

LES GÉOCOMPOSITES DE DRAINAGE : UN FORMIDABLE POTENTIEL D'ÉCONOMIE D'ÉMISSION DE GAZ À EFFET DE SERRE

DRAINAGE GEOCOMPOSITES: A CONSIDERABLE POTENTIAL FOR THE REDUCTION OF GREENHOUSE GAS EMISSION

Stéphane FOURMONT, Yves DURKHEIM
Afitex, 13 – 15 Rue Louis Blériot, 28300 Champhol, France

RÉSUMÉ – Les matériaux géosynthétiques, et plus particulièrement les géocomposites de drainage, offrent des réponses constructives alternatives aux solutions traditionnelles. Dans un contexte de prise de conscience mondiale de la nécessité de protéger l'environnement pour les générations futures, il était urgent de mesurer l'impact des matériaux géosynthétiques en particulier sur les émissions de gaz à effet de serre. L'utilisation de géocomposites en remplacement de matériaux granulaires permet de réduire jusqu'à 87% les émissions d'équivalent carbone en CO₂ pour des performances hydrauliques identiques.

Mots-clés : drainage – géocomposite – gaz à effet de serre – bilan carbone

ABSTRACT – Geosynthetic materials and in particular drainage geocomposites offer a constructive alternative to traditional solutions. In this period of global awareness of the need to protect the environment for future generations, it has become a matter of urgency to evaluate the impact of geosynthetic materials especially where the emission of greenhouses gasses is concerned. The use of geocomposite instead of granular layer permits to save up to 87% of equivalent CO₂ emissions for equivalent hydraulic performances.

Keywords: drainage - geocomposite – greenhouse gas – carbone saving

1. Introduction

Les matériaux géosynthétiques, et plus particulièrement les géocomposites de drainage, offrent des réponses constructives alternatives aux solutions traditionnelles. Dans un contexte de prise de conscience mondiale de la nécessité de protéger l'environnement pour les générations futures, il était urgent de mesurer l'impact des matériaux géosynthétiques, en particulier sur les émissions de gaz à effet de serre.

La présente étude propose une approche analytique visant à établir, dans un premier temps, le bilan carbone des géosynthétiques. À l'issue de cette étude, qui a nécessité une investigation en profondeur des facteurs émissifs liés à la production des matériaux, une approche comparative établit le bilan carbone des solutions constructives dites « traditionnelles » et des solutions faisant usage de matériaux géocomposites de drainage.

2. Le mécanisme de l'effet de serre

Les principaux Gaz à Effet de Serre (GES) sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (ou protoxyde d'azote, de formule N₂O) et l'ozone (O₃). Les gaz à effet de serre industriels incluent les halocarbones lourds (fluorocarbones chlorés incluant les CFC, les molécules de HCFC-22 comme le fréon et le perfluorométhane) et l'hexafluorure de soufre (SF₆). Les gaz à effet de serre sont les principaux facteurs du réchauffement climatique.

Les gaz à effet de serre sont transparents à certaines longueurs d'onde des rayonnements solaires, ce qui permet à ces derniers de pénétrer profondément dans l'atmosphère ou jusqu'à la surface du globe. La partie du rayonnement absorbée par la Terre lui apporte de la chaleur, qu'elle restitue à son tour en direction de l'atmosphère sous forme de rayons infrarouges. Les gaz à effet de serre et les nuages empêchent une partie du rayonnement infrarouge de s'échapper, emprisonnant ainsi la chaleur près de la surface du globe, où elle réchauffe l'atmosphère basse. L'altération de la barrière naturelle des gaz atmosphériques peut augmenter ou réduire la température moyenne de la Terre.

La plupart des gaz à effet de serre sont d'origine naturelle, comme la vapeur d'eau ou le dioxyde de carbone. Mais certains d'entre eux sont uniquement d'origine humaine, ou bien voient leur concentration dans l'atmosphère augmenter en raison de l'activité humaine.

3. Mesure des émissions

Il existe plusieurs gaz à effet de serre dont la nocivité est différente. Plutôt que de mesurer les émissions de chaque gaz, on utilise une unité commune : l'équivalent CO₂ ou l'équivalent carbone.

