

# FOREVER OPEN ROAD – DEFINITION DE LA ROUTE DE NOUVELLE GENERATION

M. LAMB & R. COLLIS

Infrastructure Division, TRL Ltd., United Kingdom

[mlamb@trl.co.uk](mailto:mlamb@trl.co.uk) / [bcollis@trl.co.uk](mailto:bcollis@trl.co.uk)

S. DEIX

AIT, Austria

[Stefan.Deix@ait.ac.at](mailto:Stefan.Deix@ait.ac.at)

B. KRIEGER

BAST, Germany

[KriegerB@bast.de](mailto:KriegerB@bast.de)

N. HAUTIERE

Infrastructure and Mobility Department, IFSTTAR, France

[Nicolas.hautiere@ifsttar.fr](mailto:Nicolas.hautiere@ifsttar.fr)

## ABSTRACT

Il a fallu des milliers d'années pour que le réseau routier mondial se développe. Cependant, il y a eu peu de « générations » de route. D'abord chemin mulotier, elle s'est successivement transformée en route pavée, route lisse puis route continue (l'autoroute), les deux dernières générations s'étant développées durant les cent dernières années. Le programme Forever Open Road vise à créer une nouvelle génération de route, celle-ci étant adaptable, automatique et résiliente. Il vise à démontrer comment construire et maintenir des routes qui s'accommodent des nouvelles technologies et sont résilientes au changement climatique. Le concept vise à sélectionner les meilleures technologies existantes et à venir, à en combler les manques et à produire une solution qui s'adapte à tous les types de routes, qu'elles soient urbaines, rurales ou autoroutières.

Le concept de Forever Open Road constitue le programme phare du Forum Européen des Laboratoires Nationaux de Recherches Routières (FEHRL). Les essais technologiques qui supportent ce programme sont déjà en cours de réalisation. Celui-ci vise à la réalisation de projets à grande échelle démontrant comment la prochaine génération de routes fonctionnera. Ce papier décrit le concept de la Forever Open Road ainsi que le programme de recherche afférant. Celui-ci appelle des investissements supérieurs dans la recherche, qui associé à une stratégie claire et partagée, permettra de proposer une nouvelle génération de route prête à être adoptée à travers l'Europe entière, ce en rupture avec l'approche « au coup par coup » usuelle dans ce domaine.

## 1. INTRODUCTION

Il a fallu des milliers d'années pour que le réseau routier mondial se développe. D'abord piste, elle s'est successivement transformée en route pavée, route lisse (permettant aux véhicules modernes de se déplacer à grande vitesse) et route continue (l'autoroute). Les deux dernières générations s'étant développées durant les cent dernières années. Une nouvelle génération de route doit émerger pour atteindre les challenges auxquels doivent faire face les réseaux routiers Européens. Ces challenges incluent le changement climatique et les événements météorologiques extrêmes, des volumes de trafic supérieurs grands associés à une forte attente de mobilité de la part des usagers. Dans le même temps, les systèmes de transport intelligents, la conception des véhicules, les communications sans fil et les capteurs continuent à progresser à rythme soutenu. Face aux défis à venir et aux opportunités à saisir, le programme Forever Open Road (FOR)

visée à redéfinir la façon dont les routes seront conçues, construites, exploitées et entretenues à l'avenir. Tout en reconnaissant les progrès importants qui ont été réalisés en matière de recherche dans le domaine routier, force est de constater que ceux-ci ont été en grande partie obtenus par une amélioration progressive de diverses disciplines de l'ingénierie, à travers une approche plutôt « au coup par coup ». A l'inverse, FOR adopte une approche globale qui couvre tous les éléments, non pas d'une simple évolution, mais d'une « révolution ».

FOR vise à produire une solution qui s'adapte à tous les types de routes, qu'elles soient urbaines, rurales ou autoroutières. FOR sera construit à partir d'éléments préfabriqués, eux-mêmes réalisés à partir de matériaux durables. Elle sera adaptée aussi bien aux routes nouvelles qu'aux routes existantes, qu'elles soient urbaines ou interurbaines. Elle aura une capacité modulable (voies, bande d'arrêt d'urgence, terre-plein central) et sera équipée de systèmes intégrés de télécommunication. Elle s'auto-diagnostiquera, collectera de l'énergie, s'auto-nettoiera et s'auto-réparera. Elle communiquera avec les véhicules et rendra possible la conduite automatique.

Le concept repose sur trois éléments : adaptable, automatisé et résilient au changement climatique. L'élément adaptable est l'élément primordial car c'est lui devra s'adapter aux besoins futurs en matière de transport quel que soit l'endroit en Europe. Par exemple sur autoroute, il permettra d'ajouter des voies supplémentaires ou un deuxième tablier. Le terre-plein central pourra être déplacé pour répondre à la demande de trafic et les sections endommagées pourront être enlevées et remplacées, puis renvoyées pour réparation.

L'élément automatisé comprendra une chaussée qui est capable de s'auto-diagnostiquer, et rend possible la coopération entre les véhicules et l'infrastructure, notamment en établissement automatiquement des consignes de vitesse et d'interdistance ou encore en allouant des voies dynamiquement.

L'élément résilient devra résister voire atténuer les effets d'un certain nombre de facteurs climatiques et environnementaux. La route sera silencieuse, construite à partir de matériaux pauvres en carbone. Les eaux de pluie seront collectées pour prévenir les inondations. L'énergie solaire sera capturée pour alimenter l'éclairage, la signalisation voire les véhicules électriques eux-mêmes. Il est ainsi envisagé qu'à travers une conception appropriée de la route, celle-ci puisse avoir un bilan carbone neutre voire négatif. Pour chacun de ces éléments, il s'agit désormais d'en développer les différentes facettes, comme les matériaux et composants, les stratégies de maintenance, les principes de gouvernance et l'émergence de normes communes.

