RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Conférences Techniques
TERRITORIALES
Cerema

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

DÉCARBONATION DES TRAVAUX ROUTIERS



24 septembre 2026 – Université Gustave Eiffel (Bouguenais)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Conférences Techniques TERRITORIALES
Cerema

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

OUVERTURE DE LA JOURNÉE

Samuel Meunier - Directeur Territorial Ouest, Cerema

MATINÉE « SOLUTIONS DE GESTION »

- **ADAPTER LA POLITIQUE PUBLIQUE D'ENTRETIEN D'UN RÉSEAU ROUTIER DÉPARTEMENTAL POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET AMÉLIORER LES NIVEAUX DE SERVICE : UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION POUR LE GESTIONNAIRE**
  Julien Bonal, Cerema – Pierre Pouget, Conseil Départemental de Loire-Atlantique
- **ADAPTER LE PARC DE MATÉRIELS ET DÉFINIR UNE STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE DES ENTREPRISES DE TP**
  Laurent Celerier, Routes de France
- **EXEMPLE DE CHANTIER AVEC UNE DÉMARCHE D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE**
  Damien Saunier, Enedis – Nicolas Buchart, Cerema
- **ATELIER**



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

MATINÉE « SOLUTIONS DE GESTION »

- **ADAPTER LA POLITIQUE PUBLIQUE D'ENTRETIEN D'UN RÉSEAU ROUTIER DÉPARTEMENTAL POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET AMÉLIORER LES NIVEAUX DE SERVICE : UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION POUR LE GESTIONNAIRE**

  Julien Bonal, Cerema – Pierre Pouget, Conseil Départemental de Loire-Atlantique

- **ADAPTER LE PARC DE MATÉRIELS ET DÉFINIR UNE STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE DES ENTREPRISES DE TP**

  Laurent Celerier, Routes de France

- **EXEMPLE DE CHANTIER AVEC UNE DÉMARCHE D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE**

  Damien Saunier, Enedis – Nicolas Buchart, Cerema

- **ATELIER**



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



Adapter la politique publique d'entretien d'un réseau routier départemental pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et améliorer les niveaux de service : un outil d'aide à la décision pour le gestionnaire

Julien Bonal, Cerema
Pierre Pouget, Conseil Départemental de Loire-Atlantique

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

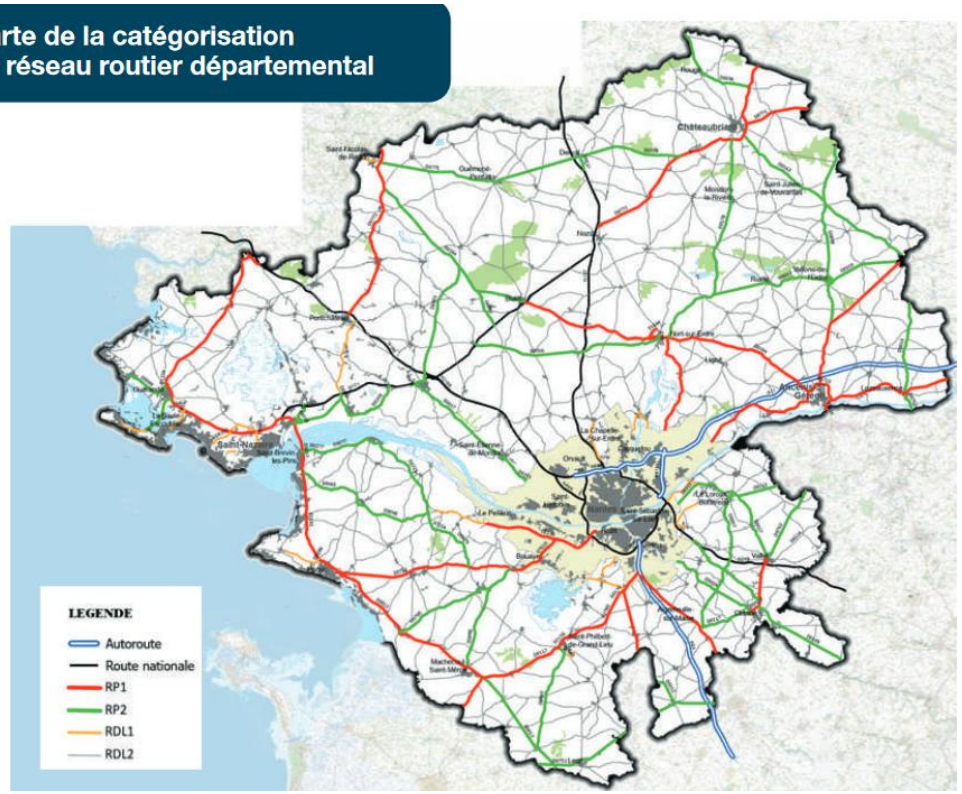
Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Loire Atlantique

La Loire-Atlantique en bref

- Le réseau routier départemental :
  - 4 300 km de routes (100 km à 2x2 voies)
  - 1 200 ouvrages d'art
  - 4 000 ha de dépendances

- 1 473 000 habitants au 1er janvier 2025
  - +1,1% en moyenne depuis 2015
  - 4e rang national





- Budget moyen d'entretien des chaussées
  - 13 M€ / an
  - Budget depuis 2024 = 10M€

- Capacité à mener des travaux d'enduits en régie :
700 000 m²/an (environ 100km)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Loire Atlantique

Adapter la politique publique d'entretien d'un réseau routier départemental pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et améliorer les niveaux de service : un outil d'aide à la décision pour le gestionnaire

Une réflexion qui s'accélère

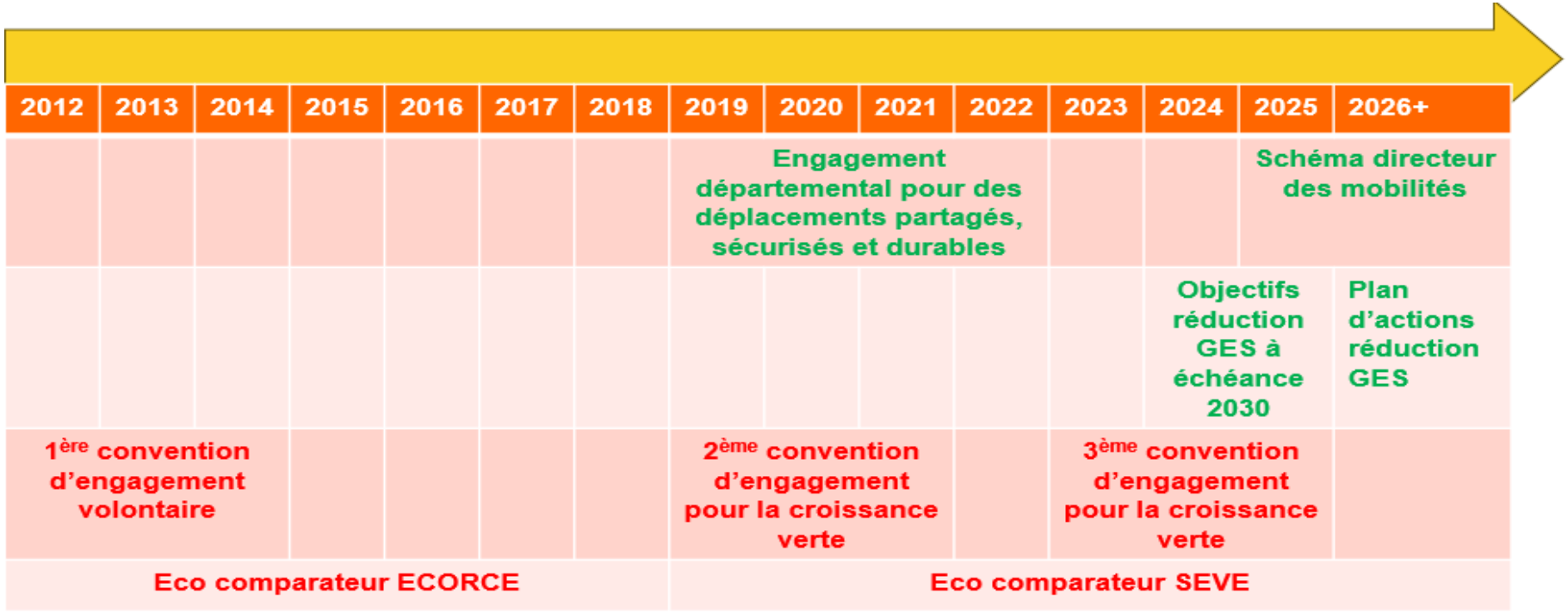


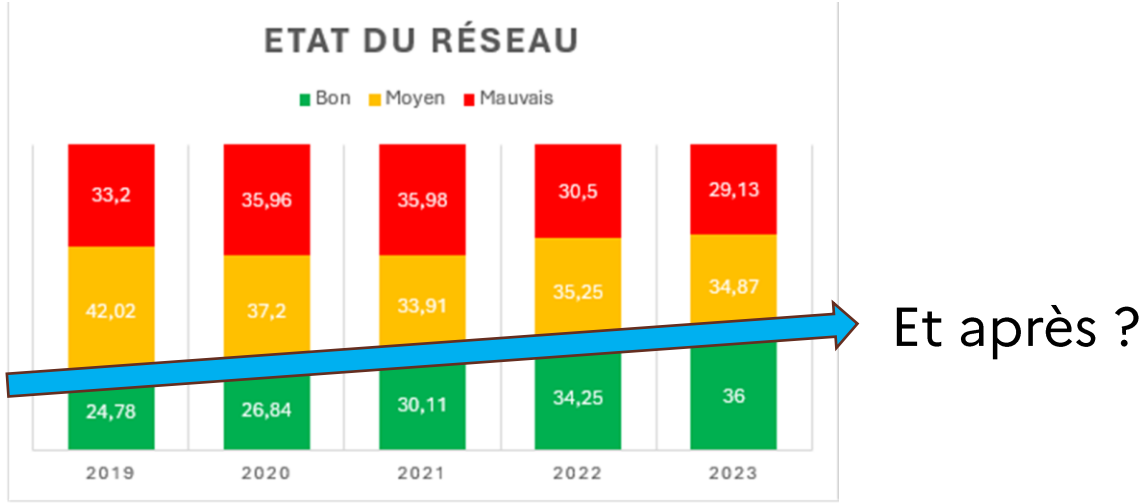
Schéma directeur des mobilités validé le 14 octobre 2024 (action issue du projet stratégique départemental 2022-2028)

- Objectif cardinal de zéro artificialisation nette (ZAN)
- Préservation de l'environnement
- Développement des modes alternatifs de mobilités

… vers une politique de gestion patrimoniale

Gérer la complexité d'une équation aux injonctions paradoxales ?

- La nécessité de réduire fortement et rapidement les émissions de GES
- Un contexte budgétaire contraignant
- Le risque d'accumuler une « dette grise »



Et après ?

De la problématique du gestionnaire aux scénarios comparatifs

Question

« Comment concilier la baisse des émissions de GES dans l'entretien, la viabilité économique de la politique d'entretien routier et le maintien du niveau de service attendu par les usagers sans dégrader le patrimoine structurel du réseau routier départemental ? »

Construire la réponse

Création d'un outil d'aide à la décision pour comparer différentes politiques d'entretien suivant l'évolution des niveaux de service intégrant la durée de vie des structures de chaussées, les coûts financiers et les émissions de GES sur une période de 50 ans

Principe de modélisation

Données du gestionnaire

Données routières : filaire, historique de travaux, hiérarchisation du réseau, trafics, contexte de la route …

Les données de structure du réseau, les résultats de carottages, les mesures de déflexions réalisées, …

Les éléments de la politique d'entretien actuelle et des politiques utilisées dans le passé

Marchés d'entretien, bilans GES des chantiers, …

Les sources d'approvisionnements en matériaux

Autres sources de données

Archives du Cerema

Recherche d'informations sur les dates de mise en ciculation (journaux, communications institutionnelles)

Coûts des techniques de construction et d'entretien des chaussées - Analyse Bretagne-Pays de la Loire – Cerema 2017

Données INSEE

1 – Structurer les données pour la simulation

Elaborer une image du réseau : sections linéaires au pas de 100 m, bretelles et giratoires

Découper le réseau en 11 ensembles cohérents pour la modélisation

Etablir une table des matériaux de chaussées, des coûts et des émissions de GES

Définir un scénario d'entretien pour la période 2024-2073

2 – Simuler un scénario d'entretien

Sous-modèle "chaussées structurées" basé sur une approche mécanique (Alizé)

Sous-modèle "chaussées souples" basé sur une approche statistique liée à l'historique d'entretien

Calcul simplifié pour l'entretien des bretelles et des giratoire

Assembler les résultats

3 – Exploiter les résultats générés par le modèle

Possibilité de simuler des entretiens différenciés en fonction de la hiérarchisation du réseau

Possibilité de piloter la simulation suivant un budget défini ou un plafond d'émission de gaz à effet de serre

Carte et table des niveaux de service estimées chaque année de simulation

Carte et table des quantités de matériaux utilisées chaque année

Table des budgets annuels financiers

Table des budgets d'émissions de gaz à effet de serre

4- Réaliser une analyse comparative des scénarios d'entretien : niveaux de service ciblés, émissions de GES, coûts financiers

5- Evaluer les principaux leviers de réduction des émissions de GES

6- Proposer des orientations pour la révision de la politique d'entretien du gestionnaire

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Loire Atlantique

Adapter la politique publique d'entretien d'un réseau routier départemental pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et améliorer les niveaux de service : un outil d'aide à la décision pour le gestionnaire

Une démarche accessible et réplicable

L'outil d'aide à la décision s'appuie sur 2 sous-modèles d'évolution d'état des chaussées.

Donner une évaluation de la politique d'entretien vis-à-vis de plusieurs critères :

- niveau de service du réseau,
- préservation du patrimoine structurel,
- émissions de GES
- coûts des travaux.

Principales données d'entrée généralement disponibles :

- trafics, historique des travaux, hiérarchisation, politique d'entretien, marchés de travaux, structures de chaussée, …

Consolidation des données réalisables :

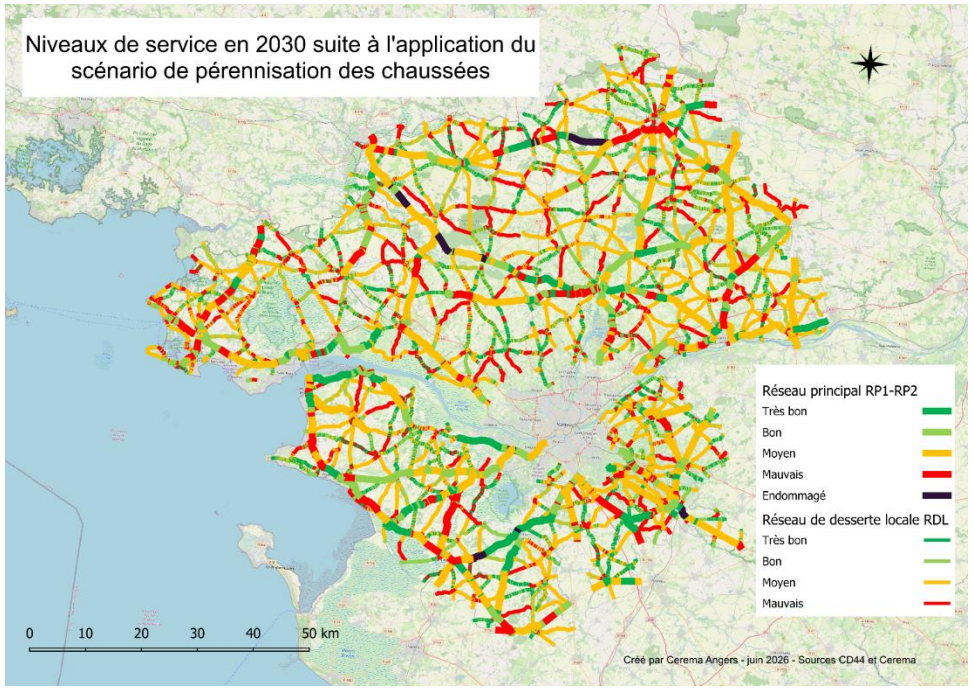
- via l'exploitation et croisement des bases de données historiques et actuelles : carottages de chaussée réalisées par le passé, sources de données institutionnelles, …

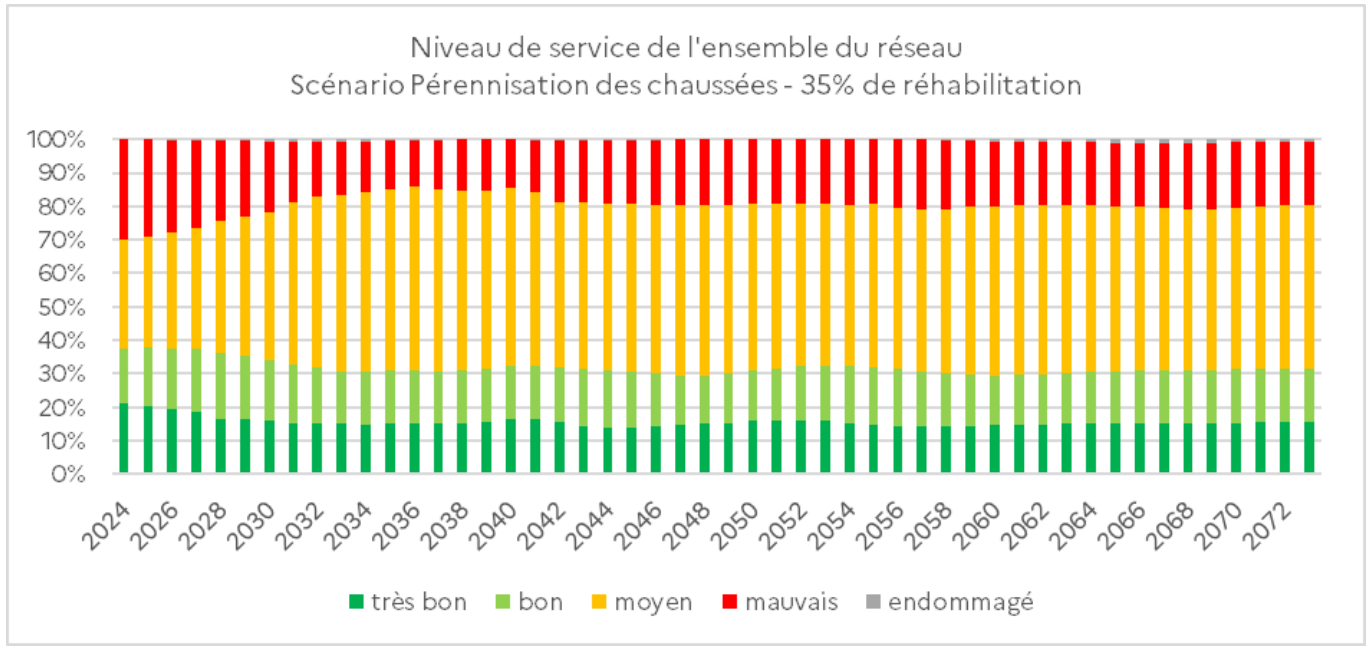
ou …

- via la collecte de données directement sur le réseau – campagne de carottages, campagne de déflexion, images radars, évaluation de l'état initial du réseau

Production des données de projection au format SIG

Construction d'une image du réseau à laquelle on applique un scénario d'entretien sur 50 ans (2024-2073)





RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Adapter la politique publique d'entretien d'un réseau routier départemental pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et améliorer les niveaux de service : un outil d'aide à la décision pour le gestionnaire

Comparaison des scénarios d'entretien en fonction des critères de performance fixés par le gestionnaire

	Scénario de référence 2022-2023 (sans réhabilitation)	Scénario de pérennisation des chaussées	Scénario rose (3 leviers de décarbonation activés)	Scénario forcé à l'objectif de baisse -20% GES (BEGES 2019)
Préservation de la valeur patrimoniale du Réseau Principal	-	+	+	-
Niveau de service du Réseau Principal	-	+	+	-
Niveau de service du Réseau de desserte locale	+	+	+	-
Respect de l'objectif de baisse des émissions de GES (-20% en 2030 par rapport à 2019)	-	-	-	+

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Loire Atlantique

Adapter la politique publique d'entretien d'un réseau routier départemental pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et améliorer les niveaux de service : un outil d'aide à la décision pour le gestionnaire

Leviers de décarbonation appliqués au scénario de pérennisation des chaussées

Par hypothèse, les 3 leviers de décarbonation choisis n'ont pas d'effet sur le niveau de service càd sur la durée de vie des matériaux mis en œuvre.

Levier 1 : augmentation du taux moyen d'AE à 35% en 2030

On suppose que l'augmentation s'applique à tous les matériaux chauds et à l'émulsion

GES 2030 :
7294 tCO2e

-6,4% par rapport au scénario de pérennisation (7793)

Levier 2 : réduction des températures de fabrication

On suppose que l'ensemble des enrobés est formulé à 130°C.

GES 2030 :
7645 tCO2e

-1,9% par rapport au scénario de pérennisation (7793)

Levier 3 : maximisation des enrobés à l'émulsion

On suppose que l'ensemble des matériaux à chaud (hors BBTM) est substitué sur la part du RDL supportant du T4 et du T5.

GES 2030 :
7501 tCO2e

-3,7% par rapport au scénario de pérennisation (7793)

Leviers de décarbonation appliqués au scénario de pérennisation des chaussées

Par hypothèse, les 3 leviers de décarbonation choisis n'ont pas d'effet sur le niveau de service càd sur la durée de vie des matériaux mis en œuvre.

Leviers 1, 2 et 3 : scénario rose 2030

On suppose que les 3 leviers sont pleinement activés d'ici 2030.

GES 2030 :

6773 tCO2e

-13,1% par rapport au scénario de pérennisation (7793)

Levier 4 : passage au biocarburant pour le transport centrale/chantier

On suppose : 0% biocarburant dans le transport centrale/chantier en 2019 et 100% en 2030.

GES 2030 :

7380 tCO2e

-5,3 % par rapport au scénario de pérennisation 4 (7793)

Autres leviers plus prospectifs

MOA :

- Réduire les travaux sur les réseaux supportant du T4 et T5 ;
- Levier 1 poussé à 40% ;
- Utiliser des techniques de renouvellement en place des ESU (à évaluer ;
- Augmenter la durée de vie des matériaux par un contrôle qualité plus strict.

Entreprises :

- Electrifier une partie des véhicules de transports (quelle faisabilité technique ?) ;
- Développer les capacités à produire et bien maîtriser la mise en œuvre des matériaux à froid.

