



Axes de recherche Groupe de Travail « Être humain et véhicule »

MFZ 1 Comportement humain en situation d'urgence

Dans des situations d'urgence telles qu'un accident dans un tunnel, un comportement humain adéquat est déterminant, en plus d'une infrastructure sûre. L'OFROU recherche des études devant aboutir à la conception d'infrastructures de transport sûres, autrement dit des infrastructures permettant aux usagers de la route d'adopter un comportement adéquat et sûr dans les situations d'urgence. Ces études devraient par exemple montrer :

- Comment l'être humain réagit en situation d'urgence (par ex. mouvements de fuite) ;
- Quels signaux (lieu, forme, couleur, etc.) sont perçus.

MFZ 2 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 en matière d'admission des personnes à la circulation routière et de pratique de la conduite. Les éléments suivants devraient par exemple être mis en évidence :

- Les incidences sur la formation et le perfectionnement ainsi que les adaptations éventuelles nécessaires ;
- Les limites du conducteur humain par rapport à la conduite automatisée et les mesures permettant de remédier à d'éventuelles défaillances ;
- La sécurité routière entre les usagers de la route classiques (par ex. piétons, cyclistes) et les nouveaux véhicules (vélos électriques, trottinettes électriques, etc.).

MFZ 3 Exigences posées aux infrastructures de transport par divers groupes d'utilisateurs

Divers groupes d'utilisateurs posent des exigences différentes aux infrastructures de transport. Par exemple, les personnes âgées à mobilité réduite dans les centres urbains sont tributaires d'infrastructures piétonnes sans obstacles pour conserver autonomie et mobilité durant cette phase de vie. Il en va de même pour d'autres groupes d'utilisateurs présentant des besoins particuliers. Dans le contexte de l'évolution démographique, ce thème joue un rôle important dans la planification des infrastructures destinées aux piétons en interaction avec le reste du trafic routier.

MFZ 4 Accidents de vélo : causes et mesures

Contrairement à l'évolution enregistrée pour d'autres usagers de la route, le nombre de victimes d'accidents graves parmi les cyclistes est resté élevé et relativement constant ces quinze dernières années. Les causes de ce phénomène sont peu connues. Par conséquent, il convient d'étudier les raisons du nombre élevé d'accidents de vélo (par ex. défauts de l'infrastructure, obstacles, comportement des cyclistes, conflits avec d'autres usagers de la route) et les mesures susceptibles d'améliorer la sécurité des cyclistes.

MFZ 5 Efficacité des mesures administratives

Certaines personnes se font régulièrement remarquer dans la circulation routière. Il convient d'examiner en détail l'impact des différentes mesures administratives sur ces personnes (par ex. retrait du permis de conduire, examen relevant de la psychologie du trafic). À partir de là, des propositions d'amélioration doivent être énoncées pour adapter le panel de mesures.

MFZ 6 Système d'indicateurs-clés de performance en matière de sécurité routière pour la Suisse

Les indicateurs-clés de performance en matière de sécurité routière visent à illustrer les progrès et la réalisation des objectifs dans des domaines spécifiques en lien avec la sécurité et les dangers (par ex. vitesse, inattention/distraction, systèmes de sécurité actifs, exposition). Le suivi de ces indicateurs doit mettre en évidence les dangers et les faiblesses du système de transport et, partant, les mesures nécessaires qui ne pourraient pas être identifiées ou déduites directement à partir des données chiffrées sur les accidents, ou seulement avec un décalage dans le temps.

MFZ 7 Amélioration de la sécurité routière au moyen de systèmes d'assistance

Les véhicules sont de plus en plus équipés de systèmes d'assistance (par ex. régulateur de vitesse, aide au stationnement, aide au freinage d'urgence). Ces systèmes offrent un certain confort au conducteur, tout en contribuant plus ou moins à la sécurité routière. L'utilisation des systèmes d'assistance est toutefois encore limitée de nos jours (les conducteurs ne connaissent par exemple pas encore toutes les fonctions des nouveaux véhicules). Il convient de mettre en évidence les systèmes d'assistance qui présentent le plus gros potentiel pour améliorer la sécurité routière et éviter les accidents graves.

MFZ 8 Adaptation des exigences relatives à la réception par type et au contrôle des véhicules

Les systèmes des véhicules deviennent toujours plus complexes en raison d'une électronique et d'une automatisation croissantes. En conséquence, les exigences relatives à la réception par type des véhicules, à leur immatriculation et à la surveillance du marché évoluent également. Les conditions cadres doivent être développées, notamment en ce qui concerne les aspects suivants :

- Responsabilisation accrue des constructeurs concernant la réception par type ;
- Protection des données (par ex. à qui appartiennent les données que le véhicule collecte ? Une réglementation est-elle nécessaire ?) ;
- Cybersécurité (par ex. mesures de protection des données relatives aux véhicules) ;
- Approches actuelles sur la manière dont le contrôle des véhicules peut répondre au degré de complexité croissant (qu'est-ce qui est contrôlé ? Comment, quand et où les contrôles doivent-ils être effectués ?).