FOR est le programme phare du Forum Européen des Laboratoires Nationaux de Recherches Routières (FEHRL). Conçu et développé à l'origine par six organismes 'fondateurs' que sont le TRL (Royaume-Uni), le RWS (Pays-Bas), la BAST (Allemagne), l'IFSTTAR (France), le DRI (Danemark) et l'AIT (Autriche), il est désormais ouvert à la communauté FEHRL, ainsi qu'aux acteurs extérieurs au FEHRL. Il nécessite désormais l'implication des gestionnaires routiers, des équipementiers de la route, des constructeurs de véhicules et des spécialistes en communication et nouvelles technologies.

## **2. LA NECESSITE DE LA FOREVER OPEN ROAD**

Les routes sont indispensables à toute société moderne. Son importance économique peut être illustrée par le fait que 80 % du FRET dans l'espace économique Européen est aujourd'hui réalisé par la route. Plusieurs milliards d'Euros sont ainsi dépensés chaque année en Europe pour la conception, la construction, l'exploitation et l'entretien des routes, avec le seul objectif de maintenir le continent en mouvement et de faire en sorte que l'économie soit à la fois durable et en capacité de croître. Cela devrait se traduire par une croissance d'environ 50 % du trafic dans les deux prochaines décennies.

La logistique et l'exploitation des réseaux routiers et du trafic qui les empreinte a cependant un coût pour la société, à la fois sur un plan financier mais aussi sur un plan environnemental. Par exemple, environ 25% du total des émissions de CO<sub>2</sub> dans la zone des 27 provient des transports. Cela a pour conséquence que dans le cadre du scénario « business as usual », le transport routier sera le seul secteur pour lequel l'émission de CO<sub>2</sub> va augmenter en valeur absolue. En outre, les accidents de la route dans l'UE ont causé 34 500 décès en 2009, sans compter les décès attribuables à la pollution de l'air et les blessés graves. En outre, la congestion a un coût de plusieurs dizaines de milliards d'euros et prend une place de plus en plus importante dans la plupart des politiques de transport nationales et Européenne.

Dans ce contexte, il est clair que les efforts visant à répondre simultanément aux défis sociétaux de la décarbonisation, de la fiabilisation des temps de déplacement, de la réduction de la consommation d'énergie et d'augmentation de la sécurité, exigent de nouvelles façons de construire, exploiter et entretenir les infrastructures routières au niveau Européen. Cela est confirmé par l'agenda stratégique de recherche 2010 d'ERTRAC, où l'infrastructure joue un rôle clé dans la réalisation de 6 des 7 objectifs poursuivis. L'intégration avec les autres composantes du système de transport routier est donc essentielle pour améliorer l'efficacité du système dans son ensemble.

Par exemple, l'efficacité énergétique des véhicules est nettement déterminée par la conception de la route. Cela inclut la résistance au roulement de la couche de roulement, la gestion des flux de trafic, la diffusion d'informations au conducteur efficaces concernant par exemple l'état du trafic ou encore une maintenance efficace.

En outre, l'influence de l'infrastructure routière sur la qualité de l'environnement est importante (bruit, qualité de l'air, habitat naturel, ressources naturelles). De fait, au cours des dernières décennies, cela a constitué le moteur essentiel de nombreux grands programmes de recherche d'envergure, tels que les programmes Hollandais IPG et IPL sur le bruit et la qualité de l'air, ou encore le programme EUCAR sur les véhicules.

### **3. LES BENEFICES DE LA FOREVER OPEN ROAD**

Le développement d'une route de nouvelle génération implique des méthodes novatrices de conception, construction, exploitation, de façon à maintenir les infrastructures routières comme un maillon essentiel du système de transport Européen. Néanmoins, le développement des technologies concernées est coûteux et prend du temps, tandis que les budgets sont sous pression et que le calendrier de réalisation des objectifs stratégiques Européens est court voire contraignant. Toutefois, les bénéfices à long terme pour l'économie, l'environnement et la société d'une telle route de nouvelle génération seront considérables (voir Figure 1).

ADAPTABLE	AUTOMATIQUE	RESILIENTE
<p><i>La route adaptable permettra de concevoir, construire et entretenir les routes de manière rapide et rentable.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exigences de maintenance et de renouvellement réduites;</li> <li>• Intégration souple avec les autres moyens de transport;</li> <li>• Adaptable aux futures moyens et technologies;</li> <li>• Coûts de maintenance réduits / cycles de vie moins élevés;</li> <li>• Bilan carbone de la construction et de l'exploitation neutre voire négatif;</li> <li>• Réduction du nombre d'accidents des usagers et ouvriers de la route;</li> <li>• Réduction du danger sur les chantiers routiers;</li> <li>• Nuisances sonores réduites.</li> </ul>	<p><i>La route automatique intégrera de l'intelligence en bord de voies pour supporter les applications dans les véhicules, les services à l'usager et au gestionnaire.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Congestion réduite / fiabilité des temps de parcours améliorée</li> <li>• Intégration souple avec les autres moyens de transport;</li> <li>• Diagnostic permanent de la route pour permettre la meilleure stratégie de gestion et d'entretien;</li> <li>• Sécurité des usagers améliorée;</li> <li>• Amélioration de la gestion de la qualité de l'air;</li> <li>• Péage électronique efficace;</li> <li>• Usage efficace des technologies émergentes.</li> </ul>	<p><i>La route résiliente sera opérationnelle malgré les effets du climat (événements météorologiques sévères).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptable aux effets du changement climatique, comme les inondations, la chaleur et le froid;</li> <li>• Usage réduit d'énergie grâce à la génération d'énergie in situ;</li> <li>• Capture et mitigation des émissions.</li> </ul>

Figure 1 - Les retombées de la Forever Open Road

### 3.1. Retombées pour l'économie

Les bénéfices les plus importants proviendront de la réduction de la congestion et de l'amélioration de la fiabilité des temps de parcours associés obtenue à moindre coût. FOR favorisera une mobilité accrue et une meilleure logistique car elle vise à coordonner et intégrer les programmes de développement comparables dans le domaine des véhicules, des services de l'énergie et des matériaux. Dans le même temps, FOR encouragera l'engagement et la collaboration pan-Européenne et stimulera la recherche dans les États membres, ce qui permettra de réaliser des économies et par là-même profiter à tous. Cela permettra de renforcer l'économie européenne et de la maintenir compétitive au plan mondial.