Trois grand enjeux pour le gestionnaire

Un enjeu stratégique :

- Acceptabilité politique et soutenabilité budgétaire ?
- Révision de la convention d'engagement volontaire pour la croissance verte avec la FRTP 44

Un enjeu opérationnel :

- Pilotage des actions (CEV, bilan GES, suivi des programmes et du patrimoine)
- Préserver l'outil industriel du Département (Loire-Atlantique matériels et travaux)
- Faire évoluer les supports de la commande publique

Un enjeu managérial :

- Formation et accompagnement au changement des agents de la filière routes
- Se renforcer sur les contrôles chantiers

Quelques limites à la réflexion actuelle

Le bilan carbone est-il l'outil adéquat pour mesurer l'effort de décarbonation de la politique d'entretien ?

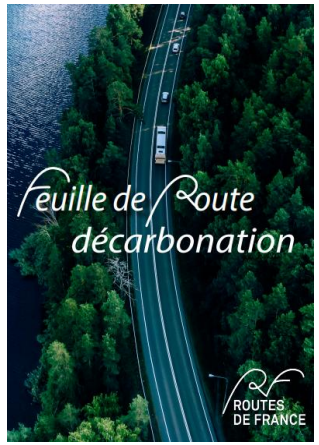
- comment évaluer une politique structurelle avec des bilans conjoncturels ?
- le poids des usages >> poids de l'entretien

Comment anticiper l'impact du changement climatique ?

- impacts sur la pérennité du patrimoine ?

Réflexion à l'échelle du Département…

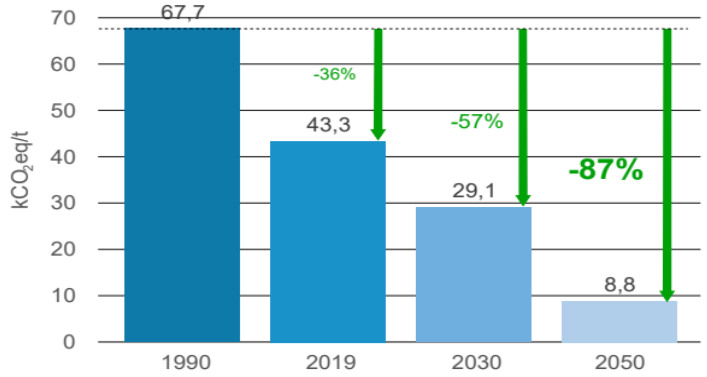
- une collectivité parmi d'autres gestionnaires de voirie
- vers la structuration d'une économie circulaire ?
- lien avec la feuille de route de la décarbonation Routes de France



Les principales hypothèses :

- **Matières premières**
  - Taux moyen d'agrégats d'enrobés : **50%**
  - Liants biosourcés d'ajout à impact nul (le stock de carbone biogénique compensant les émissions liées au carbone d'origine fossile)
- **Usines** : **100%** combustible biosourcé / décarboné
- **Produits adaptés à l'usage**
  - Enrobés fabriqués à température moyenne 120°C
  - Enrobés à froid (usine et recyclage en place)
- **Transport et mise en œuvre** : 75% électrique, 25% biocarburant

Scénario 2050



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Loire Atlantique

Adapter la politique publique d'entretien d'un réseau routier départemental pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et améliorer les niveaux de service : un outil d'aide à la décision pour le gestionnaire

MATINÉE « SOLUTIONS DE GESTION »

- ADAPTER LA POLITIQUE PUBLIQUE D'ENTRETIEN D'UN RÉSEAU ROUTIER DÉPARTEMENTAL POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET AMÉLIORER LES NIVEAUX DE SERVICE : UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION POUR LE GESTIONNAIRE

  Julien Bonal, Cerema – Pierre Pouget, Conseil Départemental de Loire-Atlantique

- **ADAPTER LE PARC DE MATÉRIELS ET DÉFINIR UNE STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE DES ENTREPRISES DE TP**

  Laurent Celerier, Routes de France

- EXEMPLE DE CHANTIER AVEC UNE DÉMARCHE D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

  Damien Saunier, Enedis – Nicolas Buchart, Cerema

- ATELIER



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



Adapter le parc matériel & Définir une stratégie énergétique des entreprises

Laurent CELERIER : Président Routes de France Pays de La Loire

Nos obligations :

* reverdir la flotte routière : Loi LOM (Loi d'orientation et des Mobilités)

Part minimale de renouvellement par des véhicules à faibles émissions. Quotas qui passent de 20% actuellement à 40% en 2027 et 70% en 2030 (Loi Climat et Résilience).

- Sanctions financières
- obligation d'installer des bornes de recharge …

* Les exigences pour les engins de chantiers non routiers.

Pas de quotas car les constructeurs de sont pas prêts. Mais la fiscalité du GNR sera supprimé progressivement

Dispositif de suramortissement vert soutenu par la FNTP. Fiscal il permet de déduire jusqu'à 40 du prix d'achat.

Les ZFE (interdiction progressive des engins et matériel roulant les plus polluants)

Nos obligations :

* La pression des marchés, exigences et reporting environnemental

Le BEGES : bilan d'émissions des Gaz à Effet de Serre.
Le poste matériel et engins représente environ un quart des émissions de CO2

* Les objectifs communs et ceux fixés par les entreprises dans le secteur :

Horizon 2030 : Réduire de 40 % les émissions de CO2

Horizon 2050 : Atteindre la neutralité Carbone sur l'ensemble de la chaîne de valeur



Les premiers axes techniques et matériel pour baisser l’empreinte carbone :

LA DÉCARBONATION DES ENROBÉS EST DÉJÀ UNE RÉALITÉ

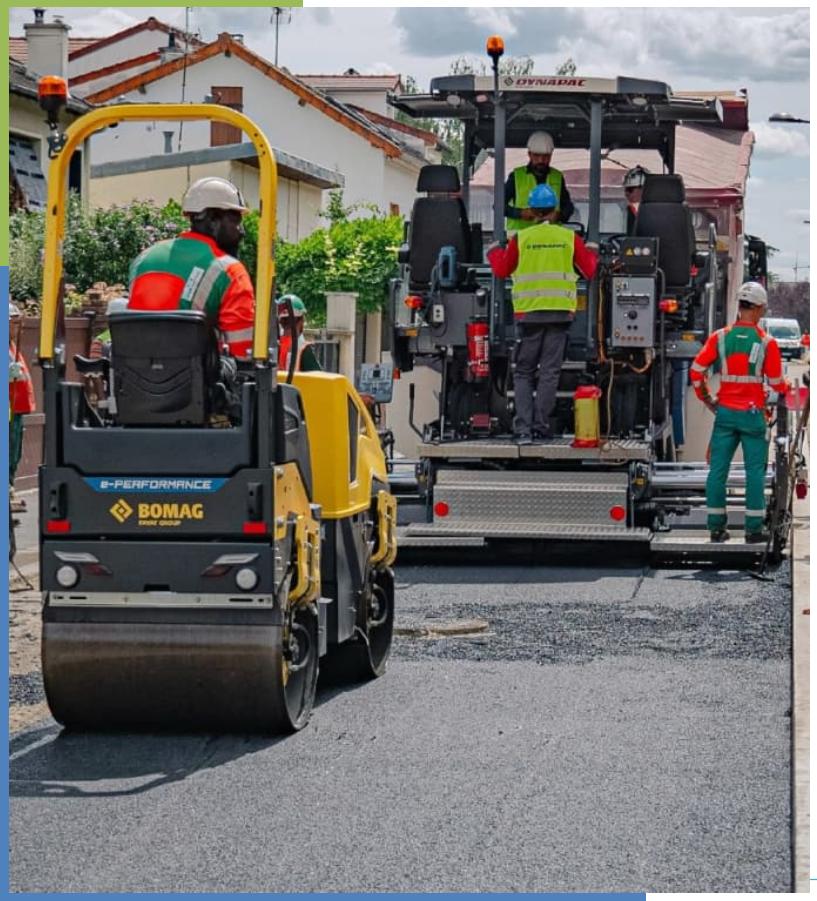
Les leviers majeurs de décarbonation des enrobés

- RECYCLAGE
- ENROBÉS À FROID
- LOGISTIQUE OPTIMISÉE
- USINE PLUS PERFORMANTE



Aujourd’hui des enrobés sont mis en oeuvre avec une empreinte carbone allant jusqu’à moins de 50 kg de CO2 par tonne d’enrobés

(régulièrement entre 150 et 200 il y a 15 ans)



Le verdissement du parc matériel dans les Travaux Publics

Freins, avancées et perspectives de décarbonation

Les avancées :

- l’éco conduite et la sensibilisation
- les carburants BIO
- L’hydrogène (propre localement mais la fabrication est très énergivore). L’hydrogène vert est propre mais peu de distribution

- L’électrification du parc en cours (Petit matériel et VL quasi systématisé).

LE PETIT MATÉRIEL : LA TRANSITION EST DÉJÀ LÀ



Plaque vibrante APF 15/40 AMMANN



Tronçonneuse TSA 230 STIHL



Pilonneuse eATR 68 AMMANN

LE PETIT MATÉRIEL : LA TRANSITION EST DÉJÀ LÀ



Parc VL quasi systématisé en électrique

Parc fourgonnettes et fourgons : le début du reverdissement en électrique



Plaque vibrante APF 15/40 AMMANN

Tronçonneuse TSA 230 STIHL

LES MINI-ENGINS : LE SEGMENT QUI PROGRESSE LE PLUS VITE



Mini-pelle électrique ECR25 VOLVO



Chargeuse ES1000 MECALAC



Rouleau vibrant eARX 26-2 AMMANN

LES POIDS LOURDS : UNE TRANSITION ENGAGÉE

UNE OFFRE QUI SE DÉVELOPPE
- Constructeurs de plus en plus présents
- Gammes en expansion

AIDES PUBLIQUES
- Accompagnement de l'investissement

USAGE ADAPTÉ
- Urbain
- Périurbain
- Navettes régulières

RÉDUCTION DU BRUIT
- Acceptabilité améliorée



Renault RT E-TECH

LES GROS ENGINS : LE CŒUR DU PROBLÈME



Niveleuse 120 CATERPILLAR

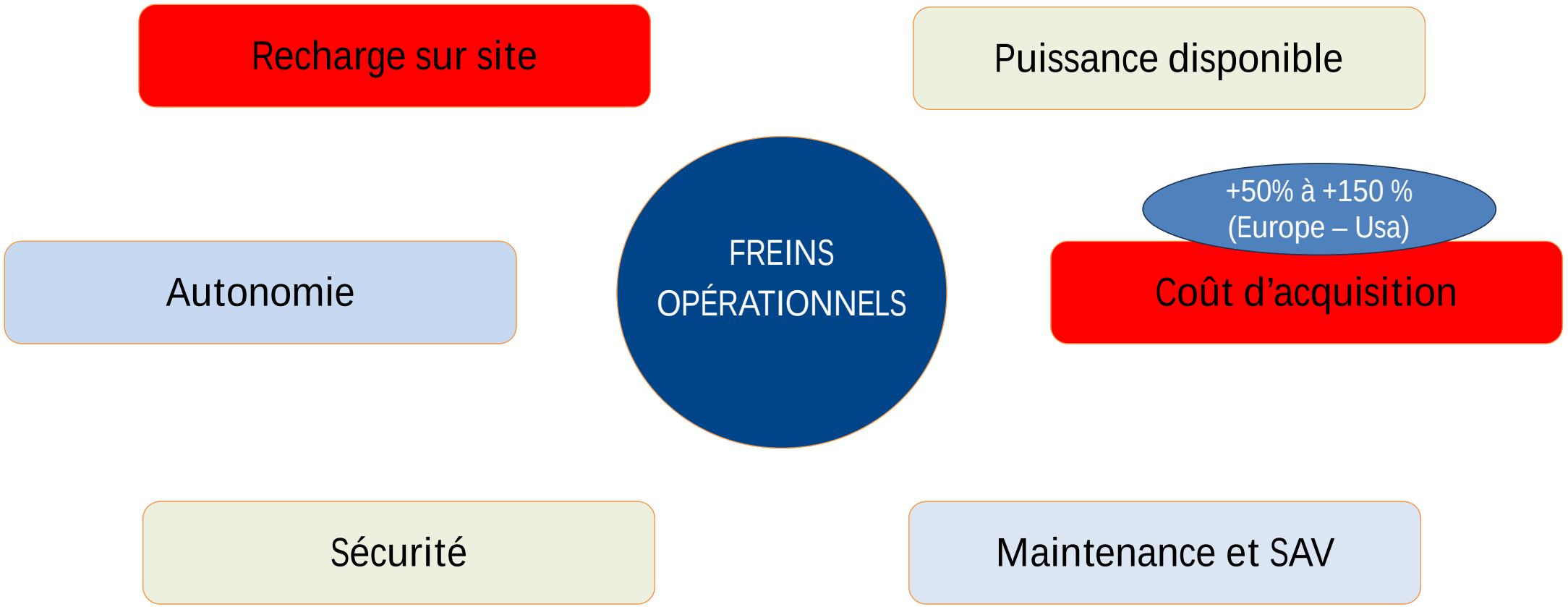


Grandes pelles hydrauliques sur chenilles EC500 VOLVO

Besoins énergétiques très élevé / Recharge complexe / Chantiers souvent isolés / Investissements importants

Essais expérimentaux sur des finisseurs, pelles etc… opportunités sur des gros chargeurs en usine d’enrobés

LES FREINS RENCONTRÉS SUR LE TERRAIN





Trajectoire de décarbonation des matériels TP

Stratégie d'investissement progressive vers la neutralité carbone

D'ici 2035
Mobiliser les solutions immédiatement disponibles

VÉHICULES ÉLECTRIQUES
- Véhicules légers électriques
- Camions électriques

MOTORISATIONS THERMIQUES RÉCENTES
- Engins Stage V
- Camions Euro VI
- Camions Euro VII

PETITS ENGINS ÉLECTRIQUES
- Mini-pelles électriques

BIOCARBURANTS
- HVO
- B100
- BioGNV

PRIORITÉS D'INVESTISSEMENT
- ✓ Renouveler les matériels les plus émetteurs
- ✓ Généraliser l'utilisation des biocarburants compatibles
- ✓ Mettre en place un suivi des consommations énergétiques et des émissions
- ✓ Anticiper les besoins d'avitaillement
- ✓ Réaliser des expérimentations chantiers bas carbone / zéro émission

2035–2050
Réduire les émissions et accélérer l'électrification

VÉHICULES ÉLECTRIQUES
- Véhicules légers électriques
- Camions électriques

MOTORISATIONS THERMIQUES
- Camions Euro VII

BIOCARBURANTS
- HVO
- B100
- BioGNV

ENGINS ÉLECTRIQUES
(petits et moyens gabarits)

PRIORITÉS D'INVESTISSEMENT
- ✓ Intégrer systématiquement l'option électrique lors des renouvellements
- ✓ Généraliser les chantiers zéro émission
- ✓ Anticiper les besoins en infrastructures de recharge et en énergie
- ✓ Poursuivre l'usage des biocarburants

2050 et plus
Converger vers une électrification généralisée

OBJECTIF CIBLE
- Généralisation des matériels électriques lorsque les conditions techniques et économiques seront réunies
- Généralisation des camions électriques
- Réduction maximale des émissions directes liées à l'exploitation des matériels

VISION 2050
Le « tout électrique » devient le standard du secteur lorsque les conditions techniques et économiques sont réunies.

adopter une stratégie d'investissement progressive : Thermique performant → Biocarburants → Électrification progressive →



CALCULATEUR TCO – ENGINS ÉLECTRIQUES VS THERMIQUES

UN OUTIL SIMPLE POUR AIDER LES ENTREPRISES À VERDIR LEUR PARC



Outil développé par la filière pour comparer simplement le coût d'un engin électrique et de son équivalent thermique avant tout investissement.

Ce calculateur se présente sous forme de fichier Excel téléchargeable.

COMPOSÉ DE 2 FEUILLES EXCEL

1 UNE FEUILLE « EXEMPLE »

Un exemple complet pour comprendre le fonctionnement du calculateur.

ÉLÉMENTS DE CALCUL	ENGIN ÉLECTRIQUE (Exemple)	ENGIN THERMIQUE (Exemple)	SOURCES	COMMENTAIRES
Prix d'achat (HT)	450 000 €	320 000 €	Devis constructeur	Prix catalogue
Aides / Subventions (€)	- 90 000 €	- 20 000 €	Région / État / Autres	Selon éligibilité
Durée d'amortissement (ans)	6	6	Choix entreprise	Durée d'usage prévue
Valeur résiduelle (%)	10 %	10 %	Estimations	Valeur de revente estimée
Consommation d'énergie ou carburant	85 kWh / h	14 L / h	Donnée constructeur	Selon cycle de travail
Prix de l'énergie / carburant	0,18 € / kWh	1,60 € / L	Contrat fournisseur	Tarif moyen constaté
Entretien & maintenance (/an)	15 000 €	18 000 €	Historique entreprise	Pièces, main d'œuvre...
Coûts d'exploitation (/an)	20 300 €	41 800 €	Calcul automatique	Énergie + entretien
COÛT TOTAL PAR JOUR (€)	285 €	412 €	Résultat	Coût par jour d'utilisation

Les champs en vert sont à compléter avec vos propres valeurs.

Les colonnes « Sources » et « Commentaires » expliquent les éléments de calcul et où les trouver.

Le résultat final donne le coût total par jour des machines (électriques et thermiques).

2 UNE FEUILLE « CALCUL TCO »

À compléter par l'entreprise selon l'exemple fourni.

ÉLÉMENTS DE CALCUL	ENGIN ÉLECTRIQUE (À compléter)	ENGIN THERMIQUE (À compléter)
Prix d'achat (HT)		
Aides / Subventions (€)		
Durée d'amortissement (ans)		
Valeur résiduelle (%)		
Consommation d'énergie ou carburant		
Prix de l'énergie / carburant		
Entretien & maintenance (/an)		
Coûts d'exploitation (/an)		
COÛT TOTAL PAR JOUR (€)		

OBJECTIF

Permettre à chaque entreprise d'estimer facilement et rapidement le coût d'exploitation quotidien d'un engin électrique par rapport à son équivalent thermique avant de prendre sa décision d'investissement.



EN CONCLUSION :

Une grosse volonté des entreprises françaises mais une offre limitée des constructeurs mondiaux.

MATINÉE « SOLUTIONS DE GESTION »

- **ADAPTER LA POLITIQUE PUBLIQUE D'ENTRETIEN D'UN RÉSEAU ROUTIER DÉPARTEMENTAL POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET AMÉLIORER LES NIVEAUX DE SERVICE : UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION POUR LE GESTIONNAIRE**
  Julien Bonal, Cerema – Pierre Pouget, Conseil Départemental de Loire-Atlantique
- **ADAPTER LE PARC DE MATÉRIELS ET DÉFINIR UNE STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE DES ENTREPRISES DE TP**
  Laurent Celerier, Routes de France
- **EXEMPLE DE CHANTIER AVEC UNE DÉMARCHE D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE**
  Damien Saunier, Enedis – Nicolas Buchart, Cerema
- **ATELIER**



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Chantier « Bas Carbone »

Sarzeau - Bretagne

Réutilisation des terres excavées



24 septembre 2026

Contexte

Lieu des travaux : Sarzeau (Morbihan)

Investissement : 590 K€ (appel d'offre)

Etudes : 1er semestre 2025

Travaux : 2e semestre 2025

Objectif : sécurisation HTA (zone bois)

- dépose 3,5 km de cable aérien
- pose 4,1 km de cable en souterrain



Etude de sol « réutilisation des matériaux »

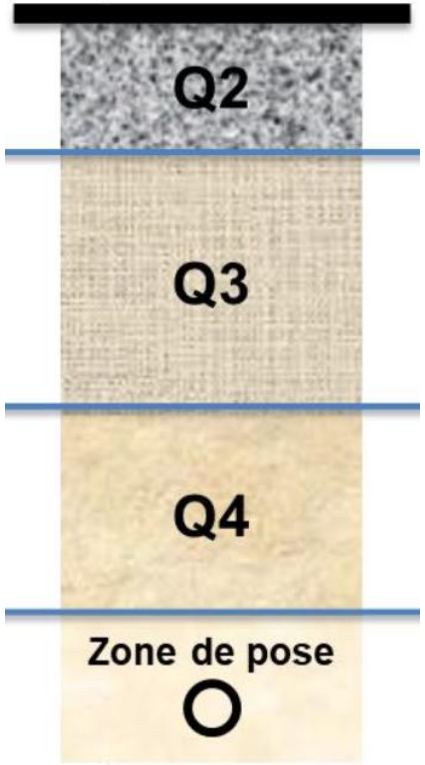
Etude des Réseaux électrique

Etude de sol G1 (présence de roche dans le sol)

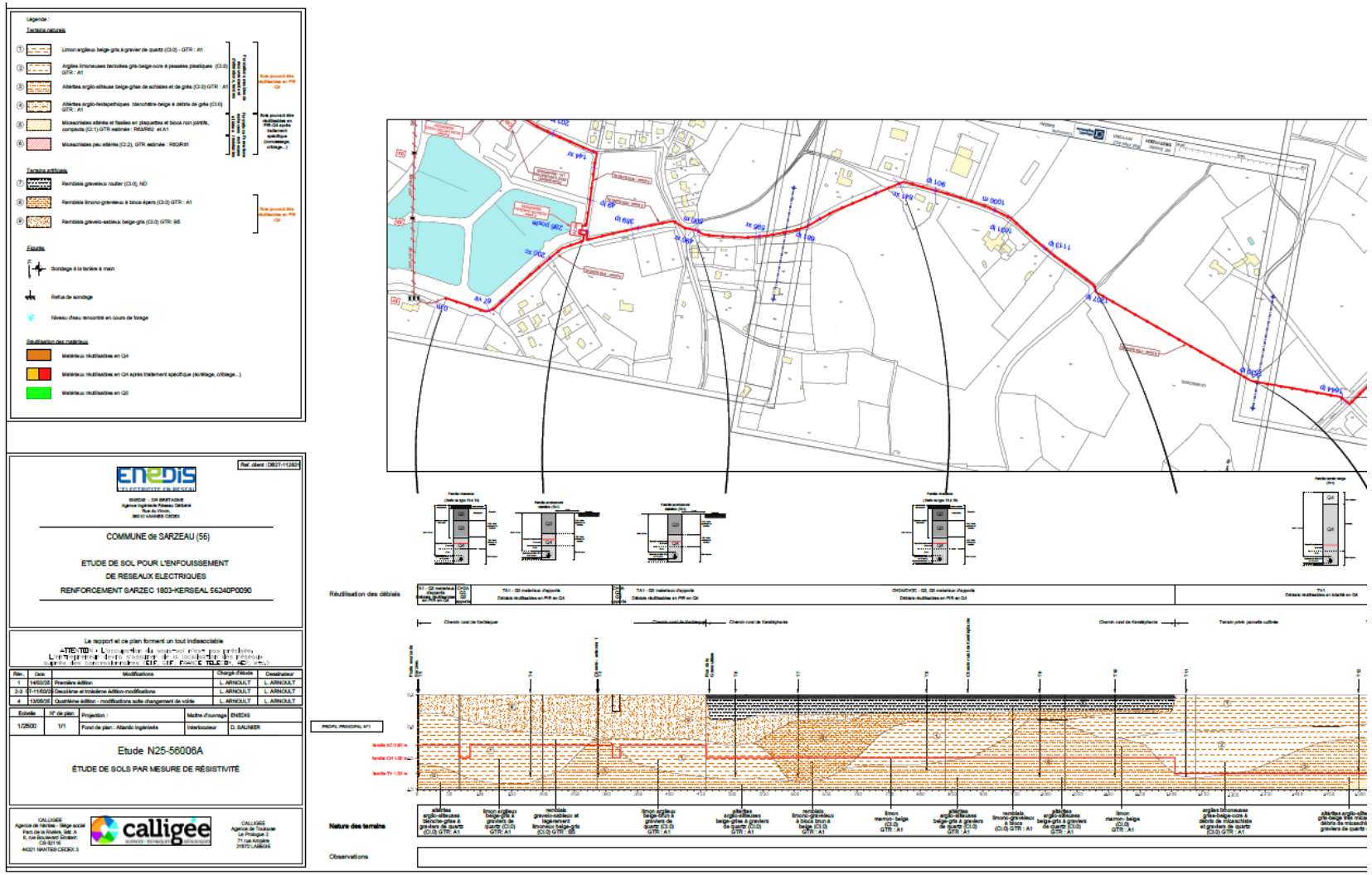
Etude de sol **« Réutilisation des Matériaux »**

