

Fiche : La Route Intelligente

Cette fiche n'a pas vocation à être exhaustive. Elle a pour but de contribuer à la connaissance du sujet et à questionner son lecteur.

Le secteur automobile et le domaine des infrastructures sont depuis plus d'une décennie un champ d'innovations majeures. Cette révolution de la mobilité au quotidien se rapporte autant à la technologie, grâce à l'essor de la digitalisation, qu'à l'usage, avec l'apparition de nouvelles formes de mobilité. La route est particulièrement concernée par le développement des systèmes de transport intelligents qui regroupent une vaste gamme de technologies, utilisent l'informatique et les télécommunications pour améliorer la sécurité, l'efficacité et la régulation des transports tout en respectant l'environnement. En France, l'Etat, les collectivités et les entreprises unissent leurs travaux dans des projets d'innovation majeurs pour convertir la route à ces transitions numériques, environnementales et énergétiques, écrivant ainsi la genèse de la route du futur.

Une nouvelle génération

Dans l'histoire du développement du réseau routier mondial, il y a eu peu de « générations » de routes. Pendant de très longues années, simple piste ou chemin, la première « génération » de route n'est devenue « route pavée » qu'à l'époque romaine. Puis la route a été revêtue pour devenir la « route lisse » permettant le déplacement des véhicules modernes à grande vitesse ; enfin elle a donné naissance à la « route continue » avec les autoroutes. La dernière génération de route, appelée route de « 5ème génération » ou « R5G » est née des nombreux challenges environnementaux et sociaux auxquels doivent faire face aujourd'hui nos réseaux routiers : effets du changement climatique, pollution, volumes de trafic toujours plus grands associés à une forte demande de mobilité de la part des usagers... Elle devra être capable de s'autodiagnostiquer, de s'autoréparer, de produire de l'énergie. La R5G porte donc en son sein la modernisation d'une route qui renvoie aujourd'hui une image globalement négative et dégradée.

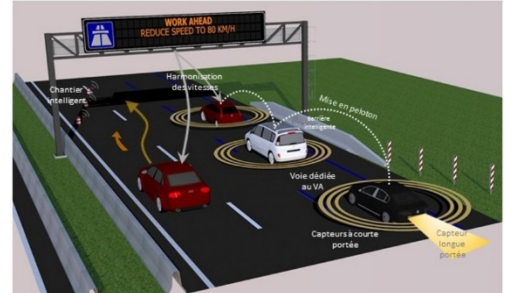
La genèse européenne et la déclinaison française de la route intelligente

L'élan est venu de l'Union européenne et de son programme « Forever Open Road » ou « FOR » porté par le Forum Européen des Laboratoires Nationaux de Recherches Routières (FEHRL). Encore à l'état de concept en 2009, le programme FOR se définit aujourd'hui à travers un programme de travail détaillé qui s'appuie sur des essais technologiques identifiés. FOR propose notamment une stratégie pour le développement de la route de nouvelle génération à travers l'Europe : maintenir le réseau existant, puis construire et entretenir un réseau plus avancé technologiquement et de manière la plus économique et la plus écologique possible. Ainsi, FOR établit trois concepts pour la route nouvelle génération :



- La route adaptable : facilite le travail des opérateurs routiers en leur proposant des solutions flexibles pour répondre à la demande de transport pour tous les modes (ajustement des voies réservées, interdiction dynamique de dépasser pour les poids lourds, régulation des accès urbains, utilisation de voies réversibles, etc.).
- La route automatisée : intègre totalement les technologies de l'information et de la communication (TIC) entre l'utilisateur, le véhicule, les services de gestion du trafic et l'opérateur routier.
- La route résiliente : assure un niveau de service élevé dans le temps et ce même sous des conditions climatiques extrêmes.

Le programme français décliné par l'IFSTTAR¹ sous le terme « route de 5ème génération » ou « R5G » reprend les mêmes concepts de base que FOR : une route adaptable, automatisée et résiliente au changement climatique. Les chercheurs de l'IFSTTAR ont déjà mené à maturité un certain nombre d'essais visant à développer ce nouveau type d'infrastructure à même de supporter les véhicules autonomes, ceux-ci étant une composante de la route de 5ème génération.



