacité énergétique dans les tunnels routiers : éclairage optimal des tunnels, garantie de la sécurité au niveau de l'éclairage de traversée, de l'éclairage d'adaptation et des dispositifs de balisage lumineux, optimisation de l'exploitation des installations existantes ; utilisation respectueuse des ressources en matériaux et en énergie, ainsi que production d'énergie renouvelable, y compris l'énergie hydraulique et éolienne.

# Axes de recherche GT

## « Technique et planification du trafic »

### VPT-1 Importance, influence et organisation du transport routier des marchandises

Le transport routier de marchandises a connu une nouvelle augmentation considérable, notamment en raison de la pandémie de coronavirus, en particulier dans les zones urbaines. Il faut également s'attendre à de fortes augmentations à l'avenir, comme le prévoient les perspectives d'évolution du transport 2050, notamment pour le trafic routier de véhicules de livraison. Il convient d'anticiper les défis qui en découlent, tels qu'une distribution fine efficace ou la multimodalité.

Possibilités de recherche :

- Défis des hubs logistiques centralisés ou décentralisés ;
- Exigences spécifiques des entreprises de logistique et de transport routier ;
- Potentiel et intégration de nouveaux modes de transport dans les chaînes de transport de marchandises existantes ;
- Approches pour une distribution fine efficace dans l'espace urbain (Logistique urbaine).

### VPT-2 Systèmes de saisie, bases de trafic et de modélisation du futur

Avec de nouveaux prestataires, de nouveaux moyens de transport et de nouvelles techniques, les possibilités de saisie du trafic et les bases de modélisation qui y sont liées évoluent également. Il s'agit de les étudier et de les évaluer sur le plan de la technique, de l'applicabilité, de la sécurité et de la protection des données, de la capacité de stockage et de résistance.

Possibilités de recherche :

- Détermination et évaluation des futurs systèmes de collecte ;
- Spécifications et modèles de données pour le stockage de données dans le domaine des transports ;
- Possibilités de saisie automatique d'informations supplémentaires sur les parcours (trajet privé/commercial, taux d'occupation, trafic cycliste, trafic piéton) ;
- Assurer la qualité de saisie de capteurs pour la saisie des données du trafic lors de la mise en service et de l'exploitation.

### VPT-3 Trafic de loisir et d'évitement

Aujourd'hui déjà, selon le micro-recensement, le trafic de loisir est le principal motif de transport, avant même les déplacements domicile-travail. Cette tendance s'est encore accentuée avec la pandémie de coronavirus et aucun changement n'a été observé ces dernières années. Le trafic d'évitement du réseau des routes nationales vers le réseau routier secondaire augmente lui aussi fortement, notamment en raison de l'orientation plus marquée vers les loisirs. Les deux types de transport ont des causes, des effets et des exigences spécifiques que l'axe de recherche vise à mieux étudier.

Possibilités de recherche :

- Considération du développement du trafic de loisirs et de son rôle futur dans le système global de transport, principalement axé sur le TIM ;



- Etendue géographique, volume, fréquence ainsi que facteurs "moteurs" et "ralentisseurs" de l'apparition du trafic d'évitement sur le réseau routier secondaire ;
- Développement et appréciation de mesures spécifiques pour la prévention du trafic d'évitement sur le réseau routier secondaire ainsi que pour la réduction de ses effets négatifs sur les itinéraires d'évitement ;
- Développement et appréciation de mesures spécifiques pour la régulation active et le déplacement du trafic de loisirs et d'évitement ;
- Compréhension générale de l'importance du TIM en matière de besoins de loisirs.

#### **VPT-4 Gestion du trafic du futur**

Aujourd'hui déjà, les routes font l'objet d'une gestion du trafic à grande échelle. Les nouvelles techniques de saisie, mais aussi les instruments de mobilité et la disponibilité de données toujours plus nombreuses et de meilleure qualité permettront à l'avenir d'intervenir de manière encore plus spécifique et efficace dans la circulation. Cela soulève non seulement des questions sur les possibilités et les limites de la gestion du trafic de demain, mais aussi et surtout des questions sur la gouvernance et la manière de traiter les différents objectifs politiques en matière de gestion du trafic.