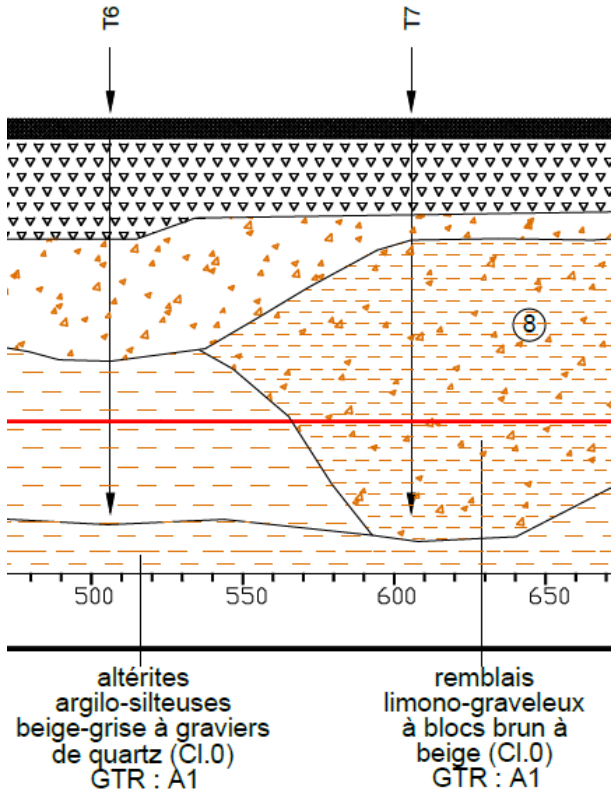
- 62% terre réutilisable en Q4 après criblage
- 0/31,5mm en partie inférieure de tranchée
- 0/4mm en fond de tranchée

Tableau estimatif des volumes (m3)			
Volumes Q2 (m3)	Volumes Q3 (m3)	Volumes Q4 et Q4 zone de pose (m3)	Volumes totaux (m3)
82.22	308.08	1073.86	1464.16
13.03%	24.33%	62.64%	100%



Etude de sol « réutilisation des matériaux »

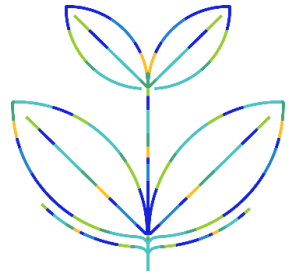




Appel d’Offre

- mise à disposition des études
- obligation de présenter un **mode opératoire** de réutilisation des matériaux
- **obligation contractuelle** de cribler et réutiliser à minima 62% des terres excavées

- retours positifs des Entreprises Prestataires sur les éléments mis à disposition
- attribution du chantier



Réalisation Travaux

Mise en place d'une zone de stockage et de criblage des matériaux



Points de vigilance :

- association du gestionnaire voirie au suivi des travaux
- période de criblage à adapter
- conformité des travaux

Accompagnement du CEREMA durant toute la durée des travaux

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

ENEDIS

Bilan de l’expérimentation

- Absence de **surcout** financier
- **Délais** de réalisation à l’attendu
- **Qualité** des travaux conformes



- Une réduction du bilan CO2 de **21 %** en Travaux
- Un partenariat **CEREMA** pertinent sur plusieurs points

- Une réduction de **75%** des évacuations / apports de matériaux
- Une réduction du Trafic PL de **1 000 km**


CODIMA TP
Enedis

Pause

> 11h00 - 11h20



ATELIER D'IDÉATION

Durée : 1h15, Restitution à partir de 12h15

Pause

11h00 - 11h15



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Conférences Techniques TERRITORIALES
Cerema

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

ATELIER D'IDÉATION

Durée : 1h15, Restitution à partir de 12h15

ATELIER D'IDÉATION

4 groupes, 4 animateurs Cerema
Chaque groupe désigne un rapporteur.

1) Travail en groupe :

G1 : Amphi

G2 : V225

G3 : V226

G4 : Amphi

Feuilles de consigne + restitution (post-its)

30 min

2) Restitution par saynète :

Les rapporteurs exposeront les résultats des travaux de groupe lors d'une mise en scène de type « émission politique du dimanche soir ».

15 min

Impressions du public

10 min

3) Conclusion et opportunités d'actions :

Hugues Odéon (Cerema)

Jean Dubois (IDDRIM)

Vincent Gaudefroy (UGE)

15 min

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

ATELIER D'IDÉATION

4 groupes, 4 animateurs Cerema
Chaque groupe désigne un rapporteur.

1) Travail en groupe :

G1 : Amphi
G2 : V225
G3 : V226
G4 : Amphi

11h30 - 12h00

Feuilles de consigne + restitution (post-its)



Images générées par Dall-E ©OpenAI



Images générées par Dall-E ©OpenAI

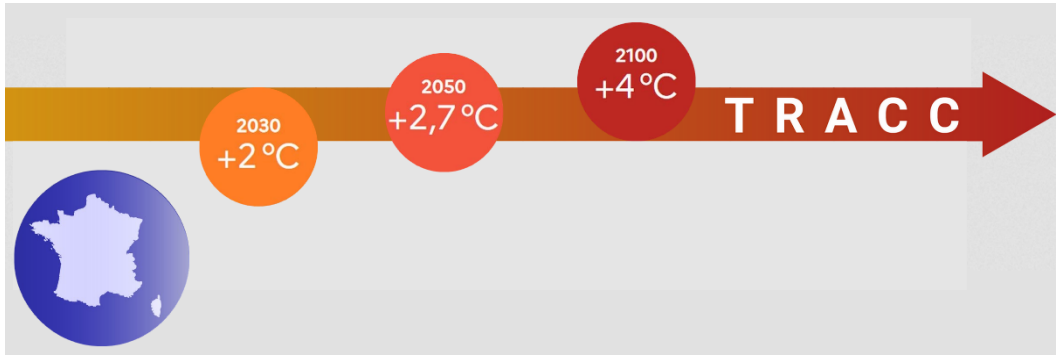
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

ATELIER D'IDÉATION

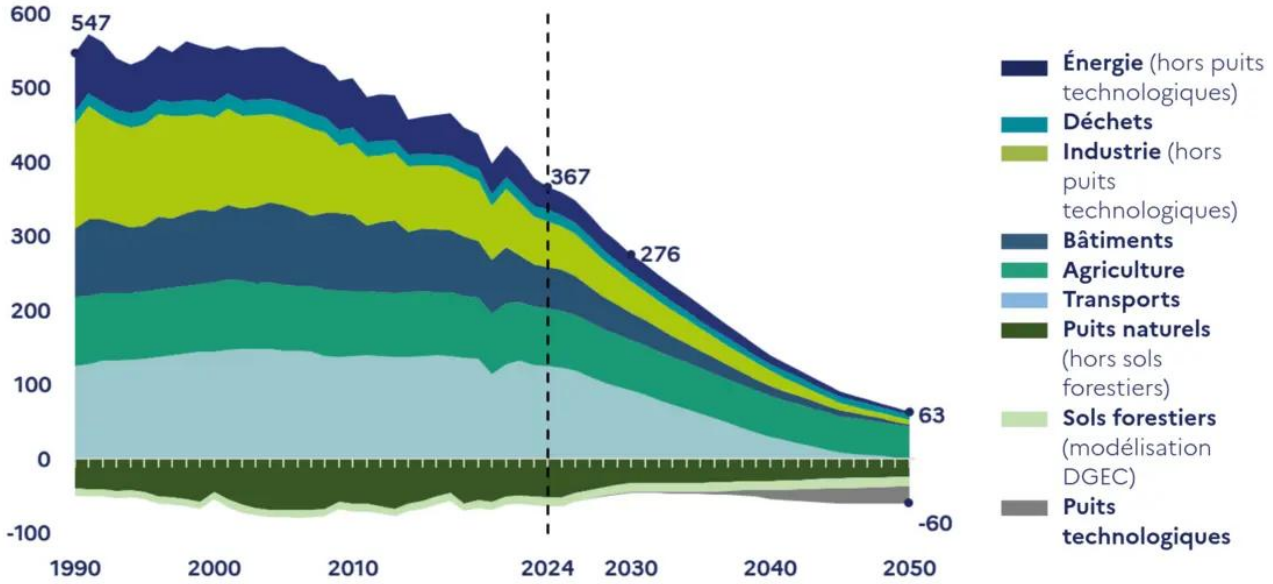
2) Restitution par saynète :

Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC)



©Ministère de l'Ecologie

Extrait de la SNBC 3



©Ministère de l'Ecologie

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

ATELIER D'IDÉATION

2) Restitution par saynète :

Nous sommes en 2050 et la France a bien suivi la trajectoire de référence d'adaptation au changement climatique (TRACC) qu'elle s'était fixée en 2023. La neutralité carbone a été atteinte au niveau national, mais des disparités persistent entre les différentes régions. L'économie française a adopté une dynamique de croissance faible mais robuste. La plupart des activités économiques se sont affranchies de leurs dépendances aux énergies fossiles. Des tensions sur les ressources persistent encore (granulats, métaux, terres rares) mais le déploiement de l'économie circulaire a fonctionné et a réduit la pression.

Plusieurs conseils départementaux (CD) ont réalisé un bilan de leur convention d'engagement volontaire qui prévoyait la neutralité carbone pour 2050.

M. Vert, Directeur des Routes d'un CD ayant atteint la neutralité, et le PDG de *Green TP* sont invités sur notre plateau pour comparer leur bilan à celui de M. Noir, Directeur des Routes d'un CD n'ayant pas atteint la neutralité, accompagné du PDG de *Black TP*.

ATELIER D'IDÉATION

3) Conclusion et opportunités d'action :

- Hugues Odéon, Cerema
- Jean Dubois, IDDRIM
- Vincent Gaudefroy, UGE



IDRRIM

INSTITUT DES ROUTES, DES RUES ET DES INFRASTRUCTURES POUR LA MOBILITÉ

PIARC France

ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE



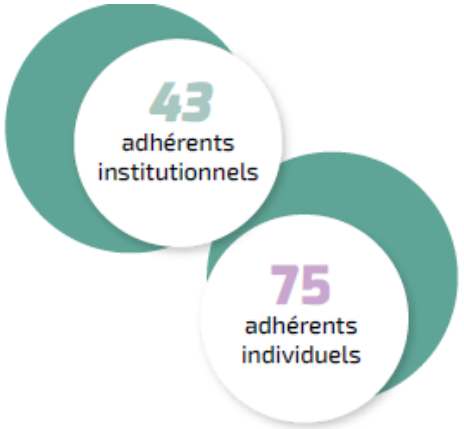
Présentation de l'IDRRIM et du CIRR – CTT Nantes

24 septembre 2026

Tracer ensemble les voies durables de la mobilité

Présentation de l’Institut

La communauté



Adhérents Individuels

40 Conseils départementaux : Aude • Allier • Aveyron Bouches-du-Rhône • Charente • Charente-Maritime • Cher Corrèze • Côte-d'Or • Dordogne • Doubs • Eure Haute-Garonne • Gard • Gers • Gironde • Hérault Ille-et-Vilaine • Isère • Jura • Landes • Haute-Loire Loire-Atlantique • Lot-et-Garonne • Manche • Haute-Marne Nord • Oise • Pas-de-Calais • Puy-de-Dôme Collectivité Européenne d'Alsace • Haute-Saône • Savoie Seine-Maritime • Seine-et-Marne • Somme • Tarn-et-Garonne Var • Essonne • Hauts-de-Seine

11 Métropoles : Bordeaux Métropole • Eurométropole de Strasbourg • Métropole européenne de Lille • Métropole de Lyon • Métropole Nice Côte d'Azur • Métropole Rouen Normandie • Metz Métropole • Montpellier Méditerranée Métropole • Nantes Métropole • Orléans Métropole • Toulouse Métropole

1 Entreprise : Vinci Constructions

4 sociétés d'ingénierie, de conseil et de formation : Domobat Expertises • Logiroad • Nextroad Ponts Formation Conseil

18 Ingénieurs

Donneurs d'ordre

ADTECH • AITF • AMF • ASFA • ATTF • Départements de France • DSR • GART • Intercommunalités de France MTECT (DGITM, DIT) • STAC • VNF

Entreprises et Fournisseurs

CTPL • Eurobitume • EVOLIS • FNTP France Ciment • Offices des Asphaltes Routes de France • SER • SPECBEA • SNBPE SPTF • STRRES • UNEP • UNPG • UP'Chaux

Recherche et Formation

CNFPT • ESITC Paris • ESTP Université Gustave Eiffel

Ingénierie publique et privée

Cerema • CETU • CINOV Ingénierie Ordre des Géomètres Experts • Syntec Ingénierie

Associations partenariales

AFCAB • AFGC • ASCQUER • IMGC • IREX PIARC France • TDIE

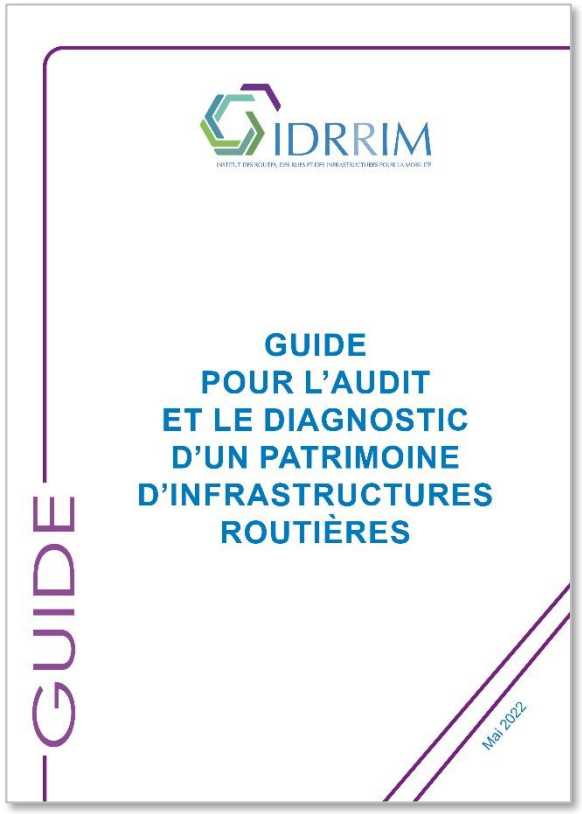
Les missions de l'IDRRIM-PIARC France

1. **Fédérer et mobiliser**
   les acteurs de la profession
2. **Produire**
   des documents de référence
3. **Contribuer à l'amélioration**
   des compétences
4. **Faire rayonner**
   l'excellence française

4 principaux axes de travail

1. **La gestion du patrimoine**
   des infrastructures
2. **L'adaptation des infrastructures**
   aux transitions écologique, climatique, énergétique et numérique
3. **La qualité, les compétences,**
   les qualifications
4. **La promotion de l'innovation :**
   expérimenter, partager, capitaliser

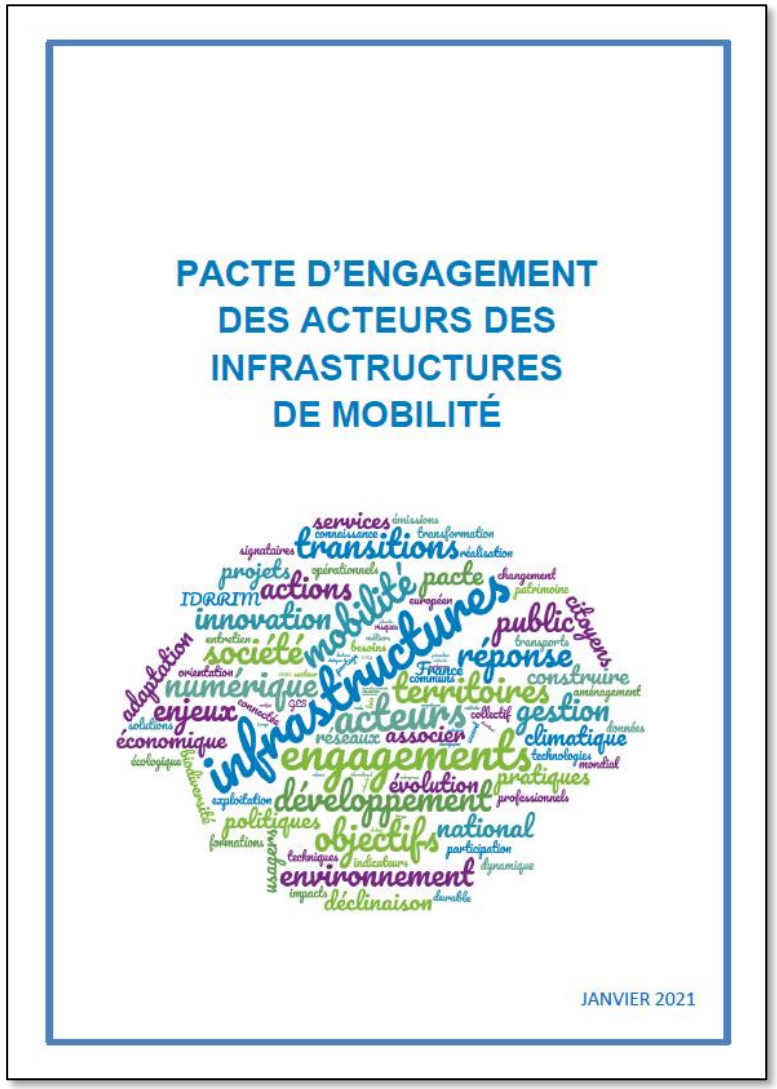
Des publications de référence





#GuideIDRRIM

Le Pacte d'engagement



Un objectif :

➢ Porter une vision commune de l'avenir des infrastructures de mobilité à l'horizon 2030

Une méthode :

➢ Impliquer l'ensemble des acteurs et les inciter à collaborer durablement ensemble

➢ Démarche collective

Trois axes majeurs :

➢ Des infrastructures inscrites dans les transitions climatique et écologique

➢ Des infrastructures inscrites dans la transition numérique

➢ Des infrastructures conçues et gérées à l'écoute du citoyen

A retrouver sur : www.idrrim.com/evenements-idrrim/pacte-engagement/

Un Congrès biennal

Prochain Congrès « Repenser les infrastructures de mobilités et leurs usages face aux défis d'aujourd'hui et de demain » les 6 et 7 octobre 2026 à Beaune



Plénières :

- Gestion de patrimoine d'infrastructure, résilience et financement
- Les transformations de nos métiers, l'apport du numérique, la formation
- Les nouvelles mobilités



Ateliers :

- Aménagement urbain adapté au changement climatique (chaleur, eau)
- Gestion des risques (chute de blocs, RGA, inondations)
- Écoconception et atténuation (AVC, feuilles de route décarbonation)
- Énergie et électromobilité (ERS, bornes, ZAN)

Et l’innovation ?



