

REVÊTEMENT DES VOIES VERTES:

Déjouer les idées reçues
pour un choix écoresponsable





SOMMAIRE

Édito de Pierre Hémon, Président de l'AF3V	p. 2
Édito de Antoine Gatet Président de FNE	p. 3
Introduction	p. 5
Revêtements des voies vertes : de quoi parle-t-on ?	p. 6
Report modal : l'enrobé de très loin le favori	p. 10
Assurer le succès des voies vertes, la priorité pour protéger l'environnement	p. 12
Évaluation environnementale des revêtements	p. 14
Évaluation financière	p. 19
Intégration paysagère	p. 20
Prise en compte de la biodiversité	p. 22
Conclusion	p. 27
Les solutions Colas	p. 28
Les solutions Eiffage	p. 30

EDITO



Marcher, pédaler, rouler, circuler en poussette, en fauteuil roulant, en rollers, en trottinette, seul-e, en groupe, en famille, voilà ce que permettent nos voies vertes, voilà plutôt ce qu'elles devraient permettre. Ce qui est loin d'être toujours le cas, leur revêtement n'ayant pas partout la qualité requise. Le revêtement, voilà bien le sujet : du sable stabilisé, renforcé ou compacté aux différents bétons (enrobés, bitumineux, hydrauliques) ce ne sont pas les dénominations qui manquent. Mieux s'y reconnaître est l'un des objectifs de ce livret.

Les cyclistes comme l'ensemble des utilisateurs des voies vertes veulent confort, sécurité et accessibilité. Les aménageurs, les élus veulent du durable à des prix raisonnables. Pour l'AF3V il faut concilier toutes ces demandes : le confort d'usage, l'accessibilité pour tous les publics, le respect de l'environnement et l'adaptation au changement climatique. Elles n'ont rien d'inconciliable.

Mais pour cela il faut lever bien des incompréhensions, déjouer bien des idées reçues, des intuitions pas toujours pertinentes. C'est un autre objectif de ce livret.

Et pour lever ces incompréhensions, nous vous proposons, avec nos ami-e-s de France Nature Environnement, le résultat de nos évaluations des effets sur l'environnement, la santé, la biodiversité des différents types de revêtement, tout comme leurs effets sur la fréquentation. Sans oublier bien sûr leur indispensable évaluation financière.

Notre volonté partagée est que nos concitoyens disposent d'aménagements plus durables, plus qualitatifs et plus inclusifs. Car des voies vertes bien conçues, maillées à un réseau plus large, intégrées à des véloroutes locales, à des circuits de découverte, peuvent être un formidable levier pour valoriser un territoire, pour mettre en valeur son patrimoine touristique au sens large. Enfin un réseau cohérent et attractif de voies vertes est un outil participant de la transition écologique, participant même modestement, à l'effort collectif de lutte contre le réchauffement climatique.

Pierre Hemon

Président de l'Association française pour le développement des véloroutes et des voies vertes



EDITO



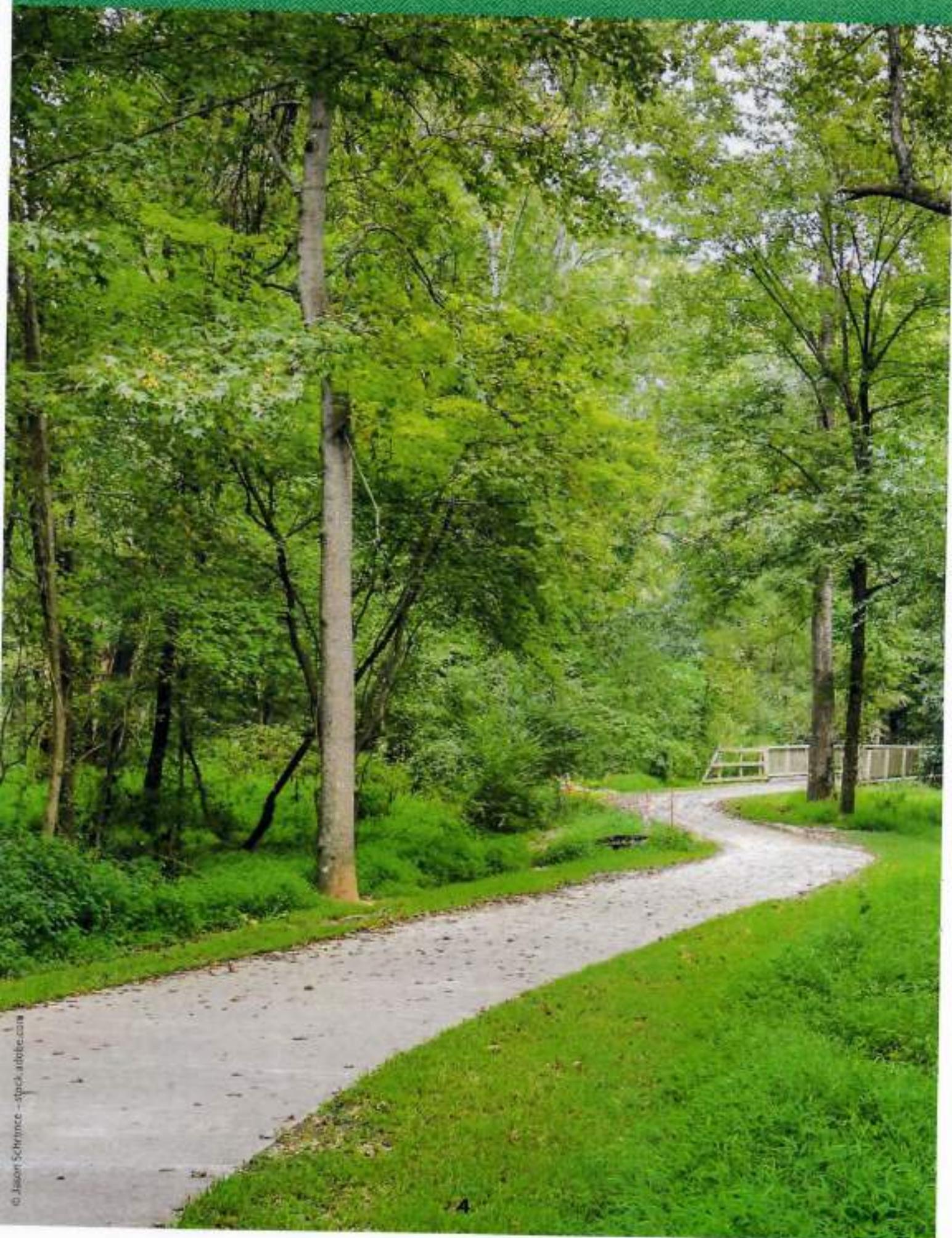
Les statistiques sont formelles: la moitié des personnes en activité prennent quotidiennement leur voiture pour un trajet domicile-travail inférieur à 2 km. Elles utilisent un véhicule d'une tonne et demie, majoritairement alimenté par un carburant fossile, pour couvrir une distance qu'un ou une cycliste parcourt tranquillement en 10 minutes et une personne à pied en une petite demi-heure. Et ce n'est pas que la santé de la planète qui est en jeu, c'est aussi la nôtre: l'absence d'activité physique et de connexion aux éléments naturels est devenue, pour toutes générations confondues, un enjeu de santé publique majeur.

Comment y remédier? La solution est connue: il faut donner davantage de place aux mobilités douces et actives. Le message commence à être entendu dans les grandes villes, mais le défi reste à relever dans les périphéries et les territoires ruraux. Les voies vertes sont indispensables pour faciliter les liaisons entre les quartiers, entre hameaux et cœurs de villages: elles ont vocation à accueillir, pour des déplacements utilitaires ou de loisirs, les cyclistes, les personnes à mobilité réduite, les piétons, les parents avec poussettes, les enfants en trottinette... Si les usages sont différents, les besoins d'une surface roulante, unie, sans déformation sont identiques. Les associations de protection de la nature et de l'environnement fédérées au sein de FNE regorgent de cyclistes, marcheurs et marcheuses, randonneurs et randonneuses, regroupés ou non en associations. Quel meilleur moyen pour admirer la faune et la flore que de s'en approcher sans le bruit d'un moteur à explosion? Les voies vertes offrent une opportunité de reconnexion pacifique entre les humains et la nature. Sachons encourager leur réalisation en pensant leur conception et leur localisation au service de la préservation du climat et de la biodiversité, tout en permettant de nous reconnecter au vivant.

