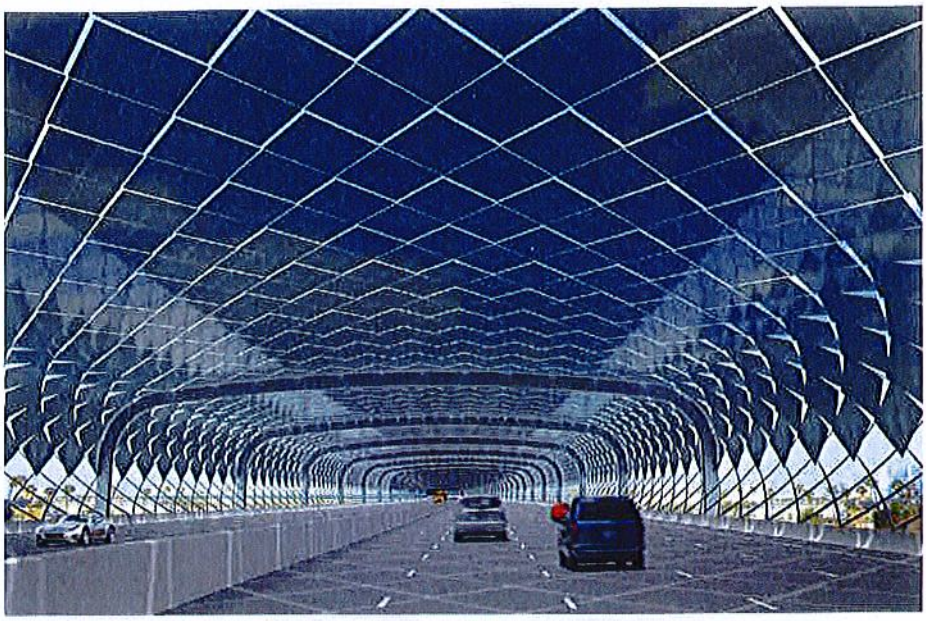
AUTEURS

Nicolas Hautière
Chercheur
Directeur de projet R5G
Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR)

Chantal de La Roche
Animatrice d'axe « Infrastructures »
Chef de projet R5G
IFSTTAR

Hélène Jacquot-Guimbal
Directrice générale
IFSTTAR



Le projet Serpents Solaire propose une centrale électrique urbaine qui projette de couvrir les autoroutes avec un toit de panneaux photovoltaïques, permettant de produire de l'énergie et créer de l'ombre. Le concept a été initialement proposé pour l'autoroute I-10 à Los Angeles, USA. *Source : Mans Tham Architect & Urban Strategist, www.manstham.com*
The Solar Serpent project offers an urban electric power plant expected to cover freeways with a roof of photovoltaic panels allowing the production of energy and the creation of shaded space. The concept was initially proposed for the I-10 freeway in Los Angeles. *Source : Mans Tham Architect & Urban Strategist, www.manstham.com*

La «route» de cinquième génération (R5G)

Quelle infrastructure dans vingt ans et quels services en attendre ?

Indispensables à l'économie et au bon fonctionnement de toute société moderne, la route doit participer au défi de la transition énergétique en matière de mobilité et répondre aux enjeux sociétaux du développement durable. Cet objectif est tenable, à condition toutefois de commencer dès maintenant à déployer la route de cinquième génération (R5G).

La R5G telle qu'elle est pensée dans les laboratoires

A la croisée de différents champs d'ingénierie, les infrastructures routières cristallisent de nombreuses innovations dans les domaines des matériaux et des structures, de l'énergie et de l'information.

La route évolutive - Une route modulaire, décarbonée et économe en ressources naturelles

Les ingénieurs en matériaux et structures conçoivent des chaussées à longue durée de vie pour les routes à forte circulation. Grâce à des matériaux très résistants, leurs couches de roulement permettront d'éviter le coût des opérations d'entretien, ce qui inclut le coût des retards occasionnés aux usagers, notamment en cas d'encombrement de la circulation. Bien que plus chères à la construction, ces techniques, à base de bitume-époxy ou d'enduit hydraulique fibré gravillonné, permettront de ne renouveler les surfaces de roulement que tous les trente ans [1].

L'utilisation de déchets ou de sous-produits comme matériaux de travaux publics, qui s'est développée avec l'essor du réseau routier durant les Trente Glorieuses, se généralisera. Les professionnels de la route, qui se sont engagés en faveur d'un taux moyen de recyclage des produits bitumineux de 60 % pour 2012, poursuivront leurs actions en faveur de la réduction de l'empreinte carbone des routes. A l'aide de procédés novateurs, il est déjà possible d'obtenir un taux de recyclage en place à l'émulsion jusqu'à 100 %. Ces pratiques vertueuses favoriseront encore l'économie des ressources naturelles en granulats, la réduction des volumes de stockage des déchets inertes et des volumes transportés.

En milieu urbain, les laboratoires imaginent des couches de roulement à la fois adhérentes, dépolluantes, silencieuses et des structures de chaussée modulaires, permettant d'inclure ou de faciliter l'accès aux différents réseaux. La forme la plus aboutie de cette technique de construction consistera en une route préfabriquée dont on vient retirer les parties défectueuses pour les réparer en conditions contrôlées en vue d'une réutilisation ultérieure.

