

**CONCOURS INTERNE**  
**D'INGÉNIEUR TERRITORIAL**  
**SESSION 2017**  
**ÉPREUVE DE NOTE**

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Rédaction d'une note à partir d'un dossier portant sur la spécialité choisie par le candidat au moment de son inscription.

Durée : 4 heures  
Coefficient : 3

**SPÉCIALITÉ : INFRASTRUCTURE ET RÉSEAUX**

**À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :**

- ♦ Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni initiales, ni votre numéro de convocation, ni le nom de votre collectivité employeur, de la commune où vous résidez ou du lieu de la salle d'examen où vous composez, ni nom de collectivité fictif non indiqué dans le sujet, ni signature ou paraphe.
- ♦ Sauf consignes particulières figurant dans le sujet, vous devez impérativement utiliser une seule et même couleur non effaçable pour écrire et/ou souligner. Seule l'encre noire ou l'encre bleue est autorisée. L'utilisation de plus d'une couleur, d'une couleur non autorisée, d'un surligneur pourra être considérée comme un signe distinctif.
- ♦ L'utilisation d'une calculatrice autonome et sans imprimante est autorisée.
- ♦ Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- ♦ Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

**Ce sujet comprend 34 pages.**

**Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend  
le nombre de pages indiqué.**

*S'il est incomplet, en avertir le surveillant.*

Vous êtes ingénieur territorial, chef du service route et voirie au sein de la communauté d'agglomération INGECO, 90 000 habitants et gérant 250 km de voirie.

Dans un premier temps, le directeur général des services techniques et du développement durable vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à l'aide des documents joints, un rapport sur l'innovation dans le domaine routier.

**12 points**

Dans un deuxième temps, il vous demande d'établir un ensemble de propositions opérationnelles pour répondre à un appel à projet sur la route du futur et intégrer une dimension écologique dans les futurs aménagements de voirie.

**8 points**

*Pour traiter cette seconde partie, vous mobiliserez également vos connaissances.*

#### Liste des documents :

- Document 1 :** « La transition énergétique prend la route »  
- [www.lagazettedescommunes.com](http://www.lagazettedescommunes.com) - 9 octobre 2015 - 3 pages
- Document 2 :** « A quoi ressemblera la route du futur ? » - Matthieu Combe -  
[www.natura-sciences.com](http://www.natura-sciences.com) - 30 juin 2015 - 2 pages
- Document 3 :** « Utiliser les nouveaux matériaux et des matériaux issus du recyclage pour la voirie et les nouveaux bâtiments publics » -  
*Ville de Rueil-Malmaison* - consulté le 17 janvier 2017 - 1 page
- Document 4 :** « Equipements de la route de 5<sup>ème</sup> génération » - Julien Vick -  
*Revue générale des routes et de l'aménagement* - consulté en décembre 2016 - 3 pages
- Document 5 :** « Lumiroute, ça marche ! » - *Environnement magazine* - 26 mai 2016 - 1 page
- Document 6 :** « L'innovation, une nécessité pour la route de demain » - Marc Tassonne -  
*Techni.cités* - juin/juillet 2016 - 6 pages
- Document 7 :** « Une voirie écologique » - *Route N°84* - Juin 2003 - 3 pages
- Document 8 :** « Rendre les infrastructures plus durables, peu émissives et économes en ressources naturelles » - *IFSTTAR* - site consulté le 17 janvier 2017 - 2 pages
- Document 9 :** « Double récompense pour Eiffage, lauréat du comité d'innovation routes et rues et des trophées des TP 2015 » -  
*Communiqué de presse EIFFAGE* - 15 octobre 2015 - 2 pages
- Document 10 :** « Construire, déconstruire, préserver, adapter les infrastructures de manière efficace et durable » - *IFSTTAR* - site consulté le 17 janvier 2017 - 2 pages

- Document 11 :** « Verte, intelligente et connectée : la route du futur » - Florence Pagneux - [www.lacroix.com](http://www.lacroix.com) - 22 septembre 2015 - 3 pages
- Document 12 :** « Le recyclage des enrobés de chaussée a de l'avenir » - Emmanuelle Picaud - *Techni.Cités* - février 2017 - 1 page
- Document 13 :** « Marchés publics : sur les pistes de la route durable à l'Ouest » - Nohmana Khalid - [www.lemoniteur.fr](http://www.lemoniteur.fr) - 3 mars 2017 - 2 pages

**Documents reproduits avec l'autorisation du CFC**

*Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.*

## La transition énergétique prend la route

9 octobre 2015

- Lagazette.fr - <http://www.lagazettedescommunes.com> -



<sup>[1]</sup> Quand on pense « transition énergétique », on pense « nouvelles mobilités », « véhicules électriques », « transports doux », etc. Mais on imagine plus <sup>[2]</sup> rarement que la route soit concernée en tant qu'infrastructure.

Or, comme le dit Marc Tassone, le directeur général de l'Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité (Idrri<sup>[3]</sup>), « les chaussées ne sont pas des objets morts » : non seulement elles consomment des ressources et de l'énergie pour leur aménagement, leur entretien et leur exploitation, mais elles constituent un réseau, au même titre qu'ERDF, par exemple. Et le réseau est au cœur des problématiques énergétiques (production, stockage, distribution). En partant de cette idée, les chercheurs ont commencé à réfléchir, il y a cinq ans environ, à de nouvelles générations d'infrastructures routières « tout-en-un », capables de faire circuler des personnes, des marchandises, des informations, et de l'énergie. Cette vision intégrée a fondé les bases de ce que l'on nomme la « route de 5<sup>e</sup> génération <sup>[4]</sup> », ou « R5G ».

### Appel à projets « Route du futur »

Les points identifiés pour améliorer l'efficacité énergétique de la « R5G » concernent principalement la route « automatisée », qui réalise l'auto-diagnostic de son usure, se dégivre toute seule, communique avec l'éclairage public et les équipements routiers ; la récupération de chaleur par les voiries pour alimenter des réseaux urbains ; la route productrice d'énergie <sup>[5]</sup>, avec des panneaux solaires intégrés au revêtement ; la recharge électrique par induction, ou encore des modules de chaussée remplaçables en cas <sup>[6]</sup> de dégradation. Sans oublier le recyclage des matériaux, les techniques de travaux économes en énergie, les matériaux dépolluants.

Certaines de ces innovations sont déjà testées in situ, mais la plupart sont en quête de démonstrateurs, et comptent sur l'engagement de collectivités pour réaliser des essais sur des portions conséquentes de chaussées. Pour accélérer le mouvement, en avril 2015 le ministère de l'Écologie a signé avec l'Idrri, l'Union des syndicats de l'industrie routière française (USIRF) et la Fédération nationale des travaux publics (FNTP), une « convention d'engagement concernant les réseaux routiers innovants pour la transition énergétique <sup>[7]</sup> », afin d'engager concrètement la filière dans cette voie. « Il s'agit de travailler ensemble sur la conception, la construction et l'exploitation des infrastructures routières pour prendre en compte les problématiques énergétiques et la préservation des ressources », résume Marc Tassone.

Dans ce cadre, un appel à projets «Route du futur» <sup>[8]</sup> a été lancé le 13 juillet 2015 au titre des Investissements d'avenir. Opéré par l'Ademe, celui-ci permettra de réaliser des expérimentations portées par les différents acteurs du domaine routier. Il sera clos le 1<sup>er</sup> octobre 2016.

## **Mutation de la filière professionnelle**

Ces innovations, on s'en doute, sont porteuses de changements importants pour les professionnels. L'usage de matériaux nouveaux ou la numérisation modifient déjà les métiers de la construction et de l'entretien. « D'une manière générale, on peut parler d'une montée en gamme de la gestion des routes avec l'utilisation des nouvelles technologies. On va vers plus de préventif, avec les données envoyées à distance par les capteurs pour suivre par exemple l'apparition de fissures ou de verglas », analyse Nicolas Hautière, qui pilote le programme « R5G » à l'Ifsttar (Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux).

À quoi il faudra ajouter de nouvelles compétences exigées par l'installation de matériel photovoltaïque ou d'induction électrique sur les chaussées. On est loin des savoir-faire traditionnels de la route et des voiries. Autre exemple : la conception de routes modulaires préfabriquées permettra de réaliser l'entretien des morceaux concernés en usine, et de les remplacer comme les pièces d'un puzzle. « La généralisation de tels procédés relève du long terme. Même s'il existe des niches, dans certaines zones à risque, qui pourraient s'équiper plus rapidement », tempère cependant Nicolas Hautière.

## **Métiers de la route**

Une expertise renforcée, avec des personnes-ressources sur des techniques pointues : ce nouveau schéma s'appliquera aux métiers de la route au fil de la mise en œuvre de ces innovations. Avec, par contre-coup, un besoin accru de solidarité territoriale envers les petites collectivités, via la mutualisation des compétences et de nouveaux modes d'organisation pour que chacune accède au niveau d'expertise requis sur son territoire.

Autre évolution pour les spécialistes des chaussées : la nécessaire ouverture à d'autres filières professionnelles concernées par les mêmes problématiques. « Les enjeux de la transition énergétique sont transversaux et nécessitent des rapprochements entre métiers qui n'existaient pas toujours jusqu'ici », relève Stéphane Heinrich, responsable du pôle « Infrastructures publiques et réseaux » au CNFPT <sup>[9]</sup>. Si les voiries communiquent avec l'éclairage, les professionnels des deux secteurs seront amenés à en faire autant : la segmentation des services devient moins pertinente, et la pluridisciplinarité s'impose. Un phénomène qui existe déjà, notamment dans les départements où certains métiers techniques requièrent de plus en plus de polyvalence.

## **Modes d'organisation et techniques d'intervention**

Reste la question de l'automatisation croissante des tâches, qui ne manquera pas de soulever des questions. Qui dit route auto-dégivrante, réparable par morceaux, communiquant les informations à distance, dit moins d'interventions sur le terrain pour les agents chargés de la maintenance. « Les savoir-faire actuels en matière d'aménagement et de maintenance de la voirie seront mobilisés différemment. Les compétences des agents d'exploitation seront ainsi amenées à évoluer, peut-être vers de nouvelles modalités de relations avec les usagers, à l'image de ce qui s'est passé avec la dématérialisation des démarches administratives : celle-ci a permis de positionner des agents plus dans l'accompagnement qualitatif des usagers, et moins dans des procédures bureaucratiques », reconnaît Stéphane Heinrich.

On voit que, loin d'être des « objets morts », les routes ont un rôle majeur à jouer dans la transition énergétique. Pour les professionnels de la fonction publique territoriale, à supposer que les collectivités aient les moyens, y compris financiers, de mener à bien ces évolutions de fond, cela signifie une nouvelle révision des modes d'organisation et des techniques d'intervention. Une évolution à anticiper, tant du point de vue de la formation

que des recrutements. Il se trouve que la moyenne d'âge des agents d'exploitation des voiries est de 46 ans, avec un fort taux de renouvellement et de reclassement – lié entre autres à la pénibilité. Peut-être une occasion à saisir pour repenser cette filière en amont, sans hâte ni précipitation ?

### **Dites-nous... Stéphane Heinrich**



[10]

#### **Responsable du pôle « Infrastructures publiques et réseaux » à l'Inset de Montpellier (CNFPT)**

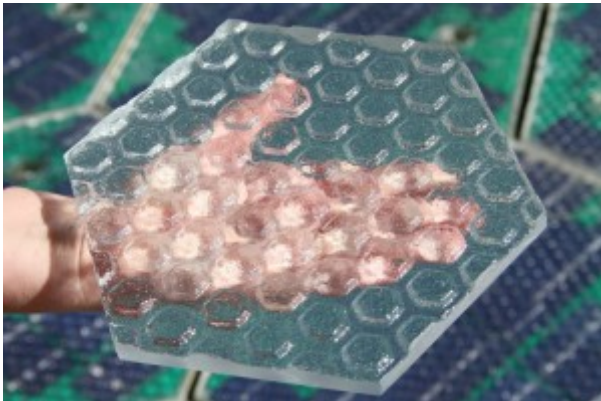
Le pôle de compétence « Infrastructures publiques et réseaux » du CNFPT, implanté à l'Institut national spécialisé d'études territoriales (Inset) de Montpellier, conçoit notamment des formations à destination des agents territoriaux en charge de l'entretien des chaussées et de l'exploitation des infrastructures. À ce titre, il appuie les délégations régionales et les instituts nationaux du CNFPT dans l'accompagnement des collectivités pour aborder les enjeux liés à l'innovation ou à la transition énergétique dans la voirie. « La dernière enquête nationale du CNFPT recense 65 000 agents territoriaux dans les métiers des infrastructures à la fin 2012, dont 72 % sont agents d'entretien et d'exploitation de la voirie et des réseaux divers. L'évolution qualitative majeure dans les activités de ces métiers se caractérise par la priorité donnée à la maintenance sur les travaux neufs ». La prépondérance des interventions sur le patrimoine existant (un million de kilomètres de voiries gérés par les collectivités) s'explique à la fois par des raisons budgétaires et par l'évolution des besoins. « Les usages de la route se modifient avec les nouvelles mobilités, et cela transforme les métiers des professionnels ». Une évolution également liée à la transition énergétique et à la révolution numérique, qui s'est traduite en avril 2015 par une formation sur « les innovations dans les infrastructures de voirie » à l'Inset de Montpellier, avec des interventions de l'Idrri et de l'Ifsttar. Le CNFPT organise aussi pour un département une formation spécifique destinée à certains agents d'exploitation, qui seront en charge de l'exploitation de routes devenant support du très haut débit dans les territoires peu denses. « Mais pour l'instant, nous ne constatons pas d'effet de masse dans les demandes de formation sur cette thématique précise. Il s'agit encore de demandes ponctuelles ». Des signaux faibles probablement annonciateurs d'un mouvement à venir, lorsque les collectivités auront franchi le pas de la « route du futur ».

