



LA ROUTE ÉCOLOGIQUE

Dans une perspective de développement durable

Par : Pierre T. DORCHIES ing. MSc.
Directeur Développement et Ingénierie
sintra

Remerciements à:



La route avance

Michel CHAPPAT,

Directeur de la Recherche et du Développement
du Groupe COLAS

Julian BILAL,

Chef du Service de Calculs des Structures
Du Groupe COLAS

Auteurs du document:

« La route écologique du futur: analyse du cycle de vie »

Développement durable:
« Un développement qui répond au besoin du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs »

Mme Harlem Brundtland
Rapport de Nations Unies 1987



A photograph of a road construction site. The foreground is a wide, flat area covered in dark grey gravel. In the middle ground, a bridge spans across a body of water. To the right, a yellow diamond-shaped sign with a black arrow pointing up is visible. The background features a line of green trees under a blue sky with scattered white clouds. Two tall, thin light poles stand on the left side of the road.

Une chaussée durable:

- Optimiser l'utilisation des ressources naturelles
- Réduire la consommation d'énergie
- Diminuer les impacts sur l'effet de serre
- Limiter la pollution
- Améliorer les conditions d'hygiène et de sécurité
- Assurer un bon niveau de confort



Évaluation
de la chaussée
durant sa durée
de vie
et de
son influence
sur
l'environnement
par sa consommation
énergétique
et ses émissions de gaz à
effet de serre (GES)

Consommation en énergie exprimée en MJ
pour fabriquer un matériau ou un produit

Energie

1 litre de
carburant
fournit environ
4.2 MJ





Émission des gaz
à effet de serre

Protocole de
Kyoto



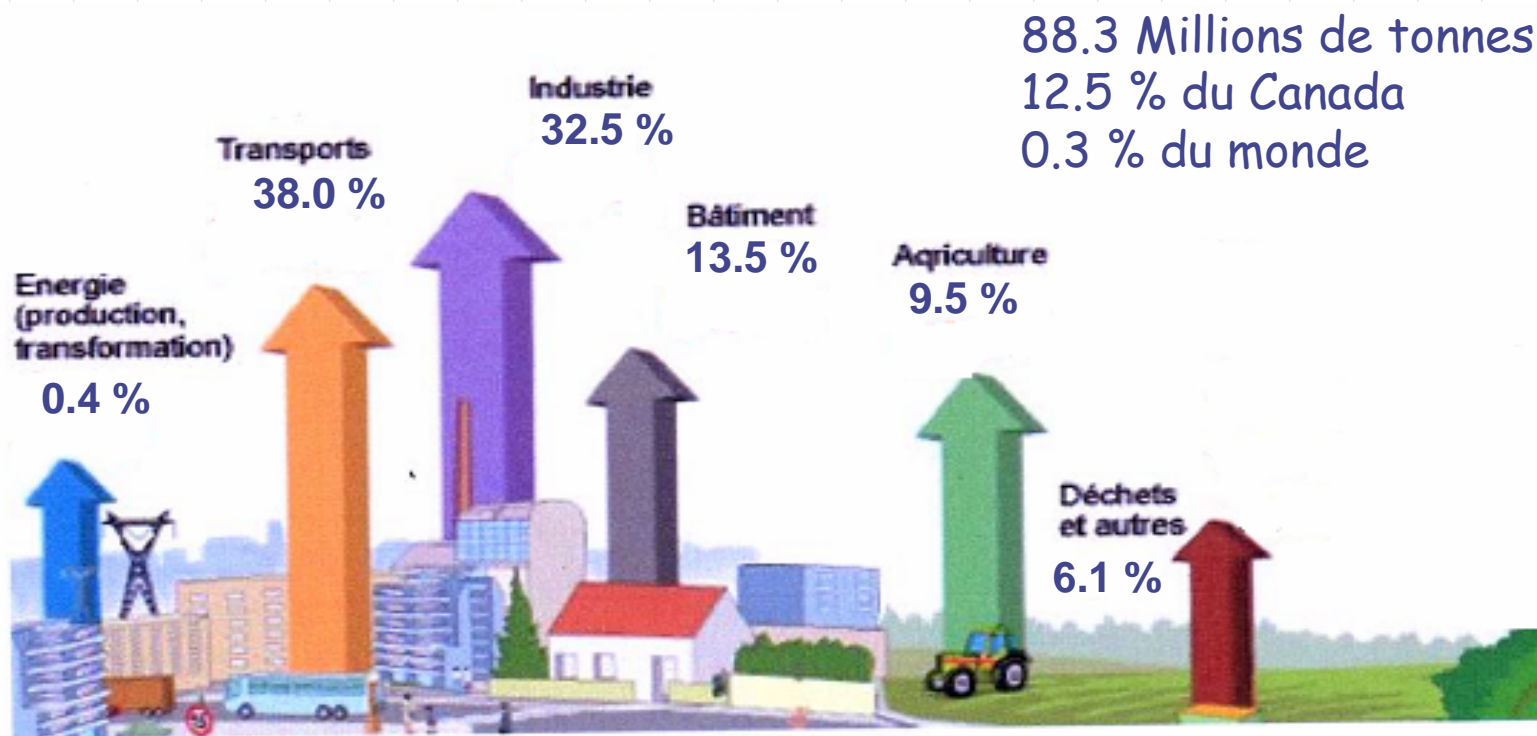


L'atmosphère
laisse arriver au sol
50 % du rayonnement
reçu du soleil.

Le rayonnement absorbé par le sol et
l'atmosphère est finalement réémis vers
l'espace en infrarouges, après de multiples
interactions avec les composants de
l'atmosphère, contribuant ainsi à en
réchauffer les couches inférieures.

Agissant telles les vitres d'une serre,
certains gaz présents naturellement en
faible quantité dans l'atmosphère (vapeur
d'eau, gaz carbonique, éthane, ozone)
interfèrent avec les rayons infrarouges en
les empêchant directement de s'échapper
vers l'espace. Cela provoque une hausse
des températures.

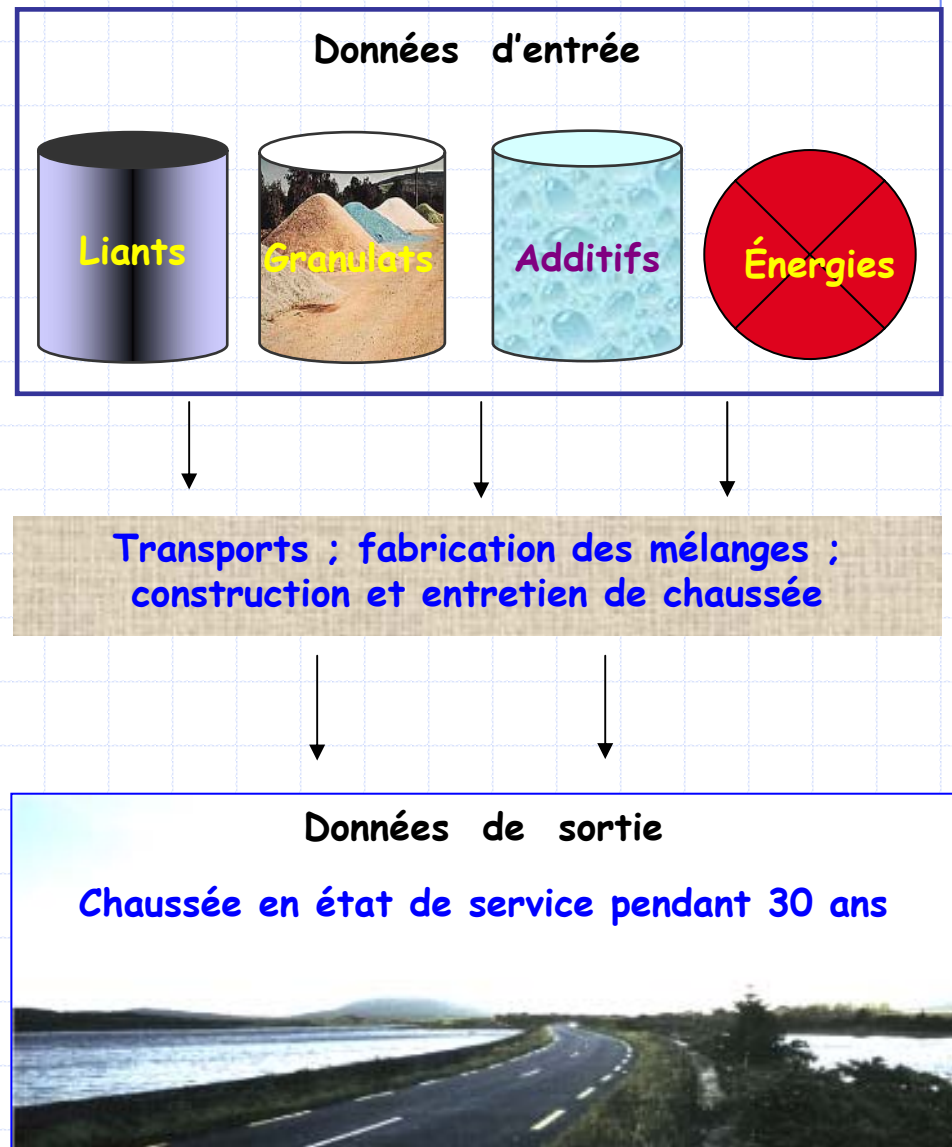
Répartition par secteur d'activité des émissions de GES en 2000 au Québec