Autoroute hybride munie d'une voie dédiée à la circulation des véhicules autonomes - Droits IFSTTAR

Un contexte national en pleine évolution

Plusieurs initiatives dans la sphère publique ont été lancées pour favoriser l'innovation dans le domaine de la route intelligente. Les plus visibles d'entre elles sont les suivantes :

La directive européenne 2010/40/UE du Parlement européen et du Conseil du 7 juillet 2010 concernant le cadre pour le déploiement de systèmes de transport intelligents dans le domaine du transport routier et d'interfaces avec d'autres modes de transport. Entrée en vigueur le 7 août 2010, elle cible les systèmes de transport intelligents (STI), « des applications avancées qui, sans pour autant comporter de processus intelligent à proprement parler, visent à fournir des services innovants liés aux différents modes de transport et à la gestion de la circulation et permettent à différents utilisateurs d'être mieux informés et de faire un usage plus sûr, plus coordonné et plus « intelligent » des réseaux de transport ». La directive cible les domaines prioritaires pour l'élaboration et l'utilisation de spécifications et de normes :

- l'utilisation optimale des données relatives à la route, à la circulation et aux déplacements,
- la continuité des services de STI de gestion de la circulation et du fret,
- les applications de STI à la sécurité et à la sûreté routières,
- le lien entre le véhicule et les infrastructures de transport.

La Fabrique des Mobilités lancée par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (Ademe) en octobre 2015. Il s'agit d'un programme d'accélération européen dédié aux acteurs du transport et des mobilités, dont l'objectif est de soutenir des projets innovants de transports et de mobilité en facilitant, par exemple, leur accès aux marchés ou à des territoires d'expérimentations. Une plateforme et plusieurs conférences permettent aux entrepreneurs de partager leurs expériences, leurs compétences et leurs contacts ainsi que de mettre en commun des ressources. (Cf. Les projets lauréats de l'édition 2016 : <http://laureatsfabriquedesmobilites.strikingly.com/>)

¹ Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux.

L'initiative Mobilité 3.0, portée par le ministre en charge de l'Environnement, a été confiée fin 2016, par décision conjointe des Ministères de l'Industrie, des Transports et de l'Environnement, pour un mandat de 5 ans, à ATEC² ITS France, suite à la parution d'un livre vert, issu du large travail de concertation mené par l'association. Ce programme national a pour but de structurer les acteurs de l'écosystème de la mobilité, afin d'assurer le leadership de la France dans le domaine des ITS et de favoriser le développement de solutions innovantes, tant en

France qu'à l'international. ATEC ITS a pour missions de rapprocher les professionnels de la mobilité (entreprises, acteurs publics, recherche, monde académique) et de favoriser les échanges et les expériences entre décideurs publics et concepteurs de solutions.

L'appel à projets d'innovation routière est l'un des outils mis en place par la Direction des Infrastructures de Transport du ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES) pour **encourager l'innovation dans les domaines techniques des routes et des rues**. Il vise à permettre la réalisation de **chantiers de démonstration** pour tester les propositions d'innovation des entreprises en **vraie grandeur et dans des conditions réelles d'environnement**, avec un **suivi** assuré par le réseau scientifique et technique du MTES. Son action se situe en aval des actions de recherche et développement, après les premiers tests.

Pour élaborer l'appel à projets 2018, ont été recueillies les suggestions des conférences techniques interdépartementales des transports et de l'aménagement (COTITA) pour la remontée des besoins des collectivités locales et plus particulièrement des conseils départementaux et des communautés urbaines, des directions interdépartementales des routes (DIR), des entreprises et bureaux d'études via l'IDRRIM³.



