

Impact environnemental comparé des constructions conventionnelles avec les solutions utilisant des géosynthétiques

Journée technique du CFG – 15 mars 2018

Nicolas Laidié

TenCate Geosynthetics

Bonjour



Introduction

- Objectifs:
 - Quantifier et comparer les performances environnementales des solutions géosynthétiques avec celles des solutions de construction traditionnelles
 - Distinguer les différentes catégories d'impact environnemental
 - Evaluer l'ensemble du cycle, de la production des matières premières à la fin de vie de l'ouvrage

Approche méthodologique

Pour 4 cas d'ouvrages :

- Filtration (tranchée drainante ou couche de fond de forme)
- Stabilisation de structure de chaussée
- Couche drainante en couverture de centre d'enfouissement de déchets
- Mur de soutènement

...des solutions de construction équivalentes sont étudiées

...pour lesquelles on compare 8 critères d'impact environnemental

Les critères d'impact environnemental comparés :

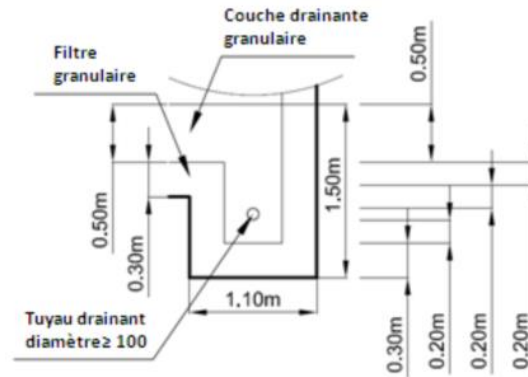
- Demande d'énergie cumulée – DEC,
- Potentiel de réchauffement global en CO₂-eq (changement climatique),
- Formation d'ozone photochimique : brouillard d'été "summer smog",
- Formation de particules : les particules sont à l'origine de problèmes de santé lorsqu'ils sont inhalés et pénètrent dans les voies respiratoires et les poumons,
- Acidification : Les principales substances à l'origine de l'acidification sont les oxydes d'azote (NOX), l'ammoniac (NH₃) et le dioxyde de soufre (SO₂),
- Eutrophisation : enrichissement de l'environnement aquatique en nutriments,
- Utilisation des terres,
- Consommation d'eau.

Cas 1: Filtration

Alternatives comparées

Construction traditionnelle

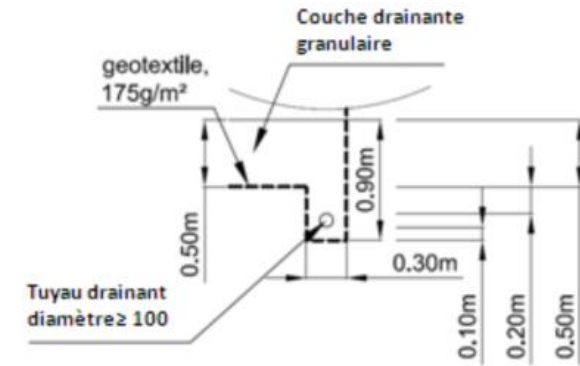
Cas 1A



- Filtre granulaire : 300mm de grave
- Perméabilité : $k \geq 0.1 \text{ mm/s}$
- Durée de vie estimée: 30 ans

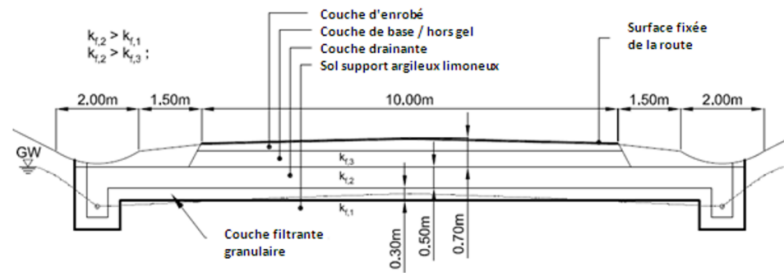
Solution géosynthétique

Cas 1B

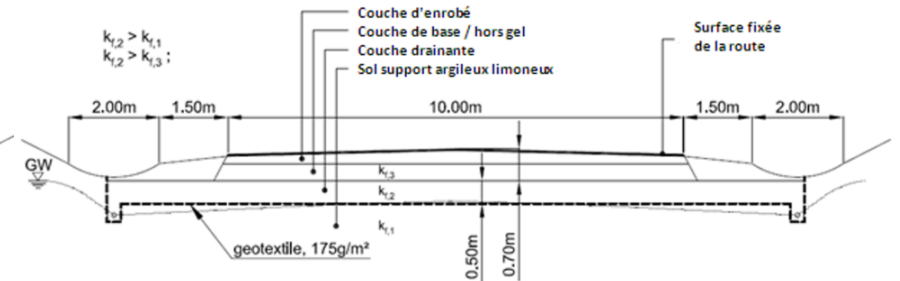


- Filtre géotextile
- Perméabilité : $k \geq 0.1 \text{ mm/s}$
- Durée de vie estimée: 30 ans

