



INFRASTRUCTURES DURABLES

DOSSIER CEV : BILAN ET PERSPECTIVES
OPTIMISATION DES RESSOURCES ET RECYCLAGE
TECHNIQUES, OUTILS ET SOLUTIONS

UNE PROFESSION RESPONSABLE POUR DES ROUTES DURABLES



Pierre Calvin
Président
Routes de France

La notion de développement durable est définie par l'ONU comme « *le développement qui satisfait les besoins de la génération actuelle sans priver les générations futures de la possibilité de satisfaire leurs propres besoins* ».

En termes d'infrastructures, qu'implique cette « durabilité » ? Les infrastructures durables sont définies comme étant efficacement planifiées, conçues, construites, exploitées, modernisées et préservées au moyen de politiques respectueuses de l'environnement et fournissant les services socio-économiques attendus par les usagers en termes de mobilité et de sécurité.

Pour y répondre, les entreprises ont massivement investi en manière technique – par la R & D, l'innovation et l'expérimentation – et en matière sociale – par l'insertion, la formation et l'attention permanente à la santé et la sécurité de leurs hommes sur les chantiers.

En matière environnementale, les entreprises membres de Routes de France ont concrétisé leurs efforts, notamment par la signature d'une convention d'engagement volontaire (CEV) dès mars 2009. En est issu, entre autres, le logiciel éco-comparateur SEVE, véritable outil d'aide à la décision à destination de la maîtrise d'ouvrage pour choisir la variante la plus pertinente.

Mais le développement durable doit aussi répondre aux besoins sociétaux du présent sans compromettre la capacité, telle que définie par l'ONU, des générations futures de répondre aux leurs. Et, à ce niveau-là, je m'interroge : nos infrastructures de transport sont-elles à même d'assurer correctement la mobilité dont nous avons besoin aujourd'hui ? En termes économiques, les congestions ont un coût estimé, en France, à 20 Md€/an. D'ici 2030, nous serons le 2^e pays en Europe à subir les plus fortes évolutions de ces coûts ! Alors n'y a-t-il pas urgence ?

La dégradation continue de nos réseaux d'infrastructure va nous conduire non plus à leur entretien, mais à leur régénération, voire à leur reconstruction. Laisser aux générations futures l'importante surcharge financière de ces travaux par un manque d'entretien actuel me semble être à l'opposé de la notion de développement durable ! Là encore, n'y a-t-il pas urgence ?

Les routes et les rues, qui sont au cœur de toutes les mobilités, portent quotidiennement plus de 90 % de nos déplacements. C'est le 1^{er} réseau social, le support de notre économie.

Alors, que chacun prenne ses responsabilités. Puisse ce numéro de la RGRA vous démontrer, s'il en est besoin, que la profession prend les siennes.

Bonne lecture !



Revue générale des routes
et de l'aménagement
- RGRA - S.A.S.
9, rue de Berri - 75008 Paris - France
Tél. : +33 (0)1 40 73 80 00
Fax : +33 (0)1 44 13 32 98

Commission paritaire n° 1021T80258
Dépôt légal : août 2018
ISSN 1290-256X

L'ARM 2500® est un atelier
de retraitement mobile
destiné à l'entretien des couches
supérieures des chaussées.

N°956

JUILLET-AOÛT 2018

Directeur de la publication, président

Bernard Héritier

Directeur

Pierre de Thé

Rédactrice en chef

Olga Dubost
olga.dubost@editions-rgra.com

Chef de rubriques

Françoise Marmier
fmarmier@editions-rgra.com

Secrétaire de rédaction

Adeline Calvat
adeline.calvat@editions-rgra.com

Comité de pilotage

Guy Beurier, Michel Boulet,
Jean-Pierre Christory, Marc Courbot,
Thierry Delcroix, Jean-Marie Masson,
Nathalie Paquet, Ludovic Périssé,
Jean-Louis Perrot, Antoine Rage

Publicité

Lionel Bennegent
lionel.bennegent@editions-rgra.com
Tél. : +33 (0)1 40 73 80 07

Abonnements et ventes

Fraydéric Robo
frayderrick.rob@editions-rgra.com
Tél. : +33 (0)1 40 73 80 00

Prix au numéro : 40 € TTC
Abonnement 1 an (9 numéros)
France, Suisse, UE : 290 € TTC
International : 300 € TTC

Création graphique

Marc Degois

Mise en pages

Studio Pinkart

Imprimeur

Chirat
744 rue de Sainte-Colombe
42540 Saint-Just-la-Pendue

E DITORIAL

Une profession responsable pour des routes durables / 1

Pierre Calvin

A CTUALITÉS / 4

Adeline Calvat



Journée technique Afoco : Quels matériaux alternatifs pour construire le Grand Paris Express ? / 12

Adeline Calvat





P 14

Convention d'engagement volontaire

Convention d'engagement volontaire

Convention d'engagement volontaire de 2009 : quel bilan ? / 14

Christine Leroy, Patrick Porru, David Zambon

Schéma d'organisation environnementale d'Ensemble 77 : un outil d'intégration, de mesure et de reporting / 18

Ariane Graziani-Lichtle, Laura Andrieux

Méthodes et outils

Analyse du cycle de vie des chaussées en enrobés bitumineux : étude pilotée par Routes de France / 22

Vincent Besse, Carole Burgue-Mazars, Christine Leroy, Clara Lorinquer, Ludovic Périssé

Optimisation des ressources dans l'organisation de l'espace public / 29

Nicolas Furmanek



P 22

Méthodes et outils

Techniques routières atténuant le changement climatique – Mise en œuvre de Tracc-France / 32

Pascal Rossigny, Nicolas Pezas, Arnaud Mazars, Laurent Lascroux



Matériaux alternatifs en technique routière : élaboration des guides d'acceptabilité environnementale / 38

Patrick Vaillant

Financer les projets d'infrastructure pour la transition écologique : un guide pour passer à l'action / 42

Stéphane Rutard

Techniques et chantiers

Recytal®-ARM : bio-régénération de chaussées in situ en Gironde / 44

Frédéric Loup, Nicolas Pezas, Yann Lalain, Claude Giorgi, François Olard, Hervé Dumont

P 44

Techniques et chantiers

Grand Paris Express : la valorisation des déblais / 50

Frédéric Willemin

Constructions conventionnelles versus solutions utilisant des géosynthétiques : impact environnemental comparé / 54

Nicolas Laidié

Vers une route respectueuse de l'environnement : utilisation de la GE en Haute-Garonne / 58

Erick Constensou



Françoise Marmier

La route s'éclaircit pour les usagers du tunnel du Chat / 64

Françoise Marmier



Index des annonceurs : Colas, 53 – Eiffage, 1° de couv. – Eurovia, 2° de couv. – Idrrim, 3° de couv. – Shell Bitumes, 37 – Total, 4° de couv.

Les articles figurant au sommaire de la Revue générale des routes sont publiés sous l'entière responsabilité de leurs auteurs. Tous droits de reproduction, adaptation, totale ou partielle, en France ou à l'étranger, sous quelque forme que ce soit, sont expressément réservés (Copyright by RGRA). Ouvrage protégé ; photocopie interdite, même partielle (loi du 11 mars 1957), qui constituerait contrefaçon (Code pénal, article 425).

Le parc Princesse au Vésinet, un écoquartier de 18,3 ha, dont 9 ha d'espaces publics.



Yespark

Stationnement pour deux-roues

Yespark, application intelligente de stationnement de proximité, annonce l'ouverture de son service aux deux-roues à Marseille et à Nice. Désormais, les propriétaires de motos et de scooters peuvent louer en solo ou à deux et à moindre coût, depuis leur smartphone, une place dans l'un des 30 parkings référencés.

La start-up a pensé cette offre pour proposer le tarif qui soit le plus juste possible, compte tenu du gabarit spécifique des deux-roues : un scooter occupe au sol une surface 3 à 8 fois inférieure à celle d'une voiture. À Marseille et à Nice, comme dans toutes les grandes agglomérations, la problématique du stationnement des deux-roues devient plus complexe. Le manque d'emplacements dédié est criant et les problèmes de sécurité (dégradations, voire vols) se multiplient.

Toutes les places sont souterraines et sécurisées. L'abonnement est mensuel et sans engagement, sans caution, ni préavis. Après avoir trouvé la place qui lui convient, l'utilisateur s'abonne en quelques minutes puis accède au parking via son smartphone, qui lui sert de télécommande numérique.



Trophées de l'innovation du transport public

Lauréats 2018

Les Trophées de l'innovation du transport public ont été décernés le 12 juin dernier dans le cadre du Salon européen de la mobilité. Ils récompensent les exposants français et européens qui favorisent le rayonnement du transport public à travers le développement de nouveaux produits et services.

L'escalator de vélos Cykleo, primé aux Trophées de l'innovation du transport public.



Lors de la cérémonie de remise des prix, 4 lauréats sélectionnés par un jury d'experts ont été dévoilés :

- Catégorie SAEIV – billettique : le compte Mobilité Mulhouse de Cityway propose un accès simple et rapide, via un smartphone ou une carte, à l'ensemble des services de mobilité de l'agglomération, avec la possibilité de suivre sa consommation en temps réel et d'obtenir une seule facture compilant tous les trajets et services utilisés.
- Catégorie ITS – information et services aux voyageurs : Pysae Fleet de Pysae est une solution SAEIV combinant une plate-forme d'exploitation, une application d'aide à la conduite pour les conducteurs sur smartphone et une application voyageurs en vue d'agir simultanément sur tous les leviers d'amélioration de la qualité de service.
- Catégorie accessibilité/aménagement/confort/design : l'escalator de vélo de Cykleo est un système de montée/descente pour vélo, qui permet d'envisager l'installation de locaux de stationnement vélo dans des espaces a priori inaccessibles à bicyclette.

Grand prix de l'urbanisme 2018

Agence TER

Le Grand prix de l'urbanisme 2018 a été décerné le 21 juin dernier à l'agence TER, composée de 3 paysagistes, Henri Bava, Michel Hössler et Olivier Philippe.

Pour la 1^{re} fois, le jury a distingué un collectif, saluant la dimension internationale de l'agence, comme en témoignent les projets aux États-Unis (Pershing Square, à Los Angeles), en Chine (Shanghai) et en Europe (projet transfrontalier « métropole verte » Belgique-Allemagne-Pays-Bas). Le jury a également salué l'investissement des lauréats sur le long terme en Guyane et la forte dimension écologique de l'équipe, qui défend un « urbanisme des milieux » pour composer des projets liant l'espace et les hommes.

- Catégorie Move Green ! – énergie et environnement : le trolley bus d'Iveco est un bus nouvelle génération zéro émission, dont l'alimentation combine le bifilaire et le stockage d'énergie dans des batteries pour éviter les pics de consommation pour la recharge et permettre l'exploitation de tronçons non équipés de lignes aériennes.

Eiffage Route

Chantier de retraitement sur la RD 919

Le Conseil départemental de l'Ariège (09) a confié à Eiffage Route un chantier de retraitement en place des chaussées à l'ARM 2500, entre les communes de Fossat et d'Artigat. L'ARM 2500, développé par les équipes d'Eiffage Route, est un atelier de

retraitement mobile destiné à l'entretien des couches supérieures des chaussées. Ce procédé permet le retraitement à froid, à l'émulsion ou à la mousse de bitume et au liant hydraulique. Le retraitement en place est un procédé qui participe au développement de la filière environnementale. Outre la régénération d'une ancienne assise pour un nouveau cycle de vie, il améliore sa résistance mécanique pour une durabilité augmentée.

ARM 2500 traite in situ, ce qui réduit le transport des matériaux, et donc la pollution atmosphérique. Le recyclage, constitue un moyen efficace pour limiter les émissions de gaz à effet de serre. En revalorisant les granulats et le liant de l'ancienne chaussée, l'ARM 2500 limite le recours aux ressources non renouvelables.





NOMINATIONS

AFE

L'Association française de l'éclairage (AFE) a élu Cédric Lewandowski à sa présidence. Ce dernier conserve ses fonctions exécutives au sein du groupe EDF.

CNPP

Bernard Durand a été désigné président de CNPP (Centre national de prévention et de protection) Association. Il succède à Claude Delpoux.

COLAS RHÔNE-ALPES AUVERGNE

Le 1^{er} juillet 2018, Sébastien Boulard a été nommé directeur régional de Colas Rhône-Alpes Auvergne.

EUROBITUME

Christophe Jacquet, VP Bitumen de Total, a été élu président d'Eurobitume, et Markus Spiegel, d'OMV, et Keith Stone, de Shell, en ont été élus respectivement vice-président et trésorier.

ROUTES DE FRANCE

Pierre Calvin a été réélu à la présidence de Routes de France pour un second mandat.

SEIMAT

Pascal Guillemain, directeur général de Bergerat Monnoyeur, a été élu à la présidence du Seimat.

SYNDICAT DE L'ÉCLAIRAGE

Le CA du Syndicat de l'éclairage a réélu Julien Arnal, directeur général-gérant de Erco France, Afrique francophone et Benelux, pour un 2nd mandat de président.

Ford

Recherche sur la conduite autonome

Miami a récemment été classée 10^e ville la plus embouteillée au monde et 5^e ville la plus encombrée des États-Unis. Les résidents de Miami et de sa banlieue passent, en moyenne, 64 heures par an dans les bouchons pendant les périodes de pointe, ce qui représente près de 10 % de leur temps total de conduite.

C'est dans ce cadre que Ford a annoncé en février 2018 des tests menés à Miami pour expérimenter sa technologie de conduite autonome, mais aussi de nouveaux services innovants auprès des usagers.



© FORD

Les véhicules de tests utilisés lors de ce programme de recherche sont des Ford Transit Connect, conçus pour ressembler à des véhicules autonomes (VA), mais qui sont en réalité conduits par un chauffeur dissimulé. L'objet de cette recherche porte sur le premier et le dernier kilomètre de l'expérience de livraison.

Ford évalue notamment les différentes interactions avec l'utilisateur : écran tactile, système de casier, système de communication audio externe, etc. Il s'agit de définir l'expérience client idéale sur laquelle reposera le cahier des charges du futur VA, prévu en lancement en 2021.

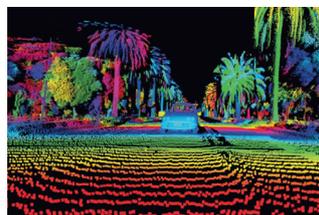
Volvo Cars Tech Fund

Capteurs automobiles Luminar

Volvo Cars a réalisé son 1^{er} investissement stratégique par le biais de son fonds d'investissement en entrant au capital de Luminar, start-up spécialisée dans le développement d'une technologie de capteurs de pointe à destination des véhicules autonomes (VA). La technologie Lidar, qui s'appuie sur des impulsions laser pour détecter des objets, est un élément « crucial pour faire rouler les VA en toute sécurité dans des environnements de circulation complexes et à vitesse élevée », explique Henrik Green, vice-président senior en

charge de la R&D de Volvo Cars. « Notre collaboration avec Luminar nous permet de mieux appréhender ces technologies et de franchir un nouveau cap dans la conception des véhicules hautement autonomes de demain ».

Rendu de la vision des capteurs Luminar.



© LUMINAR

Le fonds Volvo Cars Tech Fund a été créé en début d'année pour investir dans des start-up à fort potentiel technologique du monde entier. Il axe ses investissements sur les grandes tendances technologiques stratégiques qui révolutionnent l'industrie : l'intelligence artificielle, l'électrification, la conduite autonome et les services de mobilité digitaux.

Michelin Track Connect

Prix innovation 2018

La première solution pneu connecté Michelin Track Connect a reçu le prix de l'innovation 2018 dans le cadre du salon Tire Cologne. Ce prix, décerné par la Fédération du commerce des pneumatiques et de la vulcanisation, récompense l'innovation de cette solution. Combinée avec le pneu haute performance Michelin Pilot Sport Cup2 Connect (destiné aux pilotes amateurs sur circuit), Michelin Track Connect fournit au conducteur des données en temps réel sur la pression et la température via des capteurs intégrés dans les pneumatiques et lui permet d'améliorer ses performances sur circuit après ajustement des pressions préconisées par l'application smartphone. Le conducteur bénéficie ainsi d'un coaching personnalisé et utilise ces informations pour améliorer ses performances et son plaisir de conduite.



© MICHELIN

Liva

Logistique de chantier

Développée à l'initiative de la Fondation Vinci pour la cité, Liva est une entreprise d'insertion, dont le but est de

fournir des prestations de logistique aux chantiers de bâtiments. Joint-venture sociale, elle réunit deux actionnaires fondateurs : Ares (51 %) et Vinci Construction France (49 %).

L'entreprise a 3 ambitions :

- Un projet d'inclusion sociale : Liva vise l'insertion de personnes en difficulté, grâce à un emploi stable et un accompagnement socio-professionnel personnalisé.
- Un projet RH : co-construire une passerelle vers l'emploi. Liva proposera à certains de ses salariés de s'orienter vers les métiers qui recrutent au sein du groupe.
- Un projet métier : professionnaliser la logistique sur chantier, en s'appuyant sur la complémentarité des expertises Vinci Construction France et Ares pour innover en créant une offre logistique globale, dont un hub déporté. Implantée dans les locaux de Vinci Construction France à Nanterre (92), Liva a accueilli son 1^{er} salarié en insertion en juillet 2018.



© VINCI CONSTRUCTION

La société s'est fixé pour objectif de recruter 20 salariés en insertion d'ici à la fin de l'année 2018, puis une cinquantaine d'ici à fin 2019. Elle bénéficie du soutien de la Direction régionale des entreprises, de la concurrence, du travail et de l'emploi des Hauts-de-Seine.

Trophées béton école

7^e édition

Les inscriptions de la 7^e édition du Trophée béton écoles, organisé par Bétocib, Cimbéton et la Fondation école française du béton, se terminent le 28 septembre 2018. Placé sous le patronage du ministère de la Culture et de la Communication, ce concours récompense, parmi les jeunes diplômés d'architecture, ceux dont le projet de fin d'études valorise les qualités esthétiques, environnementales et techniques du béton.

Organisé depuis 2012, ce trophée a pour but de révéler les jeunes diplômés des écoles d'architecture, de les parrainer et de leur offrir une visibilité à l'orée de leur vie professionnelle. Les 10 projets lauréats bénéficient d'un suivi par les organisateurs et leurs projets seront exposés à la Maison de l'architecture, en Île-de-France.

Nice Côte d'Azur

Équipement contre le bruit

Les services de la Métropole Nice Côte d'Azur ont travaillé avec l'Association professionnelle des réalisateurs d'écrans acoustiques (Aprea) pour envisager la mise en œuvre d'écrans acoustiques de faible hauteur capables de s'insérer dans le paysage urbain, diminuant ainsi les nuisances sonores, et de créer des zones apaisées pour les places piétonnes, les espaces verts et les jardins d'enfants. Avec l'Ademe, grâce à l'Aprea et à l'appui du Cerema, et de l'association Acoucuté, la Métropole va procéder à l'installation de ces équipements expérimentaux dans les prochaines semaines.



La Métropole Nice Côte d'Azur est reconnue au niveau national pour sa lutte constante contre les nuisances sonores. Elle a approuvé en 2010 le premier Plan de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE) de France, qui a amélioré le paysage sonore de près de 50 000 personnes en 6 ans.

Prix Défis urbains

La Croix-de-Chavaux primée

La Ville de Montreuil (93) et ses partenaires (l'agence d'architectes et d'urbanistes Anyoji Beltrando, les collectifs YA+K et Quatorze, l'agence de concertation Ville ouverte, La Graffiterie), associés à l'opération de transformation par l'expérimentation du secteur de la Croix-de-Chavaux, se félicitent du prix Défis urbains. Il a été décerné pour la démarche d'urbanisme transitoire et de concertation publique La Place est à nous, menée sur la place Paul-Langevin, secteur sud de la Croix-de-Chavaux, au cours de l'été 2017. Organisés par le groupe de presse Innovapresse, dans le prolongement du Forum des projets urbains, les Défis urbains récompensent les meilleures stratégies et opérations pour le développement et le renouvellement urbains.

La Croix-de-Chavaux, primée en 2017.



Dès le 1^{er} juillet 2018, l'expérimentation se renouvelle tout l'été par la création d'une continuité de circulation piétonne, entre le centre commercial de la Croix-de-Chavaux et la rue du Capitaine Dreyfus.

Pénurie de bitume

Les entreprises routières alertent

Les entreprises de construction et de maintenance des infrastructures routières et urbaines ont rencontré, au cours de l'été 2018, des difficultés d'approvisionnement en bitume, produit de base nécessaire à la fabrication des enrobés. Cette pénurie affecte la réalisation des chantiers routiers, de voiries et d'aménagements urbains.

Les entreprises routières ont déjà connu, au cours du 1^{er} semestre, des problèmes similaires liés aux conséquences de la grève SNCF et, dans une moindre mesure, au blocage récent des raffineries par le secteur agricole.

Cette situation inédite est pénalisante pour les entreprises, entraînant des arrêts ou des reports de chantiers et une absence de visibilité pour la programmation des chantiers à venir.



La profession a saisi le ministre de l'Économie et des Finances, ainsi que la ministre en charge des Transports pour les alerter et solliciter :

- une intermédiation avec les donneurs d'ordre publics pour obtenir une adaptation des délais de réalisation des chantiers, les entreprises, qui dépendent à 70 % de la commande publique, étant confrontées à une situation de force majeure ;
- d'exonérer les entreprises de toutes les conséquences liées à cet état de fait ;
- une intermédiation entre les entreprises adhérentes à Routes de France et les instances représentatives des fournisseurs de bitume.

Débat de clôture de l'assemblée générale de TDIE. De g. à d. : Philippe Duron, Bruno Cavagné, Michel Savy, Camille Selosse, François Poupard, Éric Chareyron et Louis Nègre.



© VÉRONIQUE TARKA PARTOUCHE POUR TDIE

Les défis de la loi LOM

Quels investissements pour la mobilité du quotidien ?

TDIE a présenté le 19 juin 2018 une cartographie des propositions du Conseil d'orientation des infrastructures (COI) destinées à préfigurer la loi de programmation pluriannuelle des investissements. Les intervenants invités par le think tank ont débattu des enjeux de la future loi d'orientation des mobilités (LOM), attendue très prochainement selon le gouvernement.

Depuis vingt ans, les gouvernements ont imaginé plusieurs dispositifs pour donner un cadre institutionnel à la politique d'infrastructures de l'État (schémas de services collectifs, schéma national des infrastructures de transport, Mobilité 21). Le consensus politique en faveur d'une loi de programmation pluriannuelle, constaté par TDIE lors du débat présidentiel de 2017, aboutira-t-il ? Michel Savy, directeur du conseil scientifique de TDIE, a présenté la réflexion qui accompagnera un atlas d'une vingtaine de cartes dédiées à la politique d'infrastructures de la France au XXI^e siècle (publication prévue à l'automne).

Au cours du débat, Éric Chareyron, directeur de la prospective, modes de vie et mobilité dans les territoires du groupe Keolis, a commenté les enseignements d'un travail d'analyse qu'il mène depuis plusieurs années au sein du groupe. Il montre comment la diversité des motifs de déplacements quotidiens complexifie la dynamique des flux sur les réseaux métropolitains et remet en perspective la manière d'aborder l'équilibre budgétaire des services de transport, comme le dimensionnement des infrastructures.

« Sans infrastructures, pas de services de mobilité », a rappelé Bruno Cavagné, président de la FNTP, qui a très activement participé aux travaux du COI. Il appelle ainsi l'État à ses responsabilités en matière d'investissement à court, moyen, et long terme.

Invité d'honneur, François Poupard, directeur de la DGITM (Direction générale des infrastructures des transports et de la mer), a rappelé les priorités qui guident le travail préparatoire de la LOM et de la partie qui sera dédiée aux infrastructures : assurer la régénération des infrastructures existantes (tous modes confondus), garantir l'efficacité des transports du quotidien, et favoriser les nouvelles mobilités.

Défis de la mobilité périurbaine

L'Association des sociétés françaises d'autoroutes (Asfa) a organisé, le 20 juin dernier, son colloque annuel sur le thème du défi de la mobilité périurbaine. Cette manifestation a été l'occasion pour les sociétés concessionnaires d'enrichir la réflexion sur les enjeux et besoins de mobilité avec une étude pilotée par l'Asfa sur les flux domicile-travail à l'échelle de 37 agglomérations.

Les résultats de cette étude ont permis de présenter des solutions pour favoriser les usages collectifs des infrastructures autoroutières, en mobilisant les capacités d'investissement. Comment faire évoluer les infrastructures autoroutières existantes pour une mobilité périurbaine plus efficace ? Quels nouveaux services y développer pour optimiser leur utilisation, réduire la congestion et limiter les coûts ?

L'analyse détaillée des flux domicile-travail, se concentrant sur chaque axe autoroutier, a dégagé ceux au plus fort potentiel sur lesquels il serait le plus pertinent de développer :

- des lignes de car express ;
- des lignes de covoiturage dynamique ;
- du covoiturage pré-arrangé avec des aires de covoiturage.

Engie

Rachat de Flashnet

Engie annonce le rachat de 60 % de Flashnet, une entreprise roumaine spécialisée dans l'internet des objets (IoT) et développant des systèmes de réseaux d'éclairage public intelligents. Le groupe fournit ses services à plus de 500 villes et gère 1 300 000 points d'éclairage en Europe et en Amérique.



Fonctionnant déjà avec plusieurs normes IoT différentes, intelliLIGHT, la solution principale de Flashnet, est un système flexible. Avec cette solution, la ville contrôle mieux son réseau d'éclairage, réalise des économies d'énergie, optimise ses opérations de maintenance et donc réduit ses coûts.

> Australie Vinci remporte un projet de « smart lighting »

Vinci Énergies, via sa filiale australienne Electrix, a remporté le contrat de gestion du réseau d'éclairage public de la région de Canberra (400 000 habitants). Ce contrat de performance énergétique, d'un montant de 37 millions d'euros et d'une durée de sept ans, a démarré le 1^{er} mai 2018.

Le projet porte sur la rénovation, l'exploitation et la maintenance de plus de 80 000 points lumineux. 50 000 d'entre eux seront remplacés par des LED, pour atteindre un objectif de 47 % d'économies d'énergie. Par ailleurs,

un système de contrôle intelligent sera installé pour la surveillance en temps réel du réseau d'éclairage public.

Dans le cadre de ce contrat, Vinci Énergies mettra en œuvre 2 innovations majeures au service de la smart city : l'application CityApp, pour faciliter la maintenance et l'exploitation, et l'hyperviseur BIMCity, pour assurer un meilleur service client, suivre la fiabilité du réseau ainsi que les indicateurs de performance et de sécurité.

> Pologne Thales modernise 785 km de lignes ferroviaires

Polskie Linie Kolejowe, l'opérateur des chemins de fer nationaux polonais, lance un vaste programme de modernisation des infrastructures ferroviaires du pays afin de faire circuler davantage de trains à des vitesses plus élevées, dans des conditions de sécurité optimales grâce au déploiement d'une technologie de pointe.

En janvier 2018, il a annoncé avoir sélectionné

Thales pour concrétiser cette ambition. Le groupe a remporté 2 contrats : pour la ligne E20 Kunowice-Terespol, qui traverse la Pologne de l'Allemagne à la Biélorussie, à l'exclusion du nœud de Varsovie ; pour la ligne E30 Cracovie-Rzeszów, en Pologne du Sud. Les deux programmes, d'une valeur totale de 182 millions d'euros, permettront aux trains de rouler jusqu'à 160 km/h.

> Pérou Vinci met en service la section 2 de la voie express de Lima

Concessionnaire de la voie express principale de Lima jusqu'en 2049, Vinci Highways a mis en service, le 15 juin 2018, la section 2 de l'infrastructure, une portion à péage de 9 km, qui dessert les pôles économiques de la capitale. Cette nouvelle section complète les 16 km de voies existantes de la 1^{re} section. Elle fluidifiera le trafic, diminuera les temps de parcours et améliorera la mobilité au sein d'une agglomération de 10 millions d'habitants,

la 5^e plus grande métropole d'Amérique Latine. Malgré de nombreuses contraintes dans un environnement hyper-urbain et géologiquement complexe, les travaux ont été finalisés en 15 mois. Avec ses 13 viaducs et son tunnel de 2 km passant sous la rivière Rimac, l'infrastructure répond aux exigences internationales les plus élevées. Plus de 40 000 véhicules devraient emprunter quotidiennement cette section.

> République tchèque Construction de l'autoroute D35 par Eurovia

Eurovia, leader d'un groupement comprenant Metrostav et Swietelsky stavební, a remporté le contrat de construction d'une section de 14,7 km de l'autoroute D35, qui traverse la République tchèque d'est en ouest.

Les travaux, d'un montant de 119 millions d'euros, seront réalisés sur 56 mois à partir d'août 2018. Ils comprennent la construction de 22 ouvrages d'art, dont un viaduc de 451 m

de long au-dessus de la vallée de Loučná ainsi qu'un pont, qui sera tourné et poussé au-dessus d'une importante voie de chemin de fer aux abords de la gare d'Uhersko, une première pour ce type de technique en République tchèque. Le réseau autoroutier devrait y croître de plus de moitié d'ici à 2030 et atteindre 2 000 km, contribuant ainsi à l'amélioration de la mobilité dans ce pays.

Tramway de Nice

Innovation technologique

Le 30 juin 2018 a eu lieu l'inauguration et la mise en service du tronçon Cadam Magnan de la ligne 2 du tramway de Nice. Longue de 11,3 km et composée de 20 stations, la ligne 2 suit l'axe ouest-est de la ville, avec 2 branches à l'ouest :

- branche nord de 1,7 km vers la plaine du Var, allant de Saint-Augustin à Nikaïa et au centre administratif départemental (Cadam) ;
- branche sud de 1,9 km desservant les 2 terminaux de l'aéroport depuis Saint-Augustin.



La ligne se poursuit sur un tronçon commun de 7,7 km, du futur pôle multimodal de Saint-Augustin à l'ouest vers les quartiers est. Elle continue sa route dans le centre-ville en souterrain (4 stations) jusqu'au port de Nice. Point d'orgue des travaux débutés en octobre 2013, le 1^{er} tronçon mis en service le 30 juin comprend 11 stations, depuis le début de la ligne à la station Cadam jusqu'à la station Magnan, le long de la côte.

À l'occasion de l'inauguration de ce tronçon, la ligne 2 du tramway sera gratuite jusqu'au 2 septembre. L'intégralité de la ligne 2 avec la partie souterraine sera mise en service en septembre 2019.

Renault Trucks

Camions électriques

Après 10 ans d'expérimentation en conditions réelles d'exploitation avec des clients partenaires, Renault Trucks dévoile une 2^e génération de véhicules 100 % électriques : Renault Master Z.E., Renault Trucks D Z.E. et Renault Trucks D Wide Z.E., une gamme complète de 3,5 à 26 t pour tous les usages urbains, de la livraison et distribution de marchandises à la collecte de déchets. Le Renault Master Z.E. est disponible dès 2018 tandis que les Renault Trucks D et Renault Trucks D Wide Z.E. seront commercialisés en 2019.

Pour Renault Trucks, l'électromobilité s'est imposée depuis plus de 10 ans comme étant la réponse à la problématique de la qualité de l'air et des nuisances sonores en ville et l'une des réponses aux émissions globales de CO₂. Le constructeur expérimente des camions électriques avec des clients partenaires pour récolter des informations fondamentales sur l'usage, le comportement des batteries, les infrastructures de recharge et la maintenance des camions électriques.



La gamme Renault Master Z.E.

Appel à projets « Routes et rues »

Lauréats 2018

L'appel à projets d'innovation « Routes et rues » avait retenu quatre thèmes pour l'année 2018 : construction et entretien du patrimoine routes et rues ; préservation et modernisation des ouvrages d'art existants ; usage et gestion optimisés des infrastructures de transport en milieux urbains et interurbains ; préservation de la biodiversité et de la qualité des eaux.

Sur avis du Comité innovation routes et rues (CIRR), la Direction des Infrastructures de transport a retenu 8 lauréats pour leur caractère innovant et leur intérêt potentiel.

Protection et renforcement de buse métallique de tout diamètre (S&P Renforcement France – Gautier – Cofex Méditerranée – Idetec)

Le procédé vise à mettre en place une technique de renforcement in situ de longue durée et de faible épaisseur pour conserver le gabarit de la buse, tout en mettant en œuvre des techniques classiques.

Robberjoint, joint de chaussée silencieux à souffle étendu (Eurojoint)

Robberjoint est un joint de chaussée non apparent à revêtement amélioré comportant un squelette en caoutchouc vulcanisé. Ce type de joints, à base de granulats et de produits bitumineux modifiés, ne présente pas d'interruption dans le revêtement de chaussée, ce qui apportera rigidité et élasticité au joint.

InnRoad Protect (Eurovia)

Ce nouveau fluxant est destiné à la formulation de liants bitumineux pour des techniques routières durables afin de consolider les performances des techniques durables à l'émulsion de bitume.

Power Road (Eurovia)

L'énergie du rayonnement solaire est captée, puis transportée grâce à un fluide caloporteur dans des tubes insérés dans une couche de liaison de chaussée. Cette énergie peut être stockée et restituée selon le contexte météorologique.

Enrobés pour BHNS au Bituclair (Colas SA)

Ce mélange bitumineux pour couche de roulement peut être employé pour les lignes de bus à haut niveau de service (BHNS) car il associe des performances mécaniques élevées à l'utilisation d'un liant clair et coloré.



Le liant de synthèse utilisé dans le produit est un liant composite fortement modifié par des polymères.

Microphone stéréo enrobé acoustique de nouvelle génération (Eiffage Infrastructures)

Ce mélange bitumineux pour couche de roulement associe des performances acoustiques élevées et des performances mécaniques améliorées. Le choix du squelette granulaire du mélange retenu (double discontinuité), l'épaisseur de la couche mise en œuvre (variable entre 2,5 et 4 cm) et la forte porosité du revêtement aident à cibler les fréquences du son devant être absorbées.

Flèche lumineuse de rabattement suiveuse autonome (APRR et Kompaï robotics)

Ce projet consiste à réaliser un véhicule autonome destiné à porter la FLR (flèche lumineuse de rabattement) d'avertissement en signalisation temporaire, pour la neutralisation de voies de circulation sur routes à chaussées séparées.

Guid'n Grip (Eiffage)

Cette solution de mis en sécurité des zones accidentogènes associe plusieurs technologies pour une meilleure sécurité routière en alertant les usagers de la route aux abords d'un point singulier via une signalétique déployée en amont de la section concernée et un revêtement routier spécifique pour présenter des propriétés d'adhérence renforcées.

Grand Paris Express

Tunnelier « Malala »

Le nom du 2^e tunnelier du Grand Paris Express (GPE) a été dévoilé le 26 juin dernier : Malala commencera à creuser début septembre à Noisy-Champs.

Comme le veut la tradition, qui consiste à placer les tunneliers sous la protection d'une marraine dont ils prennent le nom, le 2nd train-usine du nouveau métro s'appellera Malala, en hommage à Malala Yousafzai, prix Nobel de la paix en 2014. Ce patronyme a été choisi par les élèves de la classe de CM1 de l'école Jacques-Decour, située à Champigny-sur-Marne, lors d'un concours organisé par la Société du Grand Paris.



© DR

Un nouveau concours, ouvert aux écoles basées à Bagneux, Châtillon, Clamart, Issy-les-Moulineaux, Malakoff, Montrouge et Vanves, communes traversées par le 3^e tunnelier de la ligne 15 Sud, sera lancé à la rentrée.

Alors que Steffie-Orbival, le 1^{er} tunnelier du GPE, parti du puits de Champigny-Plateau, progresse actuellement en direction de Villiers-sur-Marne à plus de 25 m de profondeur, Malala s'apprête à creuser un tronçon de 4,7 km, qui

reliera le puits Rû de Nesle à Noisy-Champs, à l'emplacement de la gare Bry - Villiers - Champigny. Au total, 10 tunneliers creuseront les 33 km de la ligne 15 Sud.

JTR 2019

6 et 7 février 2019

Programmées à la Cité des congrès de Nantes les 6 et 7 février prochains, les Journées techniques route 2019 seront placées sous la triple responsabilité de l'Ifsttar, du Cerema et de l'Idrri.

La structure générale du programme des JTR 2019 est similaire à celle de l'édition précédente, soit une matinée consacrée aux sujets d'actualité et 2 demi-journées consacrées à des sessions techniques, la dernière demi-journée étant l'occasion de différents ateliers.

Si le programme détaillé est en cours d'établissement, plusieurs sujets de sessions techniques potentiels ont été répertoriés :

- matériaux innovants et vertueux ;
- auscultation et diagnostic des chaussées ;
- transport routier de marchandises et impact sur les infrastructures ;
- éclairage routier et signalisation lumineuse ;
- endommagement des chaussées et techniques d'entretien.

Pour toute contribution à l'élaboration du programme, contacter les organisateurs via le site internet dédié aux journées avant le 17 septembre prochain.



© BETPL

Exploitation d'un péage en Inde

La société concessionnaire BETPL (*Bangalore Elevated Tollway Private Limited*) a attribué à Egis le contrat pour l'exploitation du péage de l'autoroute NH-215 pour une durée de huit ans, jusqu'en juillet 2026.

La NH-215 est une section autoroutière d'une dizaine de kilomètres reliant Madiwala à Electronic City à Bangalore, en Inde. Le projet fait partie de l'autoroute NH-44, qui relie Bangalore à Hosur sur 24 km. Egis exploitera quatre gares de péage comptant 33 voies.

Le projet fait partie du « Golden Quadrilateral », le plus prestigieux programme national de développement des autoroutes entrepris par le gouvernement de l'Inde.



