

25 janvier 2023

HAMMOUM Ferhat



# Le bitume dans le contexte du développement durable

# Sommaire



- **Introduction, Contexte et Enjeux**
- **Place du bitume dans le domaine des infrastructures routières**
- **Leviers pour réduire l'impact environnemental**
- **Bénéfice sociétal**
- **Défis pour l'avenir**

# Introduction / Contexte / Enjeux

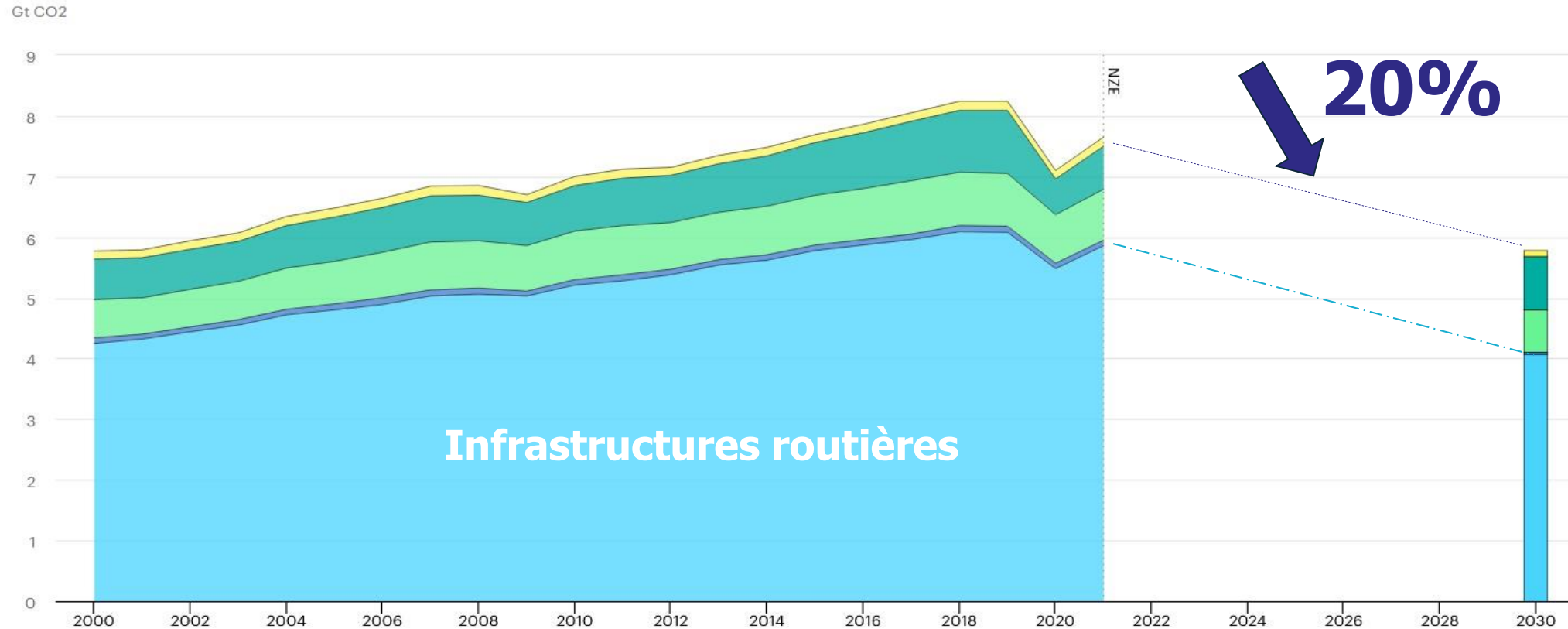


Lion sculpté dans le mastic de bitume,  
découvert à Suse (III<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.).