Faisons des voies vertes des projets collectifs contribuant à la construction d'un monde vivable.

Antoine Gatet
Président de France Nature Environnement





INTRODUCTION

L'augmentation de la part des modes actifs dans la mobilité quotidienne représente un enjeu majeur de la transition écologique. Bien que les 9% de part modale vélo, prévus « à l'horizon 2024 » soient loin d'être atteints (4% à peine à ce jour), l'objectif fixé par le Plan Vélo et confirmé par la Stratégie nationale Bas Carbone pour 2030 est toujours de 12%. Il est donc impératif de développer en quantité et en qualité des aménagements cyclables sur tous nos territoires, en et hors agglomération.

En dépit de leur coût exorbitant pour la société, pour les usagers et pour l'environnement, les autoroutes sont plébiscitées par les automobilistes car elles constituent un réseau continu, rapide, confortable et sécurisé. Pourquoi alors le même raisonnement n'est-il pas appliqué pour les aménagements cyclables ? Offrir aux usagers des voies vertes un niveau de qualité élevé avec des itinéraires directs, continus, confortables, sécurisés, permettant des vitesses adaptées aux parcours de chacun. Vitesse moyenne soutenue pour des trajets utilitaires (domicile-travail, achats...) ou de longue distance, rythme moins élevé pour les loisirs (promenades, visites, randonnées...).

Longtemps, les revêtements dits « stabilisés » semblaient en phase avec l'image « sport nature » du vélo. Par son aspect naturel, le ruban de stabilisé s'intégrait harmonieusement dans le paysage. Il donnait l'impression de faire partie de son milieu naturel et de ne provoquer aucune nuisance. A contrario, une voie verte revêtue de bitume appelé « enrobé » renvoyait à l'univers de la route avec tous ses attributs négatifs : polluante, laide et prédatrice d'espaces naturels.

Aujourd'hui, le recul d'expérience, les études menées et la nette amélioration des produits utilisés viennent battre en brèche les idées reçues. Contrairement aux apparences le bilan écologique des voies vertes revêtues « en enrobé » est meilleur pour l'environnement que celui des voies vertes « en stabilisé ». Un revêtement de type enrobé s'avère nettement plus performant pour les usagers qu'un sable stabilisé en termes de sécurité, de confort, de durabilité. Il est indiscutablement moins impactant pour l'environnement et son intégration dans le paysage ne pose pas de problème dès lors qu'on utilise des granulats clairs, colorés ou des liants transparents.

Revêtements des voies vertes : de quoi parle-t-on ?

Le choix du revêtement des voies vertes cristallise les polémiques avec des affirmations basées sur des idées reçues. Aujourd'hui on dispose d'éco-comparateurs fiables et de retours d'expérience aux enseignements très parlants.

Les voies vertes ont la spécificité d'être majoritairement construites sur des infrastructures existantes: tronçons de voie ferrée désaffectée, chemins de halage, chemins ruraux ou forestiers... Or ce qui est le plus pénalisant et traumatisant pour les sols, pour la biodiversité et pour le paysage, c'est la création ex-nihilo d'une structure de chaussée.

Pour la construire, il faut commencer par défricher puis décaper la terre végétale, raser et tasser le sol pour créer la plateforme support. C'est sur cette « assise », que seront ensuite empilées une couche de fondation composée de granulats maintenus par une couche de base avant d'arriver enfin à la couche de surface: la fameuse couche de roulement. Toutes

Le Canigou
vu depuis
l'embouchure
de l'Agly entre
Torreilles et Le
Barcarès



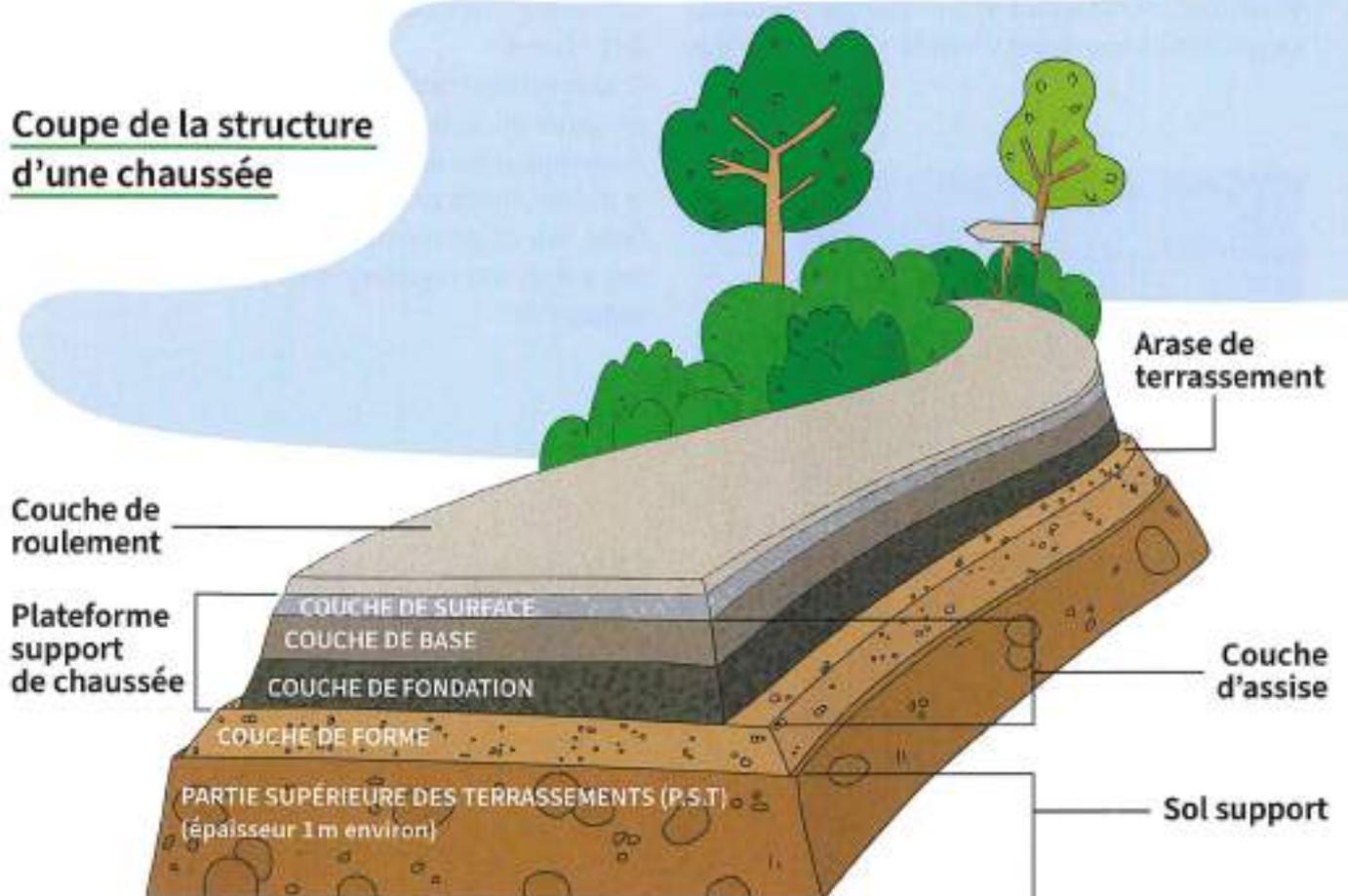
ces manipulations, avec des engins de chantier lourds et volumineux nécessitent des emprises bien plus larges que la chaussée en cours de création.

Pour développer le réseau de voies vertes, il est donc recommandé de réutiliser en priorité les nombreuses infrastructures existantes avant d'en créer de nouvelles. Puisque les fondations sont déjà là, les effets les plus

pénalisants pour la nature et le biotope sont évités. C'est pourquoi nous nous limitons à traiter dans cet ouvrage de la composition et des qualités requises pour la couche de surface de la structure de chaussée.