RENDEZ-VOUS

ZURICH (SUISSE)

Conférence internationale sur la géotechnique dans les transports 13-14 septembre 2018

Cette conférence annuelle vise à rassembler les scientifiques, chercheurs et experts pour échanger et débattre de leurs expériences et des résultats de leurs recherches concernant chaque aspect de la géotechnique dans les transports. Elle représente également le 1^{er} forum interdisciplinaire permettant de discuter des innovations et problématiques du secteur les plus récentes ainsi que des défis pratiques rencontrés et des solutions choisies pour les surmonter.

<https://waset.org/conference/2018/09/zurich/ICTG/home>

MARSEILLE

Journées nationales de la lumière 24-26 septembre 2018

Dans un contexte de forte évolution des réglementations françaises et européennes, les 41^e Journées nationales de la lumière (JNL) de l'Association française de l'éclairage (AFE) sont l'occasion de faire le point sur les nouvelles méthodologies et démarches en matière d'éclairage et de mettre en avant la valeur ajoutée et les compétences nécessaires de l'éclairage d'aujourd'hui.

<http://www.afe-eclairage.fr/docs/2018/04/23/04-23-18-11-59-Flyer%20JNL.pdf>

LYON

Conférence sur l'exploitation et la sécurité des tunnels routiers 3-5 octobre 2018

Afin de promouvoir les dernières connaissances sur les enjeux actuels en matière d'exploitation et de sécurité des tunnels routiers et de faciliter les discussions entre les acteurs de l'industrie sur le sujet, l'AIPCR organise la 1^{re} conférence internationale sur l'exploitation et la sécurité des tunnels routiers. Cet événement s'adresse aux propriétaires de tunnels, aux opérateurs, aux services de secours, aux concepteurs, aux responsables

de la sécurité des tunnels, aux fournisseurs d'équipements et aux installateurs.

La conférence comprendra deux jours de sessions techniques et de tables rondes, suivies d'une journée de visites techniques dans les tunnels de la région d'Auvergne-Rhône-Alpes.

<https://www.piacr.org/fr/>

LILLE

Congrès de l'Idrri 10-11 octobre 2018

Les questions de développement multimodal, de désenclavement des zones peu denses et périurbaines et des transports du quotidien ont été au cœur des débats des Assises de la mobilité et du discours de la ministre des Transports, et replacent la route dans sa mission première de support des mobilités.

Le congrès de l'Idrri sera l'opportunité de poursuivre cette démarche et de redéfinir les messages de la route, en intégrant les questionnements actuels sur la prise en compte de la biodiversité, la formation, les nouveaux usages de la route (numérique, énergétique...).

https://www.idrri.com/evenements-idrri/evenement_idrri.htm

PARIS

Rencontres des équipements de la route 27 novembre 2018

La 6^e édition des Rencontres des équipements de la route, organisées par Ponts Formation Conseil, s'impose en tant que rendez-vous incontournable pour faciliter les échanges entre professionnels, faire le point sur l'actualité et construire, à la lumière des expériences, une approche opérationnelle adaptée au nouveau contexte et à leurs enjeux.

La journée sera l'occasion de faire un état des lieux sur :

- l'actualité et les évolutions réglementaires, méthodologiques et techniques ;
- les solutions opérationnelles aux difficultés de mise en œuvre ;
- les techniques et les produits innovants.

<http://formation-continue.enpc.fr/pre-inscription.html?p=6113&o=fp>

Car Connectivity Consortium

Clé numérique

Le Car Connectivity Consortium (CCC) réunissant les acteurs du monde automobile et du numérique, a dévoilé son 1^{er} standard de clé numérique, développée dans le cadre de son programme Digital Key, permettant de verrouiller/déverrouiller les véhicules et les allumer à l'aide d'un smartphone.



Des constructeurs la proposent déjà sur certains de leurs modèles en option. Mais le CCC cherche à uniformiser cette technologie. Le standard 1.0 est une méthode de déploiement généralisée pour que les constructeurs transfèrent en toute sécurité une clé numérique sur un périphérique intelligent en utilisant une plate-forme TSM (*Trusted Service Manager*), ce qui assure la sécurité nécessaire. Le CCC s'appuie sur le protocole de communication courte distance et établit un lien direct avec l'élément sécurisé du périphérique, garantissant un haut niveau de sécurité pour l'accès au véhicule. Ce système verrouille, déverrouille et allume le véhicule à l'aide d'un smartphone.

Vinci Autoroutes

Lancement d'Ulys

Alors que 94 % des Français utilisent les nouvelles technologies pour s'informer sur leur trajet de vacances, Vinci Autoroutes a lancé hier Ulys, la nouvelle solution de mobilité 100 % digitale qui enrichit l'expérience de voyage sur autoroute. Ulys rassemble en une application mobile gratuite l'ensemble des services digitaux conçus pour répondre aux besoins des voyageurs connectés, avant, pendant et après leurs trajets : un moteur de recherche géolocalisée, des enseignes et produits sur les aires, une interface de gestion simplifiée des services liés au télépéage, des canaux d'information trafic en temps réel, un service clients par chat, et, très bientôt, un moyen de paiement dématérialisé, un guide de voyage et une plate-forme de covoiturage.

ATMB

Bilan et perspectives

Autoroutes et Tunnel du Mont Blanc (ATMB) a présenté son rapport d'activité 2017 et les perspectives de 2018. Le bilan démontre que les équipes ont intensifié leurs actions pour l'amélioration de l'expérience client, l'optimisation de la sécurité des conducteurs et la préservation de l'environnement grâce à des solutions innovantes.

Amélioration de l'expérience client

En 2017, ATMB fait partie des sociétés d'autoroutes ayant le taux le plus important d'utilisation du télépéage (60 % de transactions en 2017) et a enregistré un chiffre d'affaires (CA) de 201 millions d'euros (+ 4,6 %). ATMB a investi 2 millions d'euros pour améliorer les conditions de trafic en aménageant 2 nouveaux giratoires à Étrembières. Ces travaux, réalisés à l'été 2017, ont fait l'objet d'une concertation importante avec le département, SNCF et Annemasse Agglo.

ATMB s'inscrit également dans l'évolution des pratiques en matière de mobilité et s'adapte au développement de l'usage de l'électrique en mettant en place des équipements dédiés : depuis l'automne 2017, des bornes de recharge sont mises à disposition des conducteurs de véhicules électriques à chaque entrée du tunnel du Mont-Blanc. Elles viennent en complément de 2 autres, présentes sur l'Autoroute Blanche, sur les aires de Valleiry et de Passy.

En septembre 2018, les équipes d'ATMB entreprendront des travaux de création d'une nouvelle aire de services à Bonneville, en remplacement des 2 aires actuelles, qui sera accessible dans les 2 sens de circulation. Ce projet représente un investissement de 14,7 millions d'euros pour ATMB et de 8 millions d'euros pour son partenaire Shell.

Investissement et innovation au service de la sécurité

Pour son inauguration en octobre 2017, le PC Sécurité-traffic a ouvert ses portes au grand public.



Un nouveau véhicule de 1^{re} intervention (VPI) est désormais en service au tunnel, et deux autres véhicules seront livrés en septembre 2018. Novembre 2017 a également vu l'achèvement de la rénovation du viaduc des Egratz, sur la Route Blanche.

Enfin, les équipes d'ATMB ont renouvelé 25 km de chaussées sur les secteurs de Vallard, Passy, Bardonnex, Étrembières et Éloise. Dans une logique environnementale, les enrobés seront recyclés jusqu'à 50 % en couche de liaison et 20 % en couche de roulement. Le programme 2018 représente un investissement de 7,5 millions d'euros.

Un temps fort de 2018 réside dans le renouvellement de 550 m de dalle de roulement au tunnel du Mont-Blanc. Financés à parts égales par ATMB et son homologue italienne SITMB, ces travaux garantissent la sécurité et la pérennité de l'ouvrage, dans le respect de la réglementation. Ces travaux font l'objet d'un investissement de 10 millions d'euros.



Ulys intègre un programme de récompenses interactif qui sera régulièrement enrichi d'offres et de « bons plans » personnalisés sur les aires du réseau Vinci Autoroutes.

PSA & Inria

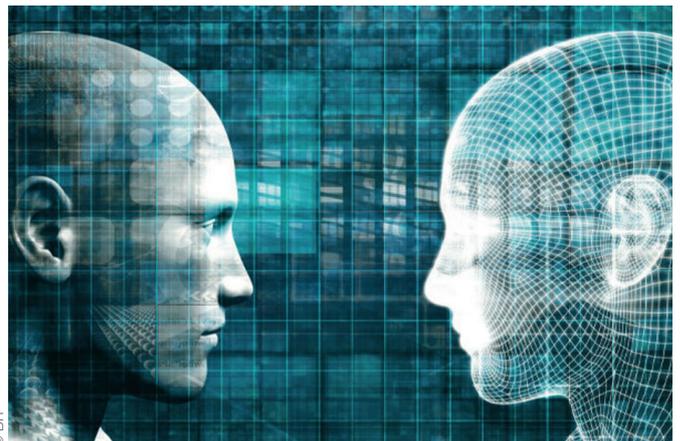
OpenLab IA

Le Groupe PSA et Inria ont annoncé la création d'un OpenLab dédié à l'intelligence artificielle (IA). Les domaines étudiés incluront les véhicules autonomes (VA) et intelligents, les services de mobilité, la

fabrication, la conception, le design, le marketing numérique, la qualité et la finance.

L'IA OpenLab s'ajoute à un réseau mondial de 18 installations existantes pour le groupe PSA, dont 12 en France, 4 en Chine, une au Brésil et une au Maroc.

OpenLab regroupe les équipes et les ressources expérimentales de PSA et de ses laboratoires partenaires, en ligne avec la politique d'Open Innovation du groupe et son réseau StelLab, créé en 2010 pour favoriser les échanges scientifiques.



Greenpeace

Mobilité durable 2018

La pollution de l'air est la 3^e cause de mortalité en France. Pour inciter les maires à agir face à cette urgence, Greenpeace a évalué l'action de 12 grandes villes françaises sur la réduction du trafic automobile, une des causes majeures de la pollution de l'air. Les villes de Strasbourg et Paris figurent en haut du classement, notamment pour leurs incitations au changement des comportements, alors que Marseille et Nice le ferment, notamment en raison de l'absence de restrictions sur les voitures polluantes. Avec l'appui du Réseau action climat, l'association a évalué le positionnement de ces villes et agglomérations sur la sortie progressive des véhicules diesel puis essence, qui alimentent les changements climatiques et la pollution de l'air. Trois enjeux phares, qui sont pour Greenpeace les marqueurs d'une transition équitable et bien engagée vers des alternatives à la voiture individuelle, ont été évalués : renforcement de l'offre de transport en commun, mise en place d'un réseau express vélo et incitations au changement de comportement vers une réduction de l'usage de la voiture individuelle.

Colas

Renforcement de l'activité Granulats

Colas Centre-Ouest a acquis le 1^{er} juillet 2018 l'activité Granulats et négoce éruptifs de la société Lafarge Holcim Granulats Ouest, dans les départements de la Loire-Atlantique et de la Vendée. L'ensemble est composé de 4 sites de production et de 2 plates-formes de négoce de matériaux. Il emploie au total 46 collaborateurs et produit chaque année 1,5 million de tonnes de granulats pour un chiffre d'affaires de 17 millions d'euros.



© D.F.

Cette acquisition s'inscrit dans la stratégie de croissance de Colas dans la production de matériaux de construction et complète son maillage géographique en France, dans la région des Pays de la Loire.

E & E 2018

Un nouveau format d'évènement adopté par les participants

Les 430 participants et exposants de E & E 2018 « Préparer l'industrie des enrobés bitumineux pour l'avenir », qui s'est tenu à Berlin en juin, ont apprécié la première édition de cet évènement, soulignant les possibilités d'interaction, de débat avec les experts et de mise en réseau.

Les participants, issus d'un large éventail d'organisations liées aux industries du bitume et des enrobés – principalement d'Europe, mais aussi de pays plus éloignés – ont écouté les intervenants partager leurs points de vue d'experts sur 6 thèmes clés :

- le monde, les routes de demain et les enrobés de demain ;
- les solutions de financement ;
- la durabilité ;
- les meilleures pratiques en matière de santé et de sécurité et les tendances futures ;
- les nouvelles technologies ;
- la communication.

Créé pour fournir une plate-forme permettant aux intervenants de l'industrie du bitume et des enrobés de partager leurs réflexions et de discuter sur la façon dont elle peut relever les défis futurs, E&E 2018 a été animé par l'animatrice Katrina Sichel.

Grâce à leurs smartphones, le public des différentes sessions pouvait interagir par le biais de l'application Sli.do pour intervenir dans les débats, participer à des sondages ou poser des questions aux experts en temps réel.

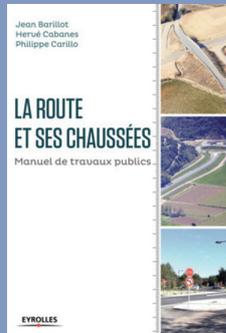
Le premier E & E Event a suscité un grand intérêt et le soutien de sponsors majeurs : Nynas, Total, Rosneft Deutschland, Shell Bitumen, Exxon-Mobil, Kraton, Orlen Asphalt, Puma Energy, Sasobit et Vialit Asphalt. Il a également attiré 63 exposants et 9 partenaires médias.

Dans son discours de clôture, Christophe Jacquet, président d'Eurobitume, a indiqué avoir le sentiment que grâce à l'implication des participants « nous avons réussi à produire toute une série d'outils prêts à l'emploi qui nous permettent de nous préparer pour l'avenir ».

Le succès de ce premier E & E Event, commun entre Eurobitume et EAPA, a ouvert la voie pour planifier une prochaine édition dans quatre ans, en 2022. La date et le lieu en seront dévoilés lors du prochain Congrès E & E à Madrid, du 12 au 14 mai 2020.



BIBLIOGRAPHIE



ELYROLLES

La Route et ses chaussées

Le guide technique *La Route et ses chaussées, manuel des travaux publics* livre une approche panoramique (sol support, matériaux, liants, dimensionnement, réalisation, pathologie...) du sujet, avec un renvoi systématique aux normes et aux recommandations en vigueur. Sont concernés par cet ouvrage les professionnels, les candidats qui

préparent les concours de la fonction publique territoriale dans le domaine des travaux publics, les étudiants des filières génie civil et infrastructures routières, les organismes de formation continue, les collectivités territoriales, les bureaux d'études routiers et syndicats professionnels.

Eyrolles, coll. Blanche BTP, 250 p., 39,00 €



CNPP

Management du risque routier en entreprise

Les accidents survenus sur la route ou en circulation interne lors de déplacements liés au travail sont la 1^{re} cause de mortalité au travail. Il est donc essentiel de mettre en place une politique de prévention du risque routier. *Le Guide de management du risque routier en entreprise* rappelle les facteurs sur lesquels il est possible d'agir, les mesures à mettre en place,

les moyens pour les planifier ou les mesurer. Il a pour ambition de constituer un ensemble cohérent de repères, depuis l'évaluation de son propre risque routier jusqu'à la mise en place d'un plan d'actions structuré et d'une organisation à tous les niveaux de l'entreprise.

CNPP, coll. Risques et organisation, 106 p., 56,00 €



CIMBÉTON

Solutions au service de la croissance verte

À l'heure où la préservation de l'environnement et l'amélioration du cadre de vie constituent une priorité, le Centre d'information sur le ciment et ses applications (Cimbéton) apporte sa contribution à cette réflexion avec la mise en ligne et l'édition d'un guide :

Les Solutions béton au service de la croissance verte. Cet ouvrage synthétise les actions menées par la filière béton, accompagnées de témoignages d'experts.

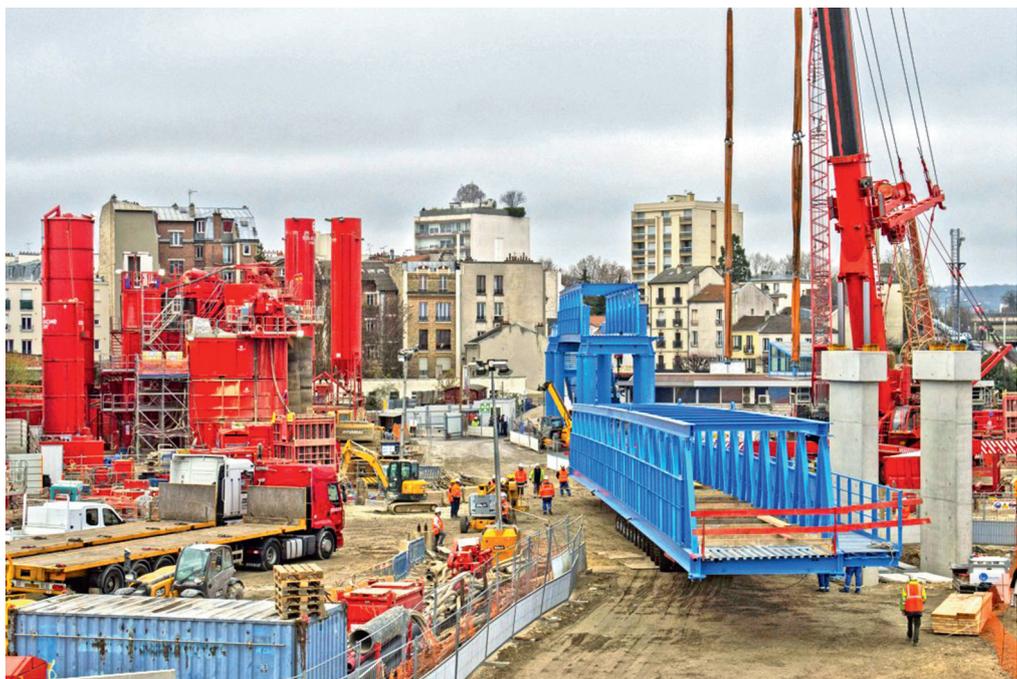
<http://www.infociments.fr/publications/ciments-betons/revues/sb-147>

Journée technique Afoco

Quels matériaux alternatifs pour construire le Grand Paris Express ?

La journée technique annuelle Afoco (Association française des opérateurs sur co-produits industriels), qui s'est tenue le 7 juin 2018 dans les locaux de la FNTP, a abordé le thème de l'utilisation des matériaux alternatifs dans la construction du Grand Paris Express au travers de plusieurs présentations et d'une table ronde.

Le Grand Paris Express : 200 km de lignes de métro automatique, 68 nouvelles stations, 4 nouvelles lignes et un prolongement à construire pour un montant de 25 milliards d'euros.



Avec un calendrier de mise en service des lignes et nouvelles gares prévu pour 2024, 2027 et 2030, le Grand Paris Express (GPE), chantier porté par la Société du Grand Paris (SGP), est un projet de très grande ampleur autant qu'une révolution pour la mobilité des Franciliens, qui leur apporte, en outre, de nombreux bénéfices socio-économiques (emplois créés pendant les travaux, recettes fiscales, taux de rentabilité...).

RECOURS AUX MATÉRIAUX ALTERNATIFS

Dans ce cadre, la journée technique « Quels matériaux alternatifs pour construire le Grand Paris Express ? », organisée par l'Afoco, a été l'occasion pour les principaux acteurs mettant en œuvre les matériaux alternatifs (producteurs primaires des matériaux, opérateurs assurant les traitements, prescripteurs, donneurs d'ordres, laboratoires et entreprises) de présenter les avantages liés à l'utilisation de matériaux alternatifs dans la construction du GPE.

Valorisation des déblais

Représentant 45 millions de tonnes, sur la base de 2 t/m³ en place, soit 10 à 20 % de la production annuelle de déchets en Île-de-France, les déblais du GPE proviennent du creusement des gares et des puits de sécurité/ventilation (excavation de l'ordre de 500 m³/1 000 t/j) et du creusement des tunnels (photo 1).

Consciente des enjeux économiques et écologiques liés aux volumes de déblais générés par le GPE, la SGP s'est engagée à en valoriser 70 % à l'échelle globale du projet. Elle a ainsi élaboré un catalogue des solutions de valorisation des déblais afin d'en réduire la nuisance pour les riverains et l'environnement (voir article p. xxx).

Acceptabilité de matériaux alternatifs en construction

Suite à la publication du guide « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les matériaux de déconstruction issus du BTP » en mars 2011, le Cerema élabore, en partenariat avec le CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment), l'Ineris (Institut national de l'environnement industriel et des risques), le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) et l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), un projet de guide sur l'acceptabilité environnementale et sanitaire de matériaux alternatifs en construction à appliquer au contexte du GPE, en précisant les éventuelles limitations d'usage de gisements de déchets.

Le GPE en chiffres à la fin 2017

- 3 lignes du nouveau métro en chantier
- 14 gares et 31 puits de sécurité et de ventilation en construction
- 18 000 000 m² de lignes en projet
- > 3,5 milliards d'euros de commandes passées aux entreprises
- 100 entreprises prestataires au travail
- 4 000 salariés à temps plein
- 510 millions d'euros pour moderniser les réseaux existants

AUTEUR

Adeline Calvat
RGRA



-Photo 1-
Le premier tunnelier du GPE.

La première version de ce guide sera disponible à la fin 2018.

Laitier de haut-fourneau moulu

Le laitier granulé vitrifié de haut-fourneau présente l'avantage technique de générer un béton plus résistant (de 7 à 56 jours avec les ciments en formule constante, sans optimisation), implique la réduction de la chaleur d'hydratation et offre une durabilité accrue au béton.

En application, ce laitier est utilisé pour la formulation de bétons et liants du GPE pour :

- le traitement des sols par injection (comblement/barrage) ;
- les parois moulées/pieux forés ;
- les bouchons de départ et arrivée des tunneliers ;
- les bétons moulés/projetés ;
- les bétons de voussoirs ;
- les mortiers/coulis de remplissage de vides annulaires ;
- les gares souterraines, tranchées couvertes.

Apport des adjuvants pour les bétons

Les adjuvants apportent aux ciments et bétons à base de matériaux alternatifs des propriétés bien définies en termes d'esthétique, à l'instar des bétons décoratifs. Dans le contexte du GPE, 4 types de formulation sont applicables :

- fondations profondes (maintien de fluidité de 6 à 10 heures) ;
- tunnels et voussoirs (facilité de placement, résistance) ;
- tunnels bétons projetés ;
- génie civil (réduction d'eau, rhéologie, viscosité).

Liant hydraulique écologique

Le Sidmix®, liant hydraulique écologique pour des travaux routiers et

souterrains, est destiné à la fabrication des matériaux d'assise traitées, graves et sables de toute nature pétrographique (calcaires, silices, silico-calcaires, roches massives, bétons de recyclage...) et au traitement des sols.

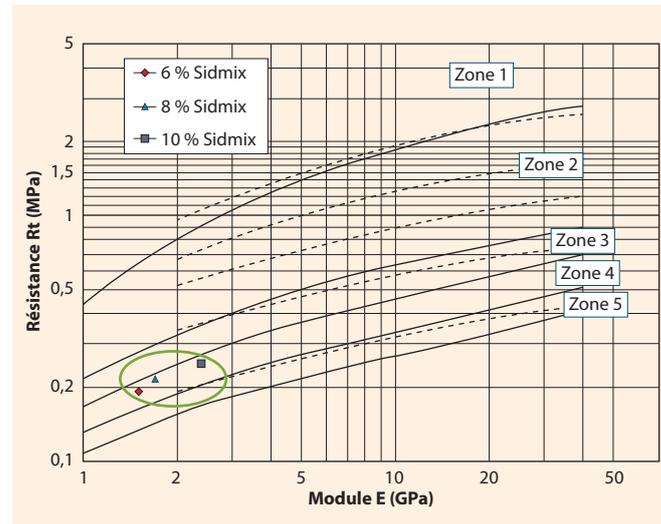
Majoritairement issu du recyclage (95 %), son usage, dans le cadre du GPE (figure 1), assure une prise continue dans le temps, une durabilité accrue et de basses émissions de CO₂.

CONCLUSION

La journée technique Afoco est, chaque année, l'occasion de réunir des experts et évaluer les avancées dans le domaine de la valorisation des déchets.

L'édition de 2018, en lien étroit avec la thématique du GPE et organisée en partenariat avec la SGP, a mis en lumière les avantages et les freins de l'utilisation de diverses techniques alternatives dans la construction du chantier francilien. ■

-Figure 1-
Sidmix et GPE : valorisation des matériaux excavés sans prétraitement.



CONVENTION D'ENGAGEMENT VOLONTAIRE DE 2009

QUEL BILAN ?

En 2009, dans un contexte politique marqué par l'essor des enjeux de développement durable, les pouvoirs publics (État et départements) et les organisations professionnelles du secteur routier se sont engagés collectivement, par la signature d'une convention d'engagement volontaire, pour porter la route au cœur de cette démarche. Aujourd'hui, les résultats sont au rendez-vous et cet engagement a permis de créer une dynamique vertueuse, aux niveaux national et local, par la mise en place d'un dialogue et le partage d'objectifs communs entre acteurs publics et privés.

Le 25 mars 2009, l'État, l'ADF (Assemblée des départements de France), la FNTP (Fédération nationale des travaux publics), l'Usirf (Union des syndicats de l'industrie routière française, aujourd'hui Routes de France), le SPTF (Syndicat professionnel des terrassiers de France) et Syntec-Ingénierie signaient la convention d'engagement volontaire (CEV) des acteurs de conception, réalisation et maintenance des infrastructures routières, voirie et espace public urbain.

Construite autour de 9 engagements, cette convention portait l'objectif d'inscrire la route dans une démarche de développement durable en réduisant son empreinte écologique et en engageant l'ensemble des acteurs du secteur vers des pratiques plus durables. Initiée au niveau national, elle visait également à étendre cette dynamique par une déclinaison de ses objectifs au niveau territorial. Les actions prévues ont fait l'objet d'un suivi spécifique et annuel afin de tirer le bilan de celles réalisées.

Parmi les nombreux engagements de la CEV, il est possible de distinguer :

- ceux, chiffrés, relevant de l'amélioration des pratiques lors de chantiers (recyclage et réemploi de matériaux, réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)...)
- ceux relevant de la mise en place d'une dynamique partenariale de travail visant à développer et valoriser de nouveaux procédés de construction. En effet, au-delà des engagements chiffrés des différents acteurs, dans un contexte où la route souffrait d'une image négative dans le débat public, la CEV avait pour objectif principal d'insuffler une nouvelle dynamique de travail, et ainsi de créer les conditions d'une véritable compétitivité écologique.

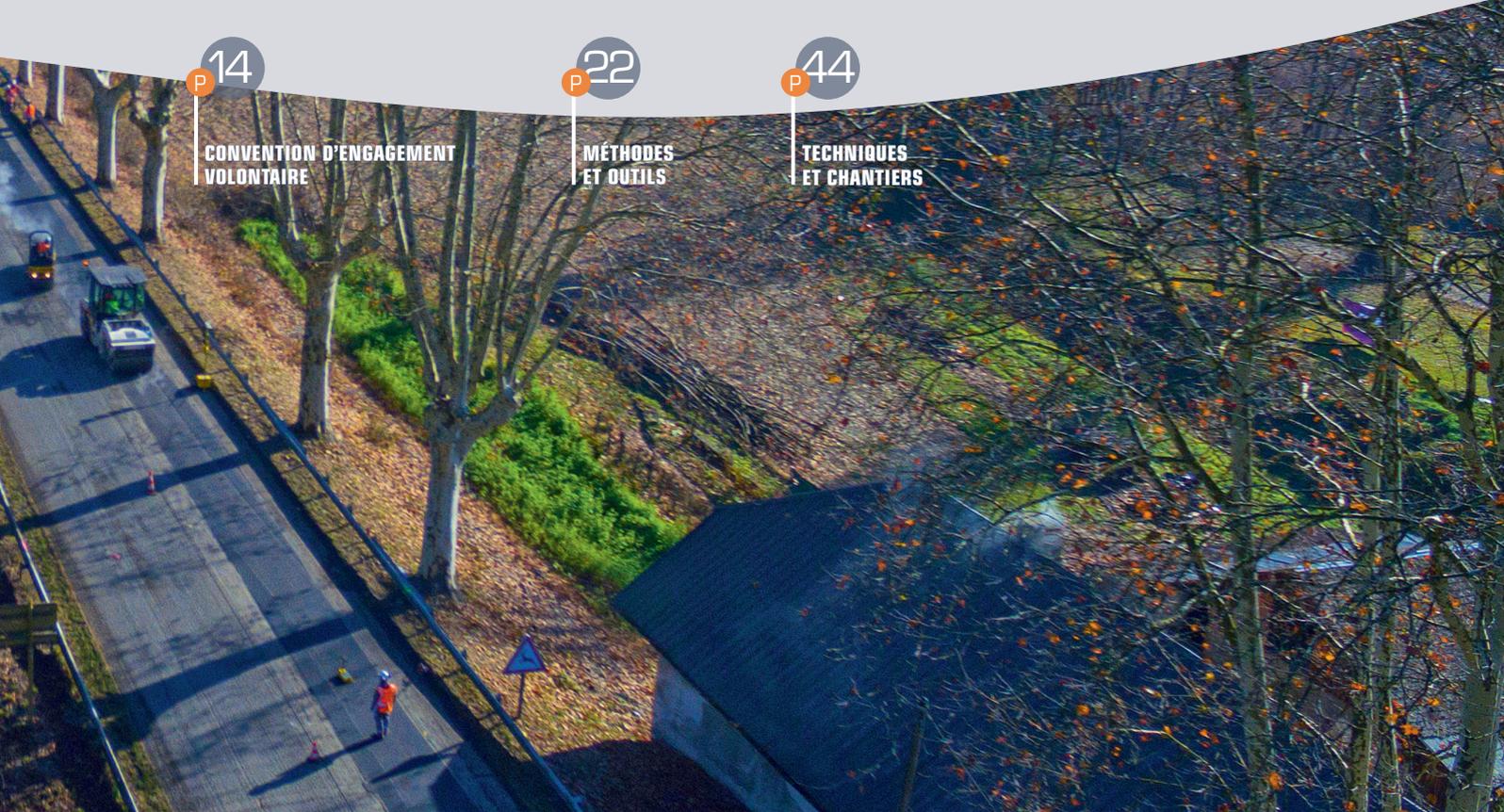
Pour y parvenir, de nombreux écueils devaient être franchis, touchant à la fois aux techniques, aux systèmes de gestion, aux modes de partenariat et aux échanges entre tous les acteurs. C'est ainsi qu'a été décidée la création de l'Idrirm (Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la

AUTEURS

Christine Leroy
Directrice des Affaires techniques
Routes de France

Patrick Porru
Responsable des Affaires techniques
Idrirm

David Zambon
Directeur général
Idrirm



© EIFPAGE

mobilité), instance partenariale de référence en matière de conception, de construction, d'entretien et d'exploitation des infrastructures de transport. Neuf ans après sa signature, quel bilan tirer de la CEV ?

UNE DYNAMIQUE DE TRAVAIL LANCÉE

RECHERCHE ET INNOVATION

Un des premiers axes de travail engagé a concerné le développement de la recherche et de l'innovation. En effet, en 2009, au moment de la signature de la convention, d'importants projets de recherche étaient engagés, à travers les projets TerDOUEST (Terrassement durable des ouvrages en sols traités) ou Tracc (Techniques routières atténuant le changement climatique), ou en cours de préparation, comme le projet national Mure (Multi-recyclage des enrobés).

En complément de ces actions de recherche, les acteurs routiers se sont engagés à développer celles relatives à l'innovation :

- les entreprises routières, en développant de nouveaux procédés plus respectueux de l'environnement ;
- les maîtres d'ouvrage, en renforçant leur politique d'innovation durable.

Cette volonté s'est notamment traduite par les appels à projets nationaux, principal outil permettant l'expérimentation de procédés innovants :

- La refonte de l'appel à projets du Comité innovation routes et rues (CIRR), conduite en 2015, a ainsi facilité le passage à l'expérimentation et amélioré le retour d'expérience.
- Le lancement par l'Ademe, le 15 juillet 2015, d'un appel à projets « Route du futur » dans le cadre du programme d'investissements d'avenir (PIA) est venu compléter cette implication des

acteurs routiers dans l'innovation par le biais du développement de solutions de rupture.

Si le développement de l'innovation a favorisé l'émergence de nouveaux procédés routiers plus respectueux de l'environnement, le besoin s'est ressenti d'une actualisation des guides techniques dans lesquels le savoir-faire et les pratiques sont formalisés. La création de l'Idrrim en 2010 a ainsi donné un cadre de travail collectif pour mener cette refonte de la doctrine technique, en associant maîtres d'ouvrage, entreprises, ingénieries publiques et privées, recherche et associations partenariales. La publication en 2016 d'un guide sur les techniques d'abaissement de température des matériaux bitumineux¹ est l'illustration du travail collaboratif réalisé au sein de l'Idrrim. D'autres chantiers sont encore engagés concernant, par exemple, le recyclage ou les enrobés à froid.

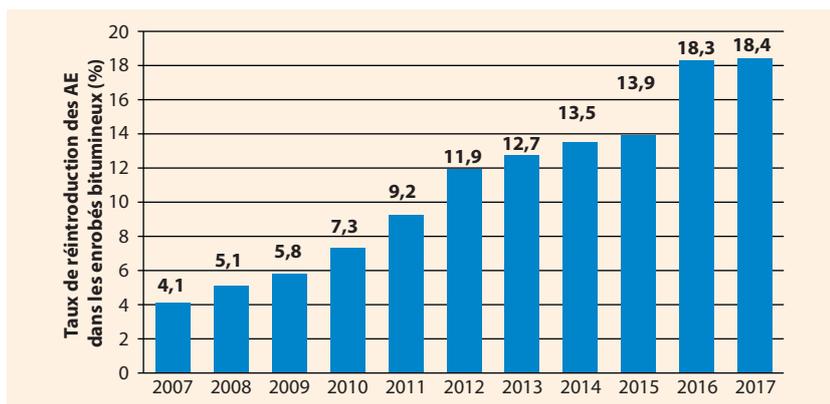
VALORISATION DES BONNES PRATIQUES

Cet objectif de l'engagement collectif de 2009 s'est notamment traduit par le prix IMBP (Infrastructures pour la mobilité, biodiversité & paysage), dont la 9^e édition est organisée cette année par l'Idrrim.

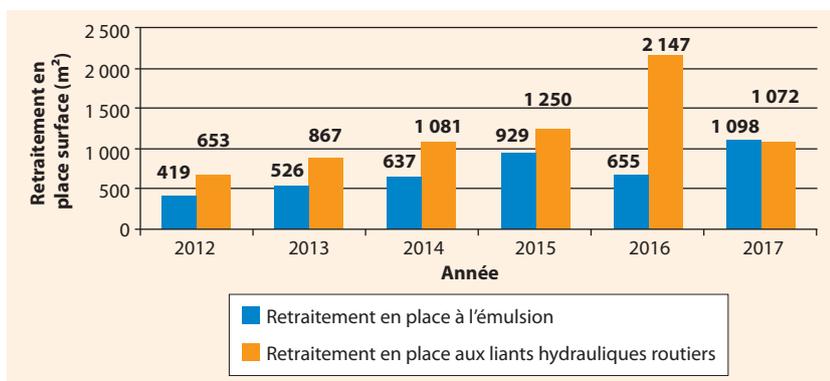
Les 9 engagements de la CEV

1. Préserver les ressources non renouvelables
2. Préserver la biodiversité et les milieux naturels
3. Réduire les émissions de GES et la consommation d'énergie
4. Réduire la consommation d'eau sur les chantiers de terrassement
5. Accroître la performance environnementale des entreprises et de la route
6. Améliorer la sécurité routière, la sécurité des personnels, des usagers et des riverains lors des opérations de travaux
7. Participer au développement de la recherche et diffuser l'innovation
8. Adopter un nouveau mode de partenariat vers un institut français de la route et des infrastructures de transport
9. Promouvoir et décliner localement les engagements

-Figure 1-
Taux de réintroduction des AE dans les enrobés bitumineux.



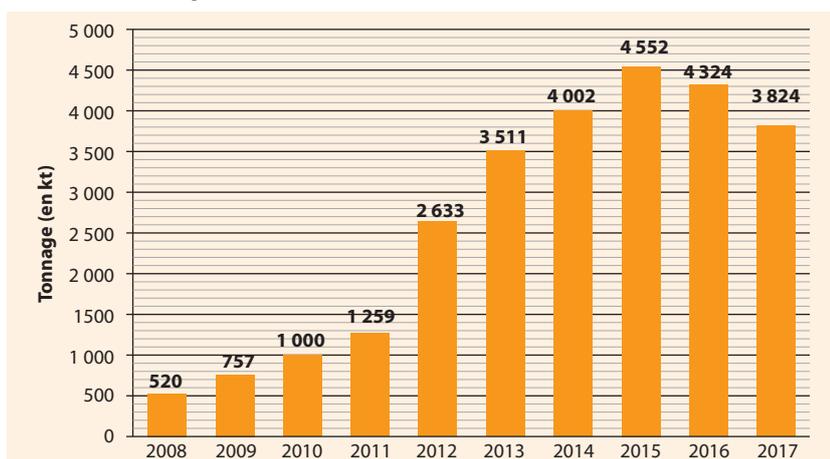
-Figure 2-
Évolution de la surface couverte par la technique du retraitement en place en France.



-Figure 3-
Évolution des émissions de GES (brûleurs) par tonne d'enrobés produit.



-Figure 4-
Évolution des tonnages d'enrobés tièdes et semi-tièdes.



Inscrit dans la convention, ce prix vise à identifier et valoriser les meilleurs projets de préservation, de restauration et de valorisation des écosystèmes, de la biodiversité et du paysage, y compris les plus petits et les plus ingénieux.

Enfin, la déclinaison de la CEV au niveau d'une soixantaine de collectivités territoriales (majoritairement des départements et des métropoles) a contribué à porter ces pratiques sur l'ensemble du territoire national et à créer une véritable dynamique partenariale.