Axes de recherche Groupe de Travail

« Mobilité 4.0 »

MB4 1 Incidences des nouvelles formes de mobilité

La conduite automatisée peut avoir des incidences positives sur le système global des transports – notamment sur le trafic mixte – et accroître son efficacité, mais elle peut aussi avoir des effets restrictifs ou très défavorables. Le rôle des pouvoirs publics à moyen et long terme ainsi que les tâches qui y sont associées, comme la réglementation ou les mesures techniques en lien avec les nouvelles formes de mobilité et les modèles d'affaires correspondants, y compris les formes collectives – ne sont pour l'heure pas entièrement définis. Le traitement des données générées par le trafic et une utilisation des nouvelles technologies (par ex. IA) qui soit acceptable sur le plan politique doivent encore être en partie clarifiés. Pour pouvoir discuter et décider de l'approche fondamentale de l'État par rapport à ces questions, il convient d'étudier davantage les incidences des nouvelles formes de mobilité dans le trafic mixte en termes de trafic, d'exploitation et de sécurité.

Les domaines de recherche suivants peuvent être cités à titre d'exemple :

- Optimisation de la modélisation du trafic par rapport aux nouvelles formes de mobilité (intermodales) dans le transport de voyageurs et de marchandises ;
- Identification de routes qui présentent, dans le cadre d'une modélisation, une part particulièrement élevée de véhicules automatisés ou en partage, et désignation de leurs caractéristiques communes ;
- Identification des conditions cadres tendant à renforcer l'utilisation de la conduite automatisée.

MB4 2 Conditions préalables à l'utilisation de véhicules automatisés

La conduite automatisée exige le respect de conditions techniques en ce qui concerne le véhicule et du cadre juridique. Pour permettre une utilisation sûre et fiable des véhicules automatisés en Suisse, les conditions préalables et les exigences requises doivent être identifiées et étudiées. Pour un trafic mixte sûr et efficace avec des véhicules automatisés interconnectés, il convient de définir les exigences opérationnelles relatives à l'organisation du trafic et à l'infrastructure physique et virtuelle.

Les domaines de recherche suivants peuvent être cités à titre d'exemple :

- Traitement des données, incertitudes relatives au logiciel, à l'utilisation de l'IA et aux questions concernant le cycle de vie des véhicules automatisés ;
- Détermination de l'impact d'une limitation de l'utilisation / de la fermeture de routes ou d'une zone urbaine pour la conduite automatisée sur l'évolution du taux de pénétration du parc automobile ;
- Clarification des questions d'ordre juridique et éthique en lien avec la conduite automatisée ;
- Identification de nouvelles situations critiques en termes de sécurité liées aux nouvelles formes de mobilité.

MB4 3 Potentiel économique de la mobilité 4.0

Les nouveaux modèles d'affaires en lien avec la mobilité et l'utilisation des données, à l'instar des prestations de mobilité multimodale basées sur une plate-forme, possèdent un grand potentiel de croissance pour les entreprises et l'économie. Pour pouvoir exploiter les avantages économiques de la conduite automatisée ou de la mobilité 4.0, il convient de clarifier les conditions juridiques et techniques préalables ainsi que leur application, et d'identifier les éventuels objectifs ou interventions de l'État.

Les domaines de recherche suivants peuvent être cités à titre d'exemple :

- Détermination de la grandeur minimale requise des périmètres approuvés par les autorités pour la conduite automatisée afin que les exploitants de parcs de véhicules automatisés puissent exister tout en couvrant leurs coûts ;
- Concepts pour des stations P+R / des hubs de mobilité ou des interfaces intermodales en lien avec de nouvelles formes de mobilité.

MB4 4 Instruments numériques pour la mobilité douce

Les instruments numériques sont devenus la norme dans l'utilisation des véhicules. La question se pose de savoir comment les usagers de la route non munis d'équipements numériques peuvent être intégrés en toute sécurité à un système de mobilité à la pointe de la technologie. L'objectif est de garantir la sécurité de la mobilité douce (déplacements à pied et à vélo par exemple) dans un environnement empreint de nouvelles technologies, afin que celle-ci puisse également exploiter les potentiels de la mobilité 4.0.

Les domaines de recherche suivants peuvent être cités à titre d'exemple :

- Identification de formes d'intégration de la mobilité douce dans le système de mobilité qui seront acceptées par la société ;
- Influence sur l'infrastructure d'une mobilité douce sûre dans un environnement à la pointe de la technologie ;
- Clarification de questions juridiques en lien avec la sphère privée et la protection des données dans l'environnement de la mobilité douce.