Données: Ministère de l'Environnement du Québec

Les hypothèses:

- Matériaux
- Techniques
- Trafic
- Structures



Étapes et éléments de l'analyse de cycle de vie d'une structure de chaussée

Extraction des matières premières



Extraction locale des minerais
Extraction du pétrole brut au Venezuela

Transport des matières premières

Fabrication des matériaux de base



Transport des matériaux de base

Fabrication des mélanges

150 km

5 km

150 km

800 km

Usines de fabrication des mélanges

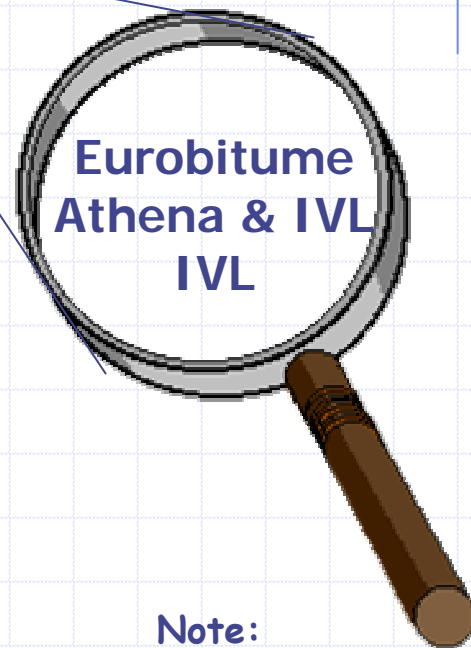
Chantier (chaussée routière) :
Construction de la chaussée neuve ou réhabilitées
Entretien majeur pour une durée de service de 30 ans



Chantier :
Construction + Entretien + Maintenance

Consommation énergétique et Émissions de GES pour chaque produit ou technique

PRODUIT OU TECHNIQUE	Énergie (MJ/t)	CO2 eq (kg/t)	Source Données
Bitume	4900	285	Eurobitume
Émulsion de bitume	3490	221	Eurobitume
Ciment	4976	980	Athena & IVL
Granulats concassés	40	10	Colas
Granulats	30	2.5	Athena & IVL
Acier	25100	3540	Athena & IVL
Eau	10	0.3	IVL
Fuel- Diesel	7890	1100	IVL
Centrale d'enrobage à chaud	275	22	IVL
Centrale d'enrobage à froid	14	1	IVL
Fraisage / Pulvérisation	12	0.8	IVL
Recyclage à froid	15	1.13	IVL
Mise en œuvre : Enrobés	9	0.6	IVL
Mise en œuvre : à froid	6	0.4	IVL
Fraisage diamant de dalle béton (m2)	79	5.7	IVL
Mise en œuvre: Béton de ciment	2.2	2	IVL
Transport tm/km	0.9	0.06	IVL



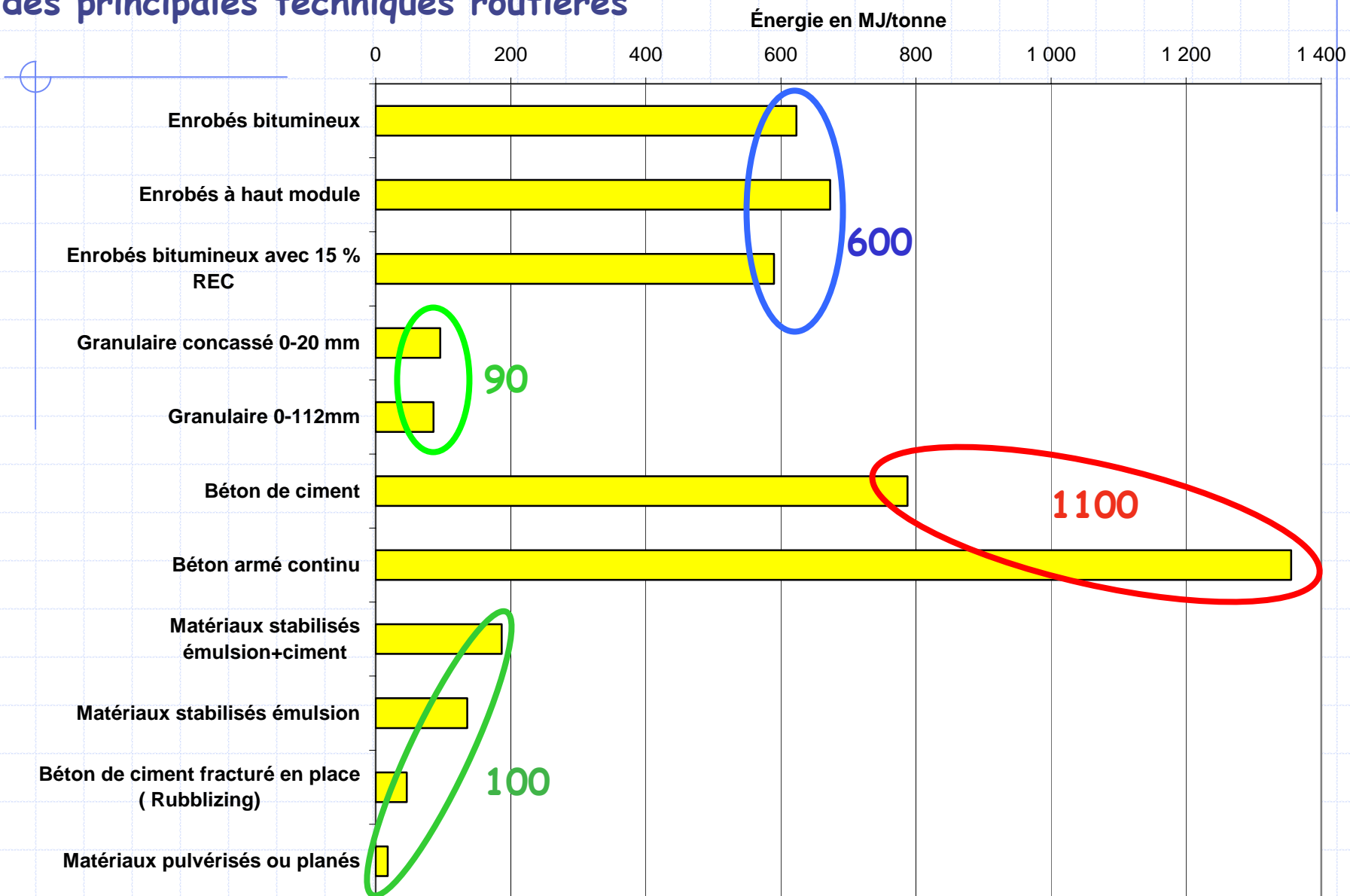
Note:
CO₂ eq

CO₂=1
NO₂=310
CH₄=21

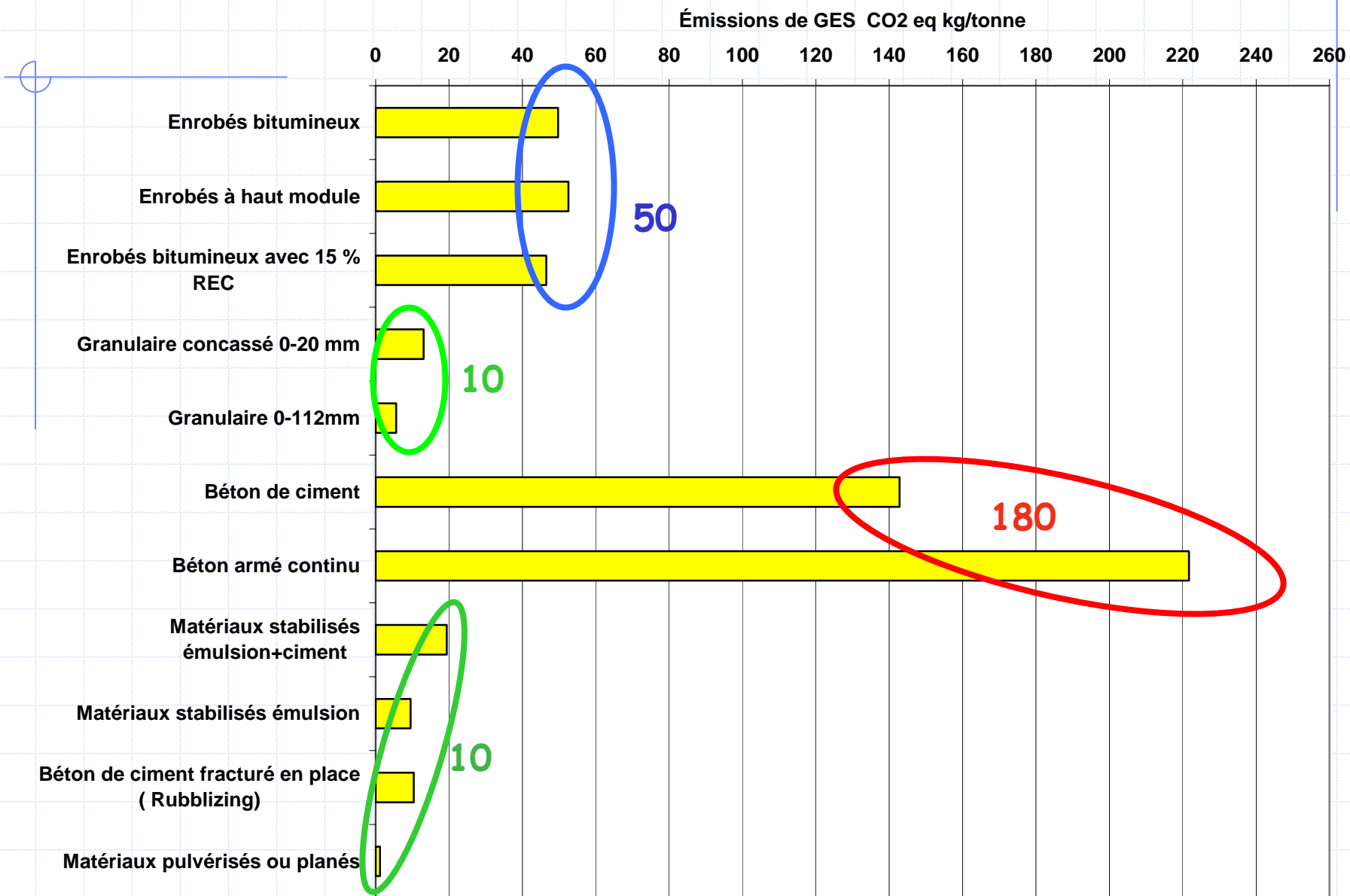
Combinaison des composants pour obtenir la consommation énergétique et les émissions de GES pour chaque technique