L'équivalent CO₂ est aussi appelé potentiel de réchauffement global (PRG). Il vaut 1 pour le dioxyde de carbone qui sert de référence. Le potentiel de réchauffement global d'un gaz est le facteur par lequel il faut multiplier sa masse pour obtenir une masse de CO₂ qui produirait un impact équivalent sur l'effet de serre. Par exemple, le méthane a un PRG de 23, ce qui signifie qu'il a un pouvoir de réchauffement 23 fois supérieur au dioxyde de carbone.

Pour l'équivalent carbone, on part du fait qu'un kg de CO₂ contient 0,2727 kg de carbone. L'émission d'un kg de CO₂ vaut donc 0,2727 kg d'équivalent carbone. Pour les autres gaz, l'équivalent carbone vaut : PRG x 0,2727.

On peut noter que la combustion d'une tonne de carbone correspond bien à l'émission d'une tonne équivalent carbone de CO₂.

Cette unité de mesure est très utile pour déterminer les émissions produites par une entreprise, par exemple. On peut ainsi réaliser un bilan global qui prend en compte les émissions directes (combustions, consommation d'énergie, transports) et indirectes (fabrication et transport des produits sous-traités).

4. Émissions globales de l'entreprise

4.1. Méthodologie et déroulement de l'étude

L'entreprise AFITEX, fabricant de géocomposites de drainage, a réalisé une étude sur son site industriel de Champhol (France) établissant le périmètre du Bilan Carbone le plus global, c'est-à-dire incluant non seulement les émissions propres au site de l'entreprise, mais également les émissions indirectes comme :

- la fabrication des produits et matériaux incorporés dans la production (emballages compris),
- le fret depuis les fournisseurs jusqu'au site,
- les transports internes de marchandises,
- les déplacements professionnels des salariés, ainsi que leurs déplacements domicile - travail,
- le traitement des déchets produits directement (ce qui est dans la poubelle du site) ou indirectement (les emballages des produits),
- la construction des bâtiments occupés,
- la fabrication des machines utilisées,
- les émissions associées à la fin de vie des produits.

L'étude a été réalisée en suivant la méthode « Bilan_Carbone_V6 » de Juin 2009 développée par l'ADEME, qui permet de comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre des différents processus au moyen d'un logiciel fourni pour l'étude.

La période prise en compte pour le calcul des émissions est l'exercice comptable de l'année 2008.

4.2. Extrait des méthodes de calcul

Les fibres plastiques achetées sont soit de premier choix, soit de second choix car elles ne sont pas passées par l'état de déchets. Le pourcentage de recyclé dans les plastiques a donc été considéré comme nul.

Le facteur d'émission du PP (polypropylène) n'étant pas disponible dans le logiciel, le facteur d'émission « Plastique – moyenne » a été utilisé, ce qui semble augmenter artificiellement les émissions de l'entreprise. En effet, ce facteur d'émission est 20% plus élevé que les autres plastiques utilisés et il représente 82% des tonnages entrants.

Les informations concernant les achats de services et fournitures sont issues de la comptabilité analytique.

Services faiblement matériels : tests de laboratoire, prestations de bureau d'étude, entretien des locaux, assurances, honoraires comptabilité, avocats, recrutements, avis techniques, brevets, certificats, relations publiques, salons et expositions, téléphone, formation.

Services fortement matériels (fournitures) : fournitures de bureau, catalogues et imprimés, location chariots élévateurs, entretien et équipement usine, aiguilles.

Les locations et les équipements sont introduits dans les immobilisations.

Pour le calcul du fret routier fournisseur, étant donnée son influence modérée sur le total du Bilan Carbone, l'ensemble des approvisionnements a été calculé en tonne.km à partir du poids acheté de chaque produit et de la distance au fournisseur.

Les achats de matériel informatique (immobilisations) et les consommables informatiques (cartouches d'imprimantes) ont été distingués.

Les déplacements domicile-travail sont estimés à partir de la distance de l'entreprise au domicile.

Les déplacements professionnels sont estimés à partir des contrats des commerciaux et des remboursements de frais.