DES PRATIQUES ET PROCÉDÉS TOUJOURS PLUS VERTUEUX

Des objectifs ambitieux avaient été fixés dans la CEV en matière de recyclage des matériaux et de réduction des émissions de GES. Grâce à l'action conjointe des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre dans la rédaction des appels d'offres et au développement par les entreprises de nouveaux procédés de construction, une part de plus en plus importante de matériaux issus du réemploi a été incorporée dans les chantiers et des solutions à température abaissée ont été développées, permettant in fine de réduire l'empreinte écologique de la route.

La convention fixait des objectifs très ambitieux de préservation des ressources non renouvelables par un réemploi ou une valorisation de 100 % des matériaux extraits sur les chantiers (85 % atteint en 2015) ou un recyclage à 100 % des routes. Ce recyclage passe par la valorisation des matériaux bitumineux, des excédents de chantier et des déchets des travaux publics.

La mise en place progressive d'une doctrine technique sur le réemploi de matériaux de déconstruction, illustrée par la parution en 2016 d'un guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs en technique routière, a contribué à développer ces pratiques. De plus, grâce aux évolutions technologiques, les centrales d'enrobage ont incorporé une part toujours plus importante d'agrégats d'enrobés (AE) dans les enrobés (figure 1).

Ces résultats nationaux masquent cependant de grandes disparités au niveau régional, certains territoires en déficit de matériaux neufs ayant été plus prompts à développer le recyclage des matériaux que ceux bénéficiant de gisements importants. En 2013, les engagements de la CEV ont été renforcés et complétés, notamment sur le retraitement en place, soit à l'émulsion de bitume, soit aux liants hydrauliques, ou encore aux liants mixtes, technique qui permet de recycler en place les matériaux de l'ancienne chaussée pour reconstruire de nouvelles couches de base et de roulement. L'objectif – doubler les surfaces des chaussées ainsi renouvelées – a été atteint (figure 2).

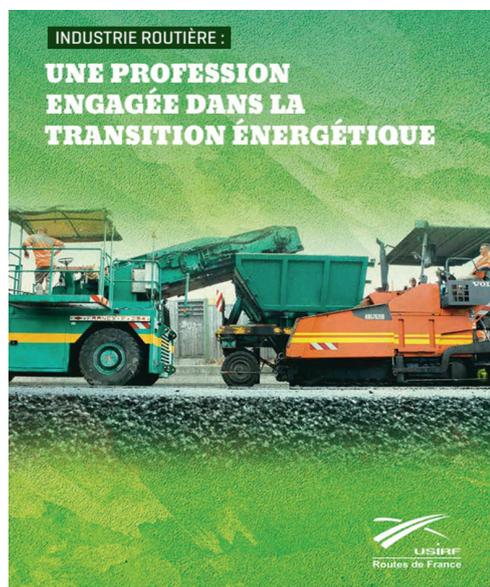
Aujourd'hui, les objectifs ambitieux fixés par les pouvoirs publics dans la loi de transition énergétique pour la croissance verte³ en 2016 viennent conforter la dynamique engagée depuis 2009 en fixant des objectifs de recyclage et de réemploi spécifiques pour les déchets issus de chantiers routiers. En matière de réduction des émissions de GES, deux axes de travail ont été suivis par les acteurs routiers pour atteindre ces objectifs :

- Réduire les émissions des usines d'enrobés en profitant des innovations technologiques. D'importants investissements ont ainsi été réalisés par les entreprises routières pour rénover et améliorer leurs outils industriels, ce qui a généré une réduction notable des émissions (figure 3).

- Développer des techniques routières dites « tièdes » ou « semi-tièdes » (figure 4), ainsi que celles à l'émulsion de bitume, leur processus de fabrication ayant une empreinte écologique moindre par rapport aux enrobés traditionnels à chaud.

Ainsi, grâce à ces deux axes de travail, les émissions de GES ont été réduites de façon très significative. Parallèlement à ces développements technologiques, et afin de favoriser la comparaison des différentes solutions d'un point de vue environnemental, l'éco-comparateur SEVE⁴ a été mis en place par la profession pour les chantiers de terrassement et les projets routiers (figure 5). À partir de 7 indicateurs quantitatifs et de 2 indicateurs déclaratifs, il évalue l'impact environnemental d'un projet routier en tenant compte de la consommation énergétique, des émissions de GES, de la préservation de la ressource et de la tonne kilométrique. Son utilisation dans les dossiers d'appel d'offres permet ainsi aux maîtres d'ouvrages de comparer, sur les mêmes bases, des variantes « environnementales » proposées par les entreprises.

—Figure 5—
Plaquette de présentation de SEVE.



La combinaison de cet outil aux développements et innovations technologiques a contribué à réduire considérablement l'empreinte écologique de la route et à répondre, voire dépasser, les objectifs de la CEV de 2009.

Cette convention, engageant toute une profession avec la publication annuelle de son suivi, a été saluée lors de la COP21 (Conférence de Paris de 2015 sur les changements climatiques) : c'était l'un des sept dossiers retenus par le ministère pour faire l'objet d'une présentation en conférence.

CONCLUSION

La signature en 2009 de la convention d'engagement volontaire illustre l'ambition que portaient les acteurs de la route pour s'engager dans des objectifs de développement durable. Neuf ans plus tard, force est de constater que cette convention est une véritable réussite pour l'industrie routière en termes de résultats par rapport aux objectifs fixés et – surtout – parce qu'elle a enclenché une dynamique vertueuse entre tous les acteurs.

La déclinaison locale de la CEV a également connu une grande réussite en inscrivant les territoires dans ces démarches de développement durable. La promulgation en 2016 de la loi de transition énergétique a confirmé ces engagements en fixant des objectifs ambitieux en matière de recyclage et de réemploi des matériaux.

Aujourd'hui, dans un contexte qui a fortement évolué depuis 2009 avec de nouveaux enjeux qui émergent en matière d'économie circulaire, de biodiversité et de paysages, de développement du numérique ou de route productrice d'énergie..., il est nécessaire de renforcer cette convention et d'inciter l'ensemble des acteurs routiers et les territoires à poursuivre cette dynamique. ■

RÉFÉRENCES

1. Cerema, *Abaissement de température des mélanges bitumineux : état de l'art et recommandations*, 2016.
2. Cerema, *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière - Les matériaux de déconstruction issus du BTP*, 2016.
3. Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.
4. I. Cavagnol, « Éco-comparateur SEVE », RGRA n° 937, mai-juin 2016.

SCHÉMA D'ORGANISATION ENVIRONNEMENTALE D'ENSEMBLE 77

UN OUTIL D'INTÉGRATION, DE MESURE ET DE REPORTING

Afin d'accompagner les différents acteurs de la construction routière et travaux publics du département de Seine-et-Marne dans la prise en compte des objectifs environnementaux prévus par les textes législatifs et réglementaires, Ensemble 77 propose une méthode et des outils, intégrés dans une démarche intitulée Schéma d'organisation environnementale (SOE). Cet article en présente les enjeux et les documents qui le constituent.



Depuis 1994, Ensemble 77 rassemble, autour des entreprises de travaux publics représentées par la chambre syndicale des travaux publics de Seine-et-Marne, les principaux acteurs économiques du territoire : État, union des maires et président(e)s d'EPCI de Seine-et-Marne, département de Seine-et-Marne, EPA (établissements publics d'aménagement) Marne – EPA France, EPA Sénart, Enedis, GRDF, Orange, conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement (CAUE), syndicat départemental des énergies de Seine-et-Marne.

En 2010, les membres d'Ensemble 77 ont signé la déclinaison seine-et-marnaise de la convention d'engagement volontaire (CEV) nationale des acteurs de conception, réalisation et maintenance des infrastructures routières, voirie et espaces publics urbains afin :

- de renforcer leurs engagements en faveur de la réutilisation et du recyclage des matériaux et déchets produits à l'occasion de leurs chantiers et de l'utilisation de matériaux alternatifs ;
- d'inscrire la démarche seine-et-marnaise de schéma d'organisation environnementale (SOE) dans une dynamique nationale.
- d'accompagner :
 - les collectivités et leurs maîtres d'œuvre dans l'intégration d'objectifs environnementaux dans leurs marchés de travaux et marchés de maîtrise

d'œuvre, le jugement et la sélection des offres des entreprises, la réponse aux objectifs fixés par la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) ;

- les entreprises dans la réponse aux exigences environnementales de leurs maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre.

MÉTHODOLOGIE ET OUTILS DE LA DÉMARCHE SOE

La première démarche SOE, créée en 2005, avait pour objectif d'inciter les entreprises et les donneurs d'ordre à mettre en place une démarche environnementale sur les chantiers de travaux publics. Le bilan de son application, effectué en 2010 à l'occasion de la signature de la CEV 77 par les membres du groupe Ensemble 77, a mis en évidence la nécessité d'une simplification et d'une adaptation aux évolutions réglementaires.

La démarche a donc été révisée une première fois en 2013, puis récemment, dans le cadre d'un partenariat avec le Cerema Île-de-France avec pour objectifs de :

- simplifier encore la démarche pour qu'elle soit totalement et correctement appliquée ;
- préciser le rôle de chaque acteur et notamment celui de la maîtrise d'œuvre ;

AUTEURS

Ariane Graziani-Lichtle
Directrice
Chambre syndicale des travaux publics
de Seine-et-Marne

Laura Andrieux
Responsable de l'unité Sols Chaussées
Cerema

- adapter les indicateurs chiffrés de suivi des objectifs de la CEV 77 et intégrer les objectifs et méthodes de calcul de la LTECV ;

- en faire un réel outil d'aide à l'analyse des offres. Elle est composée de plusieurs documents (figure 1) :

- le cahier des clauses environnementales ;
- la fiche récapitulative des aspects environnementaux du chantier ;
- la fiche de notation de l'entreprise ;
- la fiche de notation du maître d'œuvre ;
- le règlement de consultation ;
- le cahier des clauses techniques particulières ;
- le mémoire environnemental.

LE CAHIER DES CLAUSES ENVIRONNEMENTALES (CCE)

Pièce clé de la démarche SOE, incluse au dossier de consultation et aux pièces du marché, il :

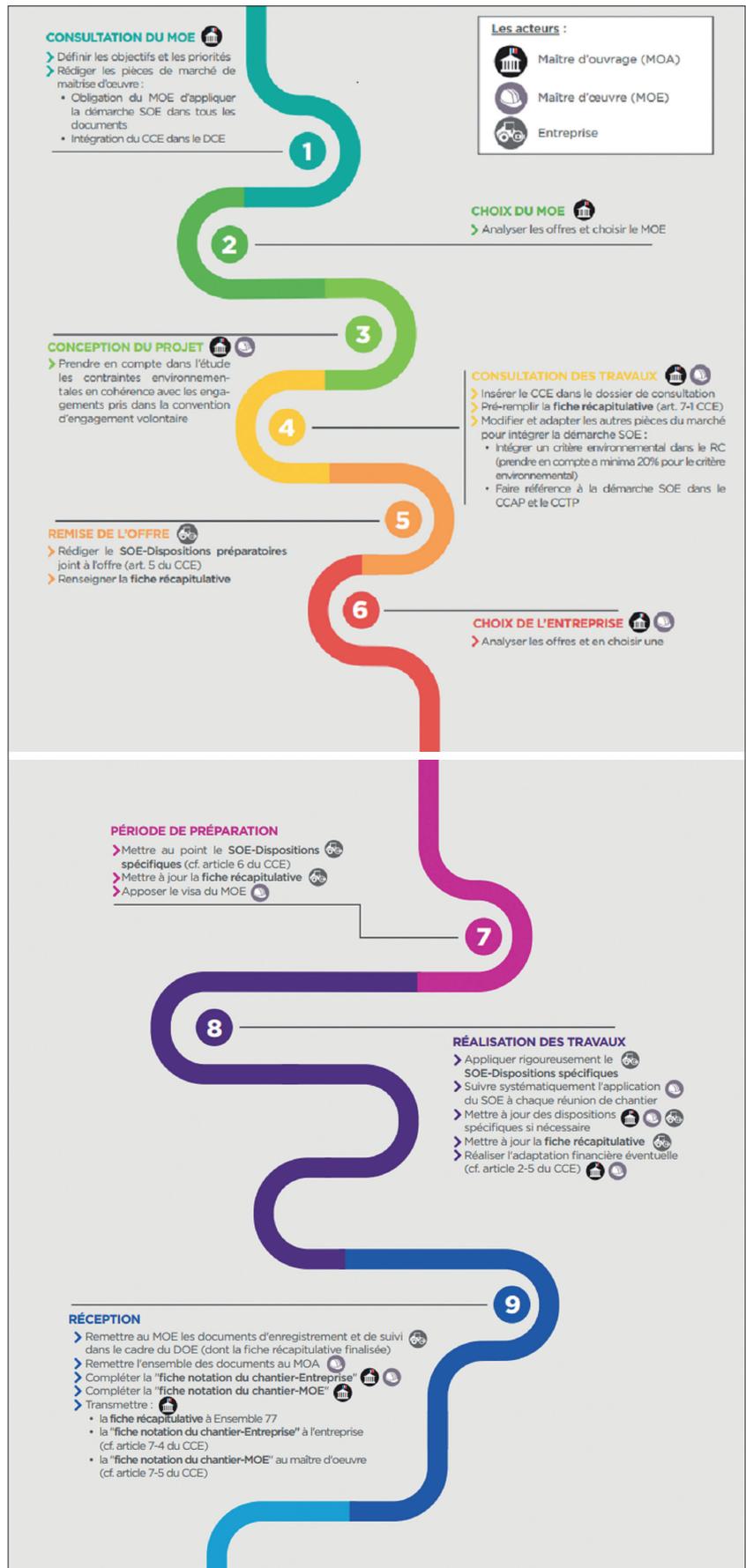
- décrit la méthodologie portée par la démarche SOE (acteurs, rôles, outils) qui permet de mettre en œuvre et de suivre les objectifs environnementaux définis par le maître d'ouvrage ;
- doit être adapté aux spécificités du chantier ;
- détaille le contenu du SOE et ses 5 chapitres :
 - SOSED : suivi de l'évacuation des déchets de chantier ;
 - SORAC : respect de l'air (gaz à effet de serre (GES), poussières...) ;
 - SOGEC : gestion des eaux de chantier ;
 - SORIC : respect de l'insertion du chantier (biodiversité...);
 - SORES : respect des émissions sonores ;
- explicite la méthodologie du suivi qualitatif et quantitatif du chantier ;
- regroupe les 3 fiches de la démarche :
 - fiche récapitulative ;
 - fiche de notation du chantier – entreprise ;
 - fiche de notation du chantier – maîtrise d'œuvre ;
- contient un mode opératoire détaillé, étape par étape.

LA FICHE RÉCAPITULATIVE DES ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DU CHANTIER

Ce document est :

- annexé au CCE ;
- initié par le maître d'ouvrage et son maître d'œuvre dès la conception du projet ;
- intégré au dossier de consultation des entreprises (DCE) ;
- complété par l'entreprise lors de la remise de l'offre (en cohérence avec le SOE-dispositions préparatoires) ;
- adapté tout au long du chantier ;
- finalisé et signé à la réception du chantier ;
- exploité pour le suivi des objectifs de la CEV 77 et de la LTECV (copie adressée à Ensemble 77 pour consolidation départementale).

-Figure 1-
Mode opératoire de la démarche SOE.



Cadre législatif et réglementaire relatif au recyclage et à l'utilisation des matériaux alternatifs

La directive n° 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil d'État du 19 novembre 2008 présente les principes de la réglementation européenne relatifs à la gestion des déchets. Le Code de l'environnement les intègre et les complète dans le cadre de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV). Cette dernière vient confirmer, par des objectifs quantifiés, la nécessité de recycler les matériaux issus des chantiers et d'utiliser des matériaux alternatifs. Ensemble 77 propose une méthode et des outils qui permettent le respect de ces contraintes réglementaires, la justification de leur application par la mise en œuvre d'indicateurs, leur mesure et leur suivi.

Gestion des déchets I L. 541-1 CE

Priorité de :

- « Prévenir et de réduire la production et la nocivité des déchets, notamment en agissant sur la conception, la fabrication et la distribution des substances et produits et en favorisant le réemploi, ainsi que de diminuer les incidences globales de l'utilisation des ressources et d'améliorer l'efficacité de leur utilisation ».
- « Mettre en œuvre une hiérarchie des modes de traitement des déchets consistant à privilégier, dans l'ordre :
 - a) la préparation en vue de la réutilisation ;
 - b) le recyclage ;
 - c) toute autre valorisation, notamment la valorisation énergétique ;
 - d) l'élimination ».
- « Assurer que la gestion des déchets se fait sans mettre en danger la santé humaine et sans nuire à l'environnement, notamment sans créer de risque pour l'eau, l'air, le sol, la faune ou la flore, sans provoquer de nuisances sonores ou olfactives et sans porter atteinte aux paysages et aux sites présentant un intérêt particulier ».
- « Organiser le transport des déchets et de le limiter en distance et en volume ».

Responsabilité I L. 541-2 CE

« Tout producteur ou détenteur de déchets est tenu d'en assurer ou d'en faire assurer la gestion [...] est responsable de la gestion de ces déchets jusqu'à leur élimination ou valorisation finale, même lorsque le déchet est transféré à des fins de traitement à un tiers ».

Pollueur-payeur I L. 110-1 CE

Principe du pollueur-payeur : « les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur ».

Traçabilité I L. 541-32 CE

« Toute personne valorisant des déchets [...] doit être en mesure de justifier auprès des autorités compétentes de la nature des déchets et de l'utilisation de ces déchets dans un but de valorisation et non pas d'élimination ».

Par ailleurs, la LTECV définit des objectifs chiffrés (I 79-III LTECV) : « Au plus tard en 2020, l'État et les collectivités territoriales s'assurent qu'au moins 70 % des matières et déchets produits sur les chantiers de construction ou d'entretien routiers dont ils sont maîtres d'ouvrage sont réemployés ou orientés vers le recyclage ou les autres formes de valorisation matière.

Tout appel d'offres que l'État ou les collectivités territoriales publient pour la construction ou l'entretien routier intègre une exigence de priorité à l'utilisation des matériaux issus du réemploi, de la réutilisation ou du recyclage de déchets.

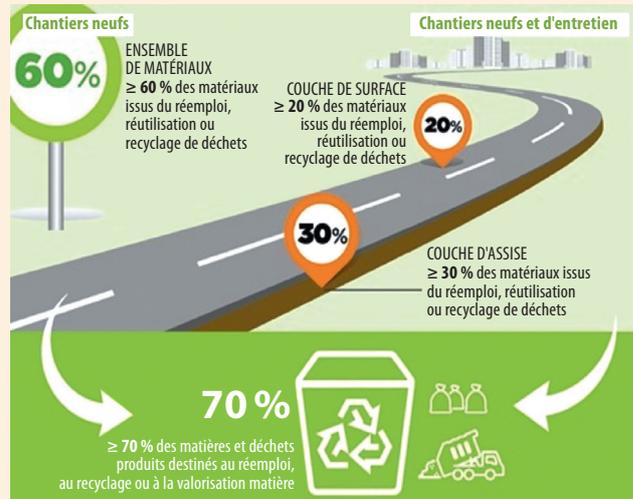
L'État et les collectivités territoriales justifient chaque année, et pour l'État, à une échelle régionale :

À partir de 2020 :

– Au moins 60 % en masse de l'ensemble des matériaux utilisés pendant l'année dans leurs chantiers de construction routiers sont issus du réemploi, de la réutilisation ou du recyclage de déchets.

– Et que, pour les matériaux utilisés pendant l'année dans les chantiers de construction et d'entretien routiers parmi ces matériaux, au moins 20 % en masse des matériaux utilisés dans les couches de surface et au moins 30 % en masse des matériaux utilisés dans les couches d'assise sont issus du réemploi, de la réutilisation ou du recyclage de déchets ».

Au moins 70 % des déchets produits sur les chantiers de construction ou d'entretien routiers doivent être réemployés ou orientés vers le recyclage ou les autres formes de valorisation matière.



LA FICHE DE NOTATION DE L'ENTREPRISE

Elle permet au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre, à la réception du chantier, d'évaluer le niveau de réalisation des engagements pris par l'entreprise dans le cadre de son SOE-dispositions spécifiques.

LA FICHE DE NOTATION DU MAÎTRE D'ŒUVRE

Grâce à ce document, à la réception du chantier, le maître d'ouvrage peut évaluer le niveau de réalisation des engagements pris par le maître d'œuvre dans le cadre de l'application de la démarche SOE et de son suivi.

L'application de la démarche SOE nécessite une adaptation et une mise en cohérence de toutes les

pièces du marché de travaux mais aussi du marché de maîtrise d'œuvre.

LE RÈGLEMENT DE CONSULTATION (RC)

Il décrit l'objet du marché et les conditions de sa réalisation, y compris en termes d'objectifs environnementaux ainsi que les modalités de jugement des offres.

Il précise les critères et les sous-critères environnementaux ainsi que leurs pondérations.

LE CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP)

Il contient les prescriptions techniques attendues par le maître d'ouvrage et doit laisser à l'entreprise

les possibilités d'utilisation de matériaux de substitution et de techniques alternatives.

Il rappelle également l'obligation de se conformer aux prescriptions du CCE.

LE MÉMOIRE ENVIRONNEMENTAL

Parfois intégré au mémoire technique, il doit contenir, a minima, le SOE-dispositions préparatoires (propositions de l'entreprise en matière de respect des exigences environnementales exprimées par le maître d'ouvrage dans le CCE) remis à l'appui de l'offre.

Le SOE-dispositions préparatoires sera complété du SOE-dispositions spécifiques pendant la période de préparation du chantier.

RÔLE D'ENSEMBLE 77

Ensemble 77 met gratuitement à disposition des collectivités et de leurs maîtres d'œuvre la méthodologie et les outils de la démarche SOE et les accompagne dans leur mise en œuvre, notamment en leur proposant de participer à des réunions de formation.

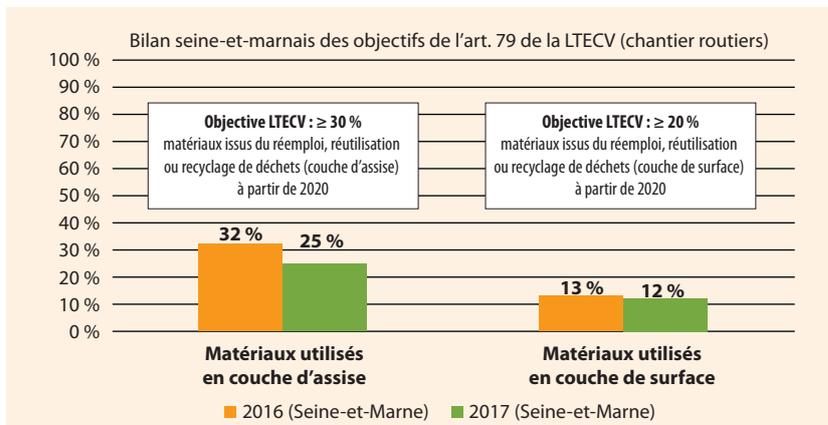
Ensemble 77 a par ailleurs élaboré un outil informatique qui permet le traitement, le suivi et le reporting des données issues des fiches récapitulatives des aspects environnementaux du chantier relatives :

- à la production et au traitement des matériaux et déchets issus des chantiers (nature, quantité, destination, distances parcourues...);
- à l'approvisionnement en matériaux alternatifs (nature, quantité, origine, distances parcourues...)

(figure 2).

-Figure 2-

Exemple de synthèse issue de l'application informatique. Base de calcul : environ 180 chantiers ; 95 % des chantiers issus du CD77 ; 10 % chantiers neufs ; 90 % de chantiers d'entretien.



Cet outil donne les moyens aux collectivités de mesurer les actions menées et de répondre aux exigences chiffrées de la LTECV.

Il est remis gratuitement sous réserve d'avoir suivi la formation à l'application de la démarche SOE et à l'utilisation de ses outils.

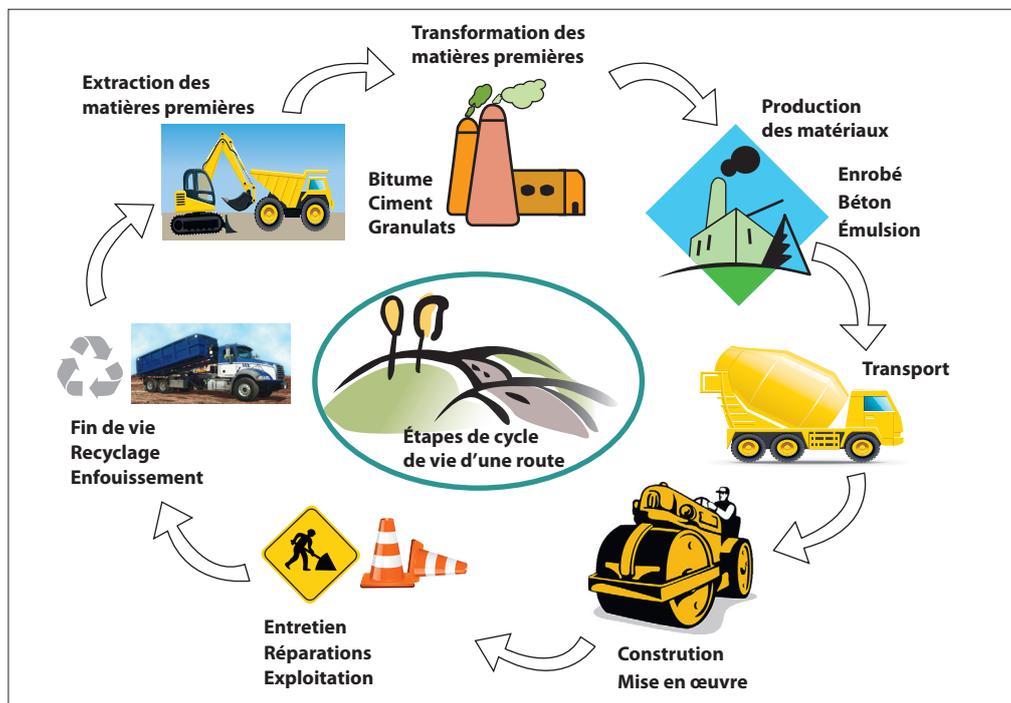
CONCLUSION

Ensemble 77 dressera, au second semestre 2018, un bilan des objectifs environnementaux de Seine-et-Marne. Il sera publié annuellement sur le site internet. Les informations reprises dans le guide *Comment transformer des obligations réglementaires en atouts économiques ?* et les différents outils de la démarche SOE sont accessibles sur le site www.ensemble77.fr.

ANALYSE DU CYCLE DE VIE DES CHAUSSÉES EN ENROBÉS BITUMINEUX

ÉTUDE PILOTÉE PAR ROUTES DE FRANCE

Routes de France (anciennement Usirf (Union des syndicats de l'industrie routière française)) considère que la maîtrise des impacts environnementaux liés aux activités de construction, de maintenance et de recyclage des chaussées constitue un défi et un formidable moteur d'innovation. Elle a donc mené différentes études dans ce domaine, notamment sur l'analyse du cycle de vie des chaussées en enrobés bitumineux, dont cet article présente la méthodologie et les principaux résultats.



La toute première étude date de 2002. Il s'agissait de l'inventaire de la production d'une tonne d'enrobés à chaud (tableau 1). Puis, suite à la publication de la norme expérimentale XP 01-010¹ puis de la norme NF P01-010², l'Usirf a réalisé, en 2006 et en 2012-2014, l'analyse du cycle de vie (ACV) d'une tonne d'enrobés bitumineux et d'un mètre carré de chaussée.

En 2014, en effet, les techniques de fabrication et de mise en œuvre ayant évolué, l'actualisation était nécessaire : la norme européenne NF EN 15804+A1³ a été adaptée au contexte français avec son complément national XP P 01-064/CN⁴ et s'est substituée à la norme NF P01-010.

Même si la norme NF EN 15804 concerne plus spécifiquement les produits de construction, elle constitue néanmoins le référentiel le plus adapté au domaine des travaux publics.

Les études de 2006 et 2014 ont fait l'objet d'une revue critique par une tierce partie indépendante.

Elles ont permis à Routes de France :

- de mettre à la disposition des acteurs du BTP des informations précises et fiables sur la performance environnementale des chaussées bitumineuses ;
- d'inciter à la poursuite des efforts de valorisation des déchets dans les techniques routières.

CONTEXTE DES ÉTUDES

Différentes évolutions ont eu lieu depuis le début de ces travaux :

- une évolution des bases de données utilisées pour réaliser les fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) : informations sur la performance environnementale des matières premières et des procédés utilisés aux différentes étapes du cycle de vie des produits ;
- une évolution des normes et réglementations qui encadrent l'évaluation environnementale des produits de construction (décret n° 2013-1264 et arrêté

AUTEURS

Vincent Besse

Responsable scientifique
Colas

Carole Burgue-Mazars

Chargée de mission en environnement
Entreprise Malet

Christine Leroy

Directrice des Affaires techniques
Routes de France

Clara Lorinquer

Directrice de l'Environnement
et de la Qualité
Eurovia Management

Ludovic Périssé

Directeur technique adjoint
Eiffage Route

du 23 décembre 2013⁵⁻⁶, normes NF EN 15804+A1 et XP P01-064/CN parues en avril 2014). Routes de France a donc souhaité actualiser les travaux relatifs à l'ACV et à la FDES réalisés entre 2012 et 2014, considérant que les procédés de fabrication ont peu évolué au cours des dernières années et que les données d'activité n'ont pas changé. Cette étude a été réalisée par un cabinet de conseil expert en ACV (tableau 1, figure 1).

PRINCIPALES ÉVOLUTIONS ENTRE LES NORMES NF P01-010 ET NF EN 15804

Les principaux changements apportés par la norme européenne sont listés dans le tableau 2 :

- un plus grand nombre d'indicateurs environnementaux : 28 indicateurs, contre 17 dans l'ancienne norme ;
- la segmentation des étapes du cycle de vie : les étapes de production, transport, mise en œuvre, vie en œuvre et fin de vie sont remplacées par une segmentation plus détaillée en étapes et sous-étapes allant de A1 à C4 ;
- la prise en compte des bénéfices et charges au-delà des frontières du système dans la nouvelle norme, qui permet de comptabiliser les bénéfices potentiels liés à la baisse d'utilisation ultérieure de matières et combustibles primaires.

Il convient également de noter qu'avec le décret du 23 décembre 2013 relatif à la déclaration environnementale de certains produits de construction destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment, la vérification de la FDES par tierce partie devient obligatoire à partir de 2017.

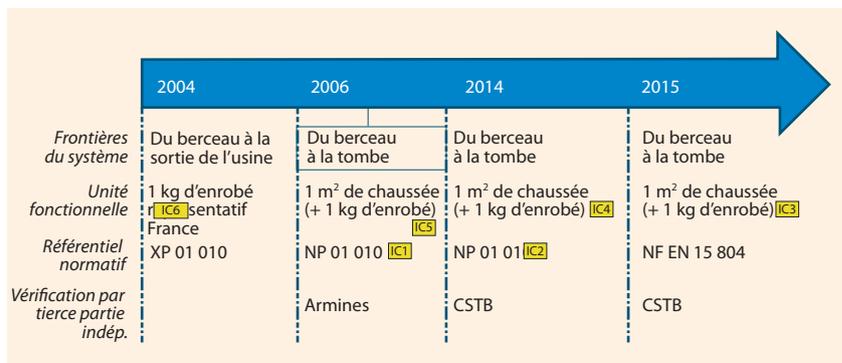
La norme européenne offre la possibilité de prendre en compte les éléments restant au-delà de la durée de vie : le module D « Bénéfices et charges au-delà des frontières du système, module d'informations » explicite les potentiels de réutilisation, la récupération et/ou le recyclage, exprimés en impacts et bénéfices nets.

Base de données Ecoinvent

Ecoinvent est une base de données reconnue au niveau international qui regroupe des données environnementales (consommations et rejets) sur plusieurs milliers de procédés. Ces données sont employées pour la réalisation des ACV, des déclarations environnementales de produits (Environmental Product Declaration (EPD)), des bilans CO₂, de la politique intégrée des produits, du management de cycle de vie, du design environnemental, de la certification environnementale...

- Le contenu de la base de données Ecoinvent est structuré en plusieurs catégories :
- données relatives aux métaux, matériaux de construction, bois, matières plastiques, produits chimiques... ;
 - données relatives aux biocarburants, à la climatisation, aux méthodes de cogénération ou aux matières premières renouvelables ;
 - données relatives à l'approvisionnement (infrastructures, transports) et à la production d'énergie calorifique (en brûlant des carburants tels que le gaz naturel) et/ou électrique ;
 - données relatives à l'agriculture ;
 - données concernant le traitement des déchets.

-Figure 1- Cadre des études ACV menées par Routes de France (ex Usirf).



MÉTHODOLOGIE ET CHAMP DE L'ÉTUDE

Dans ce contexte, l'objectif de l'étude est de quantifier, à l'aide de la méthode ACV, les impacts environnementaux de l'enrobé bitumineux représentatif français (France métropolitaine) et d'une chaussée réalisée à partir de ce dernier.

Deux systèmes sont donc considérés dans cette étude :

- le système « Production de l'enrobé » : de l'extraction des matières premières à la sortie de la centrale d'enrobage ;

-Tableau 1- Historique des études ACV menées par Routes de France.

Étude	Année(s)	Praticien ACV externe	Système(s) étudié(s)	Conformité aux normes	FDES publiée(s)	Autres informations
ACV des enrobés bitumineux, rapport d'étude de l'inventaire du transport, de la mise en œuvre, de la vie en œuvre et de la fin de vie des enrobés à chaud	2002-2006	Henri Lecouls	Systèmes « Production d'enrobé » et « Cycle de vie d'une chaussée »	Norme XP 01-010 puis NF P01-010	Projet de FDES	<ul style="list-style-type: none"> • Collecte de données de production auprès d'industriels sur les années 2001-2002 • Indicateurs couverts : énergie primaire totale, changement climatique et acidification atmosphérique
ACV de l'enrobé bitumineux à chaud moyen français et d'une chaussée en enrobés bitumineux	2012-2014	BIO Intelligence Service	Systèmes « Production d'enrobé » et « Cycle de vie d'une chaussée »	Norme NF P01-010	FDES relative au système « Chaussée »	<ul style="list-style-type: none"> • Collecte de données de production auprès d'industriels sur l'année 2011 • Utilisation d'Ecoinvent v2.2
Mise à jour de l'ACV de l'enrobé bitumineux à chaud moyen français et d'une chaussée en enrobés bitumineux	2015	BIO by Deloitte	Systèmes « Production d'enrobé » et « Cycle de vie d'une chaussée »	Norme NF EN 15804+A1 et son complément	<ul style="list-style-type: none"> • DEP sortie d'usine relative au système « Production d'enrobé » • FDES relative au système « Chaussée » 	<ul style="list-style-type: none"> • Reprise des données d'activité de l'étude précédente. • Utilisation d'Ecoinvent v3.1

-Tableau 2-
Évolutions entre les normes NFP 01-010 et NF EN 15804.

	NFP 01-010	NF EN 15804
Unité de référence	Unité fonctionnelle	• Unité fonctionnelle si "cradle to grave" (« du berceau à la tombe ») • Unité déclarée si "cradle to gate" (« du berceau à la sortie d'usine »)
Durée de vie	Estimation du déclarant fondée sur la valeur d'usage	Durée de vie de référence selon ISO 15686
Périmètre obligatoire	"Cradle to grave"	"Cradle to gate" (A1-3)"
Périmètre optionnel	Modules d'informations environnementales	"Cradle to grave" (obligatoire en B to C)
Règles de coupure	2 % en masse	5 % en masse ou énergie par module
Modélisation des matières secondaires	Méthode des stocks	Méthode des stocks + charge et bénéfice hors des frontières dans le module D
Conditions d'utilisation des données spécifiques/génériques	-	< 10 ans pour les données d'arrière-plan < 5 ans pour les données du fabricant (moyennées sur 1 an)
Exigences de qualité des données	-	Quelques éléments sont précisés + référence à CENT/TR 15941 ⁷
Affichage des résultats	Chaque étape du cycle de vie par annuité Total cycle de vie par annuité Total	Toutes les étapes Pas de total cycle de vie Pas de résultats par annuité
Déclaration de l'inventaire de cycle de vie	Par étapes du cycle de vie et par annuité	Pas d'obligation
Nombre d'indicateurs environnementaux	17 au total : • 7 indicateurs d'impact • 3 paramètres d'énergie • 1 paramètre pour l'utilisation des ressources (consommation d'eau douce) • 6 catégories de déchets	25 au total : • 9 indicateurs d'impact • 10 paramètres pour l'utilisation des ressources (énergie, matières et combustibles secondaires, consommation nette d'eau douce) • 3 catégories de déchets • 3 catégories de flux sortants
Vérification	Facultatif (mais tierce partie uniquement externe)	Obligatoire (tierce partie 2017)

• le système « Cycle de vie de la chaussée » : de l'extraction des matières premières à la fin de vie de la chaussée.

Les résultats de cette étude ont pour objectif de servir de base à la publication d'une déclaration environnementale produit (DEP) sortie d'usine et d'une FDES relatives à ces deux systèmes, élaborées conformément aux exigences de la norme NF EN 15804+A1 et son complément XP P01-064/CN. Comme pour la FDES parue en 2014, ces nouveaux documents :

- sont des fiches collectives, c'est-à-dire représentatives des produits fabriqués par les adhérents de Routes de France ;
- mettent à disposition des acteurs du bâtiment et des travaux publics (maîtres d'œuvre, entreprises...) des informations environnementales sur l'enrobé bitumineux.

La principale communication envisagée pour ces documents est de type professionnel vers professionnel (B to B) : maîtres d'ouvrage et architectes principalement. Par ailleurs, la FDES relative au système « Cycle de vie de la chaussée » sera publiée dans la base de données Inies (www.base-inies.fr).

