

# Analyse du cycle de vie des infrastructures routières

Prof. Angélique Léonard, Pablo de la Reta, Delphine Cerica  
a.leonard@uliege.be  
Product, Environment, and Processes (PEPs)  
Chemical Engineering  
ULiège  
<http://chemeng.uliege.be/>



# Connaissez-vous les ordres de grandeur ?

← Exit

## How to participate?



[Copy participation link](#)



- 1 Go to [wooclap.com](https://wooclap.com)
- 2 Enter the event code in the top banner

Event code  
**RCBEID**



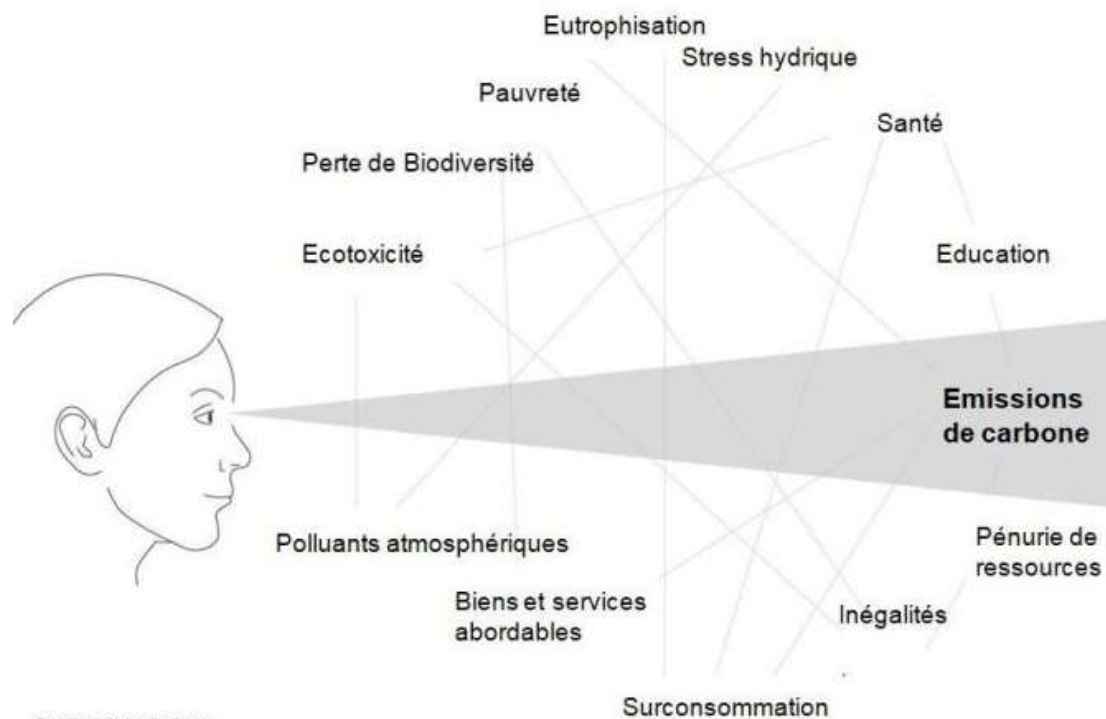
- 1 Send **@RCBEID** to **0460 200 711**
- 2 You can participate

 Disable answers by SMS



# Petit préambule

# L'obsession 'réduction des émissions de 'CO<sub>2</sub> éq''



Transition soutenable

Graphique de Jan Knietzko  
Traduction : @bonpote

## Ne pas confondre avec le bilan carbone

- ▶ Méthode mise au point par l'ADEME en France
  - ▶ Marque déposée bilan carbone®
- ▶ Dans les faits, c'est un bilan des 'GES'

### Définition

Une évaluation de la quantité de gaz à effet de serre émise (ou captée) dans l'atmosphère sur une année par les activités  
**d'une organisation ou d'un territoire.**

**Pas une approche centrée sur le 'produit' à la base**

# Ne pas confondre avec le bilan carbone



[Qu'est-ce qu'un Bilan Carbone ? - Capitaine Carbone \(capitaine-carbone.fr\)](http://capitaine-carbone.fr)

# « Bilan carbone » : approches produits

## ISO 14067:2018(fr) Gaz à effet de serre — Empreinte carbone des produits — Exigences et lignes directrices pour la quantification

Table des matières

Avant-propos

Introduction

1 Domaine d'application

2 Références normatives

▼ 3 Termes, définitions et abréviations

▶ 3.1 Termes et définitions

3.2 Termes abrégés

4 Application

▼ 5 Principes

5.1 Généralités

5.2 Perspective du cycle de vie

5.3 Approche relative et unité foncti

5.4 Approche itérative

5.5 Priorité de l'approche scientifiq

5.6 Pertinence

5.7 Complétude

5.8 Cohésion

5.9 Cohérence

5.10 Exactitude

5.11 Transparence

5.12 Évitement du double comptage

▼ 6 Méthodologie de la quantification d

Chiffres

Tableaux

Équations

Disponible en: EN FR ES

Redline ▼

### Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçus par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

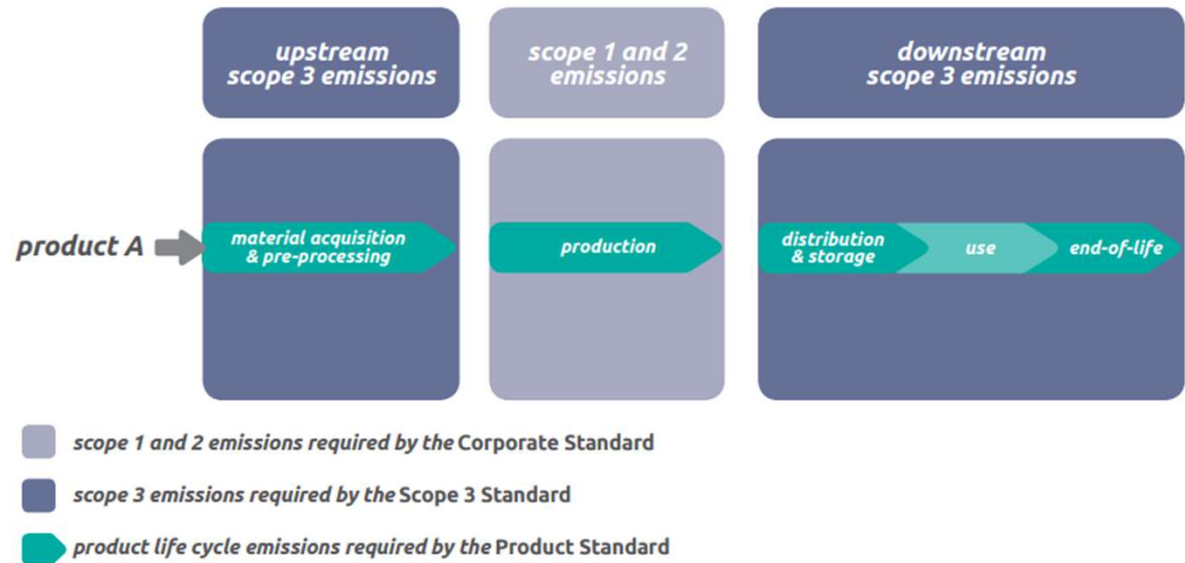
Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 207, *Management environnemental*, sous-comité SC 7, *Gestion des gaz à effet de serre et activités associées*.



# « Bilan carbone » : approches produits



## Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard







## 2.6 Methodology and reference to existing standards and guiding documents

The guidelines in this document aim to be consistent with internationally accepted standards and requirements. The following standards were considered:

- ISO 14064 -1: 2019
- ISO 14064 -2: 2019
- ISO 14064 -3: 2019
- ISO 14067: 2019
- ISO 14040: 2006
- ISO 14044: 2006

### **The guidance follows these standards:**

- GHG Protocol Corporate Value Chain (Scope 3).
- GHG Protocol Scope 3 Calculation Guidance.
- GHG Protocol Product Standard.

# Mais encore ... échelles de performance CO<sub>2</sub>



NOUVELLES 16 août 2023



"NOUS VOULONS QUE L'ÉCHELLE DE PERFORMANCE CO<sub>2</sub> FASSE LA DIFFÉRENCE", LE MANUEL 4.0 EST ENCORE PLUS AMBITIEUX

L'échelle de performance CO<sub>2</sub> est l'outil de durabilité qui aide les entreprises et les gouvernements à réduire le CO<sub>2</sub> et les coûts. Dans les opérations commerciales, dans les projets et dans la chaîne. L'échelle est utilisée comme système de gestion du CO<sub>2</sub>, comme outil d'appel d'offres et pour l'application.

Les organisations qui sont certifiées selon l'échelle verront cela comme un investissement qui se paie immédiatement en termes de coûts énergétiques inférieurs, d'économies de matériaux et de gains d'innovation.

