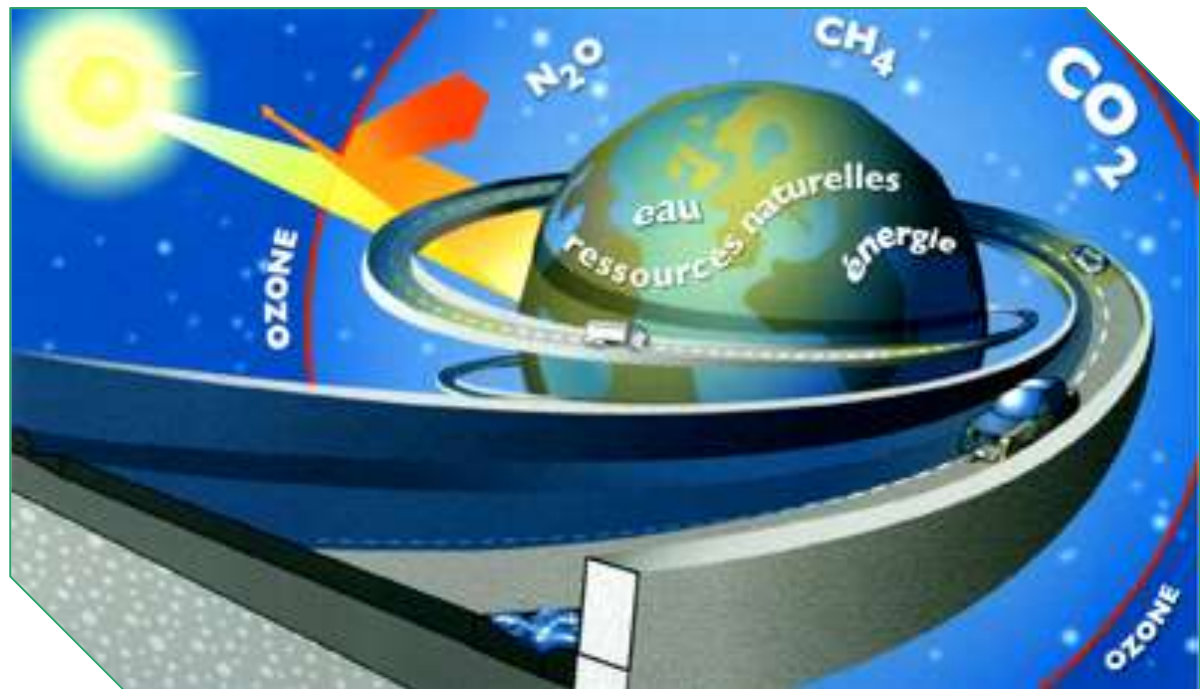




# *La route et le Développement durable*



## 5.1 La route et le Développement durable

### DE QUOI S'AGIT-IL ?

En 1987, la Commission mondiale pour l'environnement et le développement donne une définition du Développement durable

*Il s'agit d'un développement « qui permet de satisfaire les besoins des générations présentes sans compromettre la possibilité pour les générations à venir de satisfaire leurs propres besoins »*

179 Etats s'engagent à réduire de 8 % entre 1990 et 2010 les émissions de gaz à effet de serre (un point environnemental particulier de développement durable)



## 5.1 La route et le Développement durable

### CAS DES RESSOURCES NATURELLES

**Le Développement durable propose une utilisation réfléchie des ressources naturelles disponibles** → But : les préserver au maximum pour les générations futures

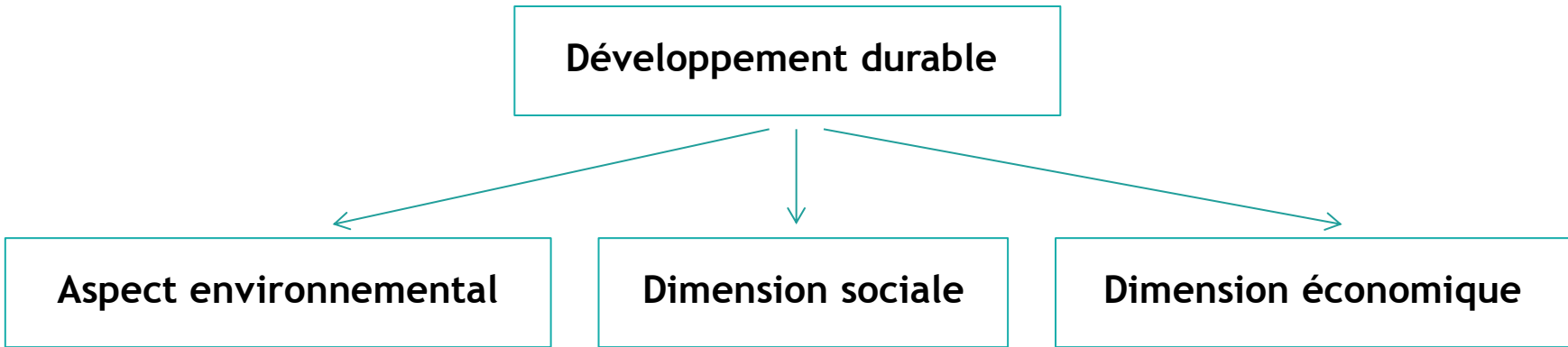
**Rythme d'utilisation des ressources naturelles renouvelables** → Ne doit pas être supérieur à celui de leur régénération

**Rythme d'épuisement des ressources non renouvelables** → Ne doit pas dépasser le rythme de développement de substituts renouvelables et d'utilisation de matériaux alternatifs

**Quantité de pollution et de déchets** → Ne doit pas dépasser celle que peut absorber l'environnement

## 5.1 La route et le Développement durable

QUE PREND EN COMPTE LE DÉVELOPPEMENT DURABLE ?