Le rapport complet de l'étude rassemble l'ensemble des données, hypothèses et méthodes de calcul utilisées pour réaliser l'ACV sur laquelle reposent la DEP sortie d'usine et la FDES et présente les résultats obtenus. Il a notamment pour but d'étayer le processus de vérification par tierce partie : il est mis à la disposition du vérificateur ainsi que d'autres parties prenantes qui

pourraient en faire la demande dans le respect des exigences de confidentialité spécifiées dans l'ISO 14025.

PRODUITS ÉTUDIÉS

Les produits considérés sont les enrobés bitumineux (bétons bitumineux (BB) et graves-bitume (GB)) à chaud comportant 10 % d'enrobés recyclés. Les enrobés tièdes n'ont pas été pris en compte du fait de leur développement encore limité au moment de l'enquête auprès des centrales, en 2012.

CHAUSSÉE ÉTUDIÉE

Il s'agit d'une chaussée bitumineuse de type catalogue des structures TC4 PF3 30 ans⁸, soit :

- 6 cm de BB ;
- couche d'accrochage ;
- 9 cm de GB3 ;
- couche d'accrochage ;
- 9 cm de GB3 ;
- couche d'accrochage.

DURÉE DE VIE ET SCÉNARIO D'ENTRETIEN

Les couches de surface de telles chaussées font l'objet d'un entretien régulier. Les couches d'assise (couche de base + couche de fondation) restent en général en place. Elles sont utilisées comme support pour les couches de surface successives et ne sont que très rarement déconstruites.

Pour répondre aux exigences du chapitre 6.3.3 de la norme NF EN 15804+A1 (prise en compte de

l'ensemble des éléments permettant d'assurer la fonction de chaussée), le principe retenu pour la présente étude est de considérer une durée de vie de référence de 100 ans pour la chaussée, avec un entretien régulier des couches de surface par rechargement ou remplacement afin d'assurer les fonctions de la chaussée sur cette durée de vie de référence.

Le scénario d'entretien retenu, indiqué dans le **tableau 3**, est fondé sur le maintien des caractéristiques de surface et de la capacité mécanique. L'évaluation de l'entretien à réaliser pour cette dernière a été faite en appliquant la loi de Miner de cumul des endommagements.

FRONTIÈRES DU SYSTÈME

Les étapes du cycle de vie prises en compte sont : la production, le transport, la mise en œuvre, la vie en œuvre, la fin de vie.

PRODUCTION (A1-A3)

Extraction et traitement des matières premières utilisées pour la production des enrobés bitumineux de la chaussée (A1) :

- extraction et traitement des matières premières utilisées pour la production des différents types d'enrobés (A1) ;
- traitement des matériaux secondaires (concassage des AE recyclés) utilisés dans les enrobés bitumineux (A1).

Transport des matières premières jusqu'aux sites de production d'enrobés bitumineux (A2).

Production des différents types d'enrobés (A3) :

- consommations d'énergie ;
- consommations d'eau ;
- consommation de produits complémentaires (consommables) ;
- émissions dans l'air et dans l'eau ;
- transport et élimination des déchets, infrastructures ;
- production et acheminement de l'émulsion de bitume constituant les autres couches de la chaussée (couches d'accrochage).

TRANSPORT JUSQU'AU CHANTIER (A4)

Acheminement jusqu'au chantier des matériaux utilisés pour la structure initiale de la chaussée :

- émission de fumées de bitume lors du chargement des camions ;
- transport par camion.

MISE EN ŒUVRE (A5)

Mise en œuvre des matériaux utilisés pour la structure initiale de la chaussée :

- utilisation d'engins de chantier ;
- émission de fumées de bitume lors de la mise en œuvre.

-Tableau 3-
Séquences d'entretien d'une chaussée.

Âge	Entretien
13 ans	Ajout : 2,5 cm de BB + 1 couche d'accrochage
26 ans	Rabotage : 8,5 cm Ajout : 8 cm d'enrobés à module élevé (EME2) + 2,5 cm de BB + 2 couches d'accrochage
39 ans	Rabotage : 2,5 cm Ajout : 2,5 cm de BB + 1 couche d'accrochage
52 ans	Rabotage : 2,5 cm Ajout : 6 cm de BB + 1 couche d'accrochage
65 ans	Ajout : 2,5 cm de béton bitumineux BB + 1 couche d'accrochage
78 ans	Rabotage : 2,5 cm Ajout : 2,5 cm de BB + 1 couche d'accrochage
91 ans	Rabotage : 2,5 cm Ajout : 2,5 cm de BB + 1 couche d'accrochage
100 ans	Fin de vie

VIE EN ŒUVRE (B1-B7)

Phase d'entretien comprenant des étapes de maintenance de la couche de roulement (B2) :

- production, transport et mise en œuvre des matériaux utilisés ;
- utilisation d'engins de chantier pour le rabotage (enlèvement).

FIN DE VIE (C1-C4)

Chaussée laissée en place après la durée de vie considérée (100 ans) : production de déchets valorisés (les matériaux laissés en place peuvent servir de support pour une future chaussée) (C3).

BÉNÉFICES ET CHARGES AU-DELÀ DES FRONTIÈRES DU SYSTÈME (D)

Bénéfices associés à la valorisation des fraisats d'enrobés :

- concassage des fraisats d'enrobés pour réutilisation en tant qu'AE ;
- production évitée de constituants « vierges » constituant l'enrobé bitumineux.

Bénéfices associés à la valorisation des matériaux restant en place lors de la fin de vie : production, acheminement et mise en œuvre évitée des couches d'assise constituant la chaussée.

PRISE EN COMPTE DU RECYCLAGE

Conformément à la norme NF EN 15804+A1, aucun bénéfice ou impact environnemental relatif à la valorisation des enrobés restant en place et aux fraisats situés au-delà du statut de « fin de déchet » n'est pris en compte dans les frontières du système. Seule la valorisation matière est considérée. Les principaux flux de matériaux concernés pour la valorisation matière sont :

- les fraisats issus de l'entretien lors du rabotage de la vie en œuvre (module B2) ;
- les matériaux restant en place lors de la fin de vie de la chaussée (module C3).

–Tableau 4–

Sources des données de base relatives à la production de l'enrobé.

Types de données	Sources des données
Consommation de matières premières (composition représentative des enrobés bitumineux)	Estimation du comité de pilotage de Routes de France Enquête auprès de 8 usines d'enrobés pour la répartition entre les types de granulats
Acheminement des matières premières	Enquête auprès de 8 usines d'enrobés
Consommation d'eau	Enquête auprès de 8 usines d'enrobés
Consommation de consommables	Enquête auprès de 8 usines d'enrobés
Acheminement des consommables	Hypothèse BIO
Taux de répartition des centrales en fonction du type de combustible utilisé au niveau du brûleur-sécheur Consommation d'énergie au brûleur-sécheur	Données consolidées au niveau de l'ensemble des usines de 3 grandes entreprises françaises de l'industrie routière (Colas, Eiffage et Eurovia), qui produisent environ 29 millions de tonnes d'enrobés par an sur les 35 millions de tonnes produites par an en France, soit environ 82 % de la production française (données 2016)
Autres consommations d'énergie	Enquête auprès de 8 usines d'enrobés
Émissions dans l'air	Base de données Routes de France relative aux émissions des centrales Enquête auprès de 8 usines d'enrobés Base de données Ecoinvent v3.1
Émissions dans l'eau	Enquête auprès de 8 usines d'enrobés
Production de déchets	Enquête auprès de 8 usines d'enrobés
Infrastructures	Outil SEVE (éco-comparateur développé par Routes de France) Anciennes études ACV de Routes de France sur les chaussées en enrobés bitumineux ⁹⁻¹⁰

–Tableau 5–

Répartition des 8 usines d'enrobés sélectionnées en fonction des différents paramètres.

Paramètre	Détail	Nombre d'usines
Combustible utilisé au brûleur	Fioul lourd (FOL)	3
	Gaz naturel (GN)	4
	Gaz de pétrole liquéfié (GPL)	1
Type de fonctionnement	Continu	3
	Discontinu	5
Production annuelle	< 80 000 t/an	3
	Entre 80 000 et 150 000 t/an	3
	> 150 000 t/an	2

Ces deux types de valorisation sont pris en compte en tant que bénéfiques et charges au-delà des frontières du système (D), en considérant :

- que les couches de base et de fondation restant en place à la fin de vie de la chaussée se substituent aux couches d'assise « vierges » de la chaussée (couches de base, d'accrochage, de fondation et d'accrochage) ;
- que les fraisés d'enrobé générés lors du rabotage se substituent aux matériaux « vierges » contenus dans l'enrobé bitumineux, c'est-à-dire du bitume et des granulats.

–Tableau 6–

Sources des données de base relatives au cycle de vie des chaussées.

Type de données	Source des données
Durée de vie des chaussées	Estimation du comité de pilotage de Routes de France
Structure initiale et entretien des chaussées sur leur durée de vie	Calcul effectué par le comité de pilotage de Routes de France selon la méthode française de dimensionnement ¹¹
Distance de transport entre les usines d'enrobés et les chantiers	Estimation du comité de pilotage de Routes de France
Émissions de fumées de bitume lors du transport et de la mise en œuvre	Calcul effectué par BIO à partir des données de la base Cimarout
Utilisation d'engins pour la mise en œuvre (y compris infrastructure des engins)	Outil SEVE (éco-comparateur développé par Routes de France)
Fin de vie des chaussées	Hypothèse du comité de pilotage de Routes de France

–Tableau 7–

Sources de données environnementales relatives au cycle de vie des chaussées.

Type de données	Source des données
Inventaire de production de bitume	Eurobitume : <i>Life Cycle Inventory of Bitumen Production</i> (2011)
Inventaire de production de granulats	Union nationale des producteurs de granulats (UNPG) : Module d'informations environnementales - Granulats issus de roches massives/meubles (2011)
Autres inventaires de cycle de vie (matériaux, énergie, transport...)	Base de données Ecoinvent v3.1

SOURCES DES DONNÉES

Les sources des données sont indiquées dans les **tableaux 4 à 7**.

Une enquête auprès de 8 usines d'enrobés a été réalisée en 2012 pour l'ACV de 2014. Il n'a pas été jugé nécessaire de l'actualiser, les procédés et matériels de fabrication ayant peu évolué de 2012 à 2014.

Les 8 centrales ayant participé à l'enquête sont réparties sur toute la France et ont une production annuelle d'environ 1 million de tonnes d'enrobés, soit environ 3 % de la production française.

Leur répartition en fonction des paramètres est présentée dans le **tableau 5**. Les données ont été collectées au moyen d'un questionnaire envoyé au responsable d'exploitation de chacune des usines. Elles ont ensuite été pondérées par les productions respectives des différentes usines afin de déterminer les données retenues pour l'étude.

La **figure 2** présente l'ensemble des flux entrants et sortants du cycle de vie du système « Production d'enrobé ».

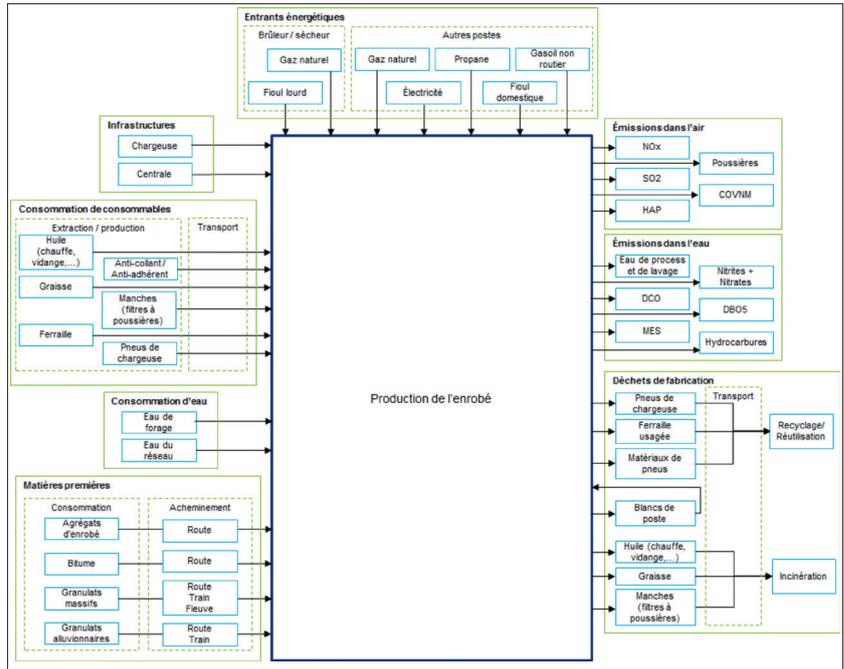
Base de données Routes de France

La base de données Routes de France regroupe des données d'émissions atmosphériques au niveau du brûleur pour environ 150 usines parmi les 483 usines d'enrobés présentes en France métropolitaine. Ces données correspondent à des mesures effectuées dans le cadre de rapports réglementaires ou de campagnes volontaires. Pour cette étude, seuls les jeux de données collectés après 2009 et présentant l'ensemble des informations nécessaires à leur prise en compte ont été utilisés. Ces jeux de données ont ensuite été complétés avec les données d'émissions issues de l'enquête réalisée auprès de 8 usines. Ainsi, au total, les émissions dans l'air issues de 73 usines ont été utilisées. On peut estimer que ces 73 usines couvrent environ 15 % de la production française.

Base Cimarout

La base Cimarout, créée en 2011, est constituée :
 • d'une base documentaire rassemblant les études toxicologiques et épidémiologiques ayant fait l'objet d'une publication dans des revues scientifiques internationales ;
 • d'une base de données rassemblant plus d'une centaine d'études d'évaluation de l'exposition des salariés effectuées sur chantier avec l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles), les laboratoires Interrégionaux de chimie des Carsat (caisses d'assurance retraite et de santé au travail), la médecine du travail et les entreprises.

-Figure 2-
Synoptique des flux entrants et sortants du système « Production d'enrobé ».



-Tableau 8-
Résultats sur tous les indicateurs inclus dans la norme NF EN 15804+A1 de la production d'une tonne de BB.

Indicateur	Unité	Amont					Centrale			Total
		A1 - BB - Consommation de matières premières	A2 - BB - Acheminement des matières premières	A3 - Consommation d'eau	A3 - Consommation de consommables	A3 - Consommation d'énergie et émissions dans l'air	A3 - Émissions dans l'eau	A3 - Production de déchets	A3 - Infrastructures	
Réchauffement climatique	kg CO ₂ eq	1,46E+01	7,54E+00	8,81E-04	4,07E-02	2,31E+01	9,19E-04	1,39E-02	4,38E-01	4,57E+01
Appauvrissement de la couche d'ozone	kg CFC-11 eq	1,02E-06	1,52E-06	9,96E-11	8,82E-09	4,09E-06	9,58E-11	6,87E-11	3,08E-08	6,62E-06
Acidification des sols et de l'eau	kg SO ₂ eq	1,29E-01	3,39E-02	4,44E-06	2,36E-04	5,99E-02	8,37E-06	2,32E-06	3,94E-03	2,24E-01
Eutrophication	kg PO ₄ -P eq	1,78E-02	5,36E-03	4,64E-07	6,72E-05	5,98E-03	4,78E-05	6,68E-07	7,36E-04	2,99E-02
Formation d'ozone photochimique	kg C ₂ H ₄ eq	7,78E-03	1,47E-03	2,96E-07	1,41E-05	5,44E-03	3,48E-07	8,87E-08	2,51E-04	1,59E-02
Enlèvement ressources (éléments)	kg Sb eq	1,46E-05	2,37E-05	2,48E-09	4,05E-07	3,29E-06	5,34E-09	1,18E-09	2,26E-05	5,86E-05
Enlèvement ressources (fossiles)	MJ	2,22E+03	1,12E+02	1,33E-02	9,69E-01	3,71E+02	9,52E-03	5,64E-03	6,15E+00	2,71E+03
Pollution de l'eau	m ³	9,52E+00	2,71E+00	3,02E-04	9,92E-02	5,61E+00	3,87E-02	3,98E-04	2,03E-01	1,83E+01
Pollution de l'air	m ³	2,82E+03	1,14E+03	1,48E-01	9,39E+00	1,29E+03	2,17E-01	6,53E-02	1,56E+02	1,39E+03
Énergie procédée renouvelable	MJ	2,49E+00	3,57E+00	1,19E-03	1,05E-01	4,27E+00	1,31E-03	1,31E-04	5,38E-01	1,19E+01
Énergie primaire totale renouvelable	MJ	2,49E+00	3,57E+00	1,19E-03	1,05E-01	4,27E+00	1,31E-03	1,31E-04	5,38E-01	1,19E+01
Énergie procédée non renouvelable	MJ	3,21E+02	1,48E+02	1,75E-02	1,06E+00	4,19E+02	1,39E-02	5,71E-03	6,97E+00	8,96E+02
Énergie matière non renouvelable	MJ	1,93E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,93E+03
Énergie primaire totale non renouvelable	MJ	2,25E+03	1,48E+02	1,75E-02	1,06E+00	4,19E+02	1,39E-02	5,71E-03	6,97E+00	2,83E+03
Utilisation de matière secondaire	MJ	9,59E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,33E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,00E-02	9,59E+01
Énergie secondaire renouvelable	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Énergie secondaire non renouvelable	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Utilisation nette d'eau douce	m ³	1,21E-01	3,94E-02	2,34E-03	8,92E-04	4,09E-02	-2,07E-03	9,78E-06	9,72E-03	2,13E-01
Déchets dangereux éliminés	kg	3,68E-01	1,16E-01	9,02E-05	4,88E-03	1,00E-01	1,61E-04	1,28E-04	5,32E-02	6,43E-01
Déchets non dangereux éliminés	kg	2,09E+00	6,75E+00	4,60E-04	1,19E-02	1,01E+00	1,45E-03	2,91E-04	4,24E-01	9,29E+00
Déchets radioactifs éliminés	kg	7,70E-04	1,20E-03	7,85E-08	5,25E-06	1,92E-03	8,53E-08	2,88E-08	2,91E-06	1,93E-03
Composants pour réutilisation	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matériaux pour recyclage	kg	1,50E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,98E-02	1,62E-01	2,02E-01
Matériaux pour récupération d'énergie	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Énergie fournie ext. Électricité	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Énergie fournie ext. Vapeur	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Énergie fournie ext. Gaz	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

-Tableau 9-
Utilisation des ressources pour 1 m² de chaussée en enrobés bitumineux à chaud.

Étape de fabrication	Étape de mise en œuvre	Étape de vie en œuvre																			
		A1 Transport	A2 Installation	Total mise en œuvre	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Distribution de l'énergie	B6 Allocations de l'énergie	B7 Allocations de l'eau	Total fin de vie	C1 Déconstruction/ Démontage	C2 Transport	C3 Traitement des déchets	C4 Décharge	Total fin de vie	Total cycle de vie de BB	D Bilan de CO ₂ et de GES (hors de l'impact des transports de matières premières)		
Utilisation des ressources	Total A1-A3 Production																				
Utilisation de l'énergie primaire renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées comme matières premières	MJUF	1,50E+00	1,36E-01	3,83E-02	1,72E-01	0,00E+00	0,00E+00	9,51E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,51E+00	0,00E+00	1,05E-01	0,00E+00	5,57E-01	6,61E-01	1,19E+01	0,00E+00
Utilisation des ressources d'énergie primaire renouvelables en tant que matières premières	MJUF	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables (énergie primaire et ressources d'énergie primaire utilisées comme matières premières)	MJUF	1,50E+00	1,36E-01	3,83E-02	1,72E-01	0,00E+00	0,00E+00	9,51E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,51E+00	0,00E+00	1,05E-01	0,00E+00	5,57E-01	6,61E-01	1,19E+01	0,00E+00
Utilisation de l'énergie primaire non renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées comme matières premières	MJUF	1,29E+02	1,11E+01	5,04E+00	1,61E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,52E+00	0,00E+00	2,10E+01	3,04E+01	1,76E+02	0,00E+00
Utilisation des ressources d'énergie primaire non renouvelables en tant que matières premières	MJUF	2,84E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,41E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,41E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,76E+03	0,00E+00
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (énergie primaire et ressources d'énergie primaire utilisées comme matières premières)	MJUF	4,13E+02	1,11E+01	5,04E+00	1,61E+01	0,00E+00	0,00E+00	2,21E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,21E+03	0,00E+00	8,52E+00	0,00E+00	2,10E+01	3,04E+01	2,87E+03	0,00E+00	
Utilisation de matière secondaire	kgUF	1,34E+01	0,00E+00	8,22E-03	6,23E-03	0,00E+00	0,00E+00	6,49E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,49E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,00E+00	7,83E+01
Utilisation de combustibles secondaires renouvelables	kgUF	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Utilisation de combustibles secondaires non renouvelables	kgUF	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Utilisation nette d'eau douce	m ³ UF	3,06E-02	2,23E-03	1,10E-03	2,46E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,89E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,89E-01	0,00E+00	1,75E-03	0,00E+00	2,37E-02	2,54E-02	2,56E-01	0,00E+00

RÉSULTATS

Les indicateurs étudiés sont ceux de la norme NF EN 15804+A1 et de son complément XP P01-064/CN. L'ACV fournit de nombreux résultats, parmi lesquels les plus significatifs sont présentés dans les tableaux 8 à 10.

La figure 3 donne la répartition des impacts environnementaux des phases de vie de la chaussée pour 1 m² de chaussée en enrobés bitumineux à chaud.

DOCUMENTS ÉTABLIS ET MIS À DISPOSITION

L'étude a permis l'élaboration de trois documents :

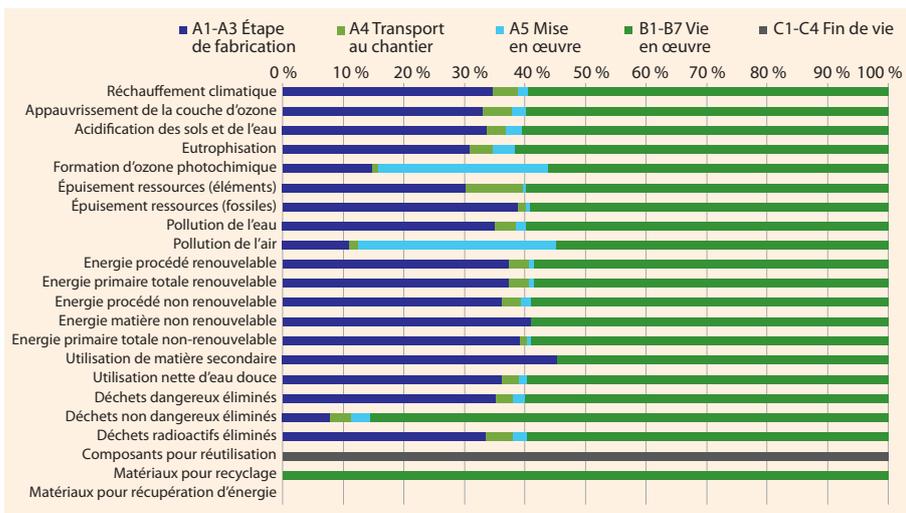
- Rapport de projet FDES - Analyse de cycle de vie de l'enrobé bitumineux à chaud représentatif français et d'une chaussée en enrobé bitumineux.
- Fiche de déclaration environnementale et sanitaire Chaussée en enrobé bitumineux à chaud représentative du marché français.

- Déclaration environnementale produit du bécou à la sortie d'usine Production d'enrobé bitumineux à chaud représentatif du marché français.

-Tableau 10-
Impacts environnementaux pour 1 m² de chaussée en enrobés bitumineux à chaud.

Impacts environnementaux	Étape de fabrication		Étape de mise en œuvre		Étape de vie en œuvre										Étape de fin de vie		Total cycle de vie de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières	
	Total A1-A3 Procédés	A1 Transport	A2 Installation	Total mise en œuvre	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total fin de vie en œuvre	C1 Déconstruction/démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets	C4 Échouage			Total fin de vie
Réchauffement climatique kg CO ₂ eq/UF	6,63E+00	7,14E-01	3,13E-01	1,03E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,29E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,29E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,04E+01	-3,74E+00
Appauvrissement de la couche d'ozone kg CFC 11 eq/UF	9,40E-07	1,31E-07	6,19E-08	1,93E-07	0,00E+00	0,00E+00	6,65E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,65E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,79E-06	-1,60E-07
Acidification des sols et de l'eau kg SO ₂ eq/UF	3,21E-02	2,80E-03	2,29E-03	5,19E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,19E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,19E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,56E-01	-3,47E-02
Eutrophication kg (PO ₄) ³⁻ eq/UF	4,27E-03	4,93E-04	4,75E-04	9,68E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,27E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,27E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,79E-02	-4,43E-03
Formation d'ozone photochimique kg Ethene eq/UF	2,14E-03	1,24E-04	3,87E-03	3,99E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,11E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,11E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,72E-02	-2,35E-03
Épuisement des ressources abiotiques (éléments) kg Sb eq/UF	7,88E-06	2,32E-06	1,27E-07	2,45E-06	0,00E+00	0,00E+00	5,96E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,96E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,98E-05	-4,42E-06
Épuisement des ressources abiotiques (fossiles) MJ/UF	3,96E+02	1,09E+01	4,96E+00	1,58E+01	0,00E+00	0,00E+00	2,13E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,13E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,54E+03	-8,85E+02
Pollution de l'eau m ³ UF	2,63E+00	2,52E-01	1,21E-01	3,73E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,69E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,69E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,99E+01	-2,77E+00
Pollution de l'air m ³ UF	7,23E+02	1,04E+02	2,19E+03	2,30E+03	0,00E+00	0,00E+00	1,47E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,47E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,78E+04	-7,98E+02

-Figure 3-
Répartition des impacts environnementaux de la mise à disposition d'une chaussée en enrobés bitumineux à chaud pendant 100 ans.



La FDES et la DEP sont disponibles en versions française et anglaise en ligne sur le site de Routes de France. Les trois documents sont disponibles sur la base de données INIES.

Cet ensemble a fait l'objet d'une revue critique réalisée par le CSTB.

La DEP fournit des informations génériques représentatives directement utilisables pour des études.

CONCLUSION

Cette étude permet à Routes de France de proposer des résultats actualisés sur les chaussées en enrobés bitumineux. Les entreprises disposent ainsi d'informations objectives et fiables pour communiquer sur la performance environnementale globale de projets de construction faisant intervenir des enrobés à chaud.

Ces nouveaux résultats doivent être considérés comme l'information environnementale la plus représentative à propos des enrobés bitumineux et des chaussées en enrobés bitumineux utilisés sur le marché français.

Plusieurs améliorations notables ont été apportées par cette étude :

- la mise à jour des données environnementales utilisées, en passant de la base de données Ecoinvent v2.2 à Ecoinvent v3.1 ;

- la mise en conformité avec les nouvelles normes NF EN 15804+A1 et XP P01-064/CN en vigueur pour l'élaboration de FDES pour le marché français ;
- la prise en compte des bénéfices environnementaux dus aux efforts de la profession quant à la valorisation des fraisats d'enrobés et des couches d'assise restant en place lors de la fin de vie ;
- une nouvelle vérification par un panel de revue critique, qui a consolidé la robustesse et la fiabilité du modèle ainsi que des hypothèses émises dans le cadre de l'étude.

Par ailleurs, l'exploitation des résultats de l'étude peut améliorer la performance environnementale des activités traitées dans le cadre d'une démarche d'écoconception :

- amélioration des procédés de fabrication et de mise en œuvre des enrobés, notamment en termes de consommation d'énergie associée aux fortes températures appliquées ;
- poursuite des efforts de valorisation des déchets dans les techniques routières, d'autant que l'étude a démontré la pertinence environnementale des pratiques actuelles ;
- étude de la possibilité de réduction des émissions de fumée de bitume lors du transport et de la mise en œuvre, ces émissions ayant un impact significatif sur plusieurs indicateurs de pollution de l'air.

Il est à noter qu'avec la publication de la FDES, les entreprises routières membres de Routes de France peuvent désormais déclarer ces données afin d'apporter à leurs partenaires une information sur la performance environnementale de leurs produits. ■

RÉFÉRENCES

1. XP P01-010 « Qualité environnementale des produits de construction - Information sur les caractéristiques environnementales des produits de construction », avril 2001.
2. NF P01-010 « Qualité environnementale des produits de construction - Déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction », décembre 2004.
3. NF EN 15804+A1 « Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction », avril 2014.
4. XP P01-064/CN « Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction - Complément national à la NF EN 15804+A1 », avril 2014.
5. Décret n° 2013-1264 du 23 décembre 2013 relatif à la déclaration environnementale de certains produits de construction destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment.
6. Arrêté du 23 décembre 2013 relatif à la déclaration environnementale des produits de construction et de décoration destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment.
7. CEN/TR 15941 « Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales des produits - Méthodologie pour la sélection et l'utilisation des données génériques », août 2010.
8. Setra, *Catalogue des structures types de chaussées neuves*, octobre 1998.
9. A. Julien, A. Ventura, « L'analyse du cycle de vie (ACV) appliquée aux routes : apports et limitations », RGRA n° 857, avril-mai 2007.
10. J. Bilal, V. Grossshenny, H. Lecouls, C. Le Noan, J. Marcilloux, J.-F. Quero, F. Verhée, « Caractéristiques environnementales des matériaux routiers », RGRA n° 865, mars 2008.
11. NF P98-086 « Dimensionnement structurel des chaussées routières - Application aux chaussées neuves », octobre 2011.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier François Verhée, anciennement chargé de mission à l'Usirf, pour sa contribution à la rédaction de cet article.

OPTIMISATION DES RESSOURCES DANS L'ORGANISATION DE L'ESPACE PUBLIC

Depuis plusieurs années, les collectivités territoriales font face à de nouveaux enjeux économiques et environnementaux qui les obligent à poursuivre la conduite de leurs politiques publiques avec moins de ressources financières, humaines, naturelles, énergétiques... Pour les accompagner, le Cerema conduit actuellement une étude visant à les orienter vers des solutions à moindre coût, souvent innovantes, dans l'aménagement et la gestion de leurs espaces publics.

L'espace public, en tant qu'actif durable et patrimonial d'une commune, nécessite, tout au long de sa durée de vie, l'emploi de ressources financières et environnementales, soit pour être aménagé (phase de pré-utilisation), soit pour être conservé dans un bon état d'utilisation (phase d'usage). Or, le contexte budgétaire, concomitant à d'autres enjeux (patrimoine en augmentation constante¹, évolution de la réglementation en faveur des questions environnementales et de mobilité...), incite les collectivités territoriales à mieux employer ces ressources dans la conduite de leurs politiques publiques.

Concernant l'aménagement et la gestion de leur patrimoine, voiries comme espaces verts (les dépenses de voirie représentent en moyenne 9 % des dépenses du bloc communal)², les collectivités se voient aujourd'hui contraintes de s'orienter vers des solutions économes sur le plan des ressources financières et naturelles, donnant lieu parfois au développement de solutions innovantes.

Néanmoins, certaines d'entre elles peuvent éprouver des difficultés à effectuer ce virage et le risque de ne rien faire ou de faire au détriment de la qualité est à considérer.

ÉTUDE DU CEREMA EN COURS

Par les relations privilégiées qu'il entretient avec les communes ou leur groupement, le Cerema a eu l'opportunité d'échanger avec certaines d'entre elles sur cette problématique au cours de la journée d'écoute des collectivités organisée fin 2017 par la Direction technique territoires et ville du Cerema. Certains élus et services techniques de ces communes se trouvent démunis dans la recherche de solutions économes adaptées à leur contexte ; d'autres doutent de l'efficacité de ces solutions. L'attente d'un appui méthodologique dans ce domaine est en outre très forte.

Afin de répondre au mieux aux attentes des collectivités, le Cerema conduit actuellement une étude sur ce sujet en visant :

- à court terme, la diffusion de bonnes pratiques en la matière ;
- à moyen terme, l'élaboration d'un outil dont la finalité sera d'orienter les bénéficiaires vers un espace public économe.



Un parking économique en mélange terre-pierre.

À ce titre, plusieurs fiches décrivant des solutions d'aménagement et/ou de gestion à moindre coût facilement reproductibles et ayant fait leurs preuves dans les territoires seront prochainement accessibles sur le site internet du Cerema.

Le Cerema a commencé à capitaliser et à évaluer plusieurs leviers d'optimisation des coûts mis en œuvre dans les communes ou leur groupement dans le cadre de la gestion et de l'aménagement de leurs espaces publics. Des typologies de solutions commencent à se dessiner mais des retours d'expériences supplémentaires demeurent, malgré tout, indispensables.

Le champ d'investigation est vaste puisque l'étude ambitionne d'évaluer des solutions économes sur l'espace public à des moments clés de sa durée de vie : aménagement, gestion, voire déconstruction (fin de vie).

INVESTIR DE FAÇON ÉCONOME

Afin d'investir de façon économe, il est impératif de diagnostiquer le patrimoine existant pour éviter, notamment :

- de systématiser les entretiens sur l'ensemble des voies publiques et espaces verts ;
- de réaliser de nouveaux aménagements générateurs de coûts d'investissement et induisant des coûts de fonctionnement et de conservation (exploitation, entretien, maintenance...) tout au long de leur durée de vie.

AUTEUR

Nicolas Furmanek
Aménagement de la voirie urbaine et
Adaptation au changement climatique
Cerema

-Photo 1-

La transformation en parking-relais optimise les usages et représente une solution efficace pour délester le centre-ville de la commune.



© CEFREMA, VILLE D'ARCACHON

-Photo 2-

La rue des Bœufs, à Strasbourg.



© CEFREMA

-Photo 3-

Conserver et valoriser les traces du passé : un bon moyen d'optimiser les coûts de l'aménagement.



© CEFREMA

ANALYSER L'EXISTANT

Pour répondre à de nouveaux usages ou à leurs évolutions, l'orientation systématique vers des aménagements neufs, lourds, consommateurs d'espace et générateurs de coûts différés, ne constitue généralement pas l'unique solution.

Ainsi, l'analyse de l'existant peut mettre en évidence des espaces à valoriser (délaissés dénués de fonction et posant des problèmes de gestion) ou à optimiser plutôt que la construction d'un nouvel aménagement. En entamant l'évaluation de premières solutions d'optimisation des usages, les bilans s'avèrent généralement bénéfiques, tant sur le plan économique que sur le plan environnemental, et ne s'arrêtent pas à la seule phase de réalisation : ils tentent aussi d'intégrer les coûts de gestion ultérieurs, dans une démarche d'analyse en coût global. L'une de ces évaluations porte, par exemple, sur la modulation d'un parking sous-utilisé pour répondre à des usages multiples au cours de l'année (cars scolaires durant la période scolaire contre véhicules particuliers durant la saison estivale) (photo 1).

Même si cet aménagement temporaire génère annuellement des coûts de gestion (montage/démontage du dispositif), il représente une belle illustration d'aménagement efficient et économe. Les collectivités ne sont pas tenues de déployer des solutions innovantes pour optimiser les usages à moindre coût. Quelques marquages au sol et une bonne connaissance des usages suffisent le plus souvent, à l'instar de la rue des Bœufs, à Strasbourg. Sur cette rue du centre-ville initialement à deux sens de circulation, une voie a été transformée en piste bidirectionnelle cyclable. Le profil de la chaussée a été préservé. Seuls de petits marquages au sol et quelques plots matérialisent cet espace réservé aux cyclistes (photo 2). Un aménagement simple et peu cher en faveur d'une part croissante de déplacements en vélos, puisque 2,05 millions de passages ont été recensés en 2017.

VALORISER L'EXISTANT

Le réemploi in situ de l'existant est également un moyen de réduire les coûts d'un aménagement, tout en minimisant l'empreinte environnementale liée au chantier. C'est le cas, par exemple, de la transformation d'un parking en parc urbain dans le cadre de la mutation du quartier manufacture Plaine-Achille, à Saint-Étienne (42) (photo 3).

Le parti pris de l'aménagement est de valoriser au maximum l'existant (arbres, sols...) et de le compléter par des aménagements sobres et rustiques afin de créer de nouveaux usages. En conservant et en remettant en état les éléments emblématiques du site, par exemple, les coûts liés à la déconstruction ont été réduits au minimum : le prix moyen des aménagements est évalué à 50 € HT/m², tandis que l'aménagement classique d'un parc peut atteindre 250 € HT/m².

Les sols y ont été amendés, pour être transformés, sans perturber le relief du site et les arbres, actifs durables, ont été conservés : le projet s'est appuyé sur les sols en place et les a transformés pour les adapter à de nouveaux usages et s'est adapté pour préserver les nombreux arbres sains présents du site. Les éléments fonctionnels ont été réutilisés (remis en état, déplacés ou détournés de leur usage premier) et les éléments présents (luminaires, fontaines à eau, bordures en granit...) ont été recyclés.

ANALYSER LE COÛT GLOBAL

Usuellement pratiquée dans le domaine du bâtiment, l'analyse en coût global a tendance à se déployer dans les collectivités, qui éprouvent de plus en plus le besoin de bien estimer les coûts de gestion ultérieurs induits par un aménagement.

Un aménagement réputé économique peut en effet finalement s'avérer coûteux à l'usage (figure 1). En analysant le coût global d'un aménagement, la commune se rend souvent compte de l'importance des coûts différés qui peuvent grever son budget. Il est donc important, dès le stade des études, de ne pas uniquement considérer le coût de réalisation, mais d'optimiser le coût global par une estimation fine de tous les coûts induits par l'aménagement.

Éléments dimensionnant les coûts d'un projet, les matériaux les moins chers à la mise en œuvre ne s'avèrent pas nécessairement les plus économiques sur leur durée de vie. Il est donc essentiel de bien définir les usages en amont pour éviter des traitements ultérieurs chronophages et coûteux. Sur la base de critères économiques et environnementaux, plusieurs revêtements urbains seront évalués ainsi sur leur durée de vie.