Les options retenues dans la présente étude permettront de comparer les émissions de GES de différents procédés de drainage à périmètre équivalent, c'est-à-dire incluant :

- les émissions dues aux produits jusqu'à la sortie de l'usine ;
- les émissions dues aux transports depuis l'usine jusqu'au chantier ;
- les émissions dues à la mise en œuvre des produits sur le chantier.

Le taux d'incertitude des résultats est de 20% et est dû aux incertitudes sur les facteurs d'émission.

4.3. Émissions globales de l'entreprise

Le tableau I présente la répartition des émissions en tonnes équivalent CO₂ des différentes sources par ordre d'importance.

Tableau I. Sources d'émissions par ordre d'importance

Postes émetteurs par ordre décroissant	Emissions en tonnes de GES équivalent CO ₂	
Matières plastiques et intrants	5 585	82%
Fret entrant fournisseurs	474	7%
Déplacements des personnes	195	2,9%
Immobilisations bâtiments et machines	150	2,2%
Matériaux d'emballages	124	1,8%
Energie Gaz naturel	100	1,5%
Fin de vie des produits	80	1,2%
Energie Electricité	64	0,9%
Fluides frigorigènes	12	0,2%
Déchets directs	7	0,1%
TOTAL	6 791	

Les émissions totales directes et indirectes de l'entreprise en 2008 sont de 6 791 tonnes équivalent CO₂. Les matières plastiques, les matériaux et services entrants constituent la plus grande part des émissions.

Le facteur d'émission correspond au périmètre d'étude le plus global, c'est-à-dire incluant toutes les émissions jusqu'à la sortie de l'usine. Les quantités nécessaires à chacune des opérations ont été recueillies auprès du service études du manufacturier ou auprès d'un opérateur de travaux publics.

AFITEX, pour une 2^{ème} transformation des plastiques, ajoute 22% aux émissions qui seraient dues uniquement à la fabrication des matériaux entrants.

5. Analyse comparée de solutions constructives

Les gammes de géocomposites de drainage SOMTUBE offrent une solution complémentaire et alternative à l'utilisation des granulats de carrières pour les applications de drainage.

Un outil logiciel a été élaboré à l'aide des résultats du Bilan Carbone et des facteurs d'émission.

Cet outil permet de comparer plusieurs solutions techniques : les différents géocomposites associés à différents procédés de drainage et à différentes épaisseurs de granulats.

Les résultats sont calculés en émissions de CO₂ par mètre carré ou mètre d'application de drainage.

Les applications de drainage sont de quatre types, en procédé classique ou en procédé utilisateur de géosynthétiques :

- bâtiment : drainage sous dalle béton,
- TP : route, drainage sous remblai,
- TP : drainage en rive de chaussée
- Décharge : drainage en fond de casier

5.1. Démarche méthodologique

Le procédé de drainage peut comporter selon les cas chacune des étapes suivantes :

- travaux de fouille,
- travaux de remblaiement,
- transport de la terre en surplus,
- extraction de granulats de carrières,
- transport des granulats jusqu'au chantier,
- mise en œuvre de granulats sur le chantier
- drains plastiques classiques : fabrication, transport, mise en œuvre,
- membrane d'étanchéité : fabrication, transport, mise en œuvre,
- produit géocomposite (filtre, nappe, mini-drains) : fabrication, transport, mise en œuvre.

Les travaux opérés sur le chantier prennent en compte les engins utilisés (carburant sans le matériel) et la main d'œuvre.

Les facteurs d'émissions (matériaux, transports, carburants, services) sont issus du Bilan Carbone. Les géocomposites étant fabriqués à base de matières plastiques, leurs émissions sont calculées en fonction du poids total de chaque produit par mètre-carré, dans un souci de simplicité.

Toutes les quantités ont été rapportées à un mètre-carré ou un mètre linéaire de procédé de drainage.

5.2. Description des différentes applications étudiées

Les géocomposites de drainage permettent le remplacement total ou partiel des matériaux granulaires ainsi que des géotextiles filtrants ou antipoinçonnant. Les figures 1 à 4 présentent les quatre applications étudiées.