Des instances de travail sur l'innovation

Un Comité Formation-Recherche-Innovation présidé par Camel Mahdjoub (CD Gironde – ADTech) :

- Production de documents de promotion de l'innovation
- Gestion d'une page sur les innovations d'entreprises du site de l'IDRRIM
- Veille sur le bon fonctionnement des actions en faveur de l'innovation (CIRR, Projets nationaux, …)

Un Réseau Innovation des acteurs routiers :

- Composé de 30 collectivités et de représentants de l'Etat, des entreprises et de l'ingénierie
- RETEX et échanges sur des projets innovants

Un Comité Avis présidé par Hervé Dumont (Routes de France – Eiffage) :

- Instruction d'avis techniques sur les procédés, produits, méthodes, techniques et matériels

Le Pacte d'engagement

Le Comité Innovation Routes et Rues (CIRR)

Un appel à projets d'innovation « Routes et Rues » annuel :

- **Le CIRR a été créé en 2007 par la Direction des Mobilités routières pour encourager l'innovation**
- **Expertise technique et gestion opérationnelle par le Cerema**
- **Permettre la réalisation d'expérimentations en vraie grandeur**

Fonctionnement :

- **Appel à projets innovants annuel avec des orientations thématiques** (env. 17 répondants chaque année)
- **Publication des lauréats choisis par le jury** (env. 7 lauréats chaque année)
- **Recherche de maîtres d'ouvrages pour lancer les expérimentations** (12 lauréats sans chantier d'exp)
- **Publication d'un certificat de bonne fin**
- **Vers un avis technique de l'IDRRIM ?**

Si vous souhaitez lancer une expérimentation sur votre territoire :

- **Frédérique Rigah – cirr@cerema.fr – 06 99 41 72 67**

IDRRIM

INSTITUT DES ROUTES, DES RUES ET DES INFRASTRUCTURES POUR LA MOBILITÉ

@IDRRIM



Tracer ensemble les voies durables de la mobilité

Les matériaux et procédés innovants

IDEE
Infrastructures Décarbonées aux Enrobés à l'Emulsion

IREX
Institut pour la recherche appliquée et l'expérimentation en génie civil

PROJET National IDEE
Infrastructures décarbonées aux enrobés à l'émulsion

Vincent GAUDEFROY

Directeur Scientifique du PN IDEE, Université Gustave Eiffel

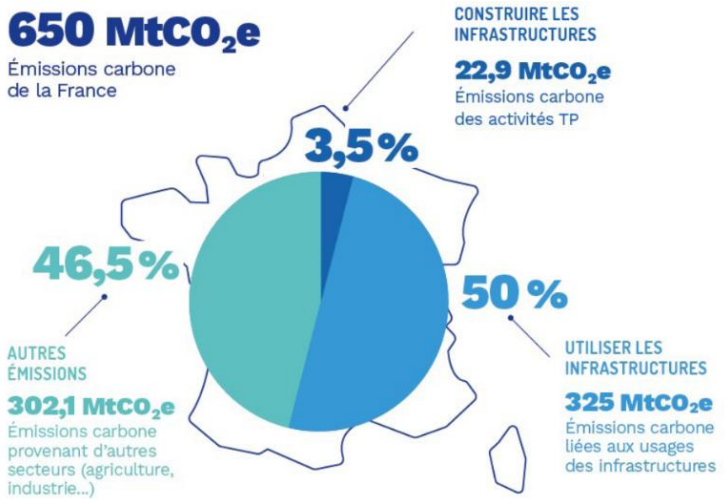
MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE
Liberté Égalité Fraternité

Le 24 Septembre 2026, Université Gustave Eiffel Nantes

infra 2050 Auvergne-Rhône-Alpes Bourgogne-Franche-Comté

► Démarche globale de la diminution de l'empreinte carbone en France :

- La **moitié des émissions de GES** en France provient de l'**utilisation des infrastructures**
- La **construction/entretien** du réseau participe à **3,5% des émissions** de GES
- Besoin de **repenser à nos modalités de transport**, engagement de la profession routière à **réduire d'un 1/3 ses émissions** de CO2 à l'**horizon 2030**



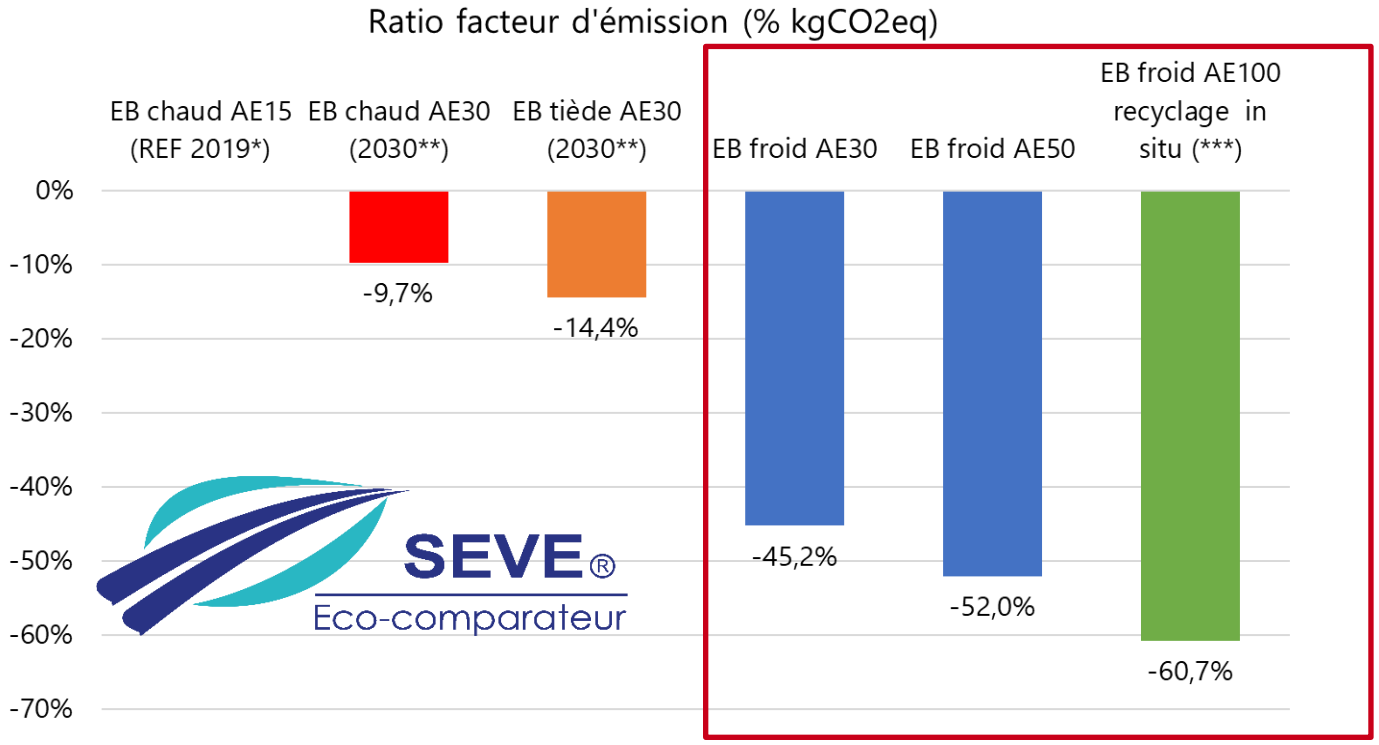


Enrobés bitumineux – les leviers de décarbonation

Réduction de la consommation d'énergie	Abaissement des températures	
	Réduction des distances de transports	
Réduction de la consommation des ressources non renouvelables	Recyclage et réutilisation	
	Utilisation de matière renouvelable	

Les techniques courantes disponibles

- Données « du berceau à la sortie de l'usine » utilisées pour les calculs



- AEXX : % d'agrégats d'enrobés
- * mix combustible : 80% GN / 20% FOL
- ** mix combustible : 100% GN
- *** : y.c. ESU + correction pour prendre en compte l'absence de transport de granulat

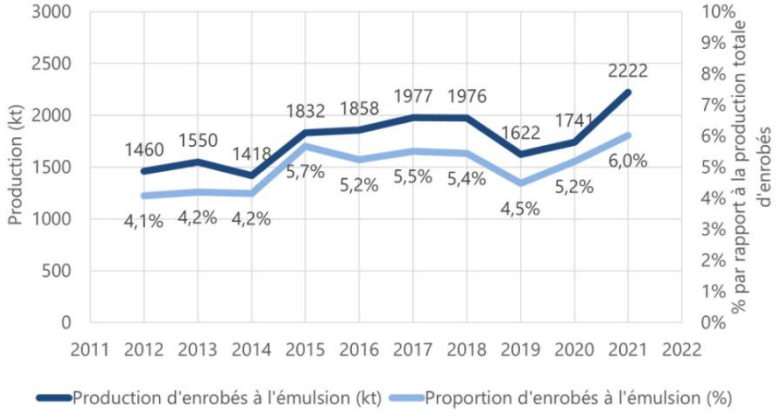
► **Partage de connaissance** et **expérimentations sur sites** avec appui **méthodologique** du **laboratoire**

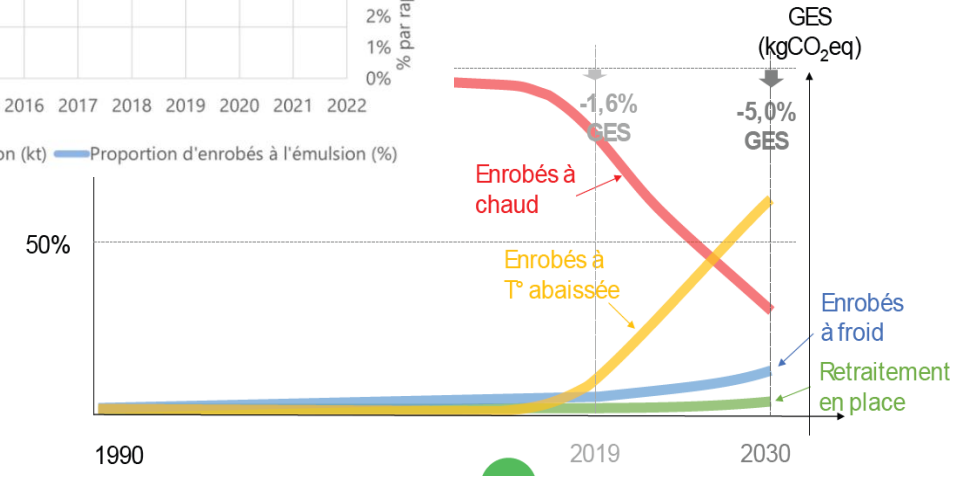
Plus de 40 Partenaires adhérents au PN IDEE



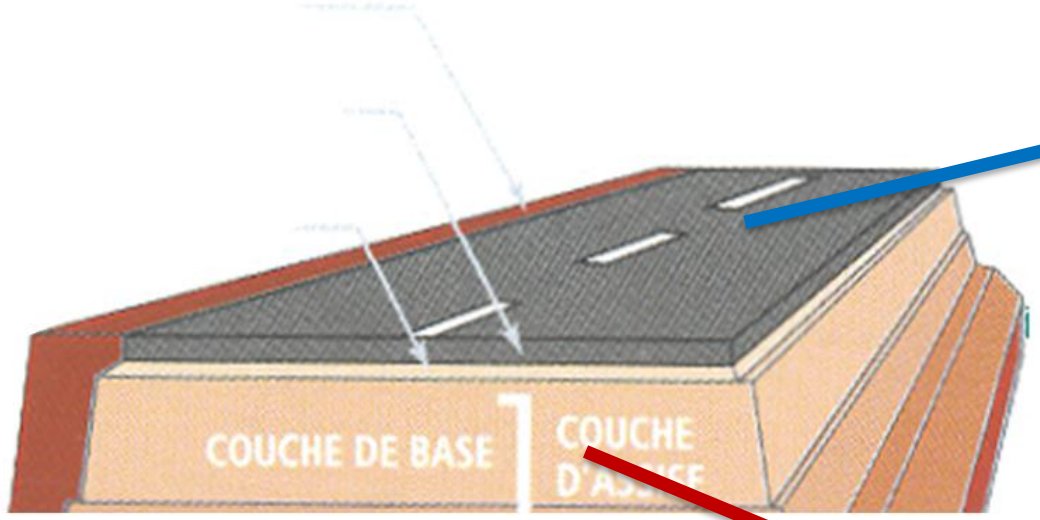


► Faire évoluer les pratiques routières !





Source: Feuille de route décarbonation 2024 ROUTES DE FRANCE



Couche de roulement (BBE, GER, RP)

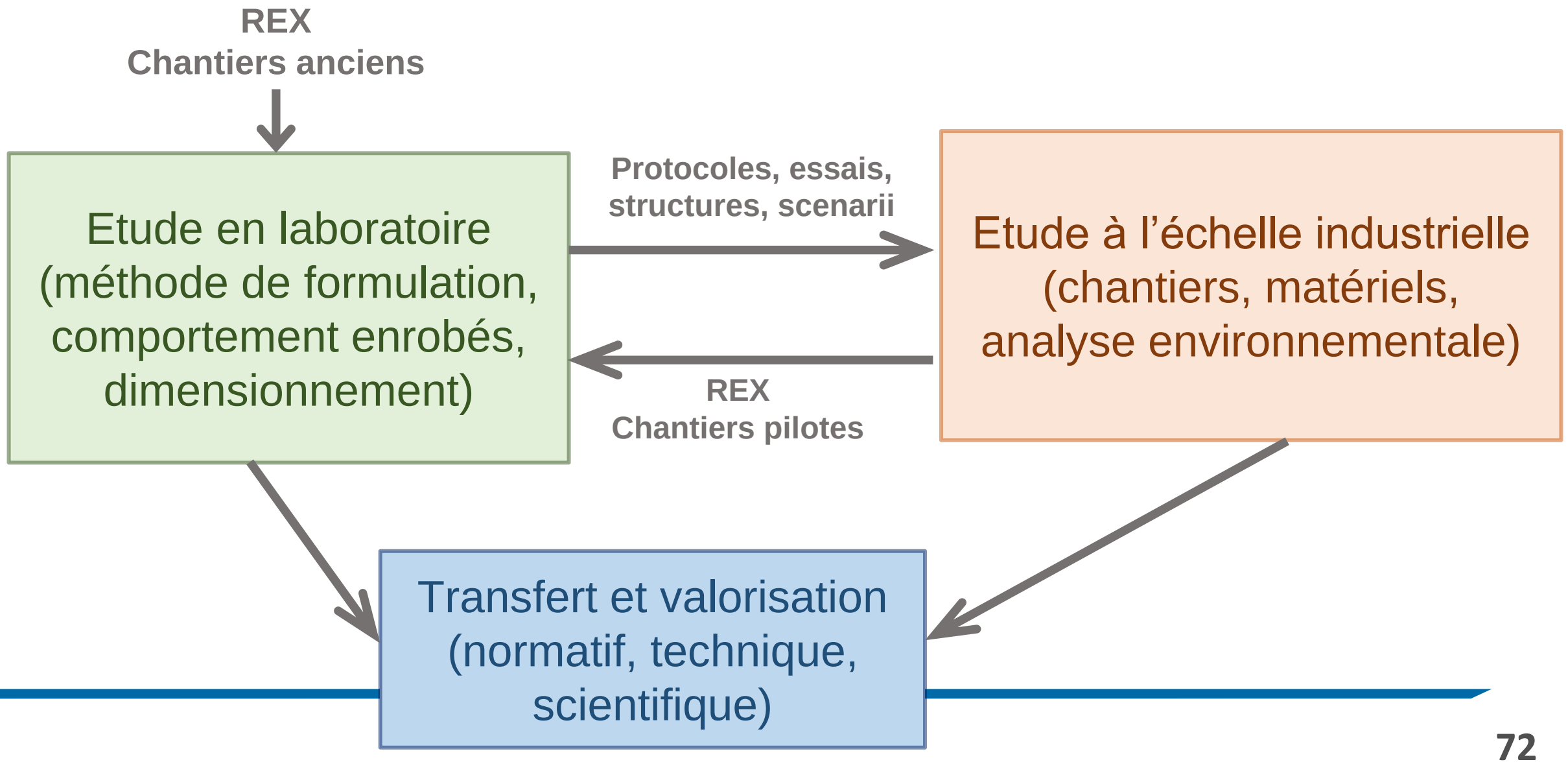
- Définir des critères d'**ouverture au trafic**
- Assurer la **montée en cohésion**
- Formuler pour **fort taux d'agrégats d'enrobés**





Couche de base (GES, RP)

- Mieux connaitre les **mécanismes de fin de vie**
- Prendre en compte **l'évolutivité des propriétés**
- Etablir des **règles de dimensionnement**

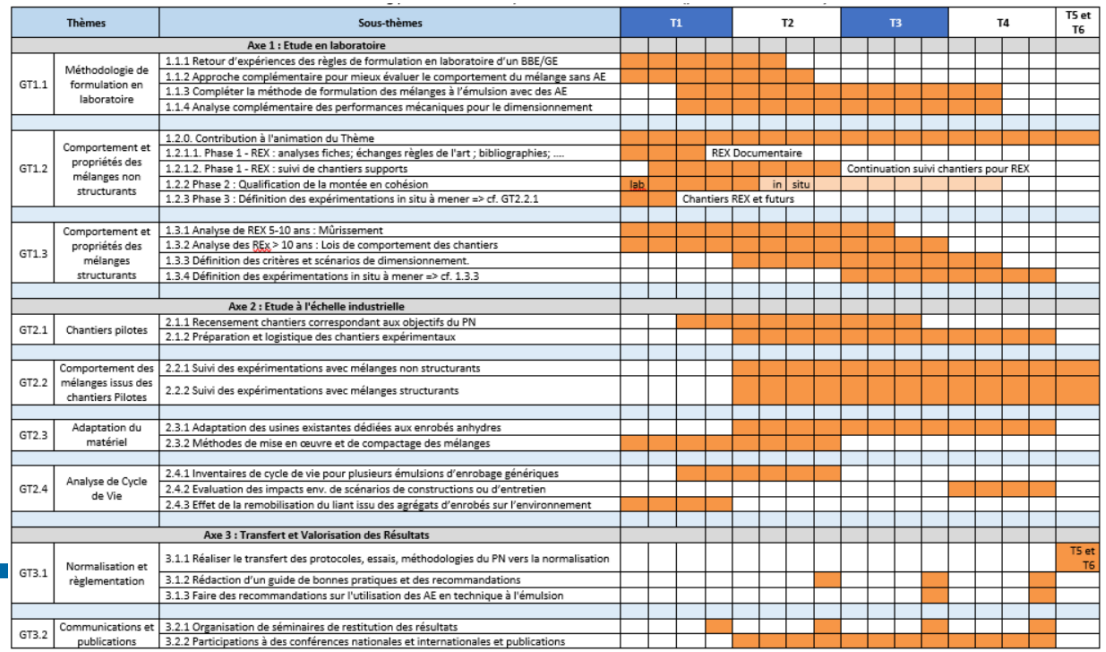

REX
Chantiers anciens
Etude en laboratoire (méthode de formulation, comportement enrobés, dimensionnement)
Protocoles, essais, structures, scenarii
REX
Chantiers pilotes
Etude à l'échelle industrielle (chantiers, matériels, analyse environnementale)
Transfert et valorisation (normatif, technique, scientifique)

Fortes attentes en termes de :

- Lever les freins au déploiement à plus grande échelle des enrobés à l'émulsion
- Contribuer à décarboner le secteur de la construction
- Documents scientifiques et techniques : conception, application et entretien des chaussées, protocoles d'essais et méthodologies

Calendrier

- Lancement du PN en Novembre 2024
- Tranche 1 - 2025/26 : Etude en laboratoire
- Tranche 2 - 2026/27 : Apport du recyclage
- Premiers chantiers en 2027



Les matériaux et procédés innovants

PROJET NATIONAL DE RECHERCHE COLLABORATIVE

IREX
Institut pour la recherche appliquée et l'expérimentation en génie civil

IDEE : Infrastructures Décarbonées aux Enrobés à l'Emulsion

Merci pour votre attention!

Visitez le site du PN: www.pn-idée.fr

IDEE
Infrastructures Décarbonées aux Enrobés à l'Emulsion

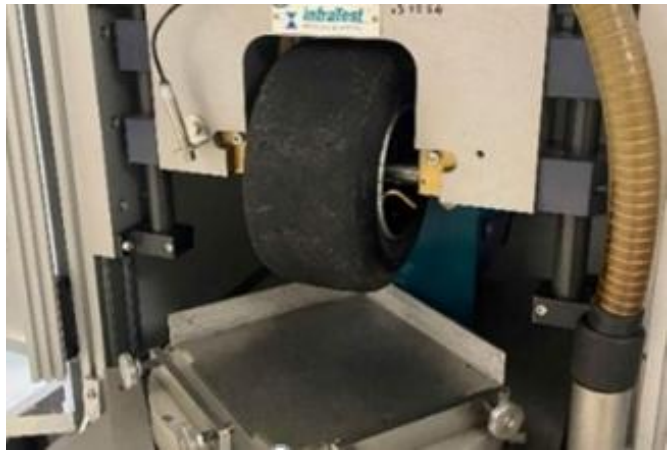
MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE
Liberté
Égalité
Fraternité

Contacts
vincent.gaudefroy@univ-eiffel.fr
camilo.duran@irex.fr
cedric.leroux@colas.com

infra 2050
Auvergne-Rhône-Alpes
Bourgogne-Franche-Comté

1. Optimiser la **méthode de formulation** des mélanges





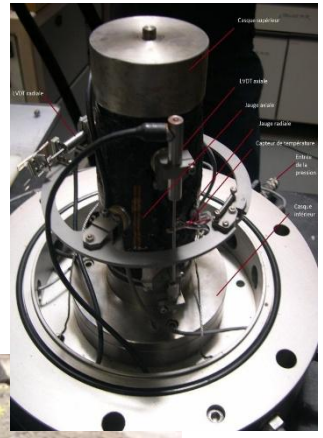


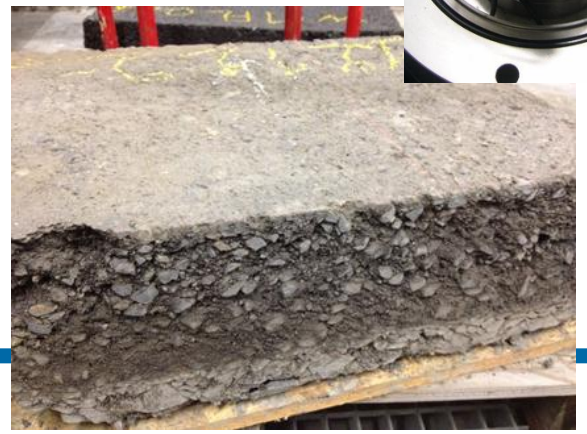


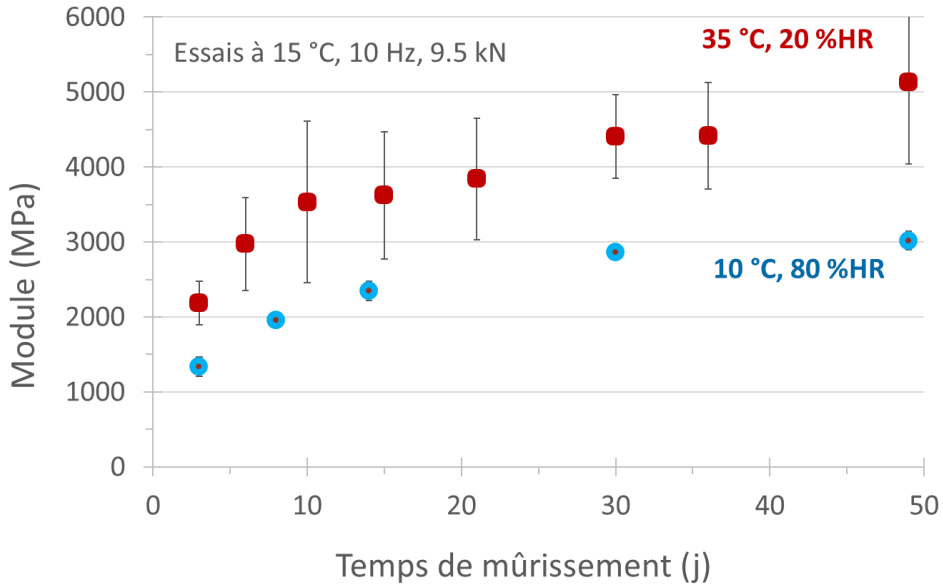


2. Mieux connaître le **comportement au jeune âge** durant la **montée en cohésion** et le **mûrissement**









3. Identification des **mécanismes d'endommagement**
et la dynamique des dégradations
pour mieux dimensionner les structures à froid