Développement économique

Process industriel

Préservation des ressources naturelles

Matériaux et produits

Santé, sécurité

Solutions constructives

## 5.1 La route et le Développement durable

### UNE DÉMARCHE DE PROGRÈS : POUR RÉPONDRE AUX EXIGENCES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Les projets de construction doivent être conçus en considérant comme prioritaires :

La protection de l'eau, de l'air et du sol

L'optimisation de la consommation des ressources naturelles et de l'énergie

La maîtrise des déchets et la limitation des rejets

La lutte contre les nuisances sonores

L'amélioration de la sécurité des ouvriers sur les chantiers

Le respect des paysages

La valorisation du patrimoine

La préservation de la santé

Le Développement durable → Une source d'innovation

## 5.1 La route et le Développement durable

### COMMENT ÉVALUER LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ?

En utilisant le concept d’“Analyse de Cycle de Vie” (ACV), défini par la Norme NF P 01 010

#### Définition

**Analyse du cycle de vie** → Outil utilisé pour évaluer les impacts environnementaux d’un système (ensemble des opérations se rapportant à un produit fini) ou d’un ouvrage

#### Contenu de la méthodologie de l’ACV

Définition des objectifs (frontières du système étudié) = Définition de l’unité fonctionnelle

Inventaire de cycle de vie (ICV) = Traitement des informations

Évaluation des impacts sur l’environnement = Calcul des indicateurs

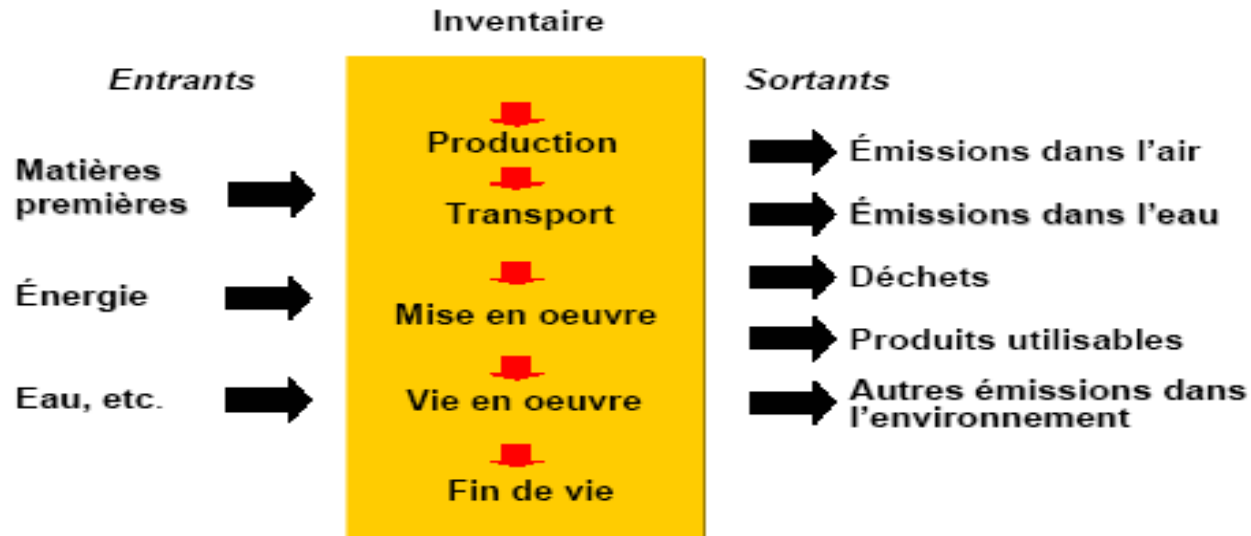
Bilan et la recherche d’amélioration

## 5.1 La route et le Développement durable

QU'EST-CE QUE L'INVENTAIRE DE CYCLE DE VIE « ICV » ?

ICV → Bilan des flux entrants et sortants sur toutes les phases de cycle de vie d'un produit fini

