



Groupe opérationnel 2 du Predit 4 Qualité et sécurité des systèmes de transport

Livre blanc pour le Predit 4

Version du 30 novembre 2009

Sommaire

Introduction	4
« Gestion des mobilités et du trafic »	6
Contexte et enjeux	6
État de l'art	8
Axes de recherche	9
Equipes de recherche.....	19
« Accessibilité, ergonomie, confort ».....	21
Contexte et enjeux	21
Etat de l'art	24
Axes de recherche	25
Equipes de recherche.....	27
« Sécurité et fiabilité dans le domaine routier ».....	29
Contexte et enjeux	29
Etat de l'art	31
Axes de recherche	31
Equipes de recherche.....	37
« Sécurité et fiabilité dans le domaine ferroviaire ».....	39
Contexte et enjeux	39
Etat de l'art	41
Axes de recherche :	44
Equipes de recherche.....	46
«Sûreté».....	50
Contexte et enjeux	50
Etat de l'art	51
Axes de recherche	56
Equipes de recherche.....	58
Actions du GO2.....	60
Références	61

Nous remercions l'ensemble des membres du GO2 qui ont participé à la rédaction de ce livre blanc, et en particulier les chefs de file de chacun des domaines.

Introduction

Le Predit est un programme de coordination des politiques françaises de recherche et d'innovation sur les transports de surface. Il résulte d'un accord entre trois ministères (MEEDDAT, MESR, MinEIE) et trois agences (ANR, ADEME, OSEO) pour unir leurs efforts incitatifs sur les transports terrestres (routier, ferroviaire, fluvial), en réponse aux enjeux de société actuels, notamment en termes de développement durable. Le Predit 4 couvre la période 2008-2012, avec un objectif d'investissement public de l'ordre de 400 millions d'euros en soutien à la recherche et à l'innovation, à destination tant des entreprises que des acteurs académiques de la recherche.

Il est organisé autour de six axes de programmation de la recherche, chacun porté par un groupe opérationnel (GO), qui traiteront tous des dimensions technologiques, de services et de connaissances et outils pour les politiques publiques :

- GO1 : énergie et environnement
- GO2 : qualité et sécurité des systèmes de transport
- GO3 : mobilités dans les régions urbaines
- GO4 : logistique et transport de marchandises
- GO5 : compétitivité de l'industrie des transports
- GO6 : politiques de transport

En particulier, le GO2, qui traite de la qualité et de la sécurité des systèmes de transport, a souhaité approfondir l'analyse proposée dans le programme de travail du Predit 4. Tout d'abord, voici un bref rappel des éléments présentés dans le programme de travail.

Enjeux :

Au-delà de la continuité des problématiques et des enjeux abordés dans le Predit 3, sept ruptures caractérisent la période qui s'ouvre et vont impacter durablement la recherche sur la qualité et la sécurité des systèmes de transports, qu'ils concernent le transport de personnes ou de fret :

- le Grenelle de l'environnement : développement durable et démocratie participative
- la crise financière et économique
- l'évolution des mobilités et ses conséquences sur les congestions : accroissement de la demande
- le foisonnement croissant de l'offre de transport et des ruptures de mode qu'il entraîne
- les nouveaux enjeux de la sécurité routière : objectif de moins 3 000 morts par an à l'horizon 2012, deux-roues, usagers vulnérables, réduction du nombre de blessés, effets collatéraux, droit à la mobilité
- les effets générationnels : deux-roues motorisés pour les « jeunes », renoncement à la mobilité pour les personnes âgées
- la posture croissante de surveillance globale, porteuse d'enjeux autour du déploiement à grande échelle sur des systèmes de masse, des acceptabilités individuelles, économiques, juridiques et sociales des équipements, ou encore de leur vulnérabilité.

3 déterminants de l'approche :

- Deux horizons temporels :

- construction innovante : long terme (minimum 10 ans, et plus souvent 20).
- enjeux à court terme : demandant des réponses adaptées, fussent-elles transitoires, et donc de vraies solutions palliatives ou alternatives aux situations et évolutions actuellement constatées les plus pénalisantes pour les usagers, la société et le développement durable (« patchs » : moins de 10 ans)
- Une approche centrée sur l'individu, acteur de ses choix de mobilité
- L'appréhension des acceptabilités

Six axes de recherche :

- Optimisation : gestion du trafic, chaîne du déplacement, maintien à la mobilité et diminution des exclusions :
 - Gestion du trafic
 - Chaîne du déplacement : un point de vue sur les ruptures
 - Maintien à la mobilité et diminution des exclusions
- Sécurité et sûreté
 - Sécurité routière : les enjeux du déploiement
 - Ferroviaire : de l'innovation sécuritaire à l'optimisation sous contrainte sécuritaire
 - Sûreté et surveillance globale

Contribution à l'EER :

- des coopérations franco-allemandes dans le cadre de Deufrako : questions ferroviaires, gestion du trafic.
- coopérations transnationales, dans le cadre d'Eranet-Transports (ENT).
- avec le 7ème PCRD : certaines recherches pourront être le préalable à des projets technologiques de plus grande envergure au niveau européen.

L'idée transversale du groupe est donc bien d'aborder le transport sous une **approche système**, associant véhicules / infrastructures / environnement / usagers, territoires urbains / périurbains / ruraux, ou encore véhicules particuliers / de transport en commun / modes partagés.

De plus, il élargit les questions de recherche traitées dans le précédent Predit à une **notion globale de qualité**, cherchant à répondre aux exigences à la fois de l'utilisateur, de l'opérateur, des collectivités et des services de l'Etat.

La qualité des systèmes de transport a été déclinée dans ce livre en **cinq domaines généraux** :

- Gestion des mobilités et du trafic
- Accessibilité, ergonomie, confort
- Sécurité et fiabilité dans le domaine routier
- Sécurité et fiabilité dans le domaine ferroviaire
- Sûreté

Pour chacun de ces domaines, nous avons choisi de positionner le thème par rapport à son contexte, puis de faire un état de l'art des recherches existantes, de développer les axes de recherche envisagés, puis de lister les équipes de recherche impliquées dans ce type de recherches, ou susceptibles de l'être.

« Gestion des mobilités et du trafic »

Contexte et enjeux

Parmi les thèmes traités par le G02 du PREDIT4, le sous groupe « Gestion des mobilités et du Trafic » a développé ses travaux autour de quatre questions principales :

- Que savons-nous et comment pouvons-nous progresser en vue d'une meilleure compréhension et d'une évaluation plus opérationnelle des phénomènes de mobilité et de trafic ?
- Quelles solutions nouvelles peuvent être imaginées et intégrées aux systèmes et infrastructures actuels de mobilité et de gestion du trafic ?
- Quelles technologies convient-il de concevoir, de déployer et d'intégrer à des coûts compatibles avec l'environnement économique actuel et les contraintes écologiques qui s'annoncent ?
- Enfin, quelles adaptations proposer en termes d'organisation de la gouvernance et du dialogue entre volonté politique et solutions techniques et quels outils concevoir pour rendre les décisions plus cohérentes et conformes aux objectifs visés ?

Ces quatre questions ont un caractère transversal par rapport à l'objectif principal de développement d'une mobilité durable dans un contexte économique de crise bien plus incertain que celui qui a présidé aux précédentes éditions du PREDIT depuis 30 ans.

A partir de cet objectif principal, sept objectifs détaillés ont été identifiés par le groupe ; ils ont eux-mêmes servi de trame à une réflexion sans a priori et à la rédaction d'une liste de thèmes pour des travaux de recherche en réponse aux quatre grandes questions évoquées plus haut.

Après avoir brièvement positionné nos travaux par rapport à ceux du groupe 3 (mobilité dans les régions urbaines) et avoir proposé notre lecture du contexte et notre perception des enjeux économiques, sociaux et environnementaux, nous ferons un rapide retour sur l'existant et sur le bilan des travaux et des résultats de recherche dans les domaines de la gestion du trafic. Puis nous élargirons cette question traditionnelle de la gestion du trafic à celle plus large de la gestion des mobilités, avec en corollaire un changement de point de vue : remettre l'individu au centre de la problématique et soumettre celle de la gestion de chaque mode (automobile, TC, modes doux) à une obligation de résultat, satisfaire la mobilité individuelle tout en préservant les équilibres collectifs, économiques, sociaux, et environnementaux.

Ces dernières années ont vu une évolution rapide du marché, des technologies et même des comportements dans le domaine de la mobilité. Plus récemment, la crise économique et la prise de conscience de la rareté programmée des ressources fossiles ont accentué ces évolutions et provoqué des bouleversements dans l'automobile (faillite de General Motors, n°1 du secteur) dont les conséquences sont encore loin d'être clairement analysées.

Le marché tente ainsi de s'adapter face à une demande qui change et des besoins qui émergent à la faveur :

- D'une information accessible facilement, en tous lieux, y compris en situation de mobilité.

- D'une localisation quasi permanente procurant à l'utilisateur un sentiment de n'être jamais totalement égaré et de pouvoir communiquer.
- D'un sentiment de flexibilité plus grande pour un accès spontané à différents modes en cours de trajet (concept du « libre service » mis en avant par les nouveaux modes partagés).
- D'une prise de conscience par les usagers des problèmes de réchauffement climatique liés à la mobilité.

En réponse, de nouvelles offres tentent d'anticiper les grands enjeux environnementaux et énergétiques et s'inscrivent dans les grandes priorités tracées par le Grenelle de l'environnement :

- Engagement par l'état d'un programme d'investissement important dans les Transports en Commun en Site Propre.
- Ouverture par les collectivités locales de nouveaux "territoires" (modes nouveaux, pôles d'échange, partage modal de la voirie...).
- Apparition de nouveaux marchés et acteurs, gestionnaires de flottes (auto, vélo partage, ...) ou « médiateurs » d'informations et de services (co-voiturage, information trafic mono ou multi-modes, guidage...).
- Evolution des opérateurs traditionnels qui réagissent à ces évolutions et aux menaces des nouveaux grands entrants (opérateurs de télécom, acteurs Internet...).

Il est incontestable que ces nouvelles offres ont été possibles, pour la plupart, du fait du déploiement très largement entamé des technologies « nomades » et des TIC, Technologies de l'information et de la Communication, développées au cours de la dernière décennie, notamment dans le cadre des programmes européens, américains et japonais sur les ITS. Les plus marquantes parmi ces technologies sont :

- La géo localisation de plus en plus précise et de mieux en mieux géo référencée.
- L'Internet mobile et des services adaptés ou dédiés à la situation de mobilité.
- L'allocation de bandes de fréquences dédiées notamment à la communication entre véhicules ou avec l'infrastructure (motivées initialement par des fonctions de sécurité).

D'autres technologies ne sont encore qu'en phase de test ou de projets, comme les systèmes coopératifs, mais leur futur déploiement ne fait pas de doute (ces technologies entrent déjà, par exemple, dans les systèmes d'alerte dédiés à la sécurité routière), ce qui conforte les tendances des évolutions en cours.

Pour satisfaire ces nouveaux besoins, et parfois pour les promouvoir dans des opérations plus larges de rénovation urbaine, les infrastructures se transforment avec pour principaux objectifs :

- Un partage de l'espace public volontariste et respectueux des caractéristiques plus ou moins résidentielles ou commerciales des quartiers.
- Un équipement réseau et de télécommunication pour mieux gérer ces infrastructures complexes (réseaux de fibres optiques, bornes WIFI, WIMAX...).
- Un déploiement de nouveaux modes de transport en commun (tramways et trolleys nouvelles générations, bus à haut niveau de services...) et l'intégration de modes doux (piétons, vélos) et de la « conduite apaisée ».

Positionnement au sein du Predit :

Les questions de mobilité apparaissent comme une préoccupation stratégique au sein du GO 2, mais aussi dans les objectifs du GO 3 « Mobilité dans les Régions Urbaines » et de la

PREDIM. Répondre aux questions posées en introduction de ce livre blanc exige d'élargir le spectre de nos réflexions aux fondements mêmes des besoins de mobilité. Mais s'il est indispensable pour le G02 d'apprécier avec le maximum de précision les évolutions en marche, notamment en termes de choix (multi)-modal et de services attendus (information, guidage, régulation...), celles-ci ne peuvent être analysées par notre groupe du point de vue de ses facteurs explicatifs en termes de politique urbaine et de ses mutations ou de sociologie des populations. Ces questions relèvent à nos yeux clairement du G03 qui seul est capable d'envisager des formes nouvelles de gouvernance, des expérimentations avec les collectivités locales et des évaluations de leurs politiques comme support de leurs travaux.

Par ailleurs, notre souci d'englober toutes les formes de mobilité doit être tempéré par le peu de prise que notre sous groupe a vis-à-vis des modes non routiers de transport. C'est pourquoi on constatera dans la suite que les thèmes mis en avant ressortent principalement des modes « individuels » (automobile, deux-roues, piéton) et que les modes « collectifs » sont traités presque exclusivement aux interfaces nécessaires que sont le partage de l'espace public, l'inter-modalité, les pôles d'échange... Nous laisserons à la PREDIM le soin de traiter les questions intrinsèques de conception de l'information multimodale.

État de l'art

Les recherches sur les questions de mobilité et de gestion du trafic ont de tous temps été considérées soit comme relevant de la gestion d'une demande segmentée entre différentes populations, captives chacune d'un seul mode, et à tenter d'ajuster les capacités physiques en conséquence, soit comme le champ fermé de spécialistes de la régulation pour optimiser au mieux les capacités disponibles. Les troubles générés par les phénomènes de congestion étaient au mieux considérés comme un levier de gestion de la demande, au pire comme une fatalité.

Au cours de ces dernières années toutefois, des expérimentations ou même des réalisations techniques innovantes sous forme de projets pilotes ont été entreprises mais relèvent plutôt de l'ingénierie sans que soit bien visibles les recherches sur lesquelles elles se fondent. Seuls les outils technologiques utilisés, initialement d'ailleurs à des fins de sécurité routière, sont le résultat de recherches très actives comme celles qui portent sur les systèmes de communications véhicule/infrastructure, véhicule/véhicule et intra-véhicule (la notion de réseaux embarqués et système enfouis est importante pour la gestion du trafic transport public par exemple mais aussi automobile), la géo-localisation, les systèmes de dialogue avancé, les interactions homme-système, les technologies de perception embarquées... On se référera au plan européen aux travaux de l'E-Safety et aux groupes 4 et 9 du PREDIT 3.

Les contraintes que font peser les questions de renchérissement à moyen et long terme du pétrole et plus important encore celle de la réduction drastique à engager des émissions de GES conduisent à rechercher toutes les sources de gain potentiel que pourraient constituer une utilisation plus rationnelle des infrastructures de transport et une réduction des congestions, phénomènes flagrants de gaspillage et d'atteinte à l'environnement. Et l'accès aujourd'hui par tout un chacun d'une connectivité quasi permanente conduit les politiques comme les industriels et les chercheurs à exploiter ces technologies ITS pour d'autres fins que celles pour lesquelles elles ont été initialement conçues.

C'est ainsi que quelques projets, peu nombreux il est vrai, peuvent être signalés sous la bannière « gestion du trafic ». Ces projets relèvent des thématiques suivantes :

- L'information trafic, notamment par RDS-TMC, ou par PMV (panneaux à messages variables).
- L'information personnalisée, notamment par SMS.
- La régulation d'accès.
- La régulation des vitesses.
- Les mains courantes.
- Les échanges et la qualification des données.
- Les problèmes liés au trafic lourd, et au fret en général.
- Le pesage en marche.
- Les problématiques d'environnement et de bruit, etc.

Il apparaît au total un bilan assez mitigé au sens où chacun des projets n'a qu'une portée très limitée et peu démonstrative sur le plan de la recherche au regard des impacts sur la maîtrise de la congestion et l'optimisation des déplacements en fonction de critères de durabilité.

Mais il pouvait difficilement en être autrement compte tenu d'une absence presque totale de programmation structurée de la recherche dans ce domaine et un manque flagrant des bases nécessaires à cette programmation comme la mise en œuvre des moyens de mieux connaître, analyser, modéliser, évaluer les besoins et les pratiques de mobilité ou comme la recherche de leviers pour influencer sur les comportements ou améliorer les compétences. Dans le domaine du recueil de données par exemple, les traditionnelles boucles électromagnétiques pourraient cesser de représenter seules l'alpha et l'oméga de l'accès aux conditions de trafic. Bien des aspects de ces conditions sont inaccessibles par ce seul moyen.

Enfin, jusqu'à présent, la question de l'impact sur l'environnement de la gestion du trafic était pratiquement absente des programmes de recherche avec quelques exceptions (projet euro-régional Corvette, en Italie et en Autriche). Cette question prend pourtant de plus en plus d'importance, notamment au plan européen (voir les prix de l'innovation à Intertraffic Amsterdam en 2008 ou le concept un peu provocateur du « Zéro Congestion » dans la « Vision 2020 » d'ERTRAC). En lien avec cette question, il est remarquable que nous ne disposons d'aucune évaluation des impacts environnementaux de différents types d'aménagement (giratoires, carrefours à feux, carrefours à niveau sans feux, etc.).

Axes de recherche

Sept objectifs principaux ont été identifiés pour à la fois répondre aux enjeux actuels et aux lacunes et insuffisances des recherches antérieures :

- Un premier objectif vise à une meilleure connaissance des caractéristiques de la mobilité permettant de mieux comprendre les interactions entre l'offre et la demande. Un corollaire important de cet objectif est d'organiser, par le développement d'outils ou d'interfaces appropriés, le partage et la mise en œuvre de ces connaissances.
- Le deuxième objectif vise à développer les outils technologiques permettant la mise au point de systèmes d'aide à la mobilité et la conception de nouveaux systèmes de gestion du trafic notamment multimodaux (outils de géo-localisation, de communication, de perception et de surveillance de l'environnement).

- Le troisième objectif répond aux besoins d'outils de modélisation et d'évaluation adaptés aux enjeux de développement durable, aux nouvelles échelles de développement et d'analyse et à la question de la validation de ces modèles.
- Le quatrième objectif vise à infléchir la demande vers des pratiques de mobilité économes en énergie et en émission de GES, à accroître les compétences et développer des modes de gestion d'infrastructures adaptés et à intégrer les nouveaux services de transport.
- Le cinquième objectif répond aux besoins multiples de l'inter-modalité par la promotion de pôles d'échanges et d'information usagers adaptés à des déplacements « sans couture » pour toutes les populations.
- Avec ce sixième objectif, il s'agit de rendre plus fiables, les offres de mobilité actuelles et futures, du point de vue des conditions de déplacement, tout en veillant à un équilibre et à une articulation organisés entre les différents modes.
- Enfin le septième objectif répond aux besoins de nouvelles gouvernances en matière de mobilité en proposant le développement de nouveaux outils d'aide à la décision capables de traduire des objectifs politiques et sociaux, de les faire converger, de rendre compte de leurs conséquences et de proposer des solutions pour les mettre en oeuvre.

Axe 1 - Accroître la connaissance des déterminants de la mobilité individuelle et collective, organiser le partage de cette connaissance

Ce premier objectif vise à une meilleure connaissance des caractéristiques de la mobilité permettant de mieux comprendre les interactions entre l'offre et la demande. Un corollaire important de cet objectif est d'organiser, par le développement d'outils ou d'interfaces appropriées, le partage et la mise en œuvre de ces connaissances.