4. Adaptation des **procédés de fabrication et de la mise en œuvre**

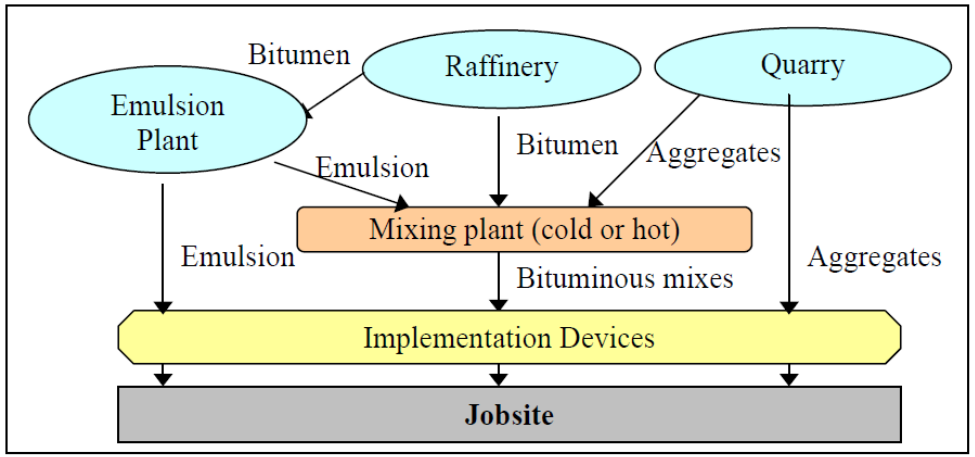






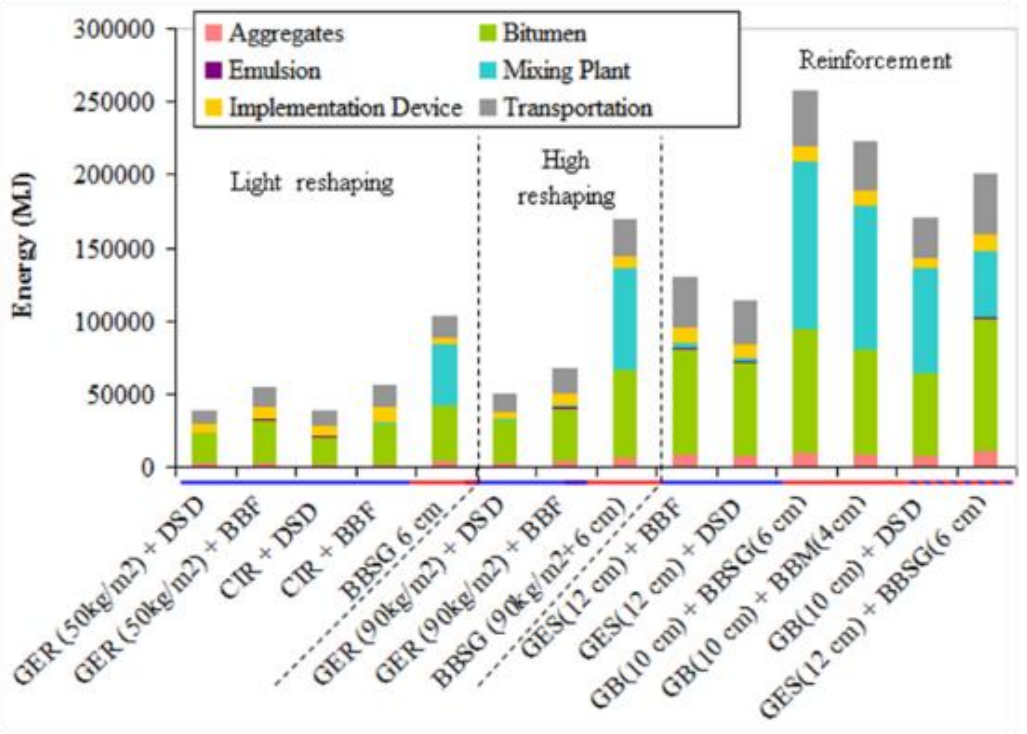
5. Réalisation d'**inventaires de cycle de vie** avec des indicateurs d'impact

Constituants et mise en œuvre



Apport du Projet national :
prise en compte de la durabilité

Exemple de bilan énergétique



S. Goyer, M. Dauvergne, L. Wendling, J.C. Fabre, C De la Roche, V. Gaudefroy, *Environmental evaluation of cold emulsion mixes*, Proceedings of Life cycle assessment and construction international congress, Nantes, France, July 2012.

Les matériaux et procédés innovants

PROJET NATIONAL DE RECHERCHE COLLABORATIVE

IREX
Institut pour la recherche appliquée et l'expérimentation en génie civil

IDEE : Infrastructures Décarbonées aux Enrobés à l'Emulsion

Merci pour votre attention!

Contacts
vincent.gaudefroy@univ-eiffel.fr
camilo.duran@irex.fr
cedric.leroux@colas.com

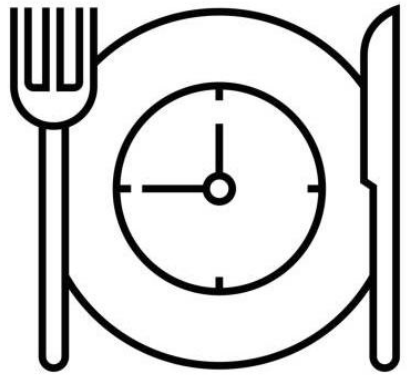
MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE
Liberté
Égalité
Fraternité

infra 2050
Auvergne-Rhône-Alpes
Bourgogne-Franche-Comté

Déjeuner

13h00 - 14h00

Restaurant de l'UGE



APRÈS-MIDI « MATÉRIAUX DÉCARBONÉS »

- **LES LIANTS BIOSOURCÉS – TRAVAUX DE RECHERCHE ET PERSPECTIVES**
  Justine Cantot, Université Gustave Eiffel

- **LES TECHNIQUES À L'ÉMULSION**
  Lionel Odie, Cerema

- **EXEMPLE D'UN CHANTIER DE RETRAITEMENT EN PLACE À L'ÉMULSION**
  Eric Briand et Bertrand Merrer, Conseil Départemental d'Ille-et-Vilaine

- **CLÔTURE**



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

APRÈS-MIDI « MATÉRIAUX DÉCARBONÉS »

- **LES LIANTS BIOSOURCÉS – TRAVAUX DE RECHERCHE ET PERSPECTIVES**
  Justine Cantot, Université Gustave Eiffel

- **LES TECHNIQUES À L'ÉMULSION**
  Lionel Odie, Cerema

- **EXEMPLE D'UN CHANTIER DE RETRAITEMENT EN PLACE À L'ÉMULSION**
  Eric Briand et Bertrand Merrer, Conseil Départemental d'Ille-et-Vilaine

- **CLÔTURE**



LES LIANTS BIOSOURCÉS

TRAVAUX DE RECHERCHES ET PERSPECTIVES

Conférence Technique
Territoriales – 24/09/2026

SOMMAIRE

1. Contexte et principes fondamentaux
2. Projets de l'Université Gustave Eiffel
3. Perspectives

SOMMAIRE

1. Contexte et principes fondamentaux
2. Projets de l'Université Gustave Eiffel
3. Perspectives

CONTEXTE ET PRINCIPE FONDAMENTAUX

Impact environnemental de la construction routière

Emissions en France

- 400 millions t_{eq} CO_2 en France en 2023
- 3.5 % à la **construction routière**

Objectif de décarbonation : -55% en 2030



Bitume majoritairement utilisé

- Issu de la distillation du **pétrole** ou gisement naturel
- Consommation annuelle : France 2,4 MT (2017)
  Mondiale 120 MT (2022)





https://écologie.gouv.fr
https://eurobitume.eu/bitumen/general-information/

CONTEXTE ET PRINCIPE FONDAMENTAUX

Bitume VS biosourcé



Raréfaction de la ressource

- Non renouvelable – 50 ans de réserve
- Nouvelles stratégies de raffinage



Fort **impact environnemental** et sanitaire

- Contamination des sols
- Emissions de composés toxiques
- Evolution de l'ACV



Définition : produits biosourcés

- Matériaux issus de la **biomasse** (matière organique) végétale, animale ou microbienne, non formée de manière géologique
- **≠ Renouvelable**



Contient du **carbone biogénique**

- Carbone issu de la **photosynthèse**
- Enrobé biosourcé : **Puits Carbone**

"Years of fossil fuel reserves left," Our World in Data. Accessed: Jun. 11, 2024. https://ourworldindata.org/grapher/years-of-fossil-fuel-reserves-left

R. Penki and S. K. Rout, "Next-generation bitumen: a review on challenges and recent developments in bio-bitumen preparation and usage," Biomass Convers. Biorefinery, vol. 13, no. 11, pp. 9583–9600, Jul. 2023, doi: 10.1007/s13399-021-01803-4.

X. Zhang, B. Tang, X. Yang, J. Li, X. Cao, and H. Zhu, "Risk assessment of volatile organic compounds from aged asphalt: Implications for environment and human health," J. Clean. Prod., p. 141001, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.jclepro.2024.141001.

International Energy Agency - https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018/oil

R. Bridgelall, E. Lee, and A. R. Talegani, "Sourcing Strategy for Asphalt Production Feedstock Considering Multimodal Transport Options," *Manage. Rev.*, pp. 4–31, 2016.

Matériaux biosourcés et analyses de cycle de vie du point de vue Carbone, 2013, Envirobatbdm

Université Gustave Eiffel

CONTEXTE ET PRINCIPE FONDAMENTAUX

Etat des lieux actuel

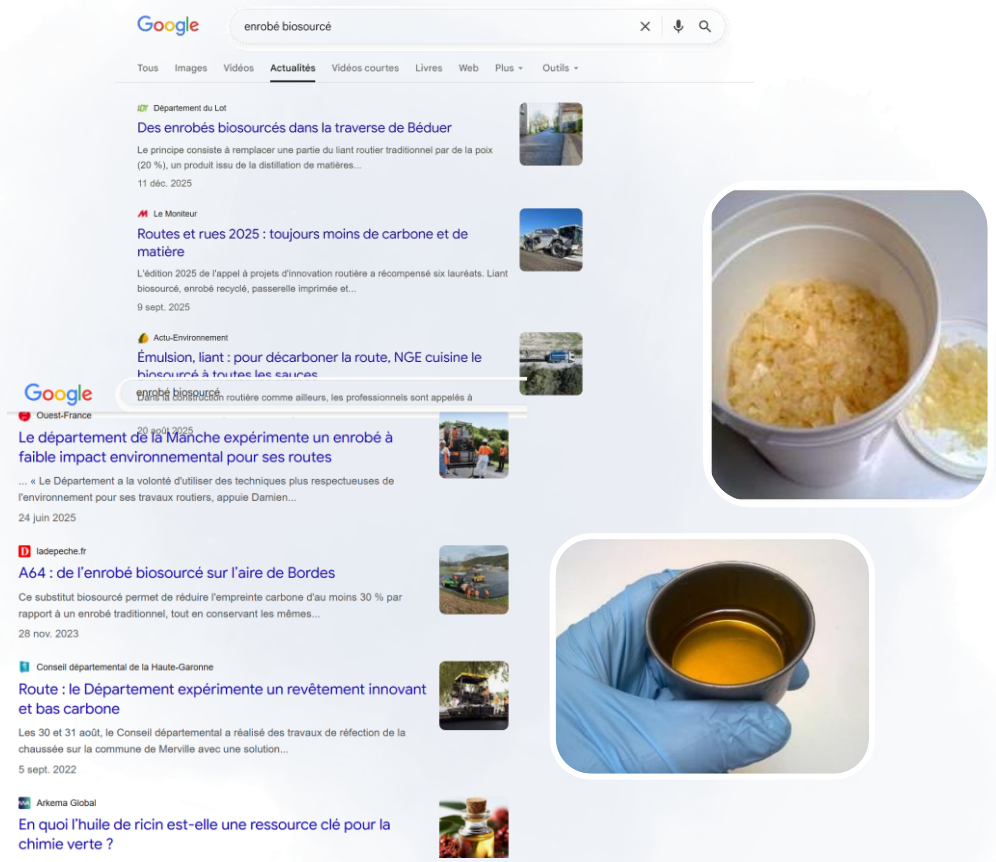
Nombreux **brevets** sur des liants biosourcés (remplacement total ou partiel)

- Végécol (FR 2 932 797A1)
- Biophalt (FR 2 915 204 – B1)
- Séquoia (FR 2 955 586 – A1)
- Floraphalt (WO 2010/128105 A1)

Poix de Tall Oil – Huiles V - Colophane

Nombreux chantiers expérimentaux

Moins de 2% des enrobés fabriqués en France



Bearsley, S. R., & Haverkamp, R. G. (2007). Adhesive Properties of **Tall Oil Pitch Modified Bitumen**. *Road Materials and Pavement Design*, *8* (3), 449–465.

Maarit Korhonen, Aarre Kellomäki, Miscibilities of polymers in **bitumen and tall oil** pitch under different mixing conditions, *Fuel*, Volume 75, Issue 15, 1996, Pages 1727-1732.

Yujuan Zhang, Chen Sun, Peng Xiao, Pei Qian, Yao Zhang, Aihong Kang, Yuqing Li, Zhendong Cao, Study on the synergistic regeneration effect of **tall oil** and crumb rubber on aged SBS modified asphalt, *Construction and Building Materials*, Volume 444, 2024, 137870,

Bilan environnemental Route de France, 2025

Montazeri, Mahnaz & Norouzbeigi, Reza. (2023). Fabrication and Characterization of Renewable Alginate-Lignin Aerogel for Efficient Oil Absorption. Journal of Polymers and the Environment. 32. 10.1007/s10924-023-03121-4.

J.G.B. Churchill, V.B. Borugadda, A.K. Dalai, A review on the production and application of tall oil with a focus on sustainable fuels, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 191, 2024

Université Gustave Eiffel

SOMMAIRE

1. Contexte et principes fondamentaux
2. Projets de l'Université Gustave Eiffel
3. Perspectives

PROJET DE L'UNIVERSITÉ GUSTAVE EIFFEL

Démarche

Choix de la **biomasse**

- Locale, renouvelable, non alimentaire
- Quelle quantité disponible ?



Production mondiale	Mt / an
Huiles végétales	200
Huiles V usagées	10
Lignine	457

Choix du **procédé** de transformation

- Coût du produit final ?



Conversion thermochimique

- Biomasses solides
- Pyrolyse – Liquéfaction hydrothermale
- Biochar / Crude oil



Conversion chimique

- Biomasses liquides
- Estérification – Polymérisation – Maléinisation
- Viscosification ou stabilisation



Fractionnement

- Séparation d'une phase d'intérêt
- Distillation (Pitch) – Extraction

https://www.statista.com/statistics/263933/production-of-vegetable-oils-worldwide-since2000/.
Wan Nur Aifa Wan Azahar et al. / Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering) 78: 4 (2016) 111–116)
Nicolas Scott Bentsen and Claus Felby 2010:

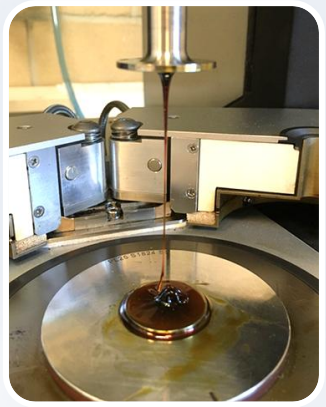
Université Gustave Eiffel

PROJET DE L'UNIVERSITÉ GUSTAVE EIFFEL

Démarche

Formulation du produit fini

- Remplacement total ou partiel ?
- Ajustement des propriétés

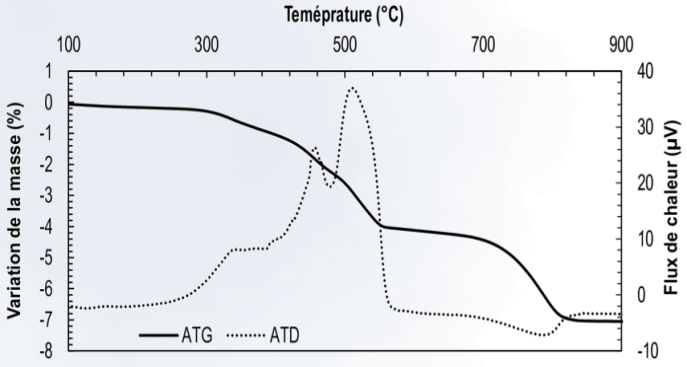




Contrôle des **propriétés**

- Compatibilité - Stabilité au stockage
- Stabilité thermique
- Vieillissement





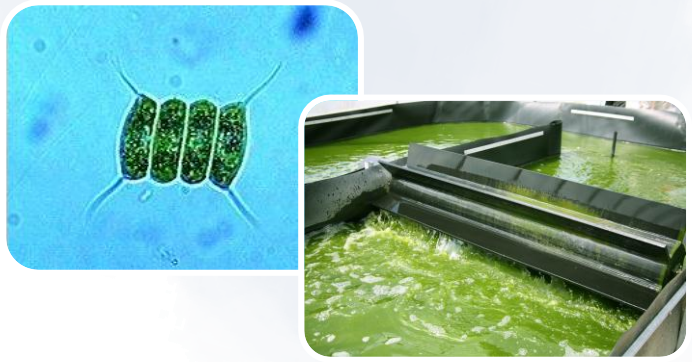
Université Gustave Eiffel

LIQUÉFACTION HYDROTHERMALE DE RÉSIDUS DE MICROALGUES

Projet Algoroute (2016)

Algues microscopiques

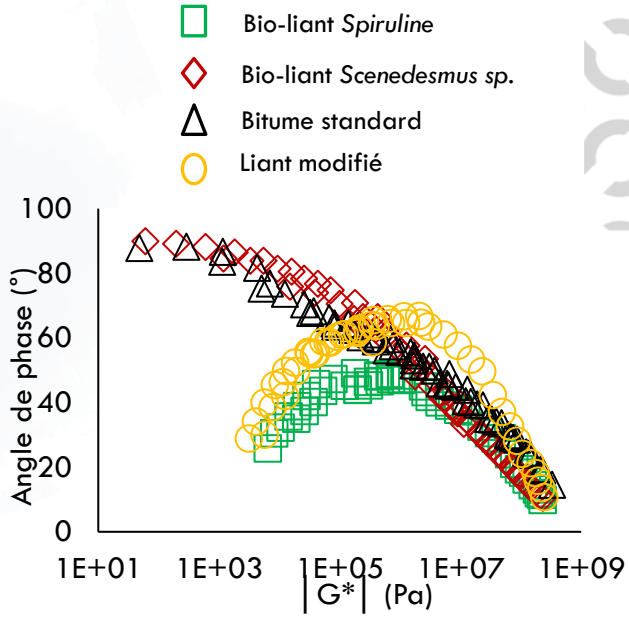
- Pas de compétition avec les cultures alimentaires
- Teneur en **lipide** importante





Liquéfaction hydrothermale

- Pas de solvant et pas de séchage
- Variation possible de P, T et t avec conséquence sur le **rendement** et les **propriété** de l'huile obtenue



Chailleux, E., Audo, M., Bujoli, B., Queffelec, C., Legrand, J., & Lepine, O. (2012, January). Alternative binder from microalgae: Algoroute project. In *Workshop alternative binders for sustainable asphalt pavements* (pp. pp-7).

Leroy, E., & Chailleux, E. (2024, November). Bio-Bitume à partir de la liquéfaction de micro-algues: bilan du projet Algoroute. In *7ème Séminaire du GDR Thermobio «Conversion Thermochimique de la Biomasse et des Déchets»*.

MALÉINISATION D'HUILES ALIMENTAIRES USAGÉES

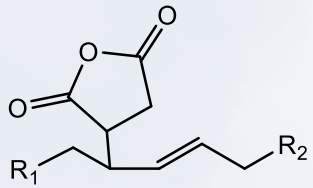
Projet POP (2022)

Huile alimentaire usagée

- 10 Mt/an
- Facilement fonctionnalisable



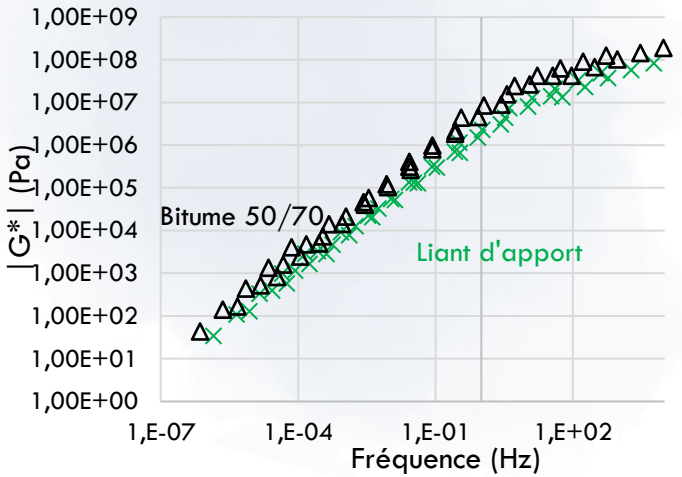




Réaction de **maléinisation**

- Pas de solvant
- Augmentation de la masse moléculaire - Viscosification

Utilisation dans le cadre du **recyclage**



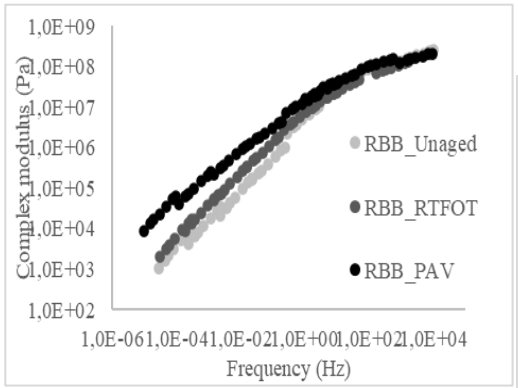
Tran, T. N., Gaudefroy, V., Cantot, J., Tapin, B., & Chailleux, E. (2026, April). Bio-Based Emulsion for Pavement. In RILEM Spring Convention and Conference (pp. 57-65). Cham: Springer Nature Switzerland.

