

Après le chemin mulétier, la voie romaine, le macadam puis l'autoroute, voici venu le temps des routes de cinquième génération. Dans un avenir plus ou moins proche, celles-ci intégreront diverses évolutions techniques et multiplieront les interactions entre véhicules et infrastructures afin de mieux répondre aux enjeux du développement durable, de la transition énergétique et de la mobilité.

Les routes d'aujourd'hui résultent d'une évolution plus que bimillénaire. Conçues initialement pour les cavaliers, elles se sont revêtues de pavés pour permettre aux services de poste et à l'armée de parcourir plus rapidement l'ensemble de l'Empire romain. Au début du XX^e siècle, avec l'essor du trafic automobile, mais aussi avec le développement de la bicyclette, les chaussées, constituées de gros cailloux tassés au rouleau compresseur, ont été revêtues de goudron, de pavés bitumineux ou d'asphalte, comme

c'était déjà le cas pour les trottoirs dès le début du XIX^e siècle. Mais l'automobile continuait à utiliser les chemins et axes de transports des chevaux et hippomobiles, selon des tracés qui n'avaient pas été créés pour elle. C'est l'autoroute qui allait, au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, répondre aux besoins des voitures et des poids-lourds, tant du point de vue de la vitesse que de la sécurité.

Trois enjeux majeurs

Ainsi, les routes sont vouées à se rénover en permanence, à assurer de nouvelles fonctions. Elles sont confrontées aujourd'hui à trois enjeux majeurs. Le premier est celui du développement durable, idée que l'on résume en « un développement qui répond au besoin du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ». Le deuxième enjeu est celui de

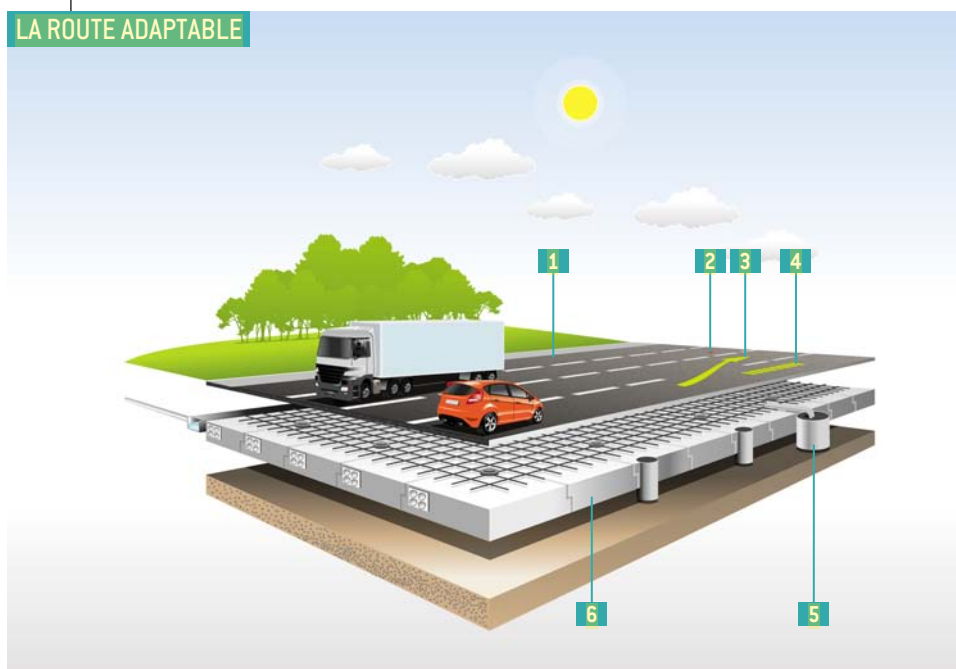
la transition énergétique, le passage du modèle énergétique actuel, fondé à 80 % sur les énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon), à un nouveau modèle où domineront les énergies non carbonées (nucléaire et renouvelables). Enfin, le troisième enjeu est celui de la mobilité, qui conditionne le développement économique et social dans un monde de plus en plus connecté.

Ces enjeux nécessitent de repenser le transport routier, qui assure dans les pays développés plus de 80 % des flux de passagers et de marchandises, tout en consommant 60 % de l'énergie fossile produite sur Terre et en étant responsable de 25 % des émissions de gaz à effet de serre.