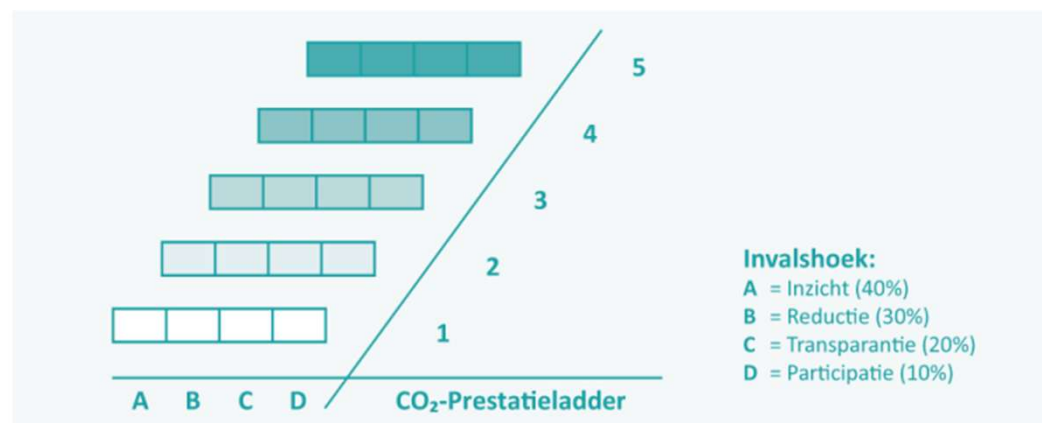


Figure 6.1 : Échelle de performance CO<sub>2</sub> : 5 échelons et 4 axes. Les axes ont chacun un facteur de pondération qui leur est propre.

**Et l'ACV dans tout ça ??**

# Les forces de l'analyse du cycle de vie

- ▶ Approche produit au départ
- ▶ Multicritère ... dont le changement climatique
- ▶ Vision 'holistique' sur l'ensemble du cycle de vie
- ▶ Permet d'éviter les transferts d'impacts
- ▶ Plusieurs approches possibles
  - ✓ "cradle to gate"
  - ✓ "cradle to grave"
  - ✓ "cradle to cradle" (circularité)
- ▶ Processus normé : ISO 14040:2006 et 14044:2006
  - ✓ cadrages spécifiques (EN 15804 + A2)
  - ✓ PEF
  - ✓ ...

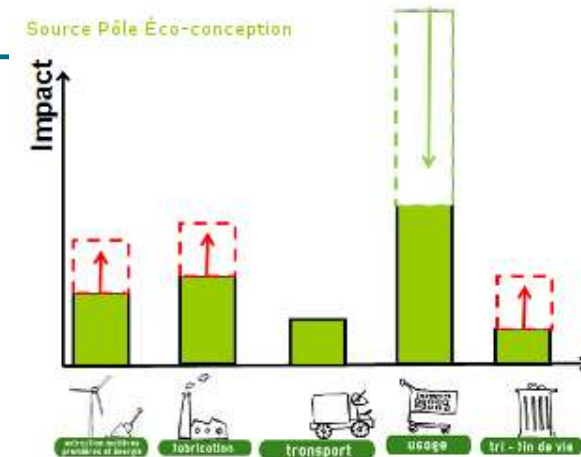


Illustration du transfert d'impact d'une étape du cycle de vie à d'autres étapes.

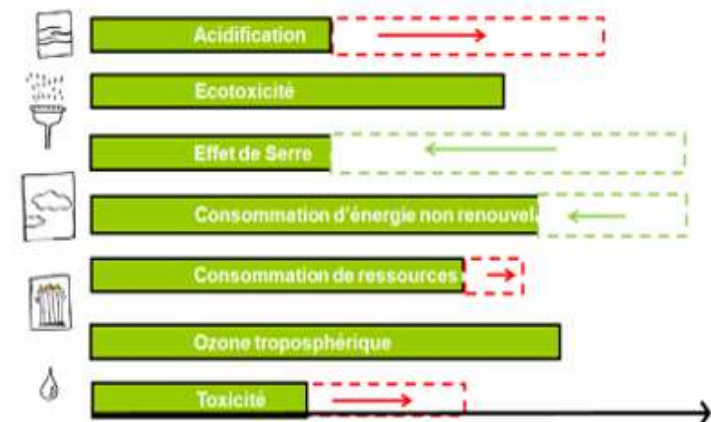


Illustration du transfert d'impacts à d'autres impacts environnementaux

# L'ACV – Pourquoi ? Pourquoi ?

# Objectifs de l'ACV

- ▶ Vision « diagnostic »
  - ▶ **Photographie des impacts environnementaux**
  - ▶ **Peut mener à de la communication environnementale objective**
    - « EPD » = environmental product declaration
    - « DEP » = déclaration environnementale produit
    - « FDE » = fiche de déclaration environnementale
    - « PEF » = product environmental footprint
- ▶ Vision « eco-conception »
  - ▶ **Conception assistée par estimation des impacts associés (from scratch)**
  - ▶ **Amélioration de procédés existants sur base du diagnostic**
  - ▶ **Support aux processus de R&D**



FICHE DE DECLARATION ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE

**Chaussée en enrobé bitumineux pour faible trafic (contenu en agrégats d'enrobé de 18%)**

En conformité avec la norme NF EN 15804+A1 et son complément national NF EN 15804/CN



Version 1.0 - Décembre 2021

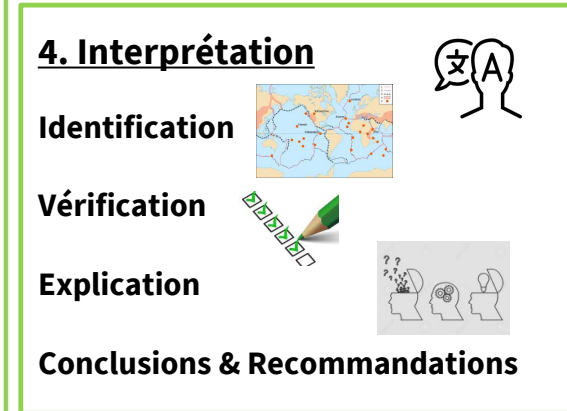
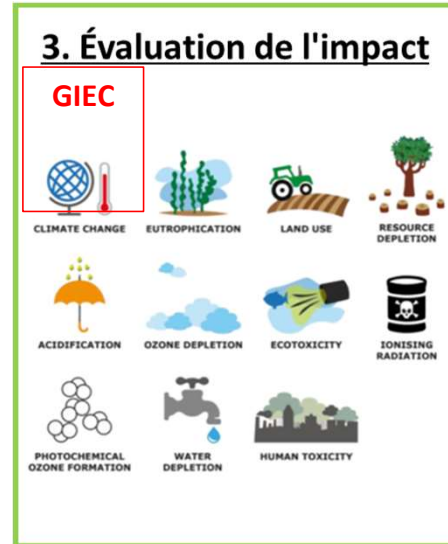
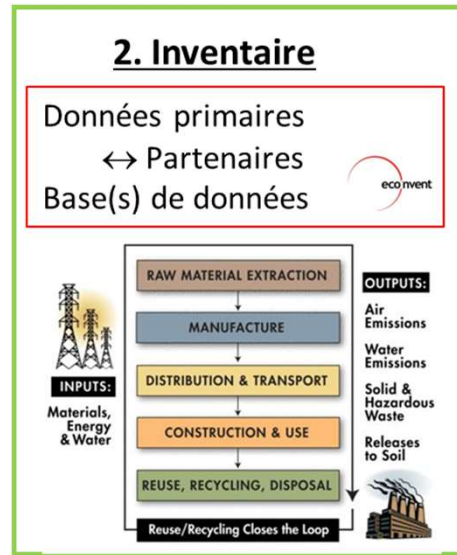
ROUTES DE FRANCE – FDES Chaussée pour faible trafic en enrobé bitumineux, version 1.0 – Décembre 2021



# L'ACV – Comment ?



# 4 étapes pour une ACV

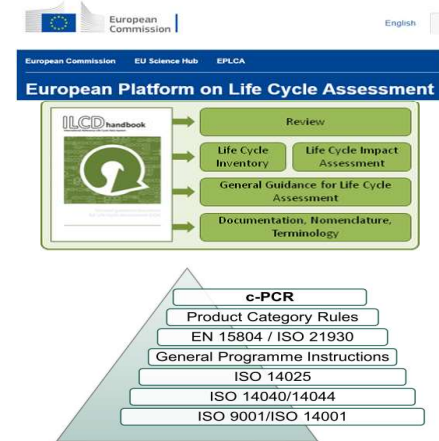


Méthode

**SimaPro**









**sphera™**

**openLca**



<https://ecochain.com/knowledge/life-cycle-assessment-lca-guide/>  
<https://michaelminn.net/energy/life-cycle-analysis/>

# Étape 3 : évaluation de l'impact

Impact category	Impact category Indicator (unit of measure)	Description
 Climate change, total	Radiative forcing as global warming potential – GWP100 (kg CO <sub>2</sub> eq)	Increase in the average global temperature resulting from greenhouse gas emissions (GHG)
 Ozone depletion	Ozone Depletion Potential – ODP (kg CFC-11 eq)	Depletion of the stratospheric ozone layer protecting from hazardous ultraviolet radiation
 Human toxicity, cancer	Comparative Toxic Unit for humans (CTUh)	Impact on human health caused by absorbing substances through the air, water, and soil. Direct effects of products on humans are not measured
 Human toxicity, non-cancer	Comparative Toxic Unit for humans (CTUh)	
 Particulate matter	Impact on human health (disease incidence)	Impact on human health caused by particulate matter emissions and its precursors (e.g. sulfur and nitrogen oxides)
 Ionising radiation, human health	Human exposure efficiency relative to U-235 (kBq U-235 eq)	Impact of exposure to ionising radiations on human health
 Photochemical ozone formation, human health	Tropospheric ozone concentration increase (kg NMVOC eq)	Potential of harmful tropospheric ozone formation ("summer smog") from air emissions
 Acidification	Accumulated Exceedance – AE (mol H <sup>+</sup> eq)	Acidification from air, water, and soil emissions (primarily sulfur compounds) mainly due to combustion processes in electricity generation, heating, and transport