MB4 5 Conditions préalables à la conduite automatisée sur le plan infrastructurel

L'infrastructure destinée à la conduite automatisée peut être physique ou électronique. L'infrastructure physique compte par exemple les lignes de balisage sur les routes qui sont utiles pour les capteurs ainsi que les adaptations du tracé ; l'infrastructure électronique comprend entre autres la mise à disposition de géodonnées, les données sur le trafic et l'exploitation ainsi que les équipements de communication pour l'échange de données.

La recherche dans ce domaine doit se baser sur les connaissances résultant du développement technologique et de l'évolution des exigences du droit de la circulation routière et créer les bases nécessaires pour rendre possible l'utilisation des véhicules automatisés. (Coordination avec : GT Mob4, GT VP&T)

Les domaines de recherche suivants peuvent être cités à titre d'exemple :

- Détermination du type de données minimales disponibles et de l'infrastructure numérique nécessaires pour que les nouvelles formes de mobilité fonctionnent en toute sécurité durant les phases de transition même en l'absence d'infrastructure spécifique ;
- Clarification des possibilités et du potentiel d'une utilisation flexible de l'espace routier en fonction de diverses proportions de véhicules automatisés dans le parc automobile ;
- Identification des possibilités de régulation du trafic grâce aux véhicules automatisés (optimisation de la fluidité du trafic) ;
- Identification de solutions permettant de garantir les liaisons intermodales.

Axes de recherche Groupe de Travail

« Tracé et environnement »

TRU 1 Exigences futures en matière de technologies de revêtement

Les exigences posées en matière de durabilité, de réduction du bruit et de recyclage des revêtements routiers sont élevées et augmentent continuellement. Des études doivent fournir des connaissances approfondies à ce sujet. Les aspects suivants peuvent être pris en considération (propositions de thèmes) :

- Augmentation de la résistance mécanique (dans le temps) et de la réduction du bruit des revêtements ;
- Réalisation de carrefours à sens giratoire avec de l'asphalte coulé ;
- Diminution de la température de pose de l'asphalte coulé ;
- Augmentation des parts de RAP (revêtements bitumineux recyclés) dans les revêtements EME (enrobés bitumineux à module élevé) ;
- Développement d'une recette pour SDA 6 ;
- Développement de revêtements à très haute résistance ;
- Recyclage maximal pour la superstructure et l'infrastructure.

TRU 2 Données de base pour les prévisions relatives à l'état

Divers travaux de recherche internationaux portant sur les prévisions relatives à l'état traitent de la dispersion inattendue des données de base. Les améliorations observées dans les relevés d'état, bien qu'aucune mesure n'ait été prise, sont particulièrement surprenantes. Des recherches visant à obtenir des données fiables pour évaluer les courbes d'évolution de l'état doivent être menées. À l'heure actuelle, les causes de cette dispersion étonnamment vaste ne sont pas connues : est-ce lié à la définition de l'indicateur, aux méthodes de mesure ou au type de traitement des valeurs mesurées en vue de la sauvegarde dans les banques de données ? Il convient notamment d'examiner les éléments suivants :

- Cohérence des données mesurées : heure, saison, conditions météorologiques, gradient de température, etc. ;
- Utilisation d'attributs alternatifs à la place des indices actuels ;
- Influence du traitement ultérieur des données de base sur les données concernant les tronçons et les méthodes alternatives.

TRU 3 Vieillessement du bitume : microstructure et composition chimique

La recherche dans le domaine de l'asphalte recyclé et des agents régénérateurs se concentre actuellement sur des analyses au niveau macro, c.-à-d. au niveau du mélange d'asphaltes. Ces dernières années, de nombreuses études ont été conduites sur les types de mélange dans lesquels la part de RAP et les agents régénérateurs variaient, afin d'analyser un large éventail de paramètres.

Dans le cas de l'asphalte recyclé et des agents régénérateurs, les questions principales sont les suivantes :

- Où se situe le vieillissement de la microstructure et de la composition chimique dans le bitume ?
- Comment le bitume vieilli du RAP interagit-il avec le bitume frais ajouté dans la centrale d'enrobage (avec des temps de mélange courts ; 30 secondes) puis lors du stockage dans une citerne à chaud ?
- Comment réagissent différents agents régénérateurs au niveau du bitume ? Comment modifient-ils la microstructure et la composition chimique ? Sont-ils résistants au vieillissement et donc efficaces sur le long terme ?

Ces questions doivent être clarifiées au niveau micro.

TRU 4 Conditions préalables à la gestion du patrimoine

Une gestion stratégique du patrimoine sert à mettre en œuvre les bonnes mesures au bon moment et au bon endroit. Pour ce faire, il faut disposer d'informations sur l'état des éléments déterminants de l'infrastructure et pouvoir établir des prévisions relatives à l'état. Les éléments suivants doivent par exemple être étudiés de manière approfondie (propositions de thèmes) :

- Identification des éléments importants de l'infrastructure ;
- Valeurs déterminantes de l'état pour les éléments importants de l'infrastructure ;
- Méthodes de relevé des valeurs relatives à l'état (automatisée, non destructive) ;
- Technologie des capteurs dans la gestion du patrimoine (type et intelligence requise des systèmes de saisie pour l'équipement systématique des ouvrages d'art) ;
- Suivi de l'état avec des messages d'alerte automatisés ;
- Prévisions des valeurs relatives à l'état pour les éléments importants de l'infrastructure ;
- Gestion du patrimoine intégrée pour les tronçons, les jonctions, les ouvrages y c. l'équipement ;
- Gestion du patrimoine pour différents types de tronçons (autoroute, en localité, hors localité, etc.) ;
- Gestion du patrimoine basée sur le risque et tenant compte des coûts du cycle de vie.