Il existe deux grandes familles de revêtement possibles pour un usage dédié aux modes non motorisés donc légers et non polluants: les sables stabilisés et les bétons.

Coupe de la structure d'une chaussée



LES SABLES STABILISÉS

Dans cette famille, on distingue les sables stabilisés compactés mécaniquement sans liant et les sables stabilisés renforcés par des liants.

Les premiers (sables stabilisés simplement compactés) sont à proscrire d'entrée ! Ils n'offrent pas une qualité de roulement répondant au cahier des charges des voies vertes, c'est à dire permettant une large multimodalité (fauteuil roulant, poussette, roller...). Leurs principaux inconvénients : peu perméables -du fait du tassement naturel et du compactage- et déformables, ce qui entraîne la présence de flaques importantes au fur et à mesure des orniérages provoqués par le passage fréquent de cyclistes ; pulvérulents ce qui provoque la projection de fines poussières les jours ventés et réduit l'adhésion lors des freinages ; faible résistance au développement des graines et racines, et notamment aux plantes invasives, ce qui induit une végétalisation progressive des

accotements et bords de voies rendant la partie circulaire de la chaussée de plus en plus étroite.

Le renforcement par un liant (sables stabilisés renforcés) améliore la résistance aux agressions climatiques (gel-dégel, érosion, pluies) et permet ainsi de retarder la dégradation naturelle de la couche de surface. Ce qui reste très problématique pour l'environnement, c'est la composition même du liant. Il peut être à base de sel (fort impact sur la végétation et les rivières riveraines via les eaux de ruissellement), s'apparenter à un liant hydraulique routier (mêmes constituants - donc mêmes impacts écologiques - que les ciments : broyage de clinker, pouzzolanes, cendres volantes, tous émetteurs de GES), ou encore à base de grave ciment-calcaire (mélange de ciment et chaux, deux matériaux dont la fabrication est 5 fois plus émettrice de CO₂ que celle du bitume).

En outre, les inconvénients tels que les orniérages en cas de pluie, les fissurages en cas de racines ou de germination de graines apportées par le vent, la pulvérulence des matériaux se diffusant dans l'eau, l'air et les plantes, sont certes retardés par des entretiens réguliers mais pas définitivement supprimés.



Sable stabilisé compacté



Sable stabilisé renforcé

LES BÉTONS

Le **béton bitumineux**, communément appelé « enrobé » ou « enrobé bitumineux » est le plus connu, car il recouvre l'ensemble du réseau routier. Il résulte du malaxage, dans une centrale d'enrobage, de granulats avec un liant hydrocarboné issu de la distillation du pétrole, le bitume. Sa couleur naturelle est noire, bien noire. Selon le niveau et le type de trafic attendus, la pose se fait à température plus ou moins élevée, ce qui accroît l'impact négatif de ce produit sur l'environnement. Pourtant, de manière totalement contre-intuitive, on verra plus loin que les comparaisons d'impact environnemental entre béton bitumineux et sable stabilisé renforcé sont largement favorables au premier. À part les véhicules d'entretien, les voies vertes accueillent essentiellement des véhicules très légers ou des piétons : avec des liants de synthèse ou, encore mieux, biosourcés car issus de végétaux naturels, les bétons enrobés fabriqués localement à une température abaissée, obtiennent une réduction de gaz à effet de serre très significative (jusqu'à -60%) par rapport à un bitume traditionnel. Les liants translucides mettent en valeur la couleur naturelle des granulats donc on peut obtenir un revêtement clair, à l'apparence tout aussi naturelle qu'un sol stabilisé renforcé. Visuellement, un néophyte ne peut distinguer les deux revêtements mais, en longévité et en fréquence d'entretien, la différence s'aperçoit vite pour le gestionnaire de voirie.

Attention
cette appellation désigne deux catégories complètement différentes qu'il est important de distinguer car elles regroupent des matériaux chimiquement différents.

Distinction entre bitume et goudron

Le goudron n'est plus utilisé sur les voiries depuis les années 1980. Il était issu du charbon et de la distillation à très haute température du bois ou de la houille. Un impact environnemental tout à fait autre que l'enrobé bitumineux (dérivé du pétrole). Parler de goudron ne fait plus sens car il n'est plus utilisé en France pour réaliser les chaussées.

Les bétons hydrauliques sont obtenus par le mélange des granulats à du ciment ou de la chaux et l'ajout d'eau pour permettre la prise. Ils ont les mêmes impacts CO₂ que la grave ciment-calcaire déjà citée. Leur utilisation doit être réduite à quelques cas particuliers, et encore bien difficile de définir lesquels puisqu'ils cumulent imperméabilité, pulvérulence importante, cassures nettes en cas de mouvements des sols supports...



Report modal: l'enrobé de très loin le favori

En s'adaptant à la diversité des pratiques, les voies vertes initient toutes les générations aux plaisirs des modes actifs et, par voie de conséquence, favorisent le report modal.

Si l'on veut atteindre les objectifs du Plan Vélo et donner, à chaque Français, accès à une solution de mobilité écologique, la condition sine qua non est l'adaptation des voies vertes à la diversité des pratiques. Elles doivent accueillir – dans les mêmes conditions d'attractivité, de confort et de sécurité – les vélotafeurs, les cyclo-randonneurs, les personnes à mobilité réduite, les rollers et skaters, les piétons, les parents avec poussettes, bref un panel le plus large possible de fréquentation. Cette accessibilité maximale est conditionnée par le maintien dans le temps des qualités initiales de la surface du revêtement.

En termes de qualité d'usage, l'enrobé

est le plus largement plébiscité. C'est un matériau roulant du fait d'un bon uni et d'une bonne rugosité de surface et qui ne se déforme pas au fil du temps. Sa tenue au freinage d'urgence d'un vélo est sans comparaison avec les autres revêtements au rendu moins homogène. Praticable en toutes saisons, quelles que soient les conditions climatiques, il répond aux attentes de la plupart des usagers. Seuls les cavaliers, et parfois les joggers, préfèrent des sols avec des caractéristiques mécaniques plus souples. C'est pourquoi, il est parfois conseillé, selon les usages attendus, de prévoir, le long des voies vertes, une petite bande non revêtue qui assure



année 1



année 3

également un rôle tampon ou effet lisière favorable à la biodiversité.

Les critiques émises par les usagers sur le stabilisé seulement compacté sont quasi-immédiates et unanimes. Pour le stabilisé renforcé, les mêmes critiques sont avancées mais elles ne sont pas aussi spontanées car les dégradations du revêtement sont évolutives au fil du temps. Les faits reprochés: voie verte de moins en moins praticable après de fortes pluies du fait de la rétention d'eau sous forme de flaques; diffusion de micro-poussières dans l'air respirées

par les usagers ou déposées sur la flore environnante sous l'effet du vent et de la décomposition progressive de la couche de roulement, à partir des bords extérieurs. Sans une surveillance et un entretien très régulier, le revêtement stabilisé, même renforcé, subit les outrages du temps deux fois plus rapidement que le revêtement de type enrobé. Avec les perturbations météorologiques de plus en plus fréquentes et les amplitudes extrêmes des températures, les fragilités du stabilisé ne feront qu'augmenter dans les années à venir.



Évolution d'un tronçon de la véloroute du Paris-Roubaix, Villeneuve d'Ascq entre 2007 et 2012.

année 6

Assurer le succès des voies vertes, la priorité pour protéger l'environnement

«Ce n'est pas de faire du vélo qui est le plus dangereux, c'est de ne pas en faire!» Le service rendu par les voies vertes à la société et à la nature est sans commune mesure avec les inconvénients qui président dans un premier temps à leur réalisation.

Il faut changer le regard: ne pas voir dans les projets de voies vertes une atteinte de plus à l'écologie par la réalisation d'un nouvel aménagement artificialisant et imperméabilisant mais apprécier le service rendu à la planète en réduisant l'usage des modes de déplacement motorisés. Les véhicules de plus en plus larges et de plus en plus lourds pour transporter une seule personne sur des distances généralement inférieures à 5 km et nécessitant l'artificialisation de larges espaces pour rester stationner 90% de leur temps de vie sont les véritables causes du réchauffement climatique.