Enfin, lancées en septembre 2017 par Elisabeth Borne, ministre chargée des transports, **les Assises nationales de la mobilité** se sont déroulées jusqu'en décembre 2017. Cette grande consultation s'est adressée à tous les acteurs du territoire. Usagers, collectivités, opérateurs, acteurs économiques et ONG ont été conviés à participer et à faire émerger de nouvelles solutions. Les Assises visaient à identifier les besoins et les attentes prioritaires de tous les citoyens autour de la mobilité en accordant une attention particulière aux transports de la vie quotidienne, aux zones rurales et périurbaines. Des Assises et de leurs suites a émergé le **projet de Loi d'orientation des mobilités (LOM)**, présenté au premier trimestre 2018 et actuellement en cours d'examen.

Deux projets européens déclinés en Bretagne : SCOOP et C-Roads

Le projet SCOOP, lancé en 2014 par le secrétaire d'État aux Transports, est un projet de déploiement pilote de systèmes de transport intelligents coopératifs. Son principe est d'équiper routes et véhicules, qui peuvent ainsi s'échanger différentes informations : conditions de circulation, services offerts aux usagers, etc. Plus précisément, les véhicules sont équipés de capteurs qui détectent des événements (route glissante, choc, freinage brusque...) et d'unités embarquées qui transmettent l'information aux véhicules en amont ainsi qu'au gestionnaire via des unités de bord de route. Les principaux objectifs attendus du projet sont l'amélioration de la sécurité routière et de la sécurité des agents d'exploitation, l'efficacité de la gestion de trafic et l'optimisation des coûts de gestion de l'infrastructure.

² Association pour le développement des techniques de transport, d'environnement et de circulation

³ Institut Des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité (IDRRIM) soutient l'innovation dans le domaine routier et recense les dispositifs de financement par les Programmes Nationaux.

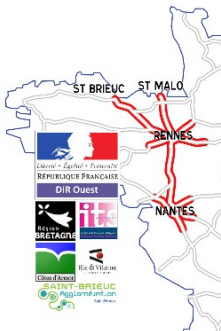
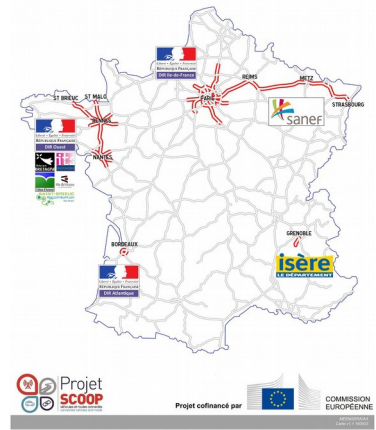


SCOOP rassemble de nombreux partenaires publics et privés autour de l'Etat qui en assure la coordination : des collectivités locales, des gestionnaires routiers, les constructeurs automobiles PSA et Renault, des universités et des centres de recherche. De nouveaux partenaires ont rejoint le projet en janvier 2016 : un opérateur télécom, un fournisseur de services de sécurité, et des partenaires autrichiens, espagnols et portugais. Le projet organise aussi des tests avec l'Autriche, l'Espagne et le Portugal.

Aujourd'hui, **SCOOP** est entré en phase dite de roulage, pour une expérimentation de 9 mois, avec un déploiement de plusieurs dizaines de véhicules connectés en circulation depuis le début d'année 2018 et 2 000 kilomètres de routes répartis sur cinq sites pilotes : l'Île de France, l'autoroute Paris-Strasbourg, la rocade de Bordeaux, des routes départementales de l'Isère et dans le Grand Ouest.

Des constructeurs automobiles recherchent désormais des volontaires pour participer à ce test grandeur nature sur routes ouvertes. Ceux-ci verront leurs véhicules équipés d'un modem, de deux antennes et d'un logiciel adéquat montés directement et gratuitement sur les véhicules en concession. Une fois équipées, les voitures pourront communiquer entre elles, mais également avec les gestionnaires des différentes autoroutes qui pourront signaler en amont les dangers potentiels (accidents, brouillard, travaux, objets sur la voie...).

Les sites pilotes SCOOP



En Bretagne, le projet fédère la direction interdépartementale des routes Ouest (DIRO), l'association GIS ITS⁴, la Région Bretagne, les Conseils Départementaux des Côtes-d'Armor et d'Ille-et-Vilaine et Saint-Brieuc Agglomération.