Utilisation de méthodes d'évaluation de l'impact  
EF3.1 : Environmental footprint  
EN15804 + A2

# Étape 3 : évaluation de l'impact

	Eutrophication, terrestrial	Accumulated Exceedance – AE (mol N eq)	
	Eutrophication, freshwater	Fraction of nutrients reaching freshwater end compartment (kg P eq)	Eutrophication and potential impact on ecosystems caused by nitrogen and phosphorous emissions mainly due to fertilizers, combustion, sewage systems
	Eutrophication, marine	Fraction of nutrients reaching marine end compartment (kg N eq)	
	Ecotoxicity, freshwater	Comparative Toxic Unit for ecosystems (CTUe)	Impact of toxic substances on freshwater ecosystems
	Land use	Soil quality index, representing the aggregated impact of land use on: Biotic production; Erosion resistance; Mechanical filtration; Groundwater replenishment (Dimensionless – pt)	Transformation and use of land for agriculture, roads, housing, mining or other purposes. The impact can include loss of species, organic matter, soil, filtration capacity, permeability
	Water use	Weighted user deprivation potential (m <sup>3</sup> world eq)	Depletion of available water depending on local water scarcity and water needs for human activities and ecosystem integrity
	Resource use, minerals and metals	Abiotic resource depletion – ADP ultimate reserves (kg Sb eq)	
	Resource use, fossils	Abiotic resource depletion, fossil fuels – ADP-fossil (MJ)	Depletion of non-renewable resources and deprivation for future generations

Utilisation de méthodes d'évaluation de l'impact  
EF3.1 : Environmental footprint

## Étape 3 : évaluation de l'impact

### ► Étape obligatoire = la caractérisation

- ❑ But = Exprimer les différents polluants d'une même catégorie d'impact en équivalent d'un même polluant

kg CO<sub>2</sub>/UF

kg CH<sub>4</sub>/UF

kg «tout GES »/ UF

⇒ éq-kg CO<sub>2</sub>/UF

- ❑ Utilisation de facteurs de caractérisation

Inventory Data × Characterization Factor = Impact Indicators

### ► Étapes optionnelles

- Normalisation, pondération

Species	GWP-100
CO <sub>2</sub>	1.000
CH <sub>4</sub> -fossil	29.8 ± 11
CH <sub>4</sub> -non fossil	27.0 ± 11
N <sub>2</sub> O	273 ± 130
HFC-32	771 ± 292
HFC-134a	1526 ± 577
CFC-11	6226 ± 2297
PFC-14	7380 ± 2430

## Mais portée limitée

---

- ▶ L'ACV = outil d'aide à la décision  
≠ outil de décision
  - ▶ l'ACV ne couvre que les impacts environnementaux
  - ▶ d'autres aspects doivent être pris en compte: économique, social, opérationnel,...
  - ▶ les résultats dépendent du modèle et des données d'entrées
  - ▶ divers aspects non pris en compte : biodiversité, paysages, ...



# ACV d'une route



# Existence de nombreuses études

Science of the Total Environment 759 (2021) 143506



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



Review

## Life cycle assessment of roads: Exploring research trends and harmonization challenges



E. Hoxha<sup>a</sup>, H.R. Vignisdottir<sup>b</sup>, D.M. Barbieri<sup>c</sup>, F. Wang<sup>c,d</sup>, R.A. Bohne<sup>c</sup>, T. Kristensen<sup>b</sup>, A. Passer<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Graz University of Technology, Institute of Technology and Testing of Construction Materials, Working Group Sustainable Construction, Graz, Austria

<sup>b</sup> SINTEF, Institute Community, Working Group Infrastructure, Trondheim, Norway

<sup>c</sup> Norwegian University of Science and Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, Trondheim, Norway

<sup>d</sup> Wuhan University of Technology, State Key Laboratory of Silicate Materials for Arc, Wuhan, China

### Highlights

- Systematic literature review on 417 road case studies
- Analyse of road design parameters and LCA features
- More than 90% of studies lack the information on road design parameters.
- More than 82% of studies are not transparent and results are not reproducible.
- Provide recommendation for a harmonized application of LCA



# Existence de nombreuses études



## Économie circulaire des matériaux et ouvrages du BTP

L'analyse de cycle de vie appliquée aux infrastructures  
de transport

## ACV ROUTIÈRE

### MÉTHODE, NORMES, RÉSULTATS ET FOCUS SUR LE RECYCLAGE

Anne de Bortoli, Eurovia  
[Anne.de-bortoli@eurovia.com](mailto:Anne.de-bortoli@eurovia.com)



### LIFE CYCLE ASSESSMENT FOR ROAD CONSTRUCTION AND USE

Une récente étude d'analyse de cycle de vie menée sous l'égide de Routes de France a abouti à la publication de 3 fiches de données environnementales et sanitaires (FDES) collectives de chaussées en enrobé bitumineux. Elles sont adaptées aux aménagements extérieurs de bâtiments pour véhicules légers ou peu circulées par les poids lourds. Les 3 FDES sont publiées sur la base de données INIES.

#### Fiches de données environnementales et sanitaires

- 📄 [FDES Chaussée en enrobé bitumineux pour véhicules légers voies piétonnes et cyclables](#)
- 📄 [FDES Chaussée en enrobé bitumineux pour faible trafic](#)
- 📄 [FDES Chaussée en enrobé bitumineux à l'émulsion pour véhicules légers, voies piétonnes et cyclables](#)

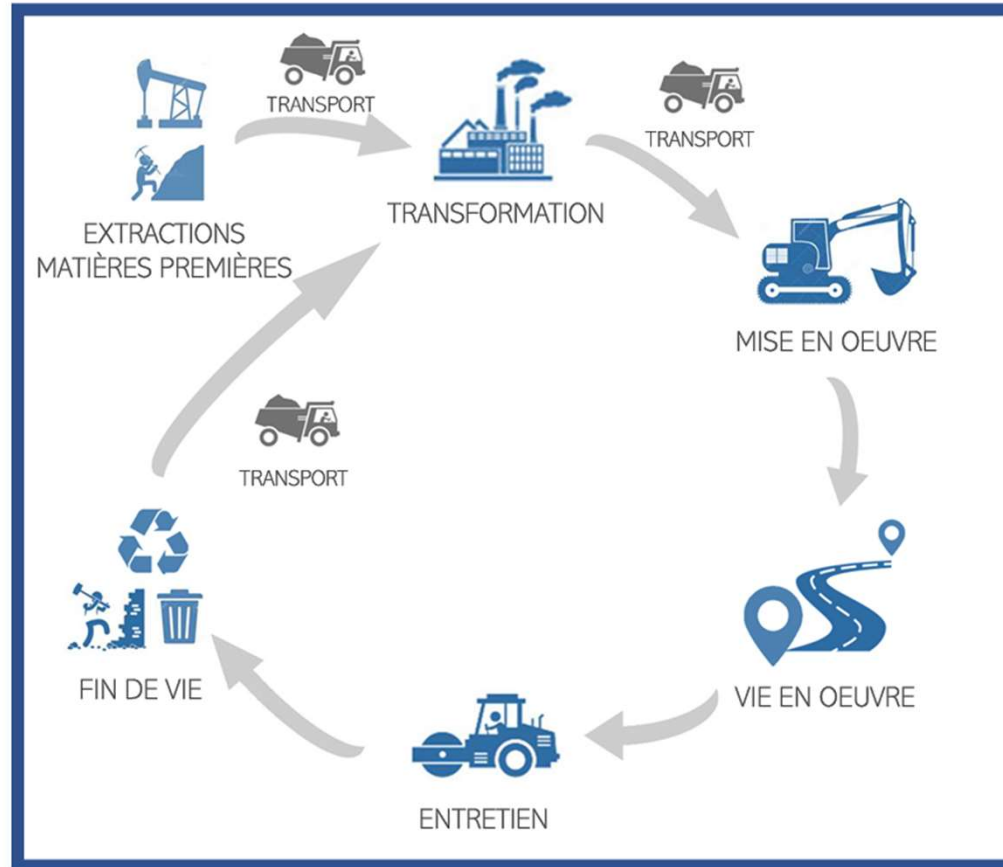
# Existence d'outils d'écoconception

## Eco comparateur/SEVE



[Eco comparateur/SEVE | ROUTES DE FRANCE](#)