Possibilités de recherche :

- Des possibilités nouvelles/supplémentaires pour optimiser l'utilisation des infrastructures routières ;
- Rôle futur des pouvoirs publics et du secteur privé ; conditions techniques et organisationnelles pour la mise en œuvre ; besoin éventuel de réglementation pour éviter des développements non souhaités dans la gestion des réseaux routiers ;
- Possibilités de nouvelles techniques et procédures dans la gestion du trafic (par exemple : IA, implémentation de la météorologie, logiques de régulation, soutien des offres de transport multimodales);
- Gestion des différents objectifs politiques en matière de gestion du trafic.

#### **VPT-5 Planification du système de transport global orientée offre**

Depuis des années, il est demandé d'axer l'ensemble du système de transport sur des principes "orientés offre". L'axe de recherche doit examiner ce qu'il faut entendre par une planification du système global de transport " orientée offre ", comment elle peut être mise en œuvre et à quelles exigences et problématiques un tel système est soumis.

Possibilités de recherche :

- Possibilités et limites des planifications orientées vers l'offre ;
- Évaluation des problématiques en vue de déterminer si les planifications axées sur l'offre sont appropriées ;
- Propositions de mise en œuvre et répercussions ;
- Application d'approches de planification axées sur l'offre aux transitions entre le réseau de routes à grand débit et les réseaux routiers secondaires ; approches, mesures ; conséquences ;
- Effets sur la qualité du déroulement du trafic en cas de planification/gestion axée sur l'offre.

#### **VPT-6 Gestion de la circulation mixte**

La circulation mixte doit être considérée sous deux aspects principaux dans cet axe de recherche : d'une part, il s'agit d'étudier l'automatisation des véhicules et les défis qui en résultent, dans le cadre d'une exploitation mixte, avec des véhicules conventionnels, sur le réseau des routes nationales et sur le réseau routier

secondaire. D'autre part, il s'agit d'examiner de plus près les problèmes qui se posent dans l'espace urbain, en raison de l'automatisation des véhicules et des interactions entre les véhicules automatisés et les moyens de transport existants.

Possibilités de recherche :

- Impact du trafic mixte (véhicules automatisés et traditionnels) sur les routes nationales et les jonctions ;
- Gouvernance et possibilités de régulation des fonctions automatisées pour l'utilisation de différents types de routes ;
- Impacts des exigences accrues (parfois contradictoires) posées à l'espace routier par les nouveaux moyens de transport (engins assimilés à des véhicules, vélo électrique, etc.) ;
- Aménagement de l'espace routier, régulation et possibilités de contrôle pour la gestion du trafic mixte.

#### **VPT-7 Développement et besoins des piétons**

A l'avenir, on s'attend à une nouvelle densification des zones urbaines. La part des déplacements à pied continuera d'augmenter et gagnera ainsi en importance dans la planification des transports. De plus, il faut s'attendre à une augmentation des îlots de chaleur dans les années à venir, en particulier dans les villes, ce qui exercera une influence sur le comportement des piétons et sur l'infrastructure. Avec le vieillissement de la population, il convient également de garantir l'absence d'obstacles.

Possibilités de recherche :

- Evolution démographique et urbanisation en tant que facteurs d'influence de la mobilité des piétons ;
- Réaménagements urbains respectueux du climat et influence de la météo sur les flux de circulation ;
- Meilleures connaissances sur la circulation piétonne (par exemple : adaptations techniques, nouvelles méthodes d'analyse, etc.) ;
- Guider les piétons en toute sécurité et résoudre/éviter les conflits avec les autres modes de transport.

#### **VPT-8 Promotion du vélo et gestion de l'augmentation du trafic cycliste**

L'essor du vélo se poursuit et une nouvelle hausse est attendue à l'avenir. Comment la planification des transports peut-elle encourager cette tendance de manière proactive ? Quelles sont les exigences des utilisateurs en matière d'infrastructure pour qu'ils envisagent de passer de manière permanente au vélo ? Quel est l'impact de cette tendance sur la planification et la modélisation des transports ?