TRU 5 Changement climatique : menace et adaptation nécessaire des infrastructures

Le changement climatique modifie les conditions relatives aux infrastructures routières ainsi que les menaces, et implique des adaptations. Pour minimiser à la fois les coûts qui en découlent et les risques, des recherches visant à rendre possibles une détection et une action précoces doivent être menées.

TRU 6 Durabilité des composants et des matériaux de construction

Pour construire et exploiter durablement des infrastructures routières, il est nécessaire de connaître les caractéristiques de durabilité des éléments et des matériaux de construction. Ces caractéristiques doivent être étudiées en tenant compte des éléments suivants : la totalité du cycle de vie, les besoins en énergie, la toxicité et la recyclabilité. Ce faisant, il convient également de prendre en considération les nouveaux matériaux.

TRU 7 Revêtements pour la mobilité douce

La mobilité douce a des besoins spécifiques en matière de revêtements. Les mesures possibles pour répondre à ces besoins doivent être approfondies dans le cadre de travaux de recherche. Les points suivants méritent notamment d'être cités :

- Revêtements respectueux du paysage pour chemins avec bandes de roulement ;
- Analyse et suivi des revêtements naturels dans le cadre de l'utilisation multimodale par les piétons, les vélos/VTT et les engins agricoles.

TRU 8 Intégration dans le paysage des ouvrages d'art et des parois antibruit

Certains éléments de construction peuvent présenter des contradictions au niveau de leur conception, par exemple entre leur facilité d'exploitation et leur apparence. Afin d'améliorer l'intégration du tracé routier sans nuire à l'exploitation ou à l'entretien, il convient de chercher des mesures innovantes en matière d'aménagement ou des possibilités d'amélioration des mesures existantes. La polyvalence des mesures devra par ailleurs être encouragée (parois antibruit avec panneaux solaires, etc.).

TRU 9 Chantier de l'avenir

Les chantiers entravent la fluidité du trafic et représentent un risque tant pour les usagers de la route que pour le personnel de chantier et d'exploitation. Des solutions innovantes devront permettre à l'avenir de réduire la durée des chantiers et de minimiser d'autres aspects négatifs. Les éléments suivants devront par exemple être étudiés de manière approfondie (propositions de thèmes) :

- Diminution des perturbations du trafic ;
- Soutien numérique (saisie et analyse automatisées des données) ;
- Nouveaux procédés de construction et nouvelles technologies ;
- Réduction des émissions sur les chantiers.

TRU 10 BIM pour le tracé (coordination avec le GT BGT)

Le développement des BIM révolutionnera la conception, la construction, la réalisation, l'entretien et la conservation des infrastructures. Les données standardisées correspondantes doivent être définies pour la totalité du cycle de vie.

Les aspects suivants doivent par exemple être intégrés dans les recherches (propositions de thèmes) :

Standardisation des données du tracé ;

Standardisation des éléments de construction du tracé ;

Données déterminantes pour le cycle de vie du tracé.

Axes de recherche du Groupe de Travail « Technique et planification du trafic »

VPT 1 Interactions entre l'aménagement du territoire et la planification des transports du point de vue intermodal

Le développement urbain et l'évolution du trafic s'influencent mutuellement. La coordination de l'aménagement du territoire et de la planification des transports est donc importante pour le bon fonctionnement du système global. Plusieurs lacunes subsistent dans la coordination ; celles-ci doivent être comblées sur la base des travaux de recherche existants.

Il convient d'examiner par exemple les éléments suivants :

- Effets de l'extension des routes sur la structure de l'habitat et effets de la croissance des structures de l'habitat sur les infrastructures de transport ;
- Influence des aires de stationnement publiques et privées sur le développement du territoire et des transports ;
- Marge de manœuvre des pouvoirs publics pour une gestion efficace de la coordination ;
- Interactions entre les infrastructures destinées à la mobilité douce, au trafic individuel motorisé et aux transports publics en ce qui concerne l'élimination des surcharges de trafic ;
- Exemples pratiques en Suisse et à l'étranger.

VPT 2 Importance, influence et organisation du transport routier de marchandises

Le transport routier de marchandises se déroule principalement sur les routes nationales (à l'exception du dernier kilomètre) et continuera de croître à l'avenir. Par ailleurs, la logistique urbaine fait face à de nouveaux défis. Le plan sectoriel des transports de marchandises présente des idées en matière de gestion du transport routier de marchandises. Les réflexions n'en sont toutefois qu'à leurs débuts.