Le test a été lancé en 2016 avec l'équipement de 300 véhicules de la DIRO, des conseils départementaux des Côtes-d'Armor et d'Ille-et-Vilaine qui empruntent plus de 400 km de réseaux connectés sur les axes Rennes - Saint-Brieuc, Rennes - Saint-Malo, Rennes - Nantes et Nantes - Saint-Nazaire.

Le projet C-Roads-France, publié le 25 avril 2017, est un projet de déploiement des systèmes de transport intelligents coopératifs. Il est la déclinaison locale d'un plus vaste projet européen, **C-Roads Platform**, visant à harmoniser les techniques et services à l'échelle européenne. Huit États membres (Allemagne, Autriche, Belgique, Pays-Bas, République Tchèque, Slovaquie, Royaume-Uni et France) contribuent à cette convergence, en partenariat avec d'autres États qui rejoignent progressivement la dynamique (Espagne, Finlande, Hongrie, Italie, Portugal et Suède).

Au niveau français, le projet rassemble des gestionnaires d'infrastructures routières et/ou de mobilité, des constructeurs automobiles, des universités et instituts de recherche, des experts en sécurité informatique. Quatre sites pilotes sont retenus au niveau national pour cette expérimentation : l'Est (avec la SANEF⁵, la DIR Est et l'Eurométropole de Strasbourg), le Centre-Est (avec la DIR Centre-Est,

4 GIS ITS est une fédération d'organismes, pour la plupart implantés en Bretagne, qui s'intéressent aux Systèmes de Transport Intelligents et qui ont décidé de développer ensemble des activités de nature scientifique sur ce thème

5 Société des autoroutes du Nord et de l'Est de la France

Autoroutes Paris-Rhin-Rhône et Vinci Autoroutes), le Sud-Ouest (avec la DIR Atlantique et la métropole de Bordeaux) et l'Ouest (avec la DIRO et Vinci Autoroutes).

Les objectifs de **C-Roads-France** sont l'amélioration et l'extension de l'offre de services aux usagers déployés dans le cadre de **SCOOP**. Dans l'Ouest, le projet s'appuie sur l'infrastructure et les équipes mises en place en associant les actuelles collectivités partenaires et en élargissant aux autres collectivités candidates. La DIRO vise l'équipement (en orange sur la carte) de l'ensemble de son réseau de routes à chaussées séparées non couvert par le projet **SCOOP** (en vert sur la carte), alors que Vinci Autoroutes équipera les axes Le Mans–Nantes et Le Mans–Bretagne.



Couverture du réseau en ITS Coopératifs (en vert : projet Scoop, en Orange : projet C-Roads)

Quelques exemples de développements dans les entreprises

Le développement de l'électromobilité

L'autonomie des batteries des voitures électriques étant un frein considérable au développement des véhicules électriques, **l'électromobilité** ou la **recharge des véhicules électriques sans contact** constituent un axe de recherche et développement important. Grâce à l'induction, un dispositif de recharge des batteries pourra être inclus dans la route de manière simple et peu coûteuse. Les premiers essais de recharge par induction de véhicules en marche, en conditions réelles, sur une piste privée, sont en cours chez l'Institut de transition énergétique VeDeCom et l'entreprise Colas.

La chaussée connectée

Des capteurs, placés dans le revêtement de la chaussée, permettraient de faire de la **maintenance anticipée** dite « prédictive », grâce au recueil de multiples données sur les **caractéristiques physiques de la route** analysées en temps réel (présence de verglas, taux de déformation de la route, pression, teneur en eau, etc.). L'objectif est double : améliorer la durabilité et la sécurité des infrastructures routières mais aussi optimiser les coûts de maintenance en limitant et planifiant les interventions des opérateurs. Cette technique, actuellement étudiée par la start-up Altroad avec Eiffage, est issue de travaux menés à l'école Polytechnique et l'IFSTTAR.