Possibilités de recherche :

- Quelles mesures de planification, d'infrastructure, d'exploitation et de réglementation peuvent rendre le vélo plus attrayant ?
- Quelle est l'influence de l'équipement de l'infrastructure (Largeur et espacement des bandes) sur la distanciation envers le trafic cycliste ?
- Adaptation de l'infrastructure et de la planification de la circulation à l'augmentation du trafic cycliste : embouteillage des vélos aux feux de signalisation - aménagement des zones d'attente en entonnoir, onde verte, durée des feux verts, automatisation des feux de signalisation, zones d'attente ombragées
- Mesures nécessaires pour contrôler/gérer le trafic cycliste qui ne cesse de croître et pour garantir la sécurité routière

- D'où provient le trafic cycliste supplémentaire dans l'espace urbain : nouveau trafic, transfert du TIM, transfert des TP, autres ?

# Axes de recherche GT

## « Être humain et véhicule »

### MFZ-1 Comportement humain et nouveaux véhicules

Les nouveaux véhicules posent de nouvelles exigences à la sécurité routière en lien avec le comportement humain et requièrent des solutions innovantes pour l'admission des personnes à la circulation routière et à la pratique de la conduite.

Possibilités de recherche :

- Les limites du conducteur humain par rapport à la conduite automatisée (entre autres l'interface homme-machine) et les mesures permettant de remédier à d'éventuels défaillances ;
- La sécurité routière entre les usagers de la route "classiques" (par exemple piétons, vélos) et les nouveaux véhicules (vélos et trottinettes électriques, etc.), mais aussi au sein d'un parc automobile de plus en plus hétérogène et motorisé (de la microlino au SUV de 2 tonnes) ;
- Quelles mesures vont permettre de remédier aux éventuelles carences en matière d'infrastructures, de les éviter dans les planifications futures et comment transmettre de nouvelles compétences aux usagers de la route ?
- Interactions lors de la conduite automatisée/assistée, concept de formation aux situations durant la conduite partiellement automatisée (SAE-L2 et SAE-L3) (concrétisation de Siko).

### MFZ-2 Accidents et sentiment de sécurité dans la micromobilité et la mobilité active : cause et mesures à prendre

Contrairement à d'autres usagers de la route, le nombre de victimes d'accidents graves à vélo, à vélo électrique, à trottinette électrique ou à engins assimilés à des véhicules est resté élevé, voire en forte hausse, au cours des 15 dernières années. Les causes ne sont que partiellement connues. Par conséquent, il est important d'examiner, de manière approfondie, les causes responsables du nombre élevé d'accidents et les mesures susceptibles d'améliorer la sécurité. Parallèlement, il convient de déterminer dans quelles situations les usagers de la route se sentent vulnérables et comment le sentiment subjectif de sécurité peut être amélioré, sans qu'il en résulte un excès de confiance.

Possibilités de recherche :

- Quel est l'effet des pistes cyclables protégées (*safety bike lanes*) ; comment doivent-elles être construites pour que leur efficacité soit la plus élevée possible ?
- Comment résoudre les conflits entre la circulation des cyclistes et des piétons lorsqu'il n'y a pas de place pour une séparation physique (par exemple aux arrêts des transports publics) ;
- Comment améliorer la sécurité dans le secteur des trottinettes électriques, par exemple en limitant les horaires de location ?