# Contexte- Enjeux des infrastructures routières : Aujourd'hui et demain



## Emissions de CO2 des différents modes de transport (International Energy Agency-2021)

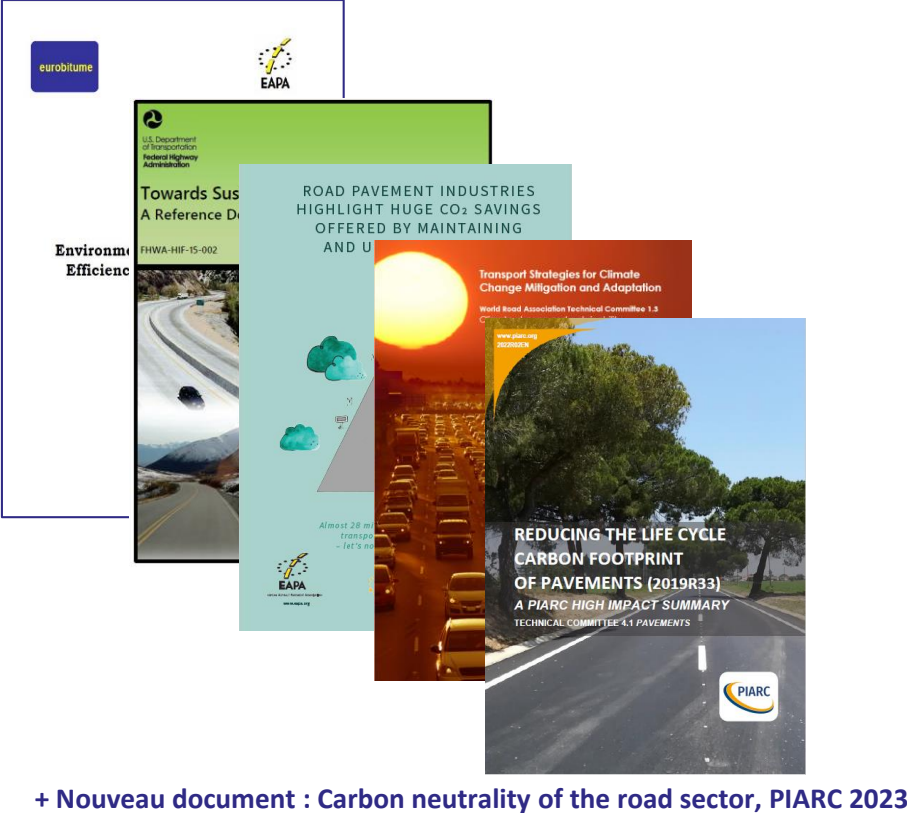
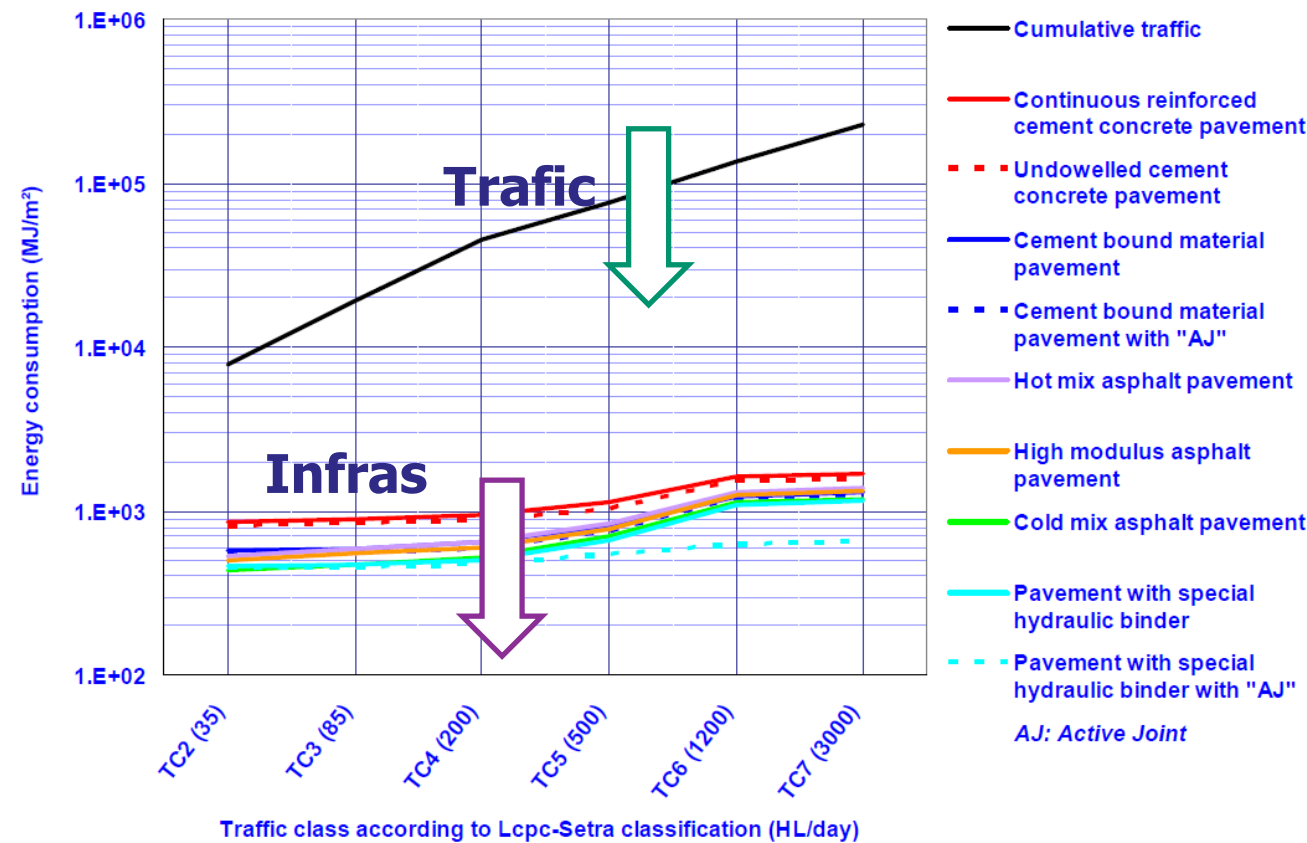