En matière d'éclairage public, l'étude se penche actuellement sur l'analyse des dimensions économiques et environnementales d'un panel de solutions en lien, ou non, avec les revêtements : l'interaction éclairage-matériau peut donner lieu à des économies d'énergie substantielles pour une collectivité soucieuse de son budget de fonctionnement. Par exemple, l'utilisation d'un béton clair constitue un moyen de réduire d'environ 30 % le nombre et la puissance des sources lumineuses tout en conservant une visibilité optimale. Notons à cette occasion le projet Lumiroute³ qui optimise la luminance provenant d'un revêtement routier⁴.

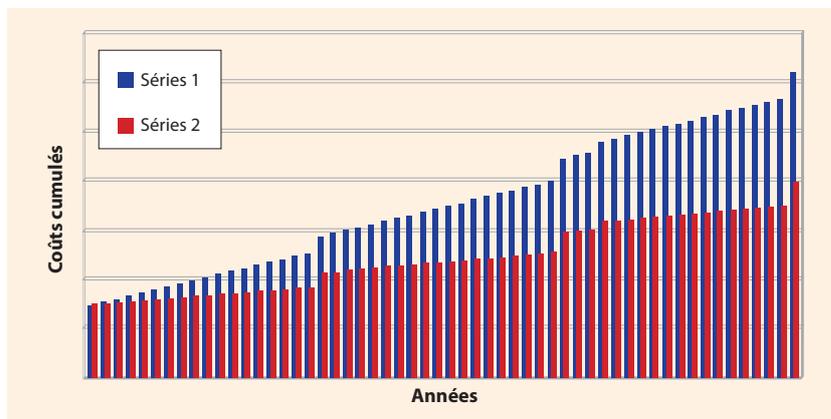
OPTIMISER LES COÛTS DE GESTION

Pour maintenir et conserver l'état de leur patrimoine dans un contexte de contraintes budgétaires, certaines collectivités déploient des solutions ou stratégies innovantes pour faire face à la réduction de leurs moyens.

Les besoins de plusieurs collectivités ont été ciblés dans la gestion de leur patrimoine, qui appellent les problématiques suivantes :

–Figure 1–

Coût global de l'aménagement d'une voirie urbaine. Cas fictif d'une voie de distribution classique.



© CEREMA

–Photo 4–

Avec peu de moyens et assez rapidement, il est possible d'apporter à une rue très minérale une certaine qualité esthétique et visuelle en libérant l'espace de ses voitures.



© CEREMA

- Comment limiter les coûts de gestion d'un espace public avec moins de ressources ?
- Comment répondre à des nouvelles exigences sociales ou de nouvelles orientations de politiques publiques à moindre coût (amélioration du cadre de vie, évolution des mobilités...) ?

PERSPECTIVES

Dans l'aménagement et la gestion des espaces publics, de nombreuses solutions sont déjà mises en œuvre, qu'elles soient innovantes ou non, d'ordre technique ou organisationnel (photo 4).

Sans viser l'exhaustivité et en vue de nourrir la méthodologie que le Cerema souhaite développer, la connaissance d'autres solutions d'aménagement et de gestion économes ayant fait leurs preuves est indispensable. À cette fin, le Cerema lancera sur son site internet, dans le courant du mois de septembre 2018, un questionnaire à destination des bureaux d'étude et des collectivités, décideurs comme services techniques. ■

RÉFÉRENCES

1. Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, rapport Datalab « Chiffres clés du transport », février 2017.
2. Ministère de l'Action et des Comptes publics, « Revue des dépenses », 2017.
3. Patrick Tardieux, Florian Greffier, Alexandre Taron, « Projet Lumiroute – Évaluation du système EQflux », RGRA n° 950, novembre-décembre 2017.
4. <https://www.cerema.fr/fr/innovation-recherche/innovations/lumiroute-optimisation-luminance-provenant-revetement>

TECHNIQUES ROUTIÈRES ATTÉNUANT LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

MISE EN ŒUVRE DE TRACC-FRANCE

Les techniques routières classiques impliquent de faire appel à des matériaux extérieurs aux sites considérés, à les intégrer dans des mélanges hydrocarbonés portés à haute température, à les transporter et à les mettre en œuvre à l'aide d'engins parfois spécifiques. Dans le contexte du changement climatique global et de la nécessaire économie de matériaux (préservation des ressources), le projet Tracc (Techniques routières atténuant le changement climatique) est né du besoin d'envisager des techniques routières innovantes au titre du développement durable¹⁻².



© CD 31

Les besoins à l'origine du projet Tracc sont les suivants :

- diminuer l'empreinte énergétique et environnementale des travaux routiers ;
- fournir aux maîtres d'ouvrage des éléments d'aide à la décision ;
- mesurer l'impact économique et social du recours à ces techniques plus respectueuses de l'environnement ;
- effectuer des bilans techniques ;
- mener des études de faisabilité et des chantiers expérimentaux au bénéfice des partenaires et de la communauté routière.

Ce projet, d'une durée de 3 ans, a abouti, fin 2012, à la genèse d'un outil informatique d'aide à la décision destiné à l'ensemble des acteurs de la profession (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, laboratoires et entreprises) s'appuyant sur une base de données exceptionnelle, dont l'objectif est la prise en compte de l'environnement le plus en amont possible au cours de la programmation des travaux routiers.

CONSTITUTION D'UNE BASE DE DONNÉES UNIQUE

Pour chaque technique utilisée en aménagement et en entretien préventif ou curatif, un inventaire des chantiers a été conduit (dont certains datant de presque 20 ans). Puis, des investigations plus poussées (relevés visuels, prélèvements, essais de laboratoire...) y ont été menées pour établir une évaluation quantitative des produits au regard de leur capacité à résoudre les dégradations observées sur les infrastructures routières (fissuration, ressuage, déformation transversale et longitudinale...).

ÉVALUATION TECHNIQUE DES PRODUITS IN SITU ET EN LABORATOIRE

L'analyse des études préliminaires de ces chantiers a consolidé une cotation indiquant la capacité des produits à être mis en œuvre sur un support connu et caractérisé par des dégradations.

AUTEURS

Pascal Rossigny
Chef du Centre de la sécurité, de l'environnement et du patrimoine
Direction technique Infrastructures de transport et matériaux
Cerema

Nicolas Pezas
Directeur des Infrastructures
Département de la Gironde

Arnaud Mazars
Ingénieur Innovation routière
Cerema

Laurent Lascroux
Technicien Infrastructures
Direction Infrastructures, Travaux, Énergies
Toulouse Métropole

L'expérience des acteurs du projet (maître d'ouvrage, laboratoire d'expertise, entreprises) et l'étude des référentiels encadrant l'emploi des produits ont facilité la formalisation du domaine d'emploi, des conditions de mise en œuvre (climat, trafic, géométrie) et de la capacité à être utilisé dans un contexte urbain ou rural, chacun présentant des contraintes spécifiques.

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES TECHNIQUES ROUTIÈRES

Les conséquences environnementales de l'utilisation de chaque technique ont été quantifiées par des éco-comparaisons établies à l'aide des outils SEVE (Système d'évaluation des variantes environnementales)³⁻⁴ et Écorce (Éco-comparateur route construction entretien)⁵⁻⁶.

À partir d'hypothèses fixes pour tous les produits, ont pu être évaluées :

- la préservation de la ressource (utilisation de granulats neufs, réemploi d'agrégats d'enrobés...);
- la consommation énergétique sur les phases de fabrication des constituants et du produit fini, de transport et de mise en œuvre (figure 1);
- l'émission de gaz à effet de serre (GES).

Grâce à ces analyses, une échelle relative de cotation a été établie pour l'ensemble des produits présents dans la base de données.

ÉVALUATION SOCIALE INTÉGRÉE

Les conséquences sociales, tant sur les usagers et riverains que sur les agents de fabrication ou d'application, ont été évaluées par des enquêtes réalisées auprès des entreprises (pour les conditions de travail) et des gestionnaires (vis-à-vis des gênes à l'utilisateur et aux riverains). Leur perception a ensuite été quantifiée pour chacun des produits.

ÉVALUATION ÉCONOMIQUE SELON UNE APPROCHE GLOBALE

La prise en compte de l'aspect économique dans le projet ne s'est pas limitée au seul coût direct, donné à titre indicatif. Une approche plus globale a été menée en tenant compte :

- de la durabilité du matériau;
- de la capacité du matériau à être recyclé, et donc à engendrer des économies sur le long terme;
- des coûts indirects, en visant la limitation de la circulation des poids lourds nécessaires à la réalisation du chantier (en évitant d'endommager les infrastructures connexes);
- des coûts d'exploitation, notamment à travers la viabilité hivernale.

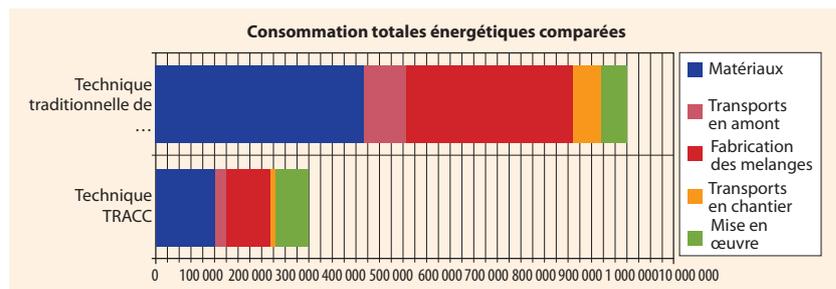
La base de données est ainsi constituée de près de 90 techniques routières évaluées sur les 43 critères regroupés selon les 3 piliers du développement durable et le volet technique.

Les cotations d'un produit sont regroupées sur une fiche de synthèse, sur laquelle sont également

reportés les référentiels techniques correspondants et des commentaires dans le but d'étayer et/ou justifier les notes appliquées.

Cette base de données appréhende les techniques selon une approche globale, qui intègre à la fois les aspects techniques, environnementaux, sociaux et économiques, contribuant à placer ainsi les maîtres d'ouvrage et autres professionnels de la route comme des acteurs majeurs du développement durable du pays.

-Figure 1-
Éco-comparaison d'une technique Tracc et de son équivalent traditionnel (consommation énergétique en MJ).



TRACC-FRANCE

L'exploitation de la base de données passe par une interface informatique (photo 1), Tracc-France⁷, développée spécifiquement. Celle-ci hiérarchise les techniques routières en fonction des objectifs que se donne l'utilisateur en affectant une pondération aux quatre familles de critères (technique, environnement, social, économique).

APPROCHE SPÉCIFIQUE AUX ATTENTES DE L'UTILISATEUR

Différentes approches sont proposées selon le profil de l'utilisateur :

- L'accès « Présentation des techniques » permet aux maîtres d'ouvrage la définition d'une politique globale de gestion des infrastructures en proposant les techniques routières en cohérence avec les objectifs de développement durable et de limitation des GES définis par le gestionnaire. Selon la typologie de travaux, le logiciel hiérarchise les différents produits en fonction des objectifs visés et propose ainsi les meilleures solutions. De plus, grâce à la présentation des techniques, les entreprises peuvent mieux structurer une politique d'équipements répondant aux nouvelles problématiques de développement durable et de limitation des émissions de GES.
- L'accès « Outils industriels » propose un recensement de l'ensemble des outils de production disponibles à l'échelle de la France. Figurent ainsi les sites de production de granulats, de fabrication de liant et de production des mélanges bitumineux à chaud ou à froid. Pour chacune des techniques inventoriées, des indications sur les équipements nécessaires pour la fabrication et la mise en œuvre sont données.

-Photo 1-
Écran d'accueil du logiciel Tracc-France.



• La dernière entrée, « Études de cas », assure l'exploitation optimale de la base de données qui constitue le socle de l'outil. L'utilisateur peut y réaliser des études d'entretien spécifique des chaussées.

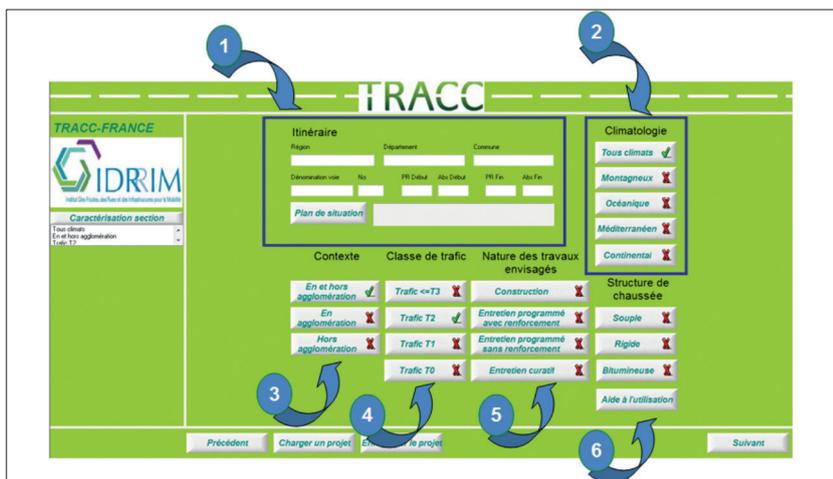
SOLUTIONS APPORTÉES À DES CAS CONCRETS

Le logiciel aborde des projets concrets en une dizaine d'étapes de renseignement. Il aide notamment à définir les techniques routières à mettre en œuvre sur chantier.

Pour cela, l'utilisateur renseigne une partie contextuelle du chantier comprenant, entre autres, des informations de localisation, d'environnement (en ou hors agglomération), de trafic, ainsi que la nature de la chaussée existante (figure 2).

Vient ensuite la description technique de la chaussée, comprenant la nature des dégradations de chaussée, le niveau de performance attendu sur chacune et les éventuels souhaits d'amélioration de la qualité d'usage (figure 3).

-Figure 2- Capture d'écran d'une fiche projet.



-Figure 3- Capture d'écran de la description technique d'une fiche projet.



Le niveau de performance et le traitement de chacun de ces grands types de dégradation est variable, certaines dégradations ne présentant pas

d'enjeu particulier dans divers cas. Ainsi, une section déformée mais recevant peu de trafic nécessiterait trop d'investissement pour être remise à niveau au regard des enjeux.

L'analyse passe par une définition des objectifs du projecteur selon les différents grands volets exploitables (technique, environnement, acceptabilité sociale et économie). Une pondération selon ces quatre familles de critères permet de s'adapter aux objectifs de l'utilisateur.

Le choix de la pondération est entièrement libre, pouvant aller jusqu'à affecter 100 % à un unique critère. On peut également pondérer chacun des critères évalués dans la base de données.

La présentation des premiers résultats des techniques proposées apparaît selon deux possibilités à choisir (figures 4 et 5).

Via un dernier volet, l'utilisateur procède à ses ultimes choix concernant les gammes de températures et les taux maximums de recyclage des produits qu'il souhaite utiliser (figure 6).

La présentation finale des résultats hiérarchisés prend en compte l'ensemble des choix de l'utilisateur, avec des histogrammes et des diagrammes en radar figurant les performances de chaque technique suivant les quatre objectifs généraux du logiciel.

L'ensemble des éléments renseignés interroge la base de données et fait ressortir les produits répondant aux problèmes techniques soumis. Les solutions techniques viables sont alors catégorisées en deux groupes :

- les couches de roulement répondant seules au problème posé ;
- les couches de base répondant au problème, associées à une couche de roulement.

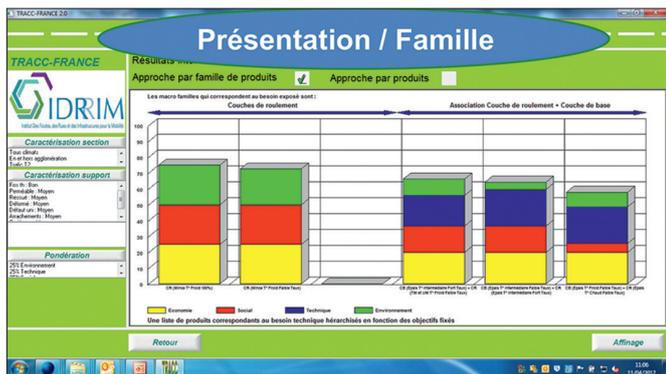
Ces produits sont hiérarchisés sous la forme d'un tableau (figure 7), en fonction des notes fixées sur les critères de la base de données et de la pondération retenue par l'utilisateur sur les aspects techniques et de développement durable.

Ils sont également présentés et comparés entre eux sur des histogrammes ou diagrammes en radar, qui mesurent leurs performances respectives suivant les quatre objectifs principaux.

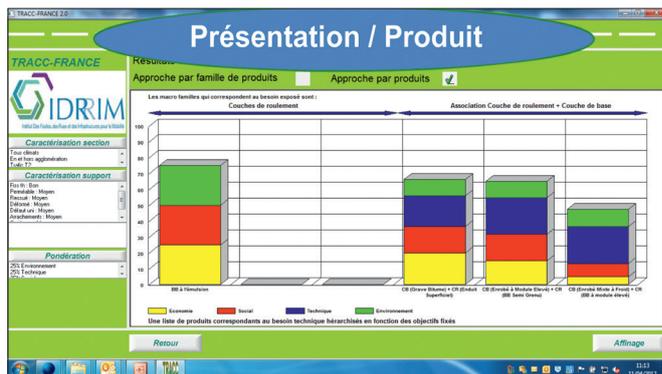
LARGE DÉPLOIEMENT EN FRANCE

En 2009, le projet Tracc constituait une suite donnée à la Convention d'engagement volontaire (CEV) nationale signée entre l'État français, les collectivités territoriales et les entreprises visant une mobilisation des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre et des industriels. L'objectif de cette CEV est d'inscrire le concept de développement durable dans le domaine de la réalisation et de l'entretien des infrastructures routières et des voiries urbaines.

-Figure 4- Capture d'écran des résultats selon l'approche par famille de produits.



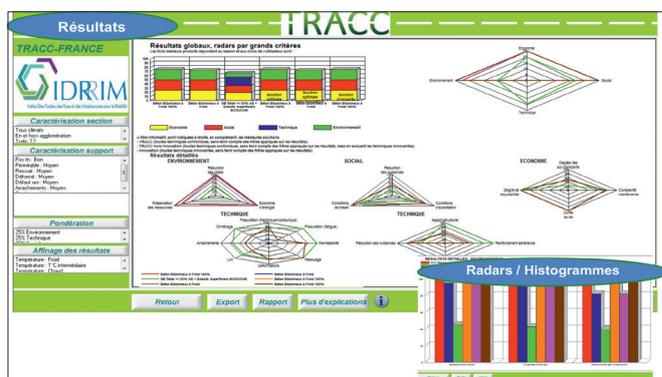
-Figure 5- Capture d'écran des résultats selon l'approche par produit.



-Figure 6- Capture d'écran des choix relatifs à la température et aux taux de recyclage souhaités.



-Figure 7- Capture d'écran des résultats globaux.



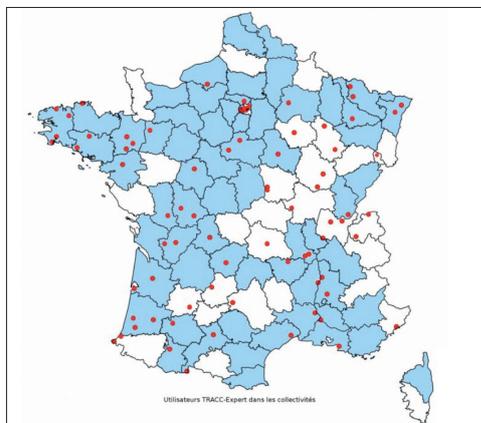
UN OUTIL PORTÉ PAR LES INSTANCES NATIONALES

En 2010, l'Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité (Idrirm) était créé en tant qu'instance partenariale de référence en matière de conception, de construction, d'entretien et d'exploitation des routes et des infrastructures de transport afin d'agir en faveur d'une cohérence de la doctrine et de l'état de l'art et de favoriser l'innovation et le rayonnement mondial de la technique française. L'Idrirm a affirmé son soutien à ce projet et souhaité un large déploiement de l'outil Tracc-France à l'échelle nationale.

UN OUTIL DIFFUSÉ GRATUITEMENT

Depuis octobre 2012, le logiciel est mis à disposition gratuitement pour tous les acteurs des infrastructures de transport⁸. À ce jour, il est diffusé à hauteur de 700 exemplaires auprès des collectivités locales (35 %), des entreprises (22 %), des bureaux d'étude et de maîtrise d'œuvre privée (28 %) et des universités (figure 8).

2014 a marqué une nouvelle étape dans le déploiement de l'outil : au sein de l'Idrirm, un groupe de travail national a été constitué pour élargir la base de données à l'ensemble du territoire national français afin de bien appréhender les spécificités locales, notamment en terme de climat⁹. L'objectif de le faire partager par tous et partout est désormais atteint.

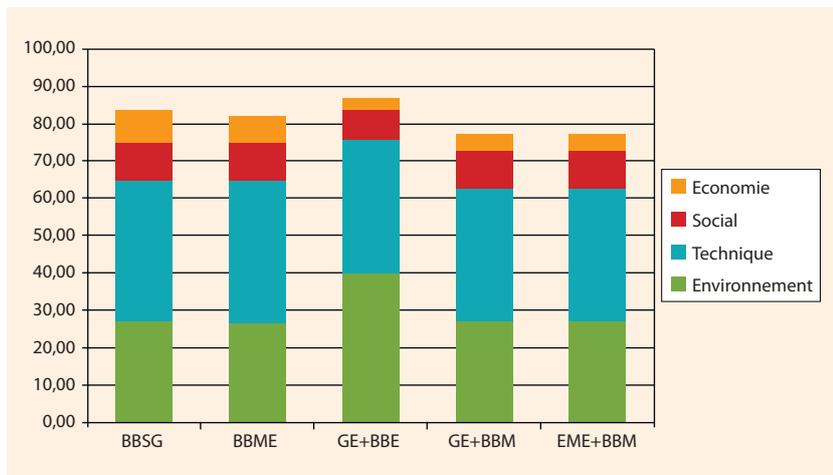


-Figure 8- Carte de diffusion de l'outil Tracc-France auprès des collectivités (au 25 février 2015).

VERS UN CHANGEMENT DES HABITUDES D'ENTRETIEN

Tracc est un outil au service de l'amélioration de l'entretien routier sur les aspects du développement durable et de la limitation des émissions de GES, sans pour autant négliger l'aspect technique sur lequel s'appuie la pérennité du produit, et donc de l'infrastructure. Outil d'aide à la décision, Tracc-France oriente l'utilisateur vers les techniques plus respectueuses de l'environnement, tout en conservant ses objectifs techniques classiques. Un plus large développement de ces produits assurera, à terme, un coût économique direct moins élevé en modifiant le rapport entre l'offre et la demande.

–Figure 9–
Résultats proposés par l'outil Tracc-France (anciennement Tracc-Expert).



© IDRRIM

DES EFFORTS LOCAUX POUR UN ENJEU MONDIAL

Certaines collectivités ont d'ores et déjà intégré Tracc-France dans leurs pratiques, à l'image du Conseil général de la Gironde (le plus grand département français, assurant la gestion de 6 500 km de routes), au sein duquel tous les techniciens et ingénieurs en charge des projets d'aménagement ou d'entretien ont été formés à l'utilisation de l'outil.

Chaque projet est désormais soumis à l'éclairage de Tracc-France afin d'orienter ou de consolider le choix de la solution technique retenue. L'objectif est de bâtir un cahier des charges soumis aux entreprises répondant aux besoins techniques d'entretien, mais en mettant en avant les produits favorisant les volets du développement durable et limitant les émissions de GES.

Les solutions proposées par les entreprises sont ensuite affinées à l'aide d'un éco-comparateur dans le but de quantifier, de manière plus précise (en tenant compte de la localisation du chantier, de l'emplacement des sources d'approvisionnement et des lieux de fabrication), les bénéfices environnementaux réels attendus.

OUVERTURE VERS D'AUTRES SOLUTIONS

Diverses collectivités ont pris en considération les enjeux de développement durable dans l'entretien routier et ont initié des évolutions dans leurs pratiques traditionnelles. À titre d'exemple, en 2013, une première enquête auprès des utilisateurs avait identifié 35 projets sur lesquels Tracc-Expert (la version antérieure du logiciel Tracc-France, dont l'ergonomie a été revue et corrigée) avait été utilisé et, pour 60 % d'entre eux, le choix proposé par le logiciel avait été concrètement mis en œuvre sur le chantier concerné.

Toutes les expériences collectées viendront compléter la base de données actuelle afin que la communauté, qui la partage, puisse y trouver l'ensemble des éléments bibliographiques et techniques indispensables à l'évolution des pratiques. Pour exemple, un gestionnaire sollicite l'utilisation de Tracc-Expert dans le cadre de l'entretien d'une section de route située en rase campagne supportant un trafic moyennement élevé (inférieur à 100 poids lourds par jour et par sens) mais en hausse constante. La chaussée nécessitant les travaux de réfection est une chaussée souple présentant de la fissuration superficielle, du ressuage et caractérisée par un profil en travers déformé. Au regard des enjeux et des déformations observées, il ne souhaite pas corriger totalement ces déformations. Dans le cadre de l'application de la politique définie par ses élus, il choisit une répartition de la pondération mettant l'accent sur l'aspect environnemental (40 %) sans renier son approche technique classique (40 %), les 20 % restants étant répartis équitablement sur les aspects sociaux et économiques. L'ensemble de ces éléments, saisis dans Tracc-Expert, le conduit à comparer les solutions proposées (figure 9).

Son choix se portera sur un couple grave émulsion (GE) – béton bitumineux à l'émulsion, solution qui atteindra les mêmes objectifs techniques que les produits à chaud classiques mais en présentant un réel bénéfice sur l'aspect environnemental en réduisant les consommations énergétiques et les émissions de GES. L'outil le poussera à aller encore plus loin en définissant un cahier des charges pour la fourniture d'une GE à 100 % d'agrégats d'enrobés. Son choix sera consolidé par une étude de dimensionnement afin de vérifier que la solution proposée est compatible avec la hausse de trafic attendue. Une éco-comparaison lui permettra également de quantifier de manière fine les gains environnementaux attendus, et même d'appliquer un critère environnemental à son appel d'offres.

CONCLUSION

Le développement durable et la limitation des émissions de GES dans les travaux d'infrastructures sont possibles. La démarche Tracc, qui fédère les acteurs routiers autour d'une logique apportant des réponses concrètes aux grands enjeux de nos sociétés, en est la preuve.

Le logiciel Tracc-France est un outil unique, simple d'utilisation, qui privilégie une approche globale des situations et favorise l'émergence de nouveaux modèles et de nouvelles pratiques. ■

RÉFÉRENCES

1. Fabienne Gazo, « Le projet européen Sudoe-Tracc », RGRA n° 877, juillet – août 2009.
2. Fabienne Gazo, Laurent Lascroux, Daniel Bordes, Isabelle Ferrer, Gérard Hauchard, Guillaume Crauzzo, « Sudoe-Tracc : un projet international mettant en place un partenariat enrichissant et durable », RGRA n° 881, décembre 2009 – janvier 2010.
3. <http://www.seve-tp.com>
4. I. Cavagnol, « Éco-comparateur SEVE », RGRA n° 937, mai-juin 2016.
5. <http://ecorce2.ifsttar.fr>
6. A. Ventura, M. Dauvergne, A. Jullien, P. Tamagny, « ECORCE 1.0, éco-comparateur routes, construction et entretien », RGRA n° 876, mai-juin 2009.
7. http://www.idrrim.com/ressources/documents/4/2212_Plaquette-TRACC-v2.pdf
8. <http://tracc-expert.ifsttar.fr/>
9. http://www.idrrim.com/comites-operationnels_groupe_travail-idrrim/methodologie/groupe-national-tracc-expert/utilisateurs-tracc-expert.htm

MATÉRIAUX ALTERNATIFS EN TECHNIQUE ROUTIÈRE

ÉLABORATION DE GUIDES D'ACCEPTABILITÉ ENVIRONNEMENTALE

La construction routière a toujours su utiliser les déchets industriels pour développer le réseau viaire. Sans cela, certaines innovations majeures n'auraient jamais vu le jour. L'histoire du recyclage dans les travaux publics est donc celle de son encadrement réglementaire permettant de contrôler les impacts environnementaux et sanitaires associés. Cet article retrace le contexte, la genèse et l'historique de cet encadrement qui, malgré une accélération significative ces dernières années, se révèle d'une incroyable constance dans sa logique.



© TSV

L'idée de valoriser des déchets minéraux en technique routière n'est pas récente. Dans les régions fortement industrialisées, elle constituait même une opportunité pour éviter de recourir aux matériaux classiques de carrière, faisant au passage du constructeur routier d'alors un Monsieur Jourdain de l'économie circulaire.

À la fin des années 1960, alors que la jeunesse du monde entier crie son mal-être dans une société déconnectée du monde du vivant et des rythmes biologiques, une prise de conscience politique émerge, portée par des publications scientifiques et économiques montrant le caractère non soutenable du mode de production des sociétés industrialisées d'après-guerre.

1975 : LES PREMIERS PAS DE LA LÉGISLATION RELATIVE AUX DÉCHETS

Concernant les déchets, face à l'explosion des volumes et à l'augmentation de la toxicité potentielle, l'heure est à l'encadrement de leur gestion afin de contrôler les impacts environnementaux et sanitaires. La loi n° 75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux pose ainsi les fondements d'une réglementation dont la philosophie est restée inchangée depuis plus de quarante ans, en particulier :

- la définition juridique de la notion de déchet associée au simple concept d'abandon, offrant ainsi une acception nouvelle et extensive ;

AUTEUR

Patrick Vaillant
Chef du Groupe
des infrastructures de transport
Département Laboratoire d'Autun
Cerema Centre-Est

- l'instauration d'un régime de responsabilité impliquant le producteur du déchet, mais également l'ensemble de ses détenteurs successifs ;
- l'obligation de traçabilité des transferts.

Cette loi en profite pour poser les fondements de la valorisation en incluant « [...] *la récupération des éléments et matériaux réutilisables* [...] » dans le processus d'élimination des déchets. Personne ne doit être toutefois dupe, le législateur voit alors dans ce dernier mode de gestion plus une solution au problème de la mise en décharge, auquel il souhaite apporter une réponse immédiate, qu'un moyen d'économiser des matières premières.

La loi du 15 juillet 1975 est importante, fondatrice, moderne... mais malheureusement incomplète. En effet, en l'absence de décrets d'application encadrant la « récupération » au regard du principe fort de responsabilité, figurant à son article 2, et des sanctions encourues, tout aussi fortes, prévues par son titre VIII, il fallait une certaine abnégation pour se lancer dans la valorisation de déchets, en technique routière particulièrement.

1992 : LES BASES D'UN PREMIER ENCADREMENT DE LA VALORISATION

Près de 20 ans plus tard, fort de ce constat et alors que les questions liées à l'épuisement des ressources naturelles ont mûri sur le plan médiatique et politique, la loi n° 92-646 du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement modifie la loi fondatrice de 1975 en mettant désormais au cœur de la gestion des déchets leur valorisation par « [...] *réemploi, recyclage ou toute action visant à obtenir à partir des déchets des matériaux réutilisables* [...] ».

Pour peser sur les choix de gestion des producteurs, elle définit la notion de déchet ultime, c'est-à-dire de déchet non valorisable « [...] *dans les conditions techniques et économiques du moment* [...] » et fixe au 1^{er} juillet 2002 l'échéance pour l'acceptation des déchets non-ultimes dans les installations d'élimination des déchets par stockage.

Mais cette fois-ci, afin d'accompagner cette politique, un certain nombre de textes sont adoptés pour encadrer la valorisation. C'est ainsi que, dans le domaine de la construction routière :

- L'arrêté du 16 juillet 1991 relatif à l'élimination des sables de fonderie contenant des liants organiques de synthèse envisage, dans son titre III, leur valorisation en remblais.
- La circulaire du 9 mai 1994 relative à l'élimination des mâchefers d'incinération des résidus urbains fixe, dans son annexe V, les utilisations possibles en techniques routières et assimilées.

- La circulaire du 11 octobre 1996 relative aux cendres issues de la filtration des gaz de combustion de combustibles d'origine fossile dans des installations classées pour la protection de l'environnement mentionne la valorisation possible des cendres de charbon comme matériau granulaire ou comme liant, suivant leur mode de production.

Bien que conditionnant la valorisation au respect de prescriptions concernant certains polluants organiques ou minéraux, cette première génération de textes n'était pas véritablement fondée sur une évaluation de l'impact des matériaux sur le milieu récepteur. Notons qu'elle a toutefois eu le mérite de favoriser les meilleures pratiques existantes et ainsi de professionnaliser et d'organiser des filières de valorisation aptes à mettre en œuvre, quelques années plus tard, les versions révisées et plus abouties de ces premiers textes.

2002 : L'ADOPTION DU PREMIER RÉFÉRENTIEL FONDÉ SUR UNE ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Il faut attendre la fin des années 1990 pour voir se concrétiser les premiers travaux reposant sur une réelle démarche d'évaluation environnementale au travers, notamment, de la directive 1999/31/CE du 26 avril 1999 concernant la mise en décharge des déchets, et plus particulièrement de la Décision 2003/33/CE du 19 décembre 2002 établissant des critères et procédures d'admission des déchets dans les décharges, qui introduit des valeurs limites à respecter pour l'admission en installation de stockage de déchets inertes, référentiel toujours en vigueur.

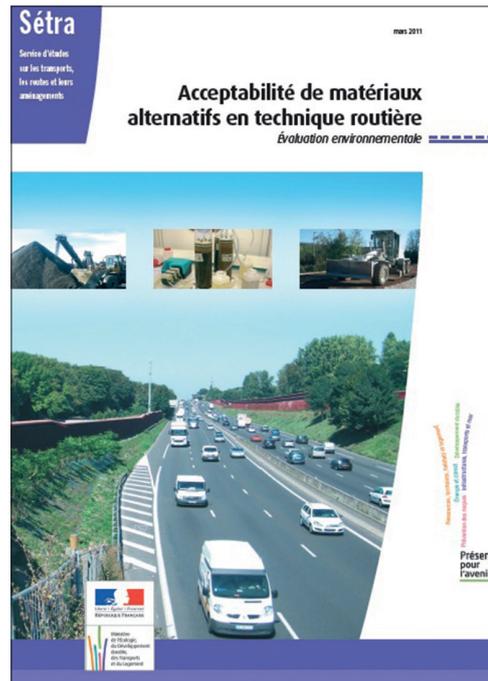
Au-delà du simple encadrement de l'élimination par stockage, il est important de noter que ces travaux ont eu également des retombées positives pour le monde de la valorisation. En effet, dans la mesure où, pour une même émissivité des matériaux, les scénarios de stockage se révèlent au final plus pénalisants pour l'environnement que les scénarios de valorisation en technique routière, le ministère en charge de l'Environnement a très rapidement considéré que tous les matériaux alternatifs qui respectaient le référentiel associé au stockage de déchets inertes pouvaient être valorisés sans restriction au sein d'ouvrages routiers.

2011 : LA PUBLICATION D'UNE MÉTHODOLOGIE DÉDIÉE À L'INDUSTRIE ROUTIÈRE

Cherchant à aller plus loin dans cette démarche, le ministère de l'Écologie lance et pilote, au cours

des années 2000, des travaux afin d'établir une méthodologie d'évaluation environnementale dédiée aux usages en technique routière. Ce travail se concrétise par la publication du guide méthodologique *Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Évaluation environnementale*¹ (photo 1).

-Photo 1-
Guide du Sétra *Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Évaluation environnementale*.

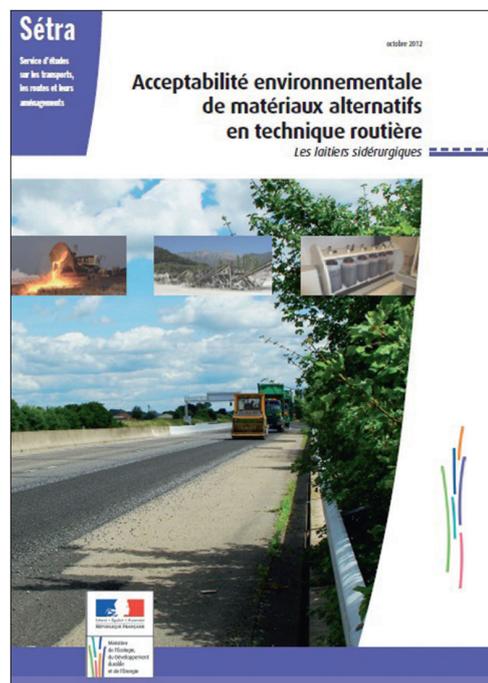


Grâce à cet ouvrage fondateur, la France a su se doter d'une méthodologie opérationnelle applicable à tous les matériaux élaborés à partir de déchets minéraux non dangereux pour lesquels la fonction routière envisagée a été préalablement justifiée du point de vue de leurs performances mécaniques et géotechniques.

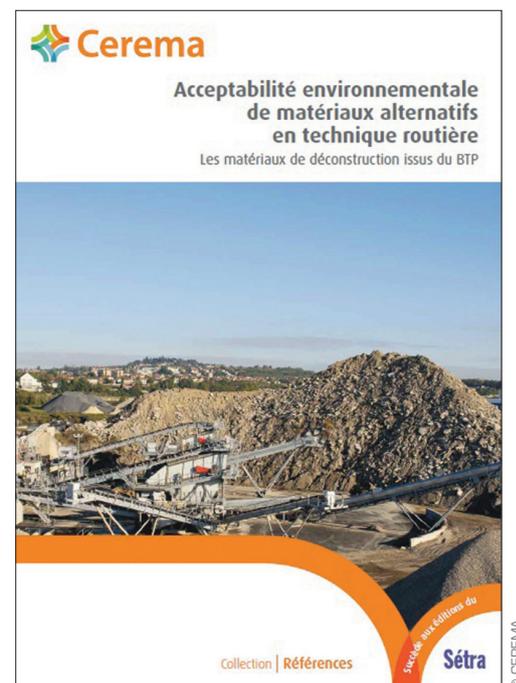
-Photo 2-
Guide du Sétra *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux*.