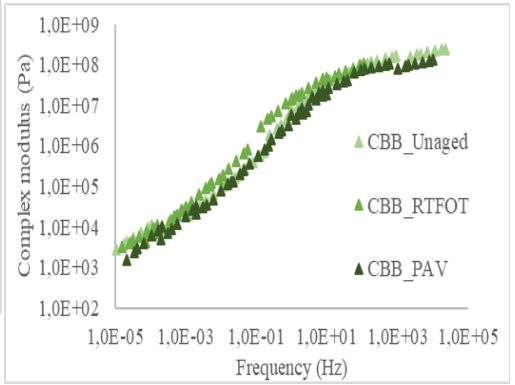
DURABILITÉ DES LIANTS BIOSOURCÉS

Focus sur le vieillissement

Essais **conventionnels** (RTFOT + PAV)

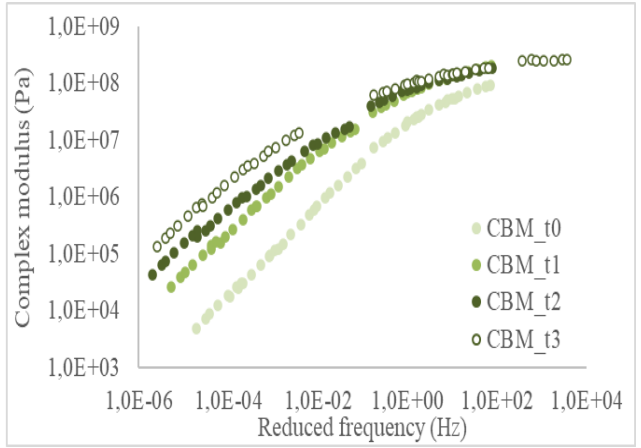
- Conditionnement thermique
- Evolution significative du bitume





Procédure **alternative** (eau et UV)

- Evolution significative du liant biosourcé
- Interaction eau/liant - lixiviation

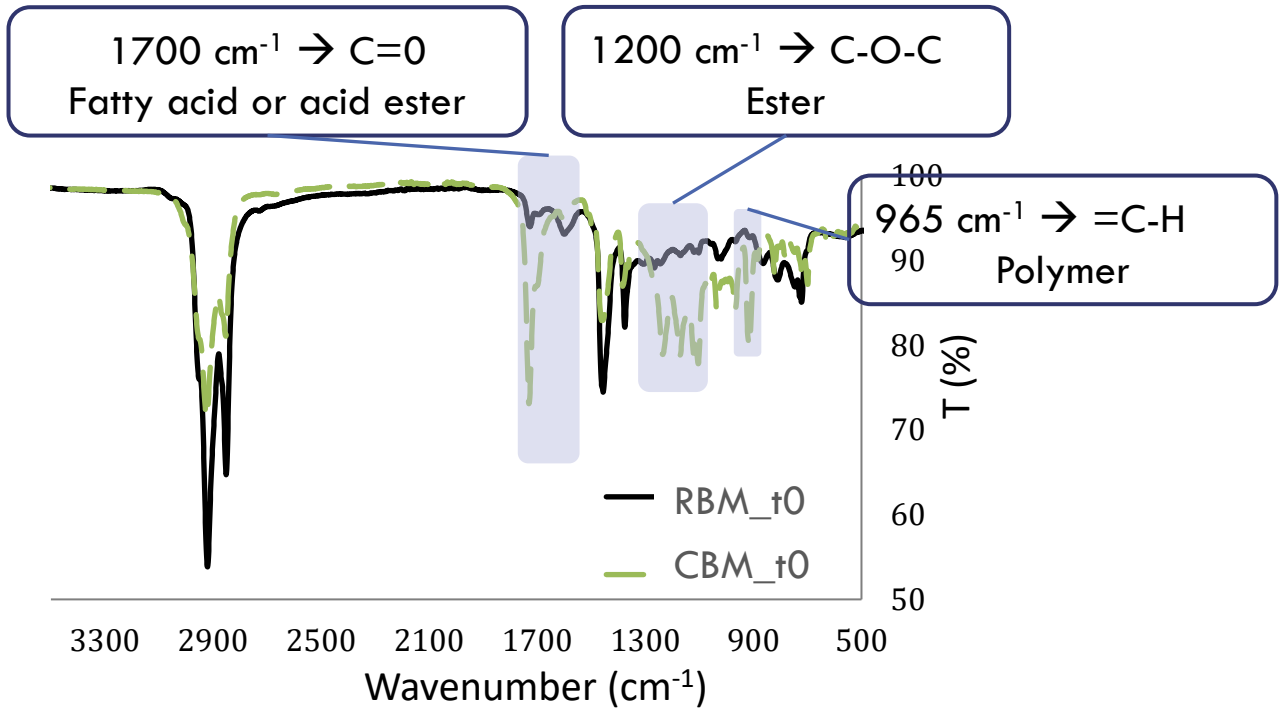


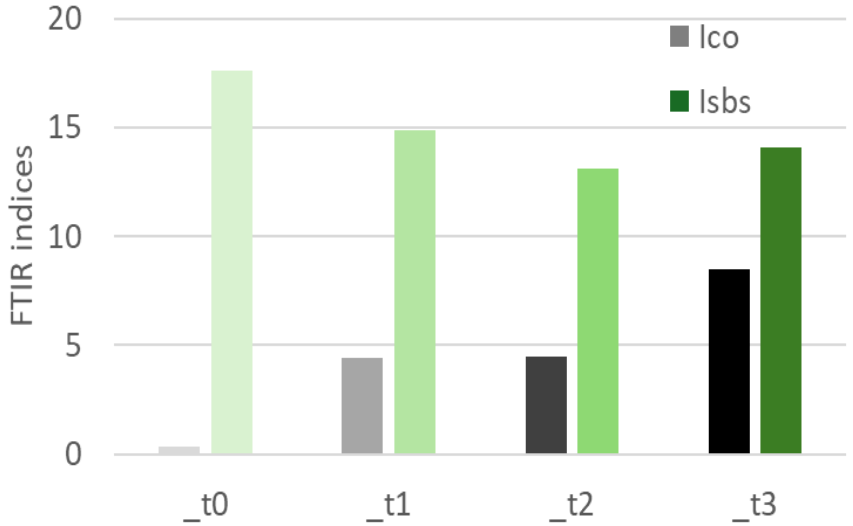


Cantot, J., Charradi, I., Ziade, E., Nicolaï, A., & Chailleux, E. (2026, June). Physico-Chemical Characterization of Bio-Based Binder Under Environmental Aging. In *RILEM International Symposium on Bituminous Materials* (pp. 337-343). Cham: Springer Nature Switzerland.
Charradi[1], J. C. I., Ziade, E., & Nicolaï, A. (2026, July). Physico-Chemical Characterization of Bio-Based Binder Under Environmental Aging. In *Proceedings of the 2nd RILEM International Symposium on Bituminous Materials (ISBM 2026): Volume 1* (Vol. 1, p. 337). Springer Nature.

DURABILITÉ DES LIANTS BIOSOURCÉS

Focus sur le vieillissement





Chimie initiale différente

➔ Besoin de **nouveaux indicateurs**

Cantot, J., Charradi, I., Ziade, E., Nicolaï, A., & Chailleux, E. (2026, June). Physico-Chemical Characterization of Bio-Based Binder Under Environmental Aging. In *RILEM International Symposium on Bituminous Materials* (pp. 337-343). Cham: Springer Nature Switzerland.
Charradi[1], J. C. I., Ziade, E., & Nicolaï, A. (2026, July). Physico-Chemical Characterization of Bio-Based Binder Under Environmental Aging. In *Proceedings of the 2nd RILEM International Symposium on Bituminous Materials (ISBM 2026): Volume 1* (Vol. 1, p. 337). Springer Nature.

SOMMAIRE

1. Contexte et principes fondamentaux
2. Projets de l'Université Gustave Eiffel
3. Perspectives

QUELLE ROUTE DE POUR DEMAIN ?

Cas idéal

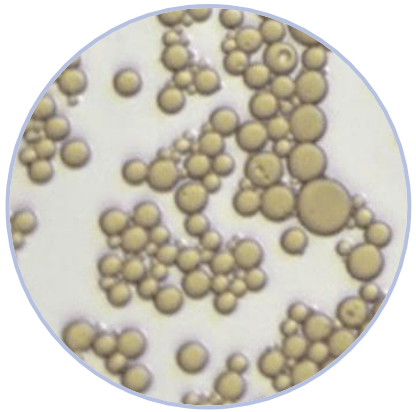
- Recyclage optimisé
- Liant d'apport : émulsion biosourcée
- Recyclage en place

Travailler sur de **nouveaux matériaux** tout en se **reposant des questions** sur nos matériaux conventionnels

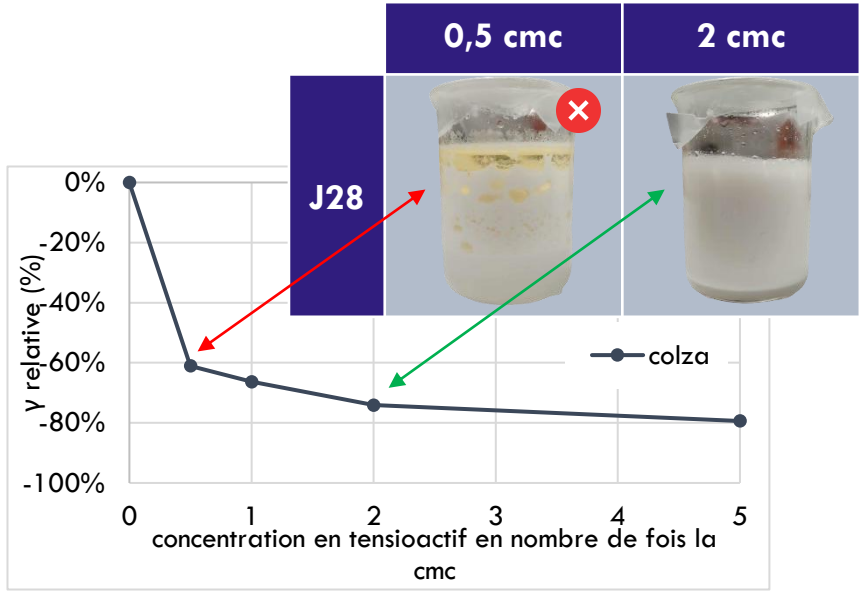


EMULSION BIOSOURCÉE

Quelles propriétés dictent la mise en émulsion et sa stabilité ?



Lien stabilité et minimum de tension interfaciale



Enrobage non satisfaisant



30/70 - 2 cmc

30/70 - 5 cmc

Passage à l'enrobé nécessité une reformulation

Université Gustave Eiffel

MONTÉE EN ÉCHELLE : QUELLES LIMITES ?

Variabilité de la biomasse

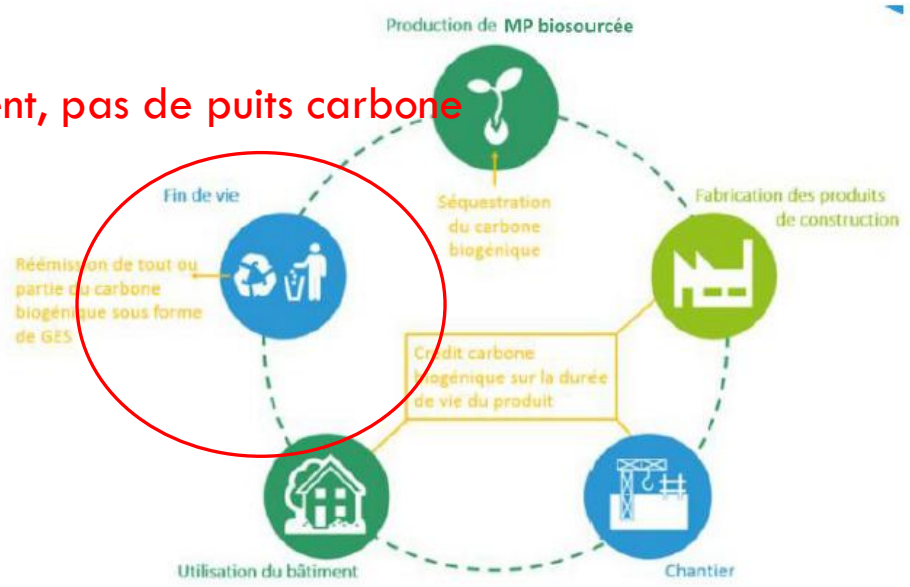


Durabilité : recyclabilité – biodégradabilité - écotoxicité



Manque de **référentiel normatif** : Nomenclature, devenir du carbone biogénique, adaptation des conditions

Actuellement, pas de puits carbone



Cycle de vie d'un matériau biosourcé (source : Karibati)

Université Gustave Eiffel

CONCLUSION

Evolution vers des liants bas carbone nécessaire

- Objectif de réduction des émissions
- Raréfaction du pétrole

Grande diversité de ressources et de procédés

Maintien de performances équivalente

- Possible de faire aussi bien à court terme
- Nécessité d'optimiser la durabilité – adapter les méthodes d'étude en laboratoire

Montée en échelle

- Preuve de concept – ACV inclus
- Quid du prix ?

APRÈS-MIDI « MATÉRIAUX DÉCARBONÉS »

- **LES LIANTS BIOSOURCÉS – TRAVAUX DE RECHERCHE ET PERSPECTIVES**
  Justine Cantot, Université Gustave Eiffel

- **LES TECHNIQUES À L'ÉMULSION**
  Lionel Odie, Cerema

- **EXEMPLE D'UN CHANTIER DE RETRAITEMENT EN PLACE À L'ÉMULSION**
  Eric Briand et Bertrand Merrer, Conseil Départemental d'Ille-et-Vilaine

- **CLÔTURE**



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Décarbonation des travaux routiers

Matériaux décarbonés

Les techniques à l'émulsion







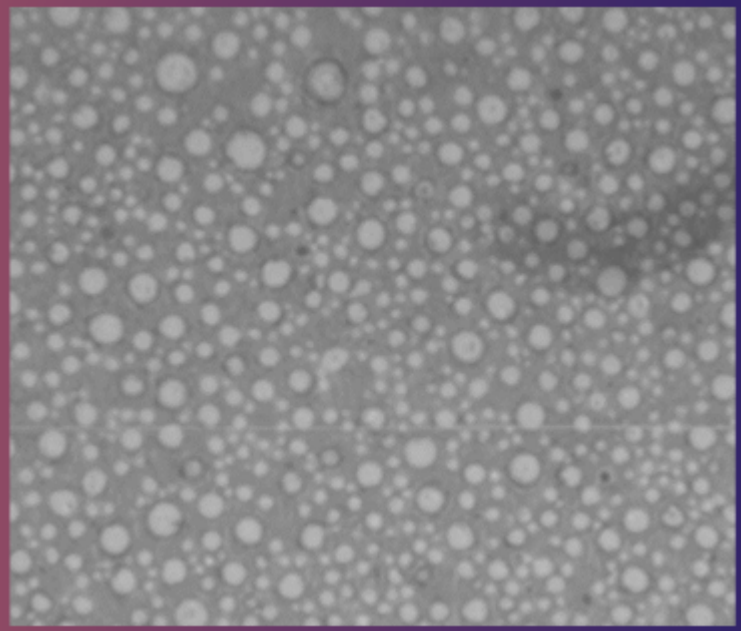
Lionel ODIE

- Cerema Ouest - Agence de Saint-Brieuc – groupe RDI
- Pôle National « Techniques à l'émulsion »

Nantes le 24/09/2026

SOMMAIRE

1. Préambule
2. Techniques :
   - *Enrobés à l'émulsion*
   - *Retraitements en place à l'émulsion*
   - *Revêtements superficiels à l'émulsion*
3. Conclusions / Perspectives



1. Préambule

- **OBJECTIF** : retenir les solutions les plus « **durables** »
  pour **l'entretien du patrimoine de chaussées**, selon approches …

Technico-Economiques

Optimiser les solutions de travaux;
obtenir la durée de vie escomptée



Sociétales

Amélioration du confort des usagers et des riverains (uni, adhérence, bruit, …)
Minimiser les impacts sanitaires



Environnementales

Minimiser les impacts environnementaux;
⇒ Décarbonation

1. Préambule

- **MOYEN** : minimiser la consommation des ressources non renouvelables …



  - Matières premières
    - Techniques économes en ressources
    - Recyclage
    - Valorisation de déchets
    - Utilisation de ressources renouvelables

  - Énergies fossiles
    - Minimisation du transport
    - Baisse des températures de fabrication : **« chaud »** ⇒ **« froid » dont** techniques à l'émulsion

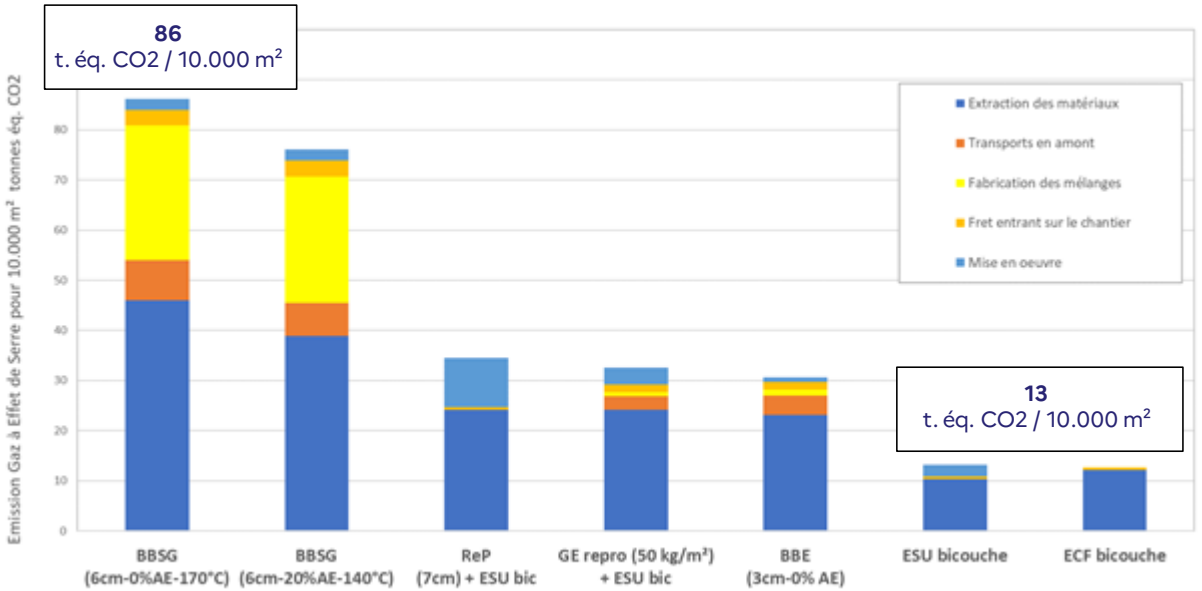


1. Préambule

- **ATOUTS** :

  - Fabrication des produits routiers à température ambiante => pas de chauffage de granulats
  - Mélanges : Capacité de recyclage à 100%
  - Matériaux « souples » adaptables aux supports déformables

  - Bilan environnemental en fabrication

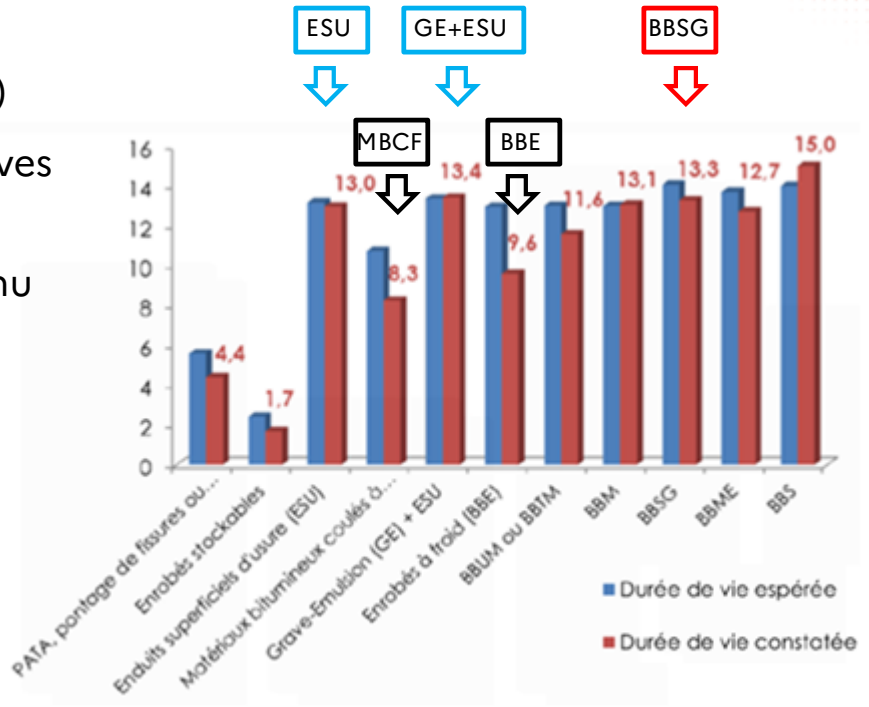


Calculs SEVE TP V6.5.4. - mai 2026
(base Eurobitume LCA 4.0 – 2025)

1. Préambule

- **LIMITES** :

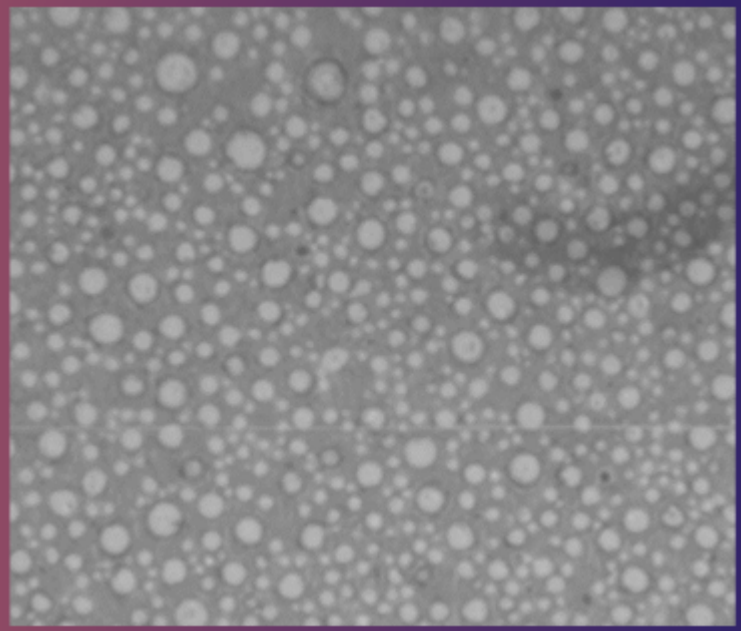
  - Durée de vie variable selon les produits (cf. ACV)
  - Mélanges aux performances mécaniques évolutives (cf. montée en cohésion)
  - Mélanges au comportement en fatigue mal connu (cf. dimensionnement)
  - Sensibilité …
    - à la formulation, la nature des procédés,
    - à la qualité des constituants,
    - aux conditions météorologiques,
    - aux compétences équipes, …