Composition des matériaux en kg/tonne						
	Granulats concassés	Granulats	Bitume	Émulsion de bitume	Ciment	Acier
Enrobés bitumineux	950	0	50	0	0	0
Enrobés à haut module	940	0	60	0	0	0
Enrobés bitumineux avec 15 % REC	800	150	42.5	0	0	0
Granulaire concassé 0-20 mm	1000	0	0	0	0	0
Granulaire 0-112mm	0	1000	0	0	0	0
Béton de ciment	410	410	0	0	135	0
Béton armé continu	410	410	0	0	135	22
Matériaux stabilisés émulsion+ciment	100	0	0	30	10	0
Matériaux stabilisés émulsion	100	0	0	30	0	0
Béton de ciment fracturé en place (Rubbl	0	0	0	0	0	0
Matériaux pulvérisés ou planés	0	0	0	0	0	0

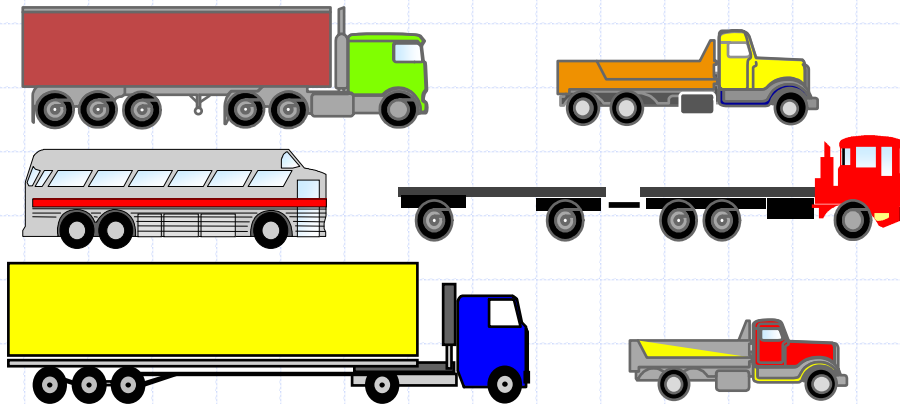
Consommation d'énergie pour la fabrication et la réalisation des principales techniques routières



Émission des GES obtenue par la fabrication et la réalisation des principales techniques routières



Trafic



Évalué en millions d'ECAS

ou en DJMA sur 30 ans avec 3% d'accroissement
avec 85 % de véhicules légers et 15% de poids lourds

DJMA	10000	30000	60000	90000	120000	150000	180000	210000
ECAS(millions)	17.34	46.24	84.78	98.27	123.32	150.93	173.41	197.82

Structures de chaussées neuves



Enrobés bitumineux



Dalle béton goujonnée



Dalle béton armé continu

Structures de chaussées

Chaussées neuves		
Type 1 Béton armé continu	Type 2 Dalle Béton	Type 3 Enrobés Bitumineux
	Zr=0 R =50 % So= 0.35 C drainage=1 DeltaPSI = 2 PSI final = 2.2 Transfer joint = 2 K subgrade 220 psi Ec = 4,400,000 psi Sc = 650 psi	Zr= 1.645 R=95% S0 = 0.45 Coefficient structural 0.42 par pouce
80 % de l'épaisseur de la dalle béton Norme DOT Illinois taux acier 54 kg/m3		
Granulaire concassé 0-20 mm e= 150 mm coefficient structural 0.133 par pouce		
Fondation inférieure Granulaire 0-112 mm épaisseur 700 mm MR: 15,000 psi ou 100 MPa		
sol support MR; 7500 psi ou 50 Mpa		

Structures de chaussées réhabilitées



Pulvo-stabilisation Émulsion




Pulvo-Stabilisation Émulsion Ciment



Rubblizing

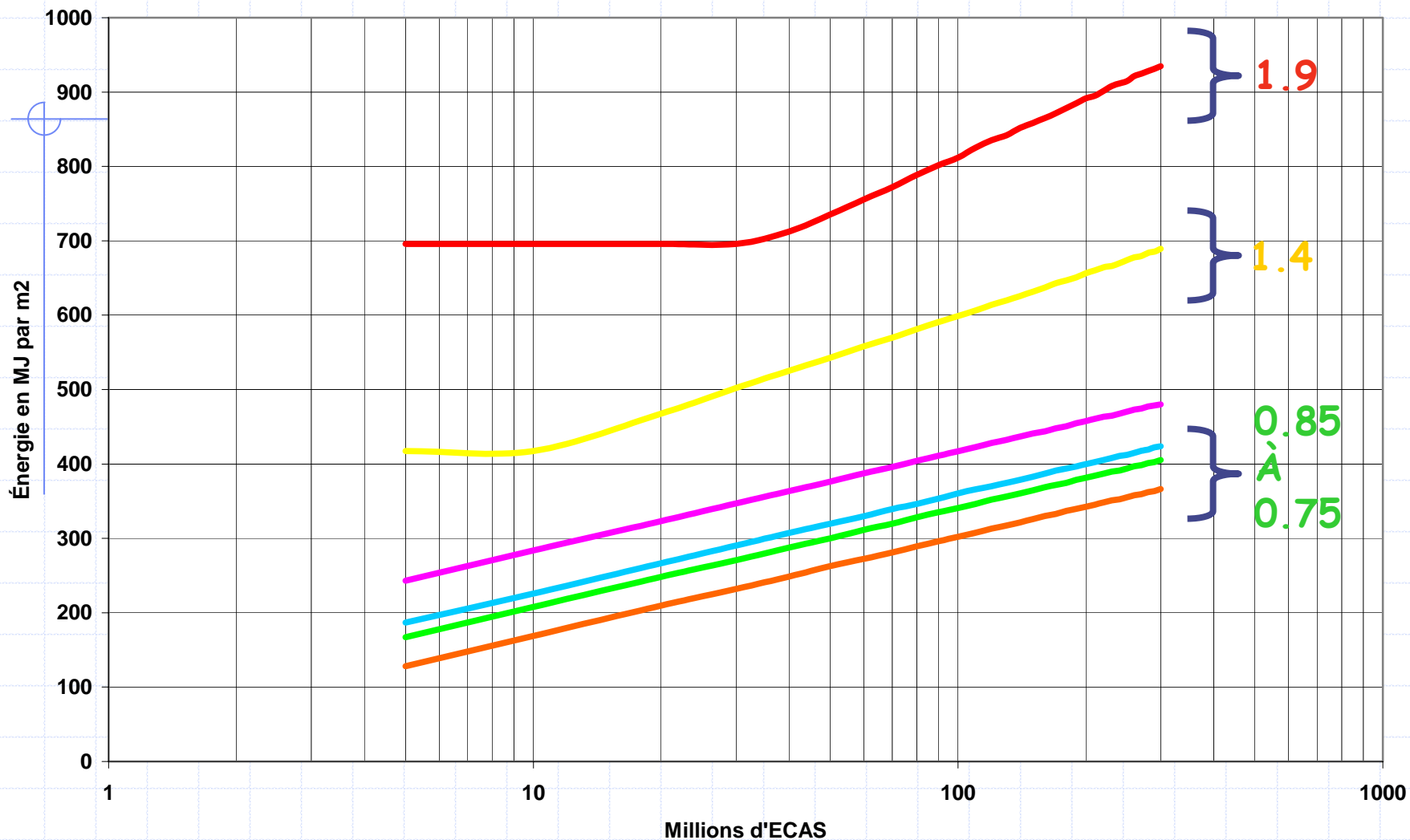
Structures de chaussées

Chaussées réhabilitées		
Type 4 Pulvo stabilisation émulsion	Type 5 Pulvo stabilisation émulsion + ciment	Type 6 Rubblizing
Enrobés bitumineux	Enrobés bitumineux	Enrobés bitumineux
coefficient structural 0.42 par pouce	coefficient structural 0.42 par pouce	coefficient structural 0.42 par pouce
Matériaux stabilisés émulsion	Matériaux stabilisés émulsion + ciment	Dalle béton Fracturée par vibration
50 % enrobés existant	50 % enrobés existant	e= 200 mm
50 % granulaire existant	50 % granulaire existant	SN= 2
150 mm	150 mm	
SN = 1.08	SN = 1.50	
Matériaux pulvérisés	Matériaux pulvérisés	
50 % enrobés existant	50 % enrobés existant	
50 % granulaire existant	50 % granulaire existant	
150 mm	150 mm	
SN=0.6	SN=0.6	Fondation supérieure existante
Structure inférieure existante		