-Photo 3-
Guide du Sétra *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les laitiers sidérurgiques*.



-Photo 4-
Guide du Sétra *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les matériaux de déconstruction issus du BTP*.



C'est donc assez naturellement que, dans le cadre de la mise en œuvre des engagements du Grenelle de l'environnement, la décision a été prise d'appliquer cette méthodologie pour réviser la circulaire du 9 mai 1994 relative à l'élimination des mâchefers d'incinération des résidus urbains, aboutissant à la publication de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 relatif au recyclage en technique routière des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux. Dans le sillage de cette première application de la méthodologie nationale, d'importants travaux ont été entrepris, donnant lieu à la publication des guides d'application :

- *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux*² (photo 2), dont l'objectif était d'accompagner la mise en œuvre de l'arrêté ministériel signé un an auparavant ;
- *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les laitiers sidérurgiques*³ (photo 3) ;
- *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les matériaux de déconstruction issus du BTP*⁴ (photo 4).

Il convient de noter que deux autres guides d'application, relatifs respectivement aux sables de fonderie et aux cendres de centrale thermique au charbon pulvérisé, sont actuellement en cours d'édition. Enfin, des travaux de rédaction ont également lieu pour ce qui concerne les sédiments de dragage et les terres excavées, qu'elles proviennent ou non de sites relevant de la méthodologie nationale en matière de sites et sols pollués.

Sans se substituer aux guides d'acceptabilité environnementale dont elle ne reprend que partiellement le contenu, le lecteur pourra utilement prendre connaissance de la note d'information Idrim *Acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière*⁵ (photo 5), qui présente la démarche d'évaluation nationale et les principales prescriptions adoptées pour les trois gisements de matériaux alternatifs d'ores et déjà couverts par un guide d'application. Cette note d'information a vocation à être révisée dès la publication des prochains guides.



–Photo 5–
Note de l'Idrim *Acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière*.

CONCLUSION

L'enjeu, désormais, est de porter et de faire connaître cette démarche au niveau européen afin de pouvoir peser sur les décisions communautaires s'il était décidé d'uniformiser les méthodologies d'évaluation environnementale dans le domaine de la construction routière au sein des différents États membres. ■

RÉFÉRENCES

1. Sétra, *Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière* – Évaluation environnementale, mars 2011.
2. Sétra, *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux*, octobre 2012.
3. Sétra, *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les laitiers sidérurgiques*, octobre 2012.
4. Cerema, *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les matériaux de déconstruction issus du BTP*, janvier 2016.
5. Idrim, *Acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière*, Note d'information n° 32, mai 2017.

FINANCER LES PROJETS D'INFRASTRUCTURE POUR LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

UN GUIDE POUR PASSER À L'ACTION

Mobilité « bas carbone », lutte contre le changement climatique, développement des énergies renouvelables... : les projets d'infrastructure peuvent contribuer à la transition écologique telle que définie par la stratégie nationale sur le sujet¹. Pour aider les collectivités territoriales à entreprendre des actions en ce sens, la FNTP et l'association Les Éco-Maires ont édité le *Guide des financements des infrastructures pour la transition écologique*.

Piste cyclable de la communauté de communes du massif du Vercors.



Le guide présente, sous la forme de 8 fiches pratiques, les aménagements qui concourent à la transition écologique des territoires : éclairage public, canalisations, transports collectifs en site propre, restauration de cours d'eau, pistes cyclables, digues, éolien, stations d'épuration.

Chaque fiche propose les principaux dispositifs de financement accessibles sur la thématique associée et est complétée par un retour d'expérience sur un projet déjà réalisé et financé, avec ses impacts économiques, sociétaux et environnementaux sur le territoire.

Une page du guide présente également le mécanisme du financement participatif, ou *crowdfunding*, favorisé par la loi de transition énergétique pour la croissance verte.

Deux fiches sont consacrées aux infrastructures de transport.

TRANSPORTS COLLECTIFS EN SITE PROPRE (TCSP)

Après une présentation du contexte sociétal (« 18% des Français jugent que le manque de

transports collectifs dans leur quartier est le premier désagrément (devant la pollution de l'air) », la fiche rappelle que la stratégie nationale de mobilité propre identifie les TCSP comme une priorité d'action locale pour parvenir à une réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) de 40 % en 2030, conformément aux objectifs fixés par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte².

Un tableau expose les sources potentielles de financement des projets de TCSP (**tableau 1**).

Le retour d'expérience est consacré au tandem tramway – bus hybride du Grand Dijon (21). Leur mise en œuvre a été financée (400 millions d'euros pour les 2 lignes) par le Grand Dijon, l'État, le conseil régional, le conseil départemental et le Feder.

La fiche montre les bénéfices du projet d'un point de vue environnemental (diminution de l'émission de CO₂ de 50 % par voyage, réduction des coûts de carburant de 25 % à 30 %, amélioration du cadre de vie des usagers grâce au silence des transports aux arrêts et un gain de 10 décibels à 30 km/h), avant d'en détailler les modalités de financement.

AUTEUR

Stéphane Rutard
Directeur Développement durable
FNTP

-Tableau 1-

Comment financer les projets de TCSP ?

Organismes	Nature des financements	Bénéficiaires	Caractéristiques
Caisse des dépôts et consignations	Prêt croissance verte à taux zéro : financement d'investissement sur le long terme dans les domaines de la transition énergétique (rénovation énergétique, transports propres, production d'énergies renouvelables)	Communes et leurs groupements	Taux des prêts du livret A + 0,75 % sur une durée de 20 à 40 ans
Régions	Aides à la réalisation des projets : projet de partage de la voirie intégrant un transport en commun en site propre	Communes et leurs groupements	Variable selon les fonds alloués à la région et leur disponibilité
	Fonds européen de développement économique et régional (Feder) : appels à projets lancés par les autorités de gestion qui utilisent des fonds pour financer des infrastructures liées, par exemple, aux transports.	Communes et leurs groupements	Variable selon les fonds alloués à la région et leur disponibilité
Autorités organisatrices de transports	Contribution dite « versement transport » : contribution des entreprises d'au moins 11 salariés au financement des transports en commun en région parisienne, dans les communes ou groupements de communes de plus de 10 000 habitants ayant institué ce versement	Communes et leurs groupements	Taux du versement variable selon les collectivités publiques en charge de prélever cette contribution

-Tableau 2-

Comment financer les projets de pistes cyclables ?

Organismes	Nature des financements	Bénéficiaires	Caractéristiques
Caisse des dépôts et consignations	Prêt croissance verte à taux zéro : financement d'investissement sur le long terme dans les domaines de la transition énergétique (transports propres, production d'énergies renouvelables...)	Communes et leurs groupements	Taux des prêts du livret A + 0,75 % sur une durée de 20 à 40 ans.
État et DREAL	Développement des réseaux cyclables : itinéraires et équipements cyclables pour compléter le réseau de transport public, développer l'offre de stationnement vélo... Vélo loisir et tourisme : études et travaux des itinéraires et équipements des réseaux vélo de loisirs, de tourisme durable et de véloroutes	Communes et leurs groupements, opérateurs de transport	Variable selon les fonds alloués à la région, leur disponibilité et la nature de l'ouvrage (places de stationnement, piste...)
Régions	Subvention d'investissement : accompagnement dans les travaux de réhabilitation, renouvellement de réseaux, ou mise en place de systèmes de surveillance	Communes et leurs groupements	Variable selon les fonds alloués à la région et leur disponibilité
Départements	Aides opérationnelles : aménagement des grands linéaires structurants, réalisation d'itinéraires touristiques, résorption des coupures urbaines...	Communes et leurs groupements, associations	Variable selon les départements
Europe	Fonds européen de développement économique et régional (Feder) : appels à projets pour financer ces infrastructures	Communes et leurs groupements	Variable selon les fonds alloués à la région et leur disponibilité



PISTES CYCLABLES

Selon cette fiche, 30 % des Français se disent prêts à utiliser le vélo pour aller au travail pour peu que les conditions soient réunies. Mais « *son usage ne pourra se développer que si les usagers sont en sécurité dans un espace public partagé et bien interconnecté avec les autres formes de mobilités* ».

C'est le sens du Plan d'action pour les mobilités actives, qui établit le besoin de pistes cyclables autour de 12 000 km, et de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, qui encourage son utilisation par des incitations financières vers les entreprises et les particuliers.

Un tableau présente les sources potentielles de financement des projets de pistes cyclables (tableau 2).

Le retour d'expérience de cette fiche s'intéresse à la piste cyclable de la communauté de communes du massif du Vercors (38). Cet itinéraire de découverte sur 40 km a été financé par la communauté de communes, le conseil régional et le Feder pour un coût total de 2,28 millions d'euros. ■

RÉFÉRENCES

1. Stratégie nationale de transition écologique vers un développement durable 2015-2020.
2. Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.



© EIFFAGE

RECYTAL®-ARM

BIO-RÉGÉNÉRATION DE CHAUSSÉES IN SITU EN GIRONDE

Développé par Eiffage Route, Recyral®-ARM, procédé de régénération en place des anciennes chaussées bitumineuses à l'émulsion biosourcée, a été retenu en 2017 par le Comité innovation routes et rues (CIRR) pour une expérimentation en situation réelle. En juillet 2018, il a donné lieu à un chantier expérimental sur la RD 670, réalisé grâce à la volonté du Conseil départemental de la Gironde et à l'appui technique du Cerema.

AUTEURS

Frédéric Loup
Direction Recherche & Innovation
Eiffage Route

Nicolas Pezas
Directeur des Infrastructures
Conseil départemental de la Gironde

Yann Lalain
Directeur technique régional
Eiffage Route Sud-Ouest

Claude Giorgi
Directeur technique adjoint
Eiffage Route

François Olard
Directeur Recherche & Innovation
Eiffage Route

Hervé Dumont
Directeur Technique
Eiffage Route

Outil porté par la Direction générale des infrastructures de transport et matériaux (DGITM) du ministère de la Transition écologique et solidaire, avec le concours de l'Idriss et du Cerema, l'appel à projets du CIRR vise à soutenir des projets innovants développés par l'industrie routière française en leur permettant de bénéficier d'une expérimentation concrète sur le réseau national.

Recyral-ARM ayant été distingué par le CIRR en 2017, le Conseil départemental de la Gironde (CD 33) a souhaité l'expérimenter pour l'entretien de son réseau routier, avec l'appui technique du Cerema. Cet article présente le procédé Recyral-ARM ainsi que l'expérimentation conduite sur la RD 670 en juillet 2018, au cœur du vignoble bordelais.

POLITIQUE ROUTIÈRE DU DÉPARTEMENT DE LA GIRONDE

L'innovation représente un enjeu important pour le CD 33, qui encourage fortement ses services à être

acteurs dans ce domaine. La mobilité et, plus précisément, les infrastructures routières étaient déjà fortement engagées dans les actions de l'Agenda 21 départemental (2007), notamment dans le domaine des travaux routiers.

La convention d'engagement volontaire (CEV), signée en 2010 et rejointe par Bordeaux Métropole en 2013, a traduit l'engagement de tous les acteurs girondins de la route dans ce cadre partenarial et responsable.

Depuis plusieurs années déjà, des techniques routières innovantes plus respectueuses de l'environnement et de la biodiversité ont été mises en œuvre sur le réseau routier du CD 33 : réduction des températures des enrobés, intégration de pourcentages élevés d'agrégats d'enrobés (AE) dans les chaussées, techniques de fabrication et de mise en œuvre réduisant les émissions de gaz à effet de serre (GES). Tenant compte du déficit de matériaux à proximité, le Département de la Gironde a également souhaité accentuer son action sur la préservation des ressources naturelles tout en ayant recours à un circuit court et local dans sa commande publique.

-Photo 1-

Jean-Luc Gleyze, président du CD 33, lors de sa visite sur le chantier le 3 juillet 2018.



Ainsi, depuis 2008, 1 375 000 m² de chaussées ont été retraitées en place, très majoritairement au liant hydrocarboné, sur les routes girondines, épargnant l'équivalent de 25 000 tonnes de granulats naturels par an, soit un gain de 9 700 t eq CO₂ (chiffre issu de l'analyse avec l'éco-comparateur SEVE).

Le CD 33 privilégie également l'utilisation des enrobés dits tièdes, voire semi-tièdes : en 2017, cette technique représentait environ 80 % des enrobés commandés.

RÉPONSE DE L'ENTREPRISE EIFFAGE

Au regard des enjeux techniques et environnementaux actuels, il est primordial de proposer aux maîtres d'ouvrage des produits et des procédés performants, éco-responsables et économiques afin de limiter la dépendance des entreprises routières aux dérivés pétroliers tout en favorisant le recyclage et la valorisation de coproduits industriels locaux.

Dans ce contexte, Eiffage Route a développé un atelier de retraitement mobile spécifique, l'ARM[®] 2500¹, qui autorise un recyclage à 100 % des anciennes chaussées bitumineuses à l'aide d'une émulsion biosourcée, au liant végétal, dénommée Recytal².

L'ARM 2500

Le retraitement en place à froid est une technique d'entretien routier éprouvée et économique, qui consiste à retraiter tout ou partie d'une chaussée avec un liant d'apport (émulsion régénérante de bitume, modifiée ou non). L'opération est réalisée au moyen d'ateliers mobiles qui assurent les fonctions suivantes :

- rabotage de la chaussée en place ;
- homogénéisation/incorporation et malaxage avec le liant d'apport (émulsion dans le cas présent) ;
- remise en œuvre des matériaux enrobés.

L'ensemble de ces opérations s'effectue à température ambiante.

Les avantages du retraitement en place sont multiples :

- rapidité d'exécution ;

- suppression du transport de matériaux ;
- réduction des coûts en carburant, de la consommation d'énergie et des émissions de GES ;
- diminution de la gêne aux usagers de la route et aux riverains (délai réduit et travail en alternat) ;
- amélioration de la sécurité des chantiers, grâce à une réduction des entrées et sorties de camions nécessaires aux approvisionnements et évacuations de matériaux ;
- économies de matériaux significatives : réemploi total de la chaussée en place et mise en décharge supprimée.

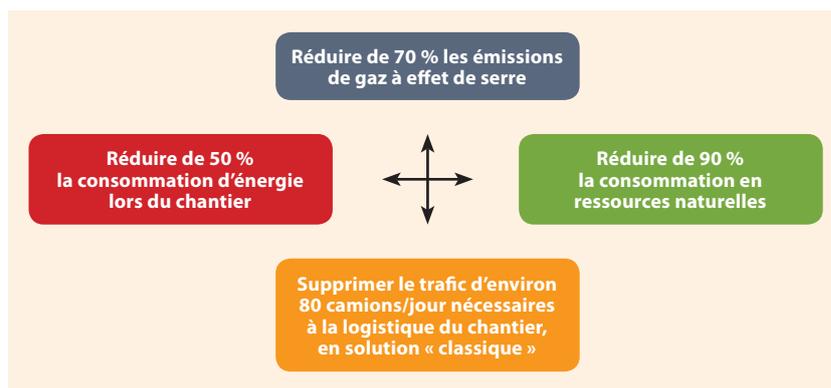
La technologie de retraitement en place, conjuguée à l'emploi de produits faiblement pourvus en composés d'origine pétrochimique, apporte donc une réponse adaptée aux problématiques techniques, environnementales et économiques actuelles des maîtres d'ouvrage.

ATOUTS DU PROCÉDÉ RECYTAL-ARM

Le déploiement du procédé permet de cumuler de nombreux avantages :

- des performances techniques adaptées aux particularités des routes du département (climat, agressivité du trafic, tracé) ;
- des performances sociétales, la rapidité d'exécution du procédé qui sera déployé diminuant la gêne aux usagers de la route et aux riverains ;
- des performances environnementales permettant à cette technique de répondre aux objectifs de la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV)³.

Le déploiement du procédé Recytal-ARM contribue ainsi au respect de l'environnement (figure 1).



-Figure 1-
Contribution environnementale du procédé Recytal-ARM.

LE PROCÉDÉ RECYTAL-ARM

Ce procédé associe l'emploi de l'ARM 2500 et l'utilisation d'une émulsion biosourcée afin de rendre plus efficaces les opérations de retraitement d'anciennes chaussées par régénération du bitume vieilli des AE.

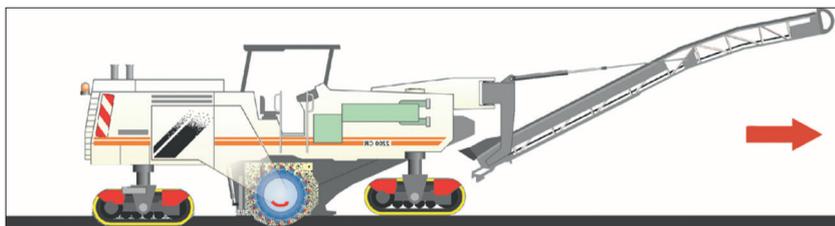
La particularité de ce dispositif réside dans le fait qu'il dispose d'un sens de coupe inversé (système down-cut – percussion du haut vers le bas) et ne possède pas de finisseur intégré (figure 2), ce qui lui confère :

« Nous avons intérêt à essayer de trouver les solutions les plus vertueuses. C'est aujourd'hui une question environnementale et nous devons être particulièrement responsables sur des questions comme celles-ci »

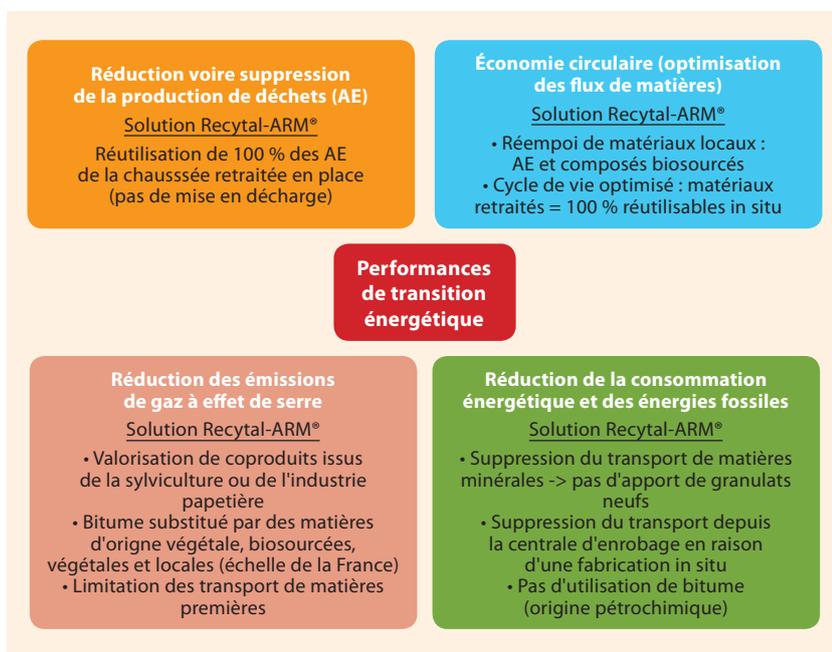
Jean-Luc Gleyze,
président du CD 33

- une grande maîtrise de l'homogénéité de la granulométrie des fraisats (il n'y a pas d'enlèvement de plaques) ;
- un meilleur contrôle de l'uni longitudinal grâce à une mise en œuvre à l'aide d'un finisseur indépendant, comme pour une mise en œuvre classique d'enrobés.

-Figure 2-
Principe de fonctionnement de l'ARM 2500.



-Figure 3-
Le procédé Recyctal-ARM et la LTECV.



-Photo 2-
Émulsion biosourcée utilisée dans le cadre du chantier de la RD 670.



Le déploiement du procédé Recyctal-ARM pour l'entretien programmé des routes en lieu et place de solutions dites « classiques » à base d'enrobés bitumineux fabriqués et mis en œuvre à chaud présente de nombreux avantages :

- Le recyclage total et in situ sans matériaux d'apport issus d'anciennes chaussées bitumineuses dégradées contribue à réduire les coûts et la consommation en carburant dus au transport de matériaux neufs.
- La technique des enrobés à froid à base d'émulsion alternative sans bitume permet une économie d'énergie significative, limitant ainsi les émissions sur chantier (HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques), COV (composés organiques volatils)).
- Le procédé utilise des composés biosourcés, et plus particulièrement des coproduits d'origine sylvicole issus de l'industrie papetière, qui ne sont donc pas en compétition avec la filière alimentaire (photo 2).
- Les mélanges utilisés présentent des performances techniques conformes aux spécifications requises par le guide Sétra de 2003 *Retraitement en place à froid des anciennes chaussées*⁴.
- Il garantit des performances sociétales et environnementales : la rapidité d'exécution, le recyclage, la fabrication et la mise en œuvre simultanés en un même lieu diminuent la gêne aux usagers de la route et aux riverains pour une meilleure acceptabilité du chantier. En effet, le dispositif retraite en deux passes chaque voie de chaussée, ce qui autorise la réalisation de travaux sous circulation alternée, et donc sécurisée. Il faut également préciser que cette technologie s'inscrit dans une dynamique d'économie circulaire qui répond aux objectifs de la LTECV (figure 3).

À ce titre, il est nécessaire de spécifier que la matière première principale de l'émulsion biosourcée est originaire de la région Nouvelle-Aquitaine, l'émulsion ayant, quant à elle, été produite dans une usine GIE – part Eiffage, en Gironde.

EXPÉRIENCE CONDUITE AVEC LE CD 33

CONTEXTE

Afin de valider la faisabilité, les performances et la pérennité du procédé Recyctal-ARM par la réalisation d'un chantier, le CD 33 a souhaité l'expérimenter sur l'une des routes de son réseau.

Un protocole et un cadre d'expérimentation ont été établis et validés par les parties prenantes : le CD 33, le Cerema (DTER Ouest à Saint-Brieuc et DTER Sud-Ouest à Bordeaux), la DGTIM et Eiffage.

SECTION RETRAITÉE

La RD 670 est une section du réseau secondaire de la Gironde soumise à un trafic T2 (150 à 300 PL/jour/sens) constituée principalement d'anciens enrobés bitumineux d'épaisseurs variables et mis en œuvre sur une grave traitée aux liants hydrauliques (GTLH).

Les auscultations réalisées en amont du chantier sur les deux sections (S1 et S2) ont révélé la présence de diverses dégradations (**photos 3**) structurelles et superficielles, probablement liées à un vieillissement avancé des liants des enrobés : fissuration, arrachements superficiels, décohésion de surface. La section concernée par le retraitement envisagé couvre un linéaire de 2 000 m pour une surface d'environ 14 000 m².

Au terme des échanges entre le Cerema et le CD 33, il a été décidé de retraiter la section concernée sur une épaisseur comprise entre 8 et 11 cm afin de consolider l'interface entre la structure bitumineuse de surface et la structure de base en GTLH.

ÉTUDE DE LABORATOIRE

L'étude de formulation a été réalisée au Centre d'études et de recherche Eiffage Infrastructures à Corbas (69). L'objectif performantiel visé dans le cadre de cette étude a consisté en l'obtention d'une classe II au sens du guide Sétra relatif au retraitement en place des anciennes chaussées³.

En effet, il a été considéré que, compte tenu de la profondeur de rabotage envisagée, le mélange final devrait contenir environ 10 % de GTLH dans les AE.

Agrégats d'enrobés

Les caractéristiques des AE issus de divers prélèvements réalisés au droit de deux zones à retraiter (sections 1 et 2) sont rassemblées dans le **tableau 1**. Les résultats des caractérisations après récupération des liants mettent en évidence un vieillissement oxydatif prononcé des liants extraits de la structure en place. Ces valeurs sont légèrement en dehors des spécifications mentionnées dans le guide Sétra pour un retraitement à l'émulsion de bitume.

Émulsions

Dans le cadre de l'étude, comme lors de la réalisation du chantier, deux émulsions ont été retenues et évaluées (**tableau 2**) : l'une formulée à partir de bitume, l'autre à partir d'un coproduit biosourcé.

Mélanges testés

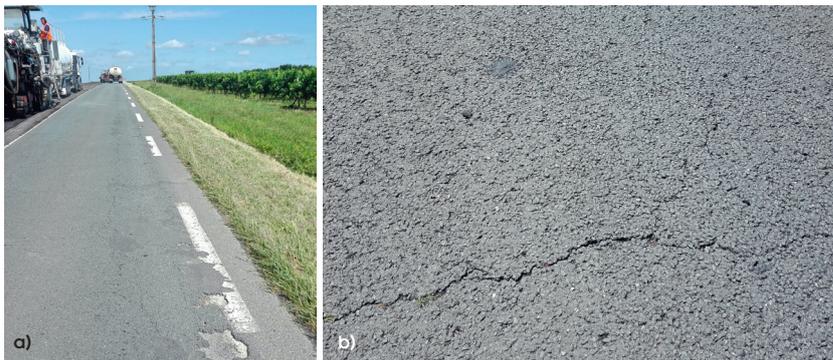
Les mélanges retenus pour l'étude de formulation sont présentés dans le **tableau 3**.

Résultats de l'étude

Les résultats de l'étude de laboratoire conduite à partir des mélanges mentionnés dans le **tableau 3** sont présentés dans le **tableau 4**.

-Photos 3-

Dégradations constatées avant retraitement : arrachements (a), fissuration (b), fatigue.



-Tableau 1-

Caractéristiques des AE issus des prélèvements in situ.

Repérage	Teneur en liant (%) ⁵	Pénétrabilité à 25 °C (1/10 mm) ⁶	Température bille et anneau (TBA) (°C) ⁷
Recommandation guide Sétra	-	-	≤ 70 (75 max)
AE section 1 (PR38 à 41+800)	5,6	9	75,2
AE section 2 (PR33+300 à PR35)	5,5	6	80,5

-Tableau 2-

Émulsions de l'étude de formulation.

	Émulsion régénérante à base de bitume	Émulsion biosourcée
Type	Émulsion d'enrobage	
Nature du liant	Bitume 160/220 modifié au fluxant végétal	Coproduit d'origine végétale
Teneur en liant dans l'émulsion	65 %	65 %

-Tableau 3-

Caractéristiques des mélanges.

	Mélange A	Mélange B
AE de la RD 670 contenant 10 % de GTLH	100 %	100 %
Émulsion régénérante base bitume à 65 %	2,5 % d'apport (soit 1,63 % résiduel)	-
Émulsion biosourcée à 65 %	-	2,5 % d'apport (soit 1,63 % résiduel)
Teneur en eau totale des mélanges	7 %	7 %

-Tableau 4-

Résultats des essais.

	Mélange A (émulsion régénérante base bitume)	Mélange B (émulsion biosourcée Recyral)	Spécifications guide Sétra (classe II)
Masse volumique maximale – Méthode volumétrique ⁸			
pmv (Mg/m ³)	2,516	2,506	-
Essai à la presse à cisaillement giratoire (PCG) ⁹			
v (%) à 100 girations	16,4	16,7	≤ 25
Essai Duriez à froid ¹⁰			
Teneur en vides _{geo} (%)	12,9	8,1	≤ 14
R (MPa)	6,4	7,3	≥ 5
r (MPa)	4,7	6,0	-
r/R	0,74	0,82	≥ 0,65

-Photo 4-

Visite sur chantier du club métier « Entretien et expertise routière » de la COTITA Sud-Ouest, qui regroupe les 20 départements des 4 anciennes régions Aquitaine, Poitou-Charentes, Limousin et Midi-Pyrénées.



© EIFFAGE

-Photo 5-

Atelier ARM 2500 en fonctionnement lors du chantier de réhabilitation de la RD 670.



© EIFFAGE

-Photo 6-

Aspect du mélange AE + émulsion biosourcée Recytaal derrière le finisseur.



© EIFFAGE

-Photo 7-

Finisseur utilisé lors de la mise en œuvre.



© EIFFAGE

Les principaux résultats indiquent que les deux mélanges formulés sont conformes aux spécifications du guide Sétra pour un retraitement de classe II, mais également de classe III. Il est à noter que le niveau de performances du mélange contenant de l'émulsion biosourcée est supérieur à la solution à base d'émulsion de bitume, notamment grâce à son pouvoir de remobilisation du bitume vieilli des AE.

EXPÉRIMENTATION DE LA RD 670

Mise en œuvre

Le chantier s'est déroulé du 2 au 6 juillet 2018 (photo 4). L'opération a consisté à retraiter environ 14 000 m² (dont 7 000 m² avec le procédé Recytaal-ARM) sur une profondeur comprise entre 8 et 11 cm visant ainsi à traiter et consolider l'interface avec la couche de GTLH.

Les opérations de rabotage, de mélange des matériaux avec les émulsions et de transfert vers le finisseur ont été effectuées de manière consécutive par l'atelier ARM 2500 (photo 5).

Compte tenu de la grande affinité des composés de l'émulsion biosourcée pour le bitume, l'indice de rupture a été spécifiquement calibré lors de l'étude de formulation pour l'opération de retraitement en place. De ce fait, le comportement du mélange à base de l'émulsion biosourcée s'est avéré particulièrement adapté et proche de celui de l'émulsion de bitume (photo 6).

La mise en œuvre proprement dite et le compactage ont été réalisés à l'aide d'un finisseur Vögele 2100-2 spécifiquement adapté à la mise en œuvre des enrobés à froid (photo 7).

Deux compacteurs différents ont été utilisés pour le compactage : le premier équipé de pneus (Corinsa CC1421), le second de type tandem oscillant Hamm HDO120 (photo 8).

-Photo 8-

Compactage des enrobés.



© EIFFAGE

L'avancement du finisseur a été ajusté sur celui de l'ARM 2500 et réglé à une vitesse de 5 m/min en moyenne. Le comportement des matériaux sous la table du finisseur s'est avéré très satisfaisant. Il n'a pas été nécessaire de procéder à des arrêts de l'atelier en raison d'une portance insuffisante de la table du finisseur, incident récurrent avec les mélanges à base d'émulsions.

In fine, les enrobés à froid mis en œuvre présentent des aspects de surface homogènes, sans défauts apparents et similaires, tant au niveau de la couleur que de l'aspect de surface et de la macrotexture (photo 9).

Contrôles

Un cadre d'expérimentation exhaustif a été mis en place par les parties prenantes, à savoir le Cerema, le CD 33 et Eiffage.

Ce suivi, établi pour une durée de 3 ans, concerne :

- le contrôle de la production des émulsions (base bitume ou biosourcée Recytal) et des enrobés (composition et performances) ;
- la qualité des enrobés à froid mis en œuvre (homogénéité, teneurs en eau et en vides, évaluation des défauts de surface et mesure de l'uni) ;
- les performances de la structure retraitée (évolution de l'adhérence : coefficient de frottement (CFL)), macrotexture, uni, déformations TUS (transversoprofilomètre à ultrasons) et FWD (Falling Weight Deflectometer), modules de rigidité, défauts visuels divers).

CONCLUSIONS

L'expérimentation Recytal-ARM, conduite en partenariat avec le Conseil départemental de la Gironde et le Cerema, a démontré la faisabilité de chantiers de retraitement et bio-régénération à partir d'émulsions alternatives biosourcées.

Les études de laboratoire, les observations in situ et le bilan environnemental tendent à montrer l'efficacité de cette solution. Cela implique cependant que l'étude de formulation amont ait intégré l'ensemble des particularités inhérentes à l'utilisation de coproduits biosourcés : disponibilité et variabilité des ressources, efficacité de la régénération du bitume vieilli...



-Photo 9-

Vue générale de l'enrobé à froid à base d'émulsion biosourcée au liant végétal Recytal après mise en œuvre.

© EIFFAGE

Le chantier réalisé fera l'objet d'un suivi durant plusieurs années. Il sera ainsi possible de comparer l'évolution des performances des enrobés en conditions réelles à celle des mélanges confectionnés en laboratoire et vieillis artificiellement².

In fine, le bilan technique et environnemental du procédé doit permettre d'envisager, à court et moyen terme, un déploiement plus large de cette technique à l'échelle nationale. ■

RÉFÉRENCES

1. Y. Lalain, J. Thomas, J.-Y. Daire, J. Rodriguez, J.-M. Rivière, C. Giorgi, « L'ARM 2500 – Une nouvelle machine de retraitement des chaussées », RGRA n° 926, mars-avril 2015.
2. F. Loup, J.-M. L'Huillier, « Recytal® : entretien des chaussées par bio-régénération », RGRA n° 945, avril-mai 2017.
3. Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.
4. Sétra, *Retraitement en place des anciennes chaussées*, « Guide technique », 2003.
5. NF EN 12697-1 « Mélanges bitumineux – Méthodes d'essai pour mélange hydrocarboné à chaud – Partie 1 : teneur en liant soluble », août 2012.
6. NF EN 1426 « Détermination de la pénétrabilité à l'aiguille – Bitumes et liants bitumineux », juin 2007.
7. NF EN 1427 « Détermination du point de ramollissement – Bitumes et liants bitumineux – Méthode Bille et Anneau », juin 2007.
8. NF EN 12697-5 « Mélanges bitumineux – Méthodes d'essai pour mélange hydrocarboné à chaud – Partie 5 : Masse volumique réelle (MVR) des matériaux bitumineux », novembre 2017.
9. NF P98-252 « Détermination du comportement au compactage des mélanges hydrocarbonés – Essai de compactage à la presse à cisaillement giratoire (PCG) », juin 1999.
10. NF P98-251-4 « Essais statiques sur mélanges hydrocarbonés – Partie 4 : essai Duriez aménagé sur mélanges hydrocarbonés à froid à l'émulsion de bitume », août 2004.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de cette expérimentation, notamment les personnels du Département de la Gironde, en premier lieu son président, Jean-Luc Gleyze, et son vice-président aux infrastructures, Alain Renard, le Cerema ainsi que tous les intervenants Eiffage (notamment Yves Gabez, responsable d'exploitation des Procédés spéciaux, le service technique régional d'Eiffage Route Sud-Ouest, ainsi que l'agence Eiffage Route du Haillan (33), en particulier le chef de secteur Alain Ducos).

GRAND PARIS EXPRESS LA VALORISATION DES DÉBLAIS

Le Grand Paris Express est le chantier européen du XXI^e siècle. Depuis le mois de juin 2016, le déploiement de ses travaux constitue un véritable défi environnemental et économique pour tous les acteurs du secteur. Consciente de l'impact des chantiers sur les territoires, la Société du Grand Paris entend promouvoir une gestion environnementale performante et accompagner les riverains. Ainsi, dans le cadre de la conduite des chantiers, la gestion des déblais est un sujet central depuis l'origine du projet. Les actions menées mobilisent l'ensemble des équipes et des acteurs de la chaîne de gestion, partenaires dans la recherche continue d'innovation.

Camion de chantier vidant les déblais dans une fosse – site de la future gare de Noisy-Champs (93).



© SGP

Le volume des déblais généré par la construction des tunnels et des gares sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris (SGP) ainsi que de l'ensemble des autres ouvrages indispensables au fonctionnement du réseau métropolitain (puits de ventilation et d'accès pour les secours, centres de maintenance des infrastructures et des matériels roulants...) est estimé à environ 45 millions de tonnes (figure 1).

À partir de 2016, conformément aux objectifs de mise en service des différentes lignes, la production est étalée sur une dizaine d'années ; à la mi 2018, environ 2 millions de tonnes de déblais ont été excavés.

Le secteur du bâtiment et des travaux publics de la région Île-de-France est chaque année à l'origine de la production d'une trentaine de millions de tonnes de déchets (terres, gravats et autres déchets du bâtiment). Les déblais des chantiers du Grand Paris Express (GPE) participeront à une augmentation moyenne d'environ

10 % à 20 % (selon les années) du volume annuel des déchets produits en Île-de-France sur la période considérée.

Les priorités retenues pour la gestion des déblais suivent le parcours des terres, depuis leur excavation jusqu'à leur destination finale.

TRAÇABILITÉ DES DÉBLAIS

Réglementairement, les déblais deviennent des déchets dès qu'ils sortent du site d'excavation. La responsabilité de la SGP est donc forte et assumée en tant que producteur de déchets. Si elle peut être perçue comme une contrainte, la traçabilité est un levier sur lequel la SGP s'appuie, comme gage de la maîtrise des déblais du projet mais aussi comme un atout prépondérant pour l'optimisation de la valorisation. En effet, la connaissance de l'origine et de la qualité des déblais sécurise les destinataires des déblais (aménageurs, industriels...) et favorise la valorisation.

AUTEUR

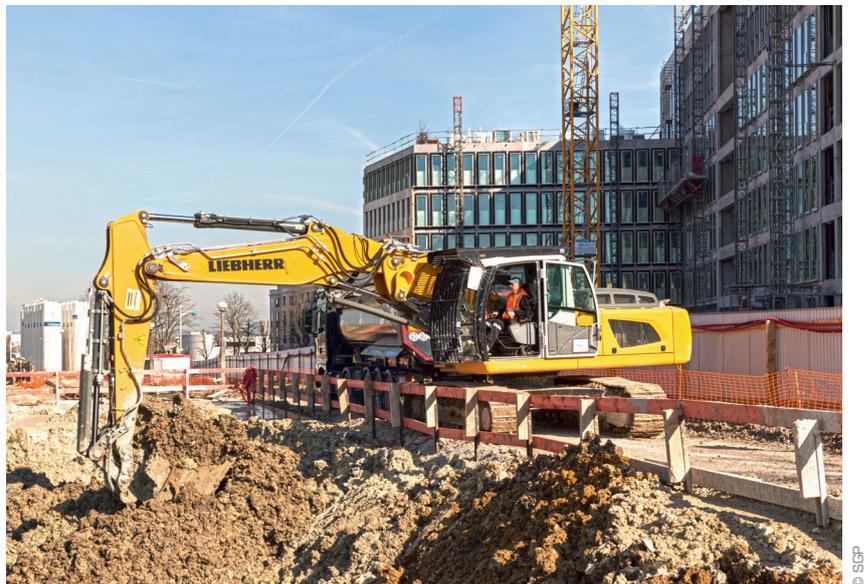
Frédéric Willemin
Directeur de l'ingénierie environnementale
Société du Grand Paris

-Figure 1-

Les 45 millions de tonnes de déblais du GPE pourraient remplir 9 000 bassins olympiques de 2 mètres de profondeur.