Routes de France
JP Marchand (Journée Technique Routes 2020)

SOMMAIRE

1. Préambule
2. Techniques :
   - ***Enrobés à l'émulsion***
   - *Retraitements en place à l'émulsion*
   - *Revêtements superficiels à l'émulsion*
3. Conclusions / Perspectives



2.1. Caractéristiques des Enrobés à l'émulsion

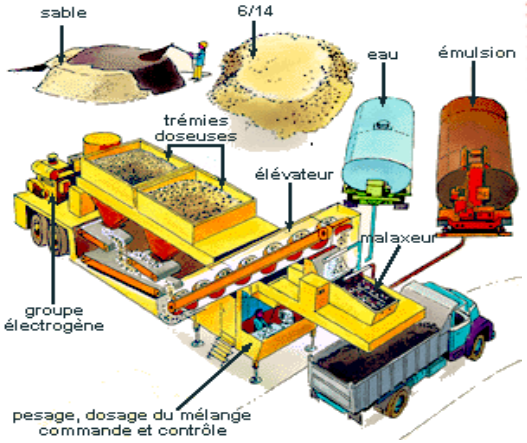
- **GÉNÉRALITÉS** :

  - **Domaines d'emploi :**

  – GE : reprofilage + structure
  – BBE : roulement + reprofilage

  - **Fabrication :**

  – Mélange séquencé : 0/D + Eau d'apport + Emulsion de bitume
  – Centrale type « GRH »
  – Procédé de fabrication « simple » (GE) … à « complexe » (BBE)
  – Gestion de la montée en cohésion à court / moyen terme



Édition SFERB -1988

Etapes	Caractéristiques
- Fabrication	Maniabilité
- Transport	
- Mise en œuvre	
- Remise au trafic	Cohésion



2.1. Caractéristiques des Enrobés à l'émulsion

- **COMPORTEMENT** :

  - **Grave Emulsion :**

    – adaptabilité aux épaisseurs variables (capacité de reprofilage)
    – capacité de renforcement … avec approche de dimensionnement encore empirique
    – uni variable selon l'épaisseur, la formulation et l'atelier de mise en œuvre

  - **Béton Bitumineux à l'Emulsion :**

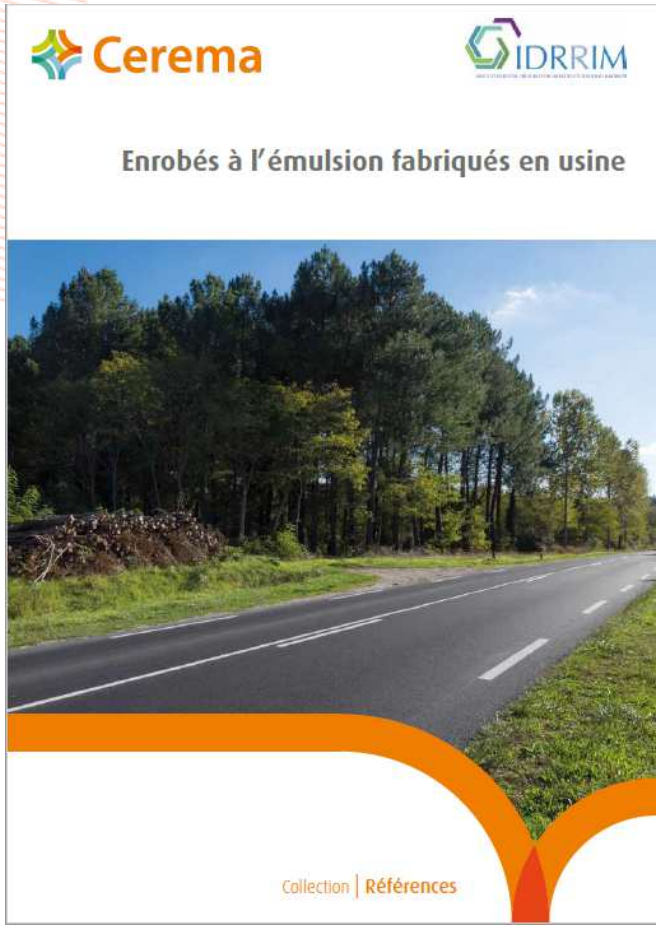
    – transportabilité et montée en cohésion variable selon formulations et procédés
    – durabilité variable selon formulations et procédés
    – sensibilité au cisaillement de jeune âge
    – sensibilité à la teneur en « mastic » disponible (cf. fort taux d'AE)







2.1. Caractéristiques des Enrobés à l'émulsion



Publiés :

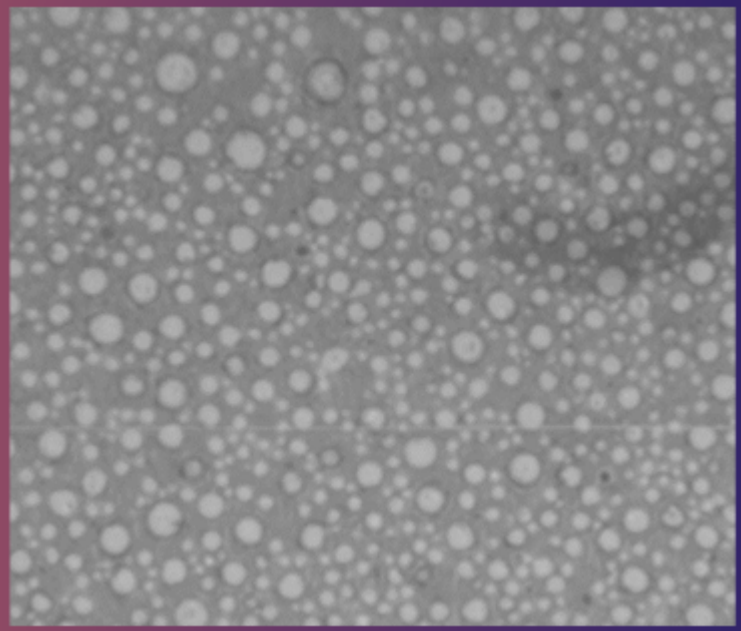
- **Guide Cerema / IDRRIM** « Enrobés à l'émulsion fabriqués en usine » 2020
- NF EN 13108-31 : 2020

En préparation :

- Révision NF P98-150-2 : fabrication mise en oeuvre
- Finalisation pr FD 98-153 – modalités de l'application de la norme NF EN 13108-31
- Enquête NF P98-149 : terminologie

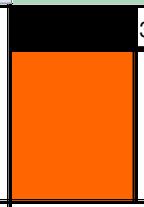
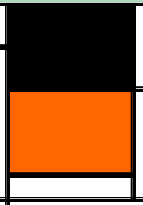
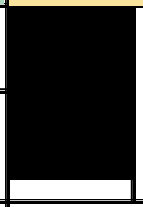
SOMMAIRE

1. Préambule
2. Techniques :
   - *Enrobés à l'émulsion*
   - ***Retraitements en place à l'émulsion***
   - *Revêtements superficiels à l'émulsion*
3. Conclusions / Perspectives



2.2. Caractéristiques des Retraitements à l'émulsion

- **GÉNÉRALITÉS** :
  - Classes de retraitement / domaines d'emploi

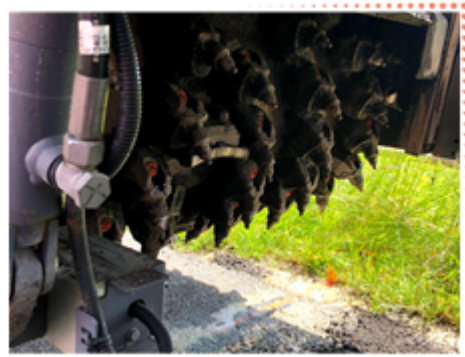
	CLASSE		
	I	II	III
Objectif	**Renforcement structurel**	**Réhabilitation de la surface**	
Principe / domaine d'emploi	Amélioration des caractéristiques mécaniques et géométriques		Amélioration des caractéristiques géométriques, gestion interfaces décollées
Ancienne chaussée	 3 à 4 cm surface bitum. assise NT ou TLH	 4 à 8 cm surface bitum. assise NT ou TLH	 5 à 12 cm surface bitum.
Liant	Emulsion de bitume	Emulsion de bitume pur ou régénérant	Emulsion de bitume Régénérant
% liant ajout	3 à 5 % de bitume résiduel	1 à 3 % de bitume résiduel	Jusqu'à 2 % de bitume ésiduel
Epaisseur retraitée	**10 à 15 cm**	**5 à 12 cm**	**5 à 12 cm**

2.2. Caractéristiques des Retraitements à l'émulsion

- **COMPORTEMENT** :

  - faible enjeux de la formulation (classe III)
  - pas de régénération du liant ancien
  - compacité faible (80 à 85%)
  - capacité de renforcement … avec approche encore empirique
  - Uni variable selon l'épaisseur, la formulation et l'atelier de mise en œuvre

  - ENJEUX :
  - Qualification de la montée en cohésion avant mise en place de la couche de roulement définitive => W% ?
  - Qualification de la rigidification mécanique => module en traction indirecte







2.2. Caractéristiques des Retraitements à l'émulsion



Publiés :

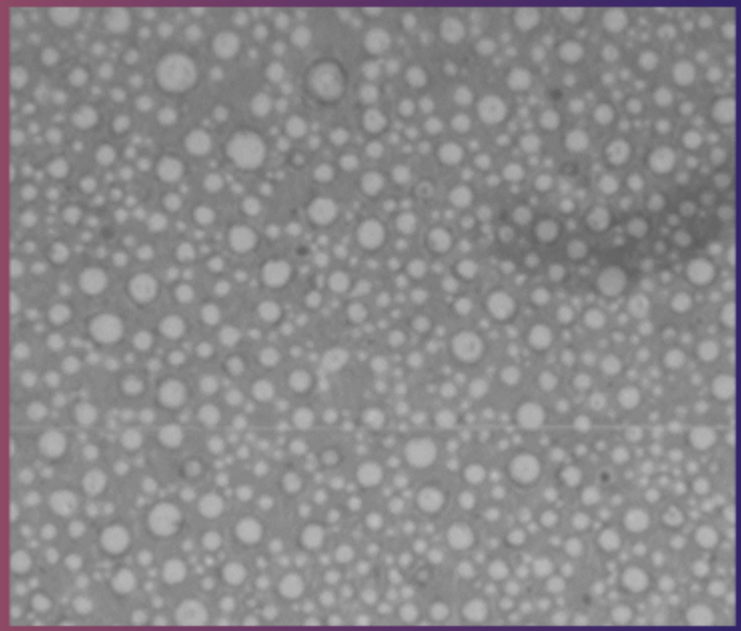
- **Guide SETRA** « Retraitement en place à froid des anciennes chaussées » 2003

En préparation :

- Publication du guide Cerema / IDRRIM
  … d'ici fin 2026 / début 2027?

SOMMAIRE

1. Préambule
2. Techniques :
   - *Enrobés à l'émulsion*
   - *Retraitements en place à l'émulsion*
   - ***Revêtements superficiels à l'émulsion***
3. Conclusions / Perspectives



2.3. Caractéristiques des Revêtements Superficiels

- **GÉNÉRALITÉS** :

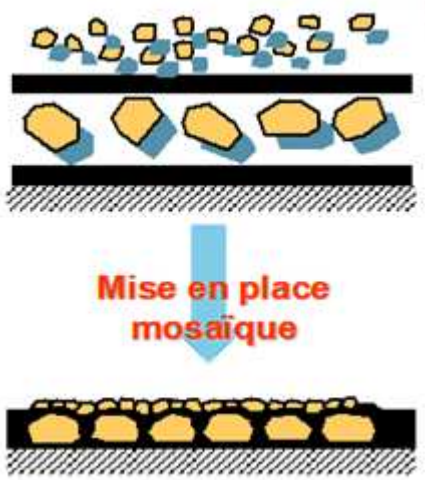
  - **Fabrication en PLACE :**

    – Assemblage granulats (d/D pour ESU et 0/D pour MBCF) et émulsion IN SITU
    – ESU : personnalisation de la formulation (structure et dosage) à chaque itinéraire
    – MBCF : présence de régulateur de rupture de l'émulsion (fines hydrauliques, additifs)

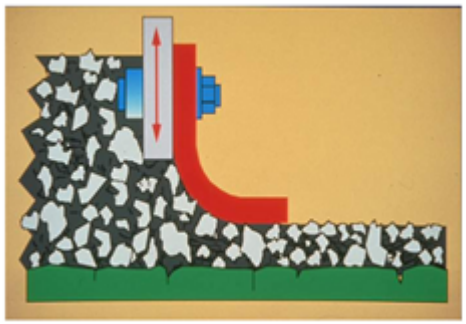
  - **Domaines d'emploi :**

    – Entretien (préventif) des couches de roulement (jusqu'à trafic fort)
    – Restitution : étanchéité / adhérence

Enduit Superficiel d'Usure



Matériaux Bitumineux Coulés à Froid



2.3. Caractéristiques des Revêtements Superficiels

- **COMPORTEMENT** :

  - **Enduit Superficiels d'Usure :**

    – Variété de structures (adaptabilité à l'état des supports)
    – Adaptabilité à la déformabilité et à l'hétérogénéité du support
    – Forte adhérence / macrotexture => bruit
    – Sensibilité aux efforts tangentiels;
    – Sensibilité aux conditions climatiques (modification)



  - **Matériaux Bitumineux Coulés à Froid :**

    – Montée en cohésion rapide
    – Adaptabilité limitée à la déformabilité et à l'hétérogénéité du support

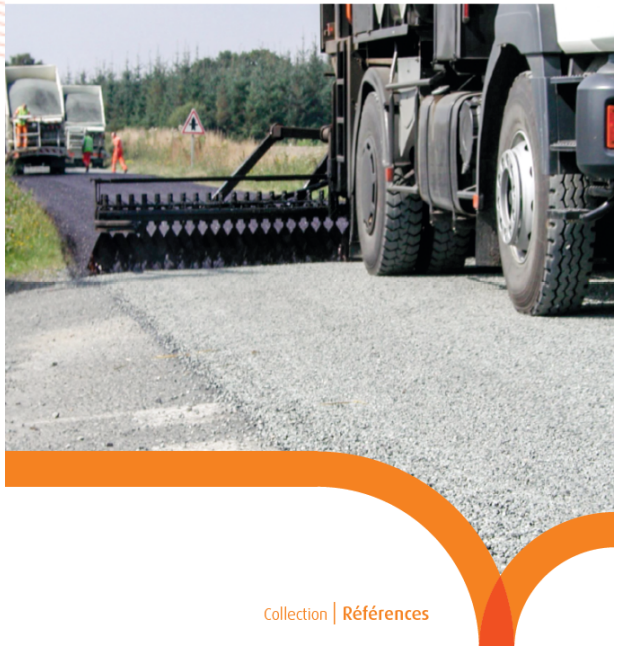


2.3. Caractéristiques des Revêtements Superficiels

Guide Cerema / IDRRIM

« Enduits Superficiels d'Usure »

2017



Guide Cerema / IDRRIM

« Matériaux Bitumineux Coulés à Froid »

2017



2.3. Caractéristiques des Revêtements Superficiels



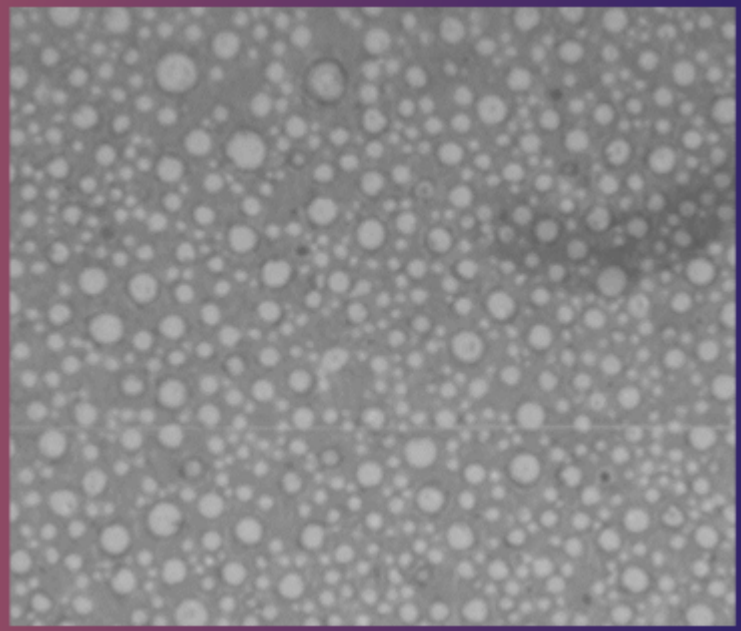


<u>En préparation</u> :

- Note d'information IDRRIM « ESU / changement climatique » à paraitre d'ici printemps 2027
- Note d'alerte pour adhérents Cerema à paraitre d'ici fin 2026

SOMMAIRE

1. Préambule
2. Techniques :
   - *Enrobés à l'émulsion*
   - *Retraitement en place à l'émulsion*
   - *Revêtements superficiels à l'émulsion*
3. Conclusions / Perspectives



3. Conclusion / Perspectives

Techniques à l'émulsion
(Enrobés & Revêtements superficiels)

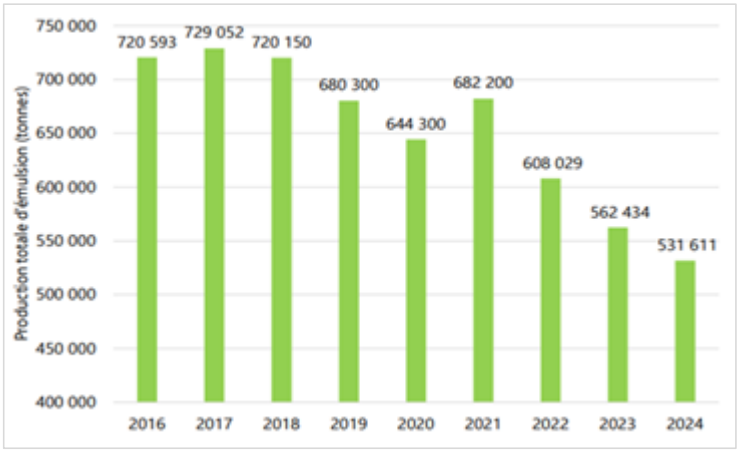
leviers de décarbonation
de l'entretien des chaussées

⇒ **CONSTATS sur période 2016 – 2024 :**

– Émulsions : **production - 26%** (-188 kt)
– Enrobés à l'émulsion : **production - 15%** (-286 kt)
– Enrobés bitumineux : production – 14% (-5028 kt)

Source :
Bilan environnemental
Rapport annuel
données 2024

ROUTES DE FRANCE



3. Conclusion / Perspectives

Techniques à l'émulsion
(Enrobés & Revêtements superficiels)

leviers de décarbonation
de l'entretien des chaussées

⇒ **ACTIONS à promouvoir :**

1. **Appropriation des techniques à l'émulsion déjà éprouvées** (ESU; GE repro. + ESU) pour l'entretien (**préventif** / curatif) des réseaux de trafics faibles à moyens

2. **Lever collectivement certains « verrous »** pour une plus grande diffusion et durabilité des autres techniques à l'émulsion => PN IDEE

3. **Valider collectivement les innovations** => CIRR

IDEE
Infrastructures Décarbonées aux Enrobés à l'Emulsion

Merci pour votre attention

lionel.odie@cerema.fr

www.cerema.fr

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

APRÈS-MIDI « MATÉRIAUX DÉCARBONÉS »

- **LES LIANTS BIOSOURCÉS – TRAVAUX DE RECHERCHE ET PERSPECTIVES**
  Justine Cantot, Université Gustave Eiffel

- **LES TECHNIQUES À L'ÉMULSION**
  Lionel Odie, Cerema

- **EXEMPLE D'UN CHANTIER DE RETRAITEMENT EN PLACE À L'ÉMULSION**
  Eric Briand et Bertrand Merrer, Conseil Départemental d'Ille-et-Vilaine

- **CLÔTURE**



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Entretien du réseau routier d'Ille-et-Vilaine

Journée technique du 24 septembre 2026 à l'UGE de Nantes

Sommaire

Première partie
Entretien du réseau routier du département d'Ille et Vilaine

Deuxième partie
Retour d'expérience sur le chantier de retraitement de la RD90

Un département dynamique





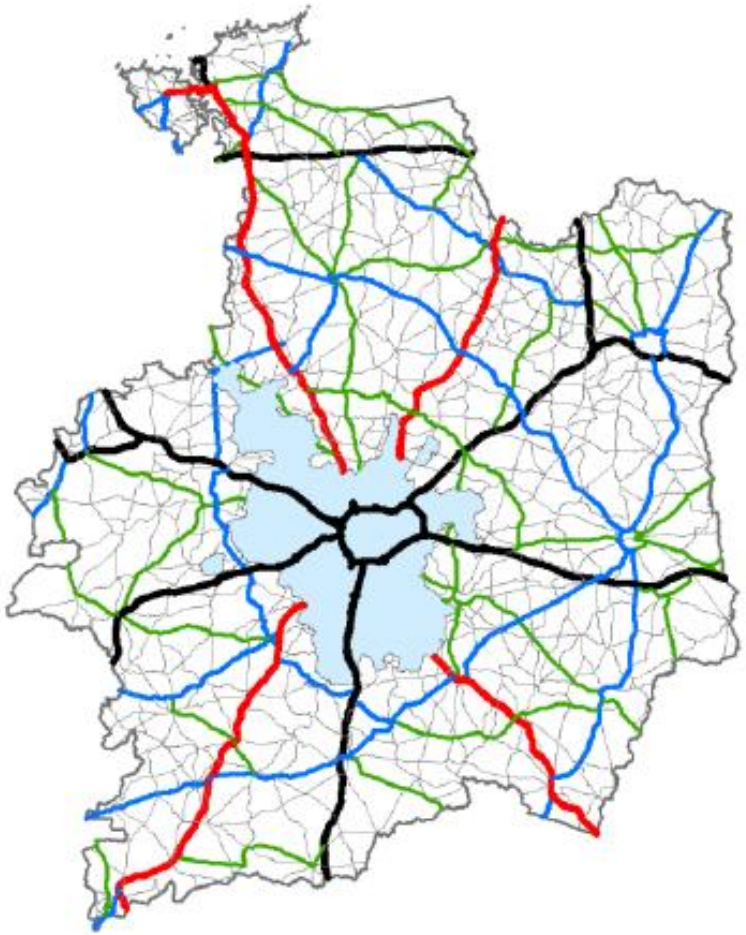


Population : 1,12 million d'habitants démographie + 1% par an
Economie : 16 000 créations d'entreprises en 2025
Chômage : 6,6 % inférieur à la moyenne nationale de 8,8 %

Une attractivité qui génère une pression sur les mobilités
Le réseau ferroviaire
TGV Paris à moins d'1h30
Nombreuses dessertes régionales par TER

Le réseau Vélo
Plus de 1 000 km d'itinéraires cyclables et voies vertes dont par exemple la V409 – La Régalante relie le Mont-Saint-Michel à Nantes

Le réseau routier



Le réseau routier d'Ille et Vilaine est composé de :
- 308 km de routes nationales
- 4 650 km de routes départementales
- 478 km de routes métropolitaines
- 12 125 km de voies communales

Le réseau routier départemental c'est :
- 170 km de 2x2 voies
- 3 470 km de routes de catégorie D soit 75 % du réseau
- Un trafic journalier compris entre 75 v/j et 50 000 v/j
- Evolution du trafic entre 2024 et 2025 : 2,08 %

Un contexte en constante évolution



Contexte social : augmentation des exigences en termes de sécurité, de niveaux de service et d'attractivité des territoires

Contexte environnemental : face à la raréfaction des matières premières, une législation qui encourage les maîtres d'ouvrages au réemploi et au recyclage des matériaux

Contexte économique : augmentation des prix des prestations et baisse des budgets (Effet ciseau)

Dans ce contexte, l'économie circulaire apparaît comme un choix stratégique

Economie circulaire



Entretenir différemment pour :

- répondre aux enjeux environnementaux,
- minimiser son impact sur le climat,
- préserver les ressources,
- optimiser la gestion financière.