## Global CO2 emissions from transport by sub-sector in the Net Zero Scenario, 2000-2030

IEA. License: CC BY 4.0

● Road ● Rail ● Shipping ● Aviation ● Pipeline transport

# Contexte- Enjeux des infrastructures routières : Aujourd'hui et demain



## 2050 long-term strategy

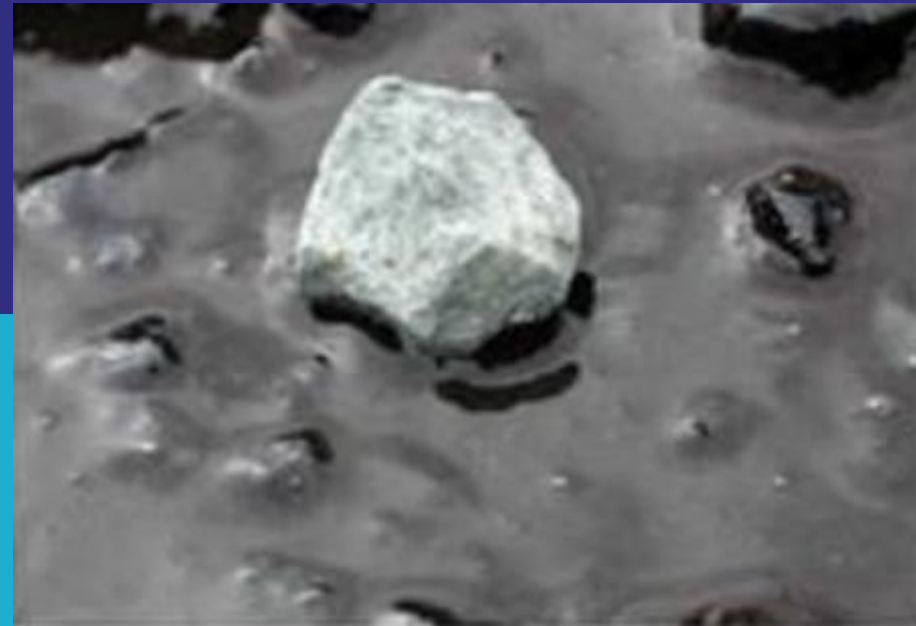
A European Green Deal  
Striving to be the first climate-neutral continent  
Paris Agreement