# Un cycle de vie complexe



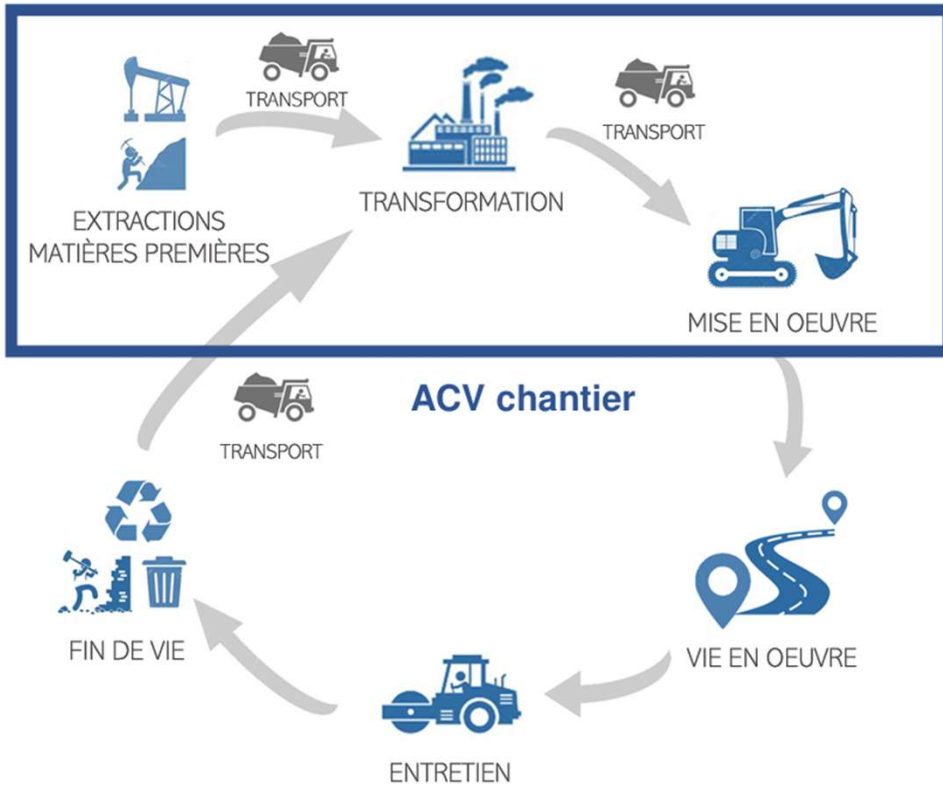
**ACV routière complète**

Cycle de vie d'une route

(source : de Bortoli 2020)

# Un cycle de vie complexe

## Du berceau à la mise en œuvre (cradle-to-laid)

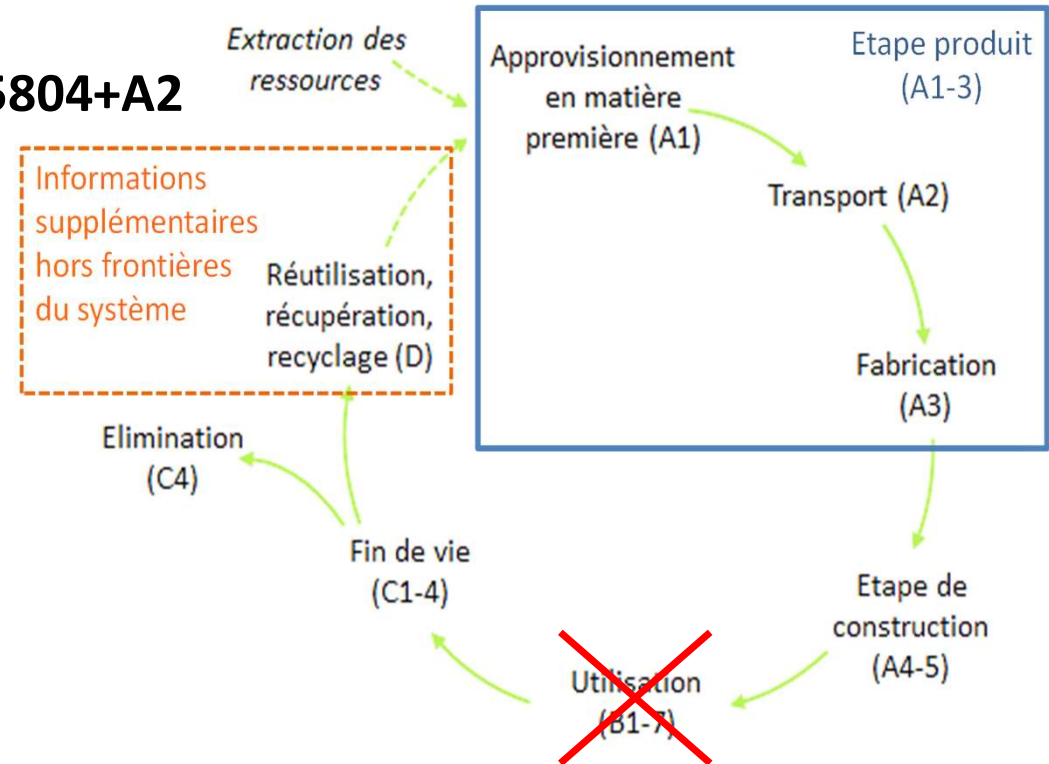


ACV chantier

Cycle de vie d'une route

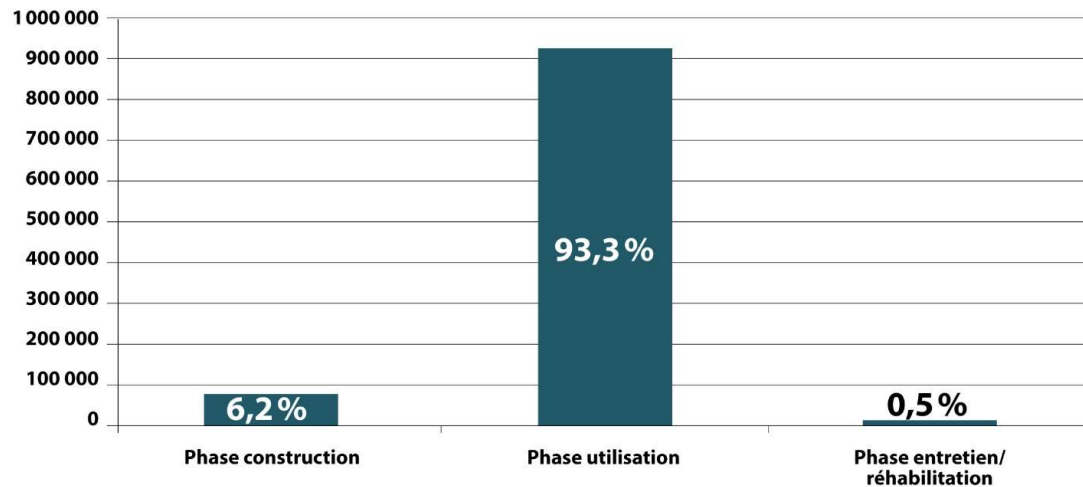
(source : de Bortoli 2020)

## EN 15804+A2



# Impact majeur = utilisation

Émissions en tonnes eq. CO<sub>2</sub>



Émissions de GES d'un contournement autoroutier de 15 kilomètres - synthèse par phase du projet (Source : CETE, 2009)

[Empreinte carbone d'une infrastructure routière - Efficacité énergétique et GES | AQME \(mamunicipaliteefficace.ca\)](http://mamunicipaliteefficace.ca)

> Pour tous les indicateurs, excepté l'indicateur Déchets, la contribution de la phase de construction est faible par rapport à l'utilisation de la route (circulation des camions et des voitures). Tous les efforts à consentir pour réduire les impacts doivent être portés sur la phase d'utilisation de la route, la phase de construction n'ayant qu'un impact minime, de l'ordre de 1 à 7 %.

## Analyse du cycle de vie de structures routières



## ► Observations

- Consommation de carburant réduite pour véhicule lourd sur revêtement béton par rapport à un revêtement souple bitumineux (Etude réalisée pour Febelcem)

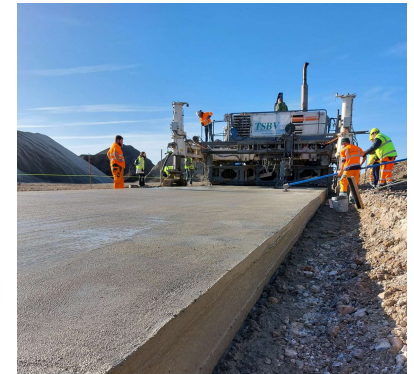
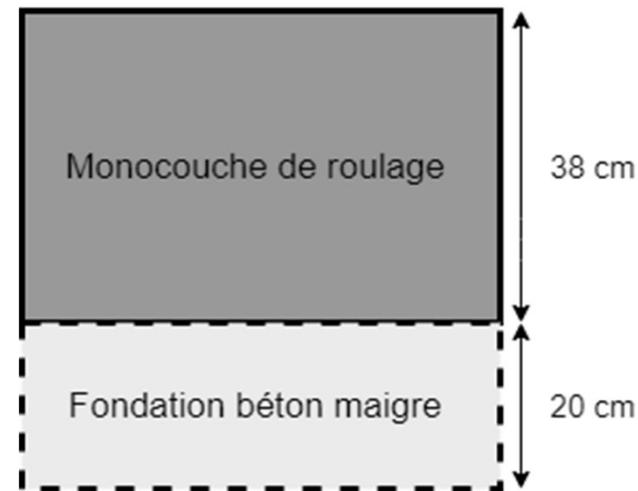
## ► Recommandations

- Carburants alternatifs
- Électrification du parc (attention mix électrique !)
- Technologie automobile (moteur, pneus,...)
- Qualité (planéité) et indéformabilité du revêtement de la route
- Mesures liées à la circulation
- Circulation fluide, limitation des embouteillages,..
- ...