Consommation énergétique des différentes techniques routières

Consommation d'énergie en MJ par m2 pour la construction de chaussée par millions d'ECAS requis



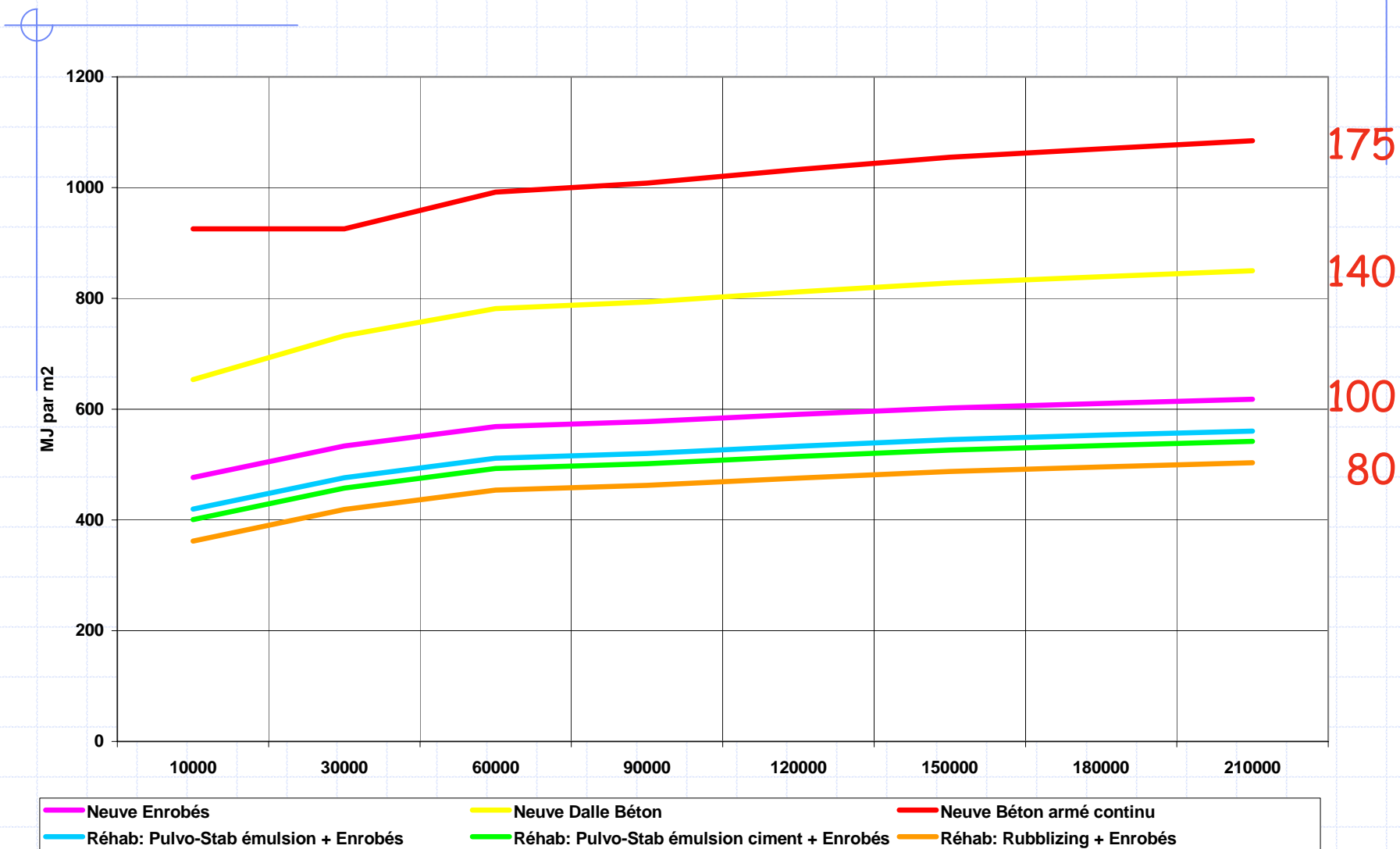
- Enrobés bitumineux + 150 mm Granulaire
- Béton armé continu + 150 mm granulaire
- Réhabilitation Enrobés + Pulvo-Stabilisation Émulsion+ciment
- Dalle Béton + 150 mm granulaire
- Réhabilitation Enrobés+ Pulvo-stabilisation Emulsion
- Réhabilitation: Enrobés + Rubblizing

Scénario d'entretien majeur sur 30 ans

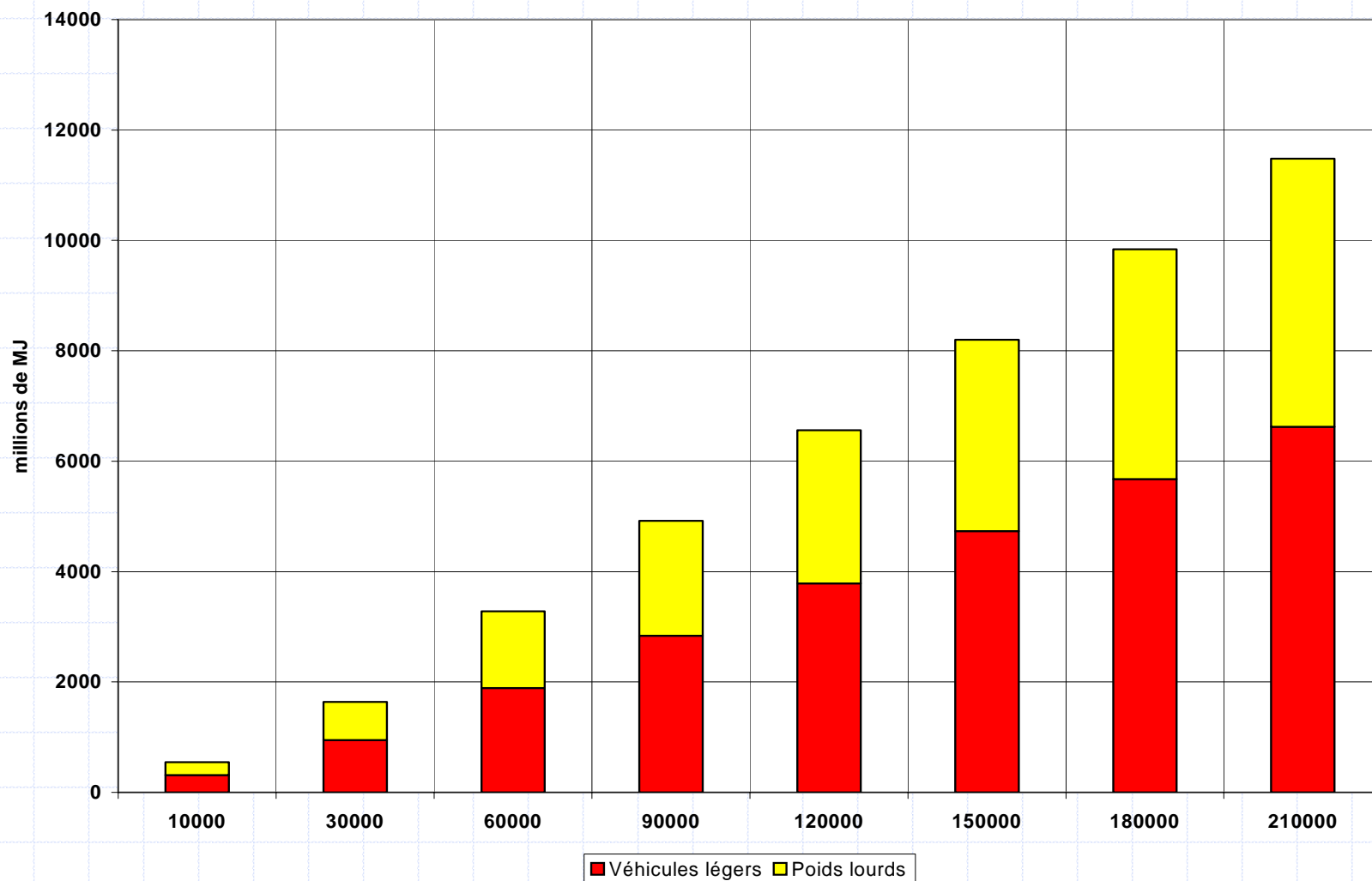
Base: Setra-LCPC (France), CalTrans (USA), Ontario