Enjeu majeur pour l'avenir

Type de chaussée	AVEC éclairage et feux de signalisation	SANS éclairage et feux de signalisation
Chaussée bitumineuse	10,1%	4,9%
Chaussée en béton	11,8%	6,6%

Consommation d'énergie des différents types de structure de chaussée (construction + entretien de la chaussée), comparée à la consommation du trafic total cumulé

# Place du bitume dans le domaine des infrastructures routières



Granulat sur un enduit superficiel (émulsion rompue)



## Place du bitume dans le domaine des infrastructures routières

- Le bitume est un liant produit essentiellement à partir du pétrole raffiné qui entre dans la composition d'un enrobé bitumineux entre 4 % et 7 % en masse.
- Des propriétés viscoélastiques uniques qui contribuent de manière significative à la durabilité des chaussées
- Il n'existe actuellement **aucune alternative économique disponible à grande échelle.**



**Une substance naturelle  
travaillée par l'homme**



Raffinage du pétrole brut



Bitume

# Place du bitume dans le domaine des infrastructures routières

Selon l'agence de protection de l'environnement (Environmental Protection Agency (EPA)), **99,6 %** du carbone contenu dans le liant bitumineux est stocké au lieu de contribuer aux gaz à effet de serre.

Non seulement les chaussées bitumineuses sont un moyen très efficace de séquestrer le carbone fossile, mais la production de bitume liquide qui représente une fraction d'un baril de pétrole consomme beaucoup moins d'énergie que le raffinage du pétrole pour la production des carburants.

## Définition :

Le liant bitumineux utilisé pour fabriquer les chaussées bitumineuses n'est jamais brûlé pour être utilisé comme énergie. Ainsi, le CO<sub>2</sub> inhérent n'est jamais rejeté dans l'atmosphère.



# Place du bitume dans le domaine de la construction

## Industrie routière en France: chiffres clés (2021)

- ❑ Réseau routier français **1,1 M km**
- ❑ Production annuelle **35 M ton.** d'enrobés (20% matériaux recyclés)
- ❑ Consommation eq.  $\cong$  **220 M L fioul/an**
- ❑ Travaux réalisés par **1402 entreprises TP / 82 942 salariés** (FNTP 2021)



## Nombreuses application du bitume (Routes, OA, barrages, Pistes, etc.)



Etanchéité des toitures  
(S. Gazeau, Vinci construction-Eurovia)

Caractère hydrophobe du bitume  
: solution de choix pour  
l'imperméabilisation des ouvrages



Etanchéité des bassins de rétention  
(S. Gazeau, Vinci construction-Eurovia)



Crédit : Univ. Eiffel

Grande flexibilité  
des revêtements avec  
un bitume modifié polymère

# Leviers pour réduire l'impact environnemental



Chantier de retraitement en place

# Leviers pour réduire l'impact environnemental

## Principaux

- **Optimisation des mélanges pour une durabilité accrue**
- **Abaissment de la température de fabrication**
- **Réutilisation des agrégats d'enrobés (recyclage)**

## Autres leviers

- Qualité globale de l'infrastructure (conception, exécution des travaux)
- Sécurité et confort acoustique (-8dB avec un BBDr 0/6 comp. un Béton ciment)
- Matériau de choix pour les opérations de maintenance et d'entretien
- Résistance au roulement
- Autres leviers possibles...



Crédit : Univ. Eiffel

## **L'industrie routière & Réseau technique : un secteur dynamique et innovant**

Durabilité dans le temps, qualité des travaux, HSE Economie d'énergie et économie des ressources, etc.