Une bonne connaissance de la mobilité est nécessaire pour pouvoir agir sur le couple offre-demande de déplacements, en tenant compte des objectifs politiques fixés par ailleurs (réduction du temps perdu dans les embouteillages, réduction des émissions de CO₂, etc.) ; mais derrière le mot « mobilité » se profilent, en fait, différents concepts :

- La mobilité individuelle, c'est-à-dire les déplacements de chaque individu ou marchandise ; bien entendu, ceci doit être compris comme la mobilité relative à des personnes physiques ou des marchandises identifiées, mais rendues ensuite anonymes (il ne s'agit pas de jouer à Big Brother !) ;
- La mobilité collective, c'est-à-dire celle qui se traduit en flux de trafic (c'est celle qui intéresse tout particulièrement les gestionnaires d'infrastructures) ; pour les voyageurs, celle-ci peut résulter de déplacements professionnels, ou domicile-travail, ou encore de loisir.

Bien que le groupe 2 soit plutôt tourné du côté de l'offre de déplacements, une bonne connaissance de la demande de mobilité est nécessaire, de manière à pouvoir agir de manière cohérente sur le couple offre-demande de déplacements.

Dans cette perspective, la gestion du trafic apparaît comme un moyen privilégié ; en effet, elle permet d'impacter certains déterminants de la mobilité (dont font partie les coûts). Ces déterminants sont en fait les variables explicatives des raisons et des modes de déplacement et, par voie de conséquence, des trafics.

Par exemple, pour les personnes physiques, le choix modal et le choix des heures de déplacement dépendent des conditions de circulation, et donc de la qualité de la gestion du trafic et de l'information des usagers (régulation d'accès, régulation des vitesses, gestion

dynamique des voies, voies réservées, systèmes de priorité bus, informations réellement multimodales des usagers...).

Pour le fret, le choix dépendra des mêmes facteurs, mais aussi très fortement des ruptures de charge, du coût, de la régularité des temps de parcours, etc.

Mais les connaissances actuelles, en ce qui concerne la mobilité et ses déterminants, sont encore très largement perfectibles :

- D'une part, certaines enquêtes de déplacement n'ont pas toujours la qualité et la précision suffisantes (milieu périurbain, déplacements de week-end...) et certaines données sont trop rarement disponibles (origines-destinations, par exemple) ;
- D'autre part, certains trafics ne sont pas connus avec précision (exemple : « 2R » motorisés, ou modes doux en général, etc.) ;
- En outre, on manque d'études faisant le lien entre les études de déplacement (qui sont, par nature, des études sur une zone donnée) et les études de trafic (qui s'appuient généralement sur des données ponctuelles) ;
- Enfin, on est loin de tout savoir sur les déterminants et en particulier les « coûts » (en temps, en énergie, en nuisance et encore moins en impact social) de la mobilité.

Compte tenu de ce contexte, il est particulièrement important que ces connaissances soient partagées, entre les gestionnaires et autres acteurs du trafic, bien sûr, mais aussi entre tous ceux qui, à des titres divers, travaillent dans le domaine des transports.

Les déterminants de la mobilité sont à considérer comme des leviers pour la mise en œuvre des politiques publiques de déplacement ; cependant, si le rôle de certains de ces déterminants est bien connu (ex : coût du péage), c'est beaucoup moins évident pour d'autres (exemples : rôle des ruptures de charge ou rôle d'une forte irrégularité des temps de parcours). De plus, pour un individu donné, certains facteurs conditionnent le fait qu'il y a, ou non, besoin de se déplacer physiquement (par exemple l'existence de possibilités de télétravail).

Dans le but de progresser vers une meilleure connaissance de la mobilité et de ses déterminants, il faudra mobiliser, en plus des connaissances traditionnelles relatives aux déplacements et au trafic, de nombreuses disciplines insuffisamment, voire pas du tout utilisées aujourd'hui (économie, psychologie, sociologie, etc.), si du moins on veut dépasser les explications simplistes, au profit d'explications plus globales des comportements.

Enfin, les pratiques de mobilité évoluent beaucoup aujourd'hui, et d'une manière qui n'est pas aisément prévisible, notamment dans le contexte de la crise actuelle ; il est donc important que les évolutions soient évaluées en permanence, de manière à réajuster également en permanence nos connaissances, et aussi à affiner nos modèles.

Thèmes de recherche :

- Recueil des données sur les mobilités individuelles et collectives :
 - Développer des méthodes nouvelles (utilisation des nouvelles technologies : GSM, GPS, utilisation des requêtes sur des serveurs -sous réserve d'anonymisation-, etc.) pour connaître les déplacements individuels depuis leur origine jusqu'à leur destination ; ceci permettrait d'avoir un volume de données conséquent et facilement actualisable.
 - Développer aussi de nouvelles méthodes pour appréhender les flux (véhicules traceurs, systèmes de lecture des plaques d'immatriculation, nouveaux

capteurs, mais aussi satellites -avec Galileo-, drones, etc.) des véhicules et des poids lourds, en portant une attention particulière à certains types de véhicules particuliers. De nouveaux paramètres pourraient aussi être pris en compte (ex : temps de parcours).

- Traitement des données
 - Matrices origine-destination : comment les calculer (et les utiliser) de manière simple ?
 - Qualification des données.
 - Organisation et fusion de données.
- Analyse des mobilités individuelles et collectives : Déterminants de la mobilité (y compris aspects psychologiques) :
 - Approche qualitative.
 - Essai de quantification.
 - Prise en compte du contexte de crise.
 - Mise en lien des résultats des différentes méthodes de connaissance de la mobilité (créer des bases de données communes interoperables, faire des analyses croisées de ces bases de données).
 - Recherche des relations entre les études de déplacement (fondées sur des comportements individuels) et les études de trafic (fondées sur des chiffres globaux de circulation).
- Modèles intégrés de régulation de l'offre et de la demande. Les capacités de plus en plus grandes d'informer l'utilisateur d'évolutions à court terme des situations de trafic prévisibles (sur un mode ou entre les modes de déplacement) à l'échelle d'une ville, d'une agglomération, ou d'une infrastructure autoroutière sont largement sous exploitées faute de pouvoir produire des recommandations validées d'itinéraires, de modes alternatifs ou de capacités de stationnement suffisantes. Des modèles multi-échelles et multi-modes seront donc à l'avenir nécessaires pour bâtir une véritable infrastructure d'information et de guidage.

Axe 2 - Développer des briques technologiques pour une optimisation des trafics et des mobilités

Ce deuxième objectif vise à développer les outils technologiques permettant la mise au point de systèmes d'aide à la mobilité et la conception de nouveaux systèmes de gestion du trafic notamment multimodaux (outils de géo-localisation, de communication, de perception et de surveillance de l'environnement).

Les outils nécessaires au recueil de données, à l'information des usagers, à l'optimisation de l'usage de l'infrastructure et à l'automatisation de certains processus reposent très fortement sur les nouvelles technologies de l'information et de la communication.

Les systèmes TIC sont aujourd'hui largement présents dans nos déplacements. Il s'agit dans un premier temps d'exploiter ces informations, de tirer profit de la multiplicité des informations déjà disponibles et dans un deuxième temps de promouvoir de nouvelles technologies de recueil de données ainsi que des systèmes d'aide à la mobilité et d'optimisation du trafic.

La connaissance de la mobilité et de certains de ses déterminants peut être enrichie grâce aux outils technologiques de communication, localisation et surveillance. Les véhicules, les individus ou les biens sont en effet tous des informateurs potentiels, en temps réel ou différé, en continu ou ponctuellement, des déplacements individuels ou collectifs.

Les systèmes de localisation permettent le géo-référencement des données ; les moyens de communication assurent la transmission des données d'un point à un autre ou d'un point à une multitude d'utilisateurs.

Les systèmes de perception et de surveillance des environnements transports complètent le dispositif et peuvent être couplés avec des techniques de détection d'événements particuliers. Ils peuvent être locaux (surveillance d'une infrastructure donnée) ou globaux (surveillance satellitaire). Les informations peuvent remonter vers l'infrastructure ou descendre vers l'utilisateur (conditions du trafic, correspondances intermodales, etc.), être échangées entre véhicules ou être à destination des automatismes embarqués.

Ces systèmes de perception et de surveillance ne doivent pas se limiter aux situations de trafic mais aussi à l'optimisation, tout aussi importante, du stationnement, notamment en parking. On sait combien ce facteur peut influencer sur la demande de déplacement, notamment celle des poids lourds, et donc sur les conditions de trafic elles-mêmes.

La souplesse d'utilisation de ces systèmes doit leur permettre de s'appliquer à des déplacements quotidiens ou habituels (domicile/travail) mais également des trafics occasionnels (voyages, longs trajets avec passages de frontières etc.).

Thèmes de recherche :

- Communications pour la mobilité. Des communications plus robustes, plus fiables et très souvent disponibles doivent être recherchées. Les débits requis doivent être optimisés pour minimiser les contraintes de qualité de service spécifiques. Les conditions de fonctionnement sont également à intégrer pour prendre en compte les contextes de mobilité, d'interopérabilité des systèmes et des applications, notamment en termes d'environnements radioélectriques complexes (obstacles, masquages, cohabitation des applications, interférences, rareté des ressources radioélectriques...). Les recherches et développement portant sur des technologies et systèmes capables de s'adapter et de se reconfigurer dynamiquement en temps réel présentent un intérêt particulier dans ces contextes.
- Technologies de localisation précise et intégrité. Des performances augmentées des systèmes de localisation sont à rechercher en précision (distinction de la voie de circulation), en disponibilité, en continuité du service et de l'intégrité de l'information (confiance dans la mesure, en particulier indispensable pour des applications de type péage). L'arrivée prochaine du système GALILEO permettra d'augmenter le nombre de satellites disponibles et d'offrir une information sur l'intégrité des signaux. Les apports de cette voie doivent être explorés pour proposer de nouvelles applications de localisation à caractère sécuritaire qui présentent des exigences élevées de précision, de disponibilité pour garantir des performances compatibles avec des applications sécuritaires dans les transports. Les trajets multiples, le masquage du signal et le mauvais positionnement des satellites ainsi que la connaissance de l'environnement sont particulièrement à prendre en compte.
- Perception de l'environnement et surveillance des infrastructures. De nouveaux outils de surveillance peuvent être proposés ; ils pourront être fondés sur des capteurs passifs ou actifs, qui peuvent être associés grâce à des techniques de fusion de données. Différents traitements pourront être suggérés localement (au niveau du capteur) ou après la mise en réseau des informations. Ils devront s'affranchir des conditions de mobilité, d'occultation, de variations de luminosité, etc.
- Intergiciels et protection des communications et des données. Des intergiciels, permettant aux différentes applications de communication, de navigation et de surveillance de s'adapter à l'environnement rencontré, aux exigences

d'interopérabilité et aux contraintes d'hétérogénéité des applications distribuées, sont souhaités. La protection des informations des usagers et des opérateurs doit être recherchée ; elle nécessite de proposer des techniques de protection de l'anonymat qui incluent aussi la résistance à la modification volontaire ou non des informations. L'utilisation et la prolifération des TIC dans les modes de transport demandent que leur compatibilité électromagnétique (CEM) soit prise en compte pour réellement améliorer la disponibilité, la fiabilité et l'intégration des technologies de Communication-Navigation-Surveillance comme de nouveaux outils de gestion du trafic.

Axe 3 - Développer des modèles adaptés aux nouveaux besoins et enjeux et à l'évaluation des trafics et des mobilités

Ce troisième objectif répond aux besoins d'outils de modélisation et d'évaluation adaptés aux enjeux de développement durable, aux nouvelles échelles de développement et d'analyse et à la question de la validation de ces modèles. Le renouvellement en profondeur de la thématique de la gestion des flux implique le développement de nouveaux outils d'évaluation et d'analyse. La modélisation en est un passage obligé notamment pour l'évaluation a priori de nouvelles solutions de trafic afin d'estimer leurs impacts.

Plusieurs éléments sont à prendre en compte dans cette perspective :

- La modélisation multimodale est encore balbutiante et demande à être développée ; au-delà des modèles classiques de choix modal, il s'agit d'outils capables d'évaluer le fonctionnement d'un système multimodal avec l'ensemble des chaînes de déplacements possibles ;
- La nécessité d'analyser, et d'agir, de façon cohérente à des échelles différentes ; des outils de modélisation multi-échelle sont ainsi nécessaires ;
- La nécessité de prendre en compte, dans l'évaluation, des critères de natures diverses, aussi bien techniques qu'économiques, qu'environnementaux ; si la question de l'analyse multicritère est loin d'être explorée, de nombreuses dimensions restent à améliorer : par exemple, intégrer la sécurité aux autres critères de qualité, prendre en compte la diversité des usagers dans l'évaluation des systèmes... ;
- Le besoin d'introduire dans les outils de modélisation et d'évaluation l'impact des nouvelles technologies, mais aussi des nouveaux services de mobilité (véhicules en libre service, alternatives à la mobilité...).

La question de la validation des modèles doit également être traitée, en liaison avec celle des bases de données.

Thèmes de recherche :

- Modélisation multi-échelle et évaluation des systèmes multimodaux. Des modèles et des méthodes d'évaluation devront être spécifiquement proposés pour prendre en compte les chaînes intermodales, pour mettre en cohérence les indicateurs entre les modes de transport, pour intégrer les modes doux... Différents modèles devront être développés pour représenter les systèmes aux différentes échelles : échelle locale ou microscopique (l'individu, le carrefour...) jusqu'à l'échelle globale (le réseau, l'agglomération) et leur cohérence devra être recherchée.
- Evaluation multicritère de nouveaux services et infrastructures de transport. Des critères de sécurité, sociaux, économiques et environnementaux sont à intégrer dans l'évaluation a priori et a posteriori des systèmes. Des méthodes d'analyse multicritère

sont à proposer. Des évaluations qui prennent en compte de nouveaux services, de nouvelles formes de partage de la voirie et les impacts des systèmes coopératifs sont à privilégier. Elles doivent de plus intégrer les dimensions de l'intermodalité.

- Validation des modèles et bases de données. La validation des modèles est essentielle pour évaluer leur fiabilité et leur domaine d'emploi ; les techniques permettant d'y parvenir sont particulièrement visées comme le croisement de bases de données d'origine diverses, la constitution de bases de données multimodales, multi-échelles et multi-indicateurs et le développement de sites pilotes.

Axe 4 - Promouvoir de nouveaux comportements et de nouvelles pratiques de mobilité, accroître les compétences et intégrer les nouveaux services de transport

Ce quatrième objectif vise à infléchir la demande vers des pratiques de mobilité économes en énergie et en émission de GES, à accroître les compétences et développer des modes de gestion d'infrastructures adaptés et à intégrer les nouveaux services de transport.

Cet objectif recouvre plusieurs problématiques :

- Celle des infrastructures physiques : construction, usage, partage. Le Grenelle de l'environnement suffira-t-il à infléchir les tendances ? Quels outils peuvent conduire aux ruptures nécessaires ? Quels modes de gestion, quelle gouvernance des infrastructures peuvent permettre une optimisation environnementale de leurs usages ?
- Celle des services de transport : quelle niveau d'intégration des services, quelle interopérabilité entre services à la fois du point de vue des informations aux usagers comme de la tarification et des moyens de paiement peuvent favoriser les flexibilités, les performances et la qualité attendues d'une mobilité incluant tous les modes de transport (TC, VP, modes doux...).
- Celle des infrastructures TIC permettant de mettre en œuvre des services de mobilité plus durable, voire d'offrir de véritables alternatives (virtualisation, télétravail...) à certains types de déplacements ou facilitant des déplacements optimaux (« intelligence ambiante »).
- Celle des nouveaux équilibres économiques, sociaux, comportementaux entre modes à mettre en place ; autrement dit, la recherche vers d'autres solutions de mobilité, d'un optimum entre plusieurs dimensions touchant à l'acceptabilité sociale des mesures, à leur coût, à la fiabilité de technologies convoquées.
- Celle des modes d'action, de régulation, d'information, de formation, d'évaluation consécutifs au déploiement des nouvelles offres, des nouveaux modes, des nouvelles « valeurs » incluant l'encouragement, l'incitation, la séduction (la mobilité « plaisir ») ou la coercition, l'obligation, l'interdiction, le péage. Cette problématique inclut aussi l'apparition de nouveaux acteurs et l'évolution des métiers de la mobilité.

Thèmes de recherche :

- Analyse, spécification, gouvernance des infrastructures et des services. Les méthodes d'analyse et de spécification des infrastructures et des services doivent être adaptées aux objectifs de durabilité. De nouveaux systèmes de gestion et de gouvernance d'infrastructures partagées ou interdépendantes (gestion et affectation des capacités) doivent être proposés.
- Méthodes d'évaluation de l'usage des infrastructures (voir axe 3).
- Nouveaux services de mobilité, d'accompagnement et de substitution au déplacement. De nouvelles offres sont aujourd'hui proposées (auto, vélo en libre service, covoiturage, services d'informations et de guidage...) qui utilisent des technologies

TIC aujourd'hui bien maîtrisées. De nouvelles technologies arrivent à maturité, permettant d'envisager une substitution partielle ou totale au déplacement. D'autres accompagnent l'utilisateur dans sa mobilité pour le guider, l'informer sur son environnement, l'assister pour le péage ou l'accès au mode souhaité (technologies d'intelligence ambiante, RFID, NFC...)

- Nouveaux modes de régulation et de partage dynamique de l'infrastructure. Des expérimentations récentes ont montré tout l'intérêt d'une gestion dynamique des infrastructures (régulation de vitesse, gestion dynamique des voies...). De nouveaux systèmes, répondant aux spécificités de l'infrastructure et à la demande ponctuelle d'une ou plusieurs catégories d'utilisateurs à un moment donné, doivent pouvoir être imaginés, conçus, validés pour optimiser l'usage de cette infrastructure et la qualité du service offert.
- Modes d'actions (information, formation, régulation) adaptés aux nouveaux usages et services de mobilité. Les technologies et infrastructures en cours de déploiement imposent de repenser l'information, l'accompagnement et la formation liés aux comportements nouveaux et à l'usage de services nouveaux. D'autres technologies permettent d'envisager de nouvelles approches pour la régulation de la demande par l'incitation, la réglementation ou le péage.

Axe 5 - Accroître la flexibilité intermodale pour tous

Ce cinquième objectif répond aux besoins multiples de l'inter-modalité par la promotion de pôles d'échanges et d'information utilisateurs adaptés à des déplacements « sans couture » pour toutes les populations.

Une mobilité sûre et de qualité n'est envisageable aujourd'hui qu'en concevant des systèmes de transport « sans-couture ». Il est donc nécessaire d'accroître la flexibilité intermodale, c'est-à-dire permettre le transfert modal, le passage entre les différents modes de transport pour un individu et au total de faciliter le choix de la chaîne de déplacement la mieux adaptée. Le transfert modal est possible grâce aux pôles d'échange, lieux de connections des différents modes, à l'information voyageur pour connaître les possibilités de transfert, à une tarification intermodale pour permettre un choix économique et aux meilleures conditions, notamment de stationnement, offertes aux modes individuels (automobiles, vélos...).