Sur la base des résultats obtenus au terme du programme de recherche portant sur le transport de marchandises, l'importance, l'influence et l'utilité du transport de marchandises doivent être étudiées en mettant l'accent sur les routes nationales. Les structures et la logistique existantes doivent être examinées dans une perspective d'optimisation. Il s'agira de réfléchir à de nouvelles formes et à de nouveaux systèmes et de mettre en évidence leur impact sur les routes nationales.

VPT 3 Réduction du trafic : approche pour une planification durable du trafic

La croissance démographique et la hausse de la prospérité entraîneront une nouvelle augmentation de la mobilité. Dans le même temps, la société se montre toujours plus sceptique face à l'extension des infrastructures de transport et transférer le trafic vers les transports publics ou la mobilité douce dans une juste mesure ne paraît guère possible. Pour gérer cette incompatibilité, une possibilité consiste à limiter les besoins de mobilité supplémentaires.

Il convient de réfléchir à des approches permettant de réduire le trafic. Pour ce faire, les transports terrestres dans leur ensemble doivent être pris en considération, tout comme les structures de l'habitat et le développement de l'urbanisation. Les aspects suivants peuvent faire l'objet de recherches :

- L'identification des facteurs d'influence ;
- L'évaluation et la quantification de leurs effets ;
- L'examen et la remise en question de concepts et mesures éprouvés visant à influencer le volume de trafic ;
- Le développement, l'analyse et l'évaluation de nouvelles approches.

VPT 4 Détermination de niveaux d'accessibilité variant selon le lieu

L'écart entre l'offre et la demande se creuse de plus en plus dans le domaine de la mobilité. La mise en place d'offres et d'infrastructures de transport supplémentaires n'est depuis longtemps plus à même de suivre l'évolution de la demande et devient toujours plus controversée au sein de la société. La question se pose de savoir jusqu'à quel point l'État entend couvrir la demande de la société pour une mobilité toujours plus grande et garantir le libre choix du moyen de transport.

La recherche doit fournir des orientations sur la manière dont l'accessibilité devrait être définie en fonction du lieu face à une offre de plus en plus rare ; par ailleurs, la recherche doit analyser les effets qui en résultent sur la société, l'environnement et l'économie. À cet égard, la coordination avec les travaux de recherche en cours de l'Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS) doit être garantie.

VPT 5 Utilisation efficace des aires de circulation existantes

Dans l'environnement urbain, l'espace constitue un bien rare. Les besoins des utilisateurs des aires de circulation, d'une part, et les exigences des habitants vis-à-vis de leur environnement, d'autre part, sont variés et évoluent constamment. Dans le même temps, l'espace restreint ne permet généralement pas d'étendre les aires de circulation, de gérer l'augmentation des flux de trafic ou encore de séparer les groupes croissants d'utilisateurs.

Des recherches doivent permettre d'acquérir des connaissances approfondies concernant de nouvelles approches innovantes pour une utilisation efficace des aires de circulation dans l'espace urbain. Les recherches doivent aller au-delà des optimisations habituelles en termes de planification et de technique et prendre également en considération par exemple une répartition flexible des aires de circulation dans l'espace et dans le temps.

VPT 6 Accroissement du taux d'occupation des véhicules

Une voiture de tourisme est occupée en moyenne par 1,6 personne. S'agissant du trafic pendulaire, on compte seulement 1,1 personne par véhicule. Une augmentation du taux d'occupation des véhicules pourrait fortement contribuer à résoudre les problèmes de circulation existants.

Sur la base de recherches existantes, les points suivants seront notamment traités :

- Les raisons du faible taux d'occupation seront identifiées ;
- Des stratégies et des approches concrètes visant à augmenter ce taux d'occupation seront élaborées et évaluées ;
- Des comparaisons croisées avec l'étranger seront effectuées.

VPT 7 Nouvelles méthodes, nouveaux systèmes et nouvelle standardisation dans le domaine de la gestion du trafic intermodale et inter-réseaux

Pour exploiter de façon optimale les capacités existantes des routes nationales, des mesures telles que des informations sur le trafic, des systèmes d'harmonisation des vitesses et d'avertissement de danger, la gestion des rampes et la réaffectation de la bande d'arrêt d'urgence sont déjà mises en œuvre aujourd'hui. Avec l'augmentation du trafic et la problématique croissante liée aux interfaces, la pression sur les routes nationales continuera d'augmenter et la gestion du trafic intermodale et inter-réseaux gagnera en importance.

Les recherches doivent montrer si des méthodes, des systèmes et des standards nouveaux et innovants peuvent contribuer à une meilleure exploitation des aires de circulation existantes, et si oui, de quelle manière. Les voies réversibles (*reversible lanes*) en font par exemple partie. Pour ces nouvelles mesures de gestion du trafic, les éléments suivants doivent être étudiés : les champs d'application précis, les critères pour leur définition, les coûts de mise en place et d'exploitation des installations ainsi que l'utilité, notamment l'impact sur le trafic.