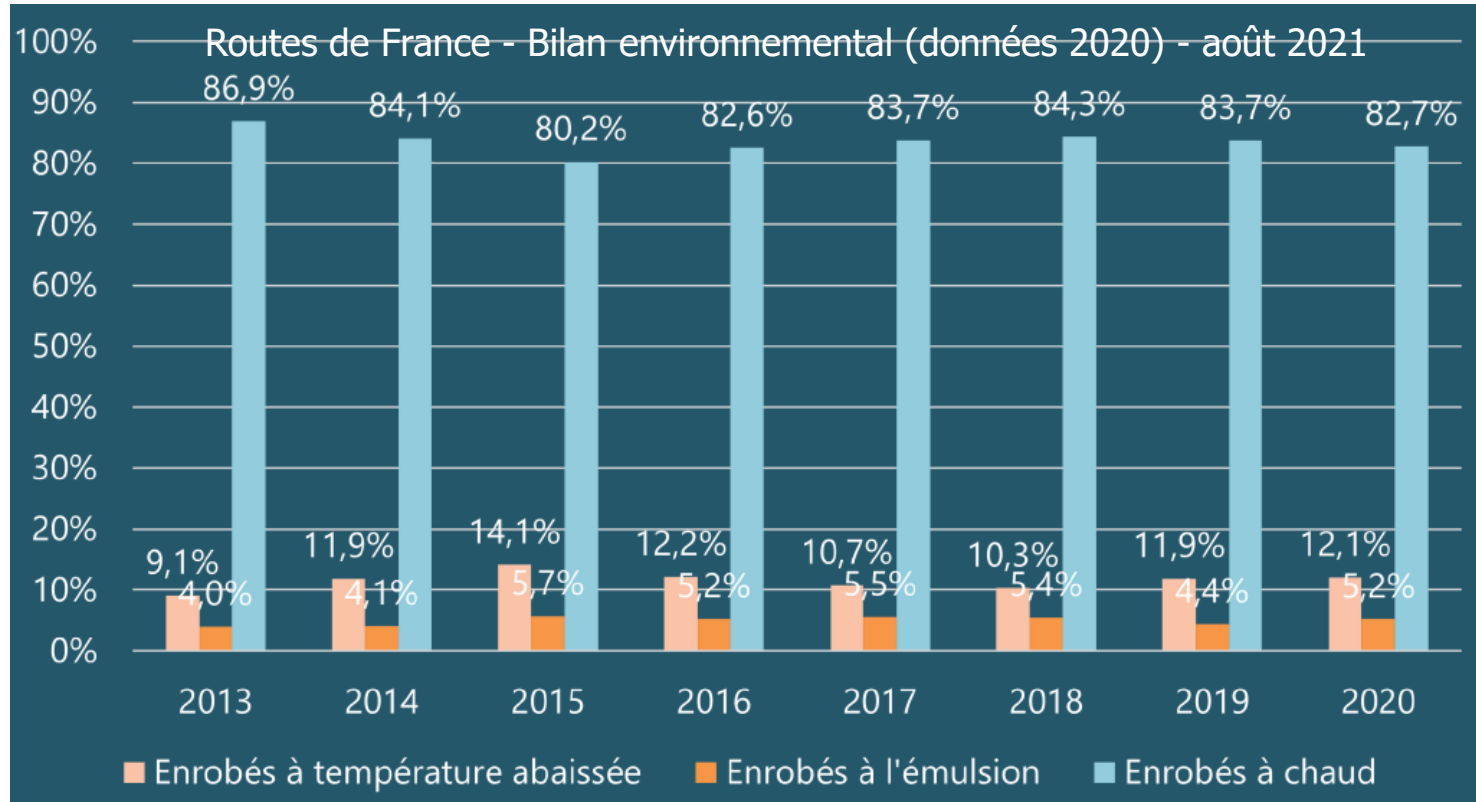
Grenelle de l'environnement (2007), Conv. engagement volontaire (2009), Loi de transition énergétique (2015) => des avancées significatives pour :

- ☐ **Abaissment des températures de fabrication**
- ☐ **Développer le recyclage et la multirecyclabilité**
- ☐ **Maintenir les performances** et la **durabilité** avec un **minimum d'impact** pour la santé des travailleurs et vis-à-vis de l'environnement