Un transport « sans couture » requiert également une accessibilité de même niveau d'un mode à l'autre. Les Personnes à Mobilité Réduite (PMR) devront être prises en compte dans toutes les réflexions.

Thèmes de recherche :

- Outils de modélisation et de simulation pour l'optimisation des correspondances et des parcs relais. Les pôles d'échange sont conçus pour favoriser la transition entre modes. Leur performance sera mesurée par la qualité des correspondances entre les modes en présence. L'optimisation de ces correspondances utilisera des nouveaux outils de modélisation et de simulation. La conception, le dimensionnement et la répartition des parcs relais intégrant des services associés (consigne...) doivent également être optimisés.
- Systèmes d'aide à la décision adaptés aux situations de crise et à la gestion de situations dégradées. Les incidents ou accidents et plus encore les situations exceptionnelles de crise (météorologique, accidents graves...) provoquent des congestions et des gênes d'autant plus importantes que les systèmes se trouvent, aux heures de pointe, en limite de capacité. L'assistance aux utilisateurs pour limiter ces gênes et réduire ces congestions pourra exploiter les possibilités des produits nomades, afin

de les guider pas à pas sur des parcours alternatifs. Pour les situations de crise, des moyens adaptés en termes d'outils d'aide à la décision, de systèmes d'information au public, de coordination des moyens et des institutions sont indispensables à un retour rapide à une situation nominale."

- Intégration dans les projets de la marche à pied. La marche à pied doit être conçue en tant que mode de transport à part entière, notamment dans sa fonction rabattement vers les transports collectifs.
- Systèmes d'information multimodale. Une mise en cohérence poussée de l'information entre les modes et les opérateurs est la condition pour permettre un choix raisonné de l'utilisateur avant son déplacement mais également pendant son déplacement (y compris l'info trafic). Des bases de données « interopérables » d'information trafic tous modes et des modèles de comportements, de simulation et de prévision intégrant le contexte et l'environnement sont des outils nécessaires aux gestionnaires d'infrastructures pour produire une information de qualité.
- Systèmes de tarifications harmonisées et systèmes de régulation par les tarifs, moyens de paiement interopérables. Les moyens d'information et de paiements seront selon toute vraisemblance fusionnés, via notamment les produits nomades équipés des technologies RFID et NFC. Cette fusion permettra d'envisager de nouvelles approches de régulation et de tarifications harmonisées.

Axe 6 - Améliorer la fiabilité des offres de mobilité et des articulations entre les offres

Avec cet objectif, il s'agit de rendre plus fiables, les offres de mobilité actuelles et futures, du point de vue des conditions de déplacement, tout en veillant à un équilibre et à une articulation organisés entre les différents modes. Les différents sujets intervenant dans cet objectif sont relatifs :

- Aux offres de mobilité, à leur caractérisation (notamment dans une vision intermodale), leur évolution et leur évaluation.
- Aux actions nécessaires à leur fiabilisation.
- A l'équilibre entre les différentes offres.

Thèmes de recherche :

- Offres de mobilité : caractérisation, évolution et évaluation.
 - La mobilité est la propriété de ce qui peut se déplacer dans un espace. Plusieurs types de mobilités existent : mobilité physique des hommes et des biens, mobilités virtuelles.
 - Qu'est ce qu'une offre de mobilité ? Doit-on la différencier par types de réseaux : routiers, ferrés, urbains ? Est-elle liée aux acteurs qu'elle engage : collectivité, gestionnaire de voirie, opérateur de transport ... ?
 - Que peut faire la recherche ? Définir les principaux indicateurs caractérisant une offre de mobilité : réseau nécessaire (y compris les zones d'échanges : stationnement, ...), mode de transport (véhicules, énergie requise, technicité des conducteurs, ...), typologie du trafic (local, transit, international, marchandises, voyageurs...), caractéristiques du trafic (valeurs extrêmes, variabilité, ...), prise en compte d'incidents / accidents (quelle information, quelle alternative...). A quoi se rapporte cette caractérisation : un itinéraire (origine / destination) ?
 - Quel coût par rapport au service rendu ? Quels moyens, outils pour comparer différentes offres de mobilité, par exemple pour des itinéraires équivalents ?

- Ces recherches devraient permettre de répondre aux questions : Quels sont les critères de choix d'un mode de transport ? Quelles sont les métriques propres à chaque mode ?
 - Partant de ces définitions et caractérisations, nous serions plus à même d'évaluer les possibilités de nouvelles offres, soit pour un mode, soit en combinant plusieurs modes et en optimisant l'espace, les déplacements des véhicules ou l'occupation des véhicules.
 - Il conviendra, en sus de la caractérisation et de l'évolution des offres de mobilité, d'évaluer l'impact du système existant ou proposé sur l'environnement et sur les consommations énergétiques. L'évaluation suppose d'avoir des indicateurs de performances, de coût et de nuisances et les moyens de les mesurer ou de les estimer. Elle doit aussi permettre de comparer différentes offres entre elles. Concernant les effets du transport sur l'environnement, différents aspects sont à prendre en compte : pollutions sonores, visuelles, pollution de l'air, insécurité routière, énergie requise, GES, service public ou service citoyen, ...
- Actions nécessaires à la fiabilisation des offres de mobilité.
- Comme précédemment, une 1^{ère} question est la définition de la fiabilité d'une offre de mobilité (notamment lors des transferts d'un mode à l'autre) : respect des objectifs fixés et prise en compte des contraintes liées au contexte et à l'environnement, connaissance des facteurs influant sur la variabilité d'une offre et de leur sensibilité sur les performances, impact environnemental, humain, social et économique incluant la sécurité, la qualité, la durabilité, la tolérance aux erreurs (caractère prévisible) et aussi les limites de cette fiabilité (gestion des situations dégradées : grandes congestions, attentats, intempéries exceptionnelles, alternatives possibles ou solutions d'évitement). Une deuxième question concerne la prévision des phénomènes récurrents et de leurs impacts sur le trafic pour une offre de mobilité donnée. Le recours à des modèles de prévision, intégrés dans les outils d'aide à la gestion utilisés par les opérateurs devrait être plus systématique et encouragé : quels indicateurs, à partir de quelle variabilité de ces indicateurs informer ou engager des actions, quelles actions engager ? Telles sont les questions que de tels outils devraient permettre d'éclairer.
- Parmi les actions à engager pour rendre des offres de mobilité plus fiables, comment cette affirmation : « le découplage des informations est une garantie de fiabilité » peut-elle être intégrée et auprès de qui : utilisateurs, décideurs ?
- De même, cette autre affirmation : « la mobilisation des technologies de l'information au service des transports est intense pour la sécurisation des opérations (positionnement dynamique, information trafic en temps réel) » peut-elle rendre plus fiable une offre de mobilité ?
- Cohérence, articulation entre les différents modes de transport.
- Les incitations à développer et favoriser de nouvelles offres de mobilité ne peuvent escamoter la question de l'équilibre entre les différents modes afin que les changements ne soient ni radicaux vis-à-vis des modes existants ni trop brutaux vis-à-vis des usagers et qu'ils reflètent correctement les aspirations de la société. Cette recherche d'articulation entre les différentes offres ou différents modes est nécessaire pour répondre aux demandes politiques et citoyennes.
- La diversification des offres de transport est aussi une solution pour réduire une trop forte occupation des réseaux, sous réserve de privilégier l'intermodalité et la multimodalité.
- Ces propositions pour être développées et déployées nécessitent l'adhésion des usagers et des pouvoirs publics. Deux questions devraient être traitées à cette fin :

- Afin d'estimer l'adhésion des usagers, quelle prévision du changement de comportement ces nouvelles offres impliquent-elles ?
- Quelle est l'interaction de toute nouvelle offre (ou d'une offre existante) avec les autres et notamment quel sera son impact sur les autres offres et modes en termes de performances, de qualité et de sécurité ?

Axe 7 - Assurer le lien entre objectifs politiques et systèmes techniques

Ce septième objectif répond aux besoins de nouvelles gouvernances en matière de mobilité en proposant le développement de nouveaux outils d'aide à la décision capables de traduire des objectifs politiques et sociaux, de les faire converger, de rendre compte de leurs conséquences et de proposer des solutions susceptibles d'y répondre. Cet objectif peut être présenté sous forme de deux chaînes de sens inverse :

- Un objectif politique doit pouvoir se traduire par des critères à optimiser ou des contraintes à respecter, qui doivent eux-mêmes se traduire par des exigences dans le cahier des charges du système technique ; à ces exigences doivent être associés des moyens de vérifier qu'elles sont satisfaites ;
- Un système technique produit des mesures, à partir desquelles il est possible de construire des indicateurs de satisfaction des critères de bon fonctionnement du système et d'atteinte des objectifs politiques.

Par ailleurs le système technique est un lieu possible du dialogue entre plusieurs collectivités pour coordonner leurs politiques respectives.

Il faut rajouter à ces deux questions celle de la communication, voire de la « négociation » souvent nécessaire entre deux sphères utilisant souvent chacune son propre langage et sa propre compréhension des phénomènes.

Thèmes de recherche :

- Traduction technique d'objectifs politiques. Une recherche combinant science politique et sciences de l'ingénieur sur la traduction technique d'objectifs politiques. Ceci a par exemple été conduit dans le cadre de la sécurité routière, mais pourrait sans doute s'étendre à d'autres sujets comme l'intermodalité : que veut dire par exemple un « bon » fonctionnement d'un système multimodal et, une fois celui-ci défini, comment y parvenir ? Des méthodes d'évaluation d'objectifs politiques dans ce domaine seront nécessaires de même que des méthodes d'optimisation multicritère intégrant la dimension « politique ».
- Recherche sur les processus de décision à l'occasion de la mise en œuvre d'outils techniques. De nouvelles approches peuvent améliorer les processus de décision grâce à des outils dédiés de dialogue et de discussion (outils collaboratifs de négociation, outils interactifs de simulation, méthodes de représentation,...) entre les donneurs d'ordre (politique) et les services techniques.

Equipes de recherche

- Pôles de compétitivité :
 - MTA : Mobilité et transports avancés
 - ADVANCITY : Ville et mobilité durables
 - MOV'EO
 - LUTB : Lyon Urban Truck&Bus

- Automobile haut de gamme
- Véhicule du futur
- System@tic, I-trans
- Organismes de recherche :
 - INRETS
 - INRIA
 - LCPC
 - CEA
- Universités, Enseignement supérieur :
 - UTC Compiègne
 - Blaise Pascal Clermont
 - ESIGELEC Rouen
 - Versailles Saint – Quentin en Yvelines
 - ENPC
 - ENTPE
 - Ecoles des mines
 - Groupe des écoles télécoms
 - Ecole centrale de Lille, UVHC....
- RST : CETE, ERA,

« Accessibilité, ergonomie, confort »

Contexte et enjeux

Les précédents PREDIT ont déjà abordé la question de l'accessibilité des transports publics aux personnes handicapées et plus largement aux personnes à mobilité réduite. Les orientations du PREDIT IV, l'accent mis sur la qualité des systèmes de transports, et l'association innovante de l'accessibilité avec les approches ergonomie et confort pas ou peu abordées jusqu'alors sur le plan de la recherche socio-économique des transports imposent de construire des pistes de recherches nouvelles, et au préalable une « culture commune ».

L'énoncé des axes de recherche dans le programme de travail du GO2 du PREDIT IV, « Chaîne de déplacement: point de vue sur les ruptures » et « Maintien à la mobilité et diminution des exclusions », nécessite de préciser la définition des termes, des champs de réflexion, et les approches sous-tendues par les différents concepts et leurs liens.

1/ Des systèmes de transport accessibles permettant le droit à la mobilité de tous, doivent être conçus pour tous quelque soit le « handicap » (différence au regard de la « majorité ») lié à la personne, au territoire de localisation ou à au niveau de revenu. L'accessibilité devra, par conséquent, être réfléchi sous ses 3 acceptions :

- accessibilité fonctionnelle des personnes à mobilité réduite (PMR), personnes handicapées, personnes âgées, ... (cf définition de l'Union Européenne),
- accessibilité géographique des territoires mal desservis ou difficiles à desservir par les systèmes de transport, en particulier de transports publics, parce que peu denses, ou enclavés,
- accessibilité sociale liée notamment à des niveaux de revenus insuffisants.

2/ Les 3 déterminants définis pour les travaux du GO2 correspondent bien à l'approche globale et systémique du sous-groupe ,

- 2 horizons temporels (long terme et court terme),
- centrée sur l'individu - acteur de ses choix de mobilité,
- veiller aux acceptabilités, mais aussi aux usages.

3/ L'hétérogénéité des 3 termes de l'intitulé du groupe, et leurs liens, constituent une difficulté à lever pour construire un cadre commun, par des explicitations « partagées » : ex. l'ergonomie est une discipline, pouvant contribuer au confort, à l'accessibilité fonctionnelle...

C'est pourquoi il est proposé des premières définitions des termes : ergonomie/confort/accessibilité et acceptabilité au regard de la problématique de la qualité des systèmes de transport ; elles seront à enrichir avec les débats à venir.

Ergonomie :

Cette discipline est définie comme « l'étude scientifique de la relation entre l'homme et ses moyens, méthodes et milieux de travail » et l'application de ses connaissances à la conception de systèmes « qui puissent être utilisés avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité par le plus grand nombre »¹

Les méthodes de l'ergonomie sont applicables/transposables à d'autres activités humaines que le travail. Jusqu'à présent, dans le champ des déplacements/de la mobilité des personnes, elles n'ont eu que des applications ponctuelles. Ces démarches demandent à être « consolidées » en vue de leur reproductibilité et leur déploiement pour la conception des systèmes de transport/déplacement.

Ces réflexions sont d'autant plus nécessaires qu'elles consolident les fondements d'approches réellement centrées sur l'individu/utilisateur, et de la chaîne de déplacements perçue du point de vue de celui qui se déplace et non pas de ceux qui le transportent : c'est pourquoi, il ne faut pas confondre chaîne de déplacement et chaîne de transport ; l'individu se déplace en employant le cas échéant un ou plusieurs modes de transport et l'opérateur de transport « transporte ».

Confort :

A priori, il ne s'agira pas de démarche « marketing » cherchant à vendre un produit ou un service supplémentaire rendu, mais de démarche ergonomique. On parlera de zone de confort comme la zone des conditions permettant à une personne de réaliser son activité sans fatigue, c'est-à-dire sans surcharge supplémentaire par rapport à la charge strictement nécessaire à la tâche, la charge pouvant être physique et/ou mentale ; et la « surcharge » comporte des seuils : perception, altération, douleur, pénibilité...

En tant que cadres d'activités de mobilité, les systèmes de transports, leurs aménagements et équipements provoquant des difficultés d'accès et/ou d'utilisation engendrent des conditions ne rentrant plus dans les zones de confort des personnes concernées. Les zones de confort des PMR ou des personnes vieillissantes ne recouvrent pas celles des autres personnes, mais il y a des interférences importantes : c'est le niveau de confort attendu qui variera d'une population à l'autre.

Dans une logique de conception universelle, conception pour tous des équipements, aménagements, et des services (design for all), la satisfaction des PMR et des autres permet un élargissement des zones de confort pour tous.

Accessibilité :

Quelle que soit l'acception, l'accessibilité implique une approche systémique et pluridisciplinaire (ergonomie, économie, droit, sociologie, géographie, environnement, techniques). Condition de l'exercice du droit à la mobilité, cette notion désigne le caractère possible de la liberté de déplacements dans l'espace, de l'utilisation des outils, et de la compréhension permettant d'atteindre un but ; il s'agit que toutes les personnes, y compris celles ayant des déficits physiques, sensoriels, cognitifs ou mentaux, mais aussi financiers ou isolées géographiquement, aient - si et quand elles le souhaitent - accès à des lieux, des véhicules de transport public ou individuels, des informations, à toute activité liée à la mobilité, à la conduite...

¹ Source : Wikipédia, citant les définitions adoptées par le IV^e congrès international d'ergonomie et la Sté d'ergonomie de langue française

Au niveau du collectif et sous l'angle « développement durable », mêlant les approches économiques, sociales et environnementales, il s'agirait aussi de refonder les conceptions actuelles de mesures de l'accessibilité visant à évaluer les performances territoriales et économiques des réseaux de transport.

Acceptabilité

En sciences humaines et sociales, le terme d'acceptabilité ne se réduit pas à « faire accepter », faire se conformer. L'acceptabilité combine plusieurs registres :

- Celui du calcul qui fait référence aux seuils de "tolérance", autrefois apanage des seuls techniciens, et inspiré par le raisonnement mathématique ou économique. Il se réfère alors à la notion d'utilisabilité², qui permet de repérer le degré selon lequel un produit/service peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié. Celui de l'appropriation qui renvoie à la notion de négociation entre les diverses parties prenantes engagées dans la création d'un produit/service technique (depuis sa conception jusqu'à son utilisation). Cet angle requiert la prise en compte des usages et passe par des approches culturelles en ayant recours notamment aux disciplines ethnologiques, anthropologiques, sociologiques ...
- Pour les individus, cette notion d'acceptabilité renvoie au rapport plus ou moins conscient qu'établit l'individu, acteur de ses choix de mobilité, entre les avantages qu'il perçoit en termes de services rendus, et les charges/surcharges induites sur les plans physiques, cognitifs, biomécaniques, économiques, sociaux.

Une fois ces termes définis, le groupe a listé les différents enjeux :

- Développer les conditions du droit à la mobilité pour tous en sécurité et confort.
- Assurer la continuité de la chaîne de déplacement en terme de mobilité, d'accessibilité et d'information, quels que soient les territoires et les modalités.
- Favoriser la prise en compte de toutes les accessibilités (physiques, géographiques, sociales, économiques, servicielles, informationnelles,...) dans les projets de développement de systèmes de transport.
- Concevoir les conditions de pérennité des politiques publiques d'accessibilité des espaces publics, des déplacements et des transports, en particulier donner les outils pour une application optimale des principes de la loi du 11 février 2005, des lois « Grenelle de l'Environnement » et des dispositions contre les territoires enclavés, y compris en termes d'évaluation de leurs impacts.
- Intégrer la variabilité des personnes et des situations dans tout processus de conception de matériel, d'infrastructure ou de service.
- Différencier l'adaptation de l'existant, de l'innovation dès la conception.
- Maintenir la mobilité et éviter les renoncements liés à l'(in)sécurité, d'où la notion d'accessibilité aux transports publics, aux véhicules individuels, à la conduite pour usage personnel ou professionnel, aux infrastructures, à l'espace public et aux lieux de transport, à l'information, aux services...
- Guider les développements technologiques par des approches centrées sur les usages

² la notion d'utilisabilité pose question : un système peut respecter tous les critères d'utilisabilité mais être inutile ; **c'est l'adéquation entre l'activité et le système (en tout ou partie) qui permettra de dire s'il est utile**

et l'ergonomie :

- faire évoluer des logiques « techno push » vers les logiques « need pull ou user pull » centrées sur l'utilisateur et ses besoins.
 - développer les acquis en ergonomie, confort et accessibilité ; assurer leur continuité et leur pérennité.
 - consacrer aux interfaces autant, si ce n'est plus, de moyens qu'aux dispositifs.
 - vérifier l'utilisabilité/utilité des dispositifs, notamment des TIC.
 - systématiser les évaluations itératives sur la base de méthodologies validées ergonomiquement.
- Évaluer la contribution au développement durable de l'accessibilité des personnes handicapées ou vieillissantes = méthodologies d'évaluation de leurs apports quantitatifs et qualitatifs pour tous et pour le système de transports, par exemple par des études coûts / bénéfices.