Cas 1A



Cas 1B



Cas 1: Filtration

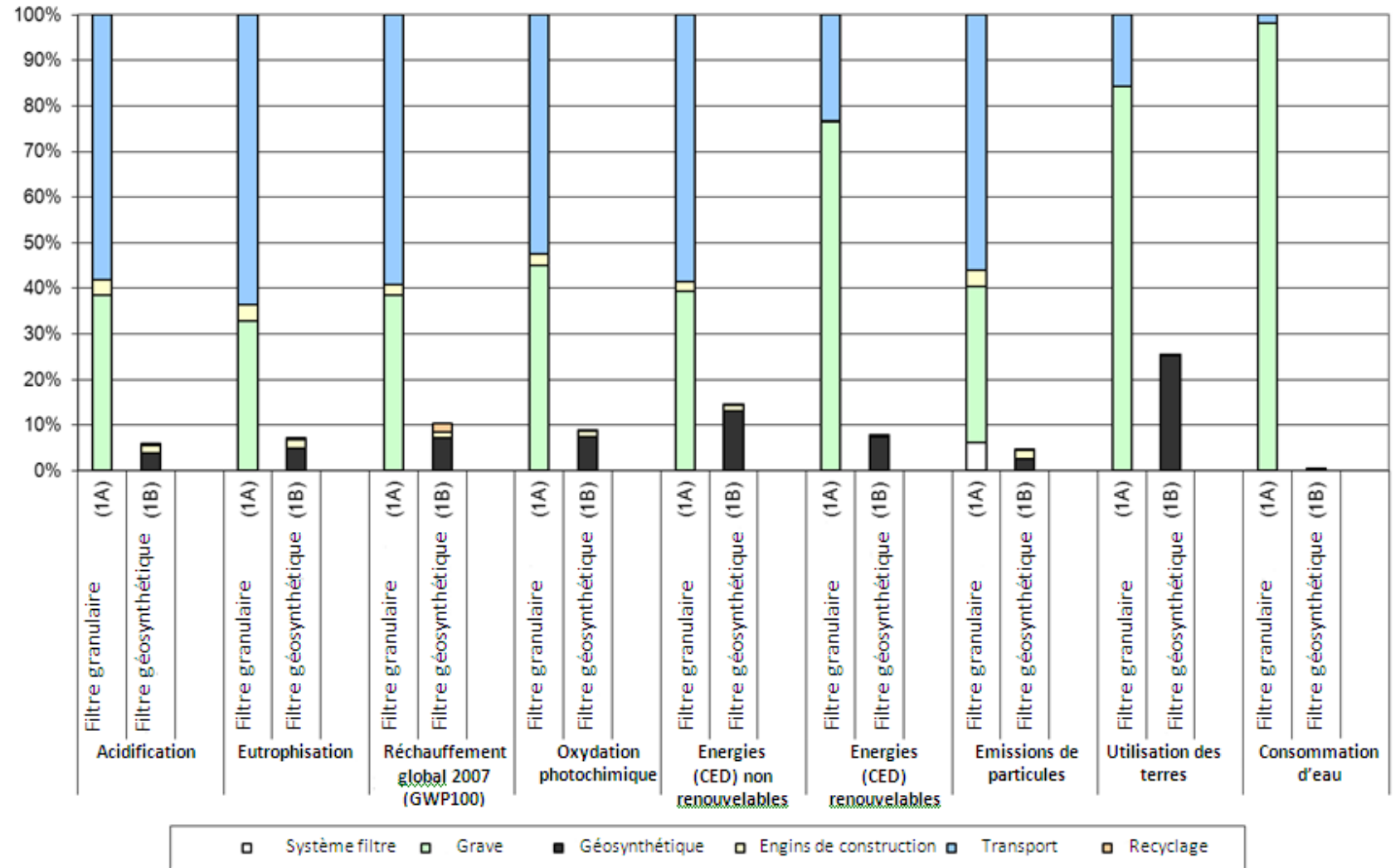
Chiffres clé

Pour la construction d' 1m² de filtre :

	Unité	Cas 1A	Cas 1B
Matériau granulaire	t/m ²	0.69	-
Géosynthétique	m ² /m ²	-	1
Diesel (engins de terrassements)	MJ/m ²	2.04	1.04
Transport par camion	tkm/m ²	34.5	0.035
Transport par rail, fret	tkm/m ²	-	0.07
Particules, > 10 µm	g/m ²	4.8	0
Particules, > 2.5 µm & < 10 µm	g/m ²	1.3	0