## Leviers pour réduire l'impact environnemental

- Abaissement de la température de fabrication (ATF)



2020: Répartition sur les techniques utilisées  
**ATF (4Mt/an)**  
82% mousse de bitume  
18% additivation du bitume

Initiatives locales : la Haute Garonne (Toulouse) avec 4000 km de routes départementales. La majeure partie des enrobés a été réalisée en ayant recours à des techniques d'abaissement de température, selon la progression suivante : 5% en 2007, 30% en 2011, 45% en 2015

*NB: En France, le terme d'abaissement de température signifie 20 à 30°C par rapport à la technique à chaud*

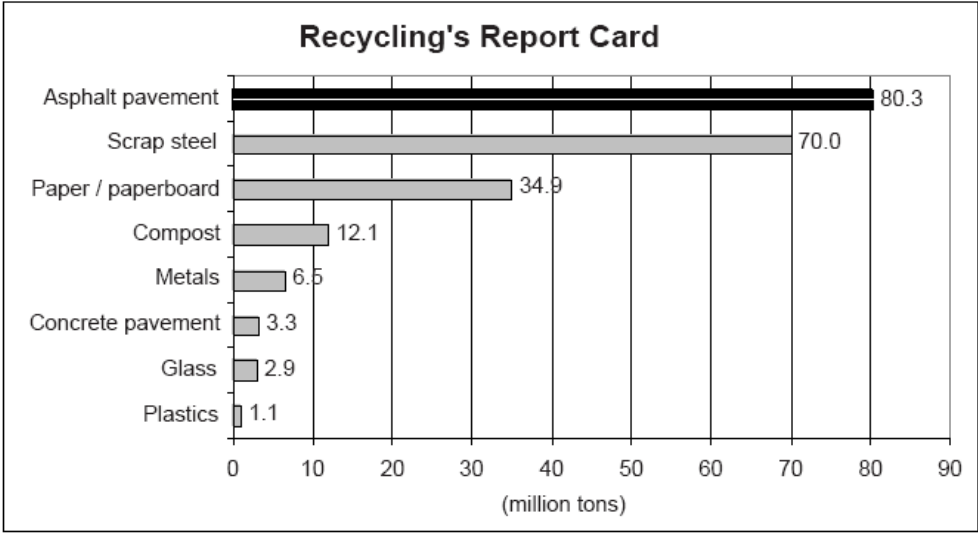
- Abaissement de la température de fabrication

- Economie d'énergie (fabrication) (fioul/gaz): **10% à 30 %**
- Coût : **- 10% à - 15%** (selon le processus)
- **Impact environnemental :**
  - Réduction du CO2: **- 10% à - 30%**
  - Réduction des GHG: dans les mêmes proportions



# Leviers pour réduire l'impact environnemental

- Réutilisation des agrégats d'enrobés (recyclage)



Fraisage



Concassage et criblage



Stockage

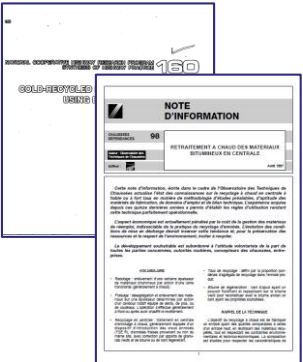


Crédit photo : Eurovia

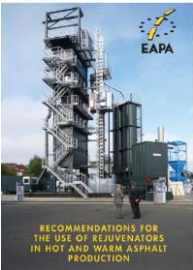
TRX 100%, 2018

2011: According to Mike Acott, president of NAPA :  
“... every year, approximately 73 million tons of RAP is reused, or nearly twice as much as the combined total of 40 million tons of recycled paper, glass, aluminium, and plastics.”