Etat de l'art

Cet état des lieux est très centré sur la question de « l'accessibilité PMR », dont les recherches se sont développées ces dernières années. L'accessibilité sous ses 2 autres acceptions n'a pas fait l'objet d'appels identifiables, hormis le programme « Déplacements et inégalités » du PUCA et « Economie de la sécurité routière » du PREDIT. Par ailleurs, il faut souligner que la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA) et la MIRE de la DREES ont lancé un appel d'offres permanent en matière de recherches sur le handicap et la perte d'autonomie ; cet appel à projets ouvert à toutes les disciplines (de la science politique aux sciences de l'ingénieur en passant par les sciences politiques...) s'intéresse aux populations, à leurs besoins, aux équipements, aux services ou encore aux politiques publiques, mais sont explicitement exclus les projets portant sur « l'accessibilité des lieux publics et des transports ».

Les recherches financées par le PREDIT III / GO10 et GO2³ et l'ANR ont concerné les thématiques suivantes :

- Méthodologies d'analyse et d'élaboration de diagnostic et de préconisation des Schémas directeurs d'accessibilité des services de transport collectif (SDA).
- Information et guidage des personnes handicapées sensorielles.
- Nouveaux services à l'utilisateur (porte à porte...).
- Interface Quai-train (existant): SAS-VH.
- Comparaisons France vs autres pays: Lyon/Stuttgart (INRETS).
- Des projets ont été labellisés et non financés : HOMERE; Comparaisons de l'Accessibilité des transports dans divers pays (Rachel Thomas –Cresson Grenoble).

Un état des lieux des recherches terminées ou encore en cours a été élaboré en janvier 2008,

³ il faut aussi rappeler que BIOVAM, recherche de l'INRETS -LESCOT sur les déplacements des personnes aveugles et malvoyantes avait été financé par le PREDIT II , ainsi qu'une évaluation de la mise en accessibilité d'une ligne de bus à Grenoble

support du colloque PREDIT « Accessibilité et conception pour tous » qui s'est tenu à Créteil le 11 février 2008.

Au niveau européen, l'une des priorités du FP 6 (2002-2006) relevant de la DG Emploi était relative aux personnes handicapées. 2 axes concernaient plus particulièrement l'accessibilité :

- accessibilité des transports :
 - projet EUROACCESS (for a european accessibility for public transport for people with disabilities) : il s'est terminé fin 2008⁴. Il a été piloté et coordonné par Claude Marin-Lamellet, de l'INRETS-LESCOT.
 - projet PT ACCESS (Public Transport systems Accessibility for people with disabilities in Europe)⁵
- accessibilité du cadre bâti :
 - projet POLIS : dans le cadre de ce projet est recherchée une méthodologie de mesure de l'accessibilité pour tous dans les transports publics commune aux pays européens, MEDiate (Methodology for describing the accessibility of transport in Europe)⁶. Dans le FP 7, le projet EUROACCESS se poursuit en lien avec POLIS/Mediate dans le projet ACCESS 2 ALL (Mobility Schemes Ensuring Accessibility of Public Transport for All Users a European project promoting innovative technological concepts and mobility schemes to enable high quality mobility and transportation services for all).
 - projet Reasonable ACCESS.
 - projet NICHES, plus lié au réseau de villes POLIS : il comporte un volet sur l'accessibilité⁷.

D'autres projets concernent plus particulièrement la mobilité des personnes âgées : UNIACCESS⁸, ANEAS, OASIS.

Axes de recherche

Axe 1 - Prospectives et méthodologies : le développement des systèmes selon les principes de l'accessibilité pour tous, et du développement durable supposent de rénover les cadres théoriques et pratiques sur plusieurs plans

- évaluer les besoins et les activités aux niveaux individuel et collectif.
- évaluer les dispositifs (retours d'usage).

⁴ <http://www.euro-access.org/>

⁵ <http://www.ptaccess.eu/>

⁶ <http://www.mediate-project.eu>

⁷ <http://www.niches-transport.org/index.php?id=1>

⁸ <http://www.age-platform.org/FR/spip.php?article26>

- évaluer les conditions économiques du maintien, voire du retour à la mobilité de certaines catégories de personnes : ex. services d'aide à la mobilité versus services spécialisés.
- imaginer un idéal pour les espaces de transport liés aux réseaux ferrés, guidés ou routiers, en termes de « design », de mise en œuvre et maintenance ; concevoir la station idéale des futurs lignes de transport public.

Axe 2 - Accessibilité et Sécurité

- des interfaces véhicules x aides techniques x personnes : systèmes d'information et d'assistance à la conduite; systèmes d'arrimage de fauteuil...
- de l'infrastructure, et des lieux de transport : signalétique implicite par l'environnement et les matériaux, notamment aux sols en fonction de la classification des espaces, optimisation des dispositifs de sécurité, notamment en situations perturbées ou dégradées, outils de conceptions virtuelles adaptés à l'environnement...

Axe 3 - Aptitude à la conduite automobile et aides techniques

Nouvelles approches et conceptions ; évaluation des seuils pour les personnes handicapées ou âgées, avec ou sans aides techniques ; usages personnels et professionnels.

Axe 4 - Accès et utilisabilité des véhicules et services à bord :

Pour tenir compte des déficiences, du vieillissement, et plus largement des modifications anthropométriques de la population, des travaux d'ergonomie permettraient des conceptions innovantes, pour :

- les transports publics : relations mécaniques et bio-mécaniques entre véhicules et personnes, stabilité des passagers debout, signalétique et système d'information-voyageurs, transferts véhicule/infrastructure, adaptabilité et modularité des véhicules, des places assises et des espaces de circulation pour une cohabitation confortable des différents usagers « spécifiques » (fauteuils roulants, poussettes, bagages, vélos...).
- la voiture particulière : conception de l'habitacle et des instruments de bord.

Axe 5 - Accessibilité

- de l'information : priorité à l'information multimodale et intermodale, continuité de l'information dans la chaîne de déplacement, robustesse de sa pertinence face à la variabilité des publics et des lieux, lisibilité
- des services :
 - substituabilité des solutions d'assistance au déplacement (transport public à la demande ou collectif/voiture particulière, technologie/humain, technologies/déplacement ...).
 - conception de robots d'aide au déplacement dans les lieux complexes.
 - processus de suivi et de vérification du service rendu.

Axe 6 - Accessibilité territoriale et sociale

- égalité/équité pour tous quelque soit le « handicap » : quelles approches et implications ?

- maillage des réseaux, fluidité et confort pour l'utilisateur : intermodalité billettique, information, cheminements de transit d'un mode à l'autre...
- nouveaux services et qualité des dessertes des services publics en zones « défavorisées » peu denses périurbaines ou rurales, mais aussi certains quartiers et zones urbaines, développement des outils cartographiques temps/espace et SIG permettant de qualifier les systèmes de transport disponibles⁹ (densité, adaptabilité...).
- innovations juridiques et institutionnelles : « montage » de nouveaux types de services, redéfinition des droits des passagers (impact des règlements européens) et des « usagers » des services publics (obligation de concertation, droit de porter plainte...).

Axe 7 - Qualité des espaces et lieux de rupture modale

Convergence des modes y compris marche à pied, services favorisant la multimodalité, amélioration des espaces de transitions modales, qualité des espaces de stationnement, qualité des solutions d'interopérabilité, services d'aide à la mobilité facilitant l'usage des espaces publics et des transports.

Equipes de recherche

- Les pôles de compétitivité :
 - Advancity
 - Mov'éo
 - MINALOGIC
 - Cap Digital
 - Itrans
 - Advancity (ville et mobilité durables)
 - LUTB
- Les réseaux de recherche :
 - IFRATH
 - IFRH
- Laboratoires :
 - INRETS
 - INRIA
 - UP-VIII (THIM)
 - UP- Evry
 - U-Metz
 - UP- Sud
 - UVSQ-CEREMH
 - CEA/LID
 - ParisTech
 - MSH
 - CNRS/P.A.R.I.S.

⁹ une remarque : les arrêts de bus ou car ne constituent pas un indicateur d'équipement de l'inventaire communal de l'INSEE

- ENTPE/LICIT
- ESIEE-CCIP
- COSTECH/CRED Compiègne

« Sécurité et fiabilité dans le domaine routier »

Contexte et enjeux

Si la France a très sérieusement amélioré ses résultats en termes de sécurité routière, il y a encore une forte marge de progrès. Le protocole d'accord du GO2 "Qualité et sécurité des systèmes de transport" du PREDIT 4 souligne que : "Les progrès en termes de sécurité routière appellent approfondissement et confirmation. Pour cela, il faut agir sur l'aménagement, les technologies, les dispositifs de formation tout au long de la vie pour les usagers les plus vulnérables et pour réduire l'accidentologie globale. Les liens entre santé et sécurité seront poursuivis de façon à donner à la politique de sécurité routière les moyens d'une véritable politique de santé publique. La fiabilité est un souci croissant à tous les niveaux : véhicule (systèmes embarqués : contrôle interne, diagnostiques, aides à la conduite) ; système (information routière et régulations). La pression de mobilité augmente les exigences de fiabilité."

Le GO2 a structuré ses travaux autour de 4 axes qui visent à :

- Approfondir les connaissances de l'accidentologie et de l'exposition au risque,
- Améliorer la prévention et la fiabilité des interactions dans le système de sécurité routière,
- Œuvrer pour la cohésion sociale et le développement durable,
- Développer des outils d'observation et d'évaluation.

Pour répondre à ces objectifs, il est nécessaire de développer des approches systèmes dans le cadre de travaux pluridisciplinaires. Le système doit intégrer différentes dimensions, notamment sociale, économique et environnementale. C'est dans une vision d'ensemble de ce système que la richesse d'approches de la recherche doit pouvoir s'exprimer pleinement. Souvent proclamée, parfois mise en œuvre, cette vision système représente un enjeu majeur pour l'avenir.

Un contexte qui évolue fortement

Le contexte sociétal évolue et la recherche en sécurité routière doit tenir compte de ces changements. Le développement durable en est une dimension essentielle, mais ce changement comprend aussi des aspects économique, juridique, politique, technologique et social. On peut ainsi s'interroger sur les effets sur la sécurité :

- du développement de nouveaux comportements de mobilité (le covoiturage et le recours aux transports à bas coûts, l'éco-conduite et les aides à la conduite, etc.) ;
- de la conjoncture économique et notamment des arbitrages entre coûts et sécurité (vieillesse du parc, défaut d'entretien des véhicules, des infrastructures, véhicules à bas coûts, etc.) ;
- de l'augmentation potentielle de la part des nouveaux véhicules dans le parc (véhicules hybrides, électriques) ;

- de l'aménagement du territoire (rural, périurbain et urbain) ;
- de l'acceptation de l'innovation (technologique et organisationnelle) par l'ensemble des acteurs impliqués ;
- de la réforme de l'Etat et celle de son appareil administratif ;
- des changements dans les modes et les niveaux de gouvernance ;
- des exigences sociétales nouvelles en matière de sécurité et de sûreté ;
- etc.

Ces interrogations sur les changements à prendre en compte ont fait émerger un questionnement sur la pertinence d'une séparation des interrogations sur la sécurité d'autres questionnements, tels que ceux consacrés à la mobilité et à son optimisation ou encore à la sûreté. Il semble que l'approfondissement des connaissances attendues passe de plus en plus par l'articulation de ces différents questionnements qui sont jugés encore trop cloisonnés. Cette exigence d'une approche toujours plus systémique n'invalide cependant pas des recherches plus spécifiquement centrées sur les problèmes de sécurité routière.

Des enjeux toujours importants

Même si la mortalité routière a diminué, elle reste encore trop importante, notamment pour certaines catégories d'usagers de la route (les deux-roues motorisés), tandis que la morbidité (le nombre de blessés graves) est loin d'avoir subi la même baisse que la mortalité (si tant est que l'on puisse aujourd'hui définir précisément ce qu'est un blessé grave et en évaluer le nombre de façon fiable).

Les grands thèmes de l'analyse et de l'action en sécurité routière doivent donc être maintenus : l'analyse du risque routier, dans ses dimensions clinique et épidémiologique ; la protection des usagers ; l'analyse et la modification des comportements et attitudes des usagers ; la gouvernance de la sécurité routière, sous ses angles sociologiques, économiques, politiques et juridiques et aux échelles locales, nationales et internationales.

La nécessité d'une approche système pluridisciplinaire

La sécurité et la fiabilité doivent être traitées dans un contexte d'approche système intégré (véhicule, environnement - infrastructure, usagers et comportements, ergonomie, aspects juridiques et économiques) prenant en compte le développement durable. Ceci nécessite le développement d'approches pluridisciplinaires. La pluridisciplinarité est toujours difficile à mettre en œuvre mais c'est une richesse car cela permet une véritable confrontation de différentes visions. La pluridisciplinarité ne doit pas s'accompagner d'une baisse de niveau d'exigence de l'excellence scientifique. Elle doit permettre de progresser à la fois tant dans le domaine de la production académique qu'en termes de production de connaissances finalisées.

Lien avec l'Europe

Enfin, le plan d'action pour la sécurité routière de l'Union Européenne à venir proposera une hiérarchisation des enjeux qu'il pourra être intéressant de prendre également en compte dans les orientations de recherche.

Etat de l'art

De nombreux travaux sur la sécurité routière ont été menés aux niveaux national, européen ou international. Au niveau national, le PREDIT a permis de lancer un certain nombre de recherches dans ce domaine, notamment dans le cadre des groupes de travail du PREDIT 3 GO3 « Nouvelles connaissances pour la sécurité » et GO4 « Technologies pour la sécurité ». Ces actions menées au sein du GO3 et du GO4 ont abordé les thématiques suivantes :

- Sécurité routière et politiques publiques
- Approche territoriale de la sécurité routière
- Aide à la conduite et éducation à la sécurité routière
- Décision publique et sécurité : la question des responsabilités
- Santé publique et insécurité routière
- Contribution à la sécurité routière des systèmes d'assistance à la conduite
- La sécurité des usagers vulnérables
- Santé et sécurité routière, le réseau RESAT sur le sommeil
- Economie de la sécurité routière

On trouvera une description détaillée et un bilan de ces recherches du PREDIT 3 dans les ouvrages de synthèse publiés par les groupes opérationnels 3 et 4 du PREDIT et notamment dans l'annuaire des recherches : « La sécurité des transports terrestres dans le PREDIT 3 : les recherches des groupes opérationnels numéros 3 et 4 ».

Axes de recherche

Axe 1 - Approfondir les connaissances de l'accidentologie et de l'exposition au risque

Il s'agira de développer les connaissances relatives au risque routier, en particulier sur les blessés graves et les usagers vulnérables (piétons, vélos, deux-roues motorisés, personnes âgées, malades ou handicapées) et d'approfondir des notions telles que celle de risque attribuable ou d'exposition au risque, dans une perspective systémique (ou au moins « multi-systèmes »).

Accidentologie et épidémiologie :

- Définir des indicateurs de morbidité, identifier et hiérarchiser les causes. Proposant une approche santé publique de l'insécurité routière par le biais d'indicateurs spécifiques (années de vie perdues, par exemple) et de techniques particulières d'enquêtes (cohortes, cas-témoins) et d'analyse statistique (risque relatif, risque attribuable, biais, etc.), l'épidémiologie a montré qu'elle pouvait contribuer significativement à la définition des enjeux, à la quantification des risques et à l'évaluation des mesures de prévention. Elle peut désormais être associée à deux développements attendus de la connaissance en matière d'insécurité routière : la définition d'indicateurs de morbidité réellement opérationnels (y compris au plan de la communication institutionnelle) et l'identification des causes (et pas seulement des facteurs de risque) d'accident et leur hiérarchisation par fractions de risque évitables (d'accidents, de décès, de blessés et/ou de séquelles graves), éventuellement complétée par une réflexion de type coût / bénéfice.

- Développer l'acquisition de données. L'épidémiologie manque de données et les mesures écologiques (du type «100 cars studies») peuvent être riches d'enseignements. Il y a des facteurs aggravants et des vulnérabilités interindividuelles (tout le monde n'est pas égal devant le risque) que l'on ne connaît pas assez bien.
- Etudier l'accidentologie des 2 roues (motorisés et non motorisés).
- Prendre en compte l'évolution des méthodes d'analyse accidentologique (exploitation de boîtes noires ou chronotachygraphes), la question étant de savoir si les boîtes noires devraient être réservées le cas échéant aux usages scientifiques exclusivement, avec une attention toute particulière sur les aspects de respect de la vie privée et de protection des données à caractère personnel.

Etat de santé, maintien de la compétence de conduite et inaptitude à la conduite :

- Etablir un inventaire des causes d'inaptitude ou d'états affaiblis de conduite (pathologie, polyaddiction, polymédication, facteurs de risque comportementaux) et les hiérarchiser en fonction de l'accidentologie observée suivant une analyse coût-bénéfice.
- Développer des procédures discriminantes de diagnostic de l'inaptitude à la conduite basée sur la compétence de la conduite et non pas seulement sur l'état de santé par une approche multicritère et associant tests neuropsychologiques, tests sur simulateur et sur route.
- Etudier les conséquences sociales, économiques, organisationnelles et juridiques d'une évaluation de l'aptitude à la conduite et des restrictions d'usage du permis de conduire qui peuvent en découler.
- Favoriser la récupération de la performance de conduite et la mise en place d'autorégulations chez les conducteurs présentant des déficits à partir de la prise de conscience de ces déficits et de l'entraînement des capacités fonctionnelles mobilisées en conduite automobile.
- En cas d'arrêt de la conduite, concevoir des services de mobilité alternatifs.

Populations exposées, facteurs environnementaux et contextuels associés :

- Identifier des populations prédisposées (fragiles et vulnérables) et suivre leur évolution ; identifier les facteurs expliquant la vulnérabilité interindividuelle. Des éléments physiologiques comme le vieillissement normal et la variabilité des composantes attentionnelles et/ou de l'éveil des sujets sains peuvent expliquer un risque accru aux accidents de la circulation. Ce type de travaux doit permettre de déboucher sur une personnalisation des messages de sécurité routière à l'attention des conducteurs vulnérables.
- Appréhender l'exposition des conducteurs aux défauts d'attention (distraction et inattention) et détecter les seuils au-delà desquels l'activité de conduite se trouve dégradée.
- Mesurer le handicap lié aux privations de sommeil comportementales et des pathologies de l'éveil. Evaluer l'impact des médicaments et des drogues sur la capacité de conduite des patients.
- Les interactions entre les substances éveillantes (café, boissons énergisantes,...) et l'alcool lors de la conduite nocturne méritent d'être étudiées car cette combinaison de substances est de plus en plus couramment utilisée dans les milieux festifs.
- Analyser la vulnérabilité liée à l'alcool, aux drogues et aux médicaments. La vulnérabilité des conducteurs à ces substances toxiques est très hétérogène au sein de

la population des conducteurs (comportement addictif et tolérance) et les marqueurs du risque (dosages et cinétique, effets résiduels, effets chroniques, profil génétique, comportements addictifs) méritent d'être beaucoup mieux définis.