Cas 1: Filtration

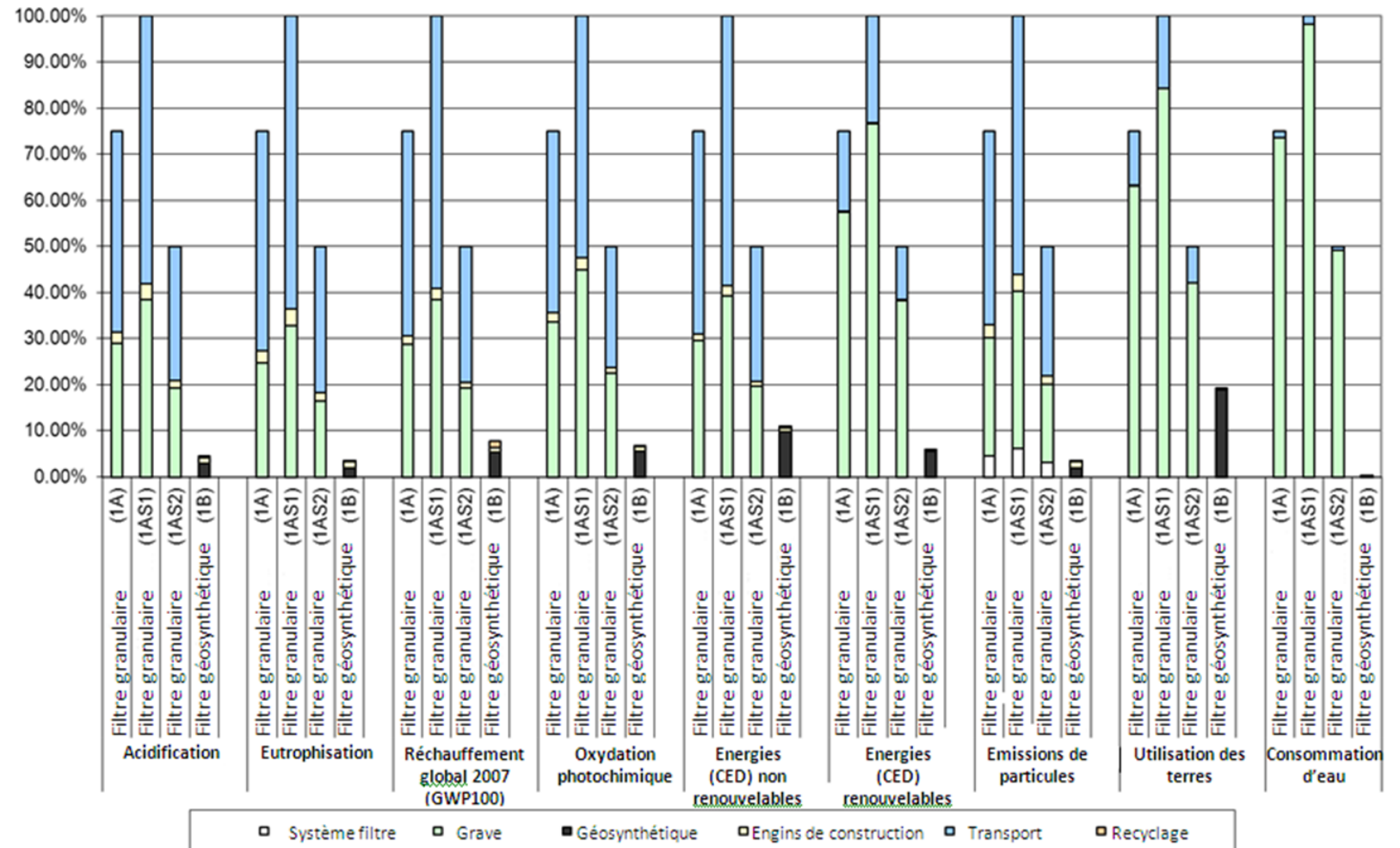
Evaluation de l'impact environnemental



Cas 1: Filtration

Modification des hypothèses de dimensionnement

Variation de l'épaisseur du filtre granulaire de +/- 10cm : La performance environnementale du filtre géotextile reste significativement meilleure



Cas 1: Filtration

Evaluation de l'impact environnemental

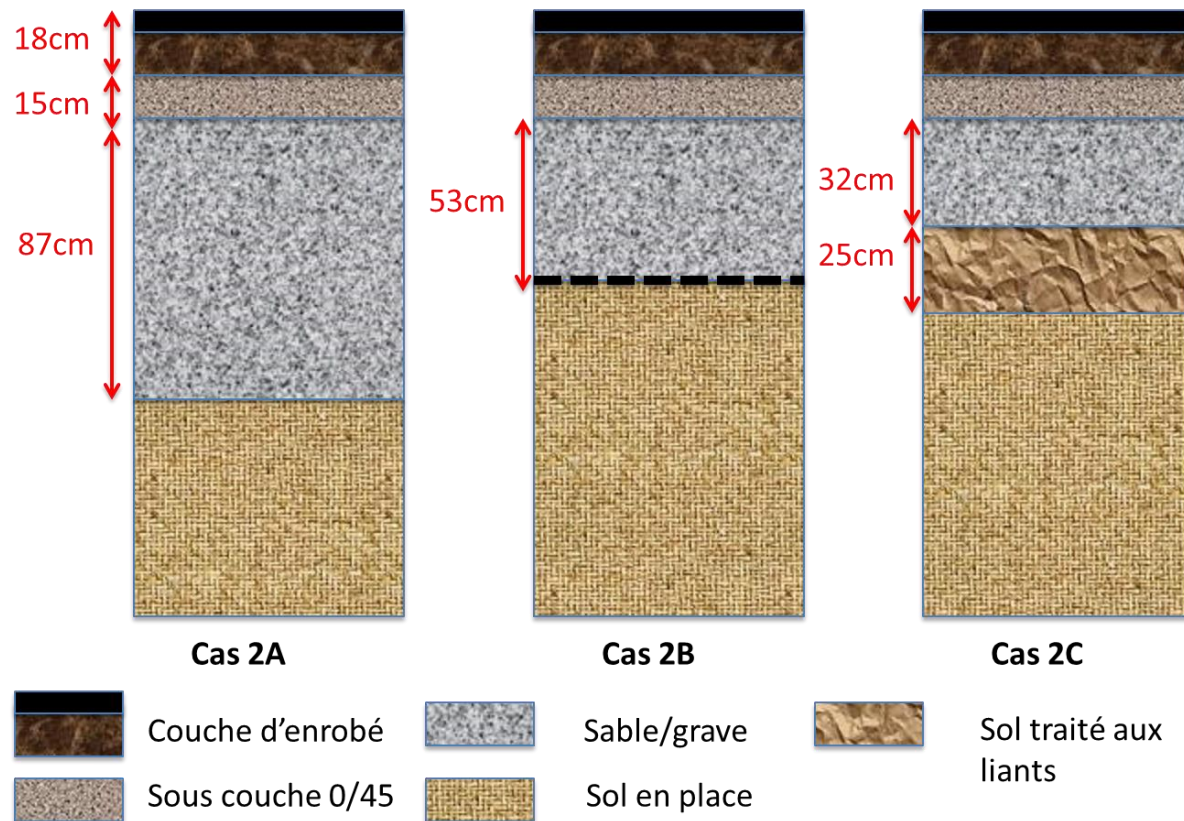
Conclusions:

- Comparé à un filtre granulaire, l'utilisation de géosynthétiques réduit les impacts environnementaux selon tous les indicateurs analysés (toujours inférieur à 25% de ceux observés pour un filtre granulaire)
- La demande cumulée en énergie non renouvelable pour la construction d' 1m² de filtre est environ 7 fois plus faible avec un géosynthétique
- Des émissions cumulées de gaz à effet de serre environ 10 fois plus faibles avec un filtre géotextile.