Un report modal massif vers le vélo grâce à des voies «inclusives» a des conséquences directes et positives sur la qualité de l'air, les nuisances sonores, le réchauffement climatique, ce qui bénéficie à la préservation de la biodiversité. Trop souvent, le report modal vers le vélo grâce à un réseau de pistes cyclables

dédiées est regardé à travers le prisme des centres urbains. Dans des territoires moins densément peuplés, la piste cyclable peut être utilement remplacée par la voie verte pour accueillir sur un même espace l'ensemble des pratiques, à la seule condition que celles-ci soient non motorisées. Un aménagement multimodal est d'autant plus utile que les offres de services de transport public y sont peu performantes et que l'insécurité routière des usagers vulnérables vis à vis des modes motorisés y est plus élevée du fait du différentiel de vitesse.

Bien sûr, le premier réflexe doit être d'identifier les chemins ruraux ou agricoles existants peu fréquentés susceptibles d'accueillir les usagers avec un minimum de risque de conflit d'usage et d'accident avec les autres modes. Mais ils ne peuvent constituer la totalité du réseau de voies vertes. En avril 2022, l'article R411-3-2 du Code de la route a bien précisé les exceptions de circulation

pouvant être données aux véhicules motorisés sur les voies vertes: outre l'accès aux véhicules de secours et aux véhicules d'entretien des voies, l'article autorise, de manière ponctuelle et encadrée, la desserte des propriétés riveraines (parcelles forestières ou agricoles, maisons éclésiastiques...) à une vitesse inférieure à 30 km/h.

C'est donc essentiellement en milieu rural que le choix du revêtement fait débat. La méconnaissance des qualités ou défauts d'usages respectifs de chaque famille de revêtement, et la désinformation générale sur leur réel impact environnemental conduit les riverains et parfois les collectivités à faire le «mauvais choix». L'argument généralement mis en avant se résume à l'intégration naturelle du revêtement dans son environnement. Pourtant tout ce qui a l'air naturel ne l'est pas et les impacts sur l'environnement de chaque produit sont bien différents.



Évaluation environnementale des revêtements

Toute intervention humaine a un impact sur la nature et la biodiversité. Il est donc capital de choisir les matériaux et les procédures d'intervention ayant le plus faible impact en analyse de cycle de vie.

Les résultats ci-dessous sont issus des travaux du Cerema, à partir des éco-comparateurs utilisés pour la réalisation de chaussées (Ecorce2, SEVE) selon la méthode ACV (analyse du cycle de vie): les données agrègent l'extraction ou la fabrication des matières premières, leur transport, les techniques de

mise en œuvre et s'étendent à la fin de vie, recyclage compris. Les indicateurs environnementaux pris en compte sont notamment les émissions de GES, la consommation d'eau, l'écotoxicité, les risques d'acidification et d'eutrophisation des milieux environnants, etc.

CONSOMMATION DE MATIÈRES PREMIÈRES

Le plus grand reproche fait au béton bitumineux est l'usage d'un liant hydrocarboné donc issu d'une énergie fossile, le pétrole. Ses détracteurs oublient que les solutions de type stabilisé renforcé utilisent des matériaux aux caractéristiques physico-chimiques à plus fort impact pour l'environnement dans leur fabrication: gaz combustibles issus de la cuisson à très haute température du

clinker pour le ciment, etc.

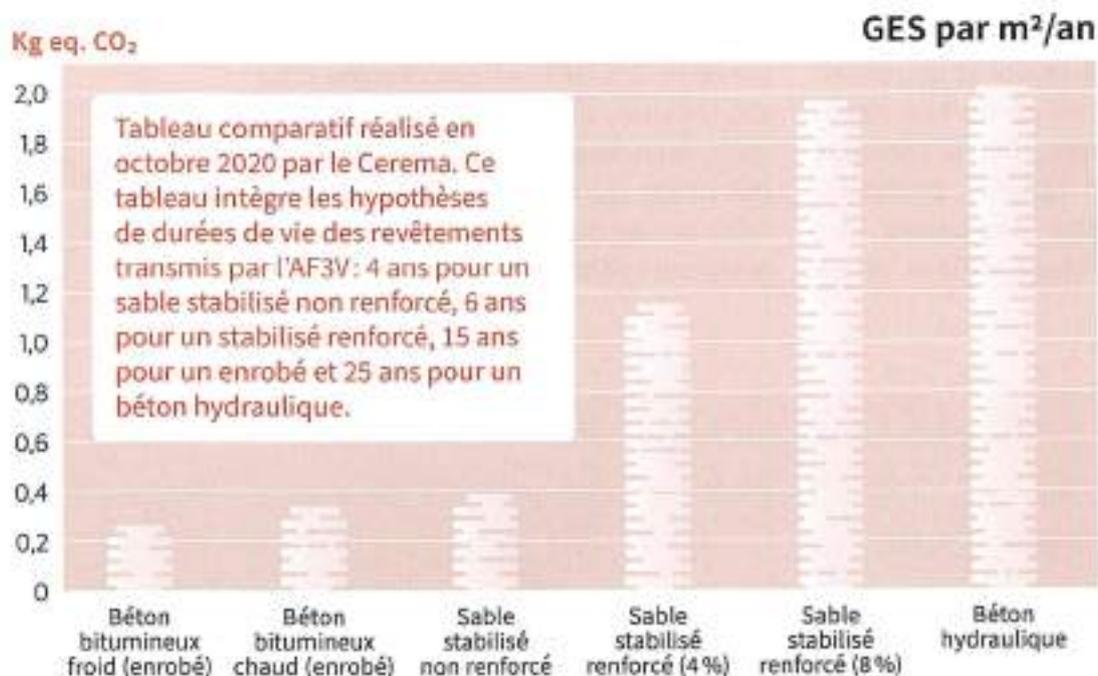
À l'inverse, le développement de l'économie circulaire avec le recyclage des agrégats d'enrobés et l'emploi d'additifs à empreinte carbone très faible, tels que les liants biosourcés, permettent aujourd'hui de limiter la consommation de ressources naturelles ou issues d'énergies fossiles pour les revêtements de type enrobés.

ÉMISSIONS DE CO₂

Les émissions de CO₂/m² des stabilisés renforcés sont supérieures à celles des bétons bitumineux (cf. fiche-action n°9 – Revêtement des aménagements cyclables – 2019 – Vélo&Territoires). Si l'on ajoute les durées de vie moyenne de chaque revêtement (supérieures pour une voie verte comparée à une voie routière normale), soit environ 4 ans pour un stabilisé simplement compacté, 6 à 8 ans pour le stabilisé renforcé, largement

plus de 15 ans pour un enrobé, et donc la nécessité de ré-intervenir plus ou moins rapidement sur ces matériaux, on arrive au schéma suivant d'émissions de CO₂/m² et par an.

Le béton bitumineux ou enrobé est 9 fois moins émissif en GES que le stabilisé renforcé. Autrement dit, le bilan carbone du béton bitumineux est 9 fois meilleur que celui du stabilisé renforcé.



Plus un sable stabilisé est renforcé par l'ajout de liant, plus son empreinte carbone rattrape celle du béton hydraulique dont la longue durée de vie (supérieure à 25 ans) compense l'importante émission de gaz à effet de serre liée à sa fabrication. Les enrobés utilisant des liants de synthèse ou biosourcés n'apparaissent pas sur le schéma car leur utilisation

est récente, même si les premiers tests remontent à une quinzaine d'années. Même si les performances indiquées par les fabricants ne sont pas encore toutes confortées par des analyses indépendantes (du Cerema par exemple), les experts s'accordent sur la nette amélioration apportée sur les émissions de CO₂.

IMPERMÉABILISATION DES SOLS

Une autre idée largement répandue dans le milieu naturaliste et chez les paysagistes est la supposée capacité des sols stabilisés à absorber l'eau de pluie. La perméabilité des revêtements stabilisés est en fait limitée du fait du compactage et, encore plus, lorsque les sols sont renforcés aux liants hydrauliques ou routiers. Au fur et à mesure, les nombreux passages d'usagers (piétinement, roulage...) renforcent l'imperméabilité et créent un orniérage favorisant la rétention d'eau.