**-Photo 1-**

Remplissage du camion de transport avec les déblais – site de la future gare de Noisy-Champs (93).



Avant de pouvoir établir le potentiel de valorisation que présentent, ou non, les déblais excavés, il est indispensable de les caractériser correctement. Grâce aux études préalables de caractérisation des déblais menées par la SGP, il est possible d'anticiper la qualité des déblais, et notamment leur potentiel de valorisation selon le contexte géologique rencontré.

En complément de cette caractérisation anticipée, la SGP impose aux entreprises une caractérisation systématique des matériaux excavés, préalablement à l'excavation ou en cours d'excavation. Elle exige également, de la part des parties prenantes, la saisie en temps réel, sur une plate-forme internet dédiée, des informations relatives à chaque lot de déblais, entre son excavation et sa destination finale : tonnage, qualité, maille du chantier d'origine, immatriculation du véhicule de transport et exutoire final.

OPTIMISATION DE LA LOGISTIQUE DE TRANSPORT DES DÉBLAIS

L'ambition d'une optimisation de la logistique de transport des déblais (**photo 1**) et des modes de transport alternatifs à la route est portée par la volonté de limiter au mieux les nuisances autour des chantiers afin de diminuer l'impact environnemental de ce transport.

Pour ce faire, la SGP s'appuie sur la recherche d'exutoires embranchés à la voie d'eau et au fer. De plus, chaque fois que cela est possible, l'excavation de déblais par tunnelier se situe à proximité immédiate de la voie d'eau (Seine, canal Saint-Denis...).

VALORISATION OPTIMALE DES DÉBLAIS

La SGP a l'ambition de promouvoir la valorisation des matériaux et l'économie circulaire à hauteur de 70 % du volume global des déblais du GPE en application de la directive cadre européenne sur les déchets¹ et de la loi de transition énergétique². Les volumes de matériaux produits dans un laps de temps relativement court conduisent en effet la SGP à chercher à limiter l'élimination des déblais dans des installations de stockage pour préférer la réutilisation sur d'autres chantiers ou la contribution à des projets d'aménagement.

À l'échelle du projet, la valorisation est définie comme tout mode de gestion des matériaux excavés dont la destination n'est pas une filière définitive de stockage³. L'utilisation des matériaux excavés du GPE doit répondre à un besoin technique, environnemental ou, plus généralement, d'aménagement pour être considérée comme de la valorisation, dont deux catégories se distinguent :

- La valorisation dite « matière » se traduit par l'utilisation des déblais (éventuellement après traitement) en tant que matériau, dans l'industrie du BTP notamment. Un certain nombre d'utilisations potentielles ont été identifiées : sable de béton, construction en terre crue, cru de cimenterie, couche d'étanchéité ou remblais courants.
- La valorisation dite « volume » correspond au réaménagement de carrières et aux projets d'aménagement. Ils nécessitent souvent de larges volumes de terres.

Les carrières doivent être réaménagées conformément aux prescriptions réglementaires qui s'appliquent.

La SGP et le GPE

Établissement public créé par l'État, la Société du Grand Paris (SGP) a pour mission de piloter le déploiement et le financement du Grand Paris Express (GPE). Elle assure la construction des infrastructures qui composent le réseau et l'acquisition des matériels roulants qui le parcourront.

Futur métro du Grand Paris, le GPE est le plus grand projet d'infrastructure et d'aménagement d'Europe. Avec 200 km de réseau, il prévoit la création de 4 nouvelles lignes autour de Paris, le prolongement de 2 lignes existantes (lignes 11 et 14), la construction de 68 gares et l'aménagement de nouveaux quartiers autour de ces futurs pôles urbains.

Procédés innovants pour la valorisation

Divers entreprises et groupements d'entreprises ont mis en œuvre des procédés et solutions visant à optimiser la valorisation des déblais dans le cadre du GPE :

- La solution « ProVaDBat », proposée par les entreprises SECHE Eco, Argiwest et Hoffmann JB Technologies, permet de produire des ciments et des matériaux de construction à faible empreinte carbone en incorporant des déblais en quantités non négligeables dans son processus. L'enjeu est d'intégrer ces matériaux directement dans des éléments de constructions locales et non structurelles, dans un premier temps (mobilier urbain, parking, sous-couche routière...).
- La solution « Solpur », proposée par les entreprises Terbis et ETPO, consiste à récupérer, retraiter et transformer des déchets minéraux pour consolider une cavité et rendre le terrain sécurisé et constructible.
- La solution « TerraGenese », proposée par l'entreprise Valorhiz, est un procédé permettant la création de terre fertile à partir de déblais stériles et de sources de matières organiques contrôlées issues de l'économie circulaire. Le substrat créé est activé biologiquement par ajout de micro-organismes et peut être utilisé dans une démarche d'éco-conception pour tous les projets d'aménagement nécessitant un support de culture (fosse de plantation, parc urbain, grand paysage, agriculture urbaine...).

Des volumes importants de matériaux compatibles avec le fond géochimique du site sont alors nécessaires.

Des accords de partenariat ont été conclus avec les gestionnaires d'exutoires pour les associer à la démarche de la SGP d'assurer une traçabilité parfaite, de privilégier les modes de transport alternatifs à la route et de développer, en tant que de besoin, l'offre d'exutoires. Dans ce cadre, la SGP recense régulièrement les capacités disponibles dans les carrières et les installations de stockage (photo 2). La SGP s'est par ailleurs engagée dans une démarche d'échange avec les acteurs territoriaux et économiques dans le but de trouver des solutions de valorisation et d'économie circulaire. Les divers échanges entre la SGP et les collectivités dans le cadre de la mise en place du projet ont ainsi identifié différentes possibilités (parcs urbains, golfs...).

—Photo 2—
L'exutoire de Pécy (77).



La SGP est partie prenante de différentes démarches territoriales en cours de réalisation :

- l'aménagement du parc du Sempin, à Chelles (93), sous maîtrise d'ouvrage de la Safer (Société d'aménagement foncier et d'établissement rural) Île-de-France avec l'entreprise ECT comme opérateur ;
- la création d'une filière industrielle de la terre crue (projet Cycle Terre), portée par Grand Paris Aménagement et la commune de Sevran (93), ainsi qu'une dizaine de partenaires ;
- la création d'une pépinière urbaine à Nanterre (92), à travers une coopération réunissant l'association Yes We Camp et ses partenaires (TN+, ABCD Culture et BVAU), la commune de Nanterre et l'établissement public Paris La Défense.

CONCLUSION

La SGP a traduit sa démarche de gestion des déblais de manière contractuelle dans les dossiers de consultation des entreprises afin de les inciter à orienter leur stratégie vers des solutions de valorisation via :

- la définition d'un objectif chiffré de valorisation décliné par marché de génie civil ;
- l'intégration de dispositifs incitatifs pour atteindre l'objectif de valorisation défini.

Enfin, un appel à projets innovants a identifié des solutions nouvelles pour l'optimisation de la gestion des déblais.

Le schéma de gestion et de valorisation des déblais établi par la SGP, accessible sur internet⁴, témoigne de son engagement continu, fondé sur la traçabilité, l'utilisation des transports alternatifs à la route et la valorisation des déblais. ■

RÉFÉRENCES

1. Directive n° 2008/98/CE relative aux déchets, novembre 2008.
2. Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.
3. <https://www.societedugrandparis.fr/info/gestion-et-valorisation-des-d%C3%A9blais>
4. https://www.societedugrandparis.fr/sites/default/files/170202_sgp_sogeme_a3_paysage_v52.pdf

© SGP

CONSTRUCTIONS CONVENTIONNELLES VERSUS SOLUTIONS UTILISANT DES GÉOSYNTHÉTIQUES

IMPACT ENVIRONNEMENTAL COMPARÉ

Dans un contexte de prise de conscience des enjeux du développement durable, une analyse comparative du cycle de vie des solutions géosynthétiques au regard des matériaux de construction conventionnels a été commandée par l'Association européenne des producteurs de géosynthétiques. Cet article en présente les principaux résultats.

Mur de soutènement en sol renforcé par géosynthétiques.



© EAGM

Depuis plus de 40 ans, les géosynthétiques sont largement utilisés dans les travaux publics, notamment pour les infrastructures linéaires, le stockage des déchets, les murs ou talus et les ouvrages hydrauliques. Ils se sont imposés au fil des décennies comme constituants indispensables des ouvrages en se substituant à des méthodes de dimensionnement plus lourdes, en réduisant le temps de construction et en remplaçant l'utilisation de matériaux traditionnels coûteux. Aujourd'hui, les problématiques liées à l'utilisation raisonnée des ressources naturelles se sont logiquement imposées dans le domaine de la construction. En outre, la production et l'utilisation de matières plastiques dans les ouvrages est, à juste titre, mise en question.

Plusieurs acteurs du secteur se sont donc interrogés sur la véritable valeur ajoutée environnementale des solutions utilisant des géosynthétiques et leur comparaison avec les alternatives conventionnelles de construction de certains ouvrages.

Ainsi, l'Association européenne des producteurs de géosynthétiques (*European Association of Geosynthetic product Manufacturers* (EAGM)) a commandé une analyse comparative du cycle de vie des solutions géosynthétiques au regard des

matériaux de construction conventionnels dans quatre cas d'application typique :

- couche de filtration dans une infrastructure routière ou une tranchée drainante ;
- stabilisation de structure de chaussée ;
- couche drainante d'une installation de stockage de déchets ;
- mur de soutènement.

Cette analyse¹ a été réalisée selon les normes ISO 14040 et ISO 14044 régissant les analyses du cycle de vie par deux organismes reconnus pour leur expertise dans ce domaine : ETH Zurich et ESU-Services Ltd. Afin de valider l'approche scientifique, 3 experts indépendants ont conduit une revue critique de l'étude avant sa publication.

L'analyse avait pour objectif de quantifier et de comparer les performances environnementales des solutions utilisant des géosynthétiques avec celles des solutions traditionnelles considérées comme équivalentes du point de vue de leurs performances. Pour ce faire, 8 catégories d'impact environnemental ont été analysées (**voir encadré « Les critères d'impact environnemental comparés »**) pour évaluer l'ensemble du cycle de vie de la construction, de la production des matières premières à la fin de vie de l'ouvrage.

AUTEUR

Nicolas Laidié
Marketing manager
non-tissés Europe
TenCate Geosynthetics

Les critères d'impact environnemental comparés

- Demande d'énergie cumulée (DEC) : consommation d'énergie primaire, décomposée en non-renouvelable et renouvelable – La DEC définit la consommation d'énergie d'origine fossile, nucléaire et renouvelable tout au long du cycle de vie d'un bien ou d'un service. Les deux indicateurs calculés sont : la DEC non renouvelable (de sources fossile et nucléaire) et la DEC renouvelable (de sources hydraulique, solaire, éolienne, géothermique et biomasse). Ils sont tous deux exprimés en MJ-eq.
- Changement climatique : potentiel de réchauffement global (PRG) – Toutes les substances contribuant au changement climatique sont incluses dans cet indicateur. L'impact potentiel de l'émission d'un kilogramme d'un GES est comparé à celui de l'émission d'un kilogramme de CO₂, résultant en kg CO₂-eq. Dans cette étude, un horizon de 100 ans a été retenu, comme dans le protocole de Kyoto.
- Formation d'ozone photochimique (aussi dénommée brouillard d'été (summer fogs)).

- Formation de particules - Les particules sont à l'origine de problèmes de santé lorsqu'elles sont inhalées et pénètrent dans les voies respiratoires et les poumons.
- Acidification : changement de l'acidité des sols dû à des dépôts atmosphériques de sulfates, nitrates et phosphates – Les principales substances à l'origine de l'acidification sont NO_x, NH₃ et SO₂.
- Eutrophisation : enrichissement de l'environnement aquatique en nutriments.
- Utilisation des terres – Chaque type d'occupation des sols a un effet différent sur la biodiversité. Cependant, cela n'est pas pris en compte dans l'étude. L'indicateur d'occupation des sols inclut la somme totale, non pondérée, de la surface occupée.
- Consommation d'eau – Cet indicateur exprime la quantité totale d'eau utilisée (excluant l'eau utilisée pour les turbines de production hydroélectriques).

COUCHE DE FILTRATION DANS UNE INFRASTRUCTURE ROUTIÈRE OU UNE TRANCHEE DRAINANTE

Dans cette application, un géotextile remplace une couche de filtre granulaire, en construction routière ou en tranchée drainante, par exemple (photo 1). Si l'hypothèse de dimensionnement communément admise prévoit que le géotextile remplace une couche granulaire filtrante de 30 cm, l'étude a également fait varier cette épaisseur de +/-10 cm afin de valider les conclusions. Cette variation n'a pas significativement changé les résultats. D'après les 8 indicateurs considérés, l'impact environnemental de la construction d'un système de séparation et de filtration avec un géotextile est beaucoup plus faible que celui d'un filtre granulaire. Par exemple, les émissions de gaz à effet de serre (GES) sont 10 fois moindres avec le géotextile et la demande cumulée en énergie plus de 6 fois moindre. Lorsque l'on ventile l'impact environnemental selon chaque indicateur par source d'émissions, il apparaît que le transport des matériaux granulaire sur le site de construction génère la majeure contribution à l'impact total de la construction. En faisant varier l'épaisseur de la couche granulaire d'un tiers, son impact environnemental est sensiblement réduit. Néanmoins, la solution géotextile reste très favorable car elle génère des impacts plus de 5 fois moindres que la solution granulaire (figure 1).

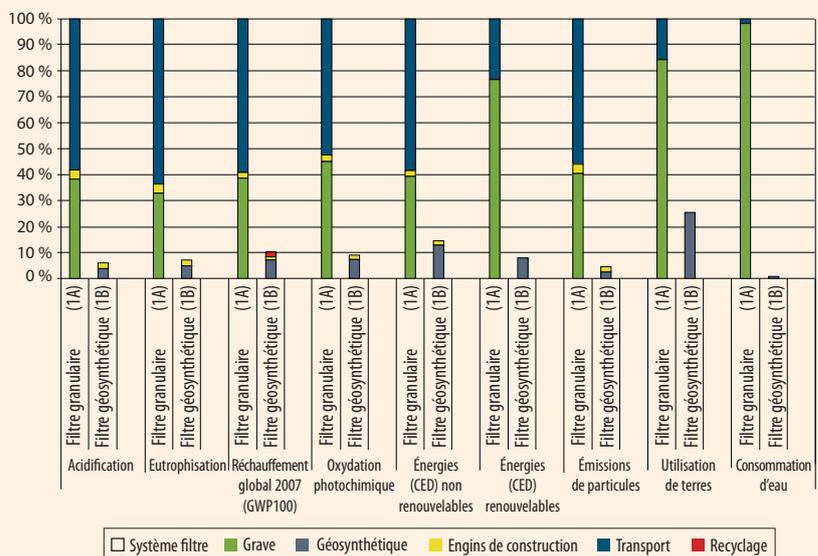
STABILISATION DE STRUCTURE DE CHAUSSÉE

Dans les ouvrages routiers, la couche d'apport doit satisfaire aux spécifications relatives au compactage et à la capacité portante. L'amélioration de certaines caractéristiques du sol peut être recherchée afin de pouvoir construire sur des sols médiocres.



-Photo 1- Tranchée drainante avec filtre géotextile.

-Figure 1- Comparaison de l'impact environnemental d'un filtre granulaire et d'un géotextile.



La solution conventionnelle consiste en l'utilisation d'une couche de sable et de gravier non sensible au gel dimensionnée pour obtenir une portance permettant la construction d'une route de classe III (3 millions de passages – 10 tonnes par essieu) sur un sol sensible au gel de classe F3.

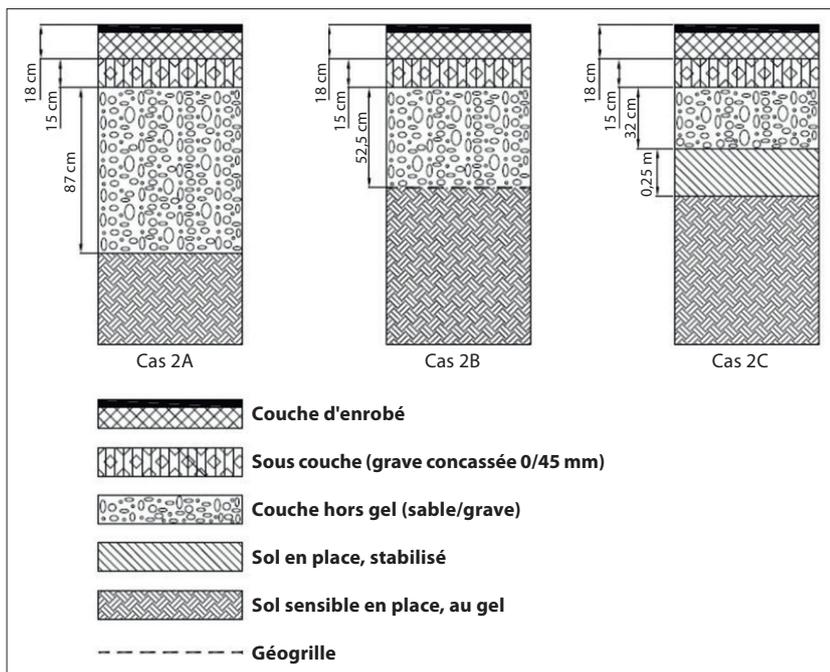
Les alternatives étudiées sont présentées en

figure 2 :

- amélioration du sol à l'aide d'un géosynthétique (géogrille, géotextile tissé ou tricoté) ;
- traitement à la chaux, au ciment ou à l'aide d'un liant hydraulique.

-Figure 2-

Sections comparées pour la stabilisation d'un sol de faible portance.



-Photo 2-

Couverture de centre de stockage avec géotextile de protection et géocomposite de drainage.



Pour tous les indicateurs étudiés, l'utilisation d'un géosynthétique conduit à une réduction de l'impact sur l'environnement de la construction. L'étude a montré que le géosynthétique doit remplacer une couche de 25 cm de matériaux granulaires pour avoir un impact environnemental moindre. La comparaison de la solution géosynthétique avec les traitements ciment/chaux est moins tranchée et dépend des indicateurs étudiés. Si les émissions de GES, qui contribuent au réchauffement climatique, ainsi que la demande d'énergie

cumulée renouvelable sont moindres dans le cas des géosynthétiques, il n'y a pas de différence significative sur les émissions de particules ou la demande d'énergie non renouvelable.

Les indicateurs d'eutrophisation, d'utilisation des terres et de consommation d'eau sont plutôt favorables aux traitements des sols.

En choisissant des géosynthétiques pour réaliser une route au lieu d'une construction conventionnelle utilisant uniquement des matériaux granulaires, l'impact vis-à-vis du changement climatique est réduit d'environ 80 tonnes équivalent CO₂ (t eq CO₂) par km linéaire. En utilisant des géosynthétiques pour sa construction plutôt qu'une solution de stabilisation à l'aide d'un mélange chaux/ciment, le même indicateur d'impact sur le changement climatique est réduit de 300 t eq CO₂ par km linéaire.

COUCHE DRAINANTE D'UNE INSTALLATION DE STOCKAGE DE DÉCHETS

Pour la couverture d'un centre d'enfouissement technique destiné au stockage de déchets, des règles européennes définissent l'épaisseur de matériau granulaire du système de drainage. Un géotextile est positionné sur la couche drainante pour éviter la pénétration des particules fines dans la couche granulaire (photo 2). Un autre géotextile est positionné sous la couche drainante afin de protéger le système d'étanchéité contre les granulats qui pourraient le poinçonner. Un géocomposite de drainage peut être utilisé en remplacement de la couche conventionnelle de matériau granulaire drainant (figure 3).

L'analyse de l'évaluation de l'impact du cycle de vie d'1 m² de cette couche de drainage bénéficie clairement à la solution géosynthétique. Pour toutes les catégories d'impact, la solution de la couche drainante géosynthétique a un effet moindre que la couche granulaire :

- La demande d'énergie cumulée non renouvelable pour la construction et la fin de vie de cet ouvrage est divisée par 2.
- Les émissions cumulées de GES sont presque 10 fois moins importantes.

Une analyse d'incertitude a validé ces résultats, qui restent nettement en faveur de la solution géosynthétique, même en faisant varier l'épaisseur de la couche granulaire.

Ces différences proviennent principalement de l'extraction et du transport du matériau granulaire sur le site de l'ouvrage. Pour tous les indicateurs, exceptée l'utilisation du sol, pour laquelle il n'y a pas de différence, les impacts de la couche granulaire conventionnelle de drainage sont plus de deux fois plus élevés que ceux d'un géosynthétique de drainage.

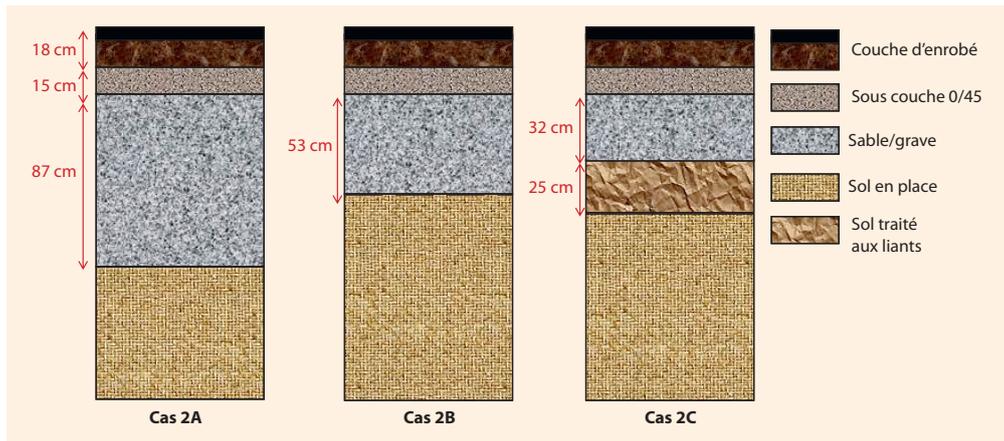


Figure 3-
Alternatives comparées dans le cadre de la couche drainante.

Ainsi, pour chaque mètre carré de couche de drainage, la solution géosynthétique réduit les émissions de GES de 7,8 kg eq CO₂ par rapport à une solution conventionnelle.

MUR DE SOUTÈNEMENT

Pour la construction de talus raidis ou de murs, des structures de soutènement sont utilisées afin de reprendre les efforts de traction et de cisaillement. Dans ce cas, la solution de murs de soutènement en béton est comparée aux talus en sol renforcés par des géosynthétiques pour un ouvrage de 3 mètres de hauteur avec une pente 5:1. Les géosynthétiques utilisés pour ce type d'ouvrage d'une durée de vie de 100 ans sont des géogrilles de différents types.

Le talus en sol renforcé par géosynthétiques génère de plus faibles impacts environnementaux que le mur de soutènement en béton pour toutes les catégories d'impact (figure 4). La demande cumulée en énergie non renouvelable de la construction et fin de vie est divisée par quatre et les émissions de GES par 6, réduisant d'environ une tonne eq CO₂ par mètre linéaire de l'ouvrage.

Les principaux impacts proviennent, dans le cas du mur en béton, de la production du béton, des aciers, du transport et du recyclage en fin de vie.

CONCLUSION

Les hypothèses de dimensionnement et d'équivalence des solutions ainsi que les données concernant l'extraction des matériaux granulaires et l'utilisation des engins de construction peuvent varier d'un pays à l'autre. Néanmoins, les résultats des comparaisons effectuées dans le cadre de cette étude ont été considérées comme significatifs et fiables par des experts du domaine.

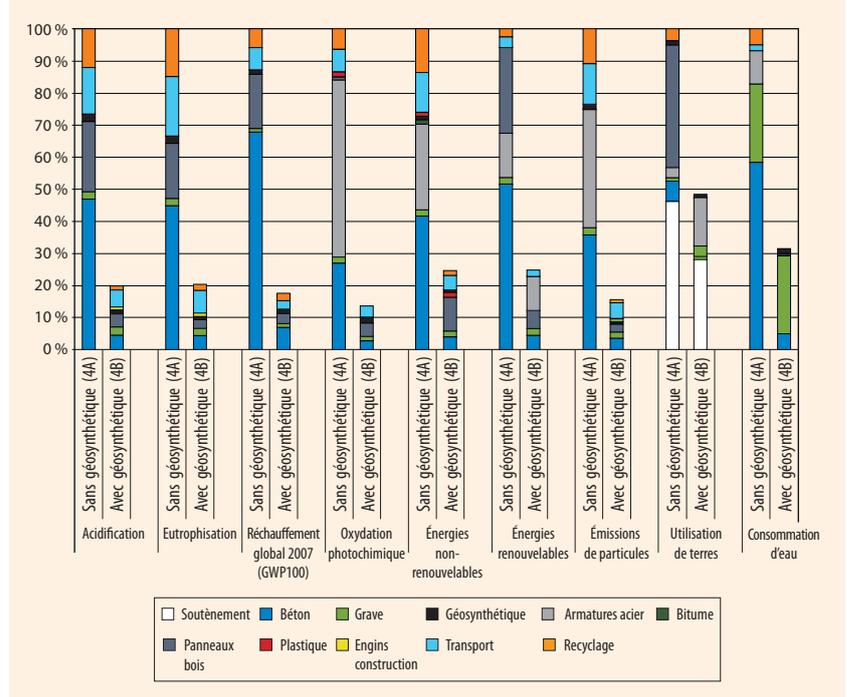


Figure 4-
Comparaison de l'impact environnemental d'un mur de soutènement béton (4A) et d'un mur renforcé par géogrille (4B)

Ils peuvent donc constituer une bonne base pour accentuer les efforts dans la prise en compte de l'impact environnemental complet des constructions lors de la comparaison des alternatives proposées. Si la principale contribution à l'impact environnemental des géosynthétiques provient des matières premières utilisées et de la consommation d'énergie nécessaire à leur fabrication et leur transport, la proportion de cette contribution dans les quatre cas étudiés reste faible. Le bilan de l'utilisation de ces produits dans la construction demeure grandement positif et incite à les utiliser plus largement.

Le choix du recours aux matériaux géosynthétiques dans le domaine de la construction ouvre des perspectives de conception qui contribuent non seulement à réduire l'impact environnemental, en particulier les émissions de GES, mais aussi à préserver des quantités importantes de ressources naturelles. ■

RÉFÉRENCES

1. M. Stucki, S. Büsler, R. Itten, R. Frischknecht and H. Wallbaum, *Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Material*. ESU-services Ltd. commissioned by European Association for Geosynthetic Manufacturers (EAGM), Uster and Zürich, Switzerland, 2011. Étude complète disponible sur www.eagm.eu

VERS UNE ROUTE RESPECTUEUSE DE L'ENVIRONNEMENT UTILISATION DE LA GRAVE-ÉMULSION EN HAUTE-GARONNE

Le réseau routier de la Haute-Garonne, l'un des plus importants en termes de longueur (6 138 km de routes départementales) et de densité de trafic poids lourd, présente une autre spécificité : le Conseil départemental privilégie depuis de très nombreuses années les techniques routières respectueuses de l'environnement, et notamment les graves-émulsion (GE).

Chantier de renforcement
GE 0/14 par demi-chaussée
réalisé en régie.



© CD 31

L'entretien quasi continu du patrimoine routier de la Haute-Garonne est indispensable pour maintenir la sécurité et éviter des réparations bien plus coûteuses. Ainsi, chaque jour, des travaux sont y réalisés : renforcement des chaussées, renouvellement des couches de surface, fauchage, débroussaillage...

Pour l'entretien de ses chaussées, le Conseil départemental de la Haute-Garonne (CD 31) privilégie, depuis de très nombreuses années, tant en entretien qu'en investissement, des techniques routières s'inscrivant dans une démarche volontaire de développement durable : utilisation de techniques à faible consommation énergétique afin de diminuer l'empreinte carbone et d'économiser les ressources naturelles (enrobés tièdes ou semi-tièdes avec réintroduction d'agrégats d'enrobés (AE) et privilégiant, dans la mesure du possible, les techniques de revêtement à froid).

Dans ce cadre, la grave-émulsion (GE) est historiquement le matériau souple le plus fréquemment utilisé, tant pour les opérations d'entretien courant que pour celles nécessaires au renforcement ou au reprofilage des chaussées du réseau routier départemental de la Haute-Garonne.

PATRIMOINE ROUTIER DU CD 31

Le département de la Haute-Garonne, avec une superficie de 6 309 km², accueille une population de près de 1,4 million d'habitants qui connaît une forte croissance démographique d'environ 15 000 habitants par an.

Au travers de ses missions de gestion, d'entretien et d'exploitation du réseau, il concourt à favoriser les déplacements sur le territoire départemental, tout en cherchant à renforcer les conditions de sécurité sur la route. À ce titre, le CD 31 gère le

AUTEUR

Erick Constensou

Responsable
Service Techniques
et Environnement de la route (STER)
Direction des Routes du Conseil
départemental de la Haute-Garonne

réseau routier départemental dont il assure la maîtrise d'ouvrage de l'ensemble des travaux d'investissement et d'entretien.

Aujourd'hui, la Haute-Garonne se place au 4^e rang des départements ayant le réseau routier le plus important (en kilomètres) à gérer : il veille sur un patrimoine d'environ 30 000 000 m² de chaussées constituant un linéaire de 6 138 km (dont 500 km situés en zone de montagne) et entretient plus de 2 000 ouvrages d'art.

Ce réseau, majoritairement constitué de chaussées souples, est donc extrêmement dense, avec des voies aux fonctions très différentes, de la desserte de villages en montagne aux différents accès de la métropole toulousaine.

Il est ainsi indispensable au CD 31 de connaître parfaitement l'état de son réseau afin de quantifier la nature des dégradations éventuelles et de procéder aux travaux d'entretien préventif pour prolonger sa durée de vie et pérenniser ce patrimoine en respectant un cadre budgétaire contraint (encadré).

QUALIFIER LE RÉSEAU ET AFFINER LA PROGRAMMATION

COMPOSITION DU PATRIMOINE

Le réseau routier de la Haute-Garonne est composé de :

- 1 500 km de réseau principal ;
- 4 638 km de réseau secondaire ;

Le réseau principal est ausculté tous les 5 à 6 ans à l'aide d'outils spécifiques « à grands rendements » (analyseur de profil en long (APL), transversoprofilomètre à ultrasons (TUS), Rugolaser...). Les données et résultats de ces différents relevés de dégradations sont ensuite exploités avec un outil d'aide à la programmation annuelle des travaux de maintenance des chaussées afin de maintenir ce patrimoine en bon état.

Quant au réseau secondaire, il a longtemps été seulement recensé par l'âge de ses couches de roulement, ainsi renouvelées entre 12 et 16 ans, en fonction du trafic supporté et de la connaissance des gestionnaires locaux.

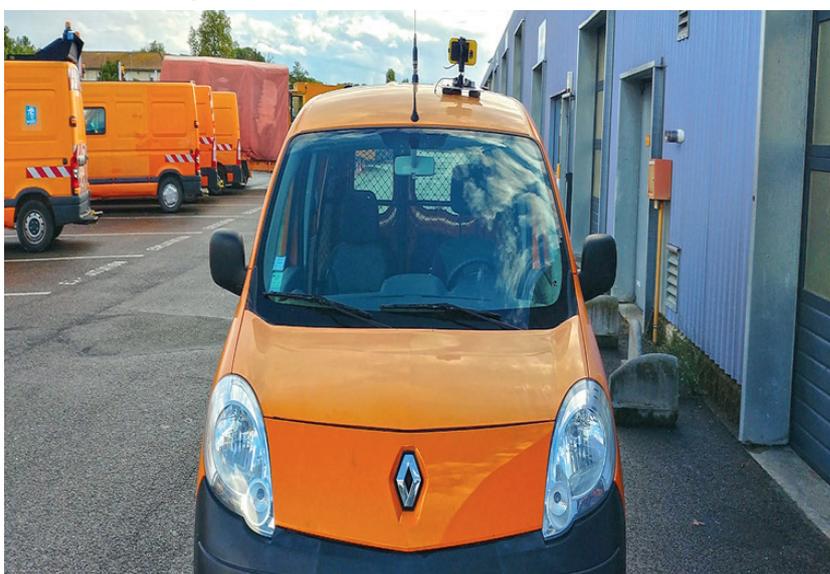
Dans un contexte budgétaire qui nécessite d'affiner les outils de programmation, les difficultés ou limites actuelles de cette connaissance quelque peu hétérogène du réseau secondaire ont conduit le service Techniques et Environnement de la route (STER) à adapter les méthodes d'acquisition des données utilisées pour son réseau principal à son réseau secondaire. Des relevés de dégradation de type M3¹ simplifiés ont donc été effectués en filmant ce réseau à l'aide d'un simple smartphone monté sur un véhicule de service piloté par un agent du parc technique départemental (photo 1).

Budget annuel alloué par le CD 31 à la voirie

- Acquisitions foncières pour voirie : 1 million d'euros
- Réalisation d'opérations d'investissement de voirie : 33 millions d'euros
- Maintenance et entretien des routes départementales : 19 millions d'euros
- Sécurité routière : 1,3 million d'euros
- Contrat de plan État-Région et programme de modernisation des itinéraires routiers (PDMI) : 2 millions d'euros
- Participation à divers autres programmes : 1,3 million d'euros
- Autres moyens : 1,5 million d'euros
- **Total budget dédié à la voirie : 59,1 millions d'euros**

-Photo 1-

Un outil simple mis en œuvre par le CD 31 pour relever les dégradations de son réseau routier : le smartphone qui équipe un véhicule de service filme les routes avec une très bonne qualité d'image.



© CD 31

Les vidéos ainsi réalisées ont ensuite été exploitées (figure 1) pour être analysées par un prestataire titulaire d'un marché spécifique, attribué après consultation des entreprises, afin de déterminer les dégradations principales des chaussées du réseau secondaire (fissurations, arrachements, pelades, présence de réparations ponctuelles...). Les résultats ont été exprimés en pourcentage de surface ou en linéaire suivant le type de dégradation, puis introduits, comme pour les données du réseau principal, dans le logiciel L²R développé Logiroad²⁻³, outil d'aide à la programmation annuelle utilisé par le STER pour définir et proposer les programmes pluriannuels de travaux.

Cette méthode représente aujourd'hui un progrès incontestable avec :

- une meilleure connaissance du patrimoine et une vision départementale homogène ;
- une approche plus fine des natures de dégradation des chaussées ;
- une anticipation des besoins d'entretien courant, qui permet de pérenniser ou prolonger la durée de vie des couches de roulement ;
- des programmations annuelles de travaux plus faciles à définir.

2017 : un prix délivré par l'Orquasi

Fin 2017, la Haute-Garonne s'est vu décerner un prix par l'Observatoire régional de la qualité de service des infrastructures (Orquasi) pour l'ensemble de ses actions liées à l'amélioration de la connaissance du réseau routier afin de faciliter et d'améliorer la programmation des travaux.

-Figure 1-
Exemple de relevé de dégradations de type M3 obtenu après exploitation des vidéos.

M3 Fichier Excel	M3 BD Logiroad
<All>	mesures.M3
route	CUMULD
CUMULD	CUMULF
Prd	route
Abd	prd
CUMULF	abd
Prf	prf
Abf	abf
DATE_RELEVÉ	DATE_RELEVÉ
M3_agrege_Gla_Ress_Localise	M3_agrege_Gla_Ress_Localise
M3_agrege_Gla_Ress_Generalise	M3_agrege_Gla_Ress_Generalise
M3_agrege_Arrach_Surface	M3_agrege_Arrach_Surface
M3_agrege_Arrach_Profond	M3_agrege_Arrach_Profond
M3_agrege_FT_Reparee	M3_agrege_FT_Reparee
M3_agrege_FT_Signif	M3_agrege_FT_Signif
M3_agrege_FT_Grave	M3_agrege_FT_Grave
M3_agrege_Autre_Fiss_Signif	M3_agrege_Autre_Fiss_Signif
M3_agrege_Autre_Fiss_Grave	M3_agrege_Autre_Fiss_Grave
M3_agrege_Fiss_Dalle_Signif	M3_agrege_Fiss_Dalle_Signif
M3_agrege_Fiss_Dalle_Grave	M3_agrege_Fiss_Dalle_Grave
M3_agrege_Repa_Bit_Petite_I	M3_agrege_Repa_Bit_Petite_I
M3_agrege_Repa_Bit_Pleine_I	M3_agrege_Repa_Bit_Pleine_I
M3_agrege_Repa_Autre_Petite_I	M3_agrege_Repa_Autre_Petite_I
M3_agrege_Repa_Autre_Pleine_I	M3_agrege_Repa_Autre_Pleine_I

© CD 31

-Photo 2-
Défichage localisé à l'aide du finisseur d'intervention rapide (FIR).