## Forte activité du réseau technique



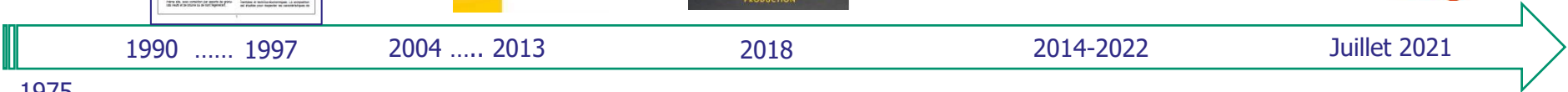
## Régénérants



## MultiRecyclage, tièdes



"Hot Recycling of Yesterday,"  
Recycling Report, Vol. 1, No. 2,  
National Asphalt Pavement  
Association (September 1977).



Samaris, 2005; Re-Road, 2012; SUP&R ITN, 2018; Infravation, 2018; Biorepavation, 2018



**Bénéfice sociétal**



# Bénéfice sociétal

## 1. Lors des travaux de construction, maintenance et entretien

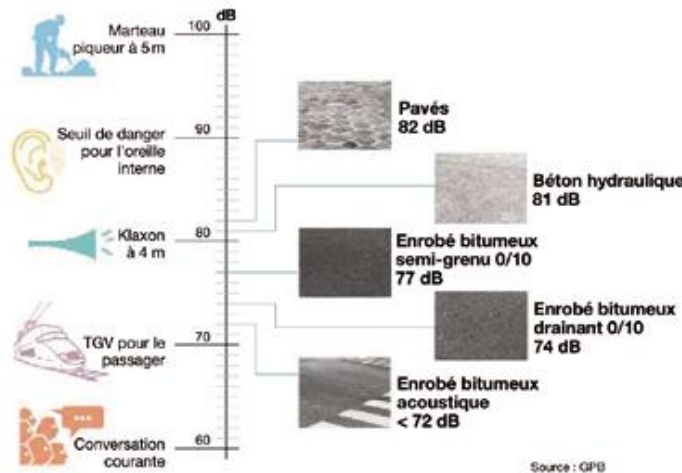
- Engagement financier : La solution bitume est liée au prix du baril de pétrole
- Délai d'intervention et gêne des usagers : bitume versus liant hydraulique

## 2. Usage des infrastructures routières

- Premier réseau social / Faciliter les déplacements des usagers
- Confort acoustique en site urbain avec les enrobés phoniques
- Adhérence pneumatique-chaussée : améliorer la sécurité routière



Le réseau routier : premier réseau social



Coût : 156 milliards d'euros / an (d'après l'ADEME et CNB)



Contribution de l'infrastructure à la sécurité routière : Adhérence pneumatique-chaussée par temps de pluie

## Défis pour l'avenir



Laisser une planète vivable pour nos enfants

## 4 Défis pour l'avenir (vers un horizon 2030-2040)

### 1. HSE : exposition, émissions de fumées, COV, etc.

- Maintenir le cap et poursuite des efforts

### 2. ENERGIE : réduire la consommation énergétique

- Raffinage, stockage et transport / bitume bas carbone (TotalEnergies)
- Maintenir le cap sur l'abaissement de la température lors de la fabrication des enrobés
- Plus d'efforts R & D sur les matériaux à l'émulsion comme solution d'avenir pour les tronçons à fort trafic

### 3. RECYCLAGE : Promouvoir et encourager le recyclage à moyen et fort taux dans toutes les régions

- Outil de production des enrobés (matériel, émissions, bruit, etc.)
- Bien maîtriser les aspects miscibilité des liants, les propriétés à froid et la tenue à l'eau.
- Les liants bio-sourcés comme liant d'apport & compréhension de la physico-chimie à long terme

### 4. CHIMIE: Régénérant, développement des liants bio-sourcés 2ème et 3ème génération ????

- Viabilité économique et disponibilité des produits bio-sourcés
- Autoréparation extrinsèque (capsules, etc.)
- Plus d'efforts R & D sur l'Association chimique bitume & liant bio-sourcés (compatibilité, miscibilité, polarité)



**Merci pour votre attention**

**Ferhat Hammoum**

Ferhat.hammoum@univ-eiffel.fr

06 01 26 46 58

 **Université  
Gustave Eiffel**