La route à contribution environnementale positive - Une route à énergie positive

Les routes collecteront et stockeront de l'énergie thermique et électrique, à l'aide d'éoliennes disposées au voisinage, de centrales géothermiques enterrées sous leur surface, de centrales photovoltaïques installées à leurs abords ou à leur surface.

Cette énergie pourra réguler la température de la chaussée pour l'auto-dégivrer l'hiver et la refroidir l'été, alimenter ses propres équipements de signalisation, de trafic et de télécommunications. Le surplus d'énergie sera redistribué sur les réseaux électriques ou alimentera les véhicules sur les points de recharge, voire directement en roulant par des solutions de recharge sans contact.
De ce fait, la route sera connectée aux réseaux électriques intelligents et permettra de lisser les pointes de production et de consommation en produisant ou en stockant de l'énergie à bon escient.

La route coopérative - Une route cybernétique connectée aux différents usagers

L'introduction des nouvelles technologies de l'information et de la communication dans les transports routiers n'est pas récente. Depuis la fin des années 1980, les systèmes de transports intelligents (STI) se développent. Les années 1990 ont vu l'avènement de l'information routière et de la gestion de trafic. Les années 2000 ont été marquées par les préoccupations de sécurité routière et d'interopérabilité des systèmes. Les dernières années ont vu émerger les problématiques de mobilité durable et d'intermodalité.
Dans un proche avenir, les centres de gestion de la mobilité (péage, transports collectifs, trafic, parking, etc.), les unités de bord de route (UBR) et les mobiles seront interconnectés de façon permanente et en temps réel. Les données générées permettront de mettre au point de nouveaux services de mobilité et les gestionnaires de réseaux joueront un rôle clé dans la régulation de ceux-ci, réduisant ainsi la congestion à un niveau acceptable.
L'entretien et la maintenance des infrastructures tireront avantage de ces réseaux d'information ubiquitaires. Le diagnostic de la surface de roulement se fera à l'aide des capteurs embarqués sur les véhicules du commerce tandis que les chaussées seront instrumentées par des réseaux de capteurs. Ces derniers serviront à identifier des lois de comportement des structures de chaussée à même de prédire des dégradations structurelles.

Les routes du futur seront décarbonées, à énergie positive et connectées, c'est-à-dire actrices de la transition énergétique en matière de mobilité. Il reste cependant à déployer l'ensemble de ces solutions prometteuses, ce qui semble aujourd'hui plus difficile qu'il y a quelques années.

Le projet R5G concrètement

Un projet intégré...

Le projet R5G vise à passer d'une approche linéaire de l'innovation, où chaque filière crée dans son domaine, à une approche plus intégrée de coopération entre les acteurs. Le projet R5G assemble et redéfinit les trois éléments de la *FOR* pour en démontrer la synergie et proposer une «route acceptable».

Ainsi, la «route évolutive» intègre les innovations concernant la conception, la construction et la maintenance décarbonée des routes. La «route à contribution environnementale positive» rassemble les innovations qui concourent à la résilience et à l'adaptation au changement climatique des routes, via notamment l'accroissement de leur efficacité énergétique. Enfin, la «route coopérative» cherche à innover dans les techniques ouvrant à une exploitation routière sûre et intelligente.

En parallèle, une nouvelle approche système pour concevoir les démonstrateurs thématiques est en cours de définition. Elle permet de considérer la route non plus en objet seulement mais par rapport à ses services et fonctions.

Pour parvenir à cet objectif, il est essentiel de croiser l'apport de différents champs disciplinaires, tant en sciences humaines et sociales qu'en sciences de l'ingénieur. Cette méthodologie transversale est rassemblée sous le vocable «route acceptable».

... en trois phases

Pour introduire des ruptures technologiques dans les infrastructures de mobilité, il convient de procéder par étapes (figure 1).
• La première étape (2010-2015) vise à tester et à labelliser les innovations concourant à la «route évolutive», à la «route à contribution environnementale positive» et à la «route coopérative».
• La deuxième étape (2015-2020) ambitionne d'intégrer les innovations labellisées en première étape dans des démonstrateurs R5G thématiques et d'identifier les problèmes de mise en œuvre. Ces démonstrateurs thématiques ne sont plus nécessairement liés à des techniques routières mais répondent chacun à un enjeu de mobilité.
• La troisième étape (à partir de 2020) consistera à coupler l'ensemble des innovations, par fertilisation croisée des démonstrateurs thématiques, de façon à évaluer la synergie entre ces innovations et les enjeux sociétaux en matière de mobilité [3]. C'est à ce troisième niveau que l'on retrouve les chartes d'innovation.