Enfin, ces capteurs, placés dans l'enrobé ou sur le bas-côté des voies, connectés à des stations de transmission des données pourraient également détecter les adresses d'identification des voitures et des smartphones en circulation, via le réseau Bluetooth, afin de **prévenir en temps réel l'automobiliste et l'opérateur de l'état de la chaussée**. Aujourd'hui, Eurovia gère un projet de chaussée connectée de ce type appelé Smartvia®, dans le cadre de contrats de recherche.

Des applications de maintenance prédictive

Des applications sont également en cours de développement dans l'objectif d'anticiper la survenue d'incidents sur des axes routiers très empruntés. Ainsi, la société Qucit propose une application d'aide à la gestion « RoadPredict » sur une portion de 100 km de l'A63 entre Bordeaux et Bayonne qui supporte un trafic important et un fort taux de poids-lourds. Les algorithmes de Qucit agrègent les données d'incidents survenus sur ce tronçon avec d'autres données (nombre de voies, distance d'un péage, calendrier, météo) ce qui permet d'anticiper la survenue d'autres incidents. Le gestionnaire de

l'autoroute, ainsi « prévenu », peut orienter les patrouilleurs au bon endroit, dans les meilleurs délais et gagner en sécurité. L'application devrait pouvoir à terme également détecter les pannes ou la présence d'animaux errants.

La prévision et la gestion de trafic

La Société des autoroutes du Nord et de l'Est de la France (SANEF) utilise un réseau d'antennes Bluetooth placées en bord d'autoroutes pour détecter, compter les véhicules et en déduire la densité du trafic. La SANEF a développé pour ses clients sa propre application mobile offrant la possibilité de mesurer, en temps réel, le temps de parcours en fonction de la direction souhaitée. La SANEF a également mis au point un « système central intelligent » qui analyse toutes les données de circulation et transmet si besoin des informations aux panneaux de signalisation pour réduire la vitesse maximale par tranche de 20km/h. Cet équipement fonctionne déjà sur l'A13 entre Mantes et Poissy et sur l'A4 à l'approche de Strasbourg.

Ces quelques exemples, non exhaustifs, illustrent les possibilités offertes par les nouvelles technologies en matière de gestion patrimoniale, de gestion du trafic ou de développement de nouvelles mobilités. Elles peuvent aussi participer à la transition énergétique, comme l'illustre le programme « Route solaire ».

La Route solaire

Soutenue par l'Etat, qui avait fixé l'objectif de construction de 1 000 kilomètres de route solaire d'ici à 2020, la route solaire est développée par l'entreprise Colas via sa filiale Wattway en collaboration avec l'Institut national de l'énergie solaire (Ines). Ce système, issu de 5 années de recherche, composé d'un revêtement routier structuré de capteurs photovoltaïques, permet de **produire de l'électricité, tout en permettant la circulation de tout type de véhicule**. Entre 2016 et 2017, la route solaire a été testée, en fonction de différentes conditions climatiques et pour différents usages, sur une douzaine de sites en France métropolitaine, un site à La Réunion, un aux Etats-Unis et un au Japon.

La première section de route solaire au monde, financée par l'État à hauteur de 5 millions d'euros hors taxe, a été inaugurée à Tourouvre dans l'Orne en décembre 2016. Elle compte 2 800 m² de dalles collées sur un kilomètre de chaussée de route départementale ouvert à la circulation. Fin 2017, soit un an après son inauguration, ce kilomètre de route solaire avait produit 149,4 MWh d'électricité, soit 418,3 trajets Paris-Alençon en voiture électrique. Ce n'est toutefois que la moitié de l'objectif de production initialement fixé car toutes les dalles n'ont pas été fonctionnelles sur toute la période. La vitesse de circulation sur les dalles a également été limitée à 70 km/h en raison du bruit engendré par le roulement et les plaintes de quelques riverains. Le maître d'œuvre, l'entreprise Wattway, travaille à leur amélioration pour limiter les problèmes d'encrassement, la baisse de production d'électricité lorsque le soleil est bas, mais aussi optimiser leur recyclage. Enfin, il semble que l'avantage qu'offre la grande surface disponible soit également altéré par les dépôts des gommes qui réduisent progressivement l'efficacité du procédé. Par ailleurs, plus la circulation est dense et moins le procédé est efficace : il faudrait donc le réserver aux routes relativement peu fréquentées.