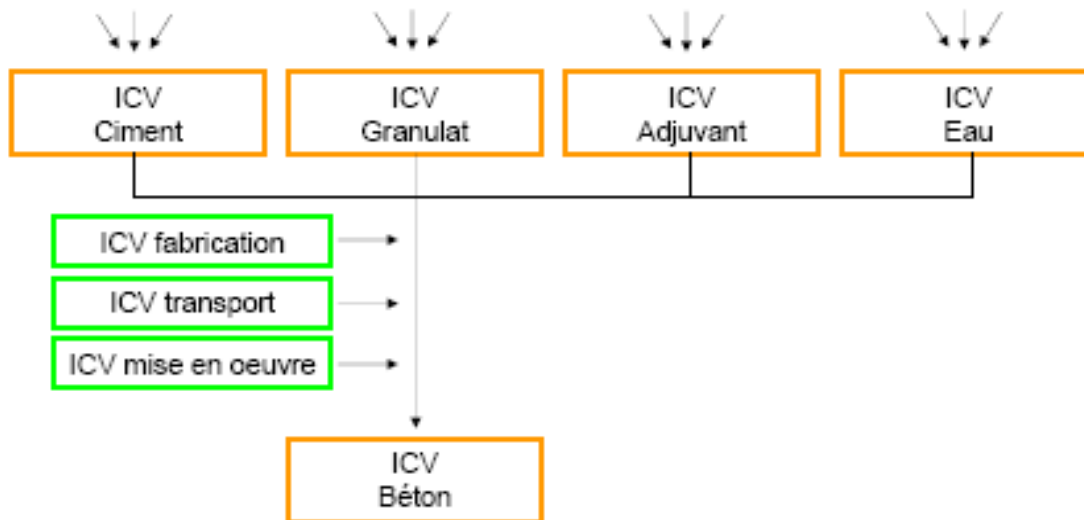
Flux regroupés et pondérés → Pour calculer les 10 impacts environnementaux cités dans la norme NF P 01-010



## 5.1 La route et le Développement durable

### QU'EST-CE QUE L'INVENTAIRE DE CYCLE DE VIE « ICV » ?

#### Exemple d'ICV d'un matériau : le béton

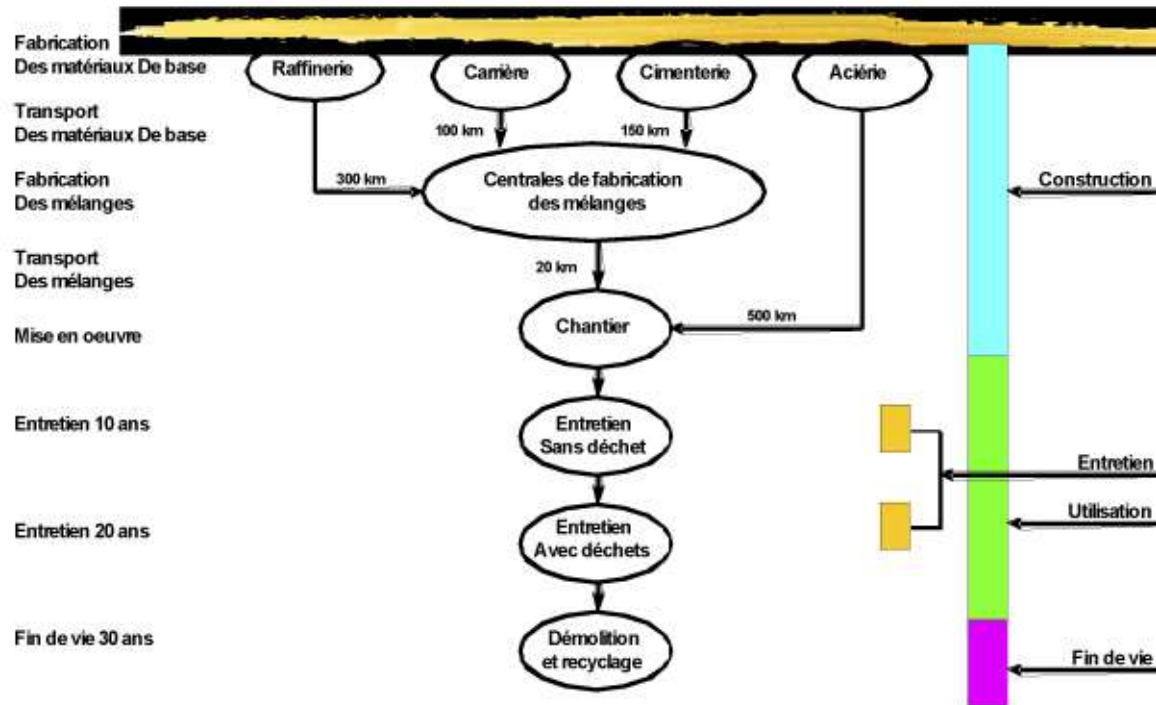


Les ICV vont participer à la réalisation de l'ACV (Analyse de Cycle de Vie) d'un produit fini de construction (UF : 1 m<sup>2</sup> de mur banché).