Un revêtement de type enrobé est en général conçu pour être imperméable afin d'assurer sa pérennité et de conserver ses qualités d'uni et de bon roulement. Techniquement, si on le souhaite, il peut avoir une certaine perméabilité: celle-ci dépend simplement des choix granulométriques initiaux et de

la cohésion plus ou moins resserrée des granulats entre eux. Mais il faut bien garder à l'esprit que la prolifération des racines et la dégradation de l'uni de surface sera plus rapide.

La largeur moyenne d'une voie verte est de 3 mètres donc l'imperméabilisation du sol générée par le revêtement, quel qu'il soit, est sans commune mesure avec l'artificialisation due aux infrastructures routières nécessitant chaussée, accotements, fossés, réseau séparatif pour évacuer les eaux polluées... L'eau qui tombe sur la voie verte s'écoule du fait d'un profil en travers avec une légère pente de 5%. N'étant pas chargée d'hydrocarbures, d'huiles usagées, de particules fines issues de la décomposition des pneus ou des plaquettes de freins, cette eau ne modifie donc qu'à la marge le régime hydraulique du sol.



CONTAMINATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT

Les principaux métaux lourds et matières organiques contaminant les eaux de ruissellement sont issus du trafic automobile (sans objet pour les voies vertes) et, en quantité beaucoup plus faible, du relargage des matériaux composant la couche de roulement des chaussées.

Le revêtement de type enrobé est un matériau inerte, qui ne relargue aucun de ses composants dans la nature, y compris par temps de pluie, et donc ne pollue pas les espaces qu'il jouxte (nombreuses sources dont Bitume info n°26, septembre 2011, p. 15).

En revanche, un sol stabilisé est loin d'être inerte: que ce soit par le rejet dans la nature de poussières de sables par temps sec ou par le ruissellement des

produits (dont quelques particules de métaux lourds) issus de la décomposition de son liant, à base de ciment, par temps de pluie, les effets indésirables sont nombreux.

Le principal risque de pollution du milieu naturel par rejet de produits toxiques s'avère être la phase de réalisation des travaux. Quelques précautions simples sont à instaurer, comme recommander l'utilisation d'engins de petite taille pour éviter les tassements et écrasements des abords lors des manœuvres, veiller à l'humidification du sol pour éviter les nuages de poussières, stocker sous bâche les liquides (carburants, huiles) et les matériaux pulvérulents...

EFFET D'ALBÉDO ET ABSORPTION DE CHALEUR

L'albédo est la capacité d'une surface à réfléchir les rayons lumineux. Dans le cas d'une chaussée de couleur claire (albédo élevé: 0,20 à 0,40), l'énergie est davantage réfléchie dans l'atmosphère par rapport à une surface sombre (albédo plus faible: 0,05 à 0,15) qui, elle, absorbe la chaleur.

A priori, cet indicateur donne un avantage aux bétons hydrauliques (c'est le seul critère environnemental qui leur est favorable) ou aux sols stabilisés clairs par rapport aux bétons bitumineux sombres. La couche superficielle du stabilisé est généralement claire (granulats clairs ou de la couleur des roches environnantes

et liants clairs), ce qui implique qu'une grande part de l'énergie solaire est réfléchie, la part restante n'est pas transmise à la sous-couche en béton souterraine en raison du caractère pulvérulent du matériau. C'est ainsi qu'on explique le caractère relativement frais du stabilisé la nuit. Ce matériau n'a aucune capacité de stockage de l'énergie solaire, bien qu'il soit assez chaud en journée.

Mais si le bitume noir est remplacé par des liants translucides qui mettent en valeur la couleur claire du granulats ou si les granulats sont colorés dans la masse, on obtient alors un albédo proche des sols stabilisés.

ADAPTATION ET RÉSILIENCE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'étude de vulnérabilité au changement climatique des chaussées est devenue incontournable à cause de l'augmentation de fréquence et d'intensité des pluies diluviennes, des périodes gel-dégel, de la hausse de la température moyenne annuelle dépassant largement les 1,5 degrés initialement fixés comme limite alarmante lors de l'accord de Paris. Les revêtements subissent en

première ligne les impacts météorologiques extrêmes. Choisir un revêtement « durable », c'est s'assurer de sa longévité dans le temps pour éviter de traumatiser faune et flore locales à chaque intervention sur la voie, qu'il s'agisse d'entretien, de réparation, de régalinge pour réunifier la couche de surface, notamment en cas de développement racinaire, etc.

IMPACTS DES COMPOSANTS DES REVÊTEMENTS SUR LA SANTÉ

Selon l'INRS, institut national de sécurité et de prévention des risques professionnels, et les études épidémiologiques réalisées, le bitume ne présente pas de dangers dans des conditions normales de température et de pression atmosphérique. En revanche, lorsqu'il est chauffé à des températures égales ou supérieures à 210°C, il émet des fumées pouvant contenir des substances dangereuses (hydrocarbures aromatiques polycycliques, etc.) et irritantes pour les voies respiratoires. Aujourd'hui les enrobés tièdes, utilisés à 110/120°C, ont des niveaux de performance largement

suffisants pour un trafic dédié à des modes non motorisés et l'avantage de ne pas présenter de danger pour la santé des personnels de chantier. Plus la température baisse, plus l'impact CO₂ baisse (-30%), de même que le prix au m², ce qui n'est pas négligeable.

L'INRS attire également l'attention sur les dangers d'inhalation des poussières, qu'elles soient issues du broyage de minéraux ou de la manipulation de produits pulvérulents, et en particulier celles issues du sable et de la silice cristalline, ce qui concerne plutôt les revêtements stabilisés renforcés.

Évaluation financière

Après le côté « naturel » du revêtement, le critère qui semble prévaloir le plus souvent pour le choix des revêtements est leur coût. Mais de quel coût parle-t-on ?

La sagesse voudrait que, comme pour des projets routiers, les maîtres d'ouvrage tiennent compte non seulement du coût d'investissement initial mais aussi des coûts d'entretien induits par les caractéristiques spécifiques des revêtements pour prolonger leur durée de vie avec un haut niveau de service rendu à l'utilisateur, le tout rapporté à la durée moyenne du revêtement. Ce n'est malheureusement pas toujours le cas pour les voies vertes.

D'emblée, de nombreux spécialistes des infrastructures vous diront que le béton bitumineux est « beaucoup » plus cher au m² qu'un sable stabilisé, y compris renforcé par un liant. Et ils auront en partie raison, mais en partie seulement ! Le liant ajouté au sol compacté pour en faire un stabilisé renforcé est composé de produits à très bas coût de revient (silice, ciment, chaux...) car fabriqués en très grande quantité, pour la filière bâtiment notamment. À l'inverse, la fabrication du bitume, le traitement en

centrale d'enrobé, la technique de pose majorent le coût initial. S'agissant du remplacement du bitume par des liants de synthèse ou biosourcés, leur caractère novateur en fait des produits au coût de revient actuellement supérieur aux autres solutions.

En revanche, du fait de la bonne conservation de ses caractéristiques dans un temps long, le revêtement en enrobé, malgré un coût initial au m² plus élevé, devient vite rentable car il nécessite peu ou pas d'entretien pendant les 15 premières années de son existence. A contrario, pour les sols stabilisés, il faut anticiper la nécessité de compenser les risques avérés de déformation de la surface de roulement en renforçant dès le départ la couche de fondation. Ce qui constitue un surcoût : la pose du revêtement au m² n'est donc pas, et de loin, la seule donnée à prendre en compte. Les fréquences d'entretien et la durée de vie plus courte sont à considérer dès le départ du projet.

Intégration paysagère

De vives oppositions s'élèvent régulièrement à la création ou la rénovation de voies vertes, au motif que l'on « bétonne » la campagne. En France, l'ensemble des aménagements cyclables représentent au total seulement 0,2% des surfaces artificialisées. L'argument peut donc paraître un peu exagéré même s'il est important de veiller à la bonne insertion visuelle des voies vertes.

IMPACT DES REVÊTEMENTS DE VOIES VERTES SUR L'ARTIFICIALISATION DES SOLS

Selon la nomenclature annexée au décret du 27/11/2023 relatif à l'évaluation de l'artificialisation des sols (art. R 110-10 du code de l'urbanisme), sont reconnues comme surfaces artificialisées :

- (alinéa 2) les surfaces dont les sols sont imperméabilisés en raison d'un revêtement (artificiel, asphalté, bétonné, couvert de pavés ou de dalles);
- (alinéa 3) les surfaces partiellement ou totalement perméables dont les sols sont stabilisés et compactés ou

recouverts de matériaux minéraux, ou dont les sols sont constitués de matériaux composites (couverture hétérogène et artificielle avec un mélange de matériaux non minéraux).