## A quoi ressemblera la route du futur ?

Matthieu Combe

Natura-sciences.com | 30 juin 2015

*Plusieurs entreprises et centres de recherche travaillent sur la route du futur. L'Ifsttar s'intéresse notamment à la route intelligente depuis quelques années et a lancé le projet « R5G » pour développer la route communicante de demain.*



Aux États-Unis, le projet Solar Roadways vise le développement d'une route semi-transparente recouvrant des panneaux photovoltaïques. © Solar Roadways

La route du futur sera sûrement composée de matériaux innovants lui permettant de s'auto-réparer et d'être autonome en énergie. La chaussée sera chauffante ou refroidissante en fonction des conditions météorologiques. Elle fera également la part belle aux matériaux bio-sourcés pour remplacer les matériaux d'origine pétrolière.

Bientôt, la route pourra auto-diagnostiquer une déformation de la chaussée ou envoyer des informations sur le trafic. Pour ce faire, elle renfermera des capteurs de déformation interconnectés, des fibres optiques ou des nanomatériaux.

### La route du futur sera-t-elle solaire ?

Demain, les routes seront peut-être transparentes ou semi-transparentes, avec des capteurs photovoltaïques sous la surface de chaussée. Le projet Solar roadways aux États-Unis et Solar road aux Pays-Bas sont les plus avancés. Les Pays-Bas viennent d'ailleurs d'inaugurer une piste cyclable solaire renfermant des panneaux photovoltaïques et une surface de chaussée en verre.

L'Ifsttar travaille également sur ce sujet depuis 2012. « On travaille sur des revêtements en verre pilé qui ressemblent à du béton bitumineux classique, avec un aspect semi-transparent. Le liant entre le verre pilé est soit végétal soit une résine classique », confie Nicolas Hautière, Directeur de projet R5G à l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar). L'électricité produite pourra être injectée dans le réseau électrique public, alimenter les éclairages de la route ou recharger les batteries des véhicules électriques en roulant.

## Une chaussée chauffante ou refroidissante

Pour refroidir une route en été ou la dégivrer en hiver, l'Iffstar envisage de faire circuler sous la chaussée un fluide caloporteur. « *On vient transformer la route en pompe à chaleur* », présente Nicolas Hautière. « *On vient faire un échangeur de chaleur entre la couche de chaussée et le sous-sol : en été, le fluide chauffe au contact du soleil et transporte la chaleur au sous-sol. L'hiver, c'est l'inverse, on fait monter la chaleur pour réchauffer la chaussée* », résume-t-il. L'Iffstar mène actuellement un test sur ce procédé à Aigleton, sur le site de l'École d'Application aux métiers des Travaux Publics (EATP).

Pour une meilleure adaptation au changement climatique, les chercheurs revisitent également le concept de « *chaussée-réservoir* » ou « *chaussée-poreuse* », technologie datant des années 1980. Ces chaussées permettent de stocker les eaux pluviales dans le corps de chaussée. Cela permet de réguler l'écoulement des eaux, afin de ne pas saturer le réseau d'eaux pluviales et éviter ainsi les risques d'inondations en cas de fortes pluies.

## Les micro-algues remplaceront le bitume

Rappelons-le, le béton est un mélange de granulés (gravillons, sables...) et d'un liant permettant de les agglomérer. Ce liant est souvent du bitume, un mélange très visqueux d'hydrocarbures fossiles.

Le matériau de la route du futur se doit donc d'être plus écologique. L'Iffstar travaille sur des matériaux comprenant des liants bio-sourcés, notamment à base de micro-algues, pour préparer l'ère post-pétrole. « *Si la filière micro-algues se met en place pour produire des biocarburants, nous pourrions utiliser les déchets de production pour faire des liants pour les routes* », assure Nicolas Hautière. « *Cela permettra de remplacer les liants bitumineux issus du bas de la chaîne de raffinage du pétrole, par un liant naturel d'origine micro-algale* », précise-t-il. Cet enjeu a été exploré dans le cadre du projet Algoroute.

## La route du futur, c'est pour quand et à quel prix ?

« *Les technologies vont se déployer petit à petit* », prévoit Nicolas Hautière. La rapidité de diffusion des innovations dépendra des industriels, des financements, des politiques et de l'acceptabilité de la société. « *Si l'on veut passer à grande échelle sur des démonstrateurs sur des routes circulées, l'obstacle n'est plus le financement, mais le politique* », défend-il.

Ces démonstrateurs devront intégrer plusieurs sous-ensembles de ces innovations. Il faudra évaluer la synergie entre les solutions techniques, mais également identifier les éventuels problèmes de mises en œuvre simultanées. Les premiers transferts industriels à grande échelle sont prévus d'ici 2020.

Quels en seront les coûts et comment les travaux seront-ils financés? C'est la grande inconnue pour le moment. Malheureusement, la mise au ban de l'écotaxe n'est pas actuellement une bonne nouvelle pour le financement de ces infrastructures. Il faudra donc rapidement concevoir de nouveaux outils de politiques publiques pour financer le déploiement des différentes combinaisons innovantes de la R5G à l'ensemble du territoire. Une chose est néanmoins sûre : « *Si l'on arrive à faire des choses plus intégrées, préfabriquées et diffusées à grandes échelles, cela coûtera moins cher que d'avoir des technologies indépendantes les unes des autres qui se développent une à une* », affirme Nicolas Hautière.

Néanmoins, plusieurs interrogations demeurent sans réponses et révèlent les défis à relever : Quelle sera la durée de vie de ces technologies par rapport à l'infrastructure? Comment traiter les données (big data) lorsque ces routes seront généralisées ? Faut-il privilégier le réseau autoroutier, les routes nationales ou les routes urbaines ? Comment prioriser les zones à installer ?

Alors, la route du futur comprendra-t-elle une chaussée transparente, sous laquelle se trouveront des panneaux solaires, un fluide caloporteur, des capteurs et des matériaux bio-sourcés? Réponse prochainement !



# Utiliser des nouveaux matériaux et des matériaux issus du recyclage pour la voirie et les nouveaux bâtiments publics

Source : ville de Rueil-Malmaison

consulté le 17 janvier 2017

Dans un but de préservation et de valorisation des ressources naturelles, de nouveaux matériaux répondant aux critères et principes de développement durables sont apparus et sont à privilégier dans les chantiers de voirie et de construction neuve, les inscrivant ainsi dans une démarche éco-responsable.

Les projets d'aménagements de la voirie, ou pour le bâtiment, sont désormais conçus de manière globale avec une réflexion sur le cycle de vie des matériaux. Aussi le recours à des matériaux recyclés permet de diminuer fortement l'impact environnemental de ces derniers. En effet, leur conception n'aura pas nécessité autant de ressources prélevées dans l'environnement, ni autant d'énergie pour les construire à partir de matière première. Ainsi, de leur conception, à leur utilisation en passant par leur recyclage ou leur dégradation naturelle, leur cycle de vie entier impactera moins l'environnement.

Concernant les bâtiments, qu'il s'agisse de construction ou de rénovation, les choix architecturaux et techniques, les matériaux utilisés et l'emplacement d'un projet ont une influence considérable sur les impacts environnementaux, les consommations du bâtiment, le confort, la santé et les conditions de travail du personnel.

Contrairement aux idées reçues, la construction d'un bâtiment « vert » ne coûte pas beaucoup plus cher; en effet des études montrent que cette démarche se traduit par un surinvestissement relativement limité lors de la phase de construction (d'environ 10%) qui sera largement compensé par les économies réalisées lors de l'exploitation du bâtiment. Tout comme pour la voirie, des solutions en termes de matériaux "intelligents" ou encore recyclés, permettent de limiter l'impact environnemental d'un bâtiment dès lors que l'on considère son cycle de vie. Il existe par exemple des solutions alternatives d'isolation avec des matériaux issus du recyclage du coton des vêtements récupérés par le Relais.

## **Comment ça se passe :**

L'action consiste à choisir et mettre en œuvre des nouveaux matériaux et des matériaux issus du recyclage pour les travaux de voirie et les constructions neuves

## **Objectifs et impacts :**

- Préservation et valorisation des ressources naturelles
- Faible impact environnemental
- Amélioration des performances énergétiques des bâtiments



# ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE DE 5<sup>E</sup> GÉNÉRATION

La route de 5<sup>e</sup> génération (R5G) qui se dessine invite à repenser la place des équipements de la route dans la mobilité de demain. Quel rôle joueront-ils dans la route du futur ? Comment imaginer l'évolution de la signalisation dans le contexte de la R5G ? Comment continuer à garantir la sécurité des usagers de la route et de la rue ?

## AUTEUR

**Julien Vick**  
Délégué général  
Syndicat des équipements de la route



**Syndicat des Équipements de la Route**

9, rue de Berri 75008 Paris  
Tél : 01 44 13 34 64  
E-mail : ser@ser.eu.com



Les équipements de la route auront un rôle essentiel à jouer dans la mobilité de demain

Les travaux de recherche et les différents projets menés actuellement autour de la route de 5<sup>e</sup> génération (R5G) ouvrent de nouvelles perspectives pour la route de demain.

À la fois évolutive, environnementale et coopérative, elle intègre les enjeux majeurs de notre société et les grandes évolutions auxquelles doit faire face l'ensemble des professionnels de la mobilité : la transition écologique, la transition énergétique et la transition numérique. En traçant une voie nouvelle pour la mobilité de demain, en prenant en compte les attentes et les

## VÉHICULE AUTONOME ET ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

besoins des usagers, la R5G permettra aussi d'agréger des solutions innovantes, issues de différents secteurs. Parce qu'elle implique à la fois l'infrastructure routière et le véhicule, la mise en œuvre de la R5G doit aussi susciter de nouvelles formes de collaboration entre tous les acteurs de la mobilité : pouvoirs publics, gestionnaires de routes, entreprises de travaux publics, constructeurs et équipementiers automobiles, et professionnels des équipements de la route.

En effet, les évolutions de la route de demain passeront inévitablement par des phases d'itération, de « *stop and go* », de recherches et d'expérimentations. La synergie entre tous les acteurs impliqués dans la mobilité sera donc essentielle pour coordonner les expertises et rendre les retours d'expériences efficaces.

Les évolutions de la mobilité questionnent naturellement la place des équipements de la route dans le contexte futur de la R5G et leur rôle en matière de sécurité routière, qui est leur fonction première.

Panneaux de signalisation, marquage au sol, dispositifs de retenue, systèmes de régulation du trafic : depuis toujours, la mission des équipements de la route consiste à orienter, informer et signaler les dangers de la route. En organisant et en sécurisant les flux de circulation, ils permettent à tous les usagers de la route de circuler facilement et en toute sécurité.

Or, l'un des objectifs de la R5G vise, à terme, à mettre en circulation des véhicules totalement autonomes, libérant le conducteur de toute implication – voire de toute responsabilité – dans la

conduite du véhicule.

La R5G coopérative a en effet pour ambition ultime d'automatiser la route et son trafic, de manière efficace et fiable, grâce au déploiement des technologies de l'information et de la communication. Dans les années à venir, on peut aisément imaginer un véhicule capable de réagir automatiquement aux signaux qui mobilisent actuellement la vigilance et l'intelligence du conducteur : ralentir face à un panneau de limitation de vitesse, s'arrêter à un « Stop » ou à un passage à niveau, ou encore adopter un comportement adéquat face à un virage dangereux. Le véhicule de demain sera sûrement capable de s'auto-gérer, grâce à un Code de la route géolocalisé au millimètre près et totalement intégré dans l'intelligence automobile.