- Traiter les questions sur l'interpellation, la condamnation et la prise en charge des conduites sous influence de drogues (stupéfiants / alcool) qui ne concernent d'ailleurs pas spécifiquement la sécurité routière. Il y a matière à réaliser un état de la recherche sur cette question du renvoi par le juge vers le médical. Dans ce champ, la lutte contre l'insécurité routière présente la particularité de permettre l'interpellation de personnes qui ne sont pas identifiées en raison de leur qualité de malades alcooliques ou drogués. Dans ce contexte, la comparution devant un juge permet, suivant des modalités procédurales qui peuvent prendre plusieurs aspects, de proposer ou d'imposer des soins. Trois catégories de recherches peuvent être envisagées :
 - L'articulation entre décision judiciaire et prise en charge médicale (et/ou psychologique ?) des conducteurs interpellés sous influence de produits nocifs illicites (alcool, stupéfiants).
 - La conduite sous l'influence de l'alcool, notamment les disparités des pratiques judiciaires.
 - La conduite sous influence de stupéfiants, notamment l'analyse de l'histoire de la gestion de ce risque, l'articulation des décisions judiciaires liées à une interpellation pour conduite sous influence de produits stupéfiants et les contentieux pour usage illicite de stupéfiants.

Axe 2 - Améliorer la prévention et la fiabilité des interactions dans le système de sécurité routière ; déploiement d'innovations

Aujourd'hui, un certain nombre d'enjeux sont à prendre en compte de façon conjointe dans le développement du système de transport routier, plus particulièrement les enjeux de sécurité, de sûreté et de limitation des impacts environnementaux et énergétiques. Il s'agira donc de mettre en place un système d'optimisation prenant en compte plusieurs types de critères et de contraintes. Dans ce cadre, un certain nombre de développements technologiques mis en œuvre pour améliorer la sécurité routière pourraient être revus et élargis de façon à intégrer également des problématiques environnementales et d'économie d'énergie. D'autre part, certaines évolutions technologiques (nouveaux véhicules urbains par exemple, hybrides et/ou électriques) ou certaines évolutions d'accès à la mobilité (car-sharing) peuvent conduire à repenser des normes de sécurité dans ce type particulier de véhicules, nécessitant donc un effort de recherche.

La question du déploiement des innovations doit être au centre des réflexions. Il conviendra ainsi, de manière coordonnée et globale, de prendre en compte les innovations liées aux véhicules, mais aussi aux réseaux et infrastructures :

- D'identifier, en s'appuyant sur les travaux de l'axe 1, les *fonctions opérationnelles de sécurité* (*anticollision véhicules, protection piétons, ...*) prioritaires et d'y associer des situations et scénarii d'usage cibles (contextes ; infrastructures ; populations ; véhicules).
- De considérer des alternatives de *distribution des fonctions techniques de sécurité* (*détection-analyse-action*) nécessaires aux fonctions opérationnelles. Il s'agit non seulement d'optimiser cette distribution entre infrastructures et véhicules (ou encore entre systèmes embarqués et conducteurs), ou encore entre acteurs de la gestion des mobilités, mais également de considérer des modes émergents de la fiabilité des

interactions et les ressources associées qu'il conviendrait de mettre à disposition des usagers (« *Sécurité 2.0* »).

Cette question « systémique » permettra également :

- De prendre en compte des **critères autres que sécuritaires** (par exemple : accès et maintien de la mobilité, mais aussi les impacts environnementaux et énergétiques en tenant compte des exigences communautaires, notamment des suites qui seront données au paquet énergie-climat ainsi que des conclusions du sommet de Copenhague prévu fin 2009, ...).
- D'englober les **aspects juridiques** de l'identification des responsabilités (interaction homme machine, conducteur, infrastructure, véhicule et gestionnaire de flotte), en particulier dans le cadre des aides à la conduite (informations, contrôles, substitutions).
- D'aborder une perspective « **bas coûts** » de ces fonctions techniques, aussi bien au niveau « local » (développement d'un capteur par exemple) qu'au niveau « global » (lien avec les schémas de distribution).
- De traiter la question du déploiement dans ses **dimensions temporelle et spatiale**, de la **cohérence entre fonctions techniques redondantes** (exemple des limitations de vitesse signifiées dans l'infrastructure ou dans le véhicule) et d'envisager les conséquences de **l'hétérogénéité de la diffusion des innovations** (et donc de la prédictibilité des comportements induits).
- De mener les travaux de définition et d'évaluation des fonctions techniques d'amélioration de la sécurité afin d'assurer la **fiabilité du couplage homme-machine** (critères d'ergonomie par exemple) et la **fiabilité des interactions associées à la fonction opérationnelle** (perspective de la fiabilité des situations de conduite).
- D'identifier les **limites fonctionnelles et contextuelles** des innovations, d'en anticiper les **usages raisonnablement prévisibles** (en particulier extensions et dérivés d'usage) et de s'assurer de leurs conséquences en termes de comportements et de sécurité (éviter les « déplacements de problèmes »). L'association des gestionnaires routiers locaux est également indispensable pour contourner les freins au déploiement des fonctions.
- D'étudier l'impact des aides et de l'automatisation partielle de la conduite sur le niveau de confiance accordé aux systèmes, sans perdre de vue l'importance de la responsabilité du conducteur en tenant compte, par exemple, de l'impact des systèmes sur ses fonctions cognitives (conducteur sain et conducteur souffrant de pathologies).
- De déterminer **l'acceptabilité et l'appropriation (individuelles et collectives), voire l'attractivité**, des contre-mesures technologiques ou organisationnelles par les usagers du système routier. Il faudra pour cela insister sur les notions d'apprentissage et de prise en main par le conducteur de ces différents systèmes.
- De prendre en compte les besoins spécifiques de la population des seniors dans la conception des véhicules et des aides à la conduite ; d'évaluer les conséquences du déploiement des aides à la conduite sur la sécurité et la mobilité des seniors (modification de la tâche de conduite et difficulté pour mobiliser savoir-faire et expérience, impact sur la mobilité et l'exposition aux risques et leurs effets à terme).
- De déterminer l'impact sur la santé du développement et de la multiplication des champs électromagnétiques utilisés dans les aides à la conduite.
- De déterminer les limites de l'usage des données à caractère personnel (accès, transmission, exploitation, conservation ...) dans le contexte juridique français et communautaire, afin de respecter les exigences fondamentales de protection de la vie privée. Ce cadrage permettra aux industriels de prendre les mesures technologiques

qui s'imposent, dès la conception des systèmes mettant en œuvre les techniques de l'information et de la communication.

- De réfléchir à la propriété intellectuelle/industrielle des données partagées ou mises en commun, par exemple lors de la constitution de bases de données cartographiques ou à l'occasion de l'autorisation d'accès à certains dispositifs par les fabricants (pour assurer la gestion du système, pour exercer des missions de maintenance etc..).
- Enfin, plus globalement, de réfléchir à la question des *valeurs* (aussi bien sociétale, individuelle que marchande) que l'on peut associer aux fonctions opérationnelles et techniques de sécurité doit être traitée.

L'ensemble de ces points peuvent constituer les bases d'une grille d'analyse de la qualité des projets soumis. Ces travaux peuvent amener à développer de nouveaux outils d'analyse et d'évaluation (axe 4). Ils doivent être reliés aux évolutions du « référentiel normatif » (normalisation, recommandations, réglementations), aussi bien au niveau des « fonctions opérationnelles » imposées qu'au niveau de la définition (voire du processus) des fonctions techniques.

Exemples d'axes d'amélioration « technologiques » et de recherches associées :

- Développement de solutions technologiques pour les différents types de populations / véhicules concernés : VP, 2/3 RM, vélos, VUL, VU/VI, bus...
- Sécurité routière et véhicules électriques et hybrides.
- Développement de solutions technologiques pour pallier les ruptures sur l'infrastructure (relais d'informations notamment).
- Développement de solutions techniques pour le monitoring du conducteur en fonction de la physiologie et des états attentionnels des usagers.
- Amélioration de la qualité des réseaux routiers et urbains et de leur signalisation.
- Qualité et cohérence de l'information communiquée au conducteur.

Axe 3 - Œuvrer pour la cohésion sociale et le développement durable

Dans un contexte de crise économique, la question de la vulnérabilité économique est incontournable et conduit à s'interroger sur les liens entre mobilité et pauvreté, sur l'accessibilité aux territoires pour tous et les inégalités d'exposition au risque routier.

Compte tenu de ces évolutions, il faudra également développer des analyses sur l'adaptation du système routier de transport aux contraintes de mobilité, à l'évolution des modes de vie, des modes de consommation, des modes de production et de travail et à leurs effets sur la sécurité. Et il conviendra de prendre en compte les inégalités sociales et la protection des usagers vulnérables (les deux-roues motorisés, les cyclistes et les piétons, les enfants, les personnes âgées, les personnes avec handicap).

Equité sociale (personnes en difficultés matérielles et/ou physiques, maintien à domicile...) :

- Prendre en compte l'impact de la privation de conduire en termes économiques, d'inégalité sociale, de comportement et d'usage multimodal.
- Prendre en compte l'impact des inégalités sociales et territoriales sur l'exposition au risque et sur le risque routier.
- Etudier la situation des sans permis, notamment sous l'angle médical associé à l'approche juridique. On observe en France une résistance récurrente à l'instauration d'un contrôle médical préalable à l'obtention du permis et de contrôles périodiques des conducteurs. La réglementation a évolué dans le domaine des transports professionnels de personnes et de marchandises, mais des divergences sont évoquées entre les

différents avis médicaux requis (commission médicale pour le maintien du permis / avis médicaux rendus par la médecine du travail). Mais surtout, le conducteur "ordinaire" reste seul face à son problème de santé, ses interrogations à propos de son aptitude à la conduite et, le cas échéant, sa confrontation avec le milieu judiciaire en cas d'accident. La question concerne les problèmes liés à la santé, mais aussi à l'âge (vieillesse).

Cohérence des politiques publiques :

- Prendre en compte l'évolution des modes de gouvernance. Le transfert d'une partie des compétences et moyens de l'Etat aux collectivités locales entraîne un besoin de renouveler l'analyse de la demande sociale, des politiques d'aménagement du territoire. Par exemple, la prise en compte intégrée de la sécurité routière par les collectivités locales sur leurs réseaux nécessite une analyse interdisciplinaire, à la fois sociétale et technique, pour l'aide à la décision. Mais, parallèlement, et dans de nombreux pays européens, est réaffirmée la volonté de développer une politique de sécurité routière intégrée au plan national, souvent d'ailleurs grâce à des outils technologiques innovants. Il convient donc de développer l'étude de l'action de l'Etat et de son appareil administratif dans ce domaine, en l'intégrant dans une démarche comparative et dans une réflexion sur les interactions entre différents niveaux de gouvernement (local, national et européen).
- Analyser la dispersion des pouvoirs pour accorder ou maintenir le droit de conduire. Des travaux ont fait état des divergences et de "luttres de pouvoir" entre trois catégories d'autorités à propos de l'octroi ou du retrait du droit de conduire : administratives, judiciaires et médicales. Ces situations conflictuelles ne semblant toujours pas réglées, deux catégories de recherche peuvent être proposées pour analyser le cœur des problèmes et ouvrir des pistes pour proposer des solutions. D'une part l'analyse de la dualité des compétences institutionnelles entre préfet et juge et d'autre part l'articulation entre les décisions administratives ou judiciaires affectant le droit de conduire et les décisions médicales permettant le retour à la conduite après exécution de la mesure ou de la peine de suspension ou d'annulation du permis.
- Analyser la gestion juridique et institutionnelle des situations aux interfaces, comme par exemple celle des accidents du travail sur la route. Analyser la répartition des responsabilités (spécialement responsabilités des employeurs et des donneurs d'ordre) et l'imputation de la charge finale de l'indemnisation. Autre exemple, l'analyse des accidents de la circulation dans les zones partagées et des responsabilités à fin d'indemnisation des victimes (exemple transports guidés, notamment tramway). Plusieurs aspects sont identifiables du point de vue juridique : notion de circulation en site propre ou pas (selon le cas, les responsabilités mobilisables en cas d'accident ne sont pas les mêmes), qualité du véhicule (routier ou guidé, le même véhicule pouvant présenter successivement les deux caractéristiques).

Information, sensibilisation, éducation, formation :

- Analyse du niveau de formation des conducteurs et spécificités des conducteurs professionnels.
- Mettre en évidence les actions de formation à développer.
- Sensibiliser à l'éco-conduite.

Axe 4 - Développer des outils d'observation et d'évaluation

Il est nécessaire de se doter des outils et moyens permettant de faire plus d'évaluation des mesures de sécurité et de leur impact. Il s'agit par exemple de recourir à des nouveaux modes de collecte des données pertinentes (technique par le recours au GPS ou à des enregistreurs de données par exemple ; méthodologique par le recours à l'économie expérimentale ou l'histoire) ; de faire usage de données existantes mais non ou insuffisamment utilisées jusqu'à présent ou d'affiner les modalités d'appréhension du risque routier et de ses effets. Il conviendra de développer la capacité à produire des outils d'évaluation et d'aide à la décision (outils d'évaluation multicritères, multi-échelle des technologies, des systèmes, des risques, des politiques). Enfin il conviendra de développer la fertilisation croisée entre modes pour apporter des éclairages pertinents.

Observatoire des situations, des comportements et des lieux accidentogènes :

- Travailler sur un système d'information de données accidentologiques (tests et évaluations), en relation avec l'Observatoire européen de la sécurité routière.
- Approfondir les systèmes d'enregistrement de données routières (EDR de type EMMA, développés dans le Predit 3), avec notamment le développement d'une application ergonomique dédiée à l'exploitation des données, dans l'objectif d'une amélioration de la sécurité routière et de la protection de l'environnement.
- Appréhender les spécificités des comportements et de l'exposition aux risques pour différentes populations d'usagers (novices, âgés, professionnels, motards, cyclistes, piétons...).
- Prolonger les actions d'évaluation de systèmes de présérie à grande échelle (FOT) sur un territoire élargi en lien avec les collectivités.

Evaluation de l'efficacité des systèmes et de l'aptitude des utilisateurs à les maîtriser :

- Prédiction du niveau de fiabilité des systèmes d'aide à la conduite.
- Evaluation de la fiabilité et de ses interactions au niveau de la sécurité (scénario d'accidents ou résultats de tests).
- Evaluation multidimensionnelle (acceptabilité, appropriation).

Evaluation socio-économique :

- Analyse coût-bénéfice.
- Analyse du coût de l'accident en matière d'indemnisation des victimes (assurance, justice ...).
- Evaluation de concepts et systèmes.
- Normalisation : homologation et tests consommateurs.
- Développer et partager des outils et méthodes d'analyse.

Equipes de recherche

- Industriels
 - CEESAR
 - ISIS, EGIS
 - LAB PSA Peugeot-Citroën/Renault
 - Michelin

- PSA
- Renault
- Renault Trucks - Volvo
- Organismes de recherche
 - CEA
 - CNRS
 - INRETS
 - INRIA
 - INSERM
 - LCPC
- Enseignement supérieur
 - Ecoles des Mines
 - EHESS
 - ENTPE
 - Université de Basse-Normandie
 - Université de Bordeaux
 - Université de Cergy-Pontoise
 - Université de Lyon
 - Université de Nantes
 - Université de Provence
 - Université de Technologie Compiègne
 - Université de Toulouse
 - Université de Tours
 - Université de Valenciennes
 - Université Paris V
 - Université Paris X
 - Versailles Saint-Quentin en Yvelines
- Réseau technique du MEEDDM
 - CETE, ERA, CERTU, SETRA, ...

« Sécurité et fiabilité dans le domaine ferroviaire »

Contexte et enjeux

Les réflexions ont porté sur le transport ferroviaire et guidé de voyageurs, de l'urbain à l'interurbain (dans la mesure où les aspects relatifs au transport des marchandises « fret » sont traités par le GO 4). Les champs investigués, débouchant sur quatre thèmes proposés ci-après, ont concerné l'amélioration de la qualité et de la sécurité de l'offre de transport avec une attention particulière sur les spécificités et failles du système ferroviaire et guidé de voyageurs.

Les priorités proposées visent à obtenir à la fois :

- des retombées rapides, notamment pour les besoins qui apparaissent les plus urgents.
- des retombées plus lointaines, notamment pour contribuer aussi au maintien de la place de la France dans le domaine.

Les 4 axes proposés sont les suivants :

Axe 1 - Politiques de maintenance innovantes : Basées sur des modèles de fiabilité, l'acquisition de données pertinentes et des retours d'expérience partagés.

Domaines concernés: Matériel Roulant, Infrastructure, Interaction entre les deux.

La maintenance est un élément central de la qualité du produit et des services qui l'utilisent. Elle influe fortement sur la fiabilité – et réciproquement¹⁰, la sécurité et la disponibilité (performances SDF). Ces critères de performances sont de plus en plus associés à des objectifs de coût de possession minimaux. La maintenance intelligente a donc comme objectifs principaux :

- d'améliorer la qualité du diagnostic pour la maintenance corrective ou la maintenance prévisionnelle et donc :
 - de minimiser le risque de fausses détections.
 - de détecter les défauts de façon précoce.
 - de re-disponibiliser le matériel au plus vite.
- de prévenir les risques de défaillances anti-sécuritaires ou provoquant des perturbations importantes.
- de pousser le matériel au maximum de son potentiel (durée de vie) en ciblant les vrais critères de dégradation.
- d'enrichir le retour d'expérience sur le comportement du matériel en service pour les concepteurs et l'ingénierie de maintenance mais aussi pour l'aide à la décision.

¹⁰ La fiabilité étant définie comme l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise dans des conditions données pour une période de temps donnée.

- d'approfondir les connaissances nécessaires à l'analyse des causes racines dans les programmes de croissance de fiabilité.
- de diminuer le coût de la maintenance préventive et ainsi le temps d'immobilisation en privilégiant l'intervention sur des critères de condition et non sur du systématique.

La maintenance intelligente doit pouvoir s'appuyer sur un certain nombre d'outils, parmi lesquels les plus importants sont :

- le diagnostic, si possible embarqué dans le système considéré.
- une architecture de diagnostic adaptée à la complexité et la hiérarchie du système (i.e. diagnostic distribué pour un système distribué), ou une infrastructure de diagnostic dans le cas du diagnostic externe.
- des modèles, permettant d'évaluer ou de prévoir l'état des éléments surveillés ou non surveillés, de définir les données ou paramètres à acquérir, les traitements à leur apporter et de simuler les procédés de diagnostic pour en optimiser la programmation périodique.
- l'insertion dès la conception des structures – à tous les niveaux – et des modules hardware et software adéquats (« pour des systèmes complexes, la durée de vie n'est garantie que si la maintenance est prévue dès la phase de conception »).
- des stratégies de maintenance optimales, visant à identifier et traiter en priorité les éléments les plus sensibles, ceux qui ont vieilli le plus rapidement ou qui ont un indice de dégradation le plus élevé.