### 3.2. Retombées pour la société

La société toute entière bénéficiera de FOR car elle permettra de réduire la mortalité routière grâce à de meilleures règles de conception (par exemple la « route qui pardonne » et la « route lisible et prévisible »). FOR vise également la sécurité des chantiers qui peut encore s'améliorer par l'automatisation et la robotisation des activités à risque. Enfin, en favorisant le développement d'un système de transport intégré, transparent à la fois pour les passagers et les marchandises, FOR vise à renforcer le lien social dans la société Européenne.

### 3.3. Retombées pour l'environnement

En complément des bénéfices attendus pour l'économie, la réduction de la congestion sera également bénéfique pour l'environnement, tant au niveau local (émission de polluants) que global (émission de GES). La qualité de vie à proximité des réseaux routiers sera améliorée par de nouveaux progrès dans la réduction du bruit. On pense, notamment aux innovations sur les revêtements incorporant des résonateurs de Helmholtz. En fournissant des techniques avancées de gestion du trafic, FOR sera également en mesure de gérer dynamiquement la demande de trafic, en séparant par exemple les flux sur la base de leur classe environnementale (moteurs électriques vs. Moteurs à combustion). En outre, FOR visera à préserver voire même améliorer les habitats naturels

à proximité des réseaux routiers, ce en harmonie avec les réglementations en vigueur telles que NATURA 2000.

#### **4. L'APPROCHE FOREVER OPEN ROAD**

FOR vise à développer des méthodes et des systèmes capables de fonctionner sur les différents réseaux routiers Européens, par nature très divers, ce en intégrant l'offre existante de route et en s'adaptant à des environnements différents, qu'ils soient urbains ou ruraux. FOR s'appliquera aussi bien à l'entretien et au renouvellement des routes existantes qu'à la construction de routes nouvelles et sera ainsi en mesure de d'atteindre les valeurs cibles visées par l'Europe, soit :

- Des niveaux très élevés de trafic;
- Des besoins d'accessibilité et de fiabilité;
- Des objectifs de réduction de la mortalité routière ;
- Des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de bruit ;
- Une demande croissante de sûreté dans le transport de marchandises.

Ce programme développera et démontrera la viabilité, les bénéfices et l'utilité pratique de ces trois principaux éléments :

##### **4.1. La route adaptable**

La route adaptable fournira des méthodes rapides et rentables pour construire et entretenir les routes. Cela implique une remise en question de la façon dont on construit les routes. Cela inclut l'utilisation d'éléments préfabriqués, de mise à niveau des structures de chaussées avec des caractéristiques de longue durée capables d'incorporer des éléments amovibles et interchangeables et pouvant accueillir de nouvelles formes de véhicules motorisés et de systèmes de guidage. L'élément adaptable sera la clé du concept, supportant les éléments automatisé et résilient au climat.

Les points clés de cet élément comprennent :

- Le développement de nouvelles façons de construire, comme la préfabrication avec l'incorporation de différents services pour en réduire les coûts ;
- La possibilité d'une maintenance rapide et efficace pour réduire les délais ;
- L'utilisation de méthodes robotisées pour la maintenance sur site associées à un contrôle du trafic pour améliorer la sécurité des chantiers;
- L'intégration de capteurs et de systèmes pour suivre l'état et les performances de la route ;
- L'utilisation de produits auto-réparant et auto-nettoyant pour réduire les coûts et l'impact sur l'environnement;
- Le développement de systèmes de drainage aptes à faire face aux tempêtes ;
- La construction et la maintenance à l'aide de matériaux décarbonés et de procédés peu émissifs.



Figure 2 - La route adaptable

#### 4.2. La route automatisée

La route automatisée intégrera de l'intelligence de bord de voies rendant possible les applications ITS à la fois pour le véhicule, les services et le gestionnaire. Les technologies de capteurs et de communication concernées permettront le déploiement des systèmes de guidage pour répondre à des besoins instantanés et localisés, ce qui aura pour effet l'amélioration de la fiabilité et de l'efficacité globale des réseaux.

Les points clés de cet élément comprennent :

- Un système intégré et interopérable de communications reliant le conducteur, le véhicule et les centres ;
- La possibilité d'utiliser les futurs systèmes de routage dynamique, ce qui inclue le contrôle de la vitesse et de l'itinéraire ;
- L'utilisation de systèmes intégrés à la route pour changer de voies et gérer le trafic ;
- L'alimentation des véhicules à partir de la route et de l'énergie solaire ;
- La surveillance du trafic et de l'état de la route ainsi que des performances des véhicules pour en améliorer la fiabilité et l'efficacité ;
- La détection d'incidents et l'alerte automatique des secours pour réduire les délais d'intervention ;
- La possibilité de péage électronique efficace pour augmenter l'efficacité.