Il s'agit d'un véritable défi, passionnant et stimulant pour l'ensemble des professionnels de la route, en particulier lorsqu'il s'agit de répondre aux exigences de sécurité des usagers de la route. Si le futur permet de tout imaginer, il faut cependant le confronter avec les réalités d'aujourd'hui, car, comme tous les projets porteurs de progrès,

## 3 questions à Julien Vick, délégué général du SER

**Le Syndicat des équipements de la route (SER) réunit 60 entreprises spécialisées dans la conception et la réalisation d'équipements de sécurité routière. Julien Vick, délégué général du SER, répond aux questions de la RGRA sur le thème d'une session qu'il anime dans le cadre du congrès de l'Idrîm : « Des équipements de la route de 5<sup>e</sup> génération pour la R5G ».**



**Comment les professionnels des équipements de la route voient-ils l'arrivée de la R5G ?**

La R5G est plus qu'un projet, c'est une nécessité. Les évolutions technologiques et économiques, ainsi que les préoccupations environnementales nous portent naturellement à envisager de nouveaux modes de mobilité pour demain. Les équipements de la route intègrent ces nouveaux enjeux et doivent rester les premiers alliés de la mobilité : celle d'aujourd'hui, mais aussi celle de demain. C'est justement le thème que nous abordons à l'occasion du congrès de l'Idrîm, en animant cette session.

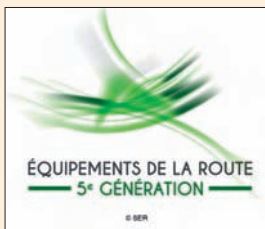
**Qu'entendez-vous par « Équipements de la route de 5<sup>e</sup> génération » ?**

La route change, évolue et se modernise. Les équipements de la route doivent s'inscrire dans cette dynamique et continuer de prouver qu'ils sont essentiels à la sécurité et à la mobilité de demain. L'innovation fait partie des axes de travail du SER et nous suivons attentivement les évolutions de la R5G, en participant à plusieurs groupes de travail autour de ce sujet.

Le SER s'est notamment rapproché de VEDECOM, l'Institut du véhicule décarboné et communicant et de sa mobilité. C'est aussi le sens que nous donnons à ces équipements de la R5G, qui doivent prendre en compte les enjeux écologiques et technologiques, mieux comprendre les attentes des pouvoirs publics et des usagers de la route, et faire évoluer les métiers.

**Selon vous, quels sont les enjeux de la route de demain ?**

Il reste encore de nombreuses questions en suspens. Je pense notamment à la façon dont nous arriverons à construire une R5G « pour tous et partout ». Autrement dit, comment rendre accessible ces nouvelles technologies à l'ensemble des usagers de la route et sur l'ensemble du territoire ? Le risque serait de créer une route à deux vitesses : d'un côté, des voies bien équipées où circuleront des véhicules totalement autonomes ; de l'autre, les autres réseaux, qui ne bénéficieront pas de ces équipements innovants. La question du financement des infrastructures et l'implication des pouvoirs publics sont aussi des points majeurs. La synergie entre tous les acteurs de la route est donc essentielle pour ouvrir le débat sur ces sujets. ■



Pour marquer son implication dans la route de 5<sup>e</sup> génération, le SER a créé un logo spécifique « Équipements de la route de 5<sup>e</sup> génération ». Ce logo, destiné à valoriser les équipements de la route dans la mobilité de demain, sera décliné sur tous les supports de communication du SER liés à cette thématique.

La R5G verra le jour progressivement, avant que l'intelligence humaine soit translatée vers celle de la machine.

Les professionnels du secteur automobile s'accordent à dire que les évolutions technologiques ont permis d'atteindre actuellement une « automatisation partielle » du véhicule (niveau 2). Le niveau ultime (niveau 5), qui vise à une « automatisation complète », c'est-à-dire sans aucune intervention du conducteur, ne sera réalisable qu'à plus long terme, et dans la mesure où l'infrastructure sera capable d'accueillir ces véhicules nouvelle génération.

### RÔLE DES ÉQUIPEMENTS DANS LA R5G

Si la perspective du véhicule totalement autonome est encore lointaine, les professionnels des équipements de la route suivent de près le virage de la R5G et s'inscrivent dès à présent dans cette nouvelle dynamique. L'objectif : intégrer les enjeux de la mobilité de demain, participer aux débats sur la route intelligente et valoriser la valeur ajoutée offerte par les infrastructures routières.

Les équipements de la R5G ont d'ores et déjà toute leur place dans la route dite coopérative, notamment pour rendre la communication possible entre l'infrastructure et le véhicule. En effet, les véhicules connectés ont besoin d'établir une communication fiable et fluide avec les infrastructures routières, afin de recevoir et d'émettre des données : conditions de circulation, risques météo, état du trafic... Dotés de systèmes de transmission, certains équipements, comme les unités de bord de route (UBR) (station de comptage, station météo...), font dialoguer les infrastructures et les systèmes embarqués dans les véhicules. Ces technologies de gestion coopérative du trafic (ITS coopératifs) sont notamment expé-

mentées dans le cadre du projet SCOOP<sup>1</sup>.

Les équipements de la route seront par ailleurs indispensables pour guider les véhicules de demain qui devront détecter de manière fiable et précise l'ensemble des informations présentes sur la route : limitations de vitesse, repérage de la voie de circulation, signalisation des dangers... La performance et la visibilité de la signalisation et du marquage au sol – quelles que soient les conditions météo – seront des facteurs essentiels pour garantir la sécurité de tous les usagers.

Enfin, les équipements de la R5G contribueront aussi à améliorer l'exploitation. L'intégration d'équipements « sensibles », fondés sur des systèmes intelligents et communicants, favorisera l'exploitation dynamique de la route, par exemple la recharge de véhicules ou la détection des incidents par caméra, offrant ainsi une communication optimisée avec les exploitants des routes.

En intégrant les grandes transitions écologiques et numériques, les équipements de la route accompagnent donc naturellement l'arrivée de la R5G.

### PROBLÉMATIQUE DE L'ENTRETIEN DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

La présence et la performance des équipements de la route seront nécessaires pour garantir la mobilité et la sécurité des véhicules de demain. Pour autant, l'entretien des panneaux, de la signalisation et, plus largement, des infrastructures routières, sont une condition indispensable pour envisager l'avenir de la route. Comment imaginer un véhicule autonome circulant sur une voie d'autoroute s'il ne peut pas identifier et lire la signalisation routière ? Comment pourra-t-il garantir la sécurité des passagers sans la présence de repères et de signaux lisibles et visibles par les capteurs embarqués ? Comment pourra-t-il « lire la route » si les panneaux sont vétustes et mal entretenus ? Les équipements de la route doivent être entretenus pour être vus et lus. Leur maintenance doit donc faire partie de la réflexion sur la R5G.

### CONCLUSION

Qu'elle se nomme R5G, route intelligente ou route du futur, la mobilité de demain est en marche. Et les équipements de la route sont prêts, eux aussi, à faire leur (r)évolution. S'ils sont installés, depuis toujours, sur la route ou en bord de route, c'est bien parce qu'ils ont pour vocation d'accompagner la mobilité et la sécurité des usagers.

D'hier à demain, la mission des équipements de la route restera identique : permettre à tous les usagers de la route de circuler en toute sécurité. Dans ce « darwinisme » de la route intelligente, les équipements ont donc un rôle essentiel à jouer dans la mobilité de demain. ■

La performance et l'entretien des équipements de la route sont des facteurs déterminants pour la mise en œuvre de la R5G.





### Eclairage

## Lumiroute, ça marche

le 26/05/2016

**Réduire l'éclairage en jouant sur les propriétés du revêtement routier, c'était l'objectif du projet Lumiroute, lancé à l'initiative de la PME Malet avec Spie Batignolles et l'éclairagiste Thorn. Après deux ans de tests, les résultats, présentés début mai 2016, vont au-delà des espérances.**



Les essais ont été menés sur un boulevard de la Communauté d'agglomération de Limoges Métropole, à deux fois deux voies. Cette route a permis de tester quatre configurations de revêtements et de luminaires, chacune sur 200 mètres. Trois types de revêtement ont été expérimentés : des granulats clairs avec liants clairs et incorporation de dioxyde de titane (blanc), des granulats clairs avec un bitume classique ayant subi un hydrodécapage pour enlever le film noir de surface, et un revêtement standard (granulat gris et liant noir). Ils ont été combinés avec trois gammes d'éclairage Led haut de 9 m de 77, 103 et 140 W , implantés dos à dos sur le terre plein central.

La luminance a été testée – avec d'autres paramètres - par des équipements développés par le Cerema, Cyclope et Coluroute. Quatre campagnes de mesures ont été réalisées (tous les six mois). Résultat : « On atteint jusqu'à 70 % de réduction de l'éclairage nécessaire, alors que nous espérions une réduction de l'ordre de 50 à 60 %. En fait, nous avons atteint la limite de l'abaissement de l'intensité des Leds, soit 50 % », se félicite Alain Beghin, directeur technique de Malet. Pas question de changer les ampoules pour les 12 mois d'expérimentation restant, car le projet prévoit également de mesurer le vieillissement des Led. Surtout, Lumiroute montre que même les sections témoins sont sur-éclairées, car en vieillissant, le film noir à la surface de la route disparaît, laissant place au gris du granulat, ce qui modifie leur capacité à réfléchir la lumière. Par ailleurs, ces résultats ouvrent des perspectives en matière de réduction de la pollution lumineuse.

Malet a déjà réalisé plusieurs petits chantiers expérimentaux combinant revêtement et éclairage adapté, notamment à Tarbes ou Figeac. Cet été, c'est le port La Teste, en Gironde, qui sera réhabilité. « Outre la réduction de la consommation d'énergie et le confort visuel, cette solution va permettre de valoriser le patrimoine en ajoutant des éclairage sur les façades », complète Alain Beghin. « En fait, deux configurations sont possibles : un revêtement clair pour une efficacité énergétique maximale, et un revêtement classique avec hydrodécapage pour une solution plus économique et esthétique ». Ce chantier a été réalisé dans le cadre de l'appel à projets du ministère de l'Écologie, visant à soutenir les actions entreprises en faveur de l'innovation routière. Au bout des trois années d'expérimentations, une analyse du cycle de vie sera réalisée et le ministère délivrera un avis sur le procédé.

## TRANSPORT

# L'innovation, une nécessité pour la route de demain

Par Marc Tassone

L'innovation constitue un enjeu majeur pour tous les pays. Dans le domaine des routes, contrairement à d'autres secteurs d'activité, elle doit parvenir à mobiliser tous les acteurs pour réussir, car l'expérimentation en vraie grandeur, qui n'est pas du seul ressort des entreprises, est une phase cruciale dans le processus. Quels sont les enjeux à intégrer et les risques à prendre par chacun des partenaires, pour parvenir à l'émergence de la route du futur, intégrant de nouveaux matériaux, productrice d'énergie ou encore intelligente ?



**Innovation,  
un enjeu majeur**



**Prise de risque  
nécessaire**



**Route ecofriendly  
et même productrice  
d'énergie**



**Route communicante  
et intelligente**



© COLAS - Joachim Bertrand

Pour développer la route de demain, plusieurs travaux portent sur l'invention de matériaux alternatifs au bitume, issus du pétrole, mais aussi sur le recyclage des anciennes chaussées.

## L'innovation, une nécessité pour la route de demain

Le 21 mars dernier, la ministre de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, Ségolène Royal, participait à la pose d'une première dalle de la route solaire à Marseille, événement précurseur des 1 000 km à réaliser en cinq ans. Cinq mois plus tôt, l'appel à projets « Route du futur » du plan d'investissements d'avenir, avait été lancé pour mobiliser les acteurs privés dans le domaine de la route

à énergie positive et soutenir financièrement les meilleurs projets. Mais la route du futur ne se veut pas seulement productrice d'énergie, elle sera également plus respectueuse de l'environnement et plus intelligente. Pour y parvenir, l'innovation doit être au rendez-vous. Les nouveaux dispositifs développés devront également trouver des sites d'expérimentation pour être testés, évalués et optimisés.

1

## Innovation, un enjeu majeur

Innover est une condition indispensable aux professionnels des infrastructures de transport pour maintenir leur niveau de compétitivité. État et collectivités doivent contribuer à cette dynamique, en tant qu'acheteurs publics, car si l'innovation est un enjeu majeur pour la France d'aujourd'hui, c'est également un devoir pour la France de demain. Et son rôle est encore plus important dans une économie qui doit faire face à des difficultés conjoncturelles. Ce constat a conduit l'IDRRIM, à lancer, dès 2012, une grande réflexion sur le soutien à l'innovation en France dans le domaine des infrastructures de transport. Ce travail s'est conclu par la remise d'un rapport aux ministres, fin 2013, lors de la conférence « Pourquoi et comment soutenir l'innovation dans le domaine des infrastructures de transport ? ».