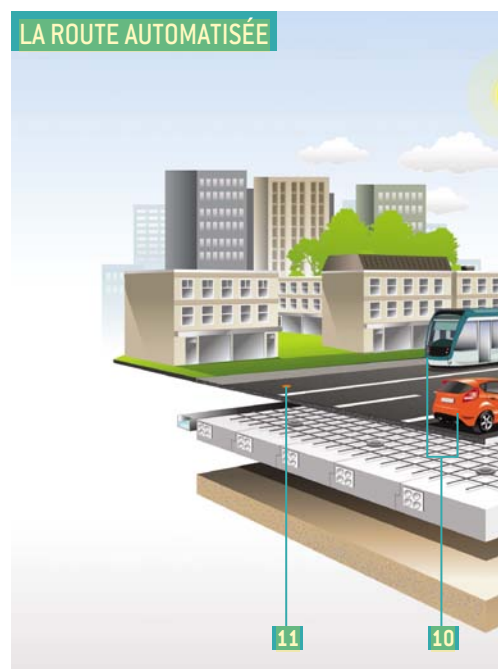
Cela appelle sans doute de nouvelles sources d'énergie pour les véhicules, mais aussi un nouvel art de construction des routes, afin de diminuer les nuisances, améliorer les conditions de mobilité et le cadre de vie dans les villes et les campagnes.

DES ROUTES ADAPTABLES, AUTOMATISÉES

LA ROUTE ADAPTABLE



LA ROUTE AUTOMATISÉE



Le Forum européen des laboratoires nationaux de recherche routière (FEHRL, pour *Forum of European National Highway Research Laboratories*) a été créé en 1989 et représente plus de 30 instituts et laboratoires, dont l'Ifsttar en France. Son programme phare, intitulé *Forever Open Road* et lancé en 2011, porte sur les routes de cinquième génération. Il s'articule autour de trois axes, « La route adaptable », « La route automatisée » et « La route résiliente » [aux

aléas climatiques]. Ces schémas résument les principales idées et techniques visées.

1 Revêtement écologique, autoréparable, poreux, silencieux, réfléchissant de nuit. **2** Capteurs intégrés à la voie pour le suivi et le contrôle du trafic. **3** Guidage modulable des véhicules. **4** Système intégré de recharge des véhicules électriques. **5** Recueil d'énergie solaire et alimentation pour éclairage, signalisation et capteurs.

Il faut le souligner, les choix en la matière sont en grande partie politiques. Mais ils dépendent aussi des technologies disponibles. Aussi, de leur côté, ingénieurs et chercheurs développent et testent des techniques susceptibles de bénéficier aux routes du futur, au sein de scénarios généraux guidés par les trois grands enjeux mentionnés. Passons en revue un certain nombre de ces innovations, qui donneront une idée plus concrète de ce que seront les routes d'ici 10, 20 ou 30 ans.

Un premier aspect porte sur les procédés de construction de chaussées. De façon générale, il s'agit d'économiser les ressources naturelles, en construisant des routes à partir de matériaux plus endurants au trafic et au climat, et cela avec des techniques compatibles avec le développement durable.

Pour économiser les ressources naturelles, une stratégie consiste à recycler les matériaux en place ou à employer, seuls

ou en supplément de matériaux neufs, des matériaux granulaires de diverses sources locales (mâchefers, pneus usagés, matériaux de déconstruction, coproduits industriels, etc.).

L'utilisation de ressources locales permet en outre de limiter les transports de matériaux liés aux chantiers routiers eux-mêmes, et ainsi de diminuer le coût énergétique des chantiers, dû en grande partie au transport des matériaux.

Pour les liants, une première idée consistait à remplacer les liants bitumineux, issus de la distillation des pétroles bruts, par des liants issus de matières végétales (celles utilisées pour fabriquer des biocarburants par exemple). Elle s'est vite heurtée à la réalité de la disponibilité des ressources et de la compétition avec la production alimentaire. S'il n'est donc pas concevable de remplacer la totalité du bitume par ce type de liants, d'autres pistes sont à l'étude, par

LES AUTEURS



Nicolas HAUTIERE est directeur de projet au département Composants et systèmes

de l'Ifsttar, à Marne-la-Vallée.