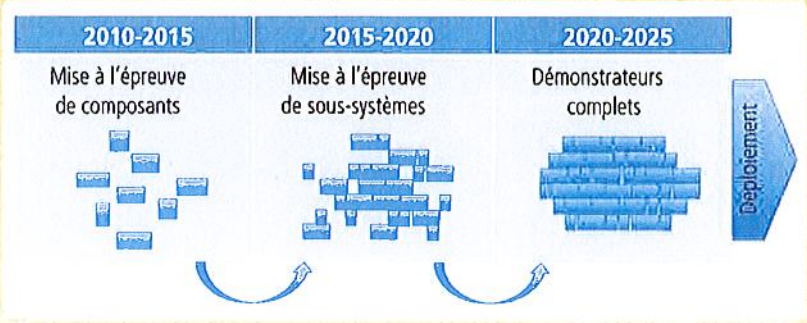


Figure 1
Fonctionnement du projet 5G en 3 phases complémentaires
Functioning of 5G project in three linked phases

IFSTTAR

La route évolutive

La route modulaire

Les structures préfabriquées et les techniques de construction automatisées sont de nature à faciliter l'intégration des nouvelles technologies et à autoriser des procédés de fabrication de meilleure facture car effectués en conditions contrôlées. Les avantages de telles approches sont des délais raccourcis de construction, maintenance et réparation, associés à des durées réduites d'intervention sur les voies de circulation. Cela a pour bénéfice des congestions amoindries et une sécurité accrue des ouvriers, notamment de nuit et en hiver. D'autres avantages sont liés à l'accès facilité aux différents réseaux ainsi qu'à l'évolutivité accrue de l'infrastructure pour recevoir des voies de bus, des voies de tramways ou encore des pistes cyclables. En outre, on peut équiper ces structures de couches de roulement à la fois plus silencieuses et présentant moins de résistance au roulement, tout en conservant des niveaux d'adhérence adéquats.

Par exemple, les chaussées urbaines démontables (CUD) sont conçues pour être facilement ouvertes et refermées en une demi-journée environ, à l'aide d'un matériel léger et silencieux, afin de minimiser la gêne aux usagers et riverains occasionnée par les travaux d'entretien (photos 1). Deux démonstrateurs ont été réalisés à Nantes et à Saint-Aubin les Elbeuf [4] (voir http://heberge.lcpc.fr/cud/). Modieslab est une route à base de dalles préfabriquées en béton, construites à partir de deux couches de béton ouvertes posées sur une autre couche d'appui en béton, destinée à être ancrée par des fondations sur pieux. Une voie d'essai de 100 mètres a été réalisée aux Pays-Bas sur l'autoroute A12 près d'Utrecht, soit avec des conditions de trafic denses. Les résultats des tests ont démontré une déformation réduite, une réduction du bruit (6 dBA) et un écoulement rapide des eaux de pluie.

Haut : chaussée urbaine démontable de Saint-Aubin lès Elbeuf
Top: dismountable urban pavement of Saint-Aubin lès Elbeuf

Bas : section ModieSlab sur l'A12 aux Pays-Bas *source* [2]
Bottom: ModieSlab section of motorway A12 in Netherlands *source* [2]

Photos 1
Réalisations de routes modulaires
Creation of modular roads

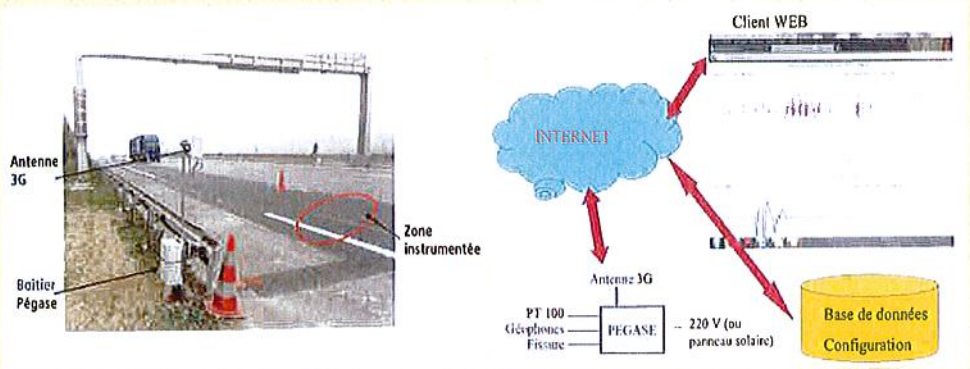
La route qui s'auto-diagnostique

Les travaux de maintenance sur les réseaux interurbains réduisent leur disponibilité. Cela a pour conséquence une probabilité plus grande de congestion et par là même d'accident (collision arrière notamment). Connaître l'état actuel et futur d'un réseau est une nécessité pour en assurer une gestion et une maintenance pro-actives, efficaces et au meilleur coût.

L'usage des données recueillies par les capteurs enfouis pour mesurer l'état du patrimoine (chaussée, pont, tunnel) est une solution d'avenir (figures 2). A cet effet, une recherche à tous les niveaux (stratégie, gestion et technologie) est nécessaire pour en permettre l'exploitation automatisée ; elle requiert le développement et la mesure de nouveaux indicateurs d'état synthétisés à partir de capteurs intégrés et de capteurs embarqués. Elle implique également le développement de stratégies minimisant les interventions de maintenance [5].

Dans cette optique, l'Ifsttar a instrumenté une section de l'A10 (réseau Cofiroute) au moyen de différents capteurs (géophones, capteurs d'ouverture de fissures et de températures) dans le cadre d'une reconstruction de chaussée par un procédé innovant. Ces capteurs ont été reliés au boîtier d'acquisition Pégase, développé par l'Ifsttar.