Tout comme les voitures, les infrastructures routières seront équipées de moyens de communication et de capteurs.

Proposant un état des lieux des dispositifs existants, un bilan et les attentes des différents acteurs, ce rapport formule vingt et une propositions d'actions. Elles sont destinées à renforcer concrètement le développement des innovations en France et leur nécessaire expérimentation en grandeur réelle, en encourageant les initiatives des collectivités, des entreprises et des gestionnaires de réseaux. Une partie de ces propositions a rapidement trouvé écho auprès des

membres de l'IDRRIM. Par exemple, l'appel à projets du CIRRR, dispositif piloté par le ministère avec son réseau scientifique, a pris en compte certaines des propositions du rapport, comme le raccourcissement des délais entre l'appel à projets et les résultats, la meilleure connaissance par la communauté routière des expérimentations réalisées, le recueil des besoins des maîtres d'ouvrage en amont de l'appel à projets, etc.

Une autre série d'actions a été mise en œuvre dans le domaine de la formation. Plusieurs sessions d'acculturation à l'innovation ont été montées dans les écoles d'ingénieurs et par le CNFPT. Au sein de l'école spéciale des travaux publics (ESTP), les futurs ingénieurs ont découvert, grâce au discours du sénateur Michel Berson, membre de la commission des finances et rapporteur spécial du budget de la recherche, et aux ateliers qui leur ont été proposés, à quel point l'innovation devait être considérée comme une respiration naturelle dans le métier d'ingénieur. Concernant le CNFPT, deux formations ont été organisées dans le même esprit, drainant plusieurs dizaines de territoriaux désireux de participer à l'effort de soutien à l'innovation dans le pays. Ces formations avaient pour objectif de sensibiliser les participants aux dispositifs encourageant l'innovation, d'intégrer les opportunités d'innovation et les risques pour les acteurs, et de comparer les démarches et outils existants.

Les premiers retours de ces actions démontrent l'intérêt des participants à ces questions, leur satisfaction encourageant à poursuivre dans cette voie de formation. Cela a également mis en lumière que l'innovation n'était pas une partie d'une formation ou d'un travail mais qu'elle est un état d'esprit à adopter.

2

## Prise de risque nécessaire

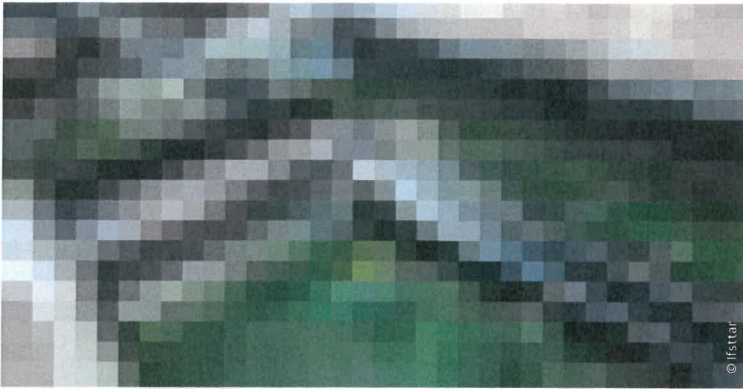
L'innovation dans le domaine des transports est essentielle pour faire émerger la route de demain, mais encore faut-il lui donner sa chance. Malgré le réel intérêt affiché, de nombreux maîtres d'ouvrage hésitent en effet à se lancer dans des opérations innovantes, alors qu'ils en ont l'envie et qu'ils souhaitent participer à ce progrès, parce que les risques financiers, juridiques mais également politiques pour l'élu ou le décideur sont réels.

Il est donc absolument nécessaire de les identifier correctement avant de pouvoir s'engager.

Si l'aspect financier est important, et certains maîtres d'ouvrage décident déjà de l'assumer, l'aspect juridique est

essentiel et il faut sécuriser un maître d'ouvrage qui tient à expérimenter un procédé nouveau et innovant, qui plus est, primé lors d'un concours. L'exemple du CIRRR, pour lequel aujourd'hui quatre lauréats de l'appel à projets de 2015 sur neuf n'ont pas trouvé de terrain d'expérimentation, doit être analysé avec attention. Sécuriser juridiquement les maîtres d'ouvrage candidats, les aider à trouver un écho auprès des médias et de l'opinion, permettra d'éviter qu'ils se retrouvent en situation périlleuse si l'expérimentation qu'ils ont pris le risque de réaliser ne donne pas satisfaction et qu'une reprise des travaux venait à être nécessaire. Dans ce type d'opérations, il sera indispensable





Dans le cadre du programme « La route de 5<sup>e</sup> génération », l'emploi de micro-algues a été étudié pour produire un liant bio-sourcé, remplaçant ainsi le bitume traditionnel à base d'hydrocarbures fossiles. Ce projet appelé Algoroute est cofinancé par la région Pays de la Loire.

3

## Route ecofriendly et même productrice d'énergie

Malgré ces risques, des maîtres d'ouvrage franchissent le pas et se lancent dans des opérations qui mettent en œuvre des innovations, portant aussi bien sur la conception, sur les matériaux ou les procédés de construction, les équipements et la sécurité, que sur la réalisation de routes intelligentes qui communiquent avec les véhicules et les gestionnaires.

Concernant les procédés de construction, les matériels de chantier ont fait des progrès vertigineux avec l'intégration quasi totale de l'informatique dans tous les systèmes de pilotage. Un atelier de réglage peut comprendre aujourd'hui des chargeurs, des niveleuses et des engins de compactage, capables avec leur équipement informatisé, géolocalisé, associé à des gyroscopes, d'obtenir rapidement un résultat de nivellement presque parfait. Si les gains de productivité sont ainsi largement augmentés, ces innovations ont avant tout permis d'améliorer la sécurité sur chantier, en réduisant le personnel présent et en optimisant l'ergonomie de ces matériels, comme cela sera montré au congrès de l'IDRRIM.

**Côté matériaux, Eiffage Route, dans le cadre d'une politique d'innovation ambitieuse, a développé un enrobé bitumeux à forte valeur ajoutée environnementale, baptisé Biocold®.** « Cet enrobé de nouvelle génération répond à des objectifs de transition écologique, en revalorisant notamment des agrégats d'enrobés (AE) recyclés qui participent à l'économie de la ressource en matériaux granulaires mais aussi en liant bitumineux. Sa technique semi-tiède (fabrication à une température inférieure à 100 °C) favorise une économie d'énergie et une diminution des émissions de gaz à effet de serre. Enfin, l'utilisation d'un fluxant végétal régénère le bitume des agrégats sans engendrer d'émissions », détaille Simon Pouget, chef de projets à la direction recherche & innovation d'Eiffage Route.

En 2013, Biocold® a été désigné lauréat par le ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (MEEM) pour être évalué sur des chantiers dans le cadre de l'appel à projets innovants du CIRR. « Un partenariat tripartite associant le Cerema, le département des Alpes-Maritimes (CD06) et Eiffage Route s'est alors créé afin d'expérimenter ce procédé sur le territoire des Alpes-Maritimes », rappelle Laure Hugues du service de l'entretien et de la

de mieux communiquer, notamment auprès des médias et de l'opinion. La collectivité doit ainsi voir ces chantiers d'expérimentation, non pas comme un risque, mais comme un engagement pris pour faire avancer le pays, action d'autant plus valorisable auprès des citoyens dans le contexte économique actuel. Pour pousser à l'innovation et son expérimentation, l'IDRRIM a travaillé sur le délicat sujet de la responsabilité des acteurs dans un chantier innovant, du partage des risques dans ce type d'opération et de la possibilité de l'assurer. Il publiera prochainement une note d'information. Cette dernière devrait permettre de mieux utiliser les articles du nouveau code des marchés publics issus du décret d'application du 25 mars 2016, valant aussi pour les services juridiques des entités adjudicatrices.

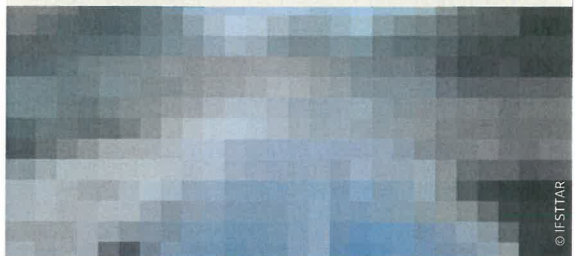
### 3<sup>e</sup> CONGRÈS DE L'IDRRIM

Le troisième Congrès de l'IDRRIM se déroulera les 14 et 15 juin 2016 à Paris-Expo, Porte de Versailles, sur le thème : « Des infrastructures indispensables, innovantes et engagées pour la transition énergétique ».

Au-delà des exposés attendus sur l'entretien et la gestion des patrimoines d'infrastructures, les méthodes d'auscultation non destructives ou à bas coût, trois thématiques particulières feront la spécificité du congrès. Premièrement, dans la lignée de la conférence de Paris sur le climat, la transition énergétique, l'économie circulaire et la lutte contre les effets du changement climatique seront abordés dans deux sessions. Deuxièmement, l'innovation et l'expérimentation seront traitées dans une session spéciale mais aussi à travers les matériels, les équipements de 5<sup>e</sup> génération, ou les matériaux nouveaux à faible impact environnemental.

Enfin le numérique, l'informatique, les technologies de communication, la masse extraordinaire de données digitales, constituent les éléments d'un changement de paradigme total. Comment anticiper et s'approprier ces changements ?

**Inscriptions et programme du congrès sur [www.idrrim.com](http://www.idrrim.com) et [www.interoute-ville.com](http://www.interoute-ville.com)**



Piste de référence de l'IFSTTAR située à Nantes pour étudier le contact pneumatique-chaussée et les mécanismes d'adhérence.

#### LEXIQUE

**Ademe** : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

**CIRR** : Comité innovation routes et rues.

**CNFPT** : Centre national de la fonction publique territoriale.

**IDRRIM** : Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité.



## L'innovation, une nécessité pour la route de demain



© Conseil départemental 06

Mis en place sur une route départementale des Alpes-Maritimes, Biocold® répond à plusieurs objectifs de transition écologique.

- sécurité routière à la direction des routes et infrastructures de transport (Drit) du CD06. Mis en œuvre sur la RD 21 à Lucéram, en septembre 2014, ce procédé a été utilisé pour renouveler la couche de roulement de cette section de route de montagne qui permet d'accéder à Peira Cava et au Col de Turini. La réalisation du chantier ainsi que le suivi des planches expérimentales jusqu'à aujourd'hui montrent un comportement très satisfaisant du Biocold® en comparaison de techniques classiques. Plus écologique, la route du futur pourra même être productrice d'énergie. Étudiée et testée un peu partout dans le monde depuis quelques années, la route solaire n'est désormais plus seulement un concept en France. Cinq années de recherche ont permis au groupe Colas, en partenariat avec l'Insee, de parvenir à un revêtement composé

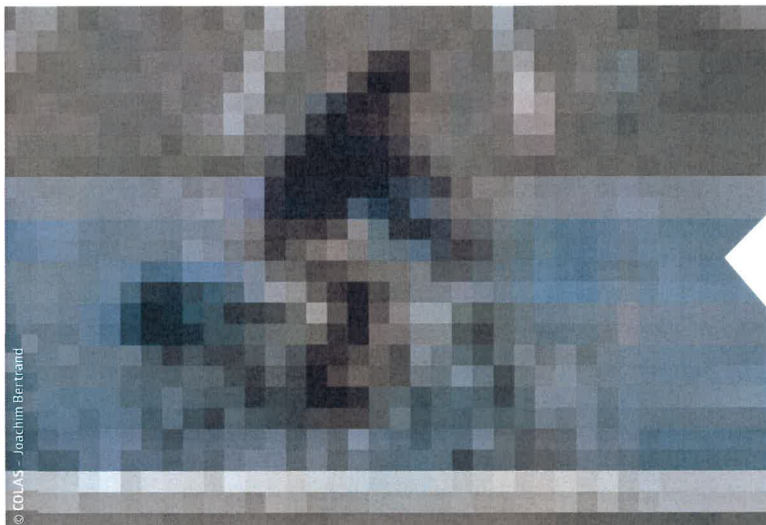
### UN ENROBÉ ENVIRONNEMENTAL ET MANIABLE

Destiné à l'entretien des couches de roulement, l'enrobé semi-tiède Biocold® apporte une solution flexible aux maîtres d'ouvrage, en termes de variabilité d'épaisseur grâce à une adaptabilité à des supports plus ou moins déformés, de sécurité grâce à sa macrotecture optimisée, et surtout de maniabilité grâce au fluxant végétal. Ces propriétés mécaniques intermédiaires, entre les enrobés à chaud (référence) et les enrobés à froid (réservés aux faibles trafics), en font une technique d'entretien particulièrement adaptée aux chaussées souples. Il s'agit d'un « enrobé de proximité ».

de dalles photovoltaïques. Ces dernières, d'une épaisseur de 7 mm, ont été spécialement étudiées pour résister aux agressions climatiques, mais surtout au passage des poids lourds. Aucun travail de génie civil n'est nécessaire, les

Selon le constructeur Colas, un kilomètre de route équipée de la technologie Wattway permettrait d'alimenter en éclairage public une ville de 5 000 habitants.

dalles PV appelées Wattway étant directement posées et collées sur la route. Dans le cadre de l'appel à projets « Route du futur » du programme d'investissement d'avenir piloté par l'Ademe, cette technologie séduisante est en cours de déploiement sur le premier chantier de route solaire en France à Marseille. Quelques dizaines de mètres carrés de dalles Wattway ont pour l'instant été installés. Cet appel à projets vise, outre l'expérimentation de différents dispositifs, de recouvrir 1 000 km de photovoltaïque d'ici 2021.