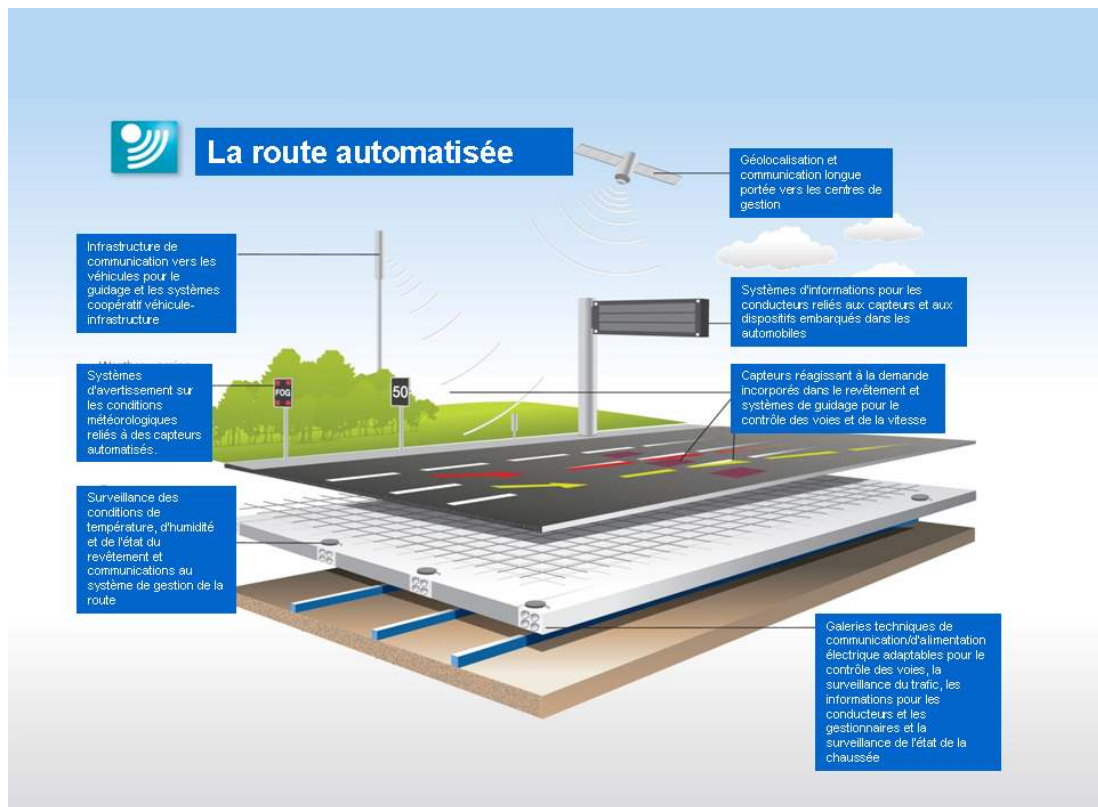


Figure 3 - La route autogérée

#### 4.3. La route résiliente au changement climatique

FOR doit être résiliente à des épisodes météorologiques extrêmes liés par exemple à la température et la pluie, mais doit aussi atténuer les effets négatifs de la construction et de l'exploitation, comme le bruit et la pollution de l'air. Les points clés de cet élément comprennent :

- L'intégration de la route dans son environnement pour faire un usage efficace de la ressource en eau, en énergie et des plantations alentours;
- Des moyens pour faire face à des situations météorologiques extrêmes, comme les tempêtes, des températures élevées ou un froid extrême;
- La collecte d'énergie solaire pour modérer la température de la route, réduire la maintenance hivernale et alimenter l'éclairage public voire les véhicules électriques;
- L'intégration d'un éclairage public efficient et basse consommation;
- Des chaussées peu bruyantes et créant peu de nébulosité;



Figure 4 - La route résiliente au changement climatique

#### 4.4. Phasage temporel

FOR est déjà un programme actif. Il sera réalisé en quatre étapes. Dans une première étape, les partenaires se sont accordés sur le concept. Celui-ci a été produit en novembre 2009. Pendant l'année 2010, une équipe de définition a été formée pour construire un plan de recherche et développement qui a été produit en octobre 2010.

La phase 3 est en cours et va voir le développement de feuilles de routes pour le développement de chacun des trois éléments, auxquels sont associés des essais technologiques. A partir de 2013, des démonstrateurs partiels seront développés. Cet article couvre en premier le lieu la deuxième phase et rend compte de l'approche utilisée dans la troisième.

### 5. APPROCHE

Bien que le programme soit ambitieux sur le plan technique et bouscule de nombreuses idées reçues sur le plan de la conception et de la construction des routes, il n'y a pas pour autant de désir de dupliquer la recherche, l'objectif étant de prendre le meilleur de ce qui existe aujourd'hui et le meilleur de ce qui existera dans un proche avenir.

Un certain nombre d'items ont été identifiés durant la phase 2 et sont considérés comme des composants potentiellement importants de FOR. Des informations ont été recueillies sur les technologies qui existent actuellement (si elles sont largement utilisées ou non, si elles nécessitent une amélioration ou non), les éléments qui pourraient être à disposition d'ici 2 à 5 ans, les technologies matures en provenance d'autres secteurs potentiellement transposables, et à plus long terme les technologies qui ne seront pas mûres avant 5 ans. Cette approche est justifiée par le fait que par l'identification des technologies existantes, à venir et manquantes, il est possible de déterminer les tâches d'implantation,



de recherche et de développement. La pyramide ci-dessous présente un aperçu de cette approche.