A l'aide d'une liaison distante sans fil, l'on peut suivre en temps réel le comportement de la structure et par là même la pertinence de la solution de réparation. Ce même boîtier Pégase est utilisé dans le cadre du projet CCLEAR (Réduction de l'impact des conditions climatiques sur les infrastructures routières) en association avec les outils SMARTVIA développés par Eurovia sur l'A75 [6]. L'objectif est ici d'évaluer l'impact des conditions climatiques sur les chaussées.



Figures 2
Site instrumenté sur l'autoroute A10 (Cofiroute) avec le boîtier Pégase et visualisation en ligne des données recueillies *source* [7]
Instrumented site on motorway A10 (Cofiroute) with Pégase unit and online display of collected data *source* [7]

La route à contribution environnementale positive

La route « captrice » d'énergie

L'automatisation des réseaux routiers s'accompagne inévitablement d'une augmentation du nombre de dispositifs électriques. Alimenter ces dispositifs uniquement par un réseau électrique conventionnel pose un certain nombre de problèmes : le coût engendré, la vulnérabilité du système, la capacité limitée ou encore l'énergie perdue en transport. Différentes technologies sont en cours de développement pour produire de l'électricité à partir de la route elle-même. De telles technologies peuvent également servir à maintenir les chaussées hors gel, voire à chauffer ou refroidir leur couche de roulement (photos 2). La combinaison, la comparaison et l'utilisation de différentes solutions nécessitent encore des recherches.

Photos 2
Illustration du concept de route captrice d'énergie
A gauche : *Gaia Snow-Melting System* (Japon)
A droite : Pont thermorégulé à l'aide d'énergie géothermique situé à Berkenthin, Allemagne du Nord – Illustration des tubes avant la mise en place de la couche d'enrobé
Illustration of energy capture road
Left: *Gaia Snow-Melting System* (Japan)
Right: Thermal regulated bridge using geothermal energy located in Berkenthin, northern Germany– Illustration of tubes before placement of asphalt layer

Dans cette optique, l'Ifsttar et ses ERAs, en partenariat avec le Service technique de l'aviation civile (STAC), ont lancé une recherche incitative sur ce sujet (2013-2014). L'objectif est d'acquérir un savoir-faire dans le domaine des chaussées chauffantes et de construire d'ici à deux ans un démonstrateur à l'échelle 1 robuste à toute phase de son cycle de vie, notamment en fin de vie (recyclage).

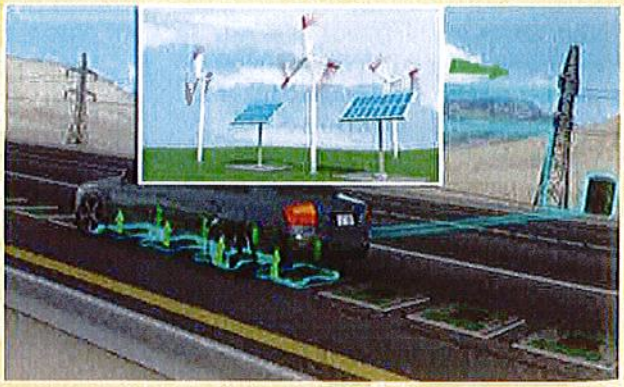
La route « vectrice » d'énergie

L'usage des véhicules électriques et/ou hybrides est considéré comme un facteur déterminant pour réduire l'impact environnemental de la circulation routière. L'accroissement des flottes nécessitera une infrastructure adaptée pour en assurer l'autonomie énergétique. La mise au point de systèmes de recharge rapides, efficaces et simples pour l'usager est de fait considérée comme un facteur de succès du véhicule électrique.

L'absence de modèle économique pour financer les infrastructures, ainsi que d'incitations de la part des Etats pour un déploiement accéléré ou encore les questions de compatibilité des systèmes aux frontières sont autant de problèmes pour les gestionnaires de réseaux routiers. Le besoin de recherche sur les véhicules électriques est donc immense. Elle doit se faire à la fois sur les batteries et sur les moyens de les recharger [9].

L'industrie automobile est très active sur les batteries. Quant aux dispositifs de recharge, la forme la plus commune reste encore de brancher un fil sur une prise de courant. Le transfert d'énergie sans contact devrait être amené à se développer très prochainement, que ce soit sous forme statique ou en mouvement. Ces systèmes auront un impact considérable sur les réseaux électriques. En collaboration avec les gestionnaires de ces réseaux, il faudra rechercher la façon optimale de connecter les différents réseaux, idéalement de façon bidirectionnelle de façon à y coupler les réseaux d'énergies renouvelables (photos 3).

Sur ce sujet, l'Ifsttar pilote le projet MOV'EO TREVE sélectionné par l'ADEME dans le cadre de l'AMI Mobilité de 2011. Celui-ci met au point des moyens d'essai et de test des solutions de recharge des véhicules sur le site de Versailles Satory. A moyen terme, l'objectif est également de concevoir une piste d'essai pour étudier la recharge en mouvement des véhicules électriques. Le projet européen FABRIC associant constructeurs automobiles et experts en construction routière devrait concourir à cet objectif.