### MFZ-3 Nouvelles données et méthodes dans l'analyse de la sécurité routière, l'évaluation des modifications législatives et le travail de prévention

Les données sur les accidents de la route, enregistrées par la police, constituent une base importante pour l'évaluation de la sécurité routière, pour le choix des mesures au niveau de la politique de sécurité /du travail de prévention et pour l'évaluation de l'effet des mesures. L'utilisation des données des accidents est

toutefois limitée. Une part importante des accidents n'est pas enregistrée par la police (chiffre noir). L'analyse des données d'accidents ne peut être utilisée que rétrospectivement et en différé. En outre, l'effet des mesures ne peut plus guère être expliqué lorsque le nombre de cas dans les données d'accidents est faible. Cela nécessite d'améliorer les bases sur lesquelles repose l'analyse de la sécurité routière, sous la forme de nouvelles sources de données et de nouvelles méthodes. L'impact des modifications de la législation ne peut pas être suffisamment évalué aujourd'hui. Le nombre d'accidents constitue un échantillon trop faible pour un certain type d'accidents et l'évaluation ciblée des mesures administratives est souvent entravée par la protection des données.

Possibilités de recherche :

- Exploitation de nouvelles sources de données pour l'analyse de la sécurité routière (par exemple données sur les véhicules, sur les téléphones portables, vidéos) - individuellement ou de manière combinée ;
- Nouvelles méthodes de production de données (par exemple pour évaluer la sécurité subjective de différents groupes d'usagers de la route) ;
- Les bases de données enrichies peuvent également être utilisées pour trouver les thèmes importants dans le travail de prévention et définir par exemple des facteurs de succès dans le cadre des campagnes ;
- Évaluation de la modification de la législation, par exemple dans le domaine des mesures administratives, au moyen d'approches innovantes pour obtenir des données sans entrer en conflit avec la protection des data.

#### **MFZ-4 Utilisation des systèmes d'automatisation et d'assistance au sein du véhicule**

Les véhicules sont de plus en plus équipés de systèmes d'automatisation et d'assistance (par exemple régulateur de vitesse, aide au stationnement, aide au freinage d'urgence). De tels systèmes offrent un confort au conducteur du véhicule, mais contribuent également, dans une mesure plus ou moins importante, à la sécurité routière. Cependant, l'utilisation des systèmes d'assistance est encore limitée aujourd'hui (les conducteurs ne connaissent par exemple pas encore toutes les fonctions des nouveaux véhicules).

Avec l'électrification et l'automatisation croissantes, les systèmes des véhicules deviennent de plus en plus complexes. Les exigences en matière d'autorisation, d'homologation et de surveillance des véhicules évoluent également.

Possibilités de recherche :

- Il s'agit de montrer quels systèmes d'automatisation et d'assistance présentent le plus grand potentiel d'amélioration de la sécurité routière et de prévention des accidents graves ;
- Quelle est la fiabilité des systèmes dans le temps ? Impact du vieillissement du matériel (par exemple capteurs) et des logiciels (par exemple sécurité) ;
- Protection des données (par exemple à qui appartiennent les données collectées par le véhicule, faut-il une réglementation ?) ;
- Approches actuelles sur la manière dont le contrôle des véhicules peut réagir face au degré de complexité croissant.

**MFZ-5 Distraction et inattention à l'origine des accidents**

L'inattention et la distraction des usagers de la route sont la cause principale d'environ 18 % des accidents. Ce pourcentage est encore plus élevé pour les voitures, les motos et les vélos. Il convient donc d'étudier les causes des accidents ainsi que les possibilités de contrôle efficaces par les organes d'exécution et les mesures de prévention.

Possibilités de recherche :

- Recherches sur les types de publicité : lequel détourne l'attention, avec quelle intensité et comment garantir une pratique homogène en matière d'autorisations aux propriétaires de route ;
- Commande du véhicule via un écran tactile : les écrans reprennent souvent les fonctions des boutons, des interrupteurs et des curseurs, mais détournent nettement plus l'attention. Il s'agit ici de déterminer si le risque d'accident augmente en raison de l'utilisation de l'écran tactile du véhicule et comment y remédier ;
- Téléphone portable : quelle est l'utilité des applications existantes telles que AndroidAuto et AppleCar Play, qui limitent la fonctionnalité du téléphone portable pendant la conduite ? Et quelles sont les possibilités de limiter en règle générale l'utilisation du téléphone portable pendant la conduite ?