© COLAS - Joachim Bertrand

4

## Route communicante et intelligente

Comme pour les réseaux d'eau ou d'énergie, la route du futur se vaudra également intelligente. « Les véhicules automobiles seront connectés, voire automatisés, échangeant de l'information avec une infrastructure routière devenant elle-même communicante ou entre véhicules. Cette évolution va réinterroger les modalités de conduite, le rapport de l'usager à son véhicule et au déplacement, la gestion du trafic, l'exploitation du réseau... et ce dans un avenir très proche », estime Bernard Perazio, vice-président du conseil départemental de l'Isère. Ce dernier, se voulant terre d'innovation, et très attaché à faciliter et à sécuriser la mobilité des personnes, investit dans le domaine des STI-C (sciences et technologies de l'information et de la communication) sur des programmes de recherche, d'expérimentation, d'innovation et de prédéploiement d'équi-



pements. Avec le soutien de la Commission européenne, il participe à deux projets complémentaires : Syncro en tant que pilote et Scoop en tant que partenaire.

Dans le cadre de Syncro, le département de l'Isère et le gestionnaire routier italien la Città Metropolitana di Torino acquièrent un système innovant, flexible et modulaire, capable de collecter de multiples données routières. Des unités bord de route déployées sur site gèrent différentes catégories de capteurs sur ou au bord de l'infrastructure, traitent et transmettent les données au PC routier de l'exploitant. Un système unique collecte des données de plus en plus complètes, calcule les temps de parcours sur les itinéraires les plus fréquentés et fournit des données de météorologie facilitant l'organisation des opérations de viabilité hivernale. Le système est également équipé de technologies V2X qui assureront l'échange de données ou informations avec les futurs véhicules en circulation équipés de technologies similaires.

Le système Syncro traite deux horizons de temps distincts :

- À court terme, la collecte des données routières en utilisant des capteurs installés sur l'infrastructure. Un système pilote est en service sur les routes RD531 et RD215B, entre Sassenage (sortie de l'agglomération grenobloise) et la station de sport d'hiver Villard-de-Lans Côte 2000 (plateau du Vercors). La technologie est en cours d'évaluation par le Cerema. Selon les résultats, le déploiement du système est envisagé dès mi-2016.

- À long terme, la collecte de données routières directement à partir des messages remontés par les véhicules communicants. Réciproquement, les unités Syncro V2X diffuseront en local et en temps réel des informations routières aux véhicules. Les services et technologies avancés V2X développés dans le projet Scoop seront par ailleurs expérimentés en condition réelle dès l'été 2016, en vue d'une éventuelle mise en œuvre à plus grande échelle sur le réseau routier départemental.

Porté par le ministère des Transports, le projet Scoop est en effet un pilote de déploiement d'un STI-C fondé sur les communications, le partage d'informations entre les véhicules (V2V) et entre les véhicules et les infrastructures routières (I2V & V2I). Il réunit des partenaires publics et privés et offre un test à grande échelle à partir de cinq sites pilotes gérés par la DirLF, la DirO, la DirA, la Sanef et le département de l'Isère, avec comme objectif de garantir la sécurité des agents intervenant sur les routes et de fournir aux usagers des services innovants de sécurité et de confort. Le projet analyse également les aspects juridiques liés aux échanges de données (protection de la vie privée, propriété des données...) et la sécurité des systèmes

Pour le projet Scoop, près de 3 000 voitures seront équipées parmi des flottes de véhicules de collectivités et d'entreprises, mais aussi de particuliers qui peuvent faire partis des testeurs.

d'information. Le projet Scoop contribue aux travaux de la Commission européenne pour la mise en place d'une stratégie européenne de déploiement des premiers STI-C ...

### SYNCRO, UN ACHAT EN QUATRE PHASES

**Bernard Perazio, conseil départemental de l'Isère**

Le projet Syncro a été conduit dans le cadre d'un appel à projets européen « achat public innovant » ouvert à l'ensemble des opérateurs économiques, et en particulier les PME (avec le support des CCI de Grenoble et de Turin). Le groupement d'entreprises retenu est constitué essentiellement de PME innovantes. Avec l'appui d'un expert juridique, le cadre juridique novateur a permis de réaliser un achat en quatre phases, assurant un partage équilibré des risques entre l'acheteur public et les industriels : une phase d'études à travers un dialogue compétitif, une phase d'expérimentation d'un système pilote, une phase de prédéploiement puis de déploiement à grande échelle. Ces nouvelles pratiques d'achat public (proches de la nouvelle procédure « partenariat d'innovation ») et plus largement les initiatives d'innovations (telles que Scoop) peuvent permettre aux acheteurs publics de contribuer au développement de nouveaux marchés, en s'adressant à tous les acteurs de l'innovation, PME comprises.



## L'innovation, une nécessité pour la route de demain

- et des infrastructures de communication (unité bord de route, hybridation UBR-cellulaire...).
- « L'Isère participe activement à Scoop au travers entre autres de l'installation d'unité bord de route sur son réseau routier, de la réalisation des tests sur les services : collecte de données, remontée alertes, signalisation embarquée : indications pour la conduite, information chantier et événements inopinés et dangereux, informations sur le trafic routier, intermodalité... en intégrant les spécificités de territoires de montagne », précise Bernard Pérezio.
- Ces expérimentations en cours ne sont qu'une première étape, l'émergence annoncée des véhicules connectés puis autonomes amenant à réfléchir sur les échanges que devra avoir l'infrastructure avec ces nouveaux véhicules. Enfin, pour réaliser ces travaux, l'innovation peut aussi se porter sur la dévolution des marchés en utilisant les formes nouvelles de contrats offertes par les dispositions du décret du 25 mars 2016 comme les marchés sur performance. Ces derniers sont susceptibles de permettre aux entreprises de proposer des solutions ou procédés innovants visant à atteindre des objectifs ou des niveaux de service, fixés au

départ, mesurables facilement pour en assurer l'évaluation dans le temps.

Ce balayage très rapide de la situation de l'innovation en France, de ses enjeux, et des pistes d'actions à mener par les différents acteurs, montre à quel point le sujet est complexe et pourtant fondamental. Quelle sera la prochaine révolution ? Si l'on en juge par les craintes mais aussi les espoirs suscités par le véhicule autonome, ce sera peut-être lui, à moins que ce ne soit la route solaire ? Ou un outsider aujourd'hui encore au stade des briques technologiques de la route de 5<sup>e</sup> génération. En tout état de cause, les routes peuvent commencer à anticiper leur adaptation. ●

### POUR EN SAVOIR +

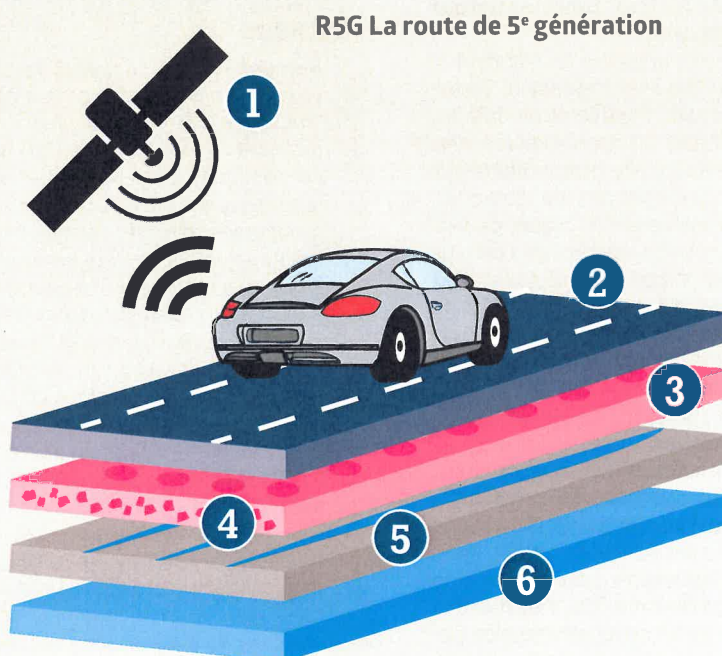
- [www.isere.fr/Deplacements/la-route-innovante/la-route-de-demain](http://www.isere.fr/Deplacements/la-route-innovante/la-route-de-demain)
- [www.idrriim.com/actualites-presse/2016-04-15.4184.htm](http://www.idrriim.com/actualites-presse/2016-04-15.4184.htm)
- [www.idrriim.com](http://www.idrriim.com)

## QUELS ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE POUR LA R5G ?

**Julien Vick, délégué général du SER**

Évolutive, environnementale et coopérative, la route 5<sup>e</sup> génération dessine de nouvelles formes de mobilité pour demain. Les équipements de la route accompagnent cette transition progressive, et continueront de jouer un rôle majeur dans la sécurité des véhicules du futur. Ils contribueront activement aux évolutions liées aux systèmes coopératifs et au guidage des véhicules : ainsi, les unités de bord de route (stations météo, stations de comptage...), utilisées comme infrastructures communicantes, permettront aux véhicules connectés de recevoir et d'émettre des données. De même, un marquage au sol performant et une signalisation visible par tout temps seront des repères indispensables pour guider et sécuriser le véhicule du futur.

[www.equipements-routiers-et-urbains.com](http://www.equipements-routiers-et-urbains.com)



R5G La route de 5<sup>e</sup> génération

- 1 Échange d'informations sur l'état des routes, le trafic... avec un système central ou des autos connectées.
- 2 Chaussée translucide tapissée de panneaux solaires dédiés aux véhicules électriques qui se rechargent par le sol, et à l'éclairage public.
- 3 Capteurs et fibre optique pour prévoir la formation de nids-de-poule.
- 4 Système de pompe à chaleur stockant l'énergie le jour et la relâchant la nuit.
- 5 Enrobé poreux permettant la circulation d'eau chaude pour dégivrer la route.
- 6 Réservoir d'eau de pluie pour écrêter les crues.



Pernay-La Membrolle : malaxeur en action sur ce chantier novateur de retraitement d'une chaussée en place.

# Une voirie écologique

Pour échapper au cercle vicieux des reprises ponctuelles sur une voirie rurale instable, plusieurs municipalités ont opté pour le retraitement en place. Une solution d'avenir qui épargne les ressources et de nombreuses nuisances aux collectivités.

Les petites municipalités dont les ressources sont limitées parviennent difficilement à entretenir convenablement leurs voiries communales. Nids de poules, effondrements, fissurations, déformations... les pathologies sont nombreuses, surtout en zone rurale où le réseau supporte le trafic d'engins agricoles. "Nous sommes pris dans un cercle vicieux, explique Claude Cormery, maire de Pernay, petite ville de près de 900 habitants d'Indre-et-Loire, près de Tours. Comme nous ne pouvons pas mobiliser des crédits suffisants pour réaliser des travaux de fond, nous limitons à des interventions ponctuelles de purge".

## Des travaux sans fin

Mais ce remède n'est que provisoire, surtout dans cette région : l'instabilité des sols, due à leur nature argileuse et combinée à une humidité relativement forte, oblige la municipalité à revenir année après année.

"Cela n'est pas satisfaisant, reprend l' élu. Cet entretien du réseau par petites touches accroît l'hétérogénéité des chaussées et finit par nous coûter bien plus cher".

Moralité : l'appui de la région ou du département est nécessaire pour pouvoir envisager et financer des solutions plus radicales, comme la réfection totale des structures. Ainsi, pour réhabiliter les 10 km d'une route reliant Pernay à la Membrolle-sur-Choisille, les communes se sont tournées vers le Conseil Général. Fédérées par la communauté de communes de Gâtine et Choisses, maître d'ouvrage, les cinq collectivités concernées par le projet (la Membrolle-sur-Choisille, Fondettes, Saint-Roch, Charentilly et Pernay) ont lancé un appel d'offres. Mais la solution proposée, une reprise totale par l'apport de 40 cm de diorite complétée par un enduit bicouche, atteignait un million d'euros. Un montant trop important pour le département qui a refusé en 2001 de subventionner l'opération.