De ce fait, le bénéfice est :

- direct pour les exploitants et gestionnaires d'infrastructures : sécurité, disponibilité accrue et coût de maintenance diminué.
- direct également pour les industriels qui peuvent profiter du retour d'expérience pour proposer des produits plus performants.
- indirect pour les usagers qui profitent d'un matériel plus efficace et plus sûr.
- et également indirect pour les collectivités territoriales qui peuvent ainsi acquérir des produits performants à moindre coût (maintenance et nombre éventuel d'engins d'inspection).

La garantie du maintien en condition opérationnelle à moindre coût est donc un élément clé de la politique de développement durable. En effet, un produit maintenu performant plus longtemps permet de limiter les actions lourdes de maintenance consommatrices d'énergie et de limiter le nombre de systèmes/matériels en attente pour compenser la défaillance.

Axe 2 - Optimisation des règles d'exploitation : Règles d'exploitation permettant diminution des nuisances, de la facture énergétique, augmentation de capacité ; sur infrastructures dédiées ou partagées.

Domaines concernés: Ensemble du système ferroviaire. Outils et technologiques, organisationnels et réglementaires permettant d'exploiter le système.

L'enjeu de l'optimisation des règles de transport correspond aux deux enjeux du livre blanc, le respect de l'environnement et la diminution des coûts. Par une optimisation des infrastructures l'optimisation des règles d'exploitation permet pour un même investissement d'améliorer la capacité de transport, de ce fait il diminue le coût de possession environnementale de la construction des infrastructures et permet de dégager des investissements utiles dans d'autres périmètres. En diminuant les coûts d'exploitation, il permet de rendre plus accessible aux utilisateurs un mode de transport collectif ce qui facilite

le transfert modal vers des systèmes de transport collectifs plus sûrs, moins onéreux pour la Collectivité et plus respectueux de l'environnement.

Axe 3 - Validation et sécurité : Homologation de sécurité par voies de simulation et/ou modélisation: Mécanique (ex crash, déraillement), électronique, informatique, systèmes de communication, facteurs humains. En phase de conception, de requalification...

Domaines concernés : Matériel roulant. Ensemble des installations au sol.

Certains aspects de la démonstration de la sécurité des systèmes ferroviaires (éléments inclus dans les dossiers de sécurité qui de par l'évaluation EOQA / organisme notifié font donc partie du processus d'homologation) passent encore aujourd'hui par des essais parfois onéreux.

- Cela vaut pour des aspects mécaniques (dimensionnement des structures, dynamique ferroviaire...), mais aussi pour ce qui concerne les systèmes électroniques et informatique de contrôle-commande et de communication dont la démonstration de sécurité comporte bien souvent de très volumineux dossiers de tests (unitaires, d'intégration, fonctionnels, essais site..).
- Par ailleurs, le renouveau de tramways dans les villes étend la problématique des collisions à la prise en compte de l'agressivité vis à vis des autres usagers de la voie publique (piétons en particulier), domaine pratiquement ignoré des normes et réglementations à l'heure actuelle alors que traité depuis très longtemps dans le domaine automobile (normes Euro-NCAP).
- Enfin, beaucoup reste à faire dans le domaine de la modélisation de l'interaction homme-système ferroviaire dans l'objectif de la démonstration de sécurité incluant le facteur humain (qu'il s'agisse de l'agent de conduite, de circulation ou de maintenance).

Les enjeux sur ce thème sont donc de développer les démonstrations de sécurité basées sur des modèles, des simulations ou des preuves, dans l'objectif du maintien d'un niveau élevé d'exigence de sécurité en optimisant les coûts induits par la démonstration et l'homologation.

Axe 4 - Facteurs humains et organisationnels : Fonctions de vigilance automatisables.

Ce thème s'appliquera notamment dans l'interurbain en étudiant les impacts sur les individus et la sécurité. Ce thème abordera également la compréhension des règles et consignes notamment situations dégradées et en bordure ou frontière des systèmes.

Etat de l'art

Axe 1 - Politiques de maintenance innovantes :

L'état de l'art repose essentiellement sur :

- les outils de la maintenance conditionnelle de plus en plus efficaces associés à la meilleure compréhension des mécanismes de défaillances et dégradations.
- l'amélioration de la précision des capteurs associés aux outils de comparaison, de filtrage et de validation.
- l'amélioration du traitement de l'information (outils statistiques et traitement de données).

- l'amélioration des modèles et des théories sous-jacentes au diagnostic (à base de modèle, de reconnaissance des formes ou de système expert).
- la capacité de stockage des données et la possibilité de transmission de ces données en temps réel sur des bases déportées.
- les méthodes d'analyse issues des techniques de la maintenance basée sur la fiabilité.
- les banques de données de plus en plus importantes sur l'historique des défaillances.

Axe 2 - Optimisation des règles d'exploitation :

Les divers essais de fluidification des circulations ferroviaires n'ont pas dépassé le stade des essais sans application pratique permanente. De même le pilotage automatique des trains classiques, particulièrement pertinent dans les zones denses, n'a pas pu être mise en œuvre (les métros automatique «Val » ou « Meteor » relevant d'une autre logique).

Divers laboratoires ont mis au point des systèmes expert de tracés des trains permettant de simuler les effets des perturbations sur la marche réelle des trains, ce qui permet de définir des critères de robustesse (et donc de régularité) pour les grilles horaires.

Axe 3 - Validation et sécurité :

L'état actuel est le suivant :

- Pour la justification du dimensionnement des structures, les approches basées sur des notes de calcul se sont considérablement développées pour devenir quasi systématiques, mais certains essais sur sous ensembles (châssis etc.) sont souvent maintenus pour vérifier le calibrage et les résultats du modèle prouvant que la situation demeure perfectible.
- Les démonstrations de stabilité de guidage : aspect Y/Q (rapport effort transversal / effort vertical) et \square Q/Q (déchargement de roue) font classiquement l'objet d'essais complexes, coûteux (pesées roue par roue, mesures d'efforts...) voire non dénués de risque pour certains (essais réels en survitesse). Le remplacement de certains essais par des simulations constituerait un important axe de progrès.
- Les systèmes de contrôle-commande en particulier comportent maintenant de manière pratiquement systématique des fonctions informatisées, dont la démonstration sécurité s'avère également assez systématiquement complexe et donc coûteuse. Les tests au moins de plus haut niveau (fonctionnels sur hôte puis cible) sont en effet systématiquement maintenus (et rejoués pour des raisons de démonstration de non régression en cas d'évolution). Certaines approches basées sur des modèles et des preuves ont toutefois fait la preuve de leur efficacité (méthodes formelles dont méthode B utilisée avec succès dans différents projets) et ont permis de s'affranchir des tests unitaires et d'intégration mais de telles approches sont certainement à développer et sans doute à adapter pour des fonctions dont les niveaux de SIL visés sont inférieurs à 4.
- Concernant l'agressivité des matériels roulants tramways vis à vis des piétons, tout est à faire, le référentiel normatif et législatif étant pour l'instant totalement muet sur le sujet. La norme existante (EN 15227 Applications ferroviaires — Exigences en sécurité passive contre la collision pour les structures de caisses des véhicules ferroviaires) ne traite en particulier que les aspects collision ferroviaire (vis à vis de la sécurité des voyageurs) entre deux trains (anti-chevauchement...) et avec un obstacle fixe (dispositifs d'absorption d'énergie). Sur le sujet de l'agressivité extérieure, le

ferroviaire est donc très en retard sur l'automobile (pour lequel ce sujet est l'objet d'un des quatre critères de classement).

- Enfin, concernant l'approche intégrée de sécurité d'un système socio-technique, si de nombreuses méthodes existent (BCD, THERP, CREAM, FRAM...), elles demeurent qualitatives pour la plupart, les approches visant à fournir des tendances quantitatives n'existant pratiquement pas (hors certaines approches purement basées sur probabilité dont on sent bien les limites pour un tel sujet).

Axe 4 - Facteurs humains et organisationnels :

Les facteurs humains interviennent à différents niveaux d'un système de transports urbain. Les choix des différents exploitants conditionnent la politique d'exploitation et donc des choix d'allocation des fonctions de sécurité. Par exemple, certaines lignes de métro peuvent être entièrement automatisées ou non. C'est également l'exploitant qui va imposer les différents modes de conduite (semi-automatisé, manuel, etc.). La politique de maintenance, l'organisation des équipes, l'affectation des conducteurs aux lignes sont également du ressort de l'exploitant. Parfois, c'est également l'exploitant qui forme son personnel. L'impact des facteurs humains au niveau organisationnel est indéniable.

Quatre grandes catégories d'opérateurs humains peuvent être identifiées : les opérateurs de conduite, les opérateurs de station, les opérateurs de supervision et les opérateurs de maintenance. Les passagers pourraient être considérés comme une cinquième catégorie d'opérateurs humains.

Par ailleurs, des analyses de sécurité doivent intégrer l'analyse des facteurs humains, comme le suggère l'extrait de la norme CENELEC EN 50126 suivant : « 4.4.2.3 : Une analyse des facteurs humains, du point de vue de leur effet sur la FDMS d'un système, fait intrinsèquement partie de « l'approche système » exigée par la présente norme ». L'accident, qui est l'événement redouté dans toute analyse de sécurité, implique dans la plupart des cas, un ou plusieurs opérateurs humains. L'homme et la machine doivent par conséquent être prémunis de moyens de protection et de prévention afin de limiter l'occurrence ou les conséquences d'accident. Bien que la norme demande une analyse des facteurs humains, elle ne préconise aucune méthode particulière permettant de classer les erreurs humaines et/ou de les quantifier.

Par ailleurs, il existe une panoplie de modèles et de méthodes permettant de classer et de déterminer ces erreurs :

- Le modèle décisionnel de RASMUSSEN basé sur 3 types de comportement chez l'opérateur humain : comportement basé sur les habilités (Skill Based Behaviour), comportement basé sur les règles (Rule Based Behaviour), comportement basé sur les connaissances (Knowledge Based Behaviour). Ces modèles de l'activité cognitive de l'opérateur humain ont servi de cadre à un ensemble de méthodes visant à intégrer le calcul de la fiabilité humaine dans les études de sécurité.
- La méthode THERP (Technique for Human Error Rate Prediction) est une technique de prédiction de l'erreur humaine. Elle se base sur la formalisation d'une procédure sous la forme d'un arbre d'événements.
- La méthode HAZAP propose une approche qualitative de l'erreur humaine. La méthode HAZOP (HAZard OPERability) a été créée par la société Imperial Chemical Industries (ICI). Elle est dédiée à l'analyse des risques des systèmes thermo-

hydrauliques pour lesquels il est nécessaire de maîtriser des paramètres comme la pression, la température, le débit...

- Le modèle BCD (Bénéfice-Coût-Déficit) propose un cadre explicatif du franchissement de barrière. Pour ce faire, une approche multicritère est nécessaire. En effet, l'opérateur humain, lors de la réalisation de ses tâches, tient compte de différents critères tels que la productivité, la qualité des produits réalisés, sa charge de travail, la sécurité, ... Son objectif est d'optimiser son activité afin de maximiser ces critères.
- Le modèle HCR. Le modèle Human Cognition Reliability (HCR) a été conçu pour prévoir la probabilité qu'une équipe en salle de contrôle d'une installation industrielle réponde à un événement majeur dans un temps donné. Le modèle HCR calcule la probabilité de succès (ou d'échec) de l'équipe en fonction du temps et du type de comportement humain requis.
- La méthode CREAM (Cognitive Reliability and Error Analysis Model) se fonde sur une classification du mode de contrôle de la cognition (CONtextual CONTROLModel-COCOM) et divers facteurs de contexte liés aux technologies, à l'environnement direct de l'opérateur et de l'organisation.
- La Méthode FRAM développée par Eric Hollnagel permet de décrire le système sociotechnique par ses fonctions et ses activités plutôt que par sa structure. L'objectif de FRAM est d'identifier et d'analyser des scénarios d'accident impliquant des interactions non linéaires complexes. Le modèle d'interaction des activités du système repose sur le concept de résonance fonctionnelle qui est une analogie de la résonance stochastique en physique ondulatoire. Le principe de résonance stochastique consiste à la surimposition d'un signal non linéaire (bruit) sur un signal périodique de faible amplitude difficilement détectable. L'addition du bruit permet alors d'établir une résonance avec le signal de faible amplitude et de le rendre ainsi détectable.
- L'ingénierie de la résilience. Cette notion de résilience a été empruntée à la physique des matériaux. En physique, la résilience traduit la capacité d'un matériau à résister à des chocs ou à retrouver son intégrité après ces chocs. Ce concept a été transporté dans le domaine de la psychologie et notamment l'étude des traumatismes de l'enfance. Cette théorie permet de décrire les phénomènes de reconstruction de la personnalité d'un enfant suite à un traumatisme grave. Un autre transfert de cette notion a été effectué dans le domaine de l'écologie où la résilience est définie par l'habileté intrinsèque d'un système écologique à résister et à se reconstruire après un traumatisme. Dans ce domaine, la résilience a été associée à la théorie mathématique de la viabilité introduite par Aubin.

Axes de recherche :

Axe 1 - Politiques de maintenance innovantes :

Les principaux thèmes de recherche de cet axe doivent porter sur le passage maîtrisé vers une activité de maintenance conditionnelle. Des verrous scientifiques apparaissent en particulier lorsqu'il s'agit de développer des processus complets de décision pour des systèmes complexes en lieu et place des visions mono-composant. Les recherches doivent porter sur :

- L'amélioration des capteurs et des éléments de validation sur les systèmes embarqués, l'étude d'architectures et de stratégies de diagnostic basées sur ces éléments. Cet aspect particulier est traité par le GO5.

- Une meilleure maîtrise des dépendances entre composants et défaillances associées (dépendances de structure ou temporelle) : développement de la fiabilité dynamique. On notera que ces recherches nécessitent souvent l'établissement de nouveaux modèles de fiabilité permettant de mieux appréhender les dynamiques réelles des dégradations des composants. Cet aspect est également traité par le GO5.
- L'amélioration de la détection et de la localisation des défauts (isolation), le développement des modèles associés.
- Le classement des défauts (identification) et la maîtrise de leur évolution par l'utilisation renforcée du retour d'expérience, des analyses SDF, des états du système, de modèles, de l'utilisation de systèmes experts ou de la reconnaissance des formes.
- Le développement de modèles complets de l'exploitation des systèmes de transport (infrastructure ou matériels roulants) intégrant modèles de dégradation, modèles de diagnostic et modèles de maintenance.
- La fiabilisation voire la sécurisation de l'information.
- La meilleure prise en compte des analyses SLI sur les critères de décision.

Axe 2 - Optimisation des règles d'exploitation :

- Développement de système d'exploitation ne faisant pas appel à la signalisation latérale, permettant d'augmenter la capacité dans les zones d'exploitation dense.
- Développement de système expert permettant par des indications de conduite en temps réel de fluidifier les circulations ferroviaires aux abords des nœuds d'infrastructure.
- Développement en temps réel de systèmes d'aide à la conduite en temps réel.
- Développement de système d'exploitation économique pour les lignes ferroviaires régionales à faible trafic.

Axe 3 - Validation et sécurité :

- Dimensionnement des structures : amélioration des techniques de modélisation et de calcul pour prendre en compte les configurations pour lesquelles les techniques actuelles montrent leurs limites (configurations géométriques particulières...), ainsi qu'une modélisation réaliste des scénarios de crash (prise en compte des critères de la norme EN 15227 Applications ferroviaires — Exigences en sécurité passive contre la collision pour les structures de caisses des véhicules ferroviaires).
- Dynamique ferroviaire : sur ce domaine où beaucoup reste à faire, la difficulté est dans la réalisation d'un modèle représentant de manière significative la répartition des masses du véhicule ainsi que son comportement dynamique en alignement droit et en courbe.
- Aggressivité extérieure des tramways : ce domaine où tout est à faire pourra s'inspirer largement de ce qui est pratiqué dans l'automobile. L'enjeu est la conception de bouts avant dont la forme et le comportement mécanique permettent de faire en sorte que les blessures provoquées aux piétons en cas de collision soient les moins graves possibles. L'industrie automobile tout en continuant largement à pratiquer des tests pour la qualification EuroNCAP s'oriente maintenant largement sur des modélisations et simulation d'ailleurs relativement complexes (modèles biomécaniques de la dynamique du corps humain...).
- Systèmes informatiques critiques : les approches visant à se substituer aux tests et en particulier celles basées sur des techniques de preuves doivent être encore développées. La méthode B a certes fait la preuve de son efficacité sur plusieurs

projets, mais nécessite une équipe de développement spécifiquement formée et son haut niveau de technicité la rend encore peu répandue. Des méthodologies alternatives basées sur des approches plus répandues (utilisation d'UML au moins dans sa partie la plus formelle, réseaux de Petri colorés...) doivent être recherchées en recherchant l'aspect formalisation des exigences de sécurité, traçabilité et prouvabilité, quitte à établir des ponts avec des méthodes éprouvées dont la méthode B.

- Approche sécurité intégrée pour systèmes socio-techniques : des méthodes innovantes basées sur les approches existantes doivent pouvoir permettre de prendre en compte l'aspect quantification du facteur humain. Des approches de type purement probabilistes étant en un tel domaine manifestement inadaptées, d'autres types d'approches (possibilistes, crédibilistes...) devront être recherchées afin de permettant d'estimer les valeurs de croyance et de plausibilité qui peuvent être attribuées à une liste d'erreur humaines type qu'il conviendra d'établir. Tous les aspects de l'erreur humaine doivent être pris en compte (hors l'erreur humaine de conception qui ne relève pas de telles approches mais de la méthodologie de la conception) : agent de conduite bien sûr, mais également agent circulation / aiguilleur, sans oublier l'agent de maintenance, l'estimation de la vraisemblance d'erreurs humaines en maintenance étant certainement un point clé.

Axe 4 - Facteurs humains et organisationnels :

- Connaître les caractéristiques des activités humaines qui contribuent à la sécurité des installations de façon à concevoir les systèmes de vigilances en vue de préparer les automatisations (exemple : surveillance de la voie...).
- Développement des outils de formation (simulateur) permettant l'apprentissage des procédures d'exploitation et le traitement des défaillances/accidents. Prise en compte de la réalité virtuelle.
- Ergonomie des centres de contrôle et de supervision : synthèse d'information et traitement des alarmes (niveau et volume d'information à adapter à la capacité cognitive).
- Ergonomie du guide de dépannage des conducteurs ou des agents de maintenance/exploitation.
- Impact de l'organisation et du système de management de la sécurité d'une société d'exploitation dans l'évitement des incidents/accidents. Mise en place du retour d'expérience.