# Illustration : monocouche de roulage en béton

## Unité fonctionnelle (UF)

- ▶ **1 m<sup>2</sup>** de route (largeur = 6 m)
- ▶ Durée de vie de référence : 30 ans
- ▶ Monocouche de roulage :  
**38 cm** en béton de revêtement
- ▶ Fondation: **20 cm** en béton maigre



Projet MONOCRETE





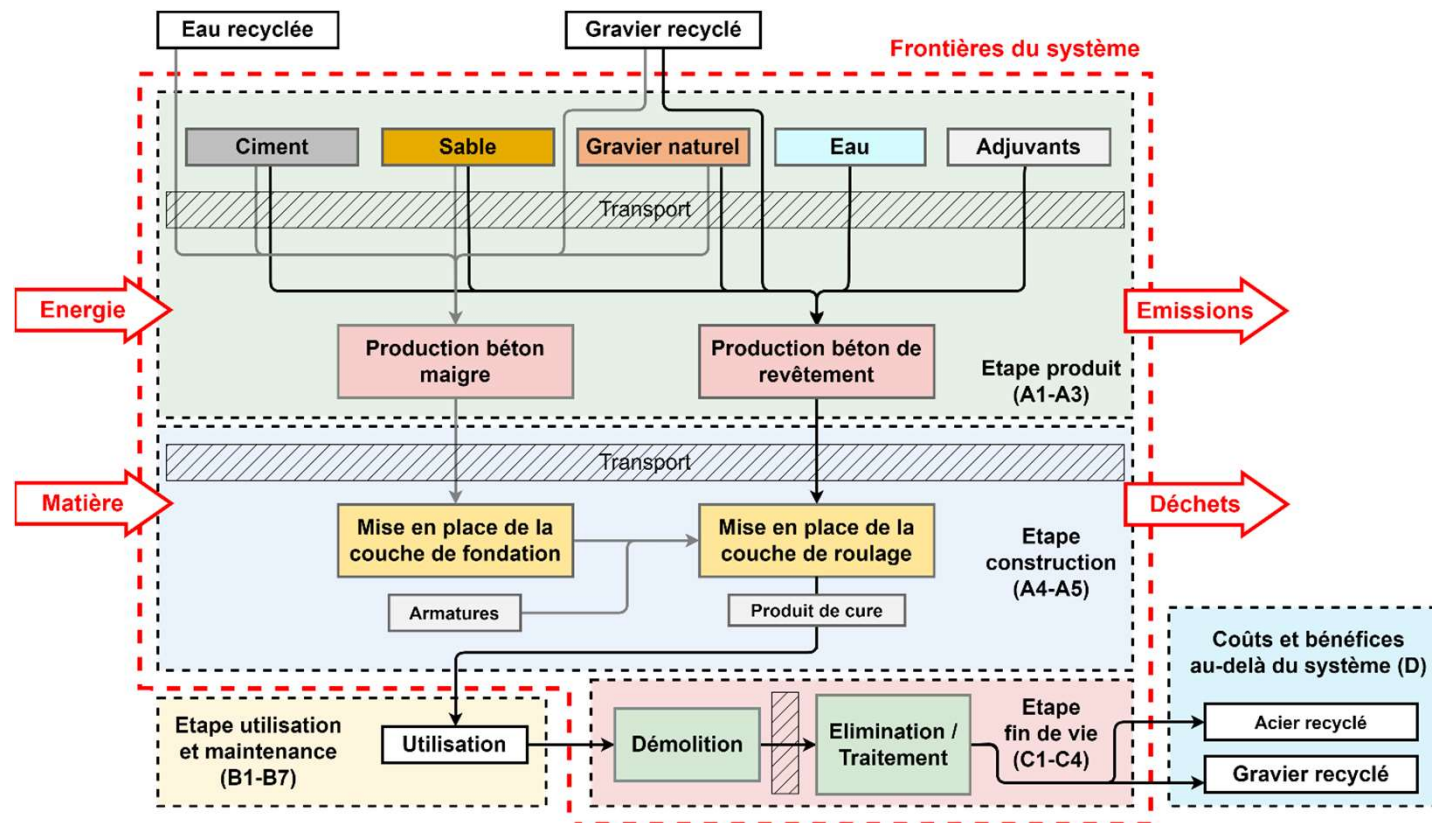
# Illustration : monocouche de roulage en béton

## Étude réalisée suivant EN15804 + A2

Phase du produit			Phase d'installation de la construction		Phase d'utilisation							Phase de fin de vie				Au-delà du système
Matières premières	Transport	Fabrication	Transport	Phase d'installation de la construction	Utilisation	Maintenance	Réparation	Remplacement	Remise à neuf	Utilisation de l'énergie opérationnelle	Utilisation d'eau opérationnelle	Dé-construction-démolition	Transport	Traitement des déchets	Élimination	Potentiel de réutilisation-récupération-recyclage
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

# Illustration : monocouche de roulage en béton

## Frontières du système



## Focus sur les matériaux

### ▶ Béton maigre

- ▶ Ciment CEM III/A (laitier de haut de fourneau)
- ▶ Gravier (recyclé ou non)
- ▶ Sable concassé
- ▶ Eau

### ▶ Béton de revêtement

- ▶ Ciment CEM III/A ou CEM V/A (laitier de haut fourneau + cendres volantes)
- ▶ Gravier (recyclé ou non)
- ▶ Sable rond du Rhin
- ▶ Eau
- ▶ Additifs

## Illustration : monocouche de roulage en béton

### Focus sur les matériaux : ordres de grandeur

Matériau (1 tonne)	Indicateur changement climatique (kg éq CO <sub>2</sub> )	Référence
Ciment CEM I	843	Monocrete
Ciment CEM III / A	381	Monocrete
Ciment CEM V / A	364	Monocrete
Enrobé sans AEB (agrégats d'enrobés Bitumineux)	48	CRR
Enrobé avec 50% AEB sans régénérant	41	CRR



**Centre de recherches routières**  
Ensemble pour des routes durables

Luc De Bock  
[l.debock@brrc.be](mailto:l.debock@brrc.be)

Stefan Vansteenkiste  
[s.vansteenkiste@brrc.be](mailto:s.vansteenkiste@brrc.be)

Ann Vanelstraete  
[a.vanelstraete@brrc.be](mailto:a.vanelstraete@brrc.be)

**Évaluation de la durabilité des enrobés bitumineux**

## Illustration : monocouche de roulage en béton

### Focus sur les matériaux : ordres de grandeur

Matériau (1 m <sup>3</sup> )	Indicateur changement climatique (kg éq CO <sub>2</sub> )	Référence
Béton maigre (CEM III /A)	73	Monocrete
Béton maigre (CEM III /A) – 100% granulats recyclés – 0 km	61	Monocrete
Béton maigre (CEM III /A) – 100% granulats recyclés – 100 km	97	Monocrete

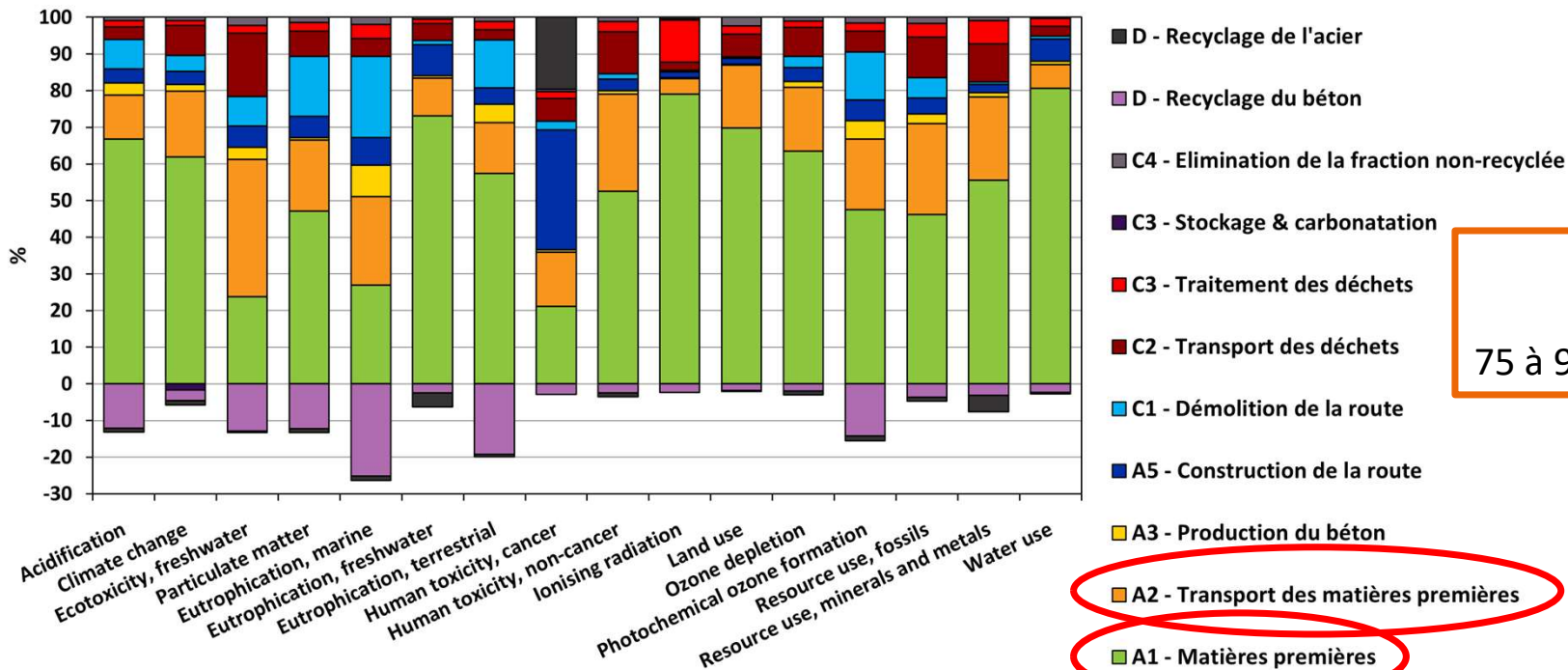
## Illustration : monocouche de roulage en béton