En Chine, une portion de « route solaire pilote » de deux kilomètres a été ouverte par Qilu Transportation Development Group. Contrairement à la route française, la vitesse de circulation peut y être de 110 km/h. Les panneaux couvrent 5 875 mètres carrés et ont un potentiel d'un million de kWh d'électricité annuel. Une première « super-autoroute » alimentée par énergie solaire, permettant de voyager à une vitesse maximale de 120 km/h, est annoncée d'ici 2022.

La plupart des innovations qui composent les routes de demain sont aujourd'hui quasiment arrivées à maturité : communication et échange d'énergie et d'informations entre l'infrastructure, le véhicule et le gestionnaire du réseau ; matériaux recyclables capables de s'auto-diagnostiquer et de s'auto-réparer ; état de surface optimal en permanence malgré les variations climatiques... Maintenant, au-delà du stade expérimental, l'un des principaux défis qui se présente est d'accueillir progressivement sur ces routes des véhicules autonomes, tout en continuant d'accueillir les véhicules conventionnels. Il faudra savoir évaluer la nature, l'ampleur et la temporalité de ces évolutions, afin d'en mesurer l'acceptabilité socio-économique et l'impact sur le comportement des usagers.

Quelles que soient les innovations technologiques, il faut la collaboration des collectivités locales et des gestionnaires de réseau pour tester les solutions imaginées afin d'encourager les essais « taille réelle » et de rendre ces démarches opérationnelles. La conception de démonstrateurs à grande échelle nécessite l'appui de financements conséquents et leur intégration à l'échelle industrielle à des coûts mesurés demeure un vrai défi. C'est pourquoi, la consultation de l'ensemble des acteurs (chercheurs, industriels, propriétaires de réseaux routiers et usagers) doit aboutir à une hiérarchisation des innovations pour la création de démonstrateurs à échelle réelle, plus facilement transposable par ailleurs.

Le projet de LOM, actuellement en discussion, souligne ce potentiel des acteurs économiques et scientifiques de la mobilité et indique que les politiques de mobilité doivent s'appuyer encore plus sur l'initiative des entreprises en laissant toute sa place à l'expérimentation.

Pour aller plus loin

Directive 2010/40/UE du Parlement européen et du Conseil du 7 juillet 2010 concernant le cadre pour le déploiement de systèmes de transport intelligents dans le domaine du transport routier et d'interfaces avec d'autres modes de transport

Site de l'IFSTTAR : www.IFSTTAR.Fr

Site de l'ATEC, le Livre vert de la mobilité 3.0 : https://atec-its-france.com/wp-content/uploads/2015/09/Livre-Vert-Mobilite-3_0-ATEC-ITS-France.pdf

<http://www.foreveropenroad.eu> - FOREVER OPEN ROAD – DEFINITION DE LA ROUTE DE NOUVELLE GENERATION - M. LAMB & R. COLLIS - S. DEIX - B. KRIEGER - N. HAUTIERE

<https://www.idrrim.com/Innovation/programmes-nationaux/>

Projet SCOOP : <http://www.scoop.developpement-durable.gouv.fr/presentation-du-projet-scoop-a29.html>

<https://www.mobilite-intelligente.com/article/politiques-publiques/politiques-STI>

Projet C-ROADS : C-Roads - The Platform of harmonised C-its deployment in europe. <https://www.c-roads.eu/platform.html>

<https://www.mobilite-intelligente.com/> : Ce site est administré par le Cerema et le Ministère des Transports. En lien avec l'initiative Mobilité 3.0, il vise à partager, capitaliser et diffuser les connaissances sur la méthodologie, les usages et les solutions déployées dans les territoires, ainsi que les expérimentations de solutions innovantes dans le domaine de la mobilité intelligente.

Assises Nationales de la mobilité : <https://www.assisesdelamobilite.gouv.fr/>

Contact : NICOLLEAU Karine
CEREMA/DTerOuest/DMI/M
Tél: 02 40 12 84 60
Karine.Nicolleau@cerema.fr