**MFZ-6 Sécurité de groupes d'âge sélectionnés**

Certains groupes d'âge présentent un risque d'accident supérieur à la moyenne dans les statistiques d'accidents. Il faut partir du principe qu'en complément des normes de sécurité existantes (qui s'orientent souvent vers la bonne moyenne), des approches de prévention spécifiques à l'âge sont également nécessaires pour rendre la participation au trafic routier, avec différents moyens de transport, aussi sûre que possible pour tous les groupes d'âge. La sécurité routière des groupes d'usagers de la route particulièrement vulnérables (enfants et seniors) nécessite une attention particulière. Les nouveaux et les jeunes conducteurs présentent également un risque d'accident accru.

Possibilités de recherche :

- Comportement des enfants dans la circulation : quels sont les modèles de comportement déterminants ? Quelles approches peuvent en être déduites pour aménager l'infrastructure (en particulier sur le chemin de l'école) de manière adaptée aux enfants ? Quels modèles peuvent être identifiés lors d'accidents impliquant des enfants et quelles mesures permettent de réduire les situations de circulation dangereuses ?
- Changement démographique : la proportion d'usagers de la route âgés ne cesse d'augmenter. Parallèlement, la complexité du système de transport augmente également. Quelles sont les mesures appropriées pour rendre le trafic et l'espace de circulation adaptés aux seniors, aujourd'hui et à l'avenir ?
- Les jeunes adultes/nouveaux conducteurs présentent toujours un risque d'accident plus élevé. Quelles mesures peuvent être mises en œuvre, par exemple dans le cadre de la formation à la conduite, pour continuer de réduire le risque d'accident de ce groupe d'âge ?

**MFZ-7 Possibilités d'amélioration de la sécurité des motocyclistes**

Le risque d'accident et de blessure lié à l'exposition des motocyclistes est particulièrement élevé. Même si les risques accrus sont liés aux caractéristiques individuelles des conducteurs (expérience, conscience des risques et disposition à en prendre, comportement de conduite, etc.), des facteurs techniques tels que l'infrastructure routière et les caractéristiques des motos jouent également un rôle.

Possibilités de recherche :

- Comment les résultats des recherches menées dans le cadre de projets axés sur le TIM peuvent-ils être utilisés pour la sécurité des motocyclistes et être transposés dans des actions appropriées ? Exemples de projets actuels : ISSI, ISIC, SERFOR, économie comportementale/nudging ;
- Quelles mesures en matière d'infrastructures (étrangères ou suisses) ont-elles montré une efficacité particulièrement élevée ? Evaluation de mesures existantes et d'essais pilotes, par exemple marquage des virages en Valais ;
- Quelle contribution les nouveaux développements technologiques des véhicules peuvent-ils apporter à la sécurité des motocyclistes ? Estimation de l'impact sur la sécurité des systèmes d'assistance à la conduite modernes (ABS en virage / antipatinage / régulateur de vitesse adaptatif (ACC) / détection d'angle mort) ;
- Analyse du comportement de conduite et déduction de mesures pour augmenter la sécurité.

# Axes de recherche GT

## « Mobilité 4.0 »

### **MB4-1 Elaboration d'informations de base comme fondement de réglementation**

Le secteur de la mobilité connaît une évolution technologique. Parallèlement, de nouveaux potentiels apparaissent pour le transport de personnes et de marchandises ainsi que pour la gestion du trafic, mais de nouveaux risques sont également prévisibles. Il convient d'étudier la forme et les effets possibles de ces nouveaux développements afin de pouvoir adapter la politique des transports, son financement et la réglementation éventuellement nécessaire.

Possibilités de recherche :

- Simulations et analyses des effets ou interactions de
  - nouvelles formes de mobilité,
  - la conduite automatisée sur les piétons et les cyclistes,
  - nouveaux modèles commerciaux (numériques) dans le domaine des services de transport et de
  - l'évolution de la société suisse (démographie) sur le trafic routier, y compris sur la mobilité douce, ainsi que sur le système de mobilité.
- Développement d'alternatives et d'options.