### Focus sur les matériaux : ordres de grandeur

Matériau (1 m <sup>3</sup> ) – Béton riche	Indicateur changement climatique (kg éq CO <sub>2</sub> )	Référence
CEM III /A 0% RCA	232	Monocrete
CEM III /A 100% RCA – 0 km	200	Monocrete
CEM III /A 100% RCA – 100 km	220	Monocrete
CEM V /A 0% RCA	224	Monocrete
CEM V /A 100% RCA – 0 km	192	Monocrete
CEM V /A 100% RCA – 100 km	212	Monocrete

# Illustration : monocouche de roulage en béton

- ▶ 1 m<sup>2</sup> de route – CEM III, granulats naturels
- ▶ Caractérisation selon EN15804 + A2

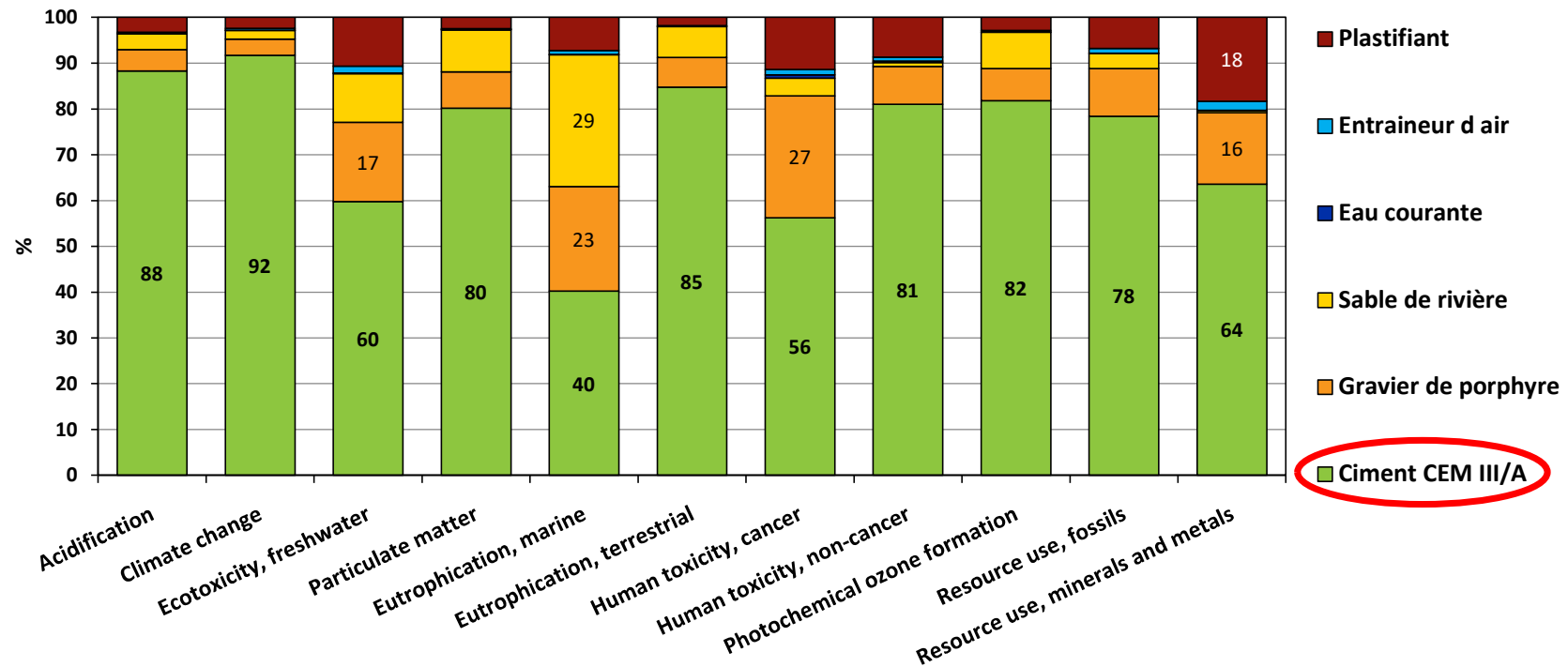


Couche de revêtement  
= 75 à 95% des impacts du module A1



# Illustration : monocouche de roulage en béton

- ▶ 1 m<sup>2</sup> de route – CEM III, granulats naturels
  - ▶ Caractérisation selon EN15804 + A2
    - ▶ Module A1 pour la couche de revêtement