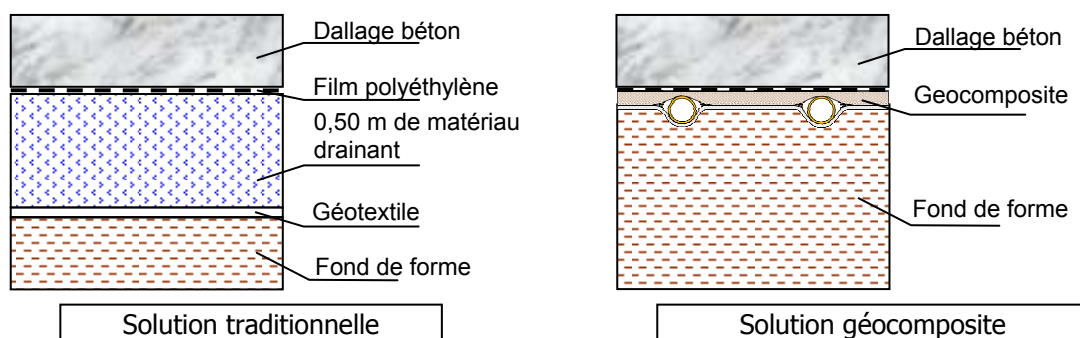


Figure 1. Drainage sous dallage béton

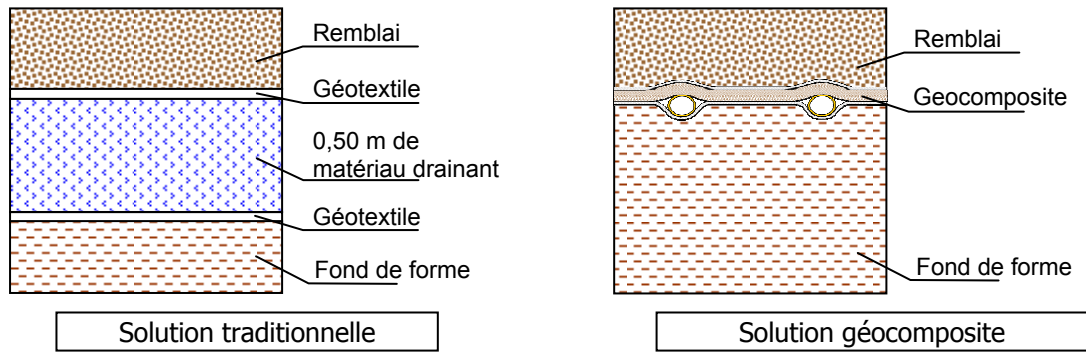


Figure 2. Drainage sous remblai

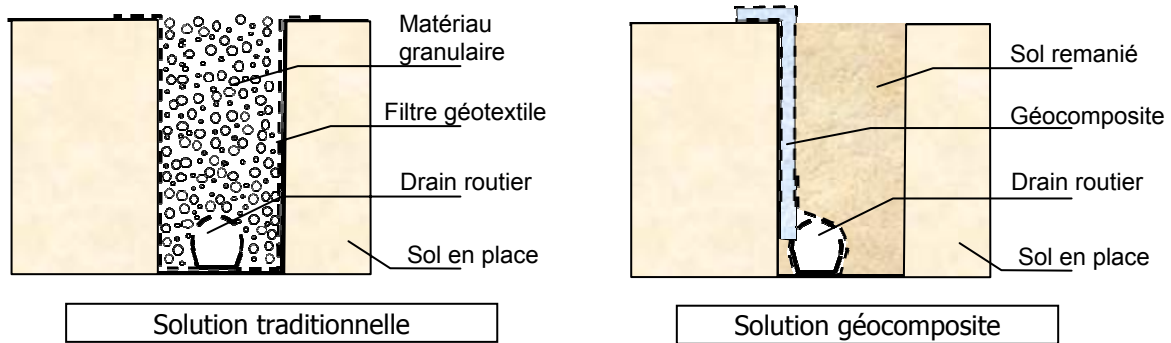


Figure 3. Écran drainant en rive de chaussée

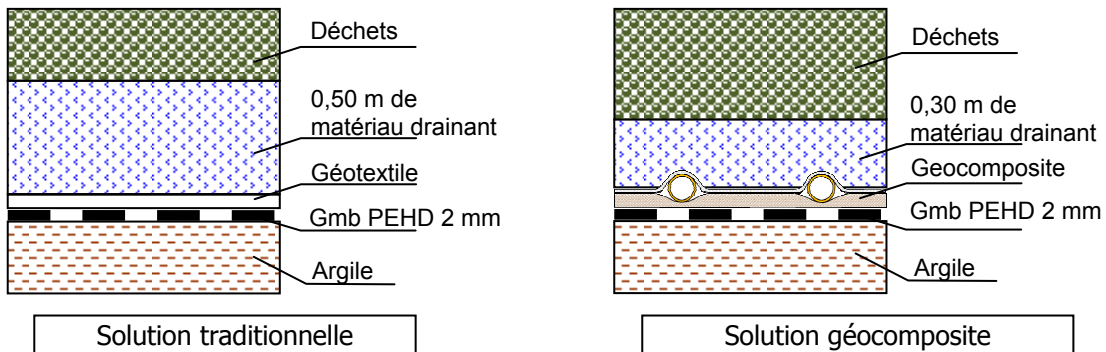


Figure 4. Drainage en fond de cellule

5.3. Étude d'un cas : Drainage sous remblai

Le présent paragraphe présente une étude d'un cas de drainage sous remblai. La solution traditionnelle composée de deux géotextiles et de 50 cm de matériaux granulaire est remplacée par un géocomposite unique. Les facteurs d'émission pris en compte sont donnés par la méthode Bilan Carbone de l'ADEME.

Le tableau II présente le calcul des émissions en équivalent CO₂ pour un drainage granulaire classique d'épaisseur 0,50 m.

Tableau II. Calcul des émissions d'un drainage granulaire classique d'épaisseur 0,50 m

	quantité	unité	kg éq.CO ₂ / m ²
GRANULATS DE CARRIERE			
densité du granulat	1,8	tonne/m ³	
épaisseur de granulat	50	centimètre	
tonnes de granulat extraites pour 1 m ²	0,9	tonne	13,050
transport des granulats			