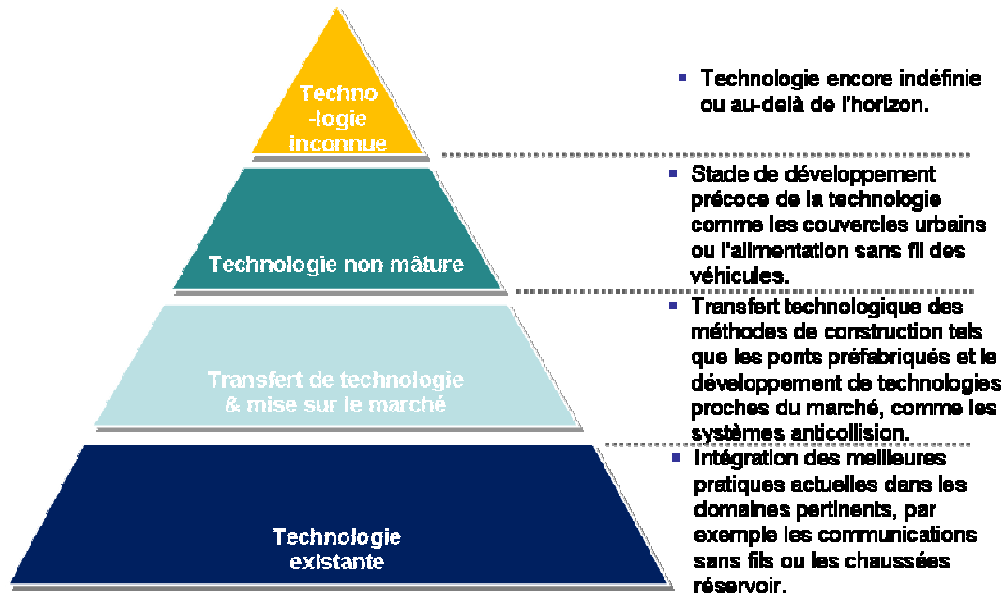


Figure 5 - Identification des technologies

Pour la plupart des technologies identifiées, la pyramide représente de manière fidèle l'état de la technologie, autrement dit, s'il existe une quantité considérable de technologies déjà disponibles, et une quantité considérable à venir. Néanmoins, dans le cas de quelques technologies, la technologie est indisponible ou fait l'objet de recherches à plus long terme.

## 6. EXEMPLES DE RECHERCHES INNOVANTES

Le processus d'identification des technologies a recensé qu'en Europe, aux Etats-Unis et en Asie, il existe beaucoup de technologies réellement innovantes qui sont encore au stade de la démonstration et qui remplissent la plupart des exigences de FOR. Celles-ci pourraient être développées ou adaptées pour un déploiement rapide. Certains exemples sont présentés ci-dessous.

### 6.1. Modieslab

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. Les dalles peuvent être construites avec des canaux pour permettre un raccordement aux services existants et la surface ouverte en béton a été conçue pour émettre peu de bruit et produire une faible résistance au roulement. Les canaux d'écoulement des eaux sont conçus pour permettre à l'eau de pluie d'être rapidement libérée, et la surface de la route est auto-nettoyante. Le concept a été initialement introduit dans le cadre du programme d'innovation "Roads of the future" mis en place par RWS (Pays-Bas). Trois essais ont été réalisés. Plus récemment, une voie d'essai de 100 mètres a été réalisée sur l'autoroute A12 près d'Utrecht, soit une autoroute avec des conditions de trafic denses. Les résultats des tests ont démontré une déformation réduite, une réduction du bruit et un écoulement rapide des eaux de pluie.



Figure 6 - Une section Modieslab en cours de pose (Pays-Bas).

## 6.2. Rollpave - la route en rouleau

Le concept de Rollpave a également été développé dans le cadre du programme Néerlandais "Roads of the future". C'est un tapis d'asphalte préfabriqué d'environ 30 mm d'épaisseur qui est posé sur une chaussée existante et possède une structure suffisante pour supporter le trafic. Cette conception permet d'effectuer des réparations 50 % plus rapides que les méthodes conventionnelles, tout en offrant une couche de roulement silencieuse comparable à une chaussée poreuse à 2-couches. En théorie, elle offre une réduction du bruit de 6 dBA inférieure à une couche d'enrobé dense classique.



Figure 7 - Section de test Rollpave (Pays-Bas)

## 6.3. Solar Roadways

Le projet Solar Roadways est développé par Solar Roadways en Idaho, Etats-Unis. Le concept repose sur l'idée que si les routes, les parkings et autres surfaces imperméables

des 48 Etats des États-Unis étaient recouverts de panneaux solaires, ils génèreraient trois fois les besoins énergétiques des États-Unis.

Intégrer la technologie dans la route elle-même, plutôt que sur le bord de voies, permet de déduire le coût de réalisation de la chaussée du coût des panneaux solaires qui sont très coûteux. En outre, la route solaire peut rendre d'autres services tels que le marquage des voies au moyen de LEDs intégrées ou le chauffage de la voie pour prévenir l'apparition de neige et de glace. Théoriquement, la production d'électricité à partir des panneaux routiers devrait permettre de compenser le coût de la construction. Ce faisant, le déploiement massif d'une telle technologie devrait fournir en outre un système de production d'électricité décentralisé.

Le projet Solar Roadways a été subventionné de 100 000 \$ par la US Federal Highway Administration pour la réalisation d'un panneau prototype, ce qui a été fait en 2010. Le prototype est constitué d'un panneau multi-couche préfabriqué. Il est tout d'abord muni d'une couche de surface transparente reposant sur des panneaux solaires avec un éclairage DEL intégré. Dessous se situe une couche électronique contenant un microprocesseur contrôlant l'éclairage, le chauffage, les communications et le diagnostic du système. Enfin une couche inférieure distribue les signaux de puissance et transmet les données.