Cette nomenclature précise que les infrastructures linéaires de moins de 5 m de large n'entrent pas dans le décompte. Avec une largeur moyenne de 3 m, les voies vertes sortent donc du dispositif de suivi de l'objectif de zéro artificialisation nette (ZAN) à l'horizon 2050.



INSERTION D'UNE VOIE VERTE DANS LE PAYSAGE

Le « ruban noir » type routier suscite beaucoup de réactions. Tout d'abord, il ne faut pas confondre une emprise de 3 m avec une route dont la largeur est au moins le double. La plupart du temps, les cônes de vision sur la voie verte sont limités, celle-ci s'inscrivant dans les courbes de niveau du paysage. De plus, le béton bitumineux s'éclaircit au fil du temps pour se teinter en gris souris et, nous l'avons vu précédemment,

l'aspect clair et pseudo-naturel du revêtement n'est pas du tout incompatible avec un choix de type enrobé. C'est plutôt la question du prix qui peut poser un problème. C'est pourquoi on peut différencier les tronçons de voies et, sur des secteurs à forte valeur patrimoniale ou touristique, traiter certains points de manière ponctuelle, avec des revêtements mieux adaptés à l'insertion de la voie sur le site.

*Impossible de distinguer
le type de revêtement
par la couleur*



Prise en compte de la biodiversité

Malgré toutes les précautions, un aménagement, quel qu'il soit, apporte une perturbation au milieu naturel dans lequel il s'installe et contribue inévitablement, de manière plus ou moins importante selon son emprise et son usage, à la modification de la biodiversité localement. Mais de nombreux exemples prouvent cependant la compatibilité des voies vertes avec des dispositifs de protection d'espaces naturels.



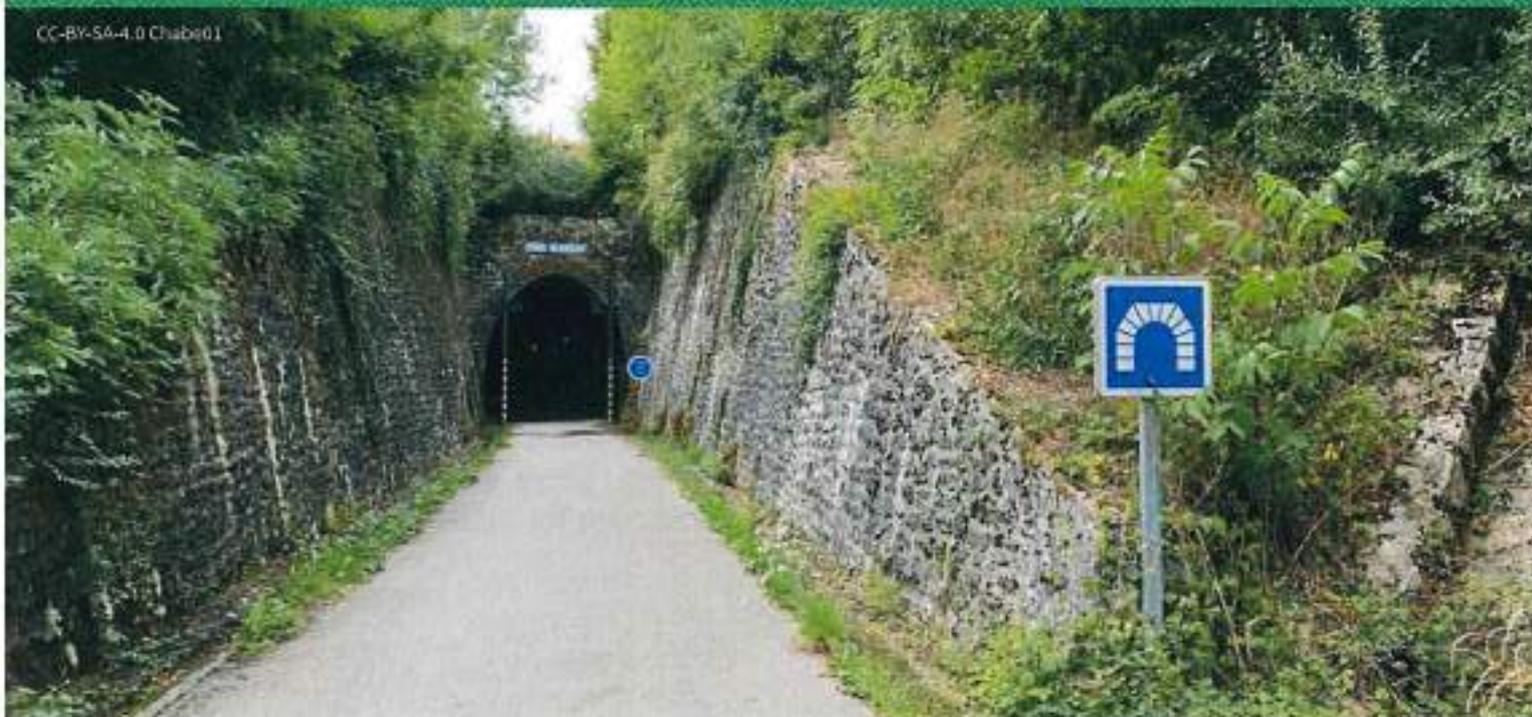
LA PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ N'EST PAS UNE QUESTION DE REVÊTEMENT

Aménager une voie verte est une action essentielle pour baisser les émissions de GES grâce au report modal. Mais cette action apporte aussi des perturbations à des espèces ou des habitats qui, parfois, peuvent être protégées ou avoir une forte valeur patrimoniale. La préservation de la biodiversité doit passer avant toute considération (loi Biodiversité de 2016). Même s'il s'agit de tronçons de route ou de voie désaffectés, ces « délaissés » ont été réinvestis au fil des ans par des espèces animales et végétales.

En ce qui concerne la biodiversité, l'enjeu ne se trouve pas dans le revêtement lui-même mais davantage dans les abords immédiats des voies vertes. En termes d'impact du revêtement sur

la biodiversité, il n'existe pas d'arguments scientifiques favorisant l'une ou l'autre des solutions. Le seul argument en faveur du stabilisé est même un peu spéculaire : attirant moins de flux car souvent inconfortable, voire dangereux ou impraticable en fonction des conditions climatiques, il devient mécaniquement moins perturbateur pour la biodiversité entourant la voie. Cet argument est à bannir absolument : concevoir un aménagement de telle manière qu'il soit sous-utilisé est totalement contraire aux trois piliers de base du développement durable, à savoir un développement économiquement efficace, écologiquement soutenable et socialement équitable.

CC-BY-SA-4.0 Chabed1



Voie Verte de
Bourgogne du
Sud, Tunnel du
Bois Clair

SÉQUENCE ERC « Éviter - Réduire - Compenser »

Les enjeux climatiques du report modal sont tels qu'il vaut mieux abandonner tous les projets de création de routes et autoroutes nouvelles pour privilégier les modes alternatifs, train, transport public, en étroite intermodalité avec les modes actifs. On ne peut donc « éviter » de rattraper le retard pris par la France en aménagements cyclables et voies vertes mais on peut en « réduire » les impacts environnementaux en faisant le bon choix de revêtement, en limitant les pollutions induites par les matériaux et aussi en évitant les éclairages nocturnes, les coupes de végétation rases, l'usage des produits phytosanitaires, les interventions en période de reproduction...

Plus précisément, pour réduire et compenser, il est souhaitable de disposer d'atlas de biodiversité du territoire traversé afin d'en connaître finement les enjeux. Quelles espèces? Protégées ou non? Pouvant être déplacées ou non? Et si la traversée d'une zone ou d'un site naturel particulier pose problème, il faut

trouver les solutions. Exemple: sur la voie verte reliant Mâcon à Cluny (Saône-et-Loire), le tunnel du Bois Clair a la particularité d'abriter des espèces protégées de chauves-souris. Chaque année, le tunnel est fermé à la circulation pendant la saison d'hibernation (d'octobre à avril).