distance de la carrière au chantier	15	km aller	
nb kms pour 1 m ²	0,675	km	0,728
mise en œuvre des granulats par un engin de chantier			
tonnes de granulats mises en œuvre par heure	65	tonne	
heures de travail pour 1 m ²	0,014	heure	
consommation de gazole par heure	40	litre	
consommation de gazole pour 1 m ²	0,554	litre	1,630
mise en œuvre des granulats			
coût salarial d'une heure de travail	30	euro	
nb. Travailleurs	2		
euros de services pour 1 m ²	0,831	euro	0,030
GEOTEXTILE			
	1		
poinds par mètre carré	0,15	kg	0,286
transport du fabricant au chantier			
distance du fabricant au chantier	500	km	
transport des produits	0,075	tonne.km	0,019
mise en œuvre des produits sur le chantier par un engin			
m ² mis en œuvre en 1 heure	571	m ²	
consommation de gazole par heure	20	litre	
consommation de gazole par m ²	0,035	litre	0,103
mise en œuvre des produits (main d'œuvre)			
coût salarial d'une heure de travail	30	euro	
nombre de travailleurs	3		
euros de services par m ²	0,158	euro	0,006
TOTAL			15,852

Le tableau III présente le calcul des émissions en équivalent CO₂ pour un drainage par géocomposite.