## 5.1 La route et le Développement durable

### ÉTAPES ET PHASES DE L'ACV D'UNE ROUTE



## 5.1 La route et le Développement durable

### LES 10 INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

Consommation de ressources énergétiques

Indicateur d'épuisement de ressources

Consommation de l'eau

Déchets solides

Changement climatique

Acidification atmosphérique

Pollution de l'air

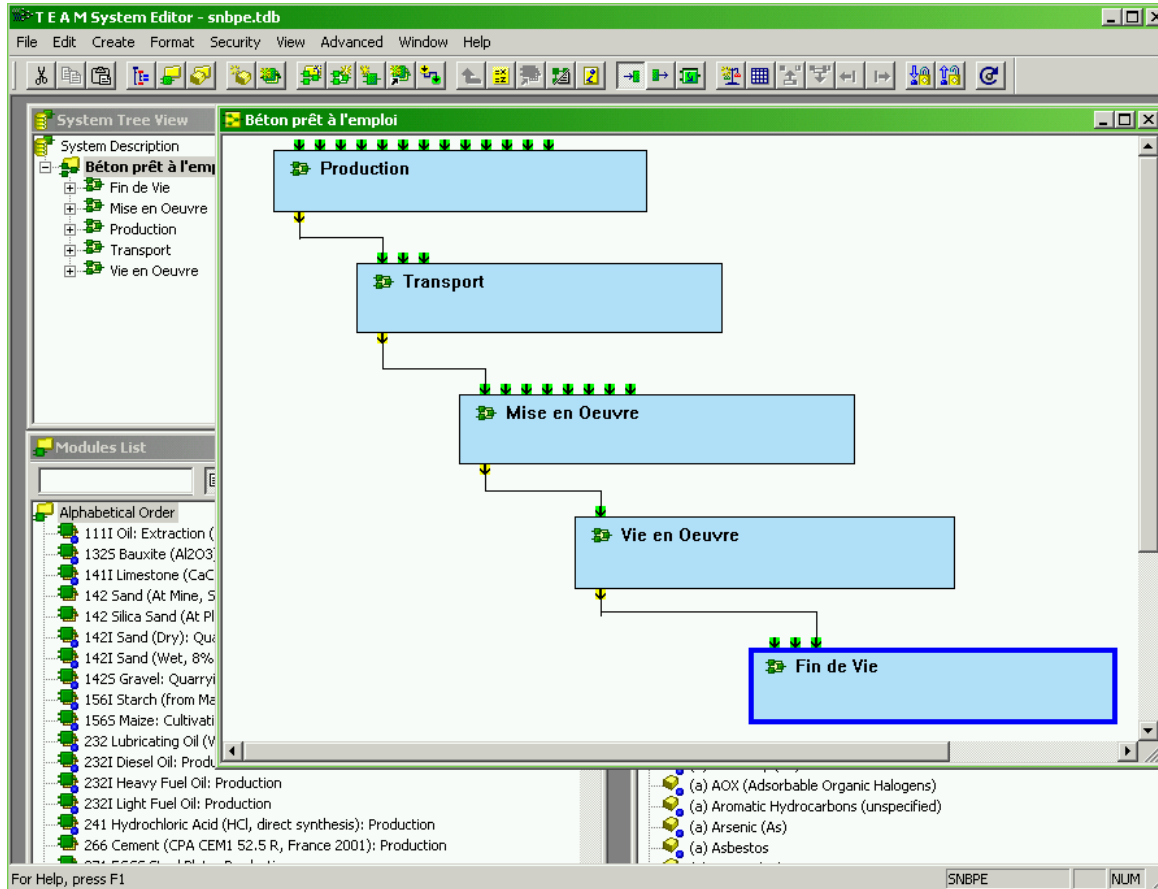
Pollution de l'eau

Destruction de la couche d'ozone stratosphérique

Formation d'ozone photochimique

# 5.1 La route et le Développement durable

## MODÉLISATION



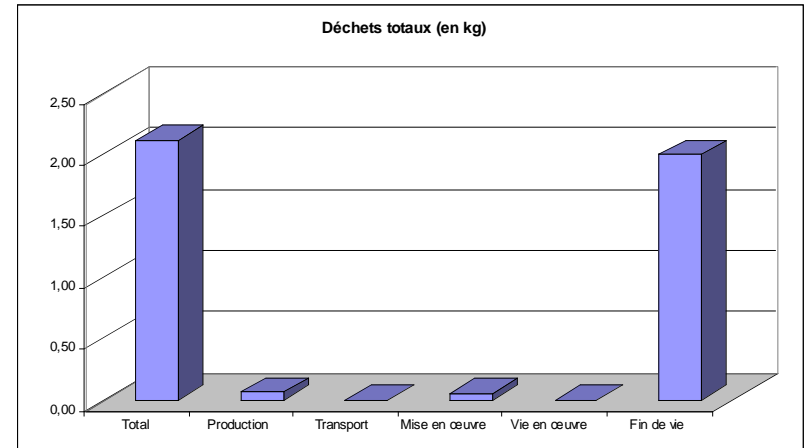
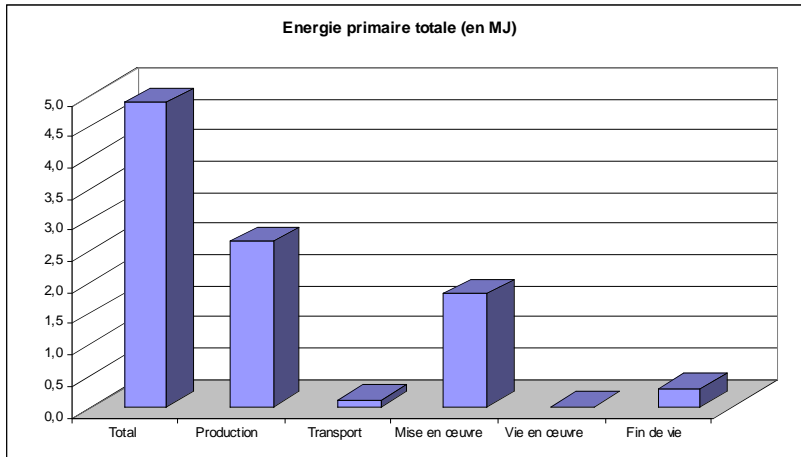
## 5.1 La route et le Développement durable