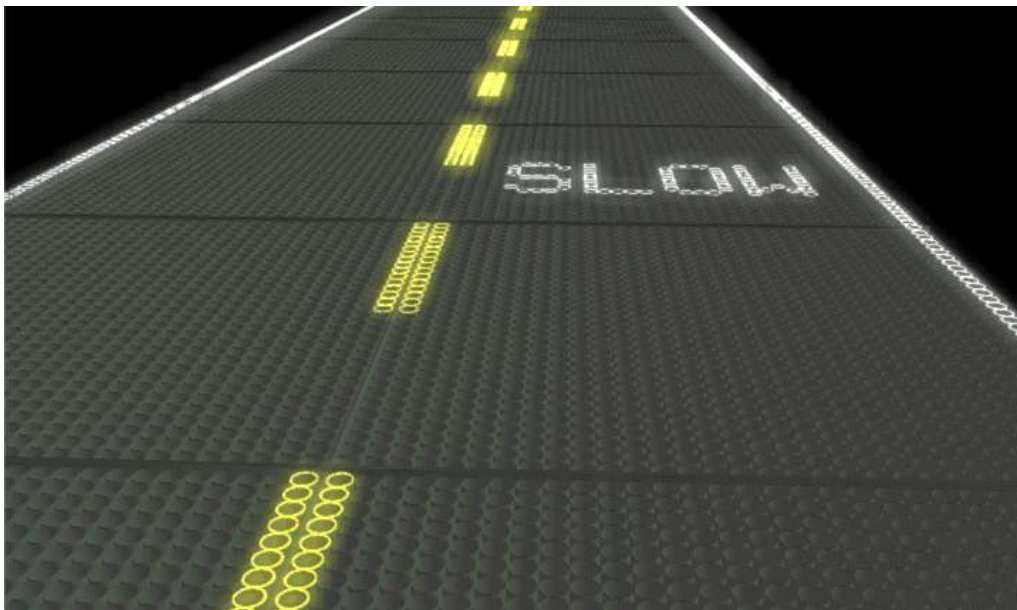


Figure 8 - Panneau Solar Roadways avec éclairage intégré à base de DEL

#### 6.4. Recharge en mouvement

Le KAIST (Korean Advanced Institute for Science and Technology) a initié le programme OLEV (On-Line Electric Vehicle) où les véhicules électriques capturent l'énergie de câbles enterrés par une méthode inductive sans contact, ce en laissant un espace de 13 cm entre la route et le châssis du véhicule. Cela permet de surmonter l'obstacle auquel sont confrontés les véhicules électriques, à savoir un poids de batterie élevé et une faible autonomie. A l'aide d'un tel système, l'autonomie d'un véhicule électrique serait quasi-illimitée et nécessiterait une batterie uniquement pour les déplacements locaux. Actuellement, des essais sont en cours en Corée du Sud sur des voiturettes de golf.

L'équipe du KAIST a produit une feuille de route de recherche et développement qui devrait conduire à la commercialisation de cette technologie. Celle-ci prévoit le développement d'un premier prototype en grandeur réel en 2011 la réalisation d'un démonstrateur industriel en 2012 et l'introduction sur le marché de la technologie à partir de 2013.

## 7. SORTIES

FOR a établi un programme clair. Le développement des feuilles de route est en cours et se terminera en octobre 2011. La clé de cette vision est la preuve que le concept peut être mis en œuvre. Afin d'atteindre cet objectif, une série d'essais technologies est en cours et d'autres sont à venir.

Jusqu'à présent, le recensement des essais s'est cantonné à des technologies simples mais le plan de recherche et développement a identifié des lots de travail importants pour le programme, les détails faisant l'objet des feuilles de route. Au fur et à mesure du développement des lots de travail, différentes technologies seront intégrées et testées à un niveau sous-système. Le but éventuel sera une série de projets de démonstrateurs qui présentent le concept à une échelle réelle. Les étapes sont détaillées dans la Figure 9 ci-dessous.

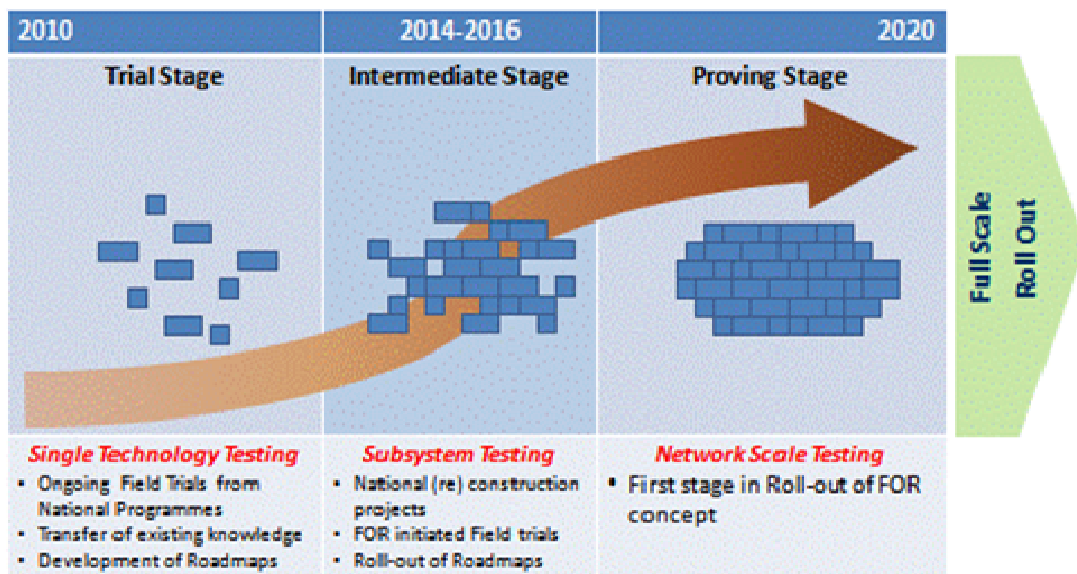


Figure 9 – Vue d'ensemble des différentes étapes du programme FOR.