Tableau III Calcul des émissions d'un drainage par géocomposite

	quantité	unité	kg éq.CO ₂ / m ²
remblaiement de la terre par un engin de chantier			
tonnes de terre remblayées par heure	250	tonne	
heures de travail pour 1 m ²	0,004	heure	
consommation de gazole pour 1 m ²	0,24	litre	0,706
remblaiement de la terre (main d'œuvre conducteur d'engin et camions)			
euros de services pour 1 m ²	0,36	euro	0,013
GEOCOMPOSITE DE DRAINAGE			
poids par mètre carré	0,668	kg	2,234
transport du fabricant au chantier			
distance du fabricant au chantier	500	km aller	
transport des produits	0,334	tonne.km	0,086
mise en œuvre des produits sur le chantier par un engin			
m ² mis en œuvre en 1 heure	571	m ²	
consommation de gazole par heure	20	litre	
consommation de gazole par m ²	0,035	litre	0,103
mise en œuvre des produits (main d'œuvre)			
coût salarial d'une heure de travail	30	euro	
nb.travailleurs	3		
euros de services par m ²	0,158	euros	0,006
TOTAL			3,148

La solution géosynthétique permet de réduire de 80% les émissions en équivalent CO₂. Les deux procédés calculés sont équivalents sur le plan fonctionnel.

5.4. Comparaison entre solutions traditionnelles et solutions géocomposites

Le tableau IV présente les émissions en équivalent CO₂ pour les quatre applications proposées et compare les émissions entre la solution traditionnelle et la solution géocomposite.

Tableau IV. Emissions en équivalent CO₂

Application	Description	Émission (eq.CO ₂)	Gain d'émission
Drainage sous dallage béton	Solution traditionnelle 0,50 m de matériaux drainants + géotextile filtrant + film polyéthylène	24,28 kg (CO ₂ / m ²)	87%
	Solution géocomposite Géocomposite seul	3,23 kg (CO ₂ / m ²)	
Drainage sous remblai	Solution traditionnelle 0,50 m de matériaux drainants + géotextiles filtrants	15,85 kg (CO ₂ / m ²)	80%
	Solution géocomposite Géocomposite seul	3,15 kg (CO ₂ / m ²)	
Ecran drainant en rive de chaussée	Solution traditionnelle Tranchée en matériaux drainants, largeur 0,50 m et profondeur 0,80 m	40,69 kg (CO ₂ / ml)	69%
	Solution géocomposite 0,30 m de matériaux drainants + géocomposite	12,79 kg (CO ₂ / ml)	
Drainage en fond de cellule d'ISD	Solution traditionnelle 0,50 m de matériaux drainants + géotextile antipoinçonnant	21,55 kg (CO ₂ / m ²)	26%
	Solution géocomposite 0,30 m de matériaux drainants + géocomposite	16,01 (kg (CO ₂ / m ²)	

L'utilisation de solutions géosynthétiques permet de réduire de manière significative l'émission de CO₂, entre 26% et 87% suivant les applications. Cette réduction est directement liée à la quantité de matériaux drainants substitués et au gain de terrassement. En effet, pour le drainage en fond de cellule, la substitution du matériau drainant est partielle (substitution de 0,20 m sur une épaisseur initiale de 50 cm) et de ce fait la réduction d'émission est moins importante et vaut 26%.

En revanche, pour le drainage sous dallage, l'ensemble du matériau granulaire est substitué et le terrassement également, ce qui entraîne un gain d'émission de 87%.

6. Conclusions

La présente étude met en évidence l'intérêt de préconiser des solutions constructives réalisées à base de géocomposites de drainage plutôt que mettre en œuvre des matériaux granulaires, gros consommateurs d'énergie fossile et donc de gaz à effet de serre.

Contrairement à une idée répandue, le géocomposite, dont l'origine est pétrolière, ne génère pas plus d'émissions de Gaz à Effet de Serre qu'un procédé traditionnel. Bien au contraire il contribue à améliorer les émissions globales et s'inscrit parfaitement dans une démarche de développement durable.

En outre, le géocomposite de drainage évite l'altération des paysages liée à l'exploitation de carrière ou apporte une solution constructive en l'absence de granulats à proximité des sites. Il offre une alternative fiable dans des secteurs aussi variés que les travaux d'infrastructure, de l'environnement, du bâtiment ou de l'industrie minière.

7. Références bibliographiques

ADEME (Juin 2009), Méthode Bilan Carbone Version 6.

ADEME (30 Juin 2006), Bilan Carbone – Bilan des émissions de gaz à effet de serre d'une entreprise industrielle ou tertiaire - Cahier des charges Version 4.