Equipes de recherche

Axe 1 - Politiques de maintenance innovantes :

Quelques éléments de contexte peuvent être énumérés :

- les outils de maintenance conditionnelle (et les capteurs associés) sont de plus en plus efficaces sur les systèmes non embarqués mais rarement efficaces sur le matériel roulant. Ils sont de plus dédiés à la surveillance d'un composant ou d'une fonction simple mais très rarement adaptés aux fonctions complexes,
- les capacités de traitement, de stockage et de transmission des données sont de plus en plus performants mais ne transmettent que très peu souvent les bonnes informations,

- l'industrie aéronautique a largement développé l'activité de maintenance basée sur la fiabilité (MSG3) mais celle-ci a du mal à être transposée à l'activité ferroviaire par manque de retour d'expérience partagé,
- l'industrie ferroviaire développe les activités Soutien Logistique Intégré (SLI) mais n'utilise pas encore suffisamment cette technique pour l'aide à la décision.
- La séparation des activités infrastructure et matériel roulant rend délicat le traitement des problèmes apparaissant au niveau de l'interface

La recherche est donc à la fois industrielle et académique.

Au niveau académique national, les principaux acteurs du domaine du diagnostic sont liés au GDR MACS (Groupe de Recherche – Modélisation, Analyse et Conduite des Systèmes Dynamiques : <http://www.univ-valenciennes.fr/GDR-MACS/>) dont les objectifs sont de faciliter la structuration de la recherche en développant les échanges afin d'amplifier les actions de recherche en cours et aider au développement des liens avec les entreprises en vue de faciliter la valorisation et le transfert. Les approches du diagnostic abordées au sein du GDR-MACS sont principalement celles issues de l'automatique (diagnostic à base de modèles). Parmi les groupes de travail du GDR-MACS, citons le GT MACOD (Modélisation et optimisation de la maintenance coopérative et distribuée) et le GT S3 (Sûreté / Surveillance / Supervision). Dans ces GT, les équipes actives sont : CRAN, LAB, LAG, LAMIH, LGP, UTT, LAGIS, mais on peut aussi citer les laboratoires ou universités suivants : UTC, LAAS, LRI, INRETS.

D'autres équipes travaillent sur des approches du diagnostic par apprentissage statistique et reconnaissance des formes (UTC-HEUDIASYC, INRETS, LITIS, CEA...) et sur des approches « signal » du diagnostic (GIPSA-LAB, UTT, IRISA,...). Enfin on peut citer également les approches du diagnostic par système expert (LIPN, LIP6...).

Le domaine connexe de la fiabilité est l'objet de recherche dans des laboratoires orientés plutôt statistique et mathématiques appliquées (LAMA, UTT, UTC-LMAC, IMAG...)

Au niveau industriel, citons (liste non exhaustive) : Airbus, Renault, EDF, SNCF, ACTIA, AC système, PREDICT, BOSCH, PSA, Cabinet GINALEX, RDLog, EBM, Eurocopter, SPIRULA, GNI, SPS, I2D-SAS, SYLOB, ITK, Technilog, OSLO, Ligeron... ainsi que l'institut fédératif IMdR SdF, 01 DB Metravib, Faiveley, Alstom , Bombardier, Siemens

Axe 2 - Optimisation des règles d'exploitation :

Centre de l'Ingénierie du Matériel de la SNCF
 Direction de l'Ingénierie de l'Infrastructure de la SNCF
 Direction de la Recherche et de l'Innovation de la SNCF
 Laboratoire de l'UTC
 LET de Lyon
 L'INRETS

Axe 3 - Validation et sécurité :

Dimensionnement des structures, agressivité extérieure et dynamique ferroviaire : On Peut citer Le LAMIH (université de Valenciennes) et la société CIMES (Valenciennes)

Plusieurs équipes des universités et instituts de recherche Français travaillent sur des thèmes touchant la conception et la démonstration de sécurité des systèmes informatiques critiques, et sont identifiés actuellement sur des projets autour de cette thématique, certains explicitement pour le ferroviaire, d'autres pour l'aéronautique et dans une moindre mesure l'automobile moins avancée sur le sujet. Citons sans prétention à l'exhaustivité : INRETS, dont ESTAS avec Villeneuve d'Ascq explicitement ferroviaire, UTC / Heudiasyc (Compiègne), CEA / LIST (Saclay), INRIA (Rocquencourt), UBS (Rennes), UHA (Mulhouse). Concernant l'aspect facteur humain citons sans prétention non plus à l'exhaustivité l'UVHC / LAMIH (Valenciennes) et l'UTC / Heudiasyc (Compiègne) avec des applications explicitement ferroviaires, ainsi que Mines ParisTech Pôle CRC (Sophia Antipolis) et l'IRCCYN (Nantes).

Axe 4 - Facteurs humains et organisationnels :

Plusieurs laboratoires travaillent sur le thème des facteurs humains et pouvant s'appliquer au domaine du ferroviaire.

LISTE DES LABOS intervenant sur le thème Facteurs Humains. Cette liste (non exhaustive) rappelle les différents laboratoires intervenant dans le domaine des facteurs humains et pour lesquelles les méthodes citées précédemment ont fait l'objet de recherche.

- LAMIH : Laboratoire d'Automatique, de Mécanique, et d'Informatique industrielles et Humaines
- IRCCYN : Institut de Recherche en Communications et en Cybernétique de Nantes.
- UTCHeudiasyc .
- Mines ParisTech Pôle CRC (Centre de Recherche sur les Risques et les Crises)
- INRETS : L'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité.

Organisme / Laboratoire / Equipe	Ville	Site web
CEA / LIST : Laboratoire d'Intégration des Systèmes et Technologies	Saclay	http://www-list.cea.fr
CIMES	Valenciennes	www.cimesfrance.com
CRAN : Centre de Recherche en Automatique de Nancy	Nancy	www.cran.uhp-nancy.fr/
GIPSA-LAB : Grenoble Images Parole Signal Automatique	Grenoble	www.gipsa-lab.inpg.fr
IMAG : Institut d'Informatique et Mathématiques Appliquées de Grenoble	Grenoble	www.imag.fr
INRETS / LTN Equipe Transport Guidé, Système et Composants	Marne la Vallée	www.inrets.fr/ur/ltn/poles/
INRETS / LEOST (Laboratoire Électronique, Ondes et Signaux pour les Transports)	Villeneuve d'Ascq	www.inrets.fr/ur/leost/
INRETS / ESTAS (Évaluation des Systèmes de Transports Automatisés et de leur Sécurité)	Villeneuve d'Ascq	www.inrets.fr/ur/estas/
INRIA	Rocquencourt	
IRCCYN : Institut de Recherche en Communications et en Cybernétique de Nantes.	Nantes	www.irccyn.ec-nantes.fr
IRISA : Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires	Rennes	www.irisa.fr
LAAS : Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes	Toulouse	www.laas.fr

LAG : Laboratoire d'Automatique de Grenoble	Grenoble	www.lag.ensieg.inpg.fr
LAGIS : Laboratoire d'Automatique, Génie Informatique et Signal	Lille	www.lagis.ec-lille.fr/lagis
LAMA : laboratoire d'analyse et de mathématiques appliquées	Marne la Vallée	
UVHC / LAMIH : Laboratoire d'Automatique de Mécanique et d'Informatique industrielles et Humaines.	Valenciennes	www.univ-valenciennes.fr/LAMIH
LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées	Paris/Nantes	http://www.lcpc.fr
LET : Laboratoire d'Economie des Transports	Lyon	www.let.fr
LGP		
LIP6 : Laboratoire d'informatique de Paris 6	Paris	www.lip6.fr
LIPN : Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord	Paris	www-lipn.univ-paris13.fr
LITIS : Laboratoire d'Informatique, de Traitement de l'Information et des Systèmes	Le Havre	www.litislab.eu
LRI : Laboratoire de Recherche en Informatique	Orsay	www.lri.fr/
Mines ParisTech Pôle CRC (Centre de Recherche sur les Risques et les Crises)	Sophia-Antipolis	www.crc.ensmp.fr/fr/crc.html
UBS : Université de Bretagne-Sud	Rennes	http://www.univ-ubs.fr
UHA : Université de Haute Alsace	Mulhouse	http://www.uha.fr/
UTC / Heudiasyc : Heuristique et Diagnostic des Systèmes Complexes	Compiègne	www2.hds.utc.fr/
UTC / LMAC : Laboratoire de Mathématiques Appliquées de Compiègne	Compiègne	www.utc.fr/recherche/utc_LMAC.php
UTT/ LM2S: Laboratoire de modélisation et sûreté des systèmes de l'Université de technologie de Troyes	Troyes	www-lm2s.utt.fr/

«Sûreté»

Contexte et enjeux

La sûreté des transports (prévention et protection contre les actes de malveillance), pour les transports de voyageurs ou de marchandises, fait partie du protocole d'accord du Predit 4 : la posture croissante de surveillance globale pour des objectifs de sûreté ou de sécurité (caméras, suivi des déplacements, péage,...) est porteuse d'enjeux en termes de déploiement technologique à grande échelle sur des systèmes de masse, ainsi qu'en termes d'acceptabilité individuelle, économique, juridique et sociale.

La sûreté et la surveillance globale constituent l'un des six grands axes de recherche qui ont été retenus par le GO2. La sûreté des infrastructures, des matériels, des zones d'échanges, est abordée principalement sous l'angle de la perception du risque dans le Predit 3, et doit être approfondie dans le Predit 4 en coordination étroite avec les actions déjà conduites : ANR (terrorisme et délinquance), Era-Net Transport (perception du risque et économie), INHES/INSEE (enquête de victimation). Le groupe concentre ainsi son action sur les questions spécifiques de sûreté relatives aux actes de malveillance (impliquant l'utilisateur) – même si le terrorisme n'est pas exclu des préoccupations.

Trois sujets structurent donc les travaux du Predit sur la sûreté :

- l'intégration, le déploiement et les usages des technologies duales pour la sûreté, déjà utilisées pour des fonctions de sécurité ou de maintenance : audio et vidéosurveillance intelligente, surveillance et protection des infrastructures linéaires, sécurité des systèmes d'information en général et spécifiques aux transports terrestres...
- l'acceptabilité des technologies dans le cadre de leur déploiement à grande échelle, face à la perception sociale des malveillances et de leurs conséquences.
- l'économie de la sûreté, notamment le modèle économique du déploiement, de l'exploitation et de la maintenance des équipements, ainsi que les approches économiques de la fraude et du vandalisme.

Les travaux relatifs à la sûreté des biens transportés sont traités dans le groupe en charge de la logistique et du transport de marchandises (GO4).

Positionnement au sein du Predit :

- Sûreté : La sûreté des infrastructures de transport et la sûreté globale des systèmes de transport relèvent des travaux du GO2. Le GO4 travaille sur la sûreté des marchandises dans la chaîne du transport.
- Transport des matières dangereuses : La gestion des matières dangereuses est prise en compte dans les GO2 et GO4. La question liée à la logistique, au transport, au suivi des matières dangereuses et aux questions de sécurité spécifiques sont du ressort du GO4. L'intégration de cette question dans une problématique plus globale de sûreté et de sécurité de l'ensemble du système de transports est prise en charge dans le GO2, qui traite également de la gestion de crise.

Le spectre de la sûreté va de la délinquance à l'acte de terrorisme. Les principaux enjeux ici sont de traiter l'acceptabilité et l'efficacité des mesures, et de veiller à la complémentarité avec les actions déjà conduites et les programmes proches.

Etat de l'art

Economie

La théorie économique néo-classique a inspiré des modèles de la criminalité (Becker 1968, Ehrlich 1973) ou du terrorisme (Becker et Rubinstein 2004, Enders et Sandler 2006) mais on peut s'interroger sur leur portée pragmatique (Lericolais 2008).

L'économie des actes illégaux, improprement appelée " économie du crime ", fut fondée par Gary Becker (1968) et Gordon Tullock (1969). Cette approche s'intéresse aux actes commis par un individu ou un groupe d'individus qui désirent s'approprier une ressource détenue par la victime. L'acte illégal est défini par le Code pénal (positivisme juridique). Dans le domaine des transports, l'économie des actes illégaux peut concerner l'étude de la fraude dans les transports publics, les agressions physiques, la dégradation des équipements des opérateurs, le vol de marchandises dans les camions, la délinquance itinérante, ou la violation volontaire des dispositions du Code de la route.

Cette approche se focalise sur les incitations à commettre, ou non, l'action illégale. Les autorités peuvent intervenir sur ces incitations en définissant des sanctions (amende, peine de prison...) et des mesures de surveillance (utilisation de caméras, création d'unités de surveillance...). Les victimes peuvent également se prémunir en modifiant leurs habitudes de déplacement (lieux et heures) et en s'équipant de mesures de protection (alarme, traçabilité des marchandises...). Dans cette perspective, un usager des transports en commun effectue un arbitrage entre sûreté et mobilité : il peut maîtriser en partie ses risques d'être agressé en refusant de sortir à certaines heures, mais au détriment de la satisfaction de certaines activités.

Dans son allocution pour le prix de la banque de Suède en mémoire d'Alfred Nobel, Gary Becker revient sur l'origine de la théorie économique du crime: " J'ai commencé à réfléchir sur le crime dans les années soixante après m'être rendu en voiture à l'université de Columbia pour l'oral d'un étudiant en théorie économique. J'étais en retard et avais à décider rapidement si je garais ma voiture à un emplacement autorisé ou risquais une contravention en la garant illégalement dans la rue. J'ai calculé la probabilité d'avoir une contravention, l'importance de l'amende, et le coût d'un parking autorisé. J'ai alors décidé qu'il était opportun de prendre le risque et de me garer dans la rue. En me rendant à la salle d'examen je me suis alors dit que les autorités avaient vraisemblablement fait la même analyse que moi " (1993, pp. 389-90). La théorie économique du crime est fondée sur l'hypothèse que chaque agent se comporte ainsi.

Les tenants de l'économie du terrorisme définissent le terrorisme comme " l'usage, ou la menace de l'usage, de la violence par des individus ou des groupes sous-nationaux [subnational groups] afin d'atteindre un but politique ou social par l'intimidation d'un large public allant au-delà des victimes immédiates. Deux éléments essentiels caractérisent toute définition moderne du terrorisme : la présence ou la menace de violence, et un motif politique

ou social ” (Enders and Sandler 2006, p. 3)¹¹. Les prises d’otages, le détournement d’avions civils pour atteindre des objectifs civils, politiques ou militaires, la destruction d’avions ou de navires (civils ou militaires), mais aussi les atteintes portées aux transports collectifs (gare, métro...) constituent des exemples aux conséquences très graves.

Le terrorisme vise aussi des organisations politiques, sociales et économiques. La déstabilisation peut être obtenue en créant des situations d’incertitudes radicales, en s’attaquant à la mobilité des individus ou aux moyens de transport cruciaux pour une économie (avions, trains, tankers, gazoducs). La protection contre de tels actes s’avère souvent très coûteuse (cellule anti-terroriste, contrôles scrupuleux des passagers et délais d’attente...). Le coût s’avère ne pas être seulement d’ordre monétaire, mais aussi psychique (peur des passagers, stress occasionné) et politique (arbitrage entre libertés individuelles et sécurité par l’intermédiaire des mesures de fichage des données biométriques des passagers par exemple).

Quand il s’agit de prendre en compte le comportement des terroristes, on retrouve toutefois le problème évoqué au sujet de la théorie économique du crime. Comme le résume Marine Lericolais, “ confrontée à son incapacité à prédire le terrorisme, la théorie économique a été contestée par une littérature s’opposant parfois à un comportement d’homo oeconomicus des terroristes ou dans une plus large mesure des criminels ” (2008, p. 2).

Des criminologues ont tenté d’appliquer la théorie du choix rationnel à la délinquance routière, à l’aide de questionnaires et d’entretiens réalisés auprès de conducteurs inculpés ou de consommateurs d’alcool (Corbett and Simon 1992).

Parmi les autres approches, on peut signaler des théories socio-psychologiques (Simmel 1908), des études du discours (Salama & Wheeler 2007) ou du “ label politique ” (Crenshaw 1995) des terroristes, ainsi que des approches sociologiques (Black 2004). Enfin, Robert Pape analyse la genèse et les causes du développement des attentats suicides (2005).

Il existe des rapports sur l’évaluation des risques terroristes dans un mode de transport spécifique. Dans *Maritim Terrorism : Risk and Liability*, le RAND¹² présente une synthèse concernant l’évaluation des différentes menaces terroristes (Greenberg et al. 2006, pp. 1-28), de leurs conséquences (pp. 29-38) et des responsabilités (pp. 39-72), avant de décrire plus en détails les risques propres aux bateaux de croisière (pp. 73-92), aux ferries¹³ (pp. 93-110) et aux conteneurs (pp. 111-32).

L’évaluation de la sûreté du transport ferroviaire doit prendre en compte l’influence de la dérégulation de ce secteur. Le rapport Benattar (2006) porte sur la sûreté du fret ferroviaire dans le cadre de la libéralisation européenne (effective depuis le 30 mars 2006), en particulier sur la question des prérogatives des services de police.

11 En réalité, un troisième élément apparaît dans cette définition : les terroristes sont soit des individus soit des “ subnational groups ”, ce qui exclut l’existence de “ terrorisme d’Etat ”.

12 RAND Corporation a été créée en 1945 par l’US Air Force et la compagnie Douglas Aircraft afin de mener des recherches concernant la sûreté nationale. En 1948, elle devient une “ institution indépendante à but non lucratif ”. Elle a progressivement étendu son domaine d’étude.

13 L’exemple de l’attaque contre le “ Superferry 14 ”, aux Philippines en 2004, montre bien à quel point les dommages peuvent être élevés pour un investissement minimal : “ ne coûtant que de 300 à 400\$ et impliquant moins de 5kg de TNT, la bombe a tué 116 personnes, en a blessé plus de 300 ” (Greenberg et al. 2006, p. 95).

Une autre possibilité est d'évaluer la vulnérabilité d'un réseau de transport donné en cas d'attaque terroriste (Murray-Tuite 2008).

Enfin, l'évaluation du coût économique des actions terroristes a fait l'objet de plusieurs travaux, par exemple (Gordon and Richardson 2005). L'évaluation porte souvent sur l'impact économique de scénarios imaginaires, par exemple une attaque contre les deux ports de Los Angeles (ibid., pp. 262-86).

Acceptabilité et perception du risque dans les transports.

La façon dont les usagers perçoivent le risque influence le choix modal. C'est à la suite d'évènements marquants et médiatisés qu'il est le plus facile de mettre cet effet en évidence. Ainsi, dans une enquête réalisée à New York deux ans après les attentats du World Trade Center, on a demandé à des usagers de classer les différentes possibilités de transport (méthode des préférences déclarées) pour réaliser certains trajets. Ils devaient également répondre à plusieurs questions, notamment sur les risques liés aux services de transport. L'étude révèle que les individus ayant une opinion positive concernant les mesures de sûreté (" efficaces " ou " très efficaces ") expriment une préférence pour le mode aérien plus importante que les autres individus (Srinivasan et al. 2006).