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU BÉTON XF1 C25/30 CEM II

N°	Impact environmental	Valeur - Unité	
1	Consommation de ressources énergétiques		
	Energie primaire totale	4,88 MJ/UF	
	Energie renouvelable	0,17 MJ/UF	
	Energie non renouvelable	4,71 MJ/UF	
2	Epuisement des ressources naturelles (ADP)	0,0072 kg/UF	
3	Consommation d'eau	2,66 litre/UF	
4	Déchets solides	Valorisés	1,5 kg/UF
		Éliminés	
		Déchets dangereux	0,00042 kg/UF
		Déchets non dangereux (DIB)	0,022 kg/UF
		Déchets inertes	2,10 kg/UF
	Déchets radioactifs	3,5 E-5 kg/UF	
5	Changement climatique	0,50 kg éq. CO <sub>2</sub> /UF	
6	Acidification atmosphérique	0,0017 kg éq. SO <sub>2</sub> /UF	
7	Pollution de l'air	17 m <sup>3</sup> /UF	
8	Pollution de l'eau	21 m <sup>3</sup> /UF	
9	Pollution des sols	Qualitatif	
10	Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	0 kg CFC éq. R11/UF	
11	Formation d'ozone photochimique	0,189 kg éq. éthylène UF	
12	Modification de la biodiversité	Qualitatif	

# 5.1 La route et le Développement durable

## QUELQUES RÉSULTATS ACV



## 5.1 La route et le Développement durable

### LA ROUTE ET LES MATÉRIAUX

La route, moyen de communication nécessaire au développement → Sa construction nécessite beaucoup de matériaux et surtout des granulats

#### Les matériaux

Matériaux non liés → Grave Non Traitée (GNT)

Matériaux traités au Bitume → Graves-Bitumes (GB)

Matériaux traités aux Ciments ou aux Liants Hydrauliques Routiers

→ Graves-Ciment (GC)

→ Graves-Liants Hydrauliques Routiers (GLHR)

→ Béton

## 5.1 La route et le Développement durable

### CONSOMMATION DES MATÉRIAUX ROUTIERS

Extension et entretien du réseau routier en France

200 millions de tonnes de granulats → Puisées annuellement dans les ressources naturelles = un volume de 100 millions de m<sup>3</sup>

3 millions de tonnes de bitume

2 millions de tonnes de liants hydrauliques

Conséquences → Des impacts importants sur le milieu naturel

Perturbation ou disparition des écosystèmes des rivières dans lesquelles sont dragués les matériaux (ballastières)

Extension des carrières à ciel ouvert

Pénurie de granulats dans certaines régions

## 5.1 La route et le Développement durable

### PENDANT LA CONSTRUCTION ET L'ENTRETIEN DE LA ROUTE

#### Étapes

Extraction et fabrication des constituants élémentaires (granulats et liants)

Transport des constituants élémentaires jusqu'aux centrales de malaxage

Fabrication des matériaux routiers (GB, GC, GLHR, Béton)

Transport des matériaux routiers de la centrale au chantier

Mise en œuvre des matériaux pour la construction ou l'entretien de la route

#### Conséquences

Épuisement des ressources naturelles : énergie, eau, granulats

Impacts sur le milieu naturel : déchets, acidification, eutrophisation, écotoxicité

Impacts sur l'environnement : gaz à effet de serre, ozone



## 5.1 La route et le Développement durable

### PENDANT L'UTILISATION DE LA ROUTE

Énorme quantité d'énergie (carburants) consommée par les véhicules sur toute la période de service de la route

#### Conséquences

Épuisement des ressources énergétiques

Pression énorme sur la faune et la flore → Barrière parfois infranchissable, rejets de métaux lourds et de débris en tous genres (pneus, plastique, etc.), polluants engendrés par le trafic routier (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, etc.)

#### En moyenne

95 % des impacts viennent de la phase Utilisation

De 1 à 7 % (selon les indicateurs) viennent de la phase Construction  
→ Voir action des partenaires ci-après

## 5.1 La route et le Développement durable

### AU NIVEAU DE L'INDUSTRIE CIMENTIÈRE ET DU SNBPE

#### Objectif

Les sociétés cimentières et leurs partenaires → Mettent tout en œuvre pour **limiter nuisances et impacts**

#### Types de nuisances et d'impacts

Liés à l'extraction des matières premières

Lors de la fabrication du ciment, des liants hydrauliques routiers et des bétons

Lors de la mise en œuvre des matériaux

## 5.1 La route et le Développement durable

### AU NIVEAU DES CIMENTERIES

**Des ressources énergétiques préservées** → Efficacité énergétique des installations, recours à des combustibles de substitution

**Des impacts minimisés** → En particulier : gaz à effet de serre

#### Nota

*Pour la période 1990-2015, l'industrie cimentière s'était engagée à réduire de 20% les émissions de CO<sub>2</sub> à la tonne de ciment. En 2010, la réduction est de l'ordre de 22 %*

**Des commissions de concertation** avec les riverains, les élus et les associations → Pour les projets d'extension ou de réhabilitation des carrières



## 5.1 La route et le Développement durable

Valorisation énergétique



Lutte contre l'effet de serre



Valorisation de la matière pour la production des ciments



Valorisation des carrières



## 5.1 La route et le Développement durable

### AU NIVEAU DES CENTRALES BPE

Insonorisation

Traitement paysager

Maîtrise des rejets par recyclage des matériaux, notamment eau recyclée

Mode de fabrication à froid → Consommation électrique limitée et faible + Absence d'émissions directes de gaz à effet de serre ou de tout autre composé nocif