## Une alternative avantageuse

"L'entreprise nous a alors proposé une alternative : le retraitement de la chaussée et du sol en place. Une première dans la région, reprend Claude Cormery. Le retraitement est plus avantageux car il évite l'achat et le transport des granulats acheminés sur chantier ainsi que la mise en

### LE CHANTIER EN BREF

- **Lieu** : voirie communale entre Pernay et la Membrolle-sur-Choisille (Indre-et-Loire)
- **Projet** : réhabiliter une voirie très endommagée
- **Contraintes** : réaliser un ouvrage pérenne
- **Solution** : retraitement de la chaussée en place à la chaux et au ciment
- **Linéaire de voirie réalisé** : 4,2 km, soit 16 700 m<sup>2</sup> (première tranche)



décharge des matériaux extraits du site” résume Laurent Kopp, directeur du laboratoire de l’entreprise BSTP (Beauce Sologne Travaux Publics).

Autre avantage, et non des moindres, à l’heure de la raréfaction des ressources naturelles et de la nécessité de promouvoir un développement durable : la valorisation des matériaux de chaussée en place préserve les carrières et les gravières. De plus, elle permet de limiter l’impact des transports routiers : bruit, pollution, usure du réseau routier, risques d’accidents de la route...

## ■ Valoriser les matériaux de chaussée en place

Le principe de cette technique consiste à apporter, aux matériaux présents sur le site, la résistance qui leur manque par l’ajout de liants routiers. Objectif : constituer une assise pérenne et homogène, les matériaux étant “brassés” par un pulvi-mixeur ou malaxeur, qui recevra une couche de roulement (enduit bicouche). Couramment employée pour le terrassement des chantiers routiers, autoroutiers ou des plateformes industrielles, cette solution n’est que trop rarement utilisée sur ce type de voirie secondaire, très peu structurée, résultat d’apports successifs de graves au cours des années et recouverte d’un tapis d’enrobés. “Nous avons profité de l’opération pour élargir la chaussée à 4 m ou 4,30 m, avec des zones de 6 m de large sur des longueurs de 10 m pour permettre le croisement d’engins agricoles” souligne Laurent Kopp.



Certaines zones très argileuses ont dû être corrigées avec des granulats.



À de nombreux endroits, l’ancienne chaussée était particulièrement endommagée.



La chaussée existante est déroctée par ripage avec un bulldozer.

Engagés à la mi-septembre 2002, les travaux de la première tranche (4,2 km) ont nécessité des études préalables et des sondages réalisés par le LRPC de Blois. “Leur nombre était insuffisant, analyse Roland Rouziès, responsable de la subdivision de

## ■ PROTECTION À L’EAU INDISPENSABLE

L’eau est l’ennemie de toutes les chaussées. Les structures traitées à la chaux et au ciment n’échappent pas à la règle. “La couche de roulement, qui assure l’étanchéité, joue un rôle capital dans la pérennité de l’ouvrage, souligne Claude Cormery. Elle doit donc adhérer parfaitement à l’assise et présenter une résistance suffisante pour éviter toute infiltration, qui se solderait par des désordres structurels. Un autre point à ne pas négliger est la mise hors d’eau : des fossés suffisamment profonds sont nécessaires pour écarter les risques de remontées par capillarité dans la structure”.

## ■ PRINCIPAUX INTERVENANTS

- **Maîtrise d’ouvrage :** Communauté de communes de Gâtine et Choisilles
- **Maîtrise d’œuvre :** DDE d’Indre-et-Loire, subdivision de Neuillé Pont-Pierre
- **Entreprise :** BSTP
- **Etudes et sondages :** LRPC de Blois
- **Fournisseurs des liants :** Calcia (liant routier hydraulique) et Lhoist (chaux)

l’équipement de Neuillé Pont-Pierre, maître d’œuvre. Nous avons découvert la présence de deux zones riches en silex lors des travaux”. Des purges ont donc été nécessaires pour que l’engin, un malaxeur Caterpillar SM-350 développant près de 500 chevaux, puisse opérer sans être bloqué ni endommagé. “Le rotor de la machine ne supporte pas les agrégats de granulométrie supérieure à 200 mm” précise Laurent Kopp, évoquant la nécessité d’une fragmentation préalable des matériaux durs lors du déroctage de l’ancienne chaussée.

## ■ Traitement à la chaux et au ciment

La portance de l’ancienne structure de chaussée avant traitement était si faible (EV2 compris entre 10 et 40 MPa) qu’un porteur de liant venu effectuer une livraison y a laissé des ornières de 3 à 10 cm. Après traitement, cette valeur a été portée à plus de 80 MPa en moyenne (50 MPa au minimum) lors de la pré-réception par essais à la plaque à 7 jours. Le mode opé-



Passage du malaxeur et de la niveleuse après épandage de la chaux et du liant routier à base de ciment.

ratoire, défini par le laboratoire de l'entreprise, comprend une phase d'épandage de chaux (Pouzzocal S2 de Lhoist) puis une autre de liant hydraulique routier (Ligex 111 M10 de Calcia) suivies chacune d'un malaxage. "Un traitement uniquement à la chaux ne permet pas d'obtenir les résistances nécessaires à la structure, qui plus est pour des sols humides, souligne Laurent Kopp. L'association avec le ciment est indispensable pour permettre aux matériaux retraités d'atteindre les performances souhaitées".

Le dosage initialement prévu dans l'étude de faisabilité était de 1 % de chaux et 7 % de liant routier, ce dernier étant ensuite abaissé à 4 %. "Une faible teneur en liants limite le retrait et donc les risques de remontées de fissuration", commente le responsable.

### ■ Un temps d'intervention divisé par trois

Séduits par la technique, les élus et les riverains ont également apprécié la rapidité de l'intervention: la durée du chantier a, en

effet, été divisée par trois (7 semaines seulement au total) par rapport aux solutions classiques, 2000 m<sup>2</sup> étant réalisés par jour au lieu de 600. "Cette technique est surtout beaucoup moins lourde pour les riverains, qui n'ont pas à supporter les rotations de camions pour apporter et évacuer des matériaux, souligne Claude Cormery. De plus, l'absence de remblaiement et de déblaiement évite de salir le chantier, ses abords et ses accès".

Malgré tous ses atouts, la technique reste pénalisée par son seuil de rentabilité. "Il faut un minimum de 3000 m<sup>2</sup> pour amortir le coût de déplacement des engins hautement spécialisés" souligne Roland Rouziès. D'où des difficultés pour l'entreprise dans sa stratégie de promotion du retraitement dans la région, les chantiers étant souvent de petite taille. "L'idéal serait que les communes puissent s'associer pour traiter des linéaires suffisants et ne plus être tributaires de leur faible capacité financière, conclut Claude Cormery. Il serait judicieux que les DDE, qui programment la majorité de nos petits travaux, coordonnent ces opérations". ●



La structure est arrosée pour corriger la teneur en eau avant le malaxage final.



Profil définitif de la chaussée en double pente après nivelage et compactage.

### ■ UN MODE OPÉRATOIRE D'UNE GRANDE COMPLEXITÉ

La réalisation de la chaussée a nécessité une quinzaine d'opérations distinctes :

- déroctage au bulldozer par ripage de la chaussée existante en plusieurs passes, afin d'écraser les morceaux d'enrobés avec les chenilles de l'engin ;
- tri des gros éléments au tracto-pelle et à la main, et correction de la teneur en eau par arrosage (arroseuse munie d'une queue de carpe) ;
- épandage de la chaux vive avec un épandeur en deux passes de 2,5 m pour couvrir les 4 m, à raison de 6 kg/m<sup>2</sup> ;
- premier malaxage du sol et de la chaux sur 30 cm ;
- épandage du liant Ligex 111 M10 (22,5 kg/m<sup>2</sup> en moyenne) ;
- deuxième malaxage du sol sur 30 cm ;
- arrosage (5 l/m<sup>2</sup> par passe) si nécessaire et selon les zones ;
- troisième malaxage ;
- pré-réglage à la niveleuse ;
- compactage (8 passes à 2,5 km/h) ;
- réglage fin à la niveleuse ;
- passage du compacteur sans vibration pour lisser ;
- application d'un enduit de cure à l'émulsion et de gravillons 2/4 ;
- nouveau passage du compacteur sans vibration ;
- séchage de 7 jours, avant réouverture au trafic de poids lourds ;
- essais de plaque de pré-réception à 7 jours
- essais de déflexions de réception ( $\delta < 80$  centièmes de mm à 28 jours)
- réalisation de l'enduit bicouche final



Un enduit gravillonné est ensuite appliqué sur la chaussée.



IFSTTAR

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

## Rendre les infrastructures plus durables, peu émissives et économes en ressources naturelles

La démarche « Route de 5<sup>ème</sup> génération » vise essentiellement à préserver les ressources naturelles, limiter les nuisances, notamment sonores liées au trafic routier, et diminuer les dépenses de construction et d'entretien des réseaux. La route sobre est une route à longue durée de vie, silencieuse, dont la construction consomme un minimum de ressources naturelles non renouvelables. Plusieurs actions de recherche sont engagées à l'Ifsttar, dont certaines ont abouti à la réalisation de démonstrateurs.

### Des revêtements à longue durée de vie

Aujourd'hui, les structures de chaussées sont dimensionnées pour 30 ans, alors que les revêtements ont des durées de vie beaucoup plus courtes, de l'ordre de 7 ans sous de forts trafics. Les travaux de réfection sont une gêne majeure pour les usagers et riverains et une source d'insécurité. Pour y remédier, des actions ont été entreprises par le groupe de travail « **Long-Life Pavement** » de l'OCDE, auquel l'Ifsttar participe. De nouveaux enrobés en bitume-époxy ont été formulés et l'Ifsttar a proposé un nouveau matériau pour couche de roulement ultrarésistant, à base d'enduit hydraulique fibré gravillonné (EHFG).

Tout en limitant les nuisances. En ville, l'une des sources majeures de gêne est l'ouverture de tranchées pour accéder aux réseaux enterrés (eau, gaz, etc.). L'IFSTTAR a développé, en partenariat avec des industriels et deux villes (Nantes Métropole et Saint Aubin les Elbeufs), un concept de chaussée urbaine démontable (CUB) utilisant des dalles béton hexagonales préfabriquées.



Ces dalles amovibles permettent un accès rapide aux réseaux, améliorent la durabilité des propriétés de surface des chaussées et peuvent être recyclées. Leur préfabrication devrait permettre de proposer d'autres fonctions intégrées (textures variées, surfaces poreuses, silencieuses ou dépolluantes, insertion de capteurs, etc.).



Simultanément, les recherches ont progressé pour réduire le bruit de roulement des véhicules en ville. Ces travaux visent à mieux comprendre le rôle de la texture de la chaussée et de l'effet de pompage d'air dans la zone de contact pneumatique-chaussée. Ils ont permis de développer de nouvelles technologies de chaussées<sup>1</sup>.

### En préservant les ressources naturelles

Maîtriser l'impact environnemental de la route, en tenant compte des phases de construction et d'usage, constitue par ailleurs une préoccupation majeure pour les décideurs. Le projet européen **ECOLABEL**, auquel participe l'Ifsttar, vise à disposer en Europe d'une méthodologie de labellisation des routes vis-à-vis de leur cycle de vie, en combinant leurs performances techniques, environnementales et socio-économiques.

Les recherches menées à l'Ifsttar concernent également les possibilités d'usage de matériaux renouvelables et le recyclage des produits pour un même usage en fin de vie.

Pour réduire la consommation de pétrole, il faut trouver un matériau de substitution au bitume gardant les mêmes performances. C'est un enjeu important notamment en France où 70 000 km de routes sont rénovées chaque année.

L'Ifsttar s'intéresse aux micro-algues, identifiées comme une biomasse d'avenir pour produire un liant bio-sourcé. En effet, leur production n'entre pas en compétition avec un usage alimentaire et ne mobilise pas de terres arables. Les recherches sont réalisées au sein du projet scientifique **Algoroute**, cofinancé par la région Pays de la Loire.

En fin de vie, les méthodes de recyclage des enrobés sont maintenant bien développées, mais des questions demeurent sur les performances après plusieurs recyclages successifs. Le projet national MURE<sup>2</sup> (Multi-Recyclage des Enrobés) auquel participe l'Ifsttar vise à y répondre, dans un contexte de développement de nouvelles méthodes de fabrication d'enrobés tièdes (mousse et additifs).