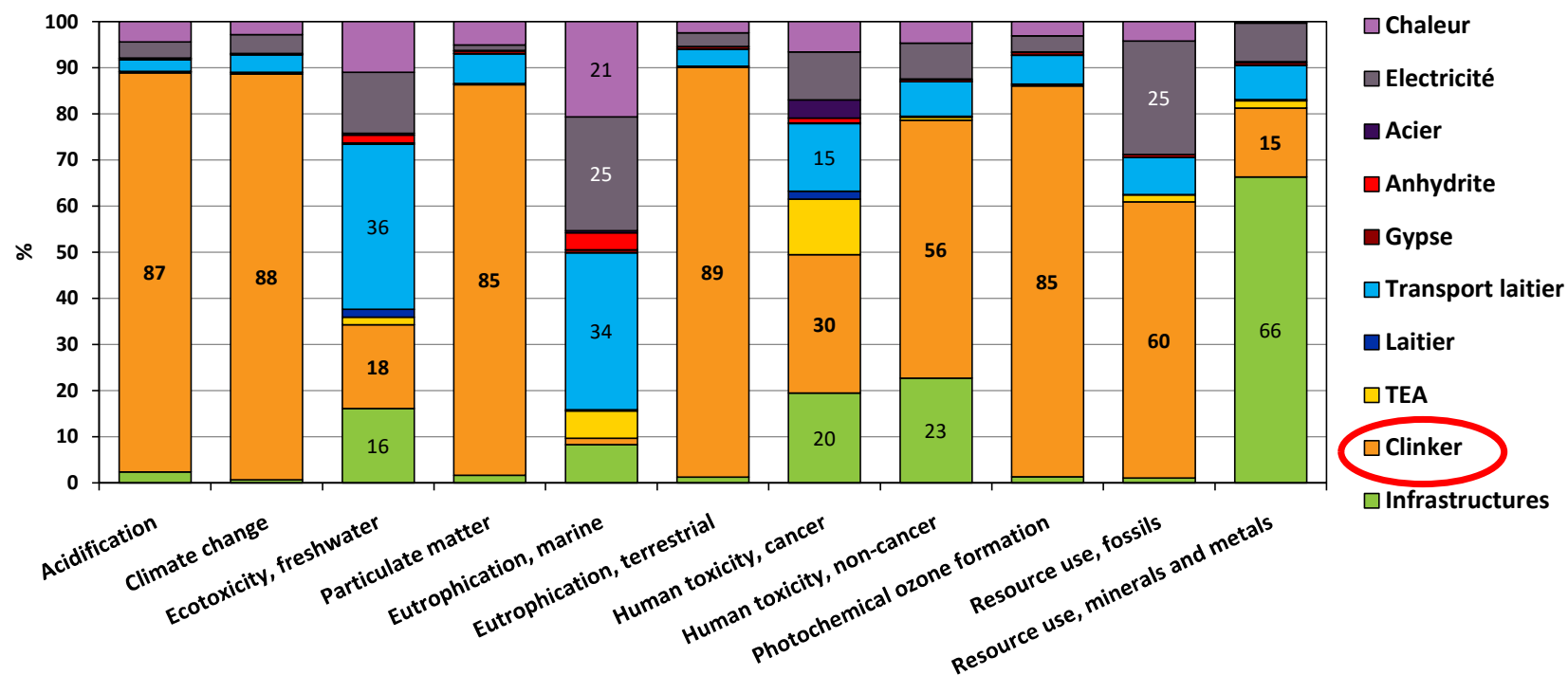


# Illustration : monocouche de roulage en béton

## ► 1 m<sup>2</sup> de route – CEM III, granulats naturels

### ► Caractérisation selon EN15804 + A2

#### ► 1 tonne de ciment CEM III

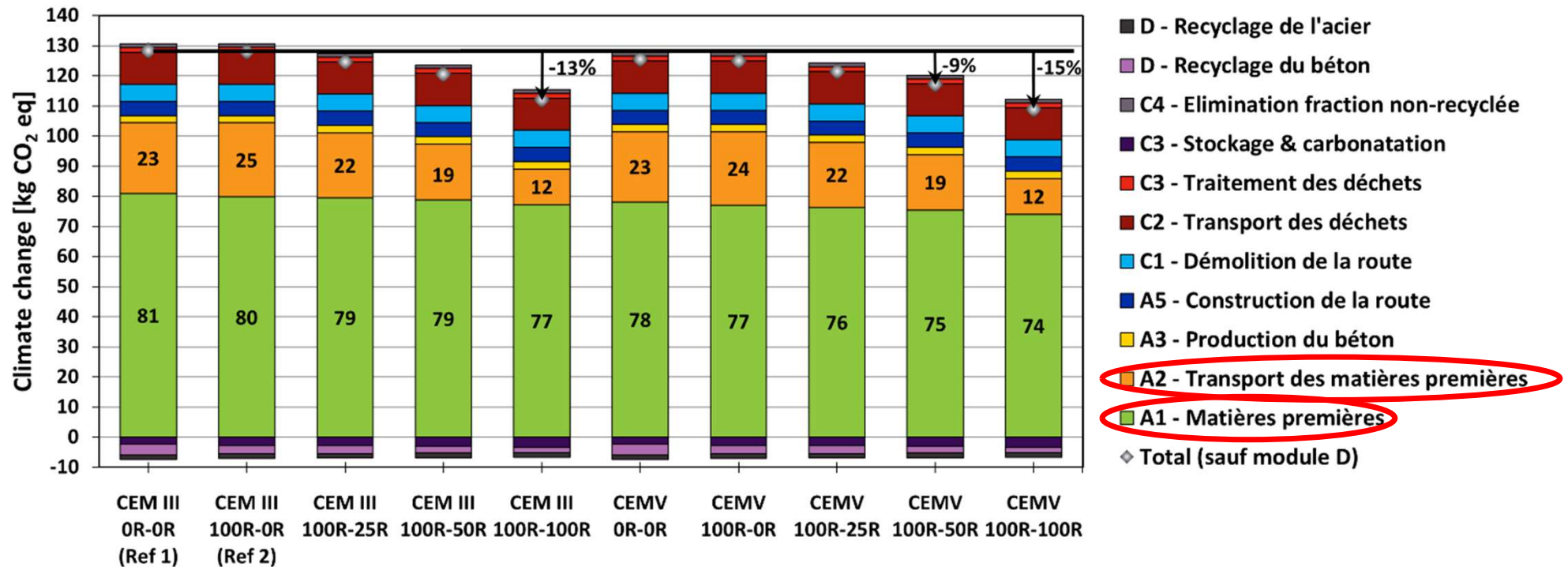


# Illustration : monocouche de roulage en béton

## ► 1 m<sup>2</sup> de route – 10 scénarii

### ► Caractérisation selon EN15804 + A2 – Changement climatique

CEM I – 0R-0R : 218 kg<sub>éq</sub> CO<sub>2</sub>  
 CEM I – 100R-100R : 203 kg<sub>éq</sub> CO<sub>2</sub>



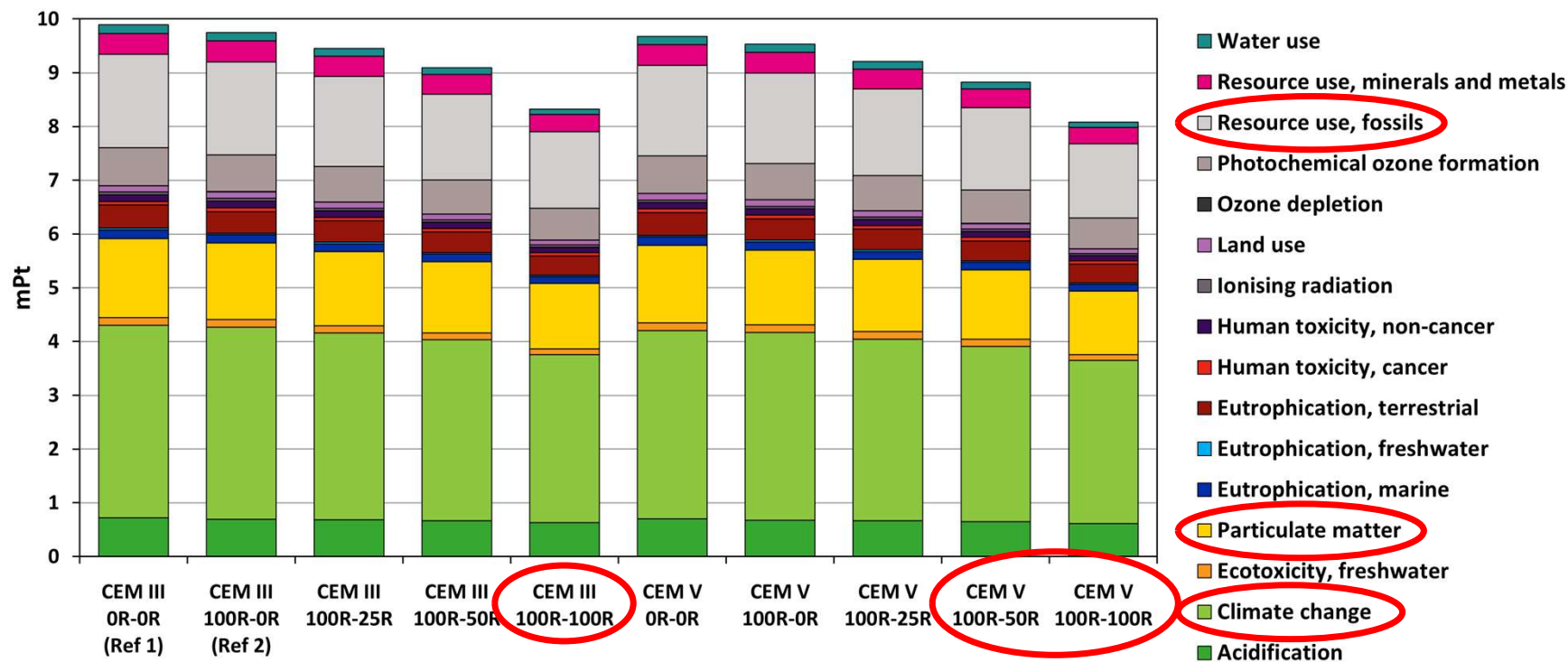
CEM V → ~2.5% réduction

100% RCA → ~3.1% réduction

Transport → ~9% reduction (140 km contre 35 km)

# Illustration : monocouche de roulage en béton

- Comparaison des impacts environnementaux agrégés (**single score**) d'1 m<sup>2</sup> de route pour tous les scénarios selon la méthode EN 15804 + A2.



## Illustration : monocouche de roulage en béton

- Optimisation de l'absorption du CO<sub>2</sub> par les granulats recyclés

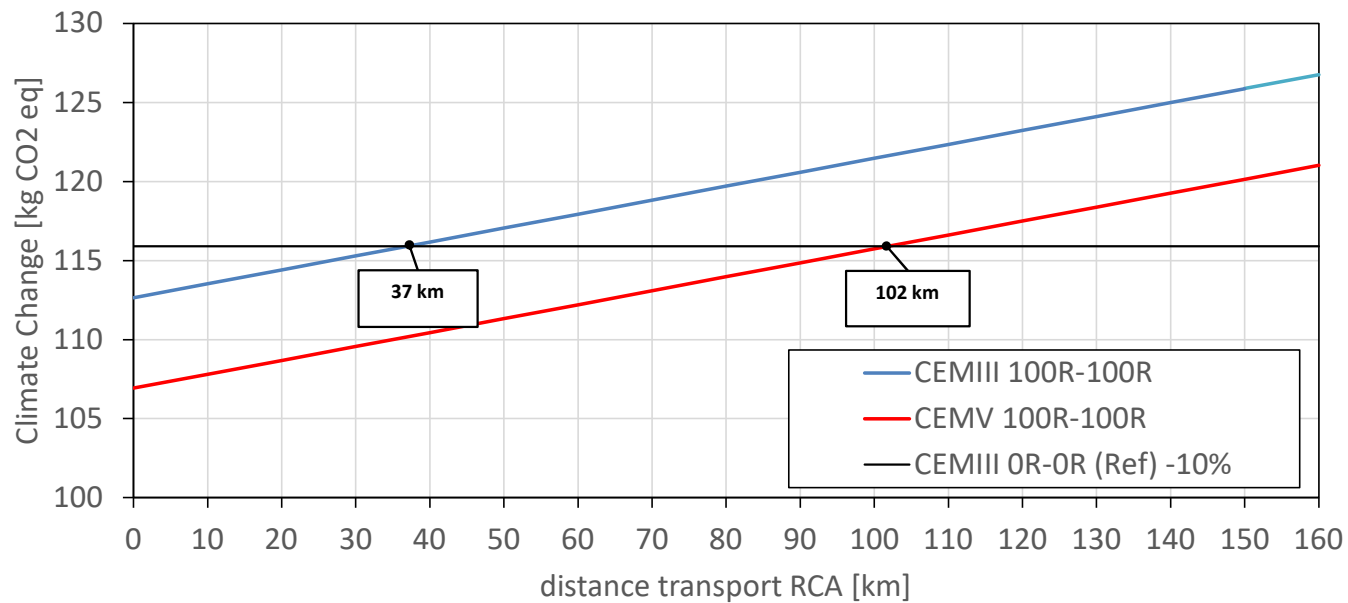
SCENARIO	CEM III OR-OR	CEM III 100R-OR	CEM III 100R-25R	CEM III 100R-50R	CEM III 100R-100R	CEM V OR-OR	CEM V 100R-OR	CEM V 100R-25R	CEM V 100R-50R	CEM V 100R-100R
Absorption de CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> /UF] (% des émissions totale)										
Cas de base : h = 15 m	1.87	2.28	2.38	2.50	2.78	1.86	2.27	2.37	2.49	2.76
Petits tas : h = 3.5 m (% de l'impact CC de la route)	7.78 (6 %)	9.32 (7 %)	9.73 (8 %)	10.18 (8 %)	11.23 (10 %)	7.75 (6 %)	9.28 (7 %)	9.68 (8 %)	10.12 (9 %)	11.16 (10 %)
« Petits tas / cas de base »	4.16	4.09	4.09	4.07	4.04	4.17	4.09	4.08	4.06	4.04

- Une réduction de la hauteur des tas d'un facteur ~4 permettrait une augmentation de l'absorption de CO<sub>2</sub> d'un facteur ~4 => une compensation de jusqu'à **~10% de l'impact sur le changement climatique** du cycle de vie de la route.