### **MB4-2 Déterminer et créer les conditions préalables à la conduite hautement automatisée**

L'OFROU part du principe qu'à moyen terme, les véhicules des niveaux SAE 3 et 4 circuleront en Suisse en trafic mixte. Cela nécessite, outre l'élaboration des bases juridiques correspondantes, la clarification des besoins en infrastructures physiques et numériques, de leur financement ainsi que des conditions procédurales, techniques et organisationnelles.

Possibilités de recherche :

- Conditions préalables (notamment infrastructurelles et numériques) à créer par l'État pour l'introduction et la gestion de la conduite hautement automatisée dans le trafic mixte ;
- Besoin de financement pour créer les conditions de la conduite hautement automatisée ;
- Identification et procédures d'autorisation administrative pour les tronçons sur lesquels circulent des véhicules hautement automatisés ;
- Identification et préparation de la contribution des autorités (par exemple création d'une lecture automatisée de la réglementation) pour garantir le respect des règles de circulation (spécifiques au pays) par les véhicules hautement automatisés ;
- Identification et traitement des particularités nationales de la Suisse dans le domaine de la circulation routière comme base pour les négociations internationales sur les normes, ainsi que pour les adaptations du système suisse en matière de conduite automatisée ;
- Gestion et contrôle du trafic routier ou des formes de mobilité dans les conditions d'un trafic mixte, avec des véhicules automatisés de différents niveaux, ainsi qu'avec des usagers de la route non motorisés.



**MB4-3 Rôles des autorités, questions de gouvernance et compétences futures nécessaires**

Le rôle des autorités responsables de la circulation routière, en particulier celui de l'OFROU, devrait fortement évoluer avec le développement dynamique du système de mobilité qui se dessine. En plus de ses tâches actuelles, l'OFROU devrait à l'avenir être de plus en plus actif en tant qu'exploitant numérique de routes (digital road operator). Ainsi, la numérisation dans le domaine des transports et de la gestion des installations, représentent une extension du rôle actuel et pose de nouvelles exigences à l'organisation de l'office, ainsi qu'aux méthodes de travail et aux qualifications des collaborateurs. Le trafic transfrontalier jouant un rôle important pour la Suisse, des concertations internationales sont également nécessaires dans le domaine de l'infrastructure numérique. La coopération internationale doit également être intensifiée dans la recherche sur la mobilité.

Possibilités de recherche :

- Analyse du ou des rôles de l'État (OFROU) et de la coopération entre autorités, à tous les niveaux fédéraux, pour la gestion du futur système de mobilité ;
- Compétences professionnelles futures et besoins de formation y relatifs ;
- Modèles de gouvernance pour les parties prenantes du futur système de mobilité ;
- Cadre gouvernemental pour la gouvernance des données de mobilité et pour l'utilisation de l'intelligence artificielle par les autorités publiques.

**MB4-4 Renforcer la résilience du futur système de mobilité**

Un système de mobilité en réseau numérique est particulièrement vulnérable face aux perturbations et aux attaques. Les systèmes de transport intelligents interconnectés (C-ITS) sont particulièrement vulnérables aux attaques malveillantes, dont les effets peuvent être mortels. Il faut donc préparer une évaluation systématique des risques, une prévention et une lutte contre les défaillances et, en cas de panne, une remise en service rapide du système de mobilité. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour pouvoir garantir la fonctionnalité du futur système de mobilité de la Suisse, en renforçant la résilience.

Possibilités de recherche :

- Identification permanente et systématique des menaces potentielles pour la sécurité (des transports) dans les nouvelles formes de mobilité/modèles commerciaux (cybersécurité, qualité des données, fiabilité des composants techniques tels que les capteurs, la transmission des données, la communication déficiente entre l'homme et les véhicules automatisés, etc.) ;
- Approches, responsabilités et formes d'organisation pour la résolution des problèmes du système de mobilité interconnecté ;
- Formes d'organisation pour remédier aux dysfonctionnements du système de mobilité ou pour rétablir le dispositif (d'automatisation) ;
- Autres approches pour renforcer la résilience du système de mobilité.