Vélizy-Villacoublay, le 15 octobre 2015

**Communiqué de presse****Double récompense pour Eiffage, lauréat  
du comité d'innovation routes et rues et des trophées des TP 2015**

Eiffage Route et Eiffage Génie civil ont été déclarées lauréates de l'appel à candidature du comité d'innovation routes et rues, par Ségolène Royal, ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, et Alain Vidalies, secrétaire d'État chargé des Transports, de la Mer et de la Pêche. Ce comité, qui vise à soutenir des projets innovants développés par l'industrie routière française, a distingué deux projets Eiffage parmi les neuf projets lauréats : Recyclean<sup>®</sup> (traitement en place de chaussées polluées avec protection par voie humide) et R6Pont<sup>®</sup> (renforcement sismique des ponts par chemisage en BFUP des piles).

Le procédé Recyclean<sup>®</sup> a également été primé le 12 octobre lors des trophées des TP 2015, coorganisés par Le Moniteur et la Fédération nationale des travaux publics (FNTP) afin de récompenser les meilleures pratiques et les innovations des acteurs des travaux publics.

Conçu par Eiffage Route, Recyclean<sup>®</sup> est un procédé d'encapsulage sous protection humide qui permet de retraiter en place des chaussées contenant des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) en quantité, grâce à des machines exclusives – Atelier de retraitement de chaussées (ARC<sup>®</sup>) et Atelier de retraitement mobile (ARM<sup>®</sup>) – mises au point par le groupe Eiffage et spécialement adaptées pour assurer la protection des personnels et des riverains pendant la phase de travaux.

Il a été retenu par le Comité d'innovation routes et rues, pour une expérimentation sur le thème « Construction et entretien du patrimoine routes et rues - Techniques de recyclage et retraitement offrant une meilleure garantie de performance, permettant le réemploi de substances dangereuses présentes dans les chaussées, réduisant les émissions de poussière » dont il recouvre tous les champs. Recyclean<sup>®</sup> apporte en outre une solution concrète et efficace aux problématiques de transport et d'élimination de déchets pollués aux HAP. Il concourt, de par son principe, à la préservation de ressources naturelles (réemploi évitant la consommation de granulats neufs).

R6Pont® a été mis au point par Eiffage Génie civil. Il propose une nouvelle technique de renforcement des piles de pont à l'aide d'un chemisage en béton fibré à ultra-hautes performances BSI®, le BFUP développé par Eiffage, portant sur les zones critiques de rotule plastique.

Alors que l'aléa sismique de la France a récemment été réévalué à la hausse, le procédé R6Pont, grâce à l'expérimentation ouverte par le Comité d'innovation routes et rues sur le thème : « Préservation et modernisation des ouvrages d'art existants - Techniques innovantes de renforcement », va pouvoir démontrer sa pertinence tant technique qu'économique et offrir à la maîtrise d'ouvrage routière un procédé de renforcement parasismique complémentaire de l'approche classique par matériaux composites.

Recyclean® et R6Pont® vont désormais se voir proposer un cadre d'expérimentation par le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema). Ce cadre fixera les modalités d'organisation, de gestion et de suivi de l'expérimentation afin d'entériner la pertinence et l'efficacité de l'innovation.

#### **À propos d'Eiffage**

Eiffage, l'un des leaders européens du BTP et des concessions, exerce ses activités à travers les métiers de la construction et de l'immobilier, de la route, du génie civil et du métal, de l'énergie et des concessions. Le Groupe s'appuie sur l'expérience de plus de 66 000 collaborateurs et a réalisé, en 2014, un chiffre d'affaires de 14 milliards d'euros dont 16 % à l'étranger.

#### **À propos de la branche Infrastructures**

Forte de plus de 23 000 collaborateurs et d'un chiffre d'affaires de plus de 4 milliards d'euros en 2014, la branche Infrastructures d'Eiffage maîtrise l'ensemble des compétences nécessaires à la conception et à la construction d'infrastructures terrestres et maritimes – depuis les fondations jusqu'à la pose des équipements. Ses équipes sont également expertes en matière de calcul et d'édification d'enveloppes et de structures métalliques. Elles sont aussi porteuses de solutions multitechniques pour tous les secteurs industriels.

#### **Contact presse branche Infrastructures**

**Dominique Duchemin**

Tél. : + 33 (0)1 71 59 17 10

[dominique-marie.duchemin@eiffage.com](mailto:dominique-marie.duchemin@eiffage.com)

## **Construire, déconstruire, préserver, adapter les infrastructures de manière efficace et durable.**

Source : IFSTTAR

Notre société aspire à plus de sécurité et de confort. L'Ifsttar doit accompagner ces évolutions dans le domaine des infrastructures (ouvrages d'art, routes, bâtiments, réseaux urbains, ouvrages de production et de transport d'énergie), que l'on doit continuer à construire de façon efficace et économe (en énergie et en ressources) pour répondre aux besoins des personnes et de développement des territoires, mais dont il s'agira surtout de prolonger ou d'optimiser la durée de vie selon les enjeux. Il faut faire évoluer ces infrastructures pour les rendre plus résilientes aux risques de toute nature et adaptables à l'évolution des besoins des populations. Dans un monde qui se montre de plus en plus éco-responsable, une attention toute particulière devra également être portée sur toute la durée de vie de l'ouvrage (optimisation conjointe des phases dimensionnement, exploitation, maintenance), à leurs fins de vie (déconstruction, recyclage), et à la limitation des impacts du milieu construit sur l'environnement et la santé.

### **Objectif 2A**

Développer des matériaux, des réseaux et des structures efficaces économiquement et socialement, économes en ressources, à faible impact sur la santé et l'environnement et tenant compte des aspects déconstruction et ACV.

Présentation de l'objectif

La stratégie nationale de développement durable a défini plusieurs défis dont « consommation et productions durables » et « conservation et gestion durable de la biodiversité de des ressources naturelles ». Le secteur de la construction (infrastructures et bâtiment) est un secteur économique majeur (plus de 1,5 million d'emplois directs) qui doit relever ces défis. L'essentiel du bitume utilisé en France l'est sur les routes et les 2/3 des bétons sont destinés au bâtiment. L'Ifsttar apporte sa contribution dans le domaine des matériaux et des structures innovantes, résilientes et adaptables à leur milieu et leurs usages (bâtiments, ouvrages d'arts, routes, ouvrages géotechniques) tout au long de leur vie. Des solutions visant à réduire l'usage de l'énergie et des ressources naturelles ainsi que les émissions de gaz à effet de serre et de polluants, sur la durée de vie des matériaux et des structures seront recherchées.

### **Objectif 2B**

Améliorer et optimiser l'existant pour une meilleure durabilité des infrastructures et des réseaux.

Présentation de l'objectif

Les défis de « consommation et productions durables » et de « conservation et gestion durable de la biodiversité de des ressources naturelles » de la SNDD mais aussi les défis économiques auxquels sont confrontés les maîtres d'ouvrages impliquent d'améliorer aussi la durabilité des ouvrages et réseaux existants. La société a donc besoin d'infrastructures sûres, efficaces et disponibles, même dans le contexte difficile du changement climatique susceptible de générer des sollicitations exceptionnelles mal connues à ce jour, ou

d'évolution sur les sollicitations d'exploitation ou accidentelles. Une attention particulière sera portée à la durabilité des réseaux urbains dont la maintenance efficace constitue aujourd'hui des enjeux environnementaux et économiques forts.

## **Objectif 2C**

Auscouter, analyser les matériaux, le bâti, les réseaux et le sol pour améliorer la durabilité et la prévention des risques et évaluer leurs performances et leurs impacts.

### Présentation de l'objectif

La réalisation des objectifs précédents (2A et 2B) nécessite le développement d'outils d'auscultation, d'analyse et de reconnaissance des matériaux et des structures, intégrant les évolutions technologiques majeures réalisées ces dernières années dans les domaines de la microélectronique et des NTIC et qui peuvent être d'un grand intérêt pour ces applications. Elle nécessite également la mise au point d'une méthodologie d'estimation des impacts environnementaux et sanitaires à l'échelle des structures.

## Verte, intelligente et connectée : la route du futur

Par FLORENCE PAGNEUX, à Bouguenais (Loire-Atlantique) - [www.lacroix.com](http://www.lacroix.com) - le 22/9/2015



Qui n'a jamais protégé ses oreilles face au bruit assourdissant d'un marteau-piqueur sur le bitume ? D'ici à quelques décennies, les nuisances liées aux travaux routiers ne seront plus qu'un lointain souvenir. Dans la ville de demain, les routes se démonteront aussi facilement qu'un puzzle, laissant apparaître les réseaux de gaz, d'eau ou d'électricité souterrains, sans avoir à creuser de nouvelles tranchées.

Les voitures se feront également plus discrètes, grâce à des textures savamment étudiées pour réduire le bruit. La durée de vie des chaussées, auparavant calibrées pour vingt à trente ans, aura également considérablement augmenté, grâce à la mise au point de matériaux plus durables.

### **De la voie romaine à la route verte**

Si ces routes plus sobres et moins énergivores ne sont pas encore une réalité, les chercheurs de l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar) y travaillent. Celui-ci pilote, avec des partenaires publics et privés, un vaste programme de recherches portant sur la « Route 5<sup>e</sup> génération » (R5G) (1).

Après le chemin de terre, la voie romaine, le macadam et les autoroutes, la route de demain sera plus verte. « *Dans les années 1950-1960, la priorité était donnée au développement du réseau routier français*, raconte Michel Boulet, directeur délégué de l'Ifsttar à Nantes-Bouguenais (Loire-Atlantique). *La place du têtard ou des plantes ne préoccupait personne. Désormais, nos recherches sont beaucoup plus en lien avec l'environnement.* »



Plusieurs travaux portent ainsi sur l'invention de matériaux alternatifs au bitume issu du pétrole, comme les microalgues ou les déchets de l'industrie agroalimentaire, mais aussi sur le recyclage des anciennes chaussées. « Aujourd'hui, on incorpore seulement 10 à 20 % de matériaux recyclés, explique Pierre Hornych, directeur du laboratoire Lames, à l'Iffstar de Nantes (2). Si on met au point un additif capable de régénérer le vieux bitume, on pourra utiliser plus de 50 % de matériaux recyclés ». On pourrait même y incorporer des déchets urbains, comme le bois ou les gravats.

### **Des autoroutes pour recharger les voitures électriques**

La route de demain sera également plus « intelligente », prédisent les chercheurs. Imaginez : vous circulez sur une autoroute avec votre véhicule électrique, dont la batterie montre des signes de fatigue. Plutôt que de guetter une borne de recharge, il suffira d'emprunter la voie de droite, équipée d'un système d'induction permettant de recharger sa voiture en roulant. Le secret ? Des câbles situés sous la route, dans lesquels circule un courant électrique générant un champ magnétique.

« On appelle cela l'induction dynamique, indique Pierre Hornych. Ce n'est pas une technologie encore bien maîtrisée car il faut parvenir à envoyer du courant uniquement au passage du véhicule et gérer les interférences entre champs magnétiques. En revanche, l'induction statique est déjà une réalité. » Dans deux villes allemandes (Mannheim et Brunswick), des autobus électriques de la société Bombardier rechargent leur batterie à l'arrêt, sur une dalle de béton équipée d'une fameuse plaque d'induction.

### **Des routes qui s'auto-diagnostiquent**

Qui dit route intelligente dit aussi route connectée, utilisant toutes les ressources numériques pour s'auto-diagnostiquer. Température, taux de déformation de la route, trafic routier... toutes ces données, récupérées par des capteurs situés sous le bitume, transmises à un boîtier intelligent placé en bord de route, permettent de connaître son état en temps réel et d'intervenir le plus tôt possible.

Ces outils pourraient aussi mesurer la charge des poids lourds qui circulent sur la chaussée. « *Pas besoin de portique d'écotaxe !* », sourit le chercheur. Ces capteurs pourraient même détecter la présence de verglas et déclencher des tuyaux chauffants situés sous la route pour la dégivrer. « *Ce principe de route chauffante est déjà testé en France, à Égletons (Corrèze), et se montre très intéressant pour les pistes d'aéroport.* »

## **Le stop-and-go, la fin du conducteur**

Pour rendre cette route connectée plus sûre, les conducteurs seraient mis à contribution. Leurs smartphones pourraient en effet signaler les lieux où se produisent freinages brutaux ou vitesse excessive, rendant nécessaires des mesures ciblées de sécurité routière.

« *Le plus grand changement sera de voir des véhicules sans conducteur*, prévient Nicolas Hautière, directeur du projet R5G, à l'Ifsttar. *Il sera bientôt possible de lâcher le volant dans plusieurs situations, sur une autoroute à faible trafic comme dans des bouchons, avec des systèmes de "stop and go".* » Reste un obstacle de taille, celui de l'acceptabilité sociale, les individus ayant encore du mal – à raison ? – à confier leur vie à une machine.