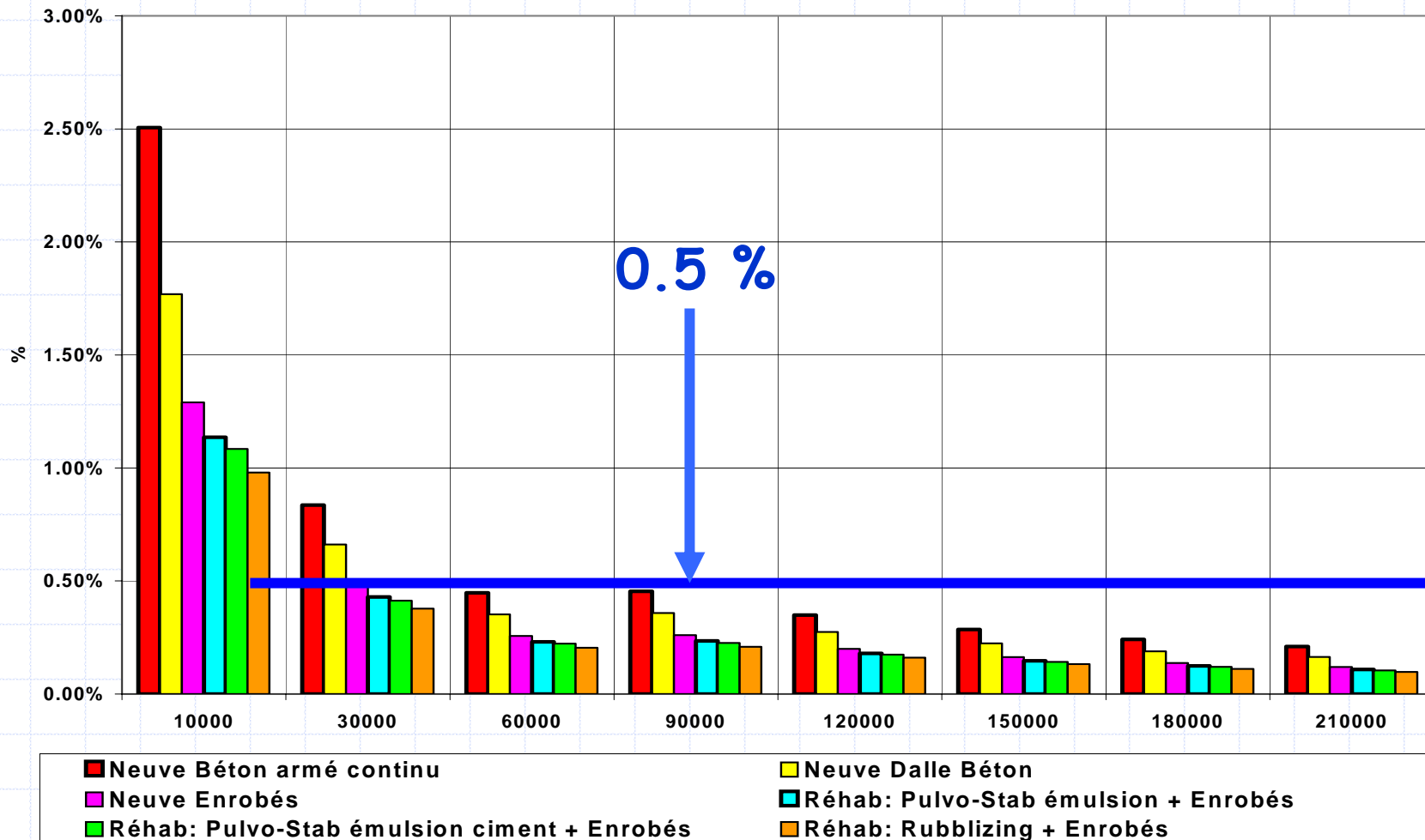
Consommation d'énergie pour la construction et l'entretien majeur de la chaussée pendant la durée de vie en MJ par m²



Consommation d'énergie par le trafic pendant 30 ans en millions de MJ



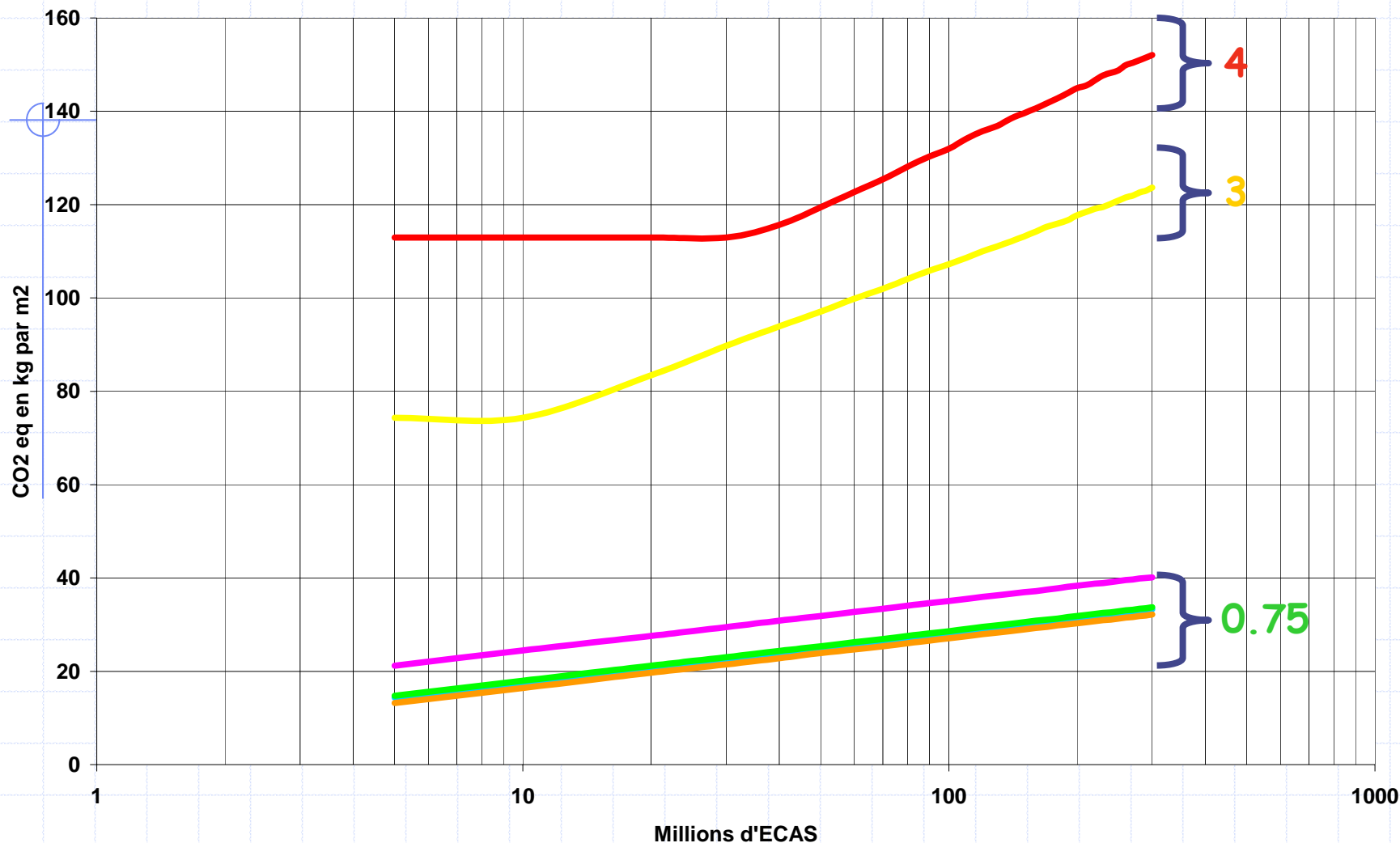
Ratio de l'énergie pour la construction et l'entretien majeur à l'énergie du trafic.