# Illustration : monocouche de roulage en béton

► 1 m<sup>2</sup> de route

► Impact du transport sur bénéfice des granulats recyclés

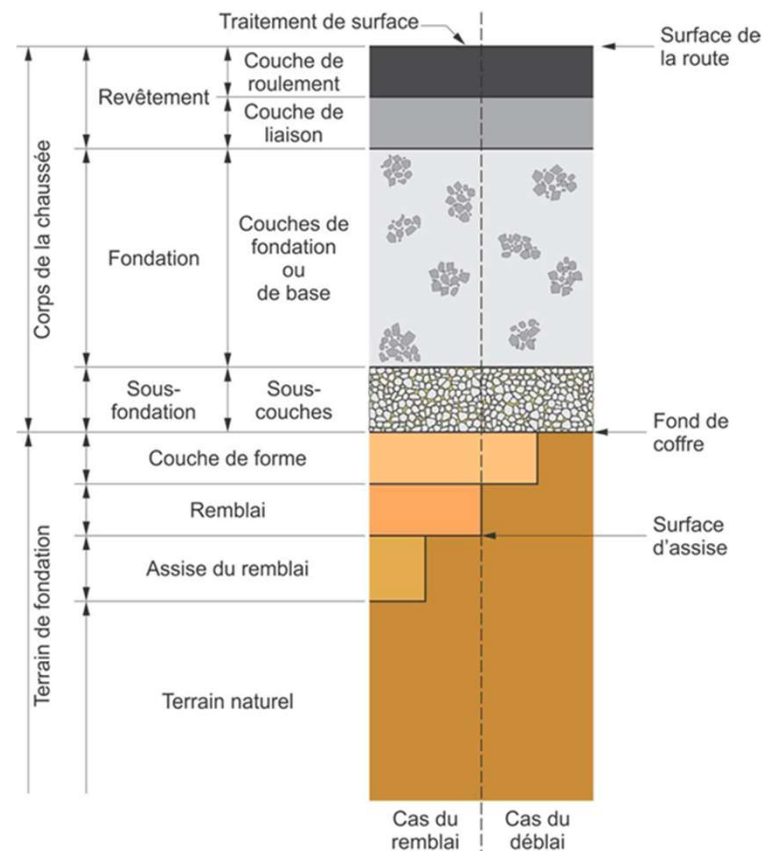




# Illustration : nationale à revêtement hydrocarboné

## Unité fonctionnelle (UF)

- ▶ **1 m<sup>2</sup>** de route (largeur = 7 m)
- ▶ Durée de vie de référence : 20 ans
- ▶ Couche d'usure (enrobé de type 1A) : 5 cm
- ▶ Sous couche hydrocarbonée (enrobé de type III) : 13 cm
- ▶ Fondation : 23 cm de béton maigre
- ▶ Sous fondation granulaire : 30 cm



## Projet ECOLISER

FEDER



UNION EUROPEENNE



Wallonie



FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL, LA WALLONIE  
ET LA FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES INVESTISSENT DANS VOTRE AVENIR



CTP



MATERIA  
NOVA  
Materials  
R&D Centre



ULB  
M&T  
ENGINEERING  
CHARACTERIZATION  
SYNTHESIS  
RECYCLING



PEPs  
PRODUCTS, ENVIRONMENT,  
AND PROCESSES

GEO3  
GeMMe



INISMa  
Belgian Ceramic Research Centre



Centre de recherches routières  
Ensemble pour des routes durables



Certech  
R&D partner in chemistry



Yves Hanoteau - Benoît Janssens

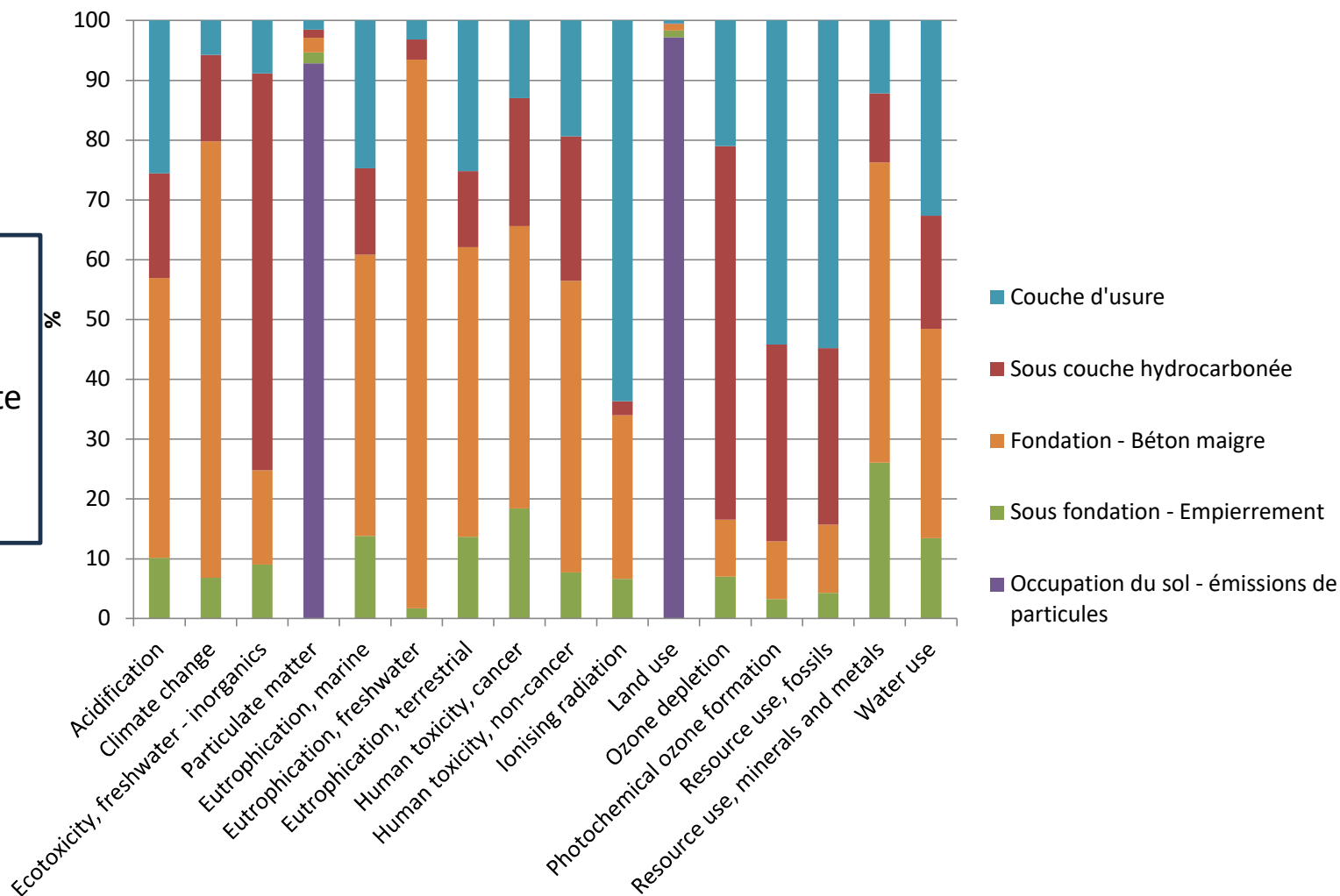
Centre de recherches routières

Votre partenaire pour des routes durables

# Illustration : nationale à revêtement hydrocarboné

- ▶ 1 m<sup>2</sup> de route
  - ▶ Selon EF3.1.

- Impact changement climatique
  - plus faible
  - 46 kg éq CO<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup>
- Mais maintenance plus importante
  - Pas de réponse unique
  - Importance des hypothèses



## Projet ECOLISER



LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL, LA WALLONIE ET LA FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES INVESTISSENT DANS VOTRE AVENIR

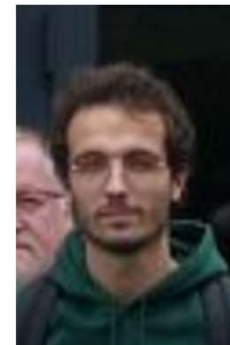
# Conclusions

## Take home message

---

- ▶ ACV outil complexe mais avec divers avantages
    - ▶ Quantitatif
    - ▶ Multicritères
    - ▶ Multi-étapes (approche cycle de vie)
  - ▶ ACV = outil de choix pour l'écoconception
  - ▶ Leviers au niveau impact environnemental des infrastructures routières
    - ▶ Phase utilisation reste largement prépondérante
    - ▶ Pour la partie 'infrastructure'
      - ▶ Ciments bas carbone
        - Attention allocation sur le laitier de haut fourneau
      - ▶ Granulats recyclés (attention distance !) + potentiel de carbonatation
      - ▶ Utilisation d'AEB
  - ▶ Ne pas généraliser des résultats
    - ▶ Importance des hypothèses !
-

# Un travail d'équipe ...



MERCI