VPT 8 Nouvelles méthodes et nouveaux systèmes destinés à améliorer et compléter le recensement du trafic

Les nouvelles technologies et les systèmes avancés permettent un recensement du trafic plus qualitatif qu'auparavant. Il en découle des perspectives intéressantes pour les planificateurs (données statistiques) et les exploitants d'installations de gestion du trafic (données en ligne).

Les avantages et les inconvénients de nouveaux appareils et systèmes de saisie destinés à collecter en temps réel des données sur le trafic doivent être étudiés. Il convient de faire des recherches supplémentaires pour déterminer dans quelle mesure les nouvelles possibilités de saisie peuvent être utiles pour les routes et la gestion du trafic.

VPT 9 Innovation et flexibilité aux interfaces entre le réseau routier national et le réseau routier secondaire

Les interfaces entre le réseau routier national et le réseau routier secondaire posent problème. Les grandes villes sont particulièrement concernées. Les problèmes continueront de s'accroître en raison du développement urbain, de l'augmentation du trafic, de l'extension des routes nationales prévue en de nombreux endroits ainsi que des besoins divergents de différents groupes d'usagers par rapport à l'espace urbain.

La recherche doit contribuer à mieux comprendre les problèmes d'interfaces et à fournir des approches efficaces pour les surmonter. Elle devra considérer le trafic dans son ensemble et se focaliser sur une exploitation optimale des surfaces et installations existantes.

VPT 10 Accès, qualité de la desserte et interconnexion de différents moyens de transport

Pour se rendre d'un point A à un point B, des moyens de transport différents sont de plus en plus utilisés et combinés. Les critères suivants sont décisifs dans le choix des moyens de transport : leur accès, la qualité de la desserte qu'ils peuvent garantir et leur interconnexion.

Il convient d'étudier les conditions et les possibilités d'amélioration de l'interconnexion des différents moyens de transport. Les thématiques de recherche possibles sont les suivantes :

- Conditions pour l'interconnexion des différents moyens de transport ;
- Potentiels qui en résultent ;
- Critères et paramètres pour l'interconnexion efficace des moyens de transport ;
- Catégorisation de différentes stations de correspondance ;
- Exigences concernant la conception optimale de stations de correspondance ;
- Exemples pratiques à l'étranger.

VPT 11 Fourniture de données pour l'amélioration des prestations de mobilité multimodale

Les prestations de mobilité multimodale continueront de simplifier la mobilité et contribueront à optimiser l'utilisation des offres et infrastructures de transport existantes. Pour exploiter les potentiels y afférents et réduire les risques, il est nécessaire de disposer de conditions cadres optimales. La priorité est mise sur l'accès aux données relatives à la mobilité et au trafic ainsi qu'aux plateformes numériques.

Des solutions visant à favoriser l'accès aux données nécessaires relatives à la mobilité ainsi qu'à développer et à coordonner des standards pour la mise à disposition et l'échange de telles données doivent être analysées et mises en évidence. Les questions en lien avec la sécurité des données, la cybersécurité, la fiabilité des données, leur transmission, leur qualité et leur regroupement doivent être approfondies. Ce faisant, il convient également de tenir compte des évolutions dans le domaine de la protection des données.

Axes de recherche du Groupe de Travail « Ponts, géotechnique et tunnels »

BGT 1 Outils pour l'entretien et la gestion de l'infrastructure

Le vieillissement de notre infrastructure et la consommation de plus en plus intense de la capacité disponible ont fait naître le besoin de méthodes bien planifiées et optimisées de gestion de la maintenance. Des équations prédictives ainsi que des routines d'optimisation sont nécessaires pour mieux planifier les interventions résultantes afin de minimiser les coûts pour les propriétaires.

Les nouveaux systèmes de surveillance numérique (*digital monitoring systems*) créent de nouvelles attentes, de nouvelles opportunités et de nouveaux défis pour lesquels des solutions sont recherchées. Les problèmes qui présentent un intérêt particulier sont :

- Intégration du BIM (*building information modelling*) à la gestion de l'infrastructure ;
- Systèmes de surveillance (capteurs) de l'infrastructure : caractéristiques, intelligence artificielle (*machine learning*) et équipement des ouvrages d'art ;
- Évaluation du trafic lourd (convois spéciaux) : poids effectif et classement de types de véhicules ;
- Scanning et géoréférencement pour créer une documentation d'inventaire actuelle et précise.

De tels systèmes deviennent cruciaux pour la prise de décision et l'optimisation de la planification de la remise en état du patrimoine concerné.

BGT 2 Modèles des charges

Le changement des charges actuelles agissant sur les infrastructures et les charges futures attendues en raison du changement climatique, de la croissance démographique, du développement économique, des nouveaux véhicules et d'autres facteurs nécessitent de mettre à jour les procédures existantes et doivent faire l'objet de travaux de recherche.