Cas 2: Stabilisation de structure de chaussée

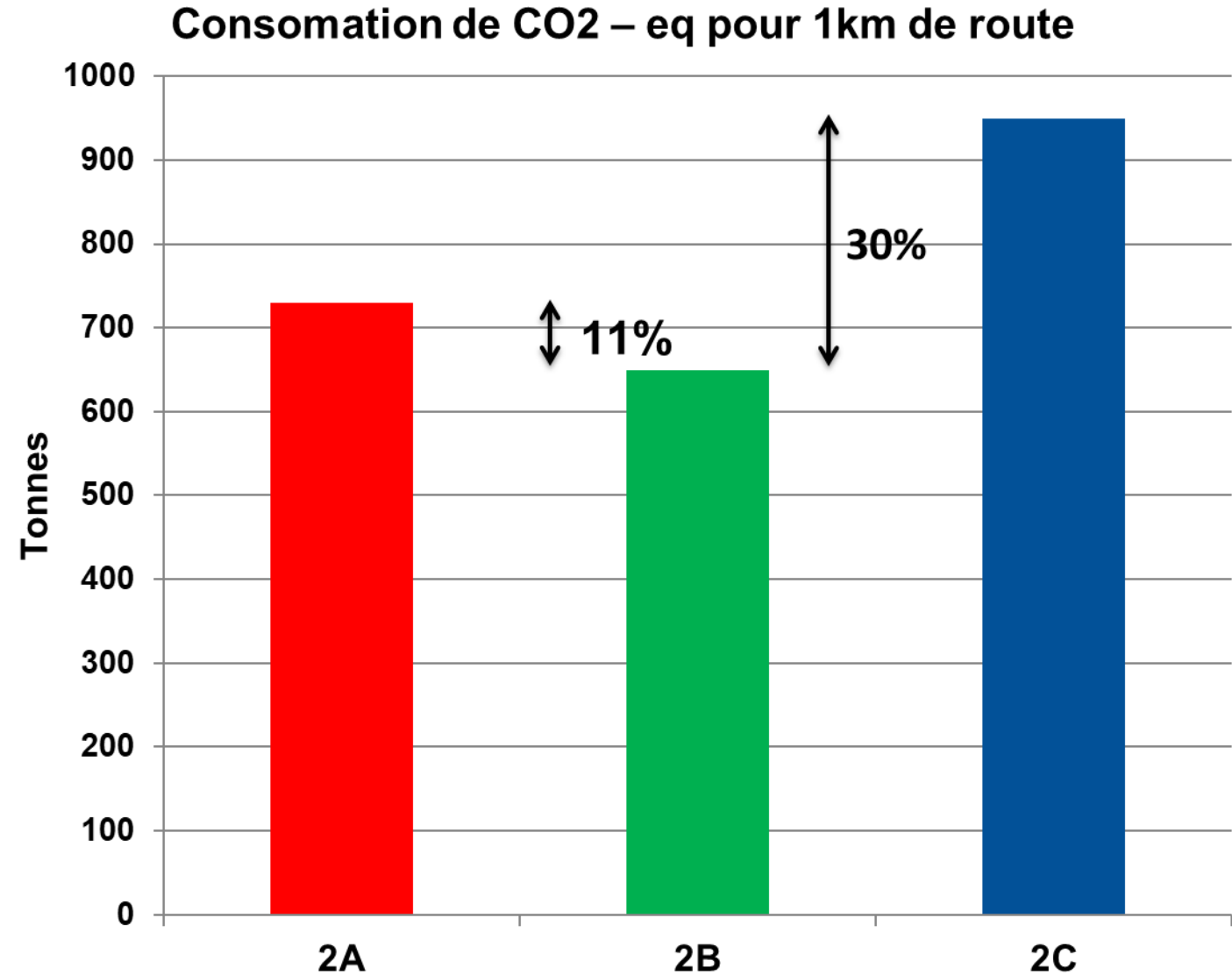
Alternatives comparées

- Cas 2A – structure conventionnelle avec une couche de sable ou grave insensible au gel
- Cas 2B - comme 2A renforcée par géosynthétiques
- Cas 2C – comme 2A traitée aux liants hydrauliques/chaux/ciment



Cas 2: Stabilisation de structure de chaussée

Evaluation de l'impact environnemental



Cas 2: Stabilisation de structure de chaussée

Evaluation de l'impact environnemental

Conclusions:

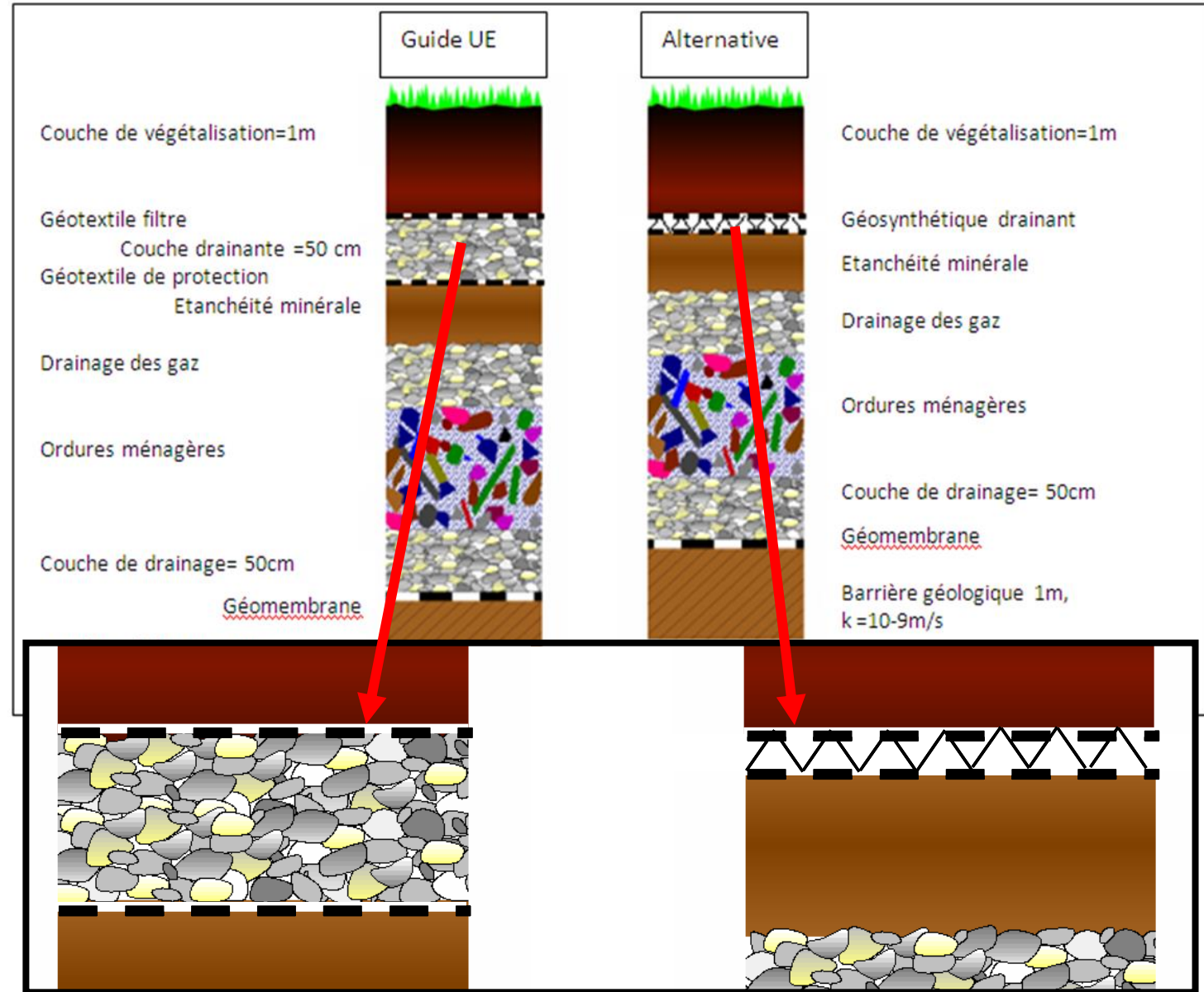
- L'utilisation de géosynthétiques induit un impact plus faible pour tous les indicateurs analysés
- Comparée aux traitements à la chaux ou au ciment, l'utilisation de géosynthétiques montre un impact plus faible sur le réchauffement climatique
- Par rapport à une chaussée conventionnelle, les géosynthétiques permettent d'économiser 11% ou 800 tonnes CO₂ par 10km ≈ 3.200.000 km en voiture (80 fois le tour de la terre)
- Par rapport au traitement à la chaux ou au ciment, l'économie est de 30% ≈ 12.000.000 km