Les conséquences du report modal induit par un " pessimisme " concernant la sûreté d'un mode de transport peuvent être très importantes. Ainsi, durant les trois mois ayant suivi les attentats du 11 septembre, " le nombre d'Américains tués sur la route en évitant le risque aérien était plus élevé que le nombre total de passagers tués dans les quatre vols mortels " (Gigerenzer 2004). A plus long terme, on peut imaginer qu'une importante variation de la perception des risques vienne amplifier les désincitations liées au coût (monétaire et temporel) de la sûreté aérienne.

Les approches comparatives permettent de mettre en évidence l'influence des institutions et des histoires nationales dans la perception du risque. L'Union Internationale des Chemins de fer a publié une étude sur la perception du public et les attitudes vis-à-vis de la criminalité, de la sûreté et de la sécurité dans trois gares internationales : Waterloo, la Gare de Lyon et Roma Termini (Uzell et al. 2000). On peut aussi étudier la perception du risque par les opérateurs eux-mêmes. Boyer (2000) a recueilli les témoignages de contrôleurs de la SNCF, qui sont les personnels de cette entreprise les plus exposés aux agressions, afin de comprendre comment ils perçoivent ces risques.

Enfin, la compréhension des facteurs influençant la perception du risque permet également de favoriser la prévention des paniques. Pour toutes ces raisons, il est important de disposer d'instruments permettant d'évaluer la perception des risques liés aux services de transport. Le nombre d'études sur ce sujet demeure toutefois relativement faible.

Chaque année depuis 2007, l'Institut National des Hautes Etudes de Sécurité (INHES) en lien avec l'INSEE réalise une enquête nationale de victimation. Cette enquête consiste à interroger une partie de la population sur les faits dont elle aurait été victime sur une période déterminée et notamment sur les conséquences de cette victimation en termes de sentiment d'insécurité.

Ces enquêtes annuelles, qui intègrent un module transport, revêtent par ailleurs l'intérêt direct d'améliorer la connaissance du phénomène de délinquance sur les réseaux, tant au niveau de sa structure que de ses évolutions.

Mesures de prévention et de protection.

La réponse à l'insécurité doit être unitaire mais n'est pas unique. En effet, et c'est ce qui rend la question complexe, il n'existe pas une, mais de nombreuses réponses à la question de l'insécurité car nous sommes confrontés à un phénomène qui relève d'un ensemble d'interactions entre le monde des transports (espaces ouverts/clos, lieu de haute densité et diversité sociale) et son environnement.

Les réponses s'articulent autour du triptyque prévention / dissuasion / répression et mettent en œuvre trois types de moyens : les moyens humains (personnels dédiés à la sûreté par exemple), techniques (vidéosurveillance, matériau anti-tag,...) et organisationnels (existence de postes de commandement communs entreprises-police, procédures rapides de réparation des dommages, renforcement des contrôles d'accès,...).

Nous allons voir que les modes routiers, guidés et urbains, car seuls ces modes font partis du spectre du Predit.

Mode routier :

Concernant le transport de marchandise, la formation des personnels est un élément clef de la prévention et de la protection contre le vol (Adam 2006). On peut noter également le recours à des remorques dont l'aspect ne fournit pas d'indice quant à la nature de la marchandise transportée, et l'utilisation de parkings sécurisés (il en existe 25 en France : Sanef, Park+, Vinci Truck Etape etc.). Ils comprennent généralement un portail coulissant sous vidéosurveillance, un accès piéton par tourniquet sous vidéosurveillance et des détecteurs de présence infrarouge.

Les promoteurs des parkings sécurisés affirment l'existence d'un lien entre sûreté et sécurité : ces lieux permettraient aux conducteurs de profiter au mieux de leur temps de repos, et ainsi de conduire dans de meilleures conditions et de réduire les risques d'accidents routiers (dans lesquels les poids lourds sont impliqués à hauteur de 3,8% des accidents corporels et de 9,6% des accidents mortels).

Une autre piste concerne la traçabilité du fret durant le transport grâce à une liaison par GPS, et des " étiquettes " ou des boîtiers insérés dans les colis¹⁴. Initialement prévue pour lutter contre le vol de voiture, cette technique est désormais employée contre le vol de fret de marchandises sensibles. Des capteurs de choc peuvent également détecter l'effraction du véhicule. Le coût de ces mesures demeure assez élevé.

Transports guidés et urbains :

¹⁴ Lire le rapport de (Schlumberger, Perillat et Valle) sur les techniques permettant de tracer des marchandises: <http://www.predit.prd.fr/predit3/synthesePublication.fo?inCde=17414>

Concernant la sûreté, l'inspection des passagers dans les transports publics peut utiliser une grande variété de moyens, depuis l'utilisation de chiens jusqu'aux techniques biométriques en passant par les rayons X (voir par exemple TCRP report n°86). Il serait intéressant de disposer d'une évaluation des avantages et inconvénients (en termes de coût, d'efficacité et de protection des droits) de chacune de ces techniques.

La vidéosurveillance a d'abord été défendue comme moyen de lutte contre la délinquance et la criminalité (loi Pasqua de 1995). S'il existe peu d'études françaises sur le sujet¹⁵, les travaux réalisés en Grande-Bretagne¹⁶ et au Québec¹⁷ se révèlent pour le moins circonspects au sujet de l'efficacité des dispositifs étudiés.

Depuis quelques années, la vidéosurveillance est aussi présentée comme une aide à la lutte contre le terrorisme. Le pouvoir politique annonce une multiplication des caméras de surveillance en rappelant que le niveau d'équipement de la France n'est pas comparable à celui de la Grande-Bretagne¹⁸ et que c'est en regardant des images de vidéosurveillance que la police britannique a pu, en 2005, identifier rapidement les auteurs des attentats de Londres. A l'inverse, les opposants font valoir que l'effet dissuasif est douteux puisque cela n'avait pas empêché les attentats

Ces débats sur l'efficacité de la vidéosurveillance se doublent de controverses au sujet de son encadrement démocratique. Depuis 1995, l'usage de la vidéosurveillance est contrôlé par la CNIL dans les lieux privés et par la Préfecture dans les lieux publics ou ouverts au public¹⁹. Un arrêté du 3 août 2007 définit les normes techniques de vidéosurveillance.

Concernant la perception des dispositifs de vidéosurveillance par l'opinion et la notion "d'acceptabilité" de ces dispositifs, on peut consulter le travail mené par Stéphane Callens selon un cahier des charges du Centre de Prospective de la Gendarmerie Nationale (CGPN)²⁰.

Plusieurs travaux de recherche portent sur l'augmentation du niveau de confiance dans les alarmes grâce à la fusion des informations reçues par des capteurs différents (programme SERKET²¹) ou à des systèmes "intelligents" d'aide à la surveillance (programme EVAS²², in Ambellouis et Berbineau 2007). La SNCF développe avec l'INRETS (LEOST), le groupe MARTEC et le CEA, le programme SURTRAIN (Surveillance des transports par analyse de l'image et du son) afin de détecter des "situations anormales" pouvant mettre en danger les passagers.

15 On peut signaler l'étude menée par l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Ile-de-France (IAURIF 2004). Elle tend à relativiser l'efficacité des caméras dans les transports parisiens: "D'un point de vue strictement quantitatif, la vidéosurveillance ne traduit pas une baisse significative de la délinquance stricto sensu dans les réseaux ferrés et routiers franciliens, ni de changement de nature des faits". Lire la synthèse :

http://www.iaurif.org/fr/ressources_doc/publications/publicationsrecentes/notesrapides/pdf/secureite_comport/nr_366.pdf

16 Pour une synthèse des travaux britanniques sur l'impact de la vidéosurveillance sur la criminalité, cf. (Heilmann 2003) et (Heilmann et Mornet 2003).

17 Voir l'enquête réalisée dans le métro de Montréal (Grandmaison et Tremblay, 1997).

18 La ville de Londres compte 4 millions de CCTV. En France, le nombre d'installations n'est pas connu avec précision car de nombreuses caméras ne sont pas déclarées : on estime qu'il y a 2 à 3 millions de caméras de vidéosurveillance sur l'ensemble du territoire. En Île-de-France, le réseau RATP-SNCF comporte environ 11 000 caméras.

19 <http://www.cnil.fr/index.php?id=1302>

20 http://www.marsouin.org/IMG/pdf/Callens_papier.pdf

21 Démarré en 2005, SERKET rassemble des partenaires d'Espagne, de France (Thalès, INRIA, EADS, Police Nationale, Bull, CEA), de Belgique et de Finlande.

22 <http://www.inrets.fr/ur/leost/projets/evass.htm>

Le développement de ces dispositifs est partiellement assuré par les collectivités locales. Entre 2003 et 2007, plus de 70% du budget alloué par la région Île-de-France à la sécurisation des transports en commun a été consacré à la vidéosurveillance.

Une étude de la DGITM, confiée au CETE Nord Picardie, est en cours sur la surveillance et la protection des infrastructures linéaires, et la multiplication des dégradations sur les voies ferrées, ont fait apparaître la nécessité de développer les recherches sur ce sujet, en mutualisant les aspects sécurité et sûreté.

Une campagne de test de l'acceptabilité des mesures de sûreté dans les transports souterrains est également à l'étude à la DGITM. Des travaux sont également en cours concernant la prise en compte de la délinquance, des actes malveillants et des menaces terroristes dans la conception des gares et des nouveaux centres intermodaux de transport.

De manière plus large, une étude franco-norvégienne (projet PETRIS) financée par la DRI dans le cadre de l'Eranet-Transports 13, et portant sur la perception du risque dans les transports (analyse comparée par sondages entre des villes françaises et norvégienne), est en cours de réalisation.

Axes de recherche

Axe 1 - Thèmes liés aux spécificités du transport de masse.

Les transports terrestres ont une caractéristique dimensionnante en matière de lutte contre les actes malveillants dans le nombre important de passagers transportés conjointement, que ce soit au départ ou à l'arrivée des infrastructures ou dans les moyens de transport eux-mêmes. Cette caractéristique impacte toutes les dimensions des moyens à mettre en œuvre :

- coût assez rapidement élevé de toute mesure.
- notamment, nécessité d'une inspection/filtrage à « grand débit » quel que soit son objet.
- méthodes de surveillance et de protection devant être adaptées à des environnements publics et très fréquentés où les détections d'intrusions illicites sont difficiles et la gestion des alarmes délicate (profiling – détection d'évènements « anormaux »).
- traçabilité des déplacements des passagers difficile (malgré l'augmentation des technologies nouvelles de type « billet électronique »).
- problématiques de la justification et de l'acceptabilité des mesures.
- détermination des liens entre fraude et délinquance.
- mesure des coûts de l'insécurité (actes de délinquance + mesures de lutte).
- amélioration de la connaissance du phénomène de délinquance dans l'ensemble des modes de transport, préalable à la mise en œuvre de mesures efficaces : mieux connaître pour mieux agir.

A noter que cette caractéristique du volume de passagers concernés pourrait ne plus être spécifique aux transports terrestres à terme avec le développement des croisières bon marché et l'émergence de très gros porteurs comme l'A 380 (à bientôt 1000 sièges), par exemple.

Axe 2 - Thèmes relatifs à la surveillance et la protection des moyens de transport.

La surveillance et la protection des moyens de transports comportent plusieurs thèmes de recherche préalables dont notamment :

- géolocalisation, d'un moyen de transport ou d'un contenant.
- technologies de type vidéo/audiosurveillance embarquée.
- intégrité, d'un moyen de transport ou d'un contenant.
- gestion des matières dangereuses dans un contexte « sûreté ».

Axe 3 - Thèmes relatifs à la surveillance et la protection des infrastructures.

La surveillance et la protection des infrastructures de transport comportent aussi plusieurs thèmes de recherche préalables dont notamment :

- problématique spécifique des infrastructures linéaires.
- technologies de type vidéosurveillance/audiosurveillance.
- approche comportementale de type profiling.
- gestion de crise en environnement public très fréquentés ; gestion des foules.
- analyse des signaux faibles (presque événement).

Il est aussi apparu des thèmes transverses :

- transmission de données et sécurité ; agrégation de données multisources.
- résilience (systémique ou structurelle).
- réseaux et outils de gestion des déplacements en situation de crise.

Axe 4 - Intégration sécurité / sûreté et dualité.

Les différences de nature entre le risque et la menace et les modèles usuellement utilisés pour caractériser ces notions rendent l'intégration de la lutte contre les risques accidentels et technologiques et la lutte contre les actes malveillants complexe.

On peut néanmoins proposer d'entamer une réflexion en cette matière. Plusieurs raisons le justifient, notamment :

- utilisation des procédures existantes de sécurité à des fins de sûreté.
- éviter les doublons méthodologiques.
- assurer la minimisation des coûts.
- permettre la définition d'outils communs de gestion de crise.
- permettre de gérer des aspects parfois contradictoires entre les exigences de sécurité et celles de sûreté (cas du transport des marchandises dangereuses devant être à la fois transparent et caché).

Intégration : mesures contre la délinquance / terrorisme : la prise en compte en amont du large spectre de la sûreté dans son ensemble (sabotage, délinquance, terrorisme...) permettrait, de la même manière que pour l'intégration sécurité / sûreté, d'éviter les doublons, et au contraire de mutualiser les moyens.

Axe 5 – Gouvernance.

La problématique principale de la gouvernance dans le domaine de la lutte contre les actes malveillants réside dans la difficulté qu'il y a pour les pouvoirs publics d'assurer la pertinence

des mesures mises en place. En d'autres termes : quelles décisions sont à prendre et sur la base de quels critères ?

La réponse à cette question nécessite une réflexion selon plusieurs aspects :

- politiques envisageables.
- partage des responsabilités entre acteurs à différents niveaux.
- mesure de la perception du risque et de la menace.
- outils de prise de décision relativement aux mesures envisageables.
- outils d'évaluation des mesures (pertinence, acceptabilité, coût, etc.).
- stratégie de communication.
- acceptabilité des mesures et des nouveaux moyens de sûreté.

Equipes de recherche

- Les travaux au sein du RST :
 - une enquête à destination de toutes les unités de recherche du réseau scientifique et technique du MEEDDAT a été réalisée par le CETE de Lyon. Cette enquête entreprise par le SDSIE, en lien avec la DRI, dresse une cartographie de la recherche sur les questions de sécurité au sein du RST.
 - Les principaux commanditaires d'études portant sur la sûreté dans les transports sont la DGAC, la DGITM, la DRI et le SDSIE.
 - Les différents services techniques centraux du MEEDDAT se positionnent petit à petit sur la thématique de la sûreté. Ils tâchent de s'appuyer autant que possible sur les CETEs. Les travaux commencent à être conséquents, mais en ordre dispersé.
- Les travaux menés avec les acteurs du monde des transports. L'Observatoire National de la Délinquance dans les Transports (ONDT), placé au sein de la DGITM, rassemble l'ensemble des acteurs intervenant dans le champ de la délinquance dans les transports (opérateurs de transports, autorités organisatrices des transports, services de police,...). Son objectif est de piloter ou de réaliser des travaux au niveau local (partage de bonnes pratiques), national (en lien avec l'INHES), européen (normalisation européenne) ou encore international (réseau des observatoires de la criminalité).
- Les travaux menés par des laboratoires de recherche, sur le phénomène de délinquance :
 - CNRS / CERSA.
 - CNRS / CERAT.
 - CNRS / CESDIP.
 - Centre d'Etudes et de Recherches sur la Police - Université Toulouse 1.
- Les travaux dans les instances interministérielles.
 - L'organisation mise en place au plan interministériel dans le domaine de la sécurité/sûreté prend principalement la forme du groupe thématique national « sécurité globale» (GTN). Ce groupe, placé sous l'égide du SGDN et principalement administré par les ministères de l'intérieur, de la défense et de la recherche, a pour objectif principal de coordonner les travaux nationaux de recherche dans le domaine de la sécurité globale. Ainsi, il a notamment vocation à assurer la veille scientifique ad hoc, à aider à la définition des axes de recherche pertinents, à faire remonter les besoins pour les futurs appels à

proposition, à aider à l'élaboration des réponses aux appels à proposition et donc aussi à susciter des partenariats, tant au plan national qu'euro-péen. Ainsi, le programme annuel de l'ANR, en partenariat avec la DGA et la DGPN « Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale » est alimenté par le GTN depuis son lancement en 2006.

- Certains travaux des ministères de l'intérieur, de la défense et de la recherche peuvent également alimenter la réflexion concernant la sûreté des transports.
 - L'ONDT travaille en étroite collaboration avec le Ministère de l'Intérieur, le Ministère de la Justice ainsi qu'avec le Comité Interministériel de Prévention de la Délinquance.
- Les travaux au sein de l'industrie :
- Les travaux non-académiques sont conséquents chez les industriels concernés par la sécurité, notamment au sein des pôles de compétitivité comme le pôle System@tic en région parisienne.
 - Les industriels se regroupent en consortium pour répondre aux appels à projet, notamment dans le cadre de l'appel à projet CSOSG (concepts systèmes et outil pour la sécurité globale) Ce programme vise quatre grands axes : la sécurité du citoyen (protection contre le terrorisme et le crime), la sécurité des infrastructures, des sites et des réseaux, la sécurité aux frontières (terrestres, maritimes et aériennes), la gestion de crise, intervention et réparation.
 - La réflexion chez les opérateurs est également importante, en particulier à la RATP et à la SNCF.

Actions du GO2

Durant l'année 2009, des premières actions du GO2 ont été mises en place.

Séminaires de suivi et de valorisation des projets.

Quatre séminaires ont été organisés pour le suivi et la valorisation des projets du GO2, qu'ils soient financés par l'ANR, le MEEDDM, ou le FUI :

- juin 2009 : aides à la conduite et gestion du trafic
- juillet 2009 : usagers vulnérables et santé
- novembre 2009 : accessibilité, en lien avec le GO3
- décembre 2009 : gouvernance de la sécurité et transports en commun

Appels à propositions.

Deux premiers appels à propositions ont été lancés pendant l'année 2009 :

- Economie de la sécurité routière
- Gestion du trafic et des mobilités

Montage de projets européens.

- Montage de projets européens aidé par le GO2
- Constitution d'un groupe de travail pour le portage au niveau européen de questions soulevées par le groupe.
- Suivi de 4 groupes d'Eranet-Transports (dont 2 en tant que leader).
- Lancement d'un appel à propositions spécifiquement ouvert aux projets Deufrako.

Références

Le point sur : Quels avenir pour les systèmes d'assistance technologiques à la conduite ? L. Meillaud, M.L. Gallenne, J.M. Blossenville, J. Ehrlich, G. Malaterre – livre de la documentation française – juillet 2008.

Recherche et sécurité routière. Pour une action publique renouvelée. Cahier MSH-Alpes. Risques collectifs et situation de crise, n°6-novembre 2006. Prédit 3, groupe 3, Nouvelles connaissances pour la sécurité C. Gilbert et al.

Etat de l'art Sécurité et Sûreté des Transports, INRETS, 2008, P. Légé.

Projet de format pour l'agenda stratégique de recherche INRETS, F. Coudon.

Site du Predit : « Pour des transports accessibles à tous :Le PREDIT et l'accessibilité des transports des personnes à mobilité réduite », ainsi que le programme et les actes du colloque de Créteil