Impact limité du transport car couverture du territoire



## 5.1 La route et le Développement durable

### AU NIVEAU DES ENTREPRISES ROUTIÈRES

Actions réalisées pour limiter nuisances et impacts lors de la construction et de l'entretien des routes

Très faibles impacts lors de la mise en œuvre

Efforts pour réduire les nuisances sonores

Mise en œuvre à froid et sans compactage → Génère moins de nuisances



## 5.1 La route et le Développement durable

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX : DES TECHNIQUES POUR MINIMISER L'UTILISATION DE RESSOURCES NATURELLES

**Mise à profit des gisements de sols naturels pour construire les routes → Technique de traitement des sols en place aux liants hydrauliques = De plus en plus utilisée pour les terrassements, mais aussi pour la réalisation des couches d'assises de chaussées**



**Mise à profit des matériaux existants dans la chaussée dégradée pour entretenir la route → Retraitement des chaussées en place aux liants hydrauliques = Épargne les ressources en granulats et supprime les nuisances dues à leur transport**

**Mise à profit de la durabilité → Grande durée de vie des chaussées bétons = Entraîne une plus faible consommation de ressources naturelles**

## 5.1 La route et le Développement durable

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX : AU NIVEAU DE L'UTILISATION DE LA ROUTE

**Concepteurs routiers** → Assurent la protection de l'environnement des eaux de ruissellement chargées de polluants engendrés par le trafic ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , Pb, cadmium, zinc, etc.), en accord avec la Loi sur l'eau

**Ouvrages hydrauliques en béton** (caniveaux, cunettes, tuyaux) → Permettent de respecter la Loi sur l'eau et son obligation de recueillir puis de filtrer (bassins de décantation) les eaux de ruissellement avant de les rejeter dans l'environnement





## 5.1 La route et le Développement durable

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX : AU NIVEAU DE L'UTILISATION DE LA ROUTE

#### Objectifs

Dépolluer l'espace urbain

Assurer la pérennité de l'esthétique des parements

#### Principe de la photocatalyse des bétons

Action combinée de la lumière et d'un catalyseur, le dioxyde de titane ( $\text{TiO}_2$ ), incorporé au ciment

Absorption des  $\text{NO}_x$  et transformation en nitrates

Dégradation par oxydation des composés organiques

Décollement des salissures organiques au contact du parement + Lavage et évacuation par l'eau de pluie



## 5.1 La route et le Développement durable

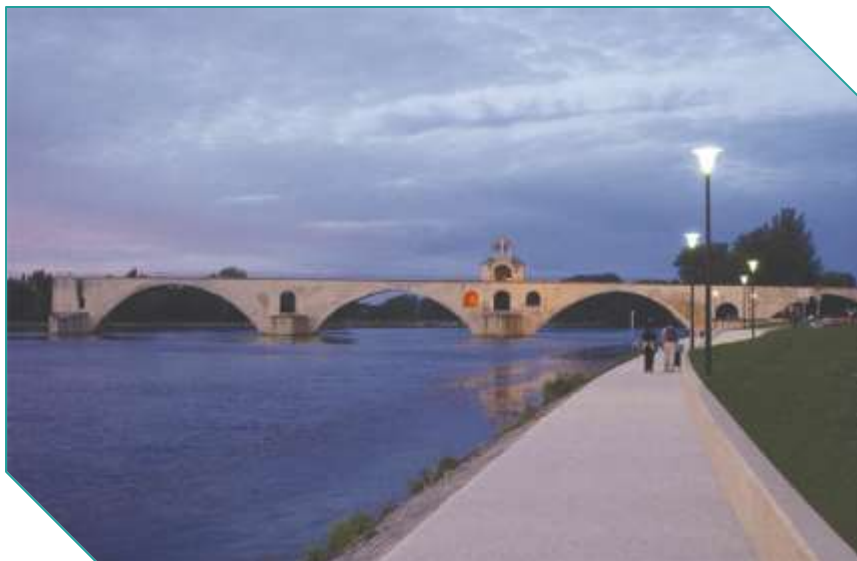
### IMPACTS SOCIÉTAUX : DES TECHNIQUES POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DE VIE

Mise à profit de la qualité esthétique des chaussées bétons

→ Pour optimiser le cadre de vie

Mise à profit de la clarté du revêtement

→ Pour réduire les dépenses d'éclairage



Mise à profit de l'effet Albedo dû à une réverbération de la chaleur sur les matériaux clairs (matériaux sombres = stockage de la chaleur)

→ Pour une diminution des pics de chaleur en zone urbaine

## 5.1 La route et le Développement durable

### IMPACTS SOCIÉTAUX : DES TECHNIQUES POUR DIMINUER LES NUISANCES

Au niveau de la construction → Mise en œuvre à froid et sans compactage

Au niveau de l'utilisation → Moins d'entretien, donc moins de gêne à l'utilisateur



## 5.1 La route et le Développement durable

### IMPACTS ÉCONOMIQUES : DES TECHNIQUES GLOBALEMENT ÉCONOMES

Au niveau de la construction → Techniques non liées aux fluctuations du prix du pétrole

Au niveau de l'utilisation → Moins d'entretien = coût global sur 50 ans très favorable