Émissions des gaz à effet de serre des différentes techniques routières

Émission des GES pour la construction des structures de chaussée en fonction du trafic qu'elle doit subir pendant la durée de service



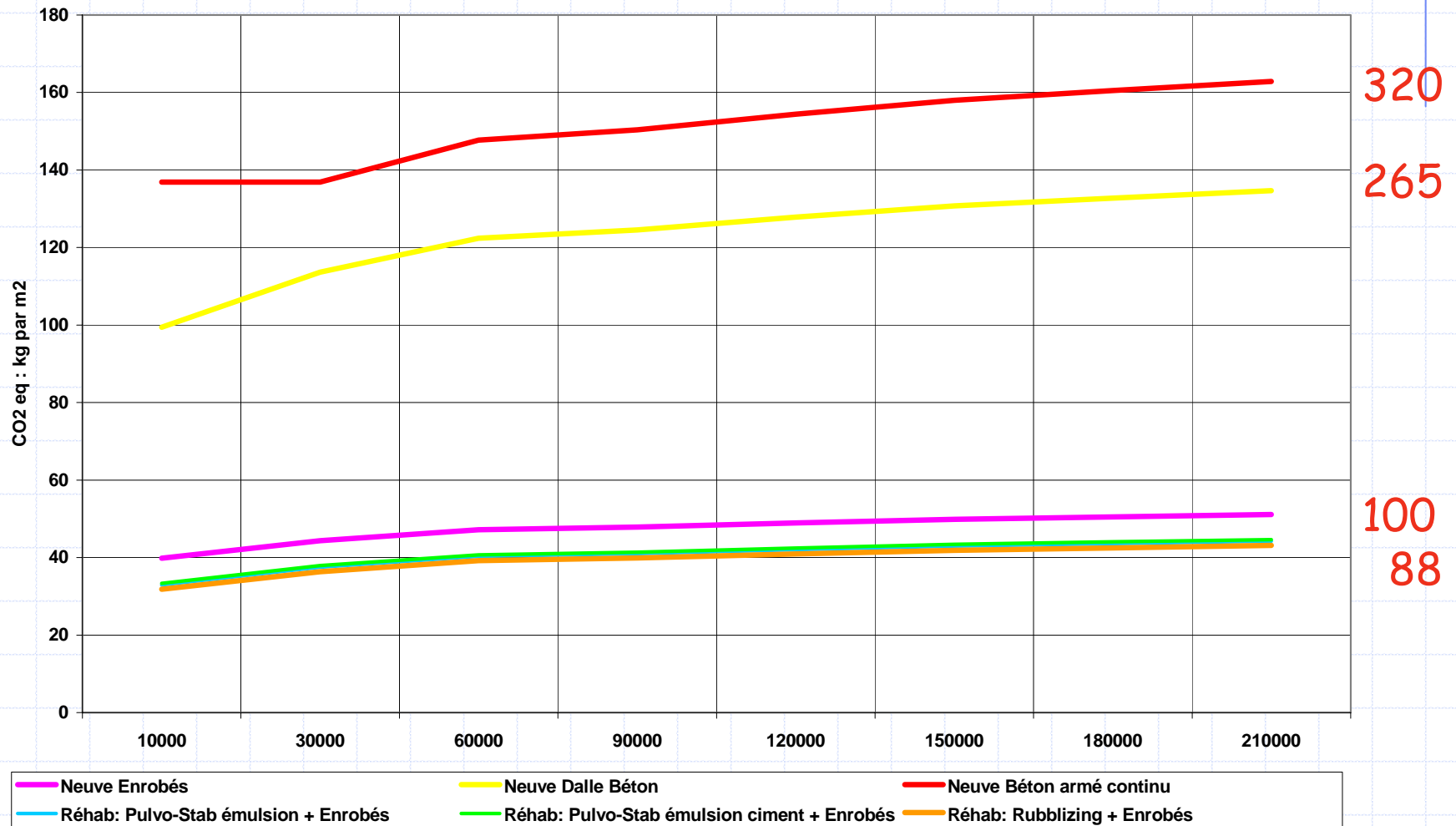
- Enrobés bitumineux + 150 mm Granulaire
- Béton armé continu + 150 mm granualire
- Réhabilitation Enrobés + Pulvo-Stabilisation Émulsion+ciment
- Dalle Béton + 150 mm granulaire
- Réhabilitation Enrobés+ Pulvo-stabilisation Emulsion
- Réhabilitation: Enrobés + Rubblizing

Scénario d'entretien majeur sur 30 ans

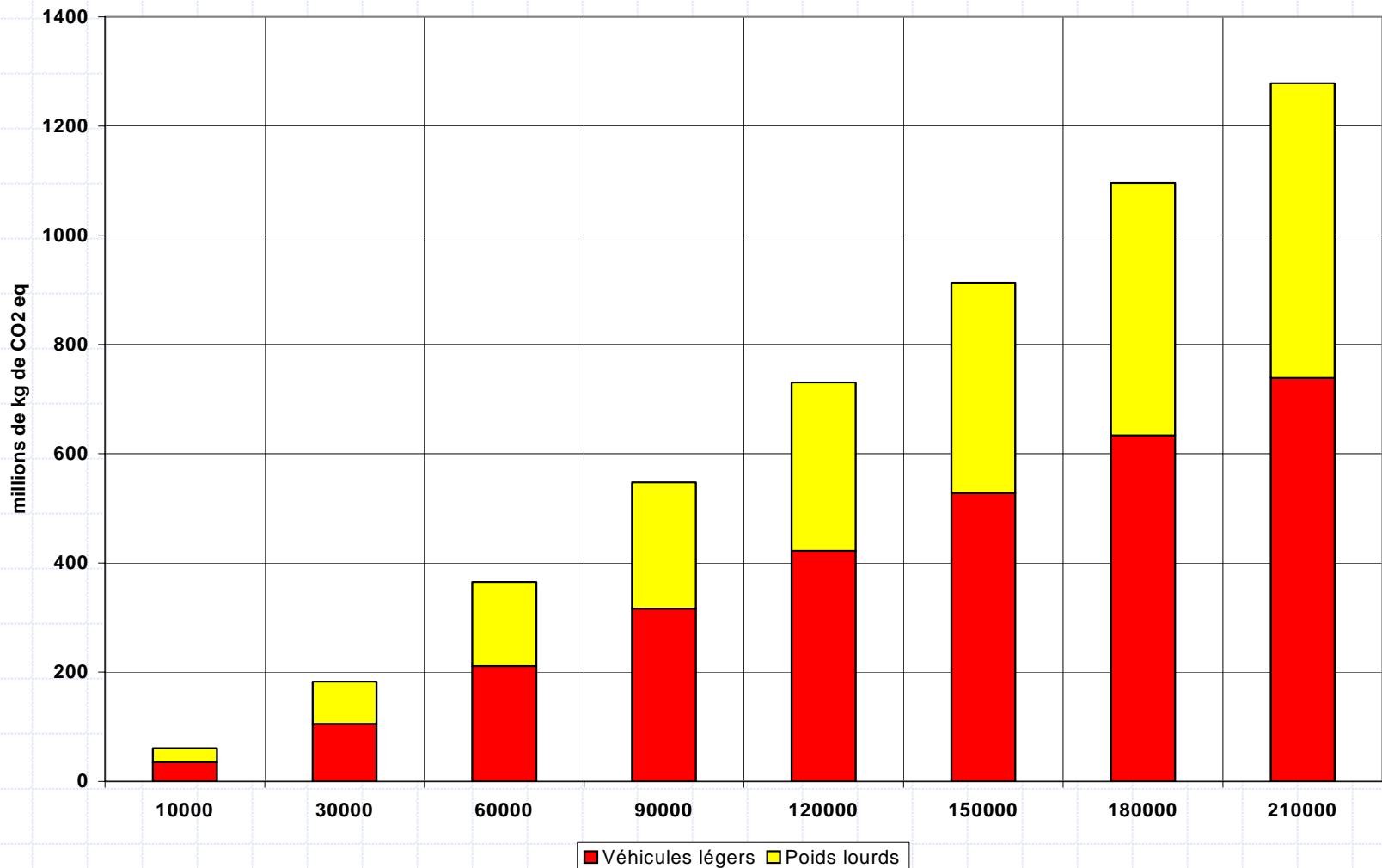
Base: Setra-LCPC (France), CalTrans (USA), Ontario