## **Partager la route**

Autre évolution attendue des chercheurs, une baisse du nombre de voitures sur les routes, lié au développement du covoiturage et des autres moyens de transport. D'où de nouveaux usages des voies de circulation. « *En ville, on construit des routes très larges pour un trafic qui n'est important qu'à certains moments de la journée* », rappelle Pierre Hornych.

On pourrait donc réaffecter ces voies aux piétons ou créer des parkings éphémères durant les heures creuses. « *Partager la route est déjà une réalité en ville avec le tramway, mais certains projets vont beaucoup plus loin* », souligne Nicolas Hautière, citant celui du milliardaire Elon Musk, en Californie. « Hyperloop » promet ainsi de faire circuler des capsules à très haute vitesse (1 000 km/h) dans des tubes situés le long des autoroutes.

De quoi donner le vertige ! Reste que toutes ces prouesses technologiques se heurtent à un problème de taille : leur coût. « *Il faudra le temps nécessaire pour les déployer et les financer à plus grande échelle* », relève Pierre Hornych. Afin d'accélérer ce processus, le programme R5G prévoit de concevoir des démonstrateurs en grandeur nature, en lien avec des entreprises (3). Un tronçon de 15 kilomètres de 4 voies récupéré à côté du siège de l'Ifsttar, à Marne-la-Vallée (Seine-et-Marne), pourrait ainsi donner corps à ces innovations. Et tracer la route du futur...

---

## **L'IFSTTAR, UNE RÉFÉRENCE DANS LA RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS**

L'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar) est né en 2011 de la fusion du laboratoire central des Ponts et Chaussée et de l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité. C'est le principal établissement public de recherche dans le domaine des transports en Europe.

Basé à Marne-la-Vallée (Seine-et-Marne), il dispose de deux sites majeurs à Nantes – Bouguenais (Loire-Atlantique) et à Lyon-Bron (Rhône) et de trois sites à Salon-de-Provence, à Lille-Villeneuve d'Ascq et à Versailles-Satory.

Ses recherches couvrent la totalité du spectre des transports, terrestres ou non, de leur conception à leur exploitation. Elles concernent aussi de grandes infrastructures comme les barrages, les centrales nucléaires ou les structures de production d'énergie.

L'Ifsttar emploie 1 150 personnes, dont 1 000 permanents. Son budget est de 100 millions d'euros. Il réunit des compétences aussi variées que des mathématiciens, physiciens, économistes, psychologues, sociologues, ergonomes ou médecins.

FLORENCE PAGNEUX, à Bouguenais (Loire-Atlantique)

(1) R5G est en lien étroit avec le programme européen « Forever Open ».

(2) LAMES signifie Laboratoire, auscultation, modélisation, expérimentation des infrastructures de transports.

(3) L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) pourrait en partie financer ces démonstrateurs, via son appel à projets « Route du futur » lancé dans le cadre des investissements d'avenir.



# Le recyclage des enrobés de chaussée a de l'avenir

Par Emmanuelle Picaud

Le projet de recherche MURE, pour multirecyclage des enrobés de chaussée, vise à démontrer la faisabilité technico-économique du recyclage des enrobés à chaud et tièdes. Le Muretain Agglo, qui participe au projet de recherche, teste une technique sur l'un de ses sites.

**E**n participant au projet de recherche national MURE, le service voirie du Muretain Agglo ne s'attendait pas à rencontrer un tel succès. Le projet collaboratif a reçu le prix régional de l'observatoire dédié à la qualité de service des infrastructures en Midi-Pyrénées (Orquasi). « C'est une certaine récompense vis-à-vis de notre travail. Afficher ce projet, cela a aussi permis de percevoir notre service différemment au sein de la collectivité », se félicite Marc Rieunau, directeur de la voirie du Muretain Agglo.

## Raboter, la clé du succès

Le Muretain Agglo est la quatrième collectivité en France à s'être associée au projet MURE (après la métropole de Lyon, le département du Rhône et celui du Puy-de-Dôme). Mené par l'Institut pour la recherche appliquée et l'expérimentation en génie civil, le projet de recherche vise à tester la durabilité

## FICHE TECHNIQUE

- **Maître d'ouvrage :** le Muretain Agglo.
- **Maître d'œuvre :** entreprise Malet.
- **Prix du chantier :** 294 000 euros TTC.
- **Financement du projet MURE :** sur un investissement total de 240 000 euros, 135 000 euros ont été apportés par l'Irex (45 000 euros pour la 1<sup>re</sup> phase, 90 000 euros pour les phases suivantes).
- **Étendue du test :** 1 000 m<sup>2</sup> de chaussée, 900 tonnes de graves bitume, 700 tonnes de couches de revêtement.

du recyclage répété des enrobés à chaud et tièdes. « Nous avons deux formulations : l'une sans agrégats d'enrobés bitumineux, et l'autre avec 40 % d'agrégats. Pendant quatre ans, nous allons revenir travailler sur le même secteur. Nous allons raboter une partie de la chaussée, puis appliquer les enrobés, sur quatre portions différentes du secteur », explique le directeur. Une section de 1000 m<sup>2</sup> va ainsi être réalisée sur quatre planches :

- une planche témoin, sans agrégat d'enrobé (E1) ;
- une planche constituée de 40 % d'agrégats d'enrobés (E2) ;
- une planche de 40 % d'agrégats d'enrobés issus de E2 (E3) ;
- enfin, une planche de 40 % d'agrégats d'enrobés issus de E3.

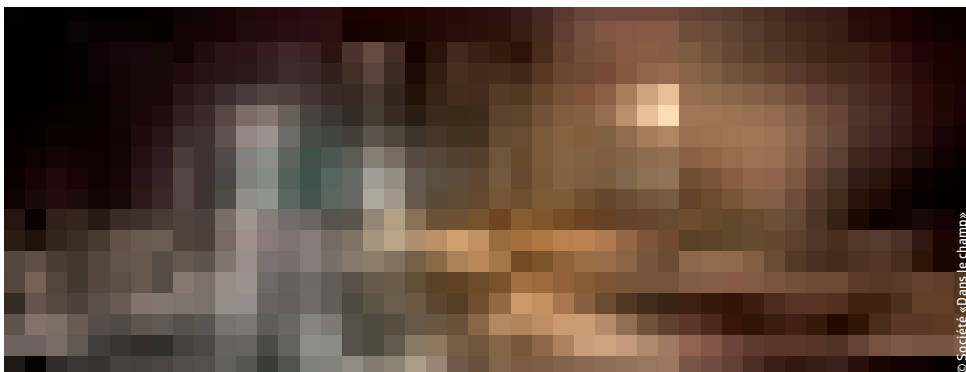
Sur le plan des matériaux, c'est un bitume avec des polymères qui a été privilégié. « L'utilisation de ce matériau n'était pas préconisée dans le projet, mais notre étude de dimensionnement le conseillait, car nous voyons passer entre 500 et 600 poids lourds par jour », précise Marc Rieunau. Les travaux ont débuté en août 2016 sur la zone du Bois Vert, à Portet-sur-Garonne. Les premiers carottages ont déjà été effectués. « L'idée, c'est de mesurer combien de fois on peut réutiliser un bitume, sans perdre de sa qualité : le multirecyclage impacte-t-il la rugosité du revêtement ? Y a-t-il une mauvaise adhésion ? Etc. C'est une solution plus écologique, mais aussi plus économique que de mettre les matériaux rabotés à la décharge », développe le directeur du service.

## Risques financiers modérés

Pour l'heure, il est toutefois encore trop tôt pour tirer des conclusions sur l'intérêt d'une telle technique. « On est sur des formulations qui n'ont pas encore vieilli », rappelle celui-ci. Mais la démarche a d'ores et déjà porté ses fruits, car la mise en œuvre de l'expérimentation a demandé des efforts de la part de tous les acteurs. « On a souvent affaire à des entreprises au sein de nos marchés, mais c'était intéressant de les avoir toutes autour de la table sur ce sujet », note Marc Rieunau. Du côté des élus aussi, l'idée a fait son chemin. Les techniciens sont notamment parvenus à les convaincre car les risques financiers étaient limités pour la collectivité, puisque le projet de recherche a pris en charge le rabotage, ainsi que les planches d'enrobés. « Un des arguments, ça a été de dire que, finalement, cela ne va pas coûter plus cher à la collectivité », résume-t-il. ●

## CONTACT

Marc Rieunau, directeur de la voirie du Muretain Agglo,  
05 34 46 30 20  
[marc.rieunau@agglo-muretain.fr](mailto:marc.rieunau@agglo-muretain.fr)



Pendant les différentes phases de travaux, la circulation a été alternée lors des opérations de rabotage et des applications d'enrobés.



COMMANDE PUBLIQUE

## Marchés publics : sur les pistes de la route durable à l'ouest

Par Nohmana Khalid - LE MONITEUR.FR - Publié le 03/03/2017

Mots clés : Réseau routier

Le réseau des acheteurs publics du grand ouest identifie les enjeux et les solutions techniques pour faire de la voirie durable dans les marchés publics. Un groupe de travail dédié se lance bientôt dans une opération de *sourcing* à cet effet.



© François Appere / Cofiroute - Sur la route de la voirie durable

A l'heure où la route solaire éblouit, des acheteurs publics planchent sur le recyclage de la voirie. Ils s'y appliquent au sein d'un groupe de travail du Réseau grand ouest commande publique & développement durable (RGO). Nantes Métropole le pilote depuis juin 2016. Il est composé de l'agglomération niortaise, Limoges Métropole, le Grand Poitiers, le Mans Métropole, le Conseil départemental de Loire-Atlantique et les Villes de Niort et de Rennes.

### Des réflexions sur les matériaux

Le groupe de travail réfléchit à la récupération des matériaux, au fraisage, au concassage et au retraitement. Il compare les avantages et les inconvénients de trois éco-comparateurs dont Seve (système d'évaluation des variantes environnementales) et Ecorce (eco-comparateur route construction entretien). Il se penche sur la méthode de Nantes Métropole pour quantifier les émissions de carbone de ses chantiers, notamment de voirie. Et ce, « même si c'est une expérience atypique difficilement applicable dans d'autres collectivités du fait de la ressource mobilisée – un agent à temps partiel – dans un contexte de baisse des dotations », explique Christine Lepage, cheffe de projet des groupes de travail du RGO.

### Du sourcing en vue

Par ailleurs, le groupe va notamment rencontrer en mai la FRTP de Nantes, l'Union des syndicats de l'industrie routière française (Usirf) et des entreprises spécialisées dans les travaux publics, le béton, le recyclage de mâchefers et l'extraction de matières premières. Objectifs : découvrir les offres techniques disponibles sur le marché et recueillir les problèmes rencontrés dans les marchés publics (usage insuffisant des variantes, freins techniques, difficultés liées aux plateformes de recyclage des collectivités, etc.). « Les entreprises sont de bon conseil d'un point de vue technique, appuie Christine Lepage. C'est d'ailleurs dans leur intérêt de proposer des matériaux qui durent pour satisfaire au mieux leurs clients. » Le groupe de travail compte aussi rencontrer le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) pour faire un état des lieux des matières premières présentes dans l'ouest de la France. Sachant que l'acheminement des matières premières est une problématique en soi qui peut être intégrée dans le marché public.

## **Un outil méthodologique à la carte pour la RSE**

Les résultats des travaux du groupe « voirie durable » seront compilés dans un guide à paraître au premier trimestre 2018. Pour l'heure, le 4 avril prochain, le réseau restitue les travaux de son groupe sur la responsabilité sociétale des entreprises (RSE) dans la commande publique. A partir des référentiels RSE de la Région Pays de Loire, Rennes Métropole et Nantes Métropole, le RGO a créé un outil méthodologique d'application de la RSE dans les marchés publics. C'est un outil structuré par grandes thématiques (sociale, environnementale, économique, gouvernance et territoriale) pour permettre aux plus petites collectivités de l'utiliser à la carte.

## **Les labels de la construction et du bâti**

Les activités du réseau ne s'arrêtent pas là. Il a récemment publié un guide sur les labels qui en explique l'usage à la lumière des nouvelles dispositions de la commande publique entrées en vigueur au 1<sup>er</sup> avril 2016. Le RGO préconise notamment aux acheteurs d'identifier les spécifications du label qui les intéressent particulièrement afin de laisser libre cours à des équivalences. Le guide dresse un inventaire des labels existants dans huit familles d'achats, dont la construction & le bâti, et le bois. D'ailleurs, « les choses évoluent tellement vite en construction que nous n'avons même pas pu intégrer le nouveau label Énergie positive & réduction carbone E+C- dans le guide ! », conclut la représentante du RGO.