Pour cela le Département s'appuie sur 3 leviers principaux

Levier n°1 - La commande publique



Intégration du critère environnemental dans toutes les consultations. (15 % minimum)

Intégration de clauses environnementales :
- 25 % minimum d'agrégats dans les BBSG
- 65 % d'enrobés tièdes dans les BBSG

Intégration d'un rapport SEVE dans les critères d'attribution

Création de 2 nouveaux marchés pour valoriser les techniques à froid
- Enduit superficiel et enrobés à l'émulsion
- Retraitement à l'émulsion

La commande publique permet de sélectionner les entreprises vertueuses

Levier n°2 - La comptabilité carbone



Le budget carbone pour estimer les émissions de GES en fonction du budget.

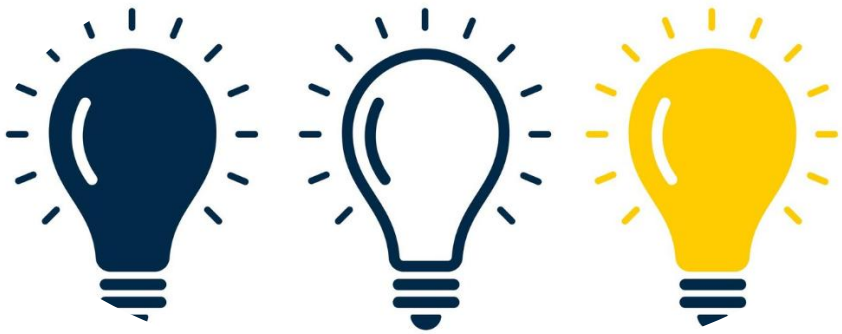
Le bilan des émissions des gaz à effet de serre (BEGES) pour mesurer nos émissions.

Objectifs : Baisse de 25% **des GES à l'horizon 2028** et de 50 % **pour 2035**

Volume annuel de travaux
Répartition enrobés / techniques à l'émulsion et suivi des émissions de CO_2

Années	Tonnage enrobé (T)	Linéaire enrobés (km)	Surface ESU + PATA (m2)	Linéaire ESU (km)	Total (km)	Bilan GES (T eq.CO2)
2021	120 400	133.78	1 152 925	209.62	343.40	5090
2022	96 642	107.38	991 347	180.24	287.62	4130
2023	108 265	120.29	777 881	141.43	261.72	4410
2024	71 655	79.62	574 618	104.48	184.10	3176

Levier n°3 - L'innovation



Dans les marchés de travaux : Ouverture systématique aux variantes : réemploi, traitement de sol, optimisation des épaisseurs, abaissement des températures de fabrication.

Expérimentation des techniques innovantes : Grilles de renforcement, béton de mâchefer, BBUM, BBE, SMA, enduit fibré, retraitement en place.

Le Département 35, un laboratoire à ciel ouvert

Retour d’expérience chantier de retraitement à l’émulsion RD90

Acteurs du projet

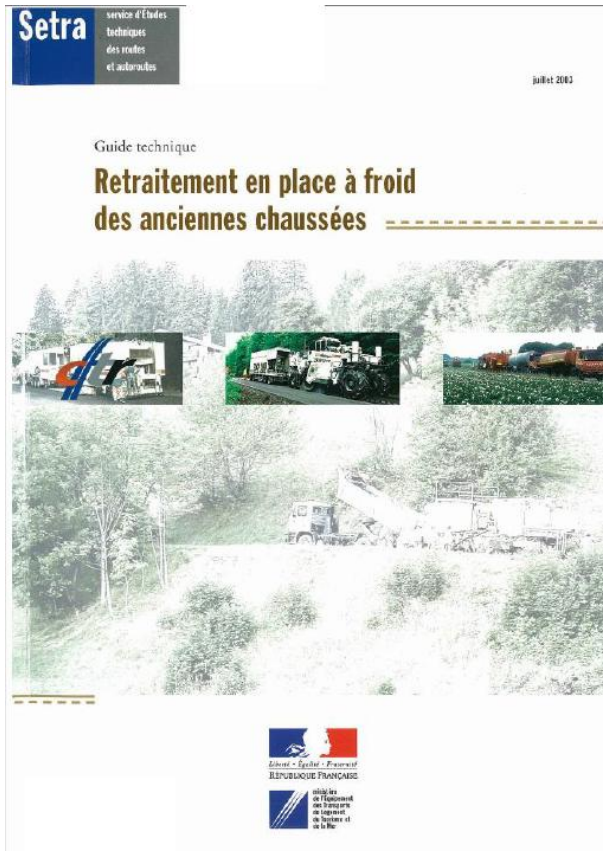
Entreprise COLAS Rennes: titulaire du marché – (ESU + PAQ)
Laboratoire central COLAS de Mérignac (33) – (Etude de retraitement)
Equipe COLAS Saint-Astier (24) – (Retraitement)

Le CEREMA - mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage

CD35- Agence départementale de Fougères - maître d'œuvre

CD35- Service gestion du patrimoine routier - maître d'ouvrage

Contexte



- Un réseau routier qui se dégrade depuis plusieurs années compte tenu de la baisse sensible du budget d'investissement

- Une hausse des prix de l'énergie et des matériaux de construction

- Un hiver 2026 rigoureux et pluvieux (37 jours de pluie consécutifs) qui a fortement dégradé le réseau

Volonté des élus de réduire l'empreinte carbone **des travaux routiers**

Choix de l’itinéraire



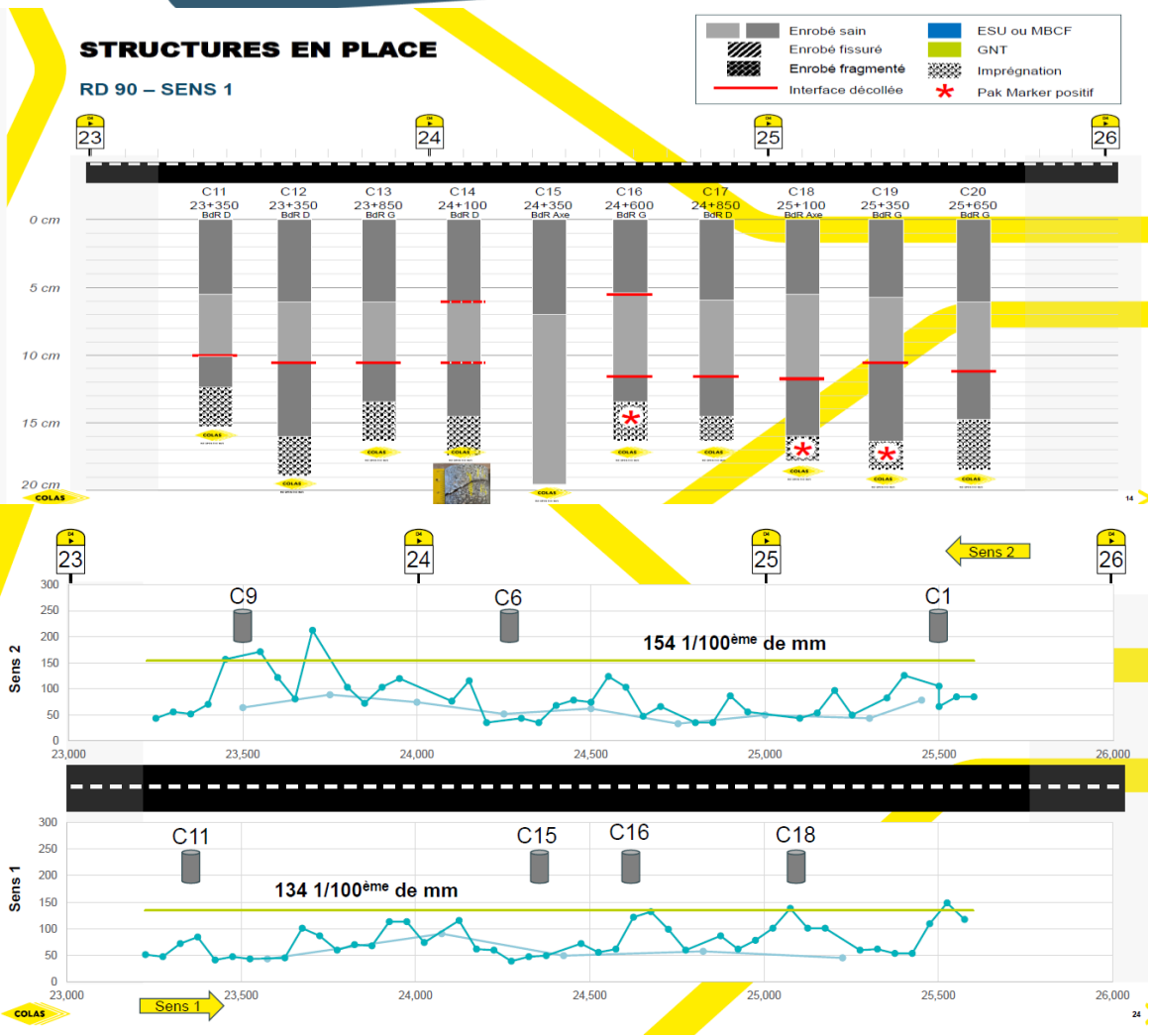
Situé à 20 km au nord de Rennes entre les communes de Saint-Rémy du-Plain et de Bazouges-La-Pérouse

Une couche de roulement en enrobé très fissurée et faïencée

Un trafic de 45 PL/jour/sens de (classe T4)

Un tronçon de 16 000 m2 de 2,5 km et de largeur de 6,40 m

Etude de retraitement



Modélisation de la structure en place

Une campagne de carottages pour connaître
La nature des matériaux
L'épaisseur des couches
La qualité des interfaces

+

Une campagne de déflexions qui traduit une fatigue avancée de la structure

↓

Détermination de la portance en MPa par Rétro-calcul avec ALIZE-LCPC

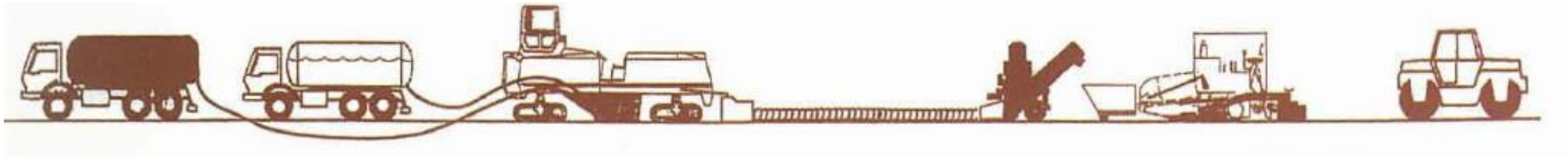
Dimensionnement et choix du retraitement



Compte tenu de…
- La portance du sol support
- La nature et l'épaisseur des matériaux en place
- Le choix de la classe du retraitement (III)
- Des hypothèses de dimensionnement (trafic, durée, accroissement, risque, coefficient d'agression moyen)

La technique retenue pour une durée de service de 12 ans :
- un retraitement à l'émulsion de bitume sur 7 cm
- Enduit de scellement
- Enduit bicouche pré-gravillonné 10/14 - 6/10 - 4/6

Procédé RECYCOL®



- Une citerne d’eau + une citerne d’émulsion
- Une raboteuse-malaxeuse Wirtgen W380 CRI
- Un système de reprise du cordon de matériaux qui réalise la couche d’accrochage
- Un finisseur assurant le réglage du matériau retraité
- Un atelier de compactage avec cylindre vibrant et un compacteur à pneus

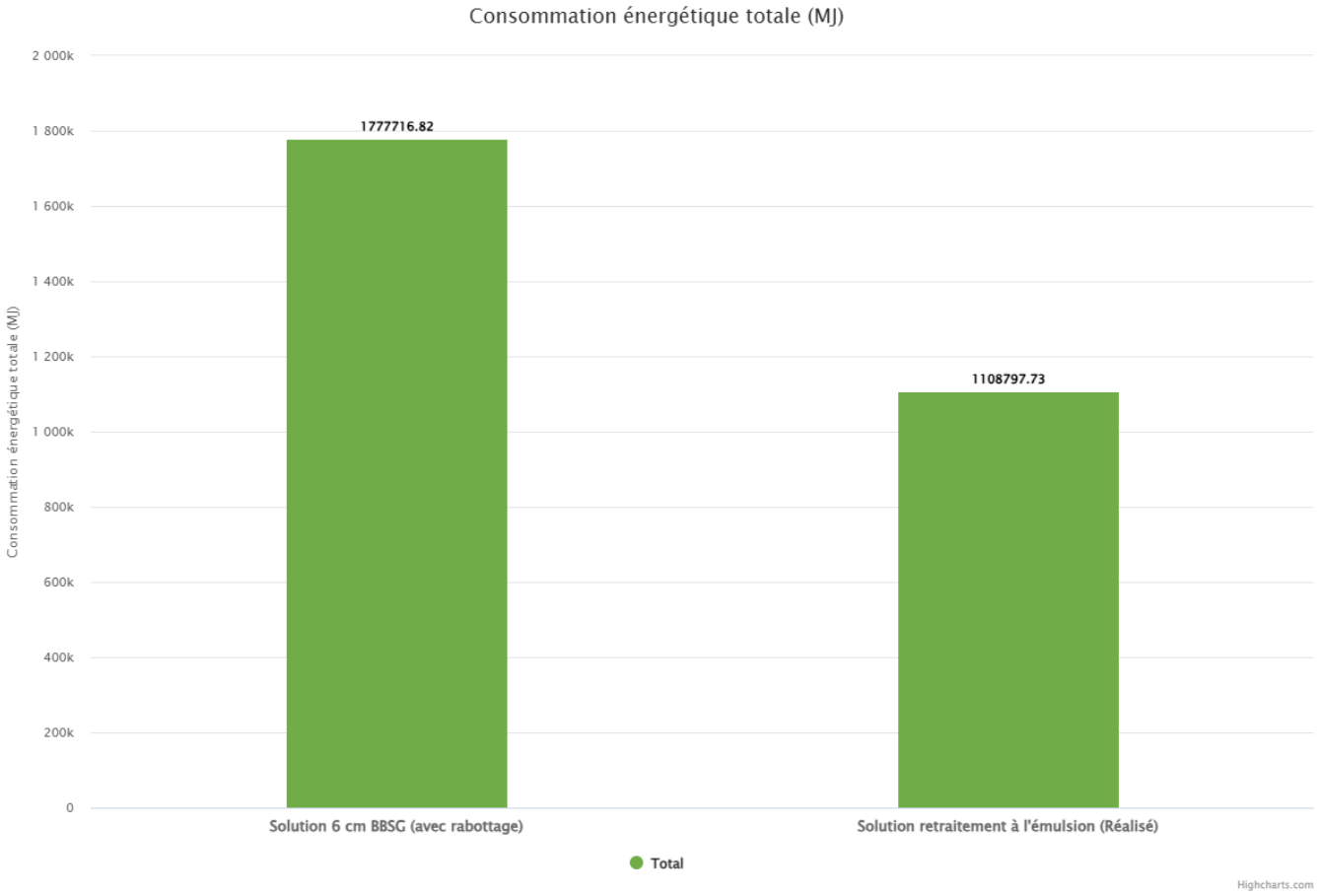
Coefficient HEPIL de l’atelier : 33333 - Qualité de retraitement R1

Bilan technique



- Teneur en liant : conforme (6,2 %) aux spécifications du CCTP (6,8% avec +/- 0,6%)
- Granulométrie : la granulométrie des matériaux retraités est globalement conforme à la formule de référence
- Teneur en vide : moyenne de 25,6 % sur 20 prélèvements (objectif 20%)
- Teneur en eau : l'ensemble des prélèvements se situent dans la plage de conformité (4% à 8%)
- Mais pas d'évolution de la teneur en eau durant la phase de mûrissement (3 semaines)

Bilan environnemental

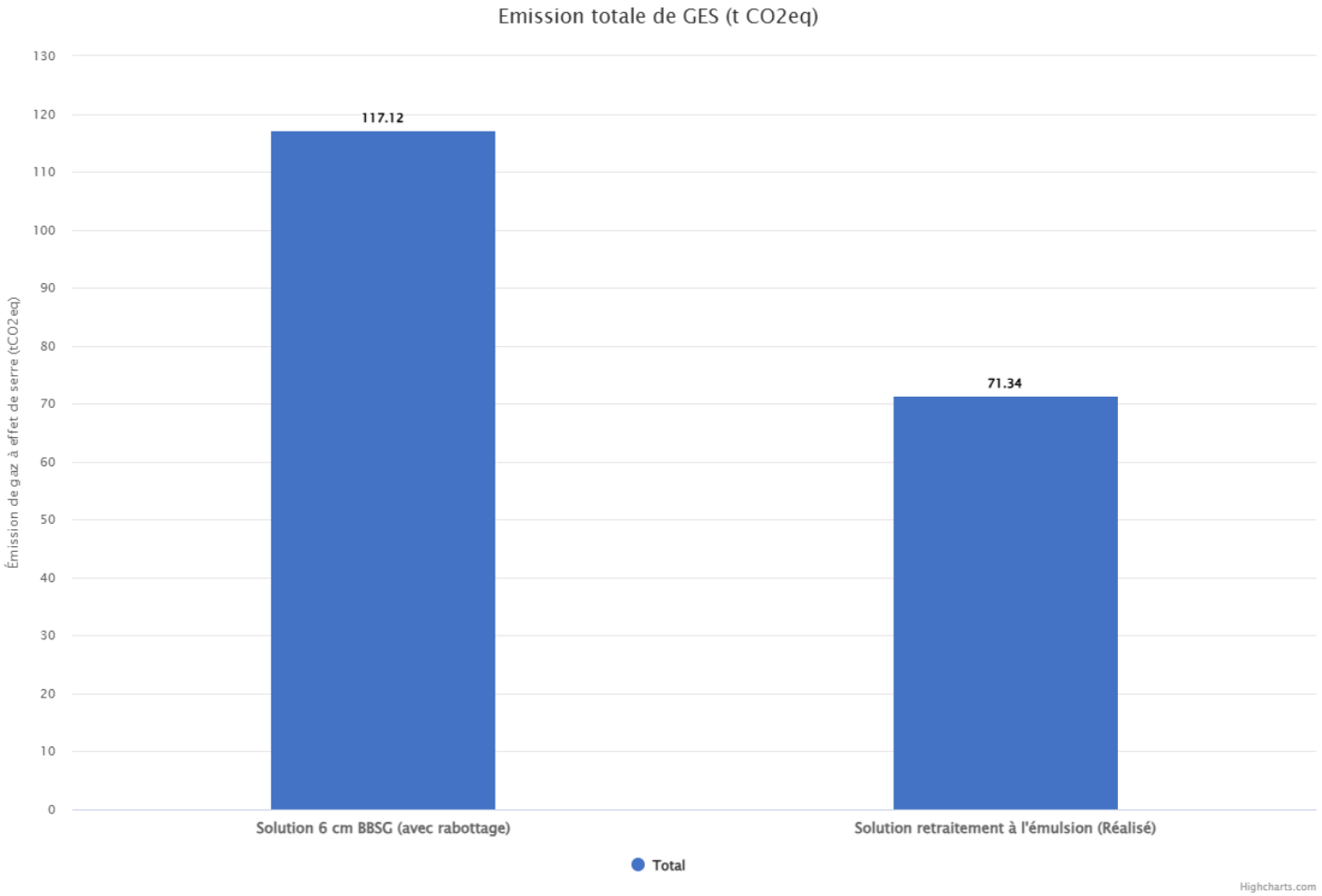


Consommation énergétique (MJ)

Retraitement + ESU : 1,109 Million (7 tours du monde VL)

Rabotage + BBSG : 1,78 Millions (11,28 tours du monde)

Bilan environnemental



Emission de GES (t CO2eq)

Retraitement + ESU : 71,34

Rabotage + BBSG : 117,12

Conclusion



Le retraitement, solution pertinente pour les routes à trafic modéré

- Forte réduction des consommations de ressources
- Baisse des émissions de gaz à effet de serre
- Préservation du patrimoine routier

Points de vigilance

- Étude préalable indispensable
- Maîtrise de la mise en oeuvre
- Suivi du mûrissement

Plus d’info

Direction des mobilités

bertrand.merrer@ille-et-vilaine.fr

eric.briand@ille-et-vilaine.fr

ille-et-vilaine.fr nous-vous-ille.fr

Suivez-nous sur

CLÔTURE DE LA JOURNÉE

Cerema Ouest

SUITES DE LA CONFÉRENCE

- *Mail follow up avec les productions de l'atelier.*
- *Information sur d'autres CTT organisées par le Cerema en Bretagne et Pays de la Loire.*
- *Formation ouverte aux collectivités à destination des responsables techniques cat A et B :*

« Les fondamentaux des chaussées routières : des matériaux à la gestion »

22-23-24 septembre 2026, Cerema Nancy

https://www.cerema.fr/fr/activites/services/formation-fondamentaux-chaussees-routieres-materiaux-gestion

formation.catalogue@cerema.fr (1500 € HT)



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



Merci de votre attention

Contacts :

Mélissa FAUR : melissa.faur@cerema.fr
Julien BONAL : julien.bonal@cerema.fr
Hugues ODEON : hugues.odeon@cerema.fr