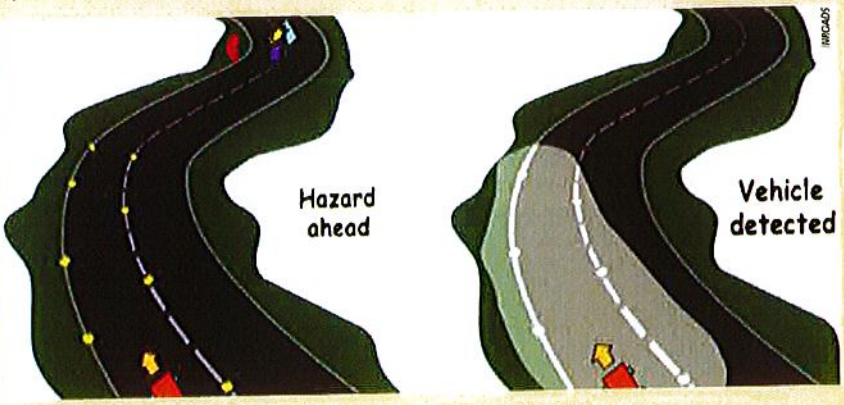


Photos 3
Recharge en mouvement des véhicules électriques et réseaux énergétiques intelligents *source* [10]
In-motion charging of electric vehicles and intelligent power networks *source* [10]

La route coopérative

Signalisation dynamique basse consommation

La gestion dynamique du trafic est exigeante en termes de signalisation, que ce soit en bord de route ou sur la route. En investissant dans des solutions économes en énergie, par exemple des plots actifs de délinéation, la signalisation peut devenir autonome localement en la combinant avec des solutions locales de production énergétique (panneaux solaires ou capteurs piézo-électriques). Cela implique moins de raccordement aux réseaux énergétiques et un réseau de signalisation plus robuste. Pour limiter la distraction des usagers apportée par les aides à la conduite et pour augmenter la lisibilité de la route, il est probable que l'usage des dispositifs intégrés dans la chaussée soit amené à se développer. Des recherches sont toujours nécessaires pour identifier les applications viables mais aussi pour optimiser leur demande en énergie et étudier leur intégration au sein des systèmes existants de gestion énergétique et de communication.



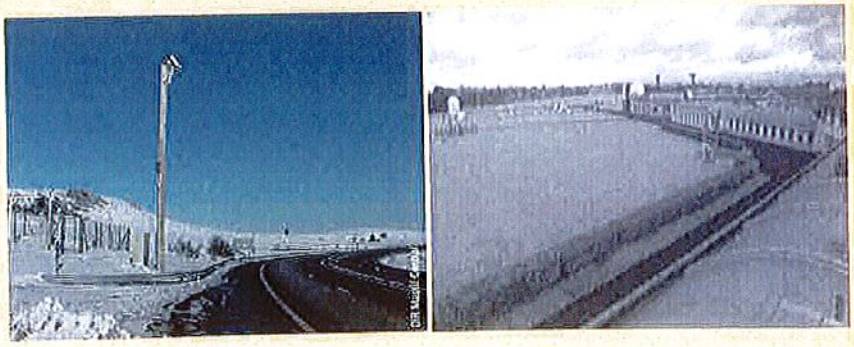
Figures 3
Scénarios d'usage des plots lumineux actifs de délinéation, inclus dans la chaussée, étudiés par le projet *INROADS*
Usage scenarios for active lane-marking light studs incorporated in pavement, studied by *INROADS* project

Pour analyser ces problématiques, l'Ifsttar a intégré le consortium du projet européen INROADS (2012-2014) piloté par le *TRL*. Ce projet vise à réaliser des plots lumineux autonomes en énergie, pilotables par télécoms, trouver des scénarios d'application correspondants à des marchés potentiels (figures 3), valider la bonne compréhension par les usagers des systèmes déployés et explorer les évolutions réglementaires nécessaires pour le déploiement.

De la vidéo-protection routière à l'observation météorologique

Pour localiser et prévoir les phénomènes climatiques gênants pour la circulation, Météo-France s'en remet à l'observation. Les cartes de risque sont établies en croisant des observations satellitaires avec des observations au sol. Ces dernières s'appuient sur un réseau d'une centaine de stations météorologiques réparties sur le territoire métropolitain. Malheureusement, leur résolution est insuffisante pour fournir une information fiable à l'échelle d'un phénomène au caractère très local comme le brouillard.
Pour cette raison, les zones critiques, par exemple les aéroports, sont spécifiquement instrumentées pour mesurer la distance de visibilité météorologique. Le caractère linéaire du réseau routier rend une telle instrumentation économiquement difficile pour ne pas dire impossible, à la différence des aéroports. Néanmoins, les routes possèdent un formidable potentiel pour l'observation météorologique du brouillard puisqu'elles sont en grande partie équipées de caméras de vidéo-surveillance.

L'Ifsttar, dans le cadre d'un partenariat avec Météo-France, l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), et le Laboratoire de Clermont-Ferrand, a déployé plusieurs caméras numériques afin d'observer les conditions météorologiques, détecter la pluie et le brouillard, et évaluer leurs effets sur la visibilité routière (photos 4).