Cas 3: Couche drainante pour la couverture de centre d'enfouissement des déchets

Alternatives comparées

Construction traditionnelle

Solution géosynthétique

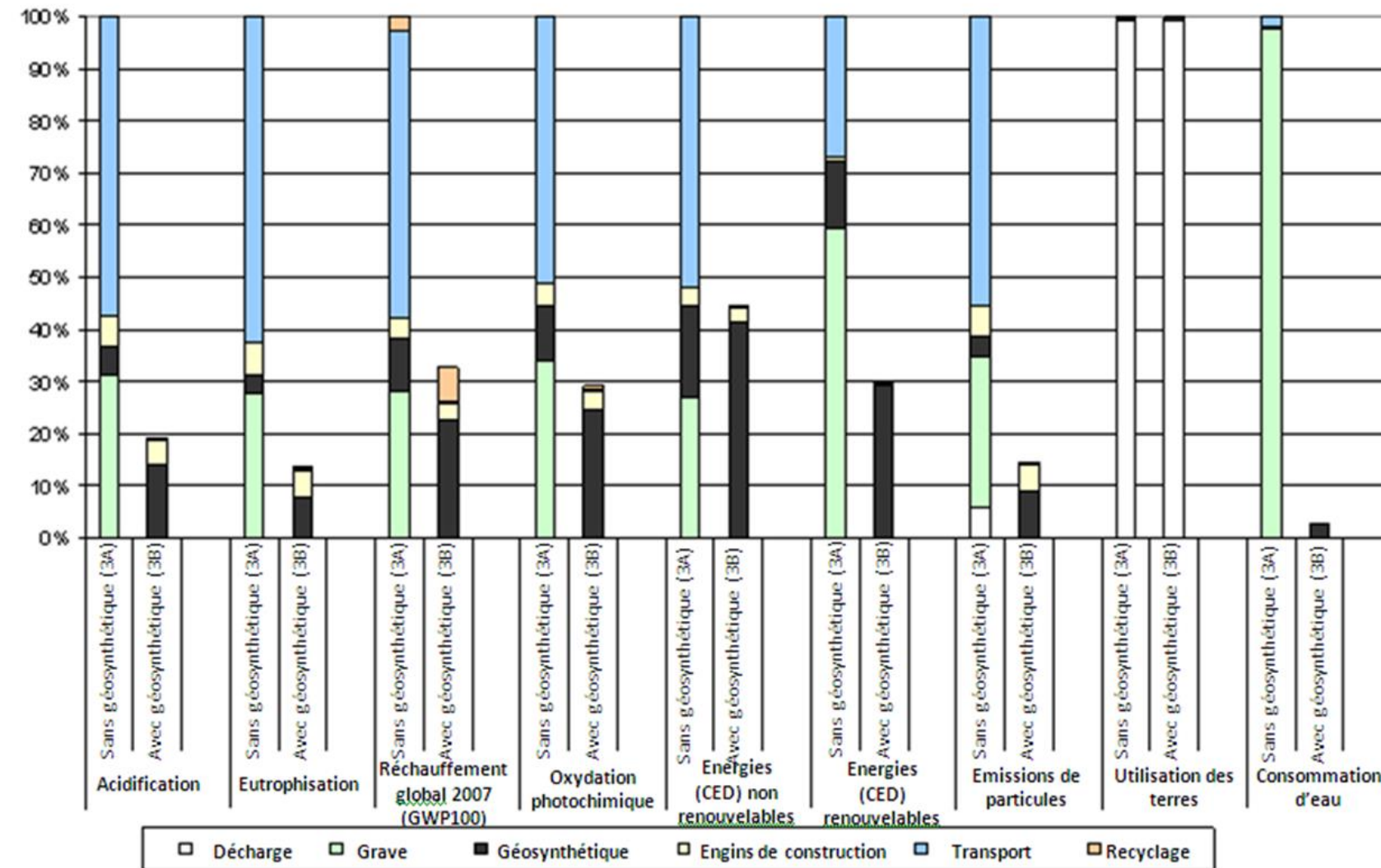


Cas 3: Couche drainante
pour la couverture de centre
d'enfouissement des déchets

Chiffres clé

	Unité	Cas 3A	Cas 3B
Grave drainante	t/m ²	0.90	-
Géosynthétique drainant (cœur)	m ² /m ²	-	1
Diesel utilisé pour la construction	MJ/m ²	4.5	3.8
Transport, camion	tkm/m ²	45.1	0.2
Transport, fret, rail	tkm/m ²	0.1	0.3
Occupations des sols	m ² /m ²	1	1
Particules, > 10 mm	g/m	6.3	-
Particules, > 2.5 mm & < 10 mm	g/m	1.7	-

Impacts environnementaux d'une couche minérale de drainage de 1 m² (cas 3A) et d'un géosynthétique de drainage (cas 3B)



Cas 3: Couche drainante pour la couverture de centre d'enfouissement des déchets

Evaluation de l'impact environnemental

Cas 3: Couche drainante pour la couverture de centre d'enfouissement des déchets

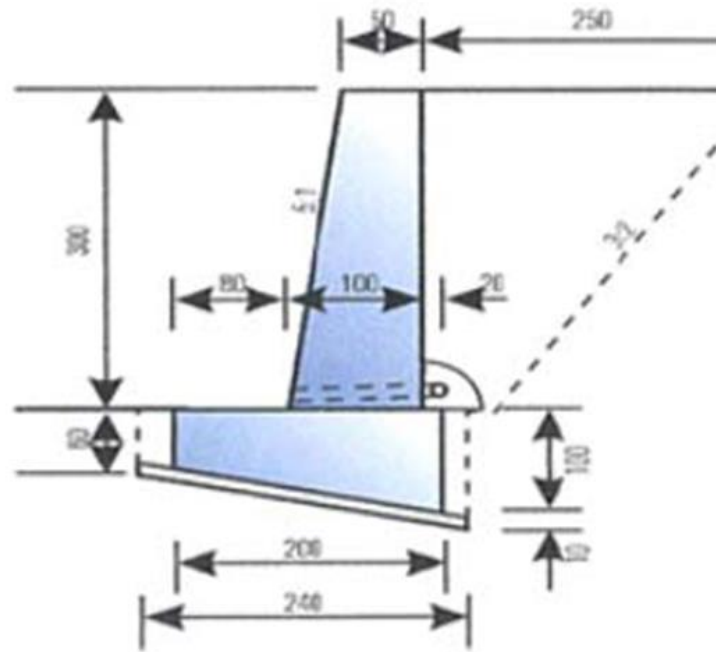
Evaluation de l'impact environnemental

Conclusions:

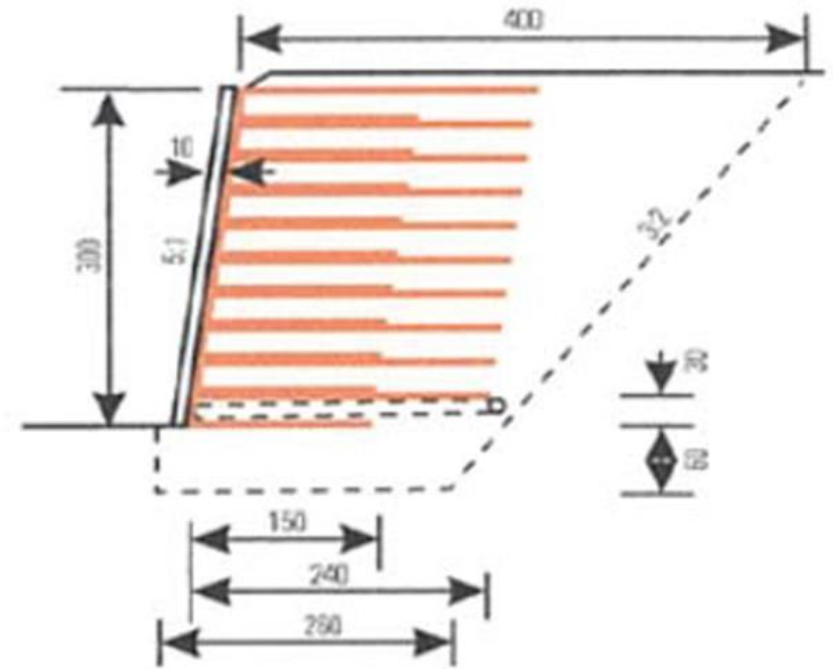
- L'utilisation d'un géosynthétique drainant (case 3B) génère moins d'impacts environnementaux comparée à celle d'une couche drainante granulaire (cas 3A) pour toutes les catégories d'impacts étudiées, exceptée pour l'occupation des terres qui est la même dans les deux cas.
- Avec un géosynthétique drainant la quantité de CO₂-eq est réduite de 220 tonnes pour une décharge de 30,000m².