BGT 3 Développement durable et conflits d'intérêts dans l'évaluation des solutions

L'intérêt croissant de la société pour la durabilité a conduit à un certain nombre de nouveaux conflits d'intérêts dans l'évaluation des solutions existantes et potentielles. Il en résulte un besoin à la fois de solutions alternatives, mais aussi de méthodes de décision qui prennent en considération l'analyse du coût du cycle de vie et quantifient l'importance de ces nouveaux objectifs, par exemple :

- Efficacité énergétique ;
- Technologie allégée.

En ce qui concerne les tunnels, il existe un tel conflit d'intérêts entre la rentabilité globale du tunnel (GC et EES), la sécurité routière et une exploitation optimale.

BGT 4a Identification des réserves structurelles – modèles

Les modèles de résistance et de capacité portante des structures sont conservateurs, par exemple pour les forces de cisaillement et la fatigue. Cela conduit à d'importantes interventions de renforcement qui pourraient être évitées. De nouveaux modèles plus complets sont nécessaires, notamment pour les structures existantes.

BGT 4b Identification des réserves structurelles – surveillance structurale (monitoring)

Les nouveaux modèles de résistance et de capacité portante des structures peuvent être combinés avec une surveillance structurale. De tels systèmes peuvent déduire les réserves de capacité portante inconnues auparavant et valider les nouveaux modèles.

BGT 5 Nouvelles utilisations des matériaux de construction en fibres de basalte

Les solutions basées sur l'utilisation des matériaux fabriqués à partir de fibres de basalte sont très prometteuses pour de nombreuses applications en raison de leur rapport résistance/poids élevé et de leurs propriétés de durabilité. L'OFROU envisage d'explorer des applications concrètes. Les problèmes pratiques empêchant les applications actuelles dans les projets de construction devraient être résolus. Par exemple :

- Ancrages au sol ou en rocher ;
- Parapet de sécurité des ponts.

BGT 6 Technique de construction et d'entretien des ponts

De nouveaux matériaux et produits de construction offrent de nouvelles solutions potentielles à des problèmes bien connus mais persistants liés à la construction, à l'entretien et à l'exploitation des ponts. Les travaux de recherche doivent porter sur des concepts innovants, des solutions prêtes à l'emploi et des systèmes pratiques, ainsi que sur des normes et standards de qualité nécessaires permettant de réaliser des progrès considérables.

- Tabliers de ponts durables en BFUP ou en matériaux composites (FRP) pour ponts mixtes avec poutres en acier ;
- Processus de montage et de construction rapides ;
- Déverglaçage non corrosif des ponts (nouveaux produits de déverglaçage, régulation thermique des infrastructures routières par géothermie, etc.) ;
- Développement de joints de dilatation nécessitant moins d'entretien, présentant une résistance accrue à la fatigue et à l'usure, une adhérence suffisante avec la chaussée ainsi qu'un positionnement facile et une possibilité de rehaussement ;
- Dalles de transition de ponts intégraux et semi-intégraux ;
- Protection anticorrosion durable pour les ponts en acier et en matériaux mixtes ;
- Protection cathodique ;
- Utilisation du BFUP comme matériau d'étanchéification ;
- Solutions de déviation du trafic pendant la construction.

BGT 7 Technique de construction et d'entretien des tunnels

Malgré l'évolution technologique, certains problèmes liés à la construction, à l'entretien et à l'exploitation des tunnels persistent et des solutions doivent être étudiées. Les thèmes concernés sont présentés dans la liste suivante :

- Drainage et étanchéité ;
- Gestion des matériaux excavés ;
- Structure constructive des revêtements de tunnel ;
- Revêtements minces (système à une coque / système à deux coques) ;
- Variations des poussées du massif et des massifs fissurés ;
- Actions sismiques ;
- Avantages / Inconvénients des avaloirs et des caniveaux à fentes ;
- Tirants d'ancrage (en sol et roche).

BGT 8 Méthodes non destructives avancées pour le diagnostic et l'évaluation des infrastructures existantes

Il est nécessaire d'évaluer l'état des éléments constructifs difficiles à atteindre ou à contrôler, tels que les câbles de précontrainte ou les soudures d'acier. Tous deux représentent des risques majeurs pour la sécurité et sont pourtant difficiles à inspecter. Une autre application possible est l'évaluation de l'état de l'armature, en amont, des murs de soutènement cantilever (en L). Des exemples de nouvelles méthodes pourraient être les suivants :

- Radar scanning ;
- Ultrasons, etc.