### 7.1. Essais technologiques

#### 7.1.1 Chauffage du revêtement des tabliers de ponts

Généralement, le revêtement bitumineux des tabliers de pont - en particulier les ponts en acier - est exposé à un risque plus élevé de givrage par rapport aux chaussées en asphalte. Dans ce cas, l'utilisation de l'énergie géothermique pour chauffer le revêtement du tablier de pont permet de se passer de maintenance hivernale et ainsi de contribuer à accroître la sécurité routière.

Un nouveau pont en béton a été construit dans le nord de l'Allemagne. Celui-ci a été équipé avec un chauffage au sol réalisé à l'aide de tubes de chauffage installés à environ

10 cm au-dessus du tablier du pont recouverts d'une couche d'asphalte. De l'eau de source à une température d'environ 12°C est envoyée à travers les tubes dans le but de réchauffer le revêtement durant l'hiver. Ce système de chauffage peut également être utilisé en été pour refroidir la couche d'asphalte afin de réduire voire éviter l'orniérage.



Figure 10 - Mise en place des tuyaux de chauffage sur un tablier de pont (Allemagne)

### 7.1.2 Chaussée Urbaine Démontable

L'objectif de ce projet est de permettre un accès facile aux réseaux enterrés sous les chaussées ou les trottoirs. Il est basé sur le concept d'une structure de chaussée modulaire en béton, placée sur une couche de forme constituée d'un matériau à faible résistance, permettant d'enlever facilement la structure de dalles et de creuser facilement la couche de forme pour donner accès aux galeries de services. La couche de forme et la structure de la chaussée peuvent être facilement reconstruites, ce en réutilisant les dalles initiales. Deux exemplaires réels ont été récemment construits et peuvent être visités, l'un près de Rouen, l'autre à Nantes.



Figure 11 - Pause d'une Chaussée Urbaine Démontable (France)

### 7.1.2 Le traitement par induction des chaussées drainantes

L'arrachement est un phénomène courant et inévitable dans les anciennes chaussées poreuses. Il est causé par le vieillissement du liant bitumineux, qui se fragilise et devient moins apte à lier les granulats. En conséquence, au fil du temps l'ensemble se détache de la surface. À un certain niveau d'endommagement, il est nécessaire de refaire la couche de roulement, ce qui entraîne des retards pour les usagers de la route. Toute prolongation de la période de temps entre deux réfections de surface est donc la bienvenue.

Afin d'augmenter la durée de vie des chaussées drainantes, RWS (Pays-Bas) a entrepris un essai avec un nouvel enrobé drainant dans lequel des fibres d'acier sont mélangées au liant. Cela permet un traitement thermique in situ qui permet de rajeunir la surface de la route par induction. Lors de tests récents menés avec le concept Roll Pave, cette technique a été expérimentée. Elle est actuellement testée sur le liant lui-même.

En passant une plaque à induction à grande échelle sur la surface de la route, les fibres d'acier sont chauffées ainsi que le bitume dans lequel elles sont mélangées. Ce dernier devrait ainsi retrouver sa souplesse d'origine et la durée de vie de la route sera prolongée. L'essai est réalisé en collaboration avec TNO et l'Université technique de Delft.

### 7.1.3 Chaussées minces et silencieuses

En 2009, le gouvernement danois a lancé un nouveau programme de recherche d'une durée de six ans sur le bruit. Celui-ci est mené principalement par le DRI (Danish Road Institute). Ce projet a pour objectif d'étudier la réduction du bruit que peuvent permettre les chaussées minces actuellement sur le marché au Danemark. En août 2010, une section d'essai de six chaussées différentes a été construite sur une route rurale. Un programme de mesures détaillées a été établi. Cela comprend des mesures annuelles de bruit et des inspections visuelles. Il est prévu de suivre les sections d'essai pendant une période d'au moins cinq ans. Les sections d'essai seront également utilisées comme un site de calibrage pour le matériel de mesure du bruit utilisé en relation avec le système SRS.



Figure 12 - Construction de Chaussées fines Réductrices de bruit (Danemark)

## 7.2. Identification des lots de travail

Le plan de recherche et de développement a identifié un certain nombre de domaines de recherche qui sont considérés comme importants et qui peuvent être développés sous formes de lots de travail à mesure que le programme se développe. Compte tenu de l'ampleur des essais, il est peu vraisemblable que ceux-ci soient financés par des programmes nationaux comme cela s'est produit jusqu'ici mais davantage à travers un financement pan-européen :

- Chaussées flexibles durables
- Chaussées préfabriquées
- Construction et exploitation décarbonées
- Intégration d'énergie renouvelable dans la route
- Chaussées résistantes aux tempêtes
- Signalisation adaptative et intelligente

- Surfaces poreuses et réfléchissant la lumière
- Systèmes de capteurs intégrés
- Auscultation à grand rendement
- Systèmes de protection et d'alerte face à des conditions météo dégradées
- Réseau de télécommunication
- Autodiagnostic de la route

### 7.3. Projets de démonstrateurs

Alors que les essais technologiques sont à la recherche d'améliorations techniques ou de nouvelles technologies, des démonstrateurs chercheront à intégrer plusieurs technologies à partir des trois éléments dans une série de projets. La réalisation de tels démonstrateurs formera la sortie de cette phase du programme.

La conception, la construction et l'emplacement des démonstrateurs résulteront de divers critères, qui comprendront une évaluation des technologies disponibles et déjà testées sur place, leur degré de maturité et de robustesse. Il est également probable qu'une démonstration puisse être réalisée pour répondre des situations spécifiques pour lesquelles il existe une forte attente de la part des usagers de la route, des résidents ou des exploitants.