## 5.1 La route et le Développement durable

### BIBLIOGRAPHIE

T 88 : Béton et Développement durable - Analyse du cycle de vie de structures routières  
- Document synthétique, CIMBÉTON, 2005

T 89 : Béton et Développement durable - Analyse du cycle de vie de structures routières  
CIMBÉTON, 2005



## 5.1 La route et le Développement durable

### NOS LIANTS : FABRICATION ET IMPACTS

FABRICATION	CIMENT		LHR	
	Mini	Maxi	Mini	Maxi
Consommation d'énergie (MJ/t)	2 300	5 950	1 850	5 500
	4 125		3 675	
Emission de GES (Kg équivalent CO <sub>2</sub> /t)	210	866	125	790
	538		457,5	

## 5.1 La route et le Développement durable

### NOS LIANTS : FABRICATION ET IMPACTS

BÉTON (1 m <sup>3</sup> )	CIMENT	GRANULAT	CENTRALE BPE	TOTAL FABRICATION BÉTON (1 m <sup>3</sup> )
	Fabrication + Transport (1)	Fabrication + Transport (2)		
Consommation d'énergie (MJ)	1 269	171	85	1 525
Emission de GES (Kg équivalent CO <sub>2</sub> )	164	23	6	193

(1) Distance cimenterie-centrale : 150 km

(2) Distance carrière-centrale : 75 km

## 5.1 La route et le Développement durable

### LE BÉTON : IMPACTS DE LA PHASE CONSTRUCTION

BÉTON (1 m <sup>3</sup> )	CIMENT	GRANULAT	CENTRALE BPE	TRANSPORT & MISE EN ŒUVRE (3)	TOTAL BÉTON (1 m <sup>3</sup> )
	Fabrication + Transport (1)	Fabrication + Transport (2)			
Consommation d'énergie (MJ)	1 269	171	85	26	1 551
Emission de GES (Kg équivalent CO <sub>2</sub> )	164	23	6	2	195

(1) Distance cimenterie-centrale : 150 km

(2) Distance carrière-centrale : 75 km

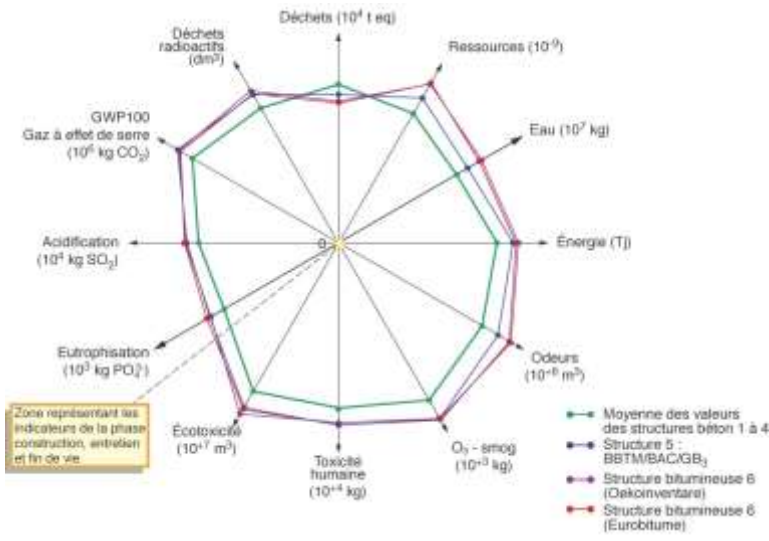
(3) Distance centrale-chantier : 20 km



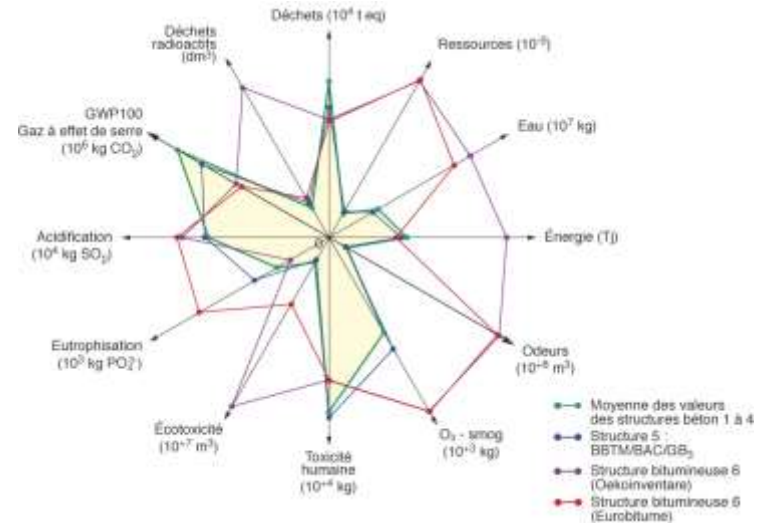
# 5.1 La route et le Développement durable

## LES SOLUTIONS BÉTON FACE AUX EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES

### Impacts des structures routières



Cycle de vie complet sur 30 ans



Phase construction

## 5.1 La route et le Développement durable

### LES ACTIONS DE L'INDUSTRIE CIMENTIÈRE POUR L'ENVIRONNEMENT

Dans ses différents métiers, l'industrie cimentière est-elle respectueuse du principe de Développement durable ?