Photos 4
Observatoires de visibilité
A gauche : Col de La Fageole au bord de l'A75 ; A droite : observatoire Météo-France de Trappes
Visibility observatories
Left: Col de La Fageole along motorway A75; Right: Météo-France observatory in Trappes

Ces observatoires ont permis de mettre au point des outils de mesure et seront bientôt intégrés dans un logiciel utilisable au sein d'un centre de gestion du trafic (projet CARNOT CAM²).

Mise à l'épreuve de sous-systèmes

Quatre démonstrateurs sont en cours de conception au sein du GERI (Groupe d'échange et de recherche Ifsttar) mis en place dans le cadre du projet R5G. Ils visent à intégrer dans une seconde phase les composants de la R5G qui auront été testés avec succès en première phase du projet. Comme mentionné précédemment, ces démonstrateurs thématiques ne seront plus nécessairement liés à des techniques routières mais s'attacheront à répondre à des enjeux de mobilité. Ils incluront donc nécessairement d'autres composants non issus du monde routier.

Ecomobilité urbaine

Un tel démonstrateur vise à démontrer la capacité de concevoir, de construire, et d'exploiter une solution de mobilité à base de modes de transport doux, notamment des flottes de véhicules électriques, possiblement automatisés et idéalement en libre partage. Ceux-ci seront rechargés par l'infrastructure et évolueront dans des environnements ouverts, où le partage avec d'autres modes de transport, tels que le vélo ou la marche ou encore les transports collectifs, sera possible.

Autoroute automatisée

Les projets européens récents ont démontré la faisabilité d'une conduite hautement automatisée. Toutefois, les véhicules autorisant une telle forme de conduite sont très chers à équiper en raison de l'utilisation de capteurs spécifiques. Disposer d'infrastructure hautement coopérative et intelligente permettrait la réalisation d'une automatisation de la tâche de conduite à plus faible coût. Le défi restant consiste à réaliser un démonstrateur d'automatisation de la conduite à plus haute vitesse, à destination des réseaux autoroutiers, pour en maximiser la capacité. Une telle solution peut être considérée comme la forme la plus ambitieuse de gestion du trafic.

Route à énergie positive

Différentes innovations peuvent être utilisées pour mieux gérer l'énergie dans le secteur routier. Premièrement, les enrobés à froid ainsi que les matériaux traités à l'émulsion pour les réseaux secondaires apportent des gains énergétiques certains, de même que les revêtements à faible résistance au roulement. Le démonstrateur envisagé consiste à combiner sur un même lieu ces solutions existantes avec les différentes technologies précédemment présentées (route captrice et vectrice d'énergie), nécessairement en synergie avec les véhicules routiers équipés de dispositifs de recharge en mouvement.

Réseaux locaux lisibles et efficaces

Les routes à faible trafic nécessitent une meilleure gestion des vitesses pratiquées, qui aille au-delà de l'identification des points noirs et du contrôle-sanction. Les procédures d'inspection et d'audit sont encore limitées (du moins en Europe) aux routes principales. Des concepts tels que la route lisible, la route « qui pardonne » ou l'adaptation intelligente des vitesses sont dédiés aux routes à fort trafic. Dans ce démonstrateur, sera développée une méthodologie de diagnostic efficace pour les réseaux de route à moins fort trafic, de façon à renforcer leur niveau de sécurité, par exemple en étant capable de prédire le niveau d'adhérence ou la visibilité météorologique, afin d'en déduire des recommandations de vitesse plus pertinentes.

Un déploiement rendu délicat à cause d'une chaîne d'innovation qui tend à se rompre

La coopération public-privé qui a permis aux entreprises françaises de devenir des leaders en matière d'innovation est en train d'être remise en cause, ce qui retarde le déploiement des routes de cinquième génération.

Des chartes d'innovation routière hétérogènes

La charte d'innovation routière nationale, qui avait autorisé de nombreux chantiers expérimentaux dans le passé, a dû être révisée en 2006 pour se conformer au Code des marchés publics. Désormais, les innovations routières sont encadrées par l'article 75 du Code des marchés publics.

Cela a pour conséquences : une prise de risque moindre de la part des maîtres d'ouvrage, la charte stipulant que les solutions proposées doivent avoir prouvé leur fiabilité au préalable, et une prise de risque (théorique) maximale de la part des entreprises. Dans les faits, étant donnée l'exposition médiatique de la charte, un échec aurait des répercussions trop importantes, si bien que les entreprises tardent à faire concourir leurs innovations.

A contrario, les maîtres d'ouvrage des collectivités territoriales, devenus les principaux donneurs d'ordre, développent des chartes d'innovation locales car leurs besoins en termes d'innovation sont importants. Cependant, il est difficile de capitaliser les pratiques innovantes d'une collectivité à l'autre car celles-ci sont hétérogènes. Cela s'explique également par un réseau scientifique et technique (RST) moins présent.

Un RST moins audible par les maîtres d'ouvrage

Le Grenelle de l'environnement a eu pour effet un déplacement du RST sur les thématiques du développement durable. Les résultats obtenus en la matière sont remarquables mais ont pour conséquence la disparition d'une grande partie de l'expertise dans le domaine routier. Le RST a ainsi perdu sa capacité d'élaboration de la doctrine routière et de conseil, notamment auprès des directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL).