### 7.4. Livrables

En plus des essais technologiques et des démonstrateurs, FOR produira les éléments suivants:

- Un programme de transfert des connaissances rendu possible grâce à une base de connaissances gérée de manière proactive. Cela permettra d'assurer que les résultats des différents essais, ainsi que d'autres études pertinentes seront à la disposition d'une communauté élargie de chercheurs.
- Des propositions de normes européennes communes dédiées à la conception de FOR, afin que celle-ci puisse être déployée n'importe où en Europe.
- La preuve que cette prochaine génération de route peut constituer le futur de la construction et la maintenance des routes au plan Européen.

## 8. PROCHAINES ETAPES

### 8.1. Le programme Forever Open Road

Pour inclure des projets dans ce portefeuille et proposer des démonstrations supplémentaires, il sera nécessaire d'établir des procédures pour l'examen scientifique et technique des propositions. Par conséquent, un comité technique sera créé pour élaborer des procédures pour l'examen technique, pour identifier les personnes internes et externes au FEHRL pour produire des recommandations sur les recherches en cours.

En plus du comité technique consultatif, un groupe d'intervenants a déjà été formé, parmi lesquels des organismes industriels et commerciaux qui sont susceptibles d'intervenir dans la construction, la réalisation des différents essais et le déploiement de FOR. Ce groupe comprend des représentants des entrepreneurs, des fabricants de véhicules et des gestionnaires routiers

A l'aide des structures de gouvernance du FEHRL, le comité technique et les différents acteurs concernés, les objectifs du programme seront affirmés, les financements identifiés et les lots de travaux développés.

La Figure 13 ci-dessous détaille le phasage du programme Forever Open Road et une vue d'ensemble des actions planifiées dans les années à venir.

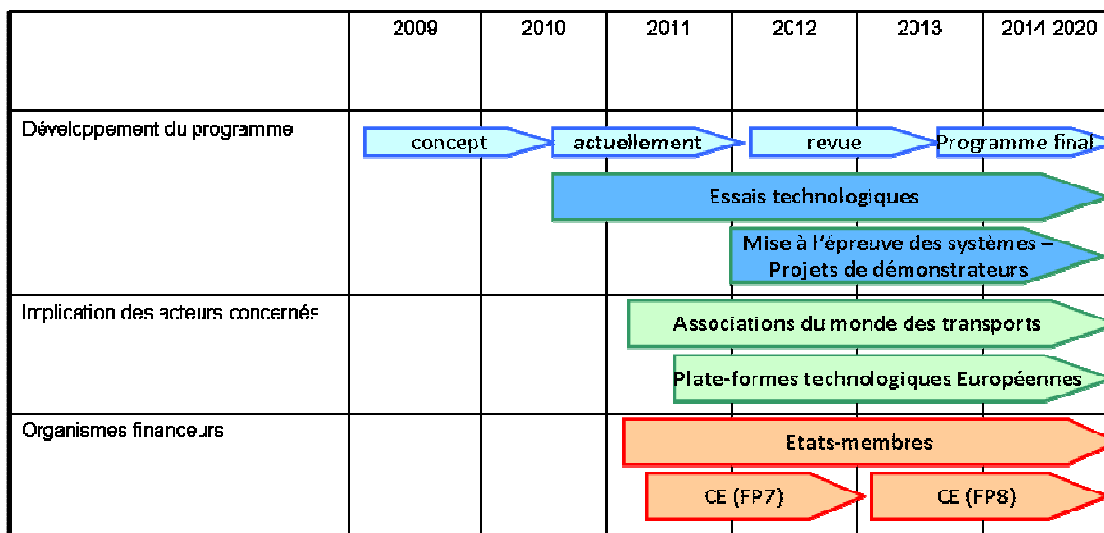


Figure 13 - Phasage du programme Forever Open Road

## CONCLUSIONS

Encore à l'état de concept en 2009, le programme Forever Open Road est maintenant défini à travers un programme de travail détaillé, qui s'appuie sur des essais technologiques identifiés par les membres du FEHRL comme illustratifs du concept. Des projets de systèmes et de démonstrateurs à échelle réelle suivront. La réalisation de ce programme, par nature même, constituera un véritable challenge, même si les retombées sociétales seront substantielles.

Le programme Forever Open Road propose également une stratégie pour le développement d'une nouvelle génération de route – un concept adoptable à travers l'Europe pour construire et entretenir notre futur réseau routier. Il est donc critique que les fonds de support à la recherche soient orientés vers des programmes tels que celui-ci, plutôt que vers des programmes de recherche en continuité avec la méthode actuelle, où les progrès ne sont qu'incrémentaux et dispersés sur différents sujets, qui au mieux ne suivent pas de stratégie et au pire se font au détriment les uns des autres.

## REFERENCES

1. [www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/a-modal-shares-in-freight-2/Figure2/at\\_download/file](http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/a-modal-shares-in-freight-2/Figure2/at_download/file)
2. ERTRAC Strategic Research Agenda 2010. Towards a 50% more efficient road transport system by 2030, May 2010
3. [http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/statistics/ext\\_co2\\_emissions\\_by\\_sector.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/statistics/ext_co2_emissions_by_sector.pdf)
4. [http://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/pdf/observatory/trends\\_figures.pdf](http://ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/observatory/trends_figures.pdf)
5. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html>
6. <http://www.solarroadways.com/numbers.shtml>
7. [http://www.kaist.edu/english/01\\_about/06\\_news\\_01.php?req\\_P=bv&req\\_BIDX=10&req\\_BNM=ed\\_news&pt=17&req\\_VI=2207](http://www.kaist.edu/english/01_about/06_news_01.php?req_P=bv&req_BIDX=10&req_BNM=ed_news&pt=17&req_VI=2207)
8. 2009 Online Electric Vehicle, KAIST. pp9-10