Extraire, transporter, fabriquer, mettre en œuvre → Synonymes d'impacts sur l'environnement

L'industrie cimentière n'échappe pas à cette règle !

Actions responsables et volontaires pour réduire ces impacts

Au niveau de l'outil industriel pour la fabrication des liants

Au niveau des techniques de construction routière

Durant la vie de l'ouvrage



## 5.1 La route et le Développement durable

### LA RÉDUCTION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

**Avancées industrielles dans le domaine de la fabrication des liants**

**Recours aux combustibles de substitution** → Déchets d'autres industries qui auraient été éliminés sans être valorisés : pneus, huiles usagées, solvants, matières plastiques, cartons...

**Amélioration de l'efficacité énergétique des installations**  
→ Dispositif d'injection des combustibles plus performants  
→ Préchauffage des matières premières avec les gaz de combustion  
→ Systèmes de régulation améliorant le rendement de la cuisson

**Adaptations technologiques** → Filtres de dépollution

**Bilan gaz à effet de serre sur une décennie**  
Moins 10% CO<sub>2</sub> à la tonne de ciment  
Moins 25% CO<sub>2</sub> par réduction de la consommation des combustibles fossiles

## 5.1 La route et le Développement durable

### LES SOLUTIONS CIMENT/LHR POUR RÉDUIRE CES IMPACTS

3 techniques réduisant les impacts durant la construction et l'entretien des infrastructures routières

Filière de valorisation des matériaux

Traitement aux liants hydrauliques des sols naturels en place ou en centrale → Remblais, couches de forme, couches d'assises



Retraitement en place à froid des anciennes chaussées aux liants hydrauliques

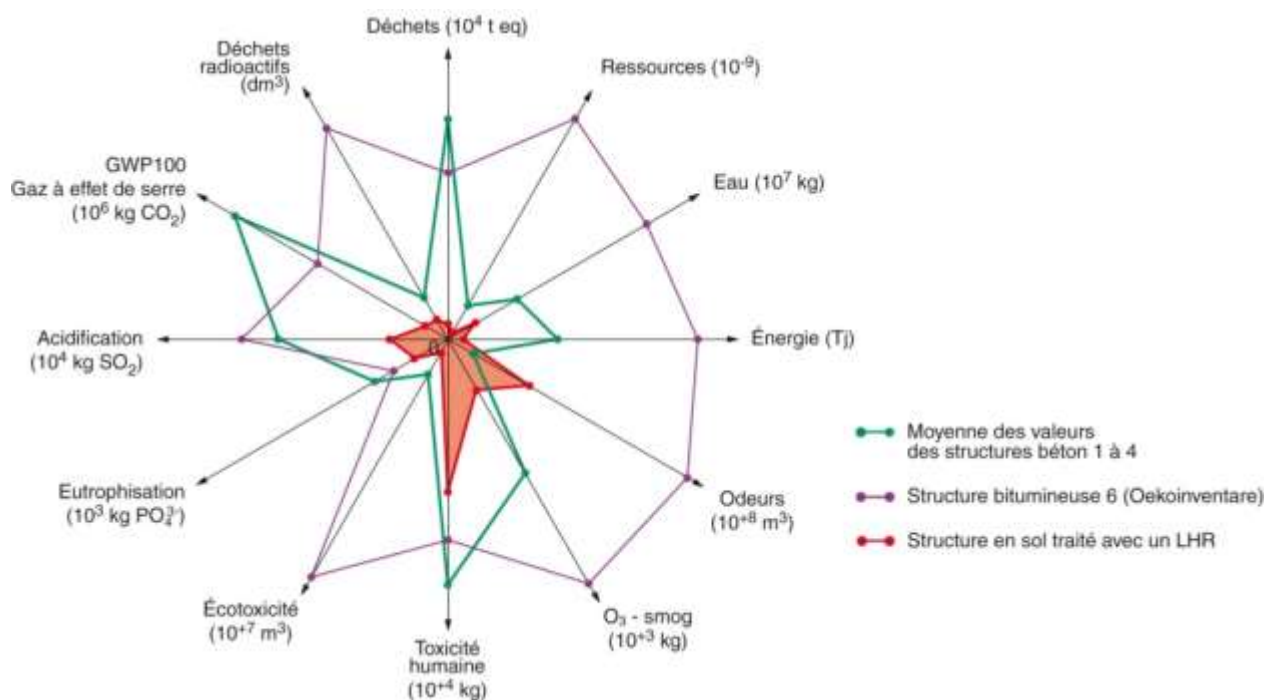
Recyclage aux liants hydrauliques des matériaux issus de la construction-déconstruction d'ouvrages



## 5.1 La route et le Développement durable

### LES SOLUTIONS CIMENT/LHR POUR RÉDUIRE CES IMPACTS

Impacts de la filière « Valorisation matériaux » vs « Techniques traditionnelles »



## 5.1 La route et le Développement durable

### LES SOLUTIONS BÉTON POUR RÉDUIRE CES IMPACTS

Techniques à effet compensatoire permettant la réduction d'impacts spécifiques durant la phase utilisation



Stockage de l'eau des orages et piégeage des polluants dans la structure réservoir  
→ Revêtement en béton poreux ou drainant

Dépollution par voie chimique de l'air environnant → Voirie en béton dépolluant comportant de l'oxyde de titane