En cycle normal d'exploitation, le risque majeur de perturbation de la biodiversité provient non pas du revêtement lui-même mais des activités liées à l'entretien de la végétation qui borde la voie verte: usage de pesticides et détergents pour le désherbage, passage d'engins d'élague, etc. La réalisation d'une charte d'entretien et de gestion différenciée des espaces latéraux est vivement recommandée pour préciser aux entreprises en charge de l'exécution les conditions et périodes d'intervention (hors nidification, reproduction, hibernation...), les produits interdits, les techniques à privilégier...

NE PAS CONFONDRE VOIE VERTE ET CORRIDOR ÉCOLOGIQUE

La voie verte favorise les déplacements non motorisés et sa fréquentation est appelée à se développer. Le corridor écologique favorise les déplacements de la faune et de la flore pour que les espèces puissent s'alimenter, se reproduire, se reposer, assurant ainsi leur

cycle de vie. La fréquentation humaine, quelle qu'elle soit, n'y est pas souhaitée. Dans le même ordre d'idées, les voies vertes ne doivent pas être intégrées aux schémas des trames vertes et bleues (et noires) qui assurent les continuités écologiques.

FAVORISER LA CONCERTATION TRÈS EN AMONT DU PROJET

En réunissant, dès les prémices du projet, les différents types d'usagers, les représentants des associations locales environnementales et le maître d'ouvrage, il est possible de définir collectivement les priorités et les points singuliers qui demanderont des

attentions particulières. Un projet ne doit pas être perçu comme un bloc: une approche fine, parfois «chirurgicale», et des arguments scientifiques étayés permettent souvent de résoudre les problèmes.



COMPATIBILITÉ DES VOIES VERTES AVEC DES DISPOSITIFS DE PROTECTION D'ESPACES NATURELS SENSIBLES

Parmi les exemples remarquables, citons la voie verte de l'île du Beurre, au sud de Lyon, dont la fréquentation a été multipliée par 10 avec la mise en place d'un revêtement en enrobé à base de liant végétal. Pourtant cette île bénéficie d'un arrêté de protection de biotope du fait de la présence d'une colonie de castors d'Europe, espèce protégée, et de la spécificité de certaines plantes. En même temps, l'île du Beurre est sur

l'itinéraire de la ViaRhôna, euro-véloroute qui relie le Léman à la mer Méditerranée. Le choix d'un enrobé ou d'un stabilisé a donc été pesé longuement. La pérennité de l'enrobé par rapport au stabilisé, son besoin d'entretien quasi-nul, et son caractère inerte (pas de rejets de produits polluants ou toxiques en cycle de vie) ont prévalu car cela évitait de perturber à plusieurs reprises les espèces et leur habitat.

Photos : Itinéraire Via
Rhona, Île du Beurre
© Eiffage





Voie verte à Savigny-sur-Orge (91)

CONCLUSION

Si le choix du revêtement a pu se poser à mesure que le réseau de voies vertes se développait sur les territoires, tout montre aujourd'hui que cette question ne doit plus en être une. Outre sa longévité et sa résistance aux températures extrêmes et à l'intensité des événements climatiques, la famille des bétons bitumineux et dérivés dits «enrobés» présente un meilleur ratio coût/bénéfice sur de nombreux aspects: pollution de l'eau, bilan carbone, durabilité, caractère non pulvérulent, report modal... Dès lors que l'on prend quelques précautions supplémentaires, par exemple la teinte du liant, d'autres impacts positifs sont induits: meilleure intégration paysagère et élévation de l'albédo.

Au moment où les mobilités sont un véritable enjeu de transition écologique, où les collectivités disent vouloir agir en faveur des mobilités actives, il est primordial de faire aujourd'hui les bons choix d'aménagement, les bons investissements pour le futur. À l'instar du réseau routier et la circulation automobile, les collectivités ont un rôle majeur à jouer pour un réseau de voies vertes continu, confortable et sécurisé et cela passe par le choix du revêtement.

LES SOLUTIONS COLAS



ENROBÉS AUX LIANTS TRANSLUCIDES

Enrobés liants de synthèse : Colclair

Colclair est une gamme de revêtements clairs ou colorés à base de Bituclair, liant translucide de synthèse, éventuellement combiné à un liant biosourcé. Les revêtements Colclair conservent préférentiellement la teinte naturelle des granulats, mais peuvent aussi être colorés dans la masse. Grâce à ses couleurs différentes, Colclair permet la mise en valeur du patrimoine urbain et la distinction des fonctions des espaces publics et de la voirie. **Les pistes cyclables, les voies bus, les espaces piétonniers peuvent être revêtus d'une couleur**

différenciante.

Pour les couleurs les plus claires, Colclair génère un abaissement de la température en surface et améliore le confort des riverains et usagers.

La gamme de revêtements Colclair se décline en quatre techniques qui s'adaptent aux spécificités de chaque ouvrage en fonction des objectifs visés, du site et de ses usages.

Les performances techniques de la gamme Colclair sont équivalentes à celles des revêtements de même famille au liant bitumineux classique.

ENROBÉ AU LIANT VÉGÉTAL

Vegecol est un enrobé clair, esthétique, présentant une empreinte carbone réduite de 70 à 90% par rapport à un enrobé clair traditionnel.

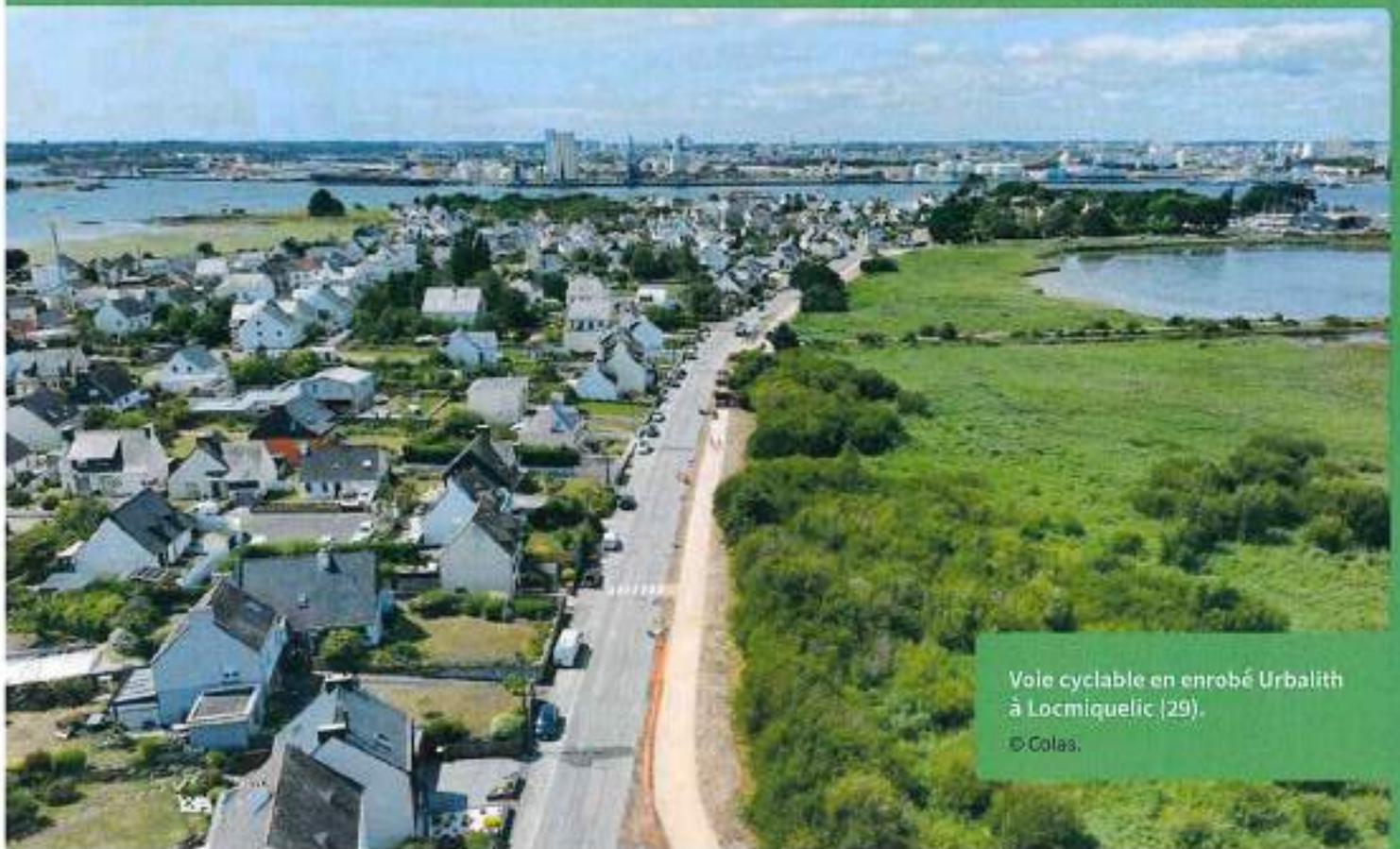
Ce gain est obtenu en utilisant un liant majoritairement biosourcé qui stocke du carbone biogénique dans ses composants d'origine végétale, et grâce à une température de fabrication abaissée.