© CD 31

-Photo 3-
Reprise de rives de chaussées en GE 0/10 à l'aide du finisseur d'intervention rapide (FIR)



© CD 31

MOYENS ET BUDGET ALLOUÉS À LA MAINTENANCE ANNUELLE DES CHAUSSEES

Le budget moyen annuel alloué chaque année à la maintenance et à l'entretien des routes départementales de la Haute-Garonne s'élève à 19 millions d'euros, qui se répartissent comme suit :

- renouvellement des couches de surface : 13,5 millions d'euros (moyenne annuelle depuis 2013) ;
 - poutres de rives : 1,5 million d'euros (moyenne annuelle depuis 2013) ;
 - entretien courant (petites réparations) : environ 4 millions d'euros (moyenne annuelle depuis 2012).
- Concernant les ressources humaines consacrées à la gestion et au suivi du patrimoine routier du CD 31, l'équipe du STER est composée de deux personnes qui s'appuient sur le réseau des différents gestionnaires territoriaux (pôles routiers) localisés au plus près du terrain. Olivier Truc, expert des techniques de chaussées, est en charge d'animer ce réseau en s'appuyant notamment sur un technicien (Sébastien Bagnara) pour la mise en place et le suivi des différentes programmations de travaux.

UTILISATION DES TECHNIQUES « À FROID »

Le CD 31 privilégie, depuis plusieurs années, tant en entretien qu'en investissement, des techniques routières qui s'inscrivent dans une démarche de développement durable avec l'utilisation de techniques à faible consommation énergétique permettant une diminution de l'empreinte carbone et une économie des ressources naturelles (enrobés tièdes ou semi-tièdes avec réintroduction d'AE, et privilégiant, dans la mesure du possible, les techniques de revêtement à froid).

Ainsi, le Département est « membre fondateur » et participe, depuis son origine, à l'élaboration d'un outil d'aide à la décision : Techniques routières atténuant le changement climatique (Tracc) (voir p. 32). Ce logiciel oriente vers des techniques prenant en compte les contraintes environnementales et la préservation de la biodiversité, et en répondant non seulement au(x) problème(s) technique(s) à traiter, mais aussi au contexte local et/ou aux contraintes posées ou fixées par le maître d'ouvrage. L'utilisation de la GE, depuis près de 30 ans, pour les différentes opérations d'entretien des chaussées du CD 31 témoigne également de l'engagement de la Haute-Garonne dans cette démarche de route durable. Ce matériau fabriqué à froid présente de nombreuses qualités :

- Il s'agit d'un « mastic » riche en bitume, ce qui augmente la réparabilité du produit.
- La cohésion du mélange est obtenue grâce au frottement interne du matériau, ce qui lui assure une bonne résistance à la déformation permanente.

- La montée en cohésion de la GE étant progressive, ce matériau est bien adapté aux trafics moyens à faibles.

- L'évolution des centrales de fabrication contribue aujourd'hui à l'apparition de GE de « nouvelle génération », avec une grande finesse de l'émulsion. On se rapproche alors de l'enrobage des matériaux avec un enrobage à l'eau de la fraction sableuse.

- L'emploi actuel de matériaux calcaire 0/6 procure une maniabilité renforcée.

En revanche, afin d'obtenir les caractéristiques d'adhérence souhaitées pour garantir la sécurité des usagers, le recouvrement des GE par une couche de roulement est obligatoire.

— DOMAINES D'EMPLOI DES GRAVES-ÉMULSION

Les propriétés et caractéristiques de la GE permettent de l'utiliser dans différentes situations : déformations (photos 2 et 3), arrachements, ressuage/glaçage... (tableaux 1 à 3).

Elle peut également être employée en renforcement de structure de chaussée. Ainsi, les résultats obtenus sur la RD 633 (trafic T4) pour l'amélioration de la qualité du support (déflexion) grâce à l'apport d'une couche de GE 0/14 sur 6 à 10 cm d'épaisseur sont très satisfaisants (figure 2).

À noter

Pour les produits fabriqués à chaud, une démarche environnementale similaire a été adoptée par la Haute-Garonne depuis de nombreuses années avec la mise en œuvre d'environ 65 000 t d'enrobés comportant 10 à 30 % d'AE, 80 % du volume étant constitué d'enrobés tièdes (≤ 130 °C) :

- réduction de la consommation d'énergie : - 11 % ;
- réduction des émissions de gaz à effet de serre : - 12 % ;
- économie de ressources naturelles (granulats) : - 23 % ;
- économie de transport (t/km) : - 19 %.

—Tableau 1—

Propriétés et caractéristiques de la GE pour traiter les déformations.

Nature et causes éventuelles	Techniques d'entretien adoptées	
	Réseau principal (catégories 1 et 2)	Réseau secondaire (catégorie 3)
Flaches : • Dépression de la chaussée, souvent de forme arrondie • Problème de portance avec poinçonnement localisé	Profondeur > 3 cm • Dégradation localisée : déflachage à la GE 0/10 ou matériaux équivalent avec traitement superficiel (répandeur mixte automatique (RMA)...) à différer d'un mois au moins (entretien) (photo 2) • Dégradation généralisée : même technique de déflachage avec revêtement différé d'au moins un mois (investissement)	Profondeur > 5 cm • Dégradation localisée : déflachage à la GE 0/10 ou matériaux équivalent avec traitement superficiel (RMA...) à différer d'un mois au moins (entretien) • Dégradation généralisée : même technique de reprofilage avec revêtement différé d'au moins un mois (investissement)
Affaissement de rives (hors glissement de terrain) : • Tassement de la chaussée en rives souvent de grande longueur • Problème de portance et d'absence de butée latérale de la chaussée	• Déformation généralisée : poutres de rives (investissement) • Déformation localisée (photo 3) : reprofilage avec GE répandue à l'aide du finisseur d'intervention rapide (FIR) (entretien)	• Déformation généralisée : poutres de rives ou, éventuellement, bordures pour petits rayons des virages (investissement) • Déformation localisée : reprofilage localisé à la GE (entretien)
Orniérage à grand rayon : • Tassement de la chaussée sous le passage des roues et concernant une grande longueur du corps de chaussée • Problème de portance	Orniérage > 3 cm • Orniérage généralisé : reprofilage avec GE avant couche de roulement programmée (investissement) • Orniérage ponctuel : purges localisées, décaissement (entretien)	Orniérage > 5 cm • Orniérage généralisé : reprofilage avec GE avant enduit programmé (investissement) • Orniérage ponctuel : purges localisées, décaissement (entretien)
Orniérage à petit rayon : • Déformation apparaissant dans la piste des roues, intéressant la couche de roulement sur une assez grande longueur • Problèmes de fluage de la couche de roulement ou d'usure	Orniérage > 3 cm • Orniérage : GE avant couche de roulement programmée (investissement) • Orniérage ponctuel : purges localisées superficielles (entretien)	Orniérage > 5 cm • Orniérage généralisé : reprofilage avec GE avant enduit programmé (investissement) • Orniérage localisé : purges localisées superficielles (entretien)

—Tableau 2—

Propriétés et caractéristiques de la GE pour traiter les arrachements.

Nature et causes éventuelles	Techniques d'entretien adaptées	
	Réseau principal (catégories 1 et 2)	Réseau secondaire (catégorie 3)
Plumage : départ de gravillons à la surface de la couche de roulement	• Arrachements localisés : intervention RMA (entretien) • Arrachements généralisés : programmation couche de surface (matériaux bitumineux coulés à froid (MBCF), enduit) (investissement)	• Arrachements localisés : surveiller l'évolution ; en fonction des désordres RMA ou PATA (point à temps automatique) (entretien) • Arrachements généralisés : programmation couche de surface (MBCF, enduit) (investissement)
Pelade : arrachement de la couche de roulement par plaques jusqu'à l'interface avec support	• Arrachements localisés : intervention du RMA (entretien) • Arrachements généralisés : programmation du revêtement (MBCF, enduits) avec préparation du support et reprofilage localisé à la GE (investissement)	• Arrachements localisés : intervention du RMA (entretien) • Arrachements généralisés : programmation du revêtement (MBCF, enduits) avec préparation du support et reprofilage localisé à la GE (investissement)
Nids-de-poule : cavité à la surface de la chaussée due à des départs de matériaux (décohésion de la structure de chaussée)	• Intervention d'urgence : bouchage avec enrobés à froid ou GE 0/10 stockable ou enrobés à chaud (si possibilité)	• Intervention d'urgence : bouchage avec enrobés à froid ou GE 0/10 stockable ou enrobés à chaud (si possibilité)

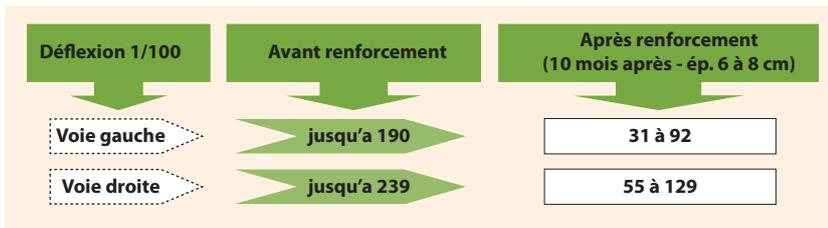
-Tableau 3-

Propriétés et caractéristiques de la GE pour traiter le ressuage/glaçage.

Nature et causes éventuelles	Techniques d'entretien adaptées	
	Réseau principal (catégories 1 et 2)	Réseau secondaire (catégorie 3)
Remontée de liant à la surface de la couche de roulement	<ul style="list-style-type: none"> • Ressuage ou glaçage localisés : hydro-régénération de la chaussée (entretien) • Ressuage ou glaçage généralisés : reprofilage à la GE (investissement) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ressuage ou glaçage localisé : surveiller l'évolution ; en fonction des désordres, hydro-régénération de la chaussée (entretien) • Ressuage ou glaçage généralisé : reprofilage à la GE (investissement)

-Figure 2-

Résultats de déflexion obtenus suite au renforcement de chaussée de la RD 633 en juillet 1999.



LE PARC TECHNIQUE DÉPARTEMENTAL : UN OUTIL DE RÉGIE

Le parc technique départemental constitue aujourd'hui l'outil de régie principal pour réaliser la quasi-totalité des travaux d'entretien du réseau secondaire ainsi que les travaux préparatoires avant couche de roulement du réseau principal.

Le service « Exploitation » du parc technique, composé d'une soixantaine d'agents, réalise ainsi chaque année en moyenne :

- 1 200 000 m² d'enduits superficiels (pour un besoin annuel de l'ordre de 1 500 000 m²...);
- diverses préparations de support avec une GE 0/10 pour déflachage de chaussée avec mise en œuvre d'environ 5 000 t à la niveleuse et d'un peu plus de 2 000 t au FIR ;
- diverses réparations ponctuelles de support (RMA).

Il convient d'ajouter à cette liste les travaux pour renforcement de chaussée en GE 0/14, soit, selon les années, de l'ordre de 15 à 20 000 t répandues au finisseur. Depuis deux ans, ces travaux sont confiés aux entreprises afin de permettre au parc technique d'assumer pleinement ses missions d'entretien courant et de maintenance annuelle du réseau routier départemental.

CONCLUSION

Depuis près de 20 ans, le Conseil départemental de la Haute-Garonne intègre la gestion de la ressource en granulats dans le cadre de ses principaux marchés de maintenance du réseau départemental.

L'utilisation plus récente de GE dites « de recyclage » élaborées avec 100 % d'AE conforte cette démarche respectueuse de l'environnement mise en œuvre par la Haute-Garonne bien avant les obligations actuelles imposées par la réglementation.

Le CD 31, qui a toujours utilisé à grande échelle les techniques à froid, dont la GE, y compris sur des trafics élevés, se voit conforté dans cette option qui permet, tout en obtenant un produit adapté à son besoin, de préserver la ressource naturelle et d'utiliser des techniques routières prenant en compte l'environnement. ■

RÉFÉRENCES

1. LCPC, *Relevé des dégradations de surface des chaussées*, Méthode d'essai n° 38-2, 1992.
2. Ph. Lepert, « Gestion technico-économique des infrastructures routières », BLP, avril-mai-juin 2006.
3. Ph. Lepert, « Vers une meilleure maîtrise des budgets d'entretien routier sans réduction des niveaux de service », RGRA n° 920, avril-mai 2014.

La route s'éclaircit pour les usagers du tunnel du Chat

Inauguré en 1932, le tunnel du Chat, qui relie la région de Chambéry – Aix-les-Bains au Bugey, a rouvert à la circulation fin 2017, après sept mois de fermeture et trois ans de travaux. Ces travaux de modernisation, d'un montant global de 57 millions d'euros, étaient indispensables puisque le tunnel ne répondait plus aux normes applicables aux ouvrages de plus de 300 m adoptées après l'incendie du tunnel du Mont-Blanc. Une galerie de sécurité a été créée parallèlement au tunnel et reliée à celui-ci par 4 rameaux de communication. Le Département de la Savoie a saisi cette occasion pour rénover d'autres équipements, et notamment la chaussée qui a été revêtue d'un enrobé clair pour augmenter la luminosité dans le tunnel et la sécurité des automobilistes.

L'équipe d'Eiffage Route applique le Mexphalte C LT de Shell.



© SHELL FRANCE

AUTEUR

Françoise Marmier
RGRA

-Photo 1-
L'éclairage LED est source d'économie.



Le nouvel enrobé qui recouvre la voie sur une longueur de 1 486 m est le fruit d'une collaboration entre Eiffage Route, membre du groupement titulaire du marché de travaux, et Shell Bitumes. En concertation avec le Centre d'études des tunnels (CETU), le conseil départemental de la Savoie a spécifié, dès l'appel d'offres, sa volonté de poser un enrobé composé d'un liant clair.

ROUTE DE COULEUR CLAIRE

Chaque automobiliste en a fait l'expérience : dès l'entrée dans un tunnel, la différence de luminosité est très forte avec l'extérieur, et spécialement quand la météo est au beau fixe. Parfois, le contraste est tel que certains automobilistes ralentissent au risque de surprendre les véhicules suivants, d'où le souhait du Département d'habiller le tunnel d'un revêtement clair pour obtenir un ouvrage plus lumineux. L'association du nouveau revêtement de la voûte, de la voie claire et du système d'éclairage LED génère de plus des économies d'énergie conséquentes sur le long terme (photo 1).

« L'enrobé classique coûtait initialement moins cher à la collectivité mais les calculs réalisés avec le CETU ont montré un retour sur investissement assez court, compte tenu des faibles coûts de fonctionnement et de maintenance de l'éclairage LED sur une chaussée claire », a commenté Jean-Paul Cart, chef du service études et travaux à la Direction des infrastructures du conseil départemental de la Savoie, en charge du projet.

ACCOMPAGNEMENT SUR-MESURE POUR EIFFAGE

Dès les prémices du chantier, Shell Bitumes s'est rendu sur place pour évaluer les éventuelles contraintes logistiques et techniques, notamment la capacité des installations d'Eiffage dans la région à recevoir les volumes de bitume nécessaires, et pour choisir le type de liant.

Le Mexphalte CLT de Shell a été proposé et validé par Eiffage pour son adéquation avec les exigences du projet ainsi que sa particularité qui autorise une application de l'enrobé à plus basse température. Le choix du liant est en effet déterminant pour le succès des chantiers routiers, puisque son grade doit correspondre au type de trafic : si la circulation de poids lourds est dense, il faut un liant de grade supérieur.

Cette première analyse a incité les équipes de Shell à recommander le liant adéquat en fonction du trafic habituel de l'axe.

Shell Bitumes a également voulu vérifier que les installations étaient aptes à recevoir et stocker le liant clair nécessaire le temps du chantier.

Fiche chantier

La compacité de l'enrobé est mesurée par un gammadensimètre après sa mise en œuvre.



© SHELL FRANCE

- Maître d'ouvrage : Conseil départemental de la Savoie
- Maître d'œuvre : groupement Systra (mandataire)/HGM/HBI
- Linéaire traité : 1 486 m
- Entreprises : groupement de construction Eiffage Génie Civil/Eiffage Route Centre Est/Clemessy/Cofely Axima
- Pour la chaussée seule : Eiffage Route Centre Est
- Enrobé mis en œuvre : Lumichrome
- Tonnage d'enrobés : 1 038 t
- Liant : Mexphalte C LT de Shell Bitumes
- Tonnage de liants : 50 t
- Durée des travaux : 2 jours pour la mise en œuvre de la chaussée claire

Cette concertation en amont des travaux entre Shell et Eiffage avait pour but de déterminer la meilleure solution au meilleur coût. En règle générale, le site d'accueil est équipé d'un bac dédié, destiné à recevoir et stocker un bitume tel que le Mexphalte C. La centrale d'Eiffage Route la plus proche n'en avait pas ; il a fallu y apporter des modifications, mais à moindre frais pour ne pas dépasser le budget du projet. Shell Bitumes a donc fourni une citerne faisant office de bac afin de faciliter le travail de son partenaire sur le chantier.

« Shell s'efforce constamment de répondre aux besoins spécifiques de ses clients. Ici, la particularité a été de mettre en place une logistique propre pour qu'Eiffage Route dispose d'une citerne à moindre coût », commente Norbert Clavel, responsable technique Liants spéciaux chez Shell Bitumes.

Eiffage Route a toutefois dû réaliser un investissement important sur le poste d'enrobés situé à Voglans à proximité de Chambéry. L'installation a ainsi été équipée d'une ligne d'injection de liant clair et d'un groupe de dosage à son seul usage. Ses équipes ont pu profiter de solutions apportées par Shell Bitumes pour un chantier relativement court mais qui

n'aurait pu être mis en œuvre sans ce soutien logistique. « La réussite de cette opération nécessitait de produire les enrobés clairs au plus près de l'ouvrage et nous ne pouvions pas faire un investissement complet. Shell Bitumes nous a fourni des moyens sur une unité qui n'était pas dédiée à la production de bitume de synthèse », précise Philippe Bouchut, chef de l'agence Grands travaux régionaux d'Eiffage Route.

La qualité de l'accompagnement de Shell Bitumes sur ce projet, ainsi que la longue et fructueuse collaboration

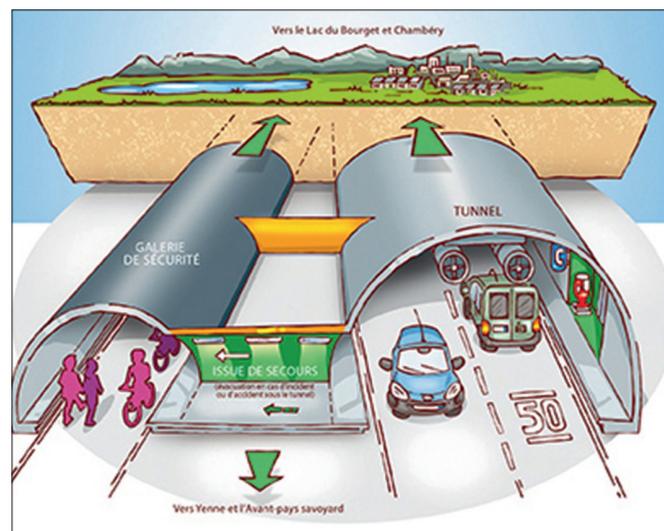
d'Eiffage Route avec le fournisseur ont été capitales dans le succès du projet. « Nous sommes aujourd'hui à la recherche d'une continuité dans notre collaboration avec Shell Bitumes pour tout autre ouvrage en bitume de synthèse clair », a conclu Philippe Bouchut.

RÉSULTATS

Le 18 novembre 2017, les automobilistes ont pu emprunter le tunnel pour la première fois. La collaboration entre Eiffage Route et Shell Bitumes a généré à une chaussée claire composée de matériaux blancs provenant des carrières de Boitron, du Mexphalte C LT et de 1 % de dioxyde de titane pour apporter la clarté ; c'est ce dioxyde qui apporte des touches de blanc sur la couleur miel du liant de base.

Au-delà des enjeux de sécurité et de confort des usagers, la mise aux normes du tunnel du Chat contribue également à renforcer l'attractivité économique et touristique de l'avant-pays savoyard. Ainsi, la galerie de sécurité sert de passage aux cyclistes et aux piétons qui souhaitent éviter l'ascension du col du Chat (700 m d'altitude), offrant de nouveaux itinéraires touristiques autour du mont du Chat (figure 1). Enfin, l'autorisation de circulation dans le tunnel a de nouveau été donnée aux camions et autocars de plus de 7,5 t, exclusivement en desserte locale.

Le Conseil départemental de la Savoie est pleinement satisfait du rendu de cet ouvrage, témoin du dynamisme du territoire et de sa capacité d'investissement. ■



© B. SPINELLI

—Figure 1—
Les travaux de modernisation du tunnel du Chat.

Caterpillar

Compacteur pneumatique CW16

Conçu pour une utilisation sur des matériaux granulaires et tous types d'enrobés bitumineux, le nouveau compacteur pneumatique (à pneus en caoutchouc) CW16 Cat® est disponible en version standard à 9 roues avec une largeur de compactage de 1 754 mm, ou en option à 11 roues avec une largeur de compactage de 2 132 mm. Le CW16 est conçu pour offrir de bonnes performances sur autoroutes et en agglomération, mais également pour la construction de nouvelles voies, les sites industriels, les tapis d'enrobés et autres chantiers de moyenne envergure.

Pneumatiques disponibles : carcasse radiale 7,5 x 15 12 plis ou carcasse diagonale 7,5 x 15 14 plis.



© CATERPILLAR

En fonction du lest utilisé, le poids en ordre de marche du CW16 varie de 5 200 kg avec la configuration de base à un poids maximal d'environ 15 000 kg pour la configuration à 9 roues. Le poids en ordre de marche peut être ajusté en fonction des exigences de la tâche. Deux moteurs sont disponibles pour le CW16 pour répondre aux exigences régionales sur les émissions et le système de propulsion hydrostatique à 2 vitesses et à commande électronique du CW16 est conçu pour fournir une bonne maniabilité sur le chantier et des vitesses allant jusqu'à 19 km/h. Le système de propulsion change automatiquement de plage de régimes et dispose d'une fonction d'avance en roue libre qui conserve le carburant. Le CW16 est conçu pour fournir une visibilité exceptionnelle au conducteur grâce à une nouvelle console et au poste de conduite rotatif standard de la machine. Un écran LCD (affichage à cristaux liquides) et des commandes à bouton-poussoir simplifient l'utilisation et garantissent un confort optimal du poste de conduite. Un toit ROPS (cadre de protection en cas de retournement) et un toit pare-soleil sont également disponibles.

L'intervalle standard de vidange de l'huile moteur, de 500 heures, réduit les temps d'entretien régulier et les coûts d'exploitation globaux. Le circuit hydraulique haute capacité et le circuit de refroidissement moteur du CW16 maintiennent les composants à des températures optimales, même en cas de températures ambiantes élevées, ce qui augmente la durée de vie des composants les plus importants, tels que les moteurs et les pompes hydrauliques.

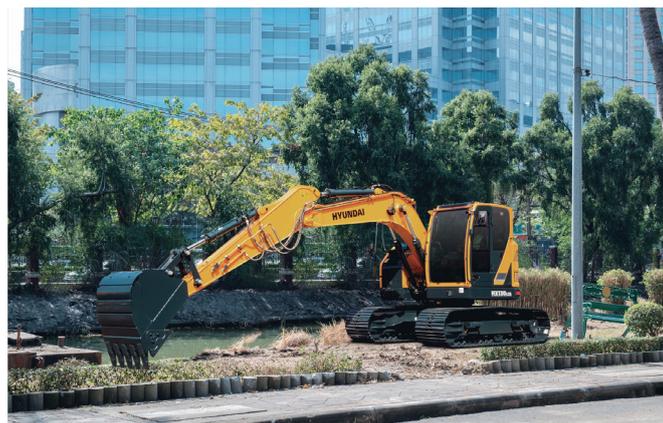
Hyundai CE

Pelle sur chenille HX130 LCR

Hyundai Construction Equipment (CE) lance la HX130 LCR, le 3^e modèle de pelle à faible encombrement de la série HX de la marque. Cette machine de 13 t est également disponible dans une 2^e configuration standard, qui inclut une lame de buteur.

La pelle HX130 LCR est dotée d'un godet standard de 1 030 mm d'une capacité de 0,59 m³ et d'un moteur diesel Perkins 854 F de 73,6 ch (55 kW) conforme à la norme Tier 4 final/Étape IIIB équipé d'un filtre à particules (FAP) fournissant une puissance et une efficacité énergétique optimales. Visible sur l'écran, le système de surveillance panoramique (AAVM) offre une vue virtuelle à 360° autour de la machine. Intégré à l'AAVM, le système de détection intelligente (IMOD) repère les objets en mouvement dans un périmètre de 5 m autour de la machine et avertit l'opérateur. Les innovations apportées à la série HX des pelles Hyundai, notamment son moteur, sa conception de refroidissement à la verticale, son embrayage électronique de ventilateur et son système hydraulique, contribuent à une amélioration du rendement énergétique global pouvant atteindre 9 % par rapport aux modèles précédents.

L'association temps de cycle plus rapides à plus de puissance offre une productivité accrue de près de 5 % à la pelle HX130 de Hyundai.



© HYUNDAI

La HX130 LCR accueille le contrôle de puissance intelligent (IPC), une optimisation de puissance assistée par ordinateur fondée sur la demande de charge, le mode Eco Breaker pour un débit de pompe réglable et une consommation de carburant plus sobre lors d'opérations avec les marteaux hydrauliques Hyundai, ainsi que de nombreux autres accessoires.

Wacker Neuson Universe 2018

Machines sans émissions

Du 16 au 21 juin 2018, les clients, concessionnaires et experts de la zone EMEA se sont réunis sur le site de production autrichien de Horsching pour échanger, découvrir les dernières machines zéro émission et tester les produits et solutions numériques, lors du Wacker Neuson Universe 2018.

Des nouveautés en avant-première.



© WACKER NEUSON

Le produit le plus récent de la gamme zéro émission est le dumper sur pneus électrique DW15e avec traction intégrale et 1,5 t de charge utile. Il est équipé de moteurs électriques, un pour la transmission et un pour le système hydraulique, afin de délivrer la puissance de manière indépendante et de minimiser la consommation d'énergie, celle-ci étant récupérée lors du freinage ou dans les descentes. Wacker Neuson a présenté pour la première fois la nouvelle chargeuse sur pneus WL95 de 9 t, qui permet le transport de matériaux lourds.

Avec la nouvelle transmission hydrostatique à variation continue eco-speed PRO, la WL95 peut rouler jusqu'à 40 km/h sans changement de rapport et possède une force de traction supérieure à celle des modèles comparables.

Le Wacker Neuson Universe 2018 a enfin été l'occasion de tester les nouveaux dumpers sur pneus dual view, qui seront disponibles dans la catégorie 6 à 10 t. Le concept de siège pivotant redéfinit le concept de sécurité sur chantier : grâce au système de rotation à 180° de l'ensemble de la console de siège et de commande, l'opérateur conserve une visibilité parfaite du sens de marche pendant le transport, le chargement et le déchargement. Avec leur articulation pendulaire et pliable, ils sont plus maniables et plus aptes à la conduite tout terrain que les camions.

Birco

Caniveaux design à Menton

Dans le cadre de la réalisation d'un parking souterrain, la ville de Menton a fait appel à l'agence d'architecture paysagère Guillermin pour diriger les travaux de l'esplanade de surface, longeant la plage des Sablottes sur près de 17 000 m². Le groupement des entreprises EMGC (Tama TP) et TP Spada, chargé de la réalisation des travaux, s'est tourné vers Birco pour obtenir des caniveaux sûrs, pratiques et au design original. Une référence de plus pour le fabricant allemand qui met en avant son offre de grilles design.

Le design New Art a contribué au choix du caniveau Bircosir 200 AS.



© BIRCO

Le caniveau Bircosir 200 AS, avec grille fonte New Art en classe D400, a été choisi pour assurer le drainage des eaux pluviales. Différentes caractéristiques techniques, qui garantissent la qualité du caniveau, ont poussé le groupement d'entreprises à choisir un béton haut de gamme, une sécurité anti-soulèvement et une classe de sollicitation D400 adaptée aux voies de circulation, rues piétonnes et aires de stationnement pour tous types de véhicules routiers.

La grille de recouvrement New Art est une grille en fonte peinte en noir par immersion d'une longueur de 1 m.

DrainColor

Kit prêt à l'emploi

Implanté à Toulouse, l'industriel Alain Oliveira propose un béton drainant écologique. Pour faciliter sa fabrication, DrainColor® est proposé en kit complet prédosé. Pour en réaliser 1 m², il suffit d'un sac de liant, de 5 sacs de granulats, d'une dose de FC Perf et d'un flacon de teinte.

La fabrication de DrainColor est simplifiée avec une formule entièrement prédosée.



© DRAINCOLOR

DrainColor est un béton drainant innovant et technique grâce à une formule qui offre un revêtement résistant et durable, antidérapant, antigélif et facile d'entretien. C'est l'alternative intelligente pour couvrir, protéger et sécuriser une surface extérieure.

En conditionnant ses granulats spécifiques en sacs de 25 kg, DrainColor gagne en autonomie. La gestion du chantier est facilitée avec un seul interlocuteur et une livraison unique est possible sur chantier.

Plus besoin de sous-traitant, ni de grosses machines, une bétonnière adaptée suffit.

La mise en place est rapide et l'eau de pluie, filtrée, rejoint directement le sous-sol, ce qui contribue à limiter la saturation du réseau d'eaux pluviales et réduit les risques d'inondation.

Le béton drainant est adapté pour réaliser tous types de surfaces (allées de jardin, terrasses, pourtours de piscines, allées piétonnes ou carrossables) et tous types de terrains, même les plus accidentés et difficiles d'accès.

Q-Bic Plus

Système d'infiltration des eaux pluviales

Précurseur en matière de gestion et d'assainissement des eaux pluviales, Wavin franchit un nouveau cap avec le système de rétention et d'infiltration dernière génération Q-Bic Plus. Modularité optimisée, rapidité de mise en œuvre multipliée par deux et accessibilité simplifiée constituent ses atouts majeurs.

Polyvalent, Q-Bic Plus s'applique :

- En rétention, pour stocker les eaux avant renvoi dans le réseau existant : le bassin aide à gérer le surplus d'eau. Il crée un volume de stockage qui peut être utilisé à des fins d'arrosage ou de réserve incendie.

- En infiltration, pour stocker les eaux avant pénétration progressive dans le sol, le système infiltrant l'eau au plus près de son lieu de collecte.

Les deux applications peuvent être combinées, selon les besoins du chantier.

Disposant d'un avis technique et d'une certification CSTB, Q-Bic Plus permet de réaliser un bassin sur-mesure, quels que soient le terrain et l'espace disponibles. Le système se décline en 4 dimensions de raccordement : 160, 200, 315 et 400 mm de diamètre. Les puits d'inspection intégrés et les raccordements directs sur les côtés offrent une adaptation totale aux contraintes de l'environnement.

Q-Bic Plus, système de rétention et d'infiltration des eaux pluviales.



© WAVIN

Les grands volumes de stockage, pouvant atteindre des milliers de m³, sont accessibles sur toutes les hauteurs et dans toutes les directions. Les ouvertures présentes sur les plaques latérales permettent de nettoyer le géotextile par hydrocurage et de préserver la capacité d'infiltration des surfaces. Pesant 14 kg pour 416 L de stockage net, Q-Bic Plus se distingue par sa légèreté, facilitant l'installation sur chantier.

ITW Spraytec

Lingettes nettoyantes Scrubs

Conçues par ITW Spraytec, les lingettes multifonctions Scrubs ont été élaborées pour le nettoyage difficile des mains, des outils ou des surfaces. L'une des particularités des lingettes Scrubs est d'être pré-imprégnées d'une solution nettoyante concentrée à base de savon naturel d'origine végétale. Les Scrubs apportent d'autres bénéfices utilisateurs :

- rapidité et efficacité de traitement pour détacher, dissoudre et absorber la saleté, les graisses, les goudrons ;

- retenue définitive de la saleté sans aucun transfert ;
- formule naturelle testée dermatologiquement.

Uniques sur le marché, et dotées d'un système exclusif breveté, leur texture double face non tissée résistante et absorbante leur procure une grande puissance de nettoyage et de désincrustation agissant rapidement pour détacher, dissoudre et absorber les résines, lubrifiants, cambouis, goudrons et asphaltes.

Totalement biodégradables, elles représentent la meilleure alternative aux solutions traditionnelles et à l'utilisation trop fréquente de chiffons imbibés de diluant qui risquent de provoquer des problèmes cutanés, notamment les dermatites industrielles.

Citylone

Télégestion de l'éclairage urbain

Citylone, filiale du groupe Arcom, concepteur et fabricant d'automatismes intelligents au service du Smart Building et de la Smart City, lance la première application smartphone innovante et gratuite pour faciliter la télégestion de l'éclairage urbain : myCitylone, disponible en téléchargement gratuit.

Conçue pour faciliter la mise en service d'une installation de télégestion de l'éclairage urbain, l'application myCitylone autopositionne en quelques clics tous les points lumineux d'une ville sur un plan et y associe des paramètres (type de contrôleur installé, puissance de la lampe...).

Le concept est simple : l'installateur se place au pied du point lumineux et se fait automatiquement géolocaliser. D'un simple scan du code barre Q-Bic Plus, les coordonnées du point lumineux sont directement placées sur le plan.

myCitylone représente une révolution pour le monde de l'installation urbaine, qui nécessite actuellement un travail manuel : les installateurs doivent détacher les codes-barres des contrôleurs un à un et les positionner sur un plan imprimé donnant les coordonnées GPS de chaque point lumineux. Avec l'application smartphone, ce geste est instantané et évite les erreurs.

Tous les produits Arcom et Citylone sont fabriqués France et bénéficient des cartes électroniques conçues par le groupe Arcom dans son nouveau centre de production à Brindas (Rhône).

Uvex 2

Chaussures de sécurité

Spécialisé dans les équipements de protection individuelle (EPI), Uvex élargit sa gamme de chaussures de sécurité avec Uvex 2. Adaptée aux professionnels évoluant en extérieur dans des environnements difficiles, cette nouvelle série relève le défi de la légèreté et du confort : absorption optimale des chocs, ergonomie parfaite et excellentes propriétés de thermorégulation.

Élue « Meilleur produit 2017 » par le jury du prix *Plus X Award*, la gamme Uvex 2 est disponible du 35 au 52 en 4 largeurs et 2 versions de tiges (cuir pleine fleur ou microfibre), avec une semelle PU/PU ou une semelle PU Vibram®.

L'utilisation de tiges en microfibre hydrophobe réduit le poids de la chaussure (certains modèles pèsent moins de 500 grammes) tout en conservant la résistance à la pénétration d'eau (pour les modèles S3) et garantissant une respirabilité plus importante qu'avec le cuir.

Cette nouvelle série bénéficie d'un excellent système d'absorption des chocs, protégeant efficacement le dos et les articulations du porteur. En effet, pour réduire de façon significative la charge sur le corps, l'énergie est absorbée dans la zone du talon jusqu'à 40 joules, soit deux fois plus que demandé dans la norme européenne.

Vibram, semelle adaptée à l'extérieur

Vibram a développé pour Uvex un profil de semelle et un mélange de caoutchouc exclusif ayant fait l'objet de tests exigeants pour garantir un haut niveau de protection et de sécurité aux utilisateurs de la gamme Uvex 2.

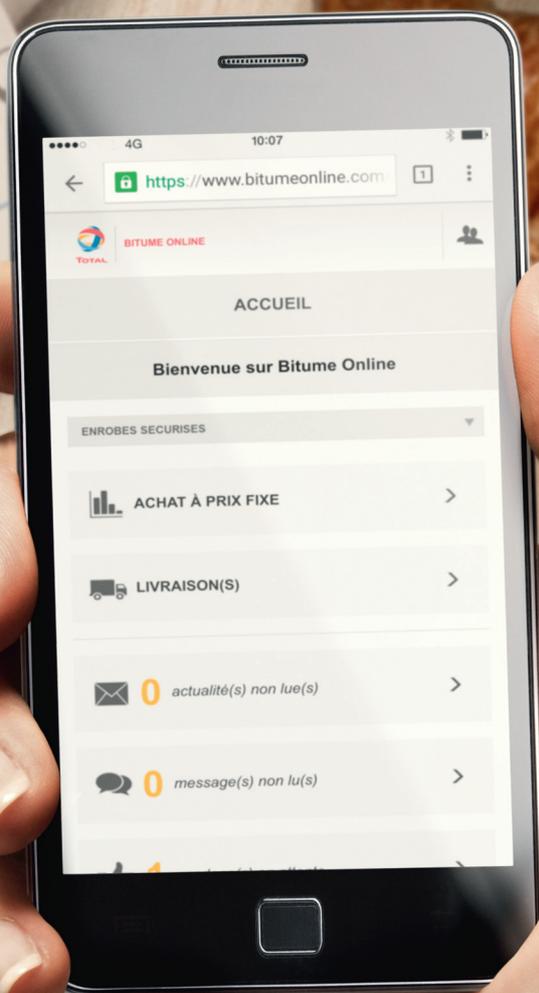
La chaussure Uvex 2 avec sa semelle Vibram.



© UVEX

Les résultats ont révélé une excellente flexibilité et une haute performance anti-glisse, même en conditions extrêmes (-20 °C). Résistantes à des températures supérieures à 300 °C, les semelles Vibram sont aussi recommandées pour des travaux sur sols chauds et humides ou lors de contact avec des substances chimiques.

BITUME ONLINE : RÉVEILLEZ LA GESTION DE VOTRE BITUME !



TOTAL

Committed to Better Energy

Bitume Online est la plateforme dédiée à l'achat et à l'approvisionnement de bitume. Sécurisée et facilement consultable depuis votre téléphone, une tablette ou un ordinateur, Bitume Online vous simplifie l'achat à prix fixe à terme, la commande, le suivi en temps réel des livraisons avec géolocalisation et bien d'autres actions liées à votre utilisation du bitume. Grâce à Bitume Online, pilotez votre exposition au risque prix bitume, administrez votre approvisionnement au quotidien et commencez votre journée avec le sourire !

total.fr/pro/bitumes/services-total-bitume

L'énergie est notre avenir, économisons la!

Committed to Better Energy = Engagé pour une énergie meilleure.