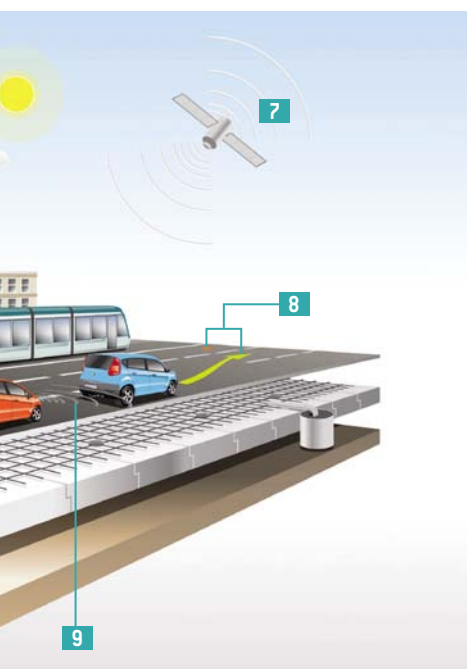


Chantal DE LA ROCHE est responsable de projet Route de 5^e génération à l'Ifsttar, à Nantes.

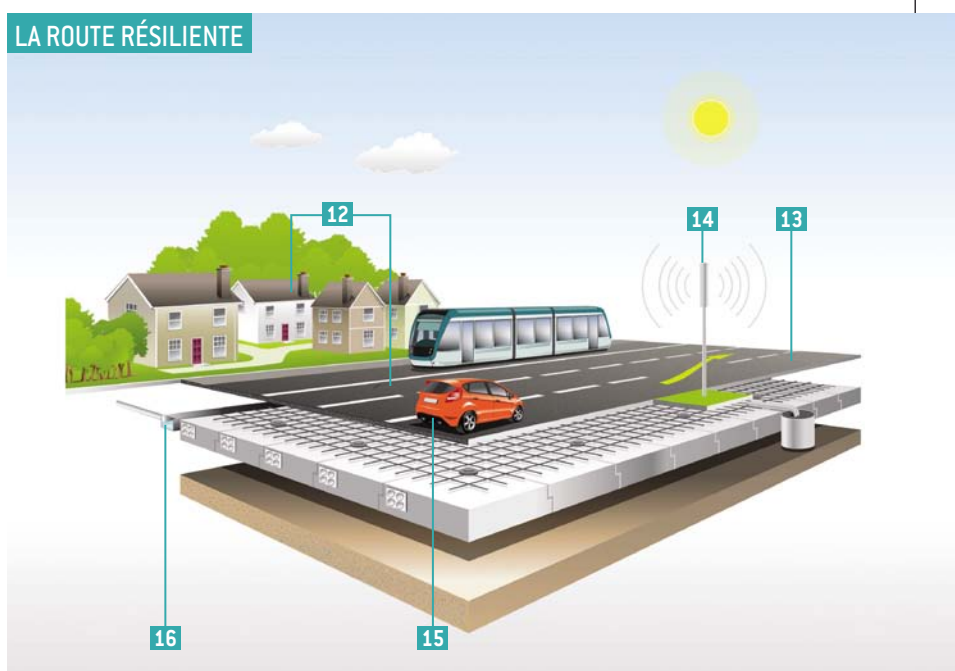


Jean-Michel PIAU est chercheur au laboratoire LAMES de l'Ifsttar, au centre de Nantes.

ET RÉSILIENTES AUX ALÉAS CLIMATIQUES



LA ROUTE RÉSILIENTE



6 Éléments préfabriqués intégrant des réseaux de drainage, de communication et d'électricité. **7** Système de communication entre les infrastructures routières, les conducteurs et le réseau de contrôle. **8** Systèmes de guidage lumineux en fonction du trafic et des exigences du réseau routier. **9** Aide au regroupement de véhicules. **10** Capteurs embarqués pour localisation du véhicule et de ses voisins, gestion d'incidents, etc. **11** Capteurs intégrés pour le

contrôle du trafic, le suivi des conditions météorologiques et de la pollution. **12** Échanges de chaleur chaussée-bâti pour faire face à des événements météorologiques extrêmes. **13** Système intégré de déverglaçage. **14** Contrôle du trafic réactif aux conditions météorologiques, communication des prévisions météo en temps réel. **15** Système embarqué d'information météorologique. **16** Système de drainage et de réservoirs, en prévision de tempêtes.