Cas 4: Mur de soutènement
Alternatives comparées

Mur en béton armé
Cas 4A



Mur renforcé par géosynthétique
(résistance à long terme 14 kN/m)
Cas 4B



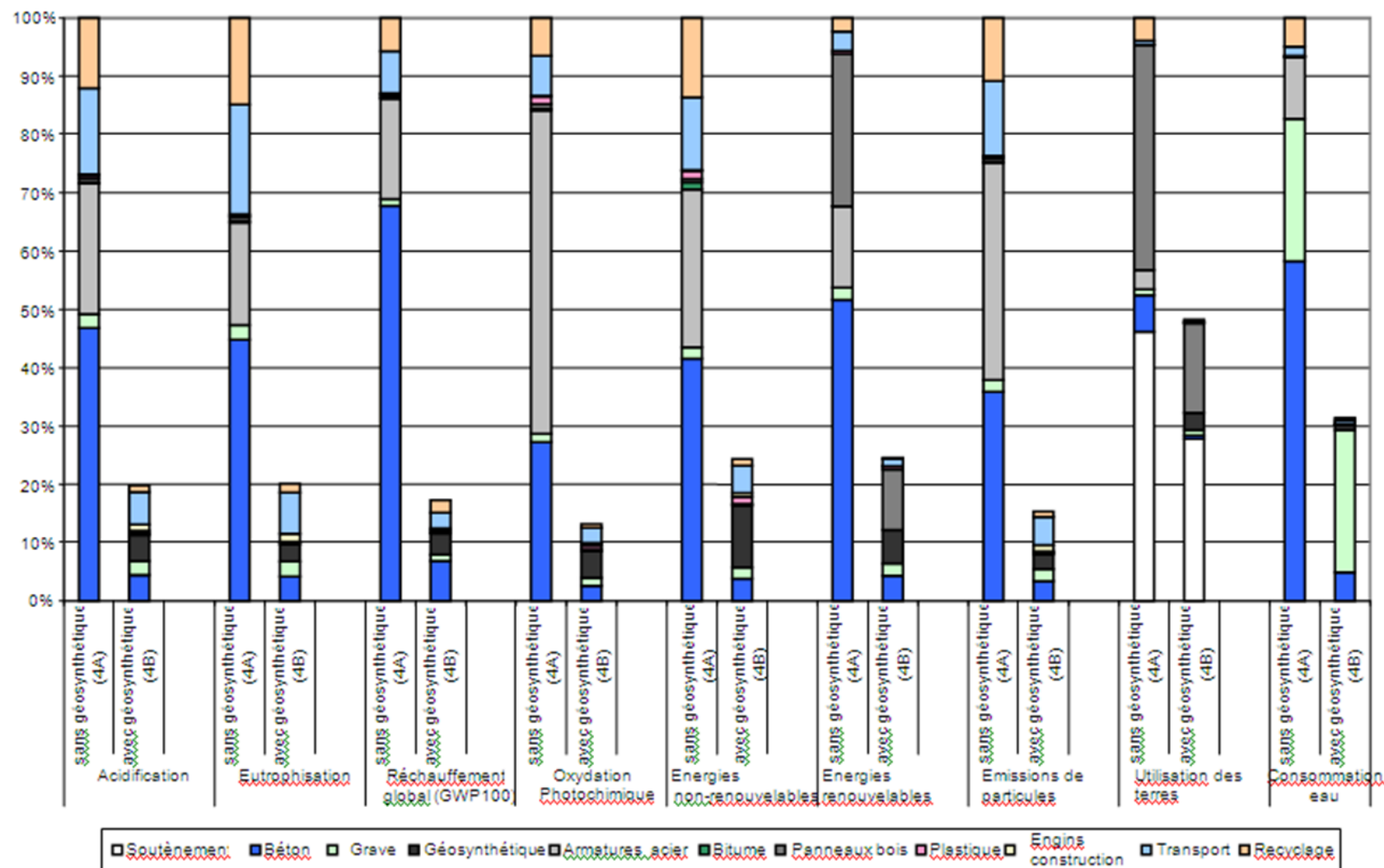
Cas 4: Mur de soutènement

Chiffres clé

	Unité	Cas 4A	Cas 4B
Béton, semelle et Fondation	m ³ /m	1.60	-
Béton maigre	m ³ /m	0.24	-
Béton structurel	m ³ /m	2.10	0.31
Acier des armatures	kg/m	153	-
Grave	t/m	4.3	4.3
Bitume	kg/m	2.84	-
Panneau 3 couches laminées	m ³ /m	0.01	-
Géosynthétique	m ² /m	-	39.2
Plaque de polystyrène	kg/m	0.25	-
Polyéthylène	kg/m	1.74	2.02
Gazole engins de construction	MJ/m	11.6	53.9
Transport, camions	tkm/m	701	265
Transport, fret, rail	tkm/m	33.2	6.9
Utilisation des sols	m ² /m	1.0	0.6
NMVOC	g/m	20	-

Cas 4: Mur de soutènement

Evaluation de l'impact environnemental



Cas 4: Mur de soutènement

Evaluation de l'impact environnemental

- Impact étudié pour 1 mètre linéaire de structure de soutènement de 3 mètres de hauteur avec inclinaison 5:1
- La contribution de chaque éléments vis à vis de l'impact global est étudiée (mur, matières premières, engins de construction, transport et recyclage du mur)
- La solution géosynthétique (4B) a un impact environnemental plus faible que la solution béton (4A) pour toutes les catégories d'impacts considérées

	4A Béton	4B Géosynthétiques
Demande d'énergie cumulée non renouvelable	12.700 MJ eq	3.100 MJ eq
Emissions cumulées de gaz à effet de serre	1.3 t CO₂ eq	0.2 t CO₂ eq

Cas 4: Mur de soutènement

Evaluation de l'impact environnemental

Conclusion:

- L'utilisation de géosynthétiques dans les structures de soutènements:
 - facilite la construction
 - offre des solutions dont l'esthétique permet une bonne intégration visuelle à l'environnement
 - conduit à des impacts environnementaux plus faibles pour tous les indicateurs analysés
- Pour 3 mètres linéaires de soutènement (de 3 m de haut), l'économie par rapport à un mur maçonné est de 30,000 MJ eq ce qui est équivalent à la consommation moyenne annuelle d'énergie d'un ménage

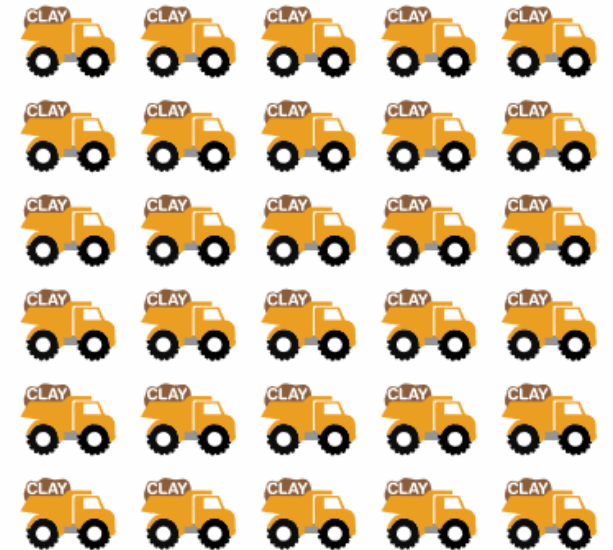
Autre exemple: les géosynthétiques bentonitiques

- Les géosynthétiques bentonitiques en remplacement d'argile compactée

[1] 1 Truck with GCL



150 Trucks with Clay



Save Money and
Reduce Your Carbon Footprint



Conclusions

Les géosynthétiques permettent de réduire:

- l'impact sur le changement climatique dans les 4 cas étudiés (émissions de gaz à effet de serre)
- la demande cumulée en énergie
- l'acidification, l'eutrophisation

L'impact environnemental des géosynthétiques provient principalement :

- des matières premières utilisées
- de la consommation énergétique

Cependant, la proportion de cette contribution est faible.

Le type de fabrication des géosynthétiques a très peu d'influence sur le résultat.

Sources et remerciements

- **EAGM LCA study:**
- Elsing A. & Fraser I. (2012), Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials, a study on behalf of the E.A.G.M., Case 2, Foundation Stabilization, EUROGEO 5, Valencia, Spain
- Fraser I. & Elsing A. (2012), Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials, a study on behalf of the E.A.G.M., Case 4, Soil Retaining Wall, EUROGEO 5, Valencia, Spain
- Laidié N. & Shercliff D. (2012), Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials, a study on behalf of the E.A.G.M., Case 1, Filter Function, EUROGEO 5, Valencia, Spain
- Stucki M. et al. (2011) Stucki M., Büsser S., Itten R., Frischknecht R. and Wallbaum H., Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Material. ESU-services Ltd. commissioned by European Association for Geosynthetic Manufacturers (EAGM), Uster and Zürich, Switzerland
- Wallbaum H. et al. (2012) Wallbaum H., Stucki M., Büsser S., Itten R., Frischknecht R., Comparative Life Cycle Assessment of retaining walls in traffic infrastructure, 12th Baltic Sea Geotechnical Conference, Rostock, Germany
- Werth K. & Höhny S. (2012), Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials, a study on behalf of the E.A.G.M., Case 3, Landfill Construction Drainage Layer, EUROGEO 5, Valencia, Spain
- **IGS leaflet:**
- International Geosynthetics Society (2015), Geosynthetic Barriers, applications and benefits.

Merci de votre contribution