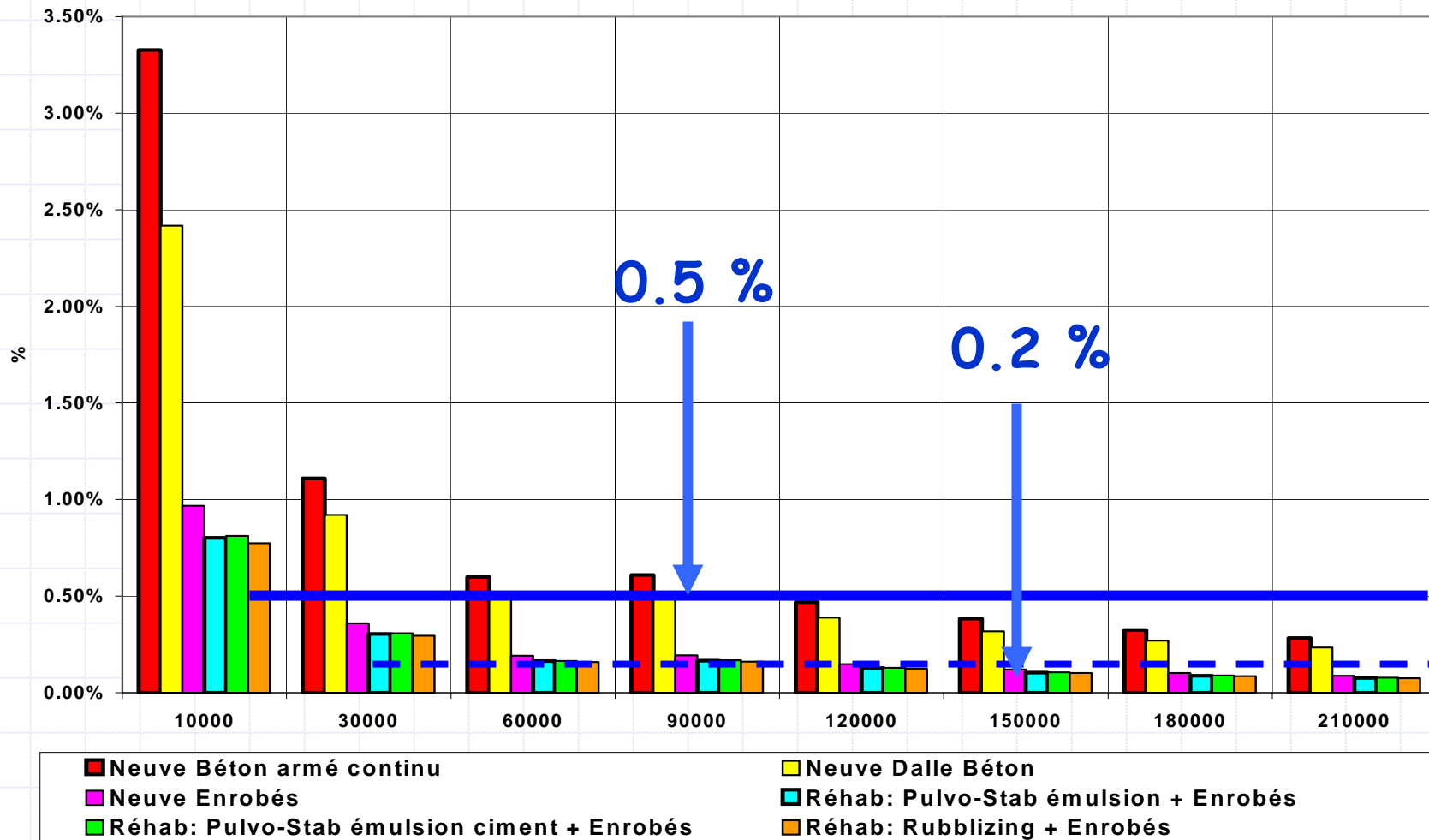
Émission des GES pour la construction et l'entretien des structures de chaussée en fonction du trafic qu'elle doit subir pendant la durée de service



Émission de GES par le trafic total cumulé pendant la durée de service (30 ans)

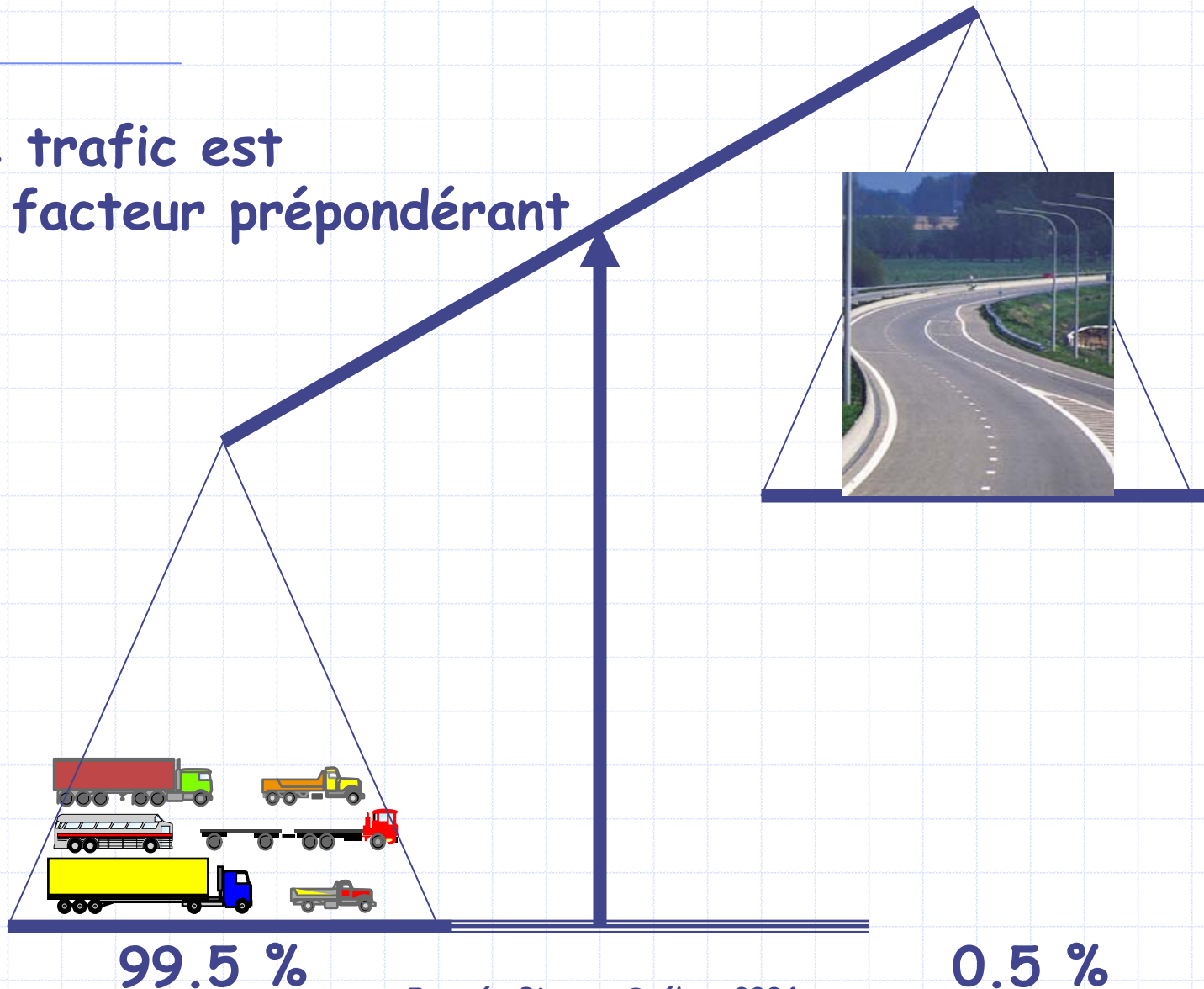


Ratio de l'émission de GES pour la construction et l'entretien majeur à l'émission de GES par le trafic.

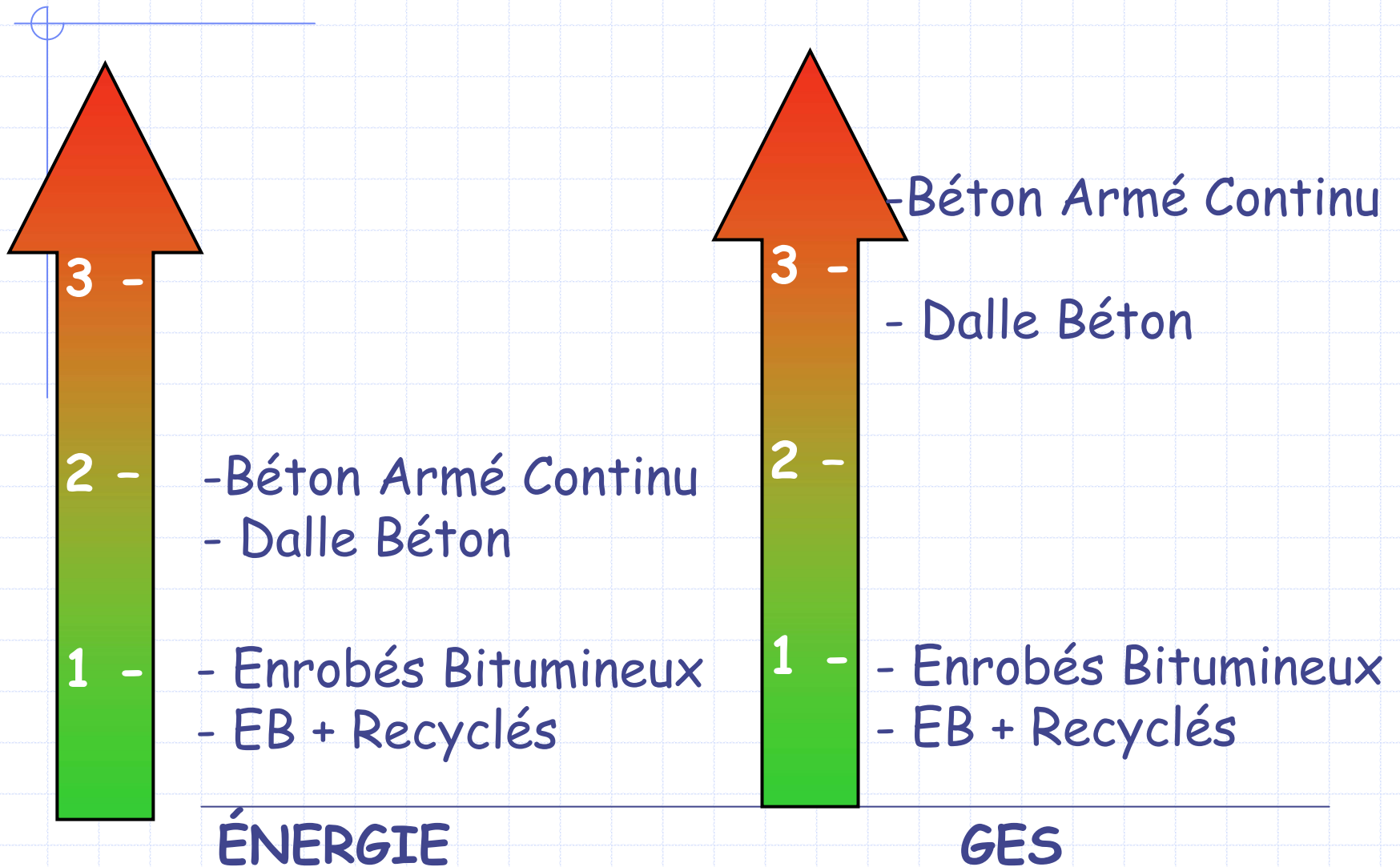


Conclusions:

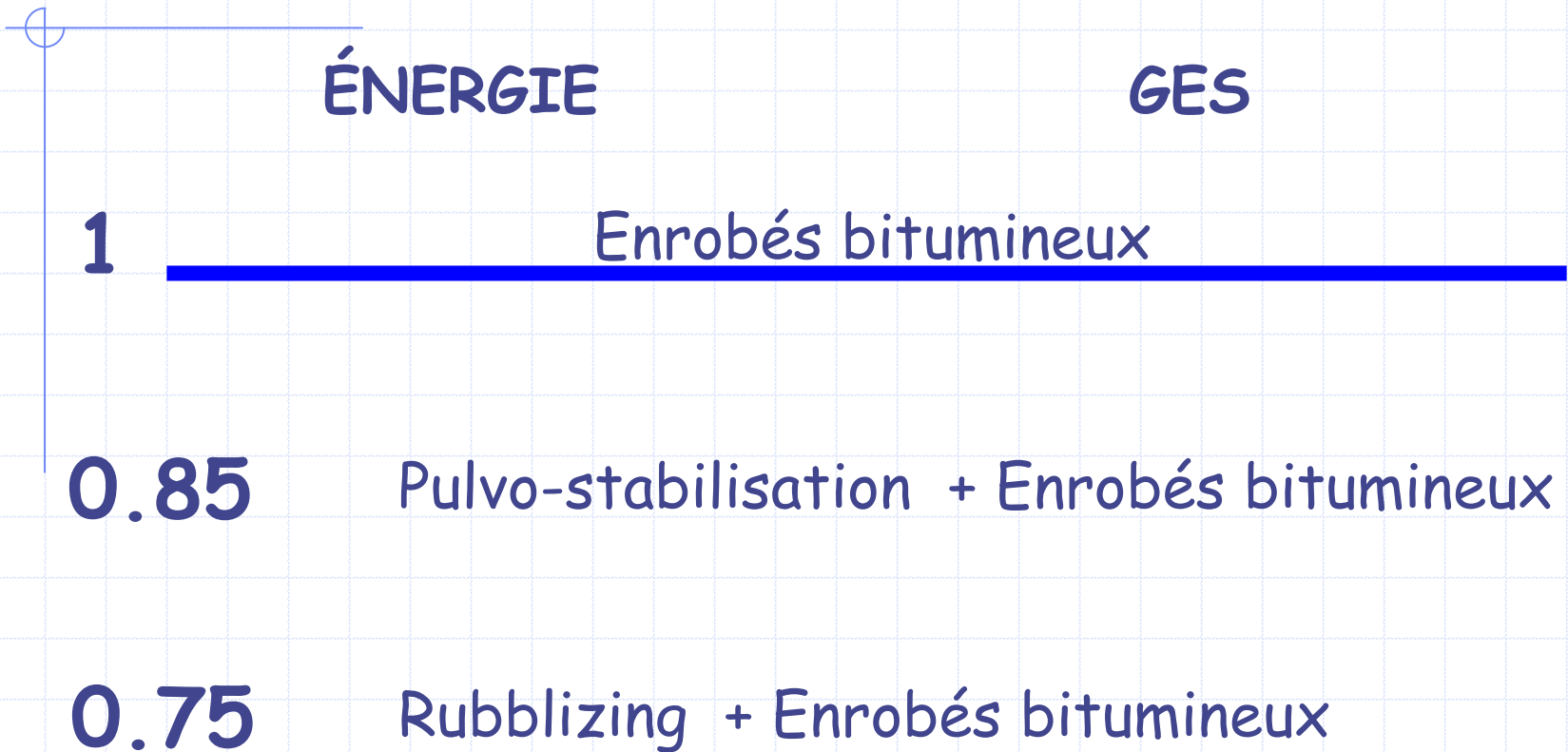
Le trafic est
le facteur prépondérant



Conclusions: Chaussées neuves

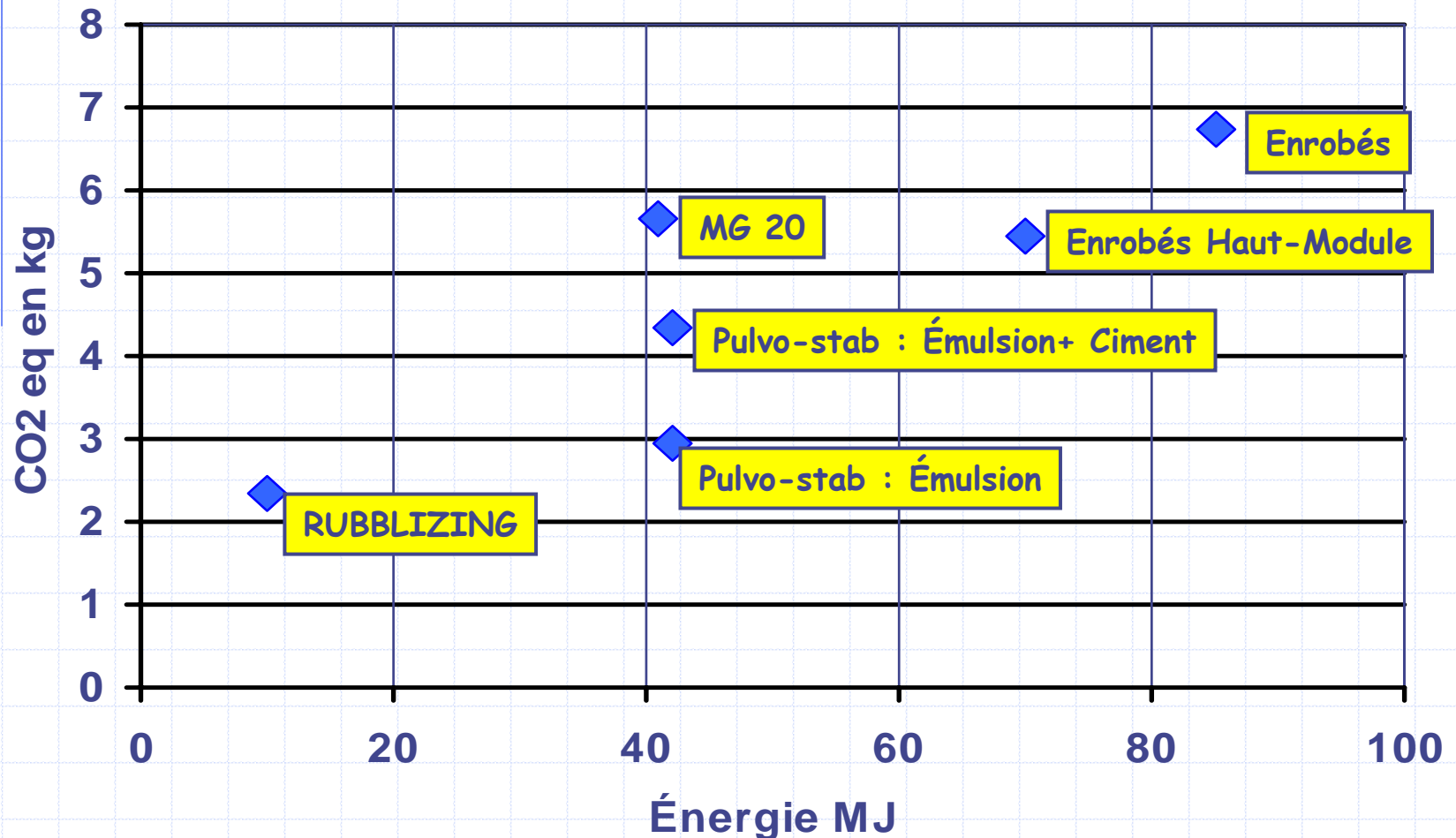


Conclusions: Chaussées réhabilitées



Conclusions: Chaussées réhabilitées

Analyse des techniques de réhabilitations
en fonction de la valeur structurale soit SN=1



Une planète pour nos enfants



NORHAN EID (11 ANS)

Partout où il y a une route

sintra La route avance...