En l'occurrence, la réforme de l'ingénierie routière de l'Etat, souhaitable pour mieux séparer les rôles de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre, en particulier pour les travaux neufs, a comme résultat une rupture dans la recommandation de solutions innovantes. Aujourd'hui, dans le cas d'une infrastructure routière neuve, la maîtrise d'ouvrage est assurée par les DREAL qui établissent la concertation locale dans un cadre réglementaire de plus en plus complexe, notamment en matière d'environnement. La maîtrise d'œuvre est menée soit par les services d'ingénierie routière (SIR) au sein des directions interdépartementales des Routes (DIR), soit par des bureaux d'étude privés. Ce découpage, clair sur un plan juridique, n'aide pas à la diffusion des innovations dans les projets. Enfin, le renouvellement des compétences s'effectue dans un cadre de plus en plus « normalisé ». Le transfert des compétences du public au privé, qui s'établissait naturellement à travers les réseaux des corps techniques de l'Etat, s'efface progressivement au profit de recrutement dans les écoles d'ingénieurs et les universités. Les jeunes ingénieurs ainsi embauchés, manquant d'expérience sur le terrain, se concentrent principalement sur les processus de normalisation, ce qui a tendance à figer l'innovation.

Des laboratoires qui exercent une recherche plus académique

Devant la disparition de ces terrains d'expérimentation et des équipes techniques associées, la recherche finalisée a du mal à conserver sa légitimité. Les maîtres d'ouvrage, qui ne voient guère de transfert d'innovation de la part de ces laboratoires, ont du mal à comprendre leur raison d'être dans un monde où, l'innovation dans d'autres secteurs technologiques, est galopante.

Devant la difficulté à transférer les résultats de la recherche, les laboratoires ont dû s'adapter dans un secteur marqué par une mise en concurrence au plan international. Ainsi, les laboratoires sont poussés à produire de plus en plus de connaissances et à publier dans des revues internationales de haut niveau. Les équipes de recherche ont été incitées à se regrouper pour former des grosses entités et sont aujourd'hui évaluées par une seule et unique agence, quelles que soient leur spécificité et leur origine. Par exemple, les laboratoires universitaires et les équipes de recherches associées (ERA) à l'Ifsttar « subissent » la même évaluation, ce qui ne permet pas de mettre en avant le mérite de ces dernières.

Pourtant, la recherche, quelle que soit sa nature, doit pouvoir s'assurer de la pertinence de ses travaux et se nourrir des données expérimentales acquises sur le terrain. Cela lui permet d'identifier les problèmes de mise en œuvre, de refermer des pistes de recherche et par là même de renouveler ses axes de recherche.

La R5G vise à repenser le chaînon manquant

Pour rendre visible la recherche et l'innovation dans le domaine routier, l'Ifsttar a lancé en 2010 le projet R5G. Initialement inscrit dans le contrat d'objectifs 2010-2013 signé entre le Laboratoire central des Ponts et chaussées (LCPC) et l'Etat, celui-ci fait aujourd'hui partie des quatre grands projets fédérateurs de l'Ifsttar. Celui-ci vise la création de démonstrateurs de recherche au plan national et international.

Une R5G qui se dessine au plan international

Une telle ambition ne peut être envisagée qu'à l'échelle européenne. Le projet a donc fait l'objet d'une réflexion portée par plusieurs laboratoires européens, dont le *Transport Research Laboratory, TRL* (Royaume-Uni), le *Bundesanstalt für Strassenwesen, BASt* (Allemagne), le *Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart, DVS* (Pays-Bas), le *Vejdirektoratet, DRD* (Danemark), l'*Austrian Institute of Technology, AIT* (Autriche) et l'Ifsttar en France. Une alliance européenne s'est ainsi constituée autour du programme *Forever open Road (FOR)* piloté par le *FEHRL* (association européenne des instituts de recherche en génie civil) [2].

Le programme *FOR* s'attache à inscrire les problématiques d'infrastructures routières dans les agendas de recherche de la Commission européenne, notamment via le programme cadre de recherche et développement (PCRD) HORIZON 2020 (2014-2020) ; il se construit notamment à travers différentes plates-formes technologiques, notamment *ERTRAC (European Road Transport Research Advisory Council)* et *ECTP (European Construction Technology)*. Cela se concrétise notamment par la publication ; en janvier 2013, de trois feuilles de route complémentaires *(Adaptable Road, Automated Road* et *Resilient Road)* à même d'alimenter les appels à projets des années à venir. Pour les mettre en œuvre, un programme ERA-NET+, intitulé INFRAVATION, cofinancé par différents pays membres dont la France par l'intermédiaire du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (MEDDE) et de la Commission européenne, devrait voir le jour en 2013 pour un premier appel à projets escompté en 2014.

L'objectif, à court terme, est de rationaliser le montage de projets de recherche dans le domaine routier. Parallèlement, il convient d'héberger et de capitaliser les résultats de ces projets.