Vegecol conserve la teinte naturelle des granulats, sans traitement de surface.

Il permet la confection de revêtements

esthétiques, principalement destinés à la réalisation de voies douces (voies piétonnes, pistes cyclables...). Vegecol est circulaire par un trafic de desserte et de véhicules légers occasionnels.

L'utilisation de granulats locaux adaptés aux besoins contribue à la parfaite intégration de Vegecol dans son environnement et à la mise en valeur du patrimoine : places, sites architecturaux, allées, zones Natura 2000...



Vale cyclable en enrobé Urbalith à Locmiquelic (29).

© Colas.

URBALITH

Enrobé à liant organo-minéral :

Urbalith est une gamme de revêtements perméables, naturels et recyclables répondant à un cahier des charges visant à réduire son impact sur l'homme et l'environnement.

Le respect de ce cahier des charges, comportant 14 critères, est vérifié périodiquement par un organisme indépendant, l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris).

Ceci permet son application en Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) et zones Natura 2000.

L'aspect naturel d'Urbalith et l'absence de joints de dilatation lui confèrent un fort caractère esthétique facilitant son intégration en sites classés ou sites architecturaux.

Issu du mélange à froid de granulats avec un liant innovant organominéral transparent, Urbalith s'inscrit dans la démarche responsable de Colas.

Comparé à une résine, Urbalith ne contient aucun COV: sans danger pour l'homme et son environnement, de la phase travaux à la fin de vie du revêtement

Urbalith lutte efficacement contre les îlots de chaleur urbains: albédo de 0,3 à 0,5 (selon la nature des granulats)

Ce revêtement est particulièrement adapté aux modes doux de circulation.

Sa perméabilité est marquée et adaptable selon les besoins (3 à 5 cm/s).

Empreinte carbone diminuée d'au moins 50% par rapport à une solution de référence en béton désactivé (considérant la fabrication et la mise en œuvre).

LES SOLUTIONS EIFFAGE

Eiffage propose des revêtements perméables pour un aménagement plus neutre pour l'environnement. Les revêtements perméables possèdent des caractéristiques intéressantes sous différents angles. Ils permettent de désimperméabiliser les sols, de réduire les risques d'inondation, de résister aux épisodes caniculaires, de mieux gérer les eaux de ruissellement, d'améliorer la sécurité des voies et de renaturer les espaces extérieurs.

BIOKLAIR®

Bioklair® est le revêtement naturel d'Eiffage Route qui permet de mettre en valeur les paysages grâce à la couleur de ses granulats. Il permet ainsi de réaliser de manière écologique tous les aménagements urbains et voies dédiées à la mobilité douce.

Les plus de Bioklair®

- Réduit l'impact carbone grâce à ses composants d'origine végétale
- Lutte contre les îlots de chaleur grâce à sa clarté et sa perméabilité
- Idéal pour cheminements piétons ou cyclables
- Convient aux aménagements à doter d'un aspect naturel valorisant

Pourquoi choisir Bioklair®

Être capable de proposer un revêtement à la fois écologique et esthétique, dédié à l'aménagement du cadre de vie. C'est précisément cet objectif qui a poussé

les chercheurs d'Eiffage à développer Bioklair®. À ses premières heures, la couleur caramel de son liant végétal l'emporte. Puis au fil du temps, la teinte du revêtement se mue peu à peu pour adopter la couleur du granulat qui le compose. Les voies dédiées aux mobilités douces ou espaces publics peuvent ainsi revêtir un aspect naturel en fonction du choix de l'aménageur. Il est possible par exemple d'obtenir un rendu très clair en utilisant des roches calcaires ou encore une teinte rouge orangée, en utilisant des cailloux tirant vers la couleur ocre.

La corniche à Marseille. Enrobé Bioklair. © Eiffage



BIOPHALT®

Aujourd'hui, la recherche de performances mécaniques des revêtements va de pair avec la maîtrise des impacts environnementaux. Cette combinaison gagnante est obtenue avec le revêtement végétal Biophalt®, mis au point par Eiffage Route. Il remplira sa fonction pour tous les usages depuis la chaussée faiblement circulée jusqu'aux cas de trafics les plus lourds.

Les « plus » de Biophalt®

- Un liant végétal, labellisé Produit biosourcé¹, qui en fait un véritable piège à carbone.
- Un fort taux de recyclage (minimum 30%).
- Une température de fabrication abaissée, pour une économie d'énergie.
- Un enrobé adapté à tous types de trafic, y compris les plus lourds (autoroutiers).
- Ses leviers pour réduire les émissions de CO₂
- Utiliser des matières renouvelables (végétales ou biosourcées), plutôt qu'employer des ressources fossiles.

Eiffage route intègre la dimension environnementale en parallèle de l'approche purement technique pour la mise au point de ses produits. L'enjeu est de proposer des solutions moins impactantes en activant deux principaux leviers qui sont les économies d'énergie et le moindre recours à des matériaux non renouvelables comme les granulats et le bitume. La valorisation des substituts issus de la chimie végétale est à ce titre un levier particulièrement efficace. Le pari de la R&D d'Eiffage Route a été de mettre au point un enrobé végétal présentant des propriétés mécaniques équivalentes voire supérieures à celles

d'un enrobé bitumineux classique.

Partant de coproduits valorisés en bout de chaîne de l'industrie papetière, les chercheurs ont mis au point l'enrobé Biophalt. Son liant d'origine végétale, modifié aux polymères, lui permet d'affronter les plus trafics les plus lourds et, a fortiori, les trafics liés aux mobilités actives. Il présente aussi une propriété unique de régénération des anciens bitumes qui permet de valoriser de forts taux de recyclage.

Il présente une très bonne résistance aux variations thermiques tant par fortes chaleurs (risque d'ornièrage), que par grand froid (risque de fissuration).

Les enrobés Biophalt® diminuent considérablement l'impact environnemental des chantiers.

Tout d'abord grâce au caractère végétal de son liant, qui est une alternative aux bitumes d'origine pétrolière. Ce liant valorise un résidu qui, jusqu'ici, était utilisé principalement comme combustible, émettant au passage du CO₂.

Grâce à son fort taux d'agrégats d'enrobés recyclés, Biophalt® réduit également l'emploi de granulats neufs issus de carrières (ressources naturelles non renouvelables).

1 Label « produit biosourcé » N° FR/15/07/20/91 délivré par Karibati

Nous adressons nos remerciements à :

Régis Guillet pour la rédaction.

Geneviève Laferrère, Pierre Hémon et Sophie Verdellet
pour la coordination du guide et leurs nombreux apports.

Christelle Cubaud, Julien Dubois, Jean-Guy Gayet, Marc Linsig, Pierre Toulouse pour leur relecture attentive.

Et à nos partenaires, **Julien Bourcerie** pour le groupe Colas et **Elie Spiroux** pour le groupe Eiffage.

Rédaction : AF3V, Association française pour le développement des véloroutes et des voies vertes et FNE, France Nature environnement

Couverture : d'après une photo de Guillaume Robert-Famy

Maquette : Les Poulets Bicyclettes

Imprimé par Exaprint à Montpellier

Mai 2024