BGT 9 Incidences des interactions entre les nouveaux matériaux et les nouveaux types de véhicules sur l'exploitation

Les nouveaux matériaux introduits dans le processus de construction et les nouveaux véhicules circulant dans les tunnels et les ponts génèrent de nouveaux problèmes qui nécessitent des solutions novatrices pour une sécurité optimale. Les sujets présentant un intérêt particulier sont les suivants :

- Incendie de véhicules électriques (tronçons à ciel ouvert, tunnels, ponts) : a) conséquences sur les éléments structurels, b) évacuation des gaz produits dans les tunnels, c) actions et procédures des services d'intervention (par ex. pompiers) et d) pollution environnementale accrue ;
- Systèmes d'extinction d'incendie, nouvelle technologie de capteurs ;
- Adaptation des systèmes, adaptations des exigences en fonction de l'apparition de nouveaux types de véhicules.

BGT 10 Contrôle structurel et gestion de l'infrastructure pour les transports spéciaux, y compris le contrôle du trafic

La demande d'utilisation du réseau des routes nationales pour des transports spéciaux augmente avec le temps. Les solutions actuelles pour l'évaluation rapide de la résistance et de la capacité portante de ponts pour des transports spéciaux de plus de 40 tonnes sont à la limite de leurs performances. Des outils plus sophistiqués, mais faciles à utiliser, sont nécessaires pour optimiser le processus de validation ; ces outils doivent proposer si nécessaire des solutions alternatives qui peuvent être assurées et contrôlées par des systèmes de surveillance et des bascules dynamiques.

BGT 11 Nouvelles technologies et innovations dans le domaine des équipements techniques

Le monde électromécanique, électronique et informatique progresse rapidement. Il est essentiel de rester à la pointe de la technologie. D'une part, il faut disposer de nouvelles technologies éprouvées et, d'autre part, il est nécessaire de mener des recherches dans les domaines clairement destinés à la sécurité des usagers des ouvrages souterrains.

Les recherches sont particulièrement utiles pour les domaines suivants : ventilation, éclairage, capteurs, systèmes de gestion / communication et résistance des systèmes aux incendies ainsi qu'innovations en matière d'algorithmes de régulation (intelligence artificielle) ou ayant comme objectif le maintien de la sécurité lors de l'exploitation de l'ouvrage.

L'approche 100 % digitalisation et modélisation de l'ouvrage est un autre thème innovant permettant d'optimiser le coût du cycle de vie des équipements.

Axes de recherche pour les thèmes transversaux

QUE 1 Acceptation d'un renforcement du financement du trafic individuel par les usagers

D'un point de vue économique, il est incontestable que l'internalisation des coûts externes réduit l'inefficacité induite par la défaillance du marché et améliore le niveau de vie. Le secteur de la mobilité n'est toutefois pas parvenu jusqu'ici à ancrer plus profondément le principe du pollueur-payeur. À cet égard, les éléments suivants doivent par exemple être étudiés de manière approfondie pour le secteur de la mobilité :

- Les raisons possibles des oppositions quant à un meilleur ancrage du principe du pollueur-payeur ;
- Les mesures pouvant contribuer à un plus fort ancrage du principe du pollueur-payeur et/ou à une plus grande acceptation de ce principe ;
- Une compréhension différenciée des domaines dans lesquels il peut être pertinent de renoncer au principe du pollueur-payeur en raison d'autres objectifs.

QUE 2 Processus ou responsabilités en cas de dommages importants

La résilience de l'infrastructure face aux dangers naturels ou autres réside en partie dans la capacité à rétablir rapidement sa fonctionnalité. En cas de dommages importants, des situations peu claires du point de vue juridique peuvent facilement survenir. De telles situations pèsent sur les propriétaires d'infrastructures. L'absence de processus ou un flou autour des responsabilités peuvent par exemple constituer des obstacles. En conséquence, il est nécessaire de mener des recherches sur les conditions cadres actuelles dans les situations de crise, sous la forme d'études de cas ou d'études institutionnelles comparatives (à l'échelle nationale ou internationale) en vue d'identifier les améliorations potentielles.

QUE 3 Conditions préalables à l'élaboration de stratégies de maintenance optimales

L'élaboration de stratégies de maintenance optimales atteint généralement ses limites pour les grandes infrastructures en raison de la complexité des calculs. Il s'agit d'un problème systématique qui concerne toutes les grandes infrastructures (routes, ponts ou tunnels).

Les travaux de recherche devront porter sur des méthodes de calcul ou des techniques de modélisation évolutives pour le calcul de mesures de maintenance au rapport coûts/avantages optimal (en tenant compte des risques) afin d'en maîtriser la complexité.

QUE 4 Imputation directe des coûts des infrastructures cyclables

Contrairement aux usagers des infrastructures routières ou ferroviaires, les cyclistes ne contribuent guère au financement des infrastructures dont ils ont besoin. À cet égard, il est nécessaire de réaliser des analyses approfondies portant notamment sur les aspects suivants :

- Développement des réflexions relatives à l'assujettissement des vélos à une redevance à affectation obligatoire conformément à l'avis de droit du prof. H. Keller ;
- Financement (partiel) sur le long terme d'infrastructures cyclables dans les cantons ; analyse de la situation passée et actuelle, et modèles pour le futur.