Une R5G mise en œuvre et exploitée au niveau local

Un « démonstrateur » marque, selon l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), une étape dans un processus de recherche-développement-industrialisation de technologies ; elle se situe juste avant la phase d'industrialisation et peut conduire à relancer des recherches appliquées au terme de l'expérimentation du démonstrateur (pour optimiser des technologies ou lever certains verrous économiques ou sociétaux).
Situé entre le laboratoire et la charte innovation, le démonstrateur de recherche constitue l'outil à privilégier pour commencer à déployer la R5G, en coopération étroite entre les entreprises privées et les laboratoires publics. Ces sites en vraie grandeur et sur route ouverte accéléreront l'évaluation des solutions disponibles dans les laboratoires et permettront d'identifier les plus prometteuses d'entre elles.

Une R5G qui bénéficiera aux autres infrastructures de mobilité

Les efforts de genèse des R5G impacteront directement les autres infrastructures de mobilité. En effet, les solutions innovantes dans le domaine routier sont susceptibles de se transposer dans le domaine ferroviaire, aéroportuaire et fluvial. Ainsi, la mise au point de chaussées auto-dégivrantes bénéficiera tout autant aux pistes aéroportuaires qu'aux chaussées des tramways à pneus. De même, les chaussées modulaires intégreront la problématique des transports guidés dès leur conception, permettant d'adapter efficacement une voie routière en voie de tramway au besoin. Cette idée est au cœur de l'initiative *FORx4 (Forever Open Road, Forever Open Railway, Forover Open River* et *Forever Open Runway)* du *FEHRL* et qui fait l'objet d'une réflexion commune de la part des quatre plates-formes technologiques européennes concernées que sont *ERTRAC (European Road Transport Research Advisory Council), ERRAC (European Rail Research Advisory Council), WATERBORNE TP* et *ACARE (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe)* au sein de l'alliance européenne transport *ETRA (European Transport Research Alliance).*

La transposition des technologies d'un mode à un autre améliorera grandement le transfert d'un mode de transport à un autre. Outre l'information multimodale, la création d'interfaces souples entre les gares et les rues contribuera à raccourcir la rupture de charge entre modes. Par exemple, les parkings automatisés en silos, les stations de véhicules électriques en libre partage, eux-mêmes rechargés par les installations électriques des gares en heures creuses lissant ainsi les pics de consommation électrique des heures d'affluence, sont autant de solutions permettant d'adapter les gares à la ville de demain.

Conclusion et perspectives

Le projet R5G vise à accélérer le déploiement des innovations, imaginées ou disponibles dans les laboratoires, à travers le développement de démonstrateurs de recherche de grande envergure, pour faire des infrastructures de mobilité des acteurs de la transition énergétique, en les rendant décarbonées, connectées aux réseaux d'information et à énergie positive. Ces démonstrateurs de recherches, conçus et opérés conjointement par les laboratoires publics et les entreprises privées, dynamiseront ce secteur économique de façon à maintenir celui-ci au premier rang mondial. Au niveau national, l'IDRRIM (Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité) semble être le bon lieu pour créer et animer cette dynamique et le fonds démonstrateur ADEME, l'instrument le plus adapté pour la concrétiser, sous peine de devoir davantage restreindre notre mobilité, qui constitue pourtant l'un de nos droits fondamentaux.

The fifth generation road
What infrastructure and what services are expected in 20 years?
Essential for the economy and for the proper functioning of any modern society, the road must take part in the challenges of the mobility energy transition and meet societal requirements for sustainable development. This goal is achievable, provided however that action is taken as of now to deploy the fifth generation road.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Des chaussées à longue durée de vie pour routes à forte circulation, rapport OCDE FIT, ISBN 978-92-821-0161-2, 2008

[2] Lamb, M., Collis, R., Deix, S., Krieger, B., Hautière, N (2012). Le Programme « Forever Open Road » : définition de la route de nouvelle génération. Routes-Roads – N° 352/353, pp. 120-129

[3] Sellam S., Basset B. (2012). Quelle mobilité en 2030 ? Revue TEC, N°216

[4] Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n° 834, janvier 2005, RGRA n° 871, novembre 2008

[5] Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA), dossier « Instrumentation de chaussées neuves et suivi à distance des chaussées réhabilitées », n° 901, mai 2012

[6] C. Mauduit, Ph. Nguyen, V. Mauduit, N. Venries, J.-P. Kerzeho, B. Pouteau, F. Hammoum, « Site instrumenté sur l'A75 – Impact des conditions climatiques sur les infrastructures routières », Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA), n° 907-908, décembre 2012-janvier 2013, pp. 80-85

[7] Sohm, J., Hornych, P., Kerzreho, J.-P., Cottineau, L.-M., Le Cam, V., Hautière, N., de La Roche, C., Van Damme, H. (2012). Remote monitoring of an experimental motorway section – An enabling technology of the 5th generation road. International Journal of Pavement Research Technology. Vol 5, N°5, pp. 289-294

[8] Kunz, J., Saintillan, C. (2012). La route de nouvelle génération en France et en Allemagne. Routes-Roads– N° 355, pp. 26-35

[9] M.-F. Ossola, « Mobilités du futur et métiers du futur – Le déploiement du véhicule électronique et l'ergonomie urbaine », Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA), n° 909, février 2013, pp 9-12

[10] Wu, H., (2012). Tutorial on Wireless Power Transfer, *Proceedings of the 1st Conference on Electric Roads and Vehicles, Park City, USA*