

Stockage des déchets :

des pentes raides pour plus de volume

Les difficultés d'implantation et d'extension des centres de stockage des déchets conduisent les exploitants à optimiser l'utilisation de l'espace pour maximiser le volume de stockage. Ceci conduit à étanchéifier des pentes de plus en plus raides, défi technique auquel les géosynthétiques apportent une réponse aujourd'hui classique.

Pascal MAYS.

L'étanchéité des centres de stockage de déchets est aujourd'hui le plus souvent assurée par un complexe géosynthétique, que ce soit en fond de casier, sur ses flancs ou en couverture. Ce dispositif est également de plus en plus utilisé pour optimiser le volume de stockage potentiel en réduisant l'emprise des digues extérieures ou en



- III accentuant les pentes sur les flancs intérieurs des casiers. L'étanchéification des pentes constitue un défi technique, car il faut simultanément assurer le drainage des eaux météoriques (sur la couverture), des lixiviats (dans le massif de déchets) et des infiltrations d'eau de nappe (le long des parois) et l'accroche des terres de remblai ou des déchets, de façon à assurer la stabilité géotechnique du dispositif. Des solutions sont aujourd'hui mises en œuvre qui permettent de s'accommoder de pentes de plus en plus raides, voire verticales.

Digues renforcées

L'importance d'une optimisation des pentes sur les flancs intérieurs et extérieurs de centres de stockage de déchets



III Cette digue renforcée a permis d'augmenter le volume de stockage de l'alvéole de 10 %.

(CSD) est mise en lumière dans le cas de la création de 3 nouvelles alvéoles sur le CSDU de Chagny (71), exploité par le Syndicat mixte d'étude et de traitement des déchets (SMET Nord Est 71). Cet agrandissement a nécessité la construction d'une digue périphérique de 5 à 6 m de hauteur pour limiter l'emprise des déchets. A l'origine, l'arrêté d'autorisation prévoyait une inclinaison du talus externe de cette digue de 3H/1V (soit un peu plus de 18°). Une solution alternative proposée par la société Antea, a permis de remplacer ce talus par un massif en sol renforcé à parement incliné à 1H/5V (soit plus de 78°). Cette configuration d'aménagement a permis de gagner 14 m d'emprise de stockage sur environ 300 m de longueur de digue, soit un volume de stockage supplémentaire de 25 000 m³, équivalent à 10 % du volume total de stockage des alvéoles.

Le tableau comparatif suivant a permis de justifier la demande d'une dérogation aux dispositions de l'arrêté d'autorisation.

Les revenus induits par le supplément de volume de stockage compensant largement le surcoût des travaux, la solution a été retenue par le maître d'ouvrage.

Le renforcement du corps de digue a été réalisé au moyen de géogrilles

Enkagrid Pro de Colbond Geosynthetics. Doublées en parement d'un géomatelas de type Enkamat permettant une végétalisation par simple hydro-ensemencement. Outre l'intérêt environnemental d'une meilleure intégration paysagère, cette technique amène et garantit une souplesse maximale à l'ouvrage qui peut ainsi mieux résister aux sollicitations sismiques et supporter les tassements différentiels souvent importants sur sol support compressible (5 % selon la norme NF EN 14 475), cas assez fréquent en centres de stockage de déchets.

Des casiers à flancs verticaux

L'installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND) de St Maximin (Oise) se caractérise par son espace de stockage en partie creusé dans des calcaires compacts dits de « Saint Maximin ». De ce fait, le front de taille des casiers constitue une paroi sub-verticale, avec en partie sommitale des talus inclinés à 3H/2V composés de sols meubles (graves sablo-limoneuses) et de remblais récents grossiers et hétérogènes. La mise en place d'un dispositif d'étanchéité par géosynthétiques (DEG) en couches superposées a dans ce cas permis d'éviter la réalisation d'un mur de matériaux inertes de 8 mètres d'épaisseur (soit autant de gagné en vide de fouille), auparavant prescrit dans

	Solution arrêté préfectoral	Solution massif sol renforcé
Profil extérieur	3H/1V	1H/5V
Profil intérieur	Inchangé (3H/2V)	
Stabilité	Solutions équivalentes (cf. étude ANTEA)	
Etanchéité	Solutions identiques : dans les 2 cas, le corps de digue est constitué de matériaux argileux issus des terrassements du site. L'étanchéité du casier de stockage est assurée par la présence sur la face interne d'un géocomposite bentonitique (Gsb) et d'une géomembrane PEHD.	
Volume de stockage	~ 212 000 m ³	~ 237 000 m ³
Durée d'exploitation prévisionnelle	~ 30 mois	~ 35 mois
Volume de digue (matériaux argileux)	~ 50 000 m ³	~ 38 000 m ³
Volume de matériaux excédentaires (hors besoin pour couverture)	~ 19 000 m ³	~ 31 000 m ³
Coût travaux / tonnage enfouis	8,34 €/tonne	8,45 €/tonne



© Sita Ile-de-France



© Sita Ile-de-France

La pose de geomembrane sur paroi verticale a nécessité la mise en œuvre de techniques proches de l'alpinisme.

III l'arrêté préfectoral pour assurer l'étanchéité des flancs de la carrière.

Ce projet, mené par Sita Ile-de-France (maître d'ouvrage et exploitant), le bureau d'ingénierie Fairtec (maître d'œuvre) et la société GéoBTP (applicateur de géosynthétiques), impliquait de résoudre un certain nombre de difficultés :

- pose et soudure des géosynthétiques sur paroi verticale nécessitant la mise en œuvre de techniques innovantes proches de l'alpinisme ;
- nature calcaire de la paroi se prêtant difficilement à l'application de géosynthétiques car présentant des aspérités et des irrégularités ;
- zone de chantier très exiguë, le front de taille étant situé à quelques mètres seulement de la limite de propriété et d'un rideau d'arbres qu'il était nécessaire de préserver.

Le chantier, réalisé en deux mois, à d'abord nécessité le traitement des irrégularités de la paroi, puis l'ancrage des géosynthétiques le long des 235 mètres linéaires de crête, le déroulement des feutres de protection contre les 5100 m² de front de taille, l'ancrage inférieur, le soudage des membranes et enfin les contrôles de conformité réglementaires. Le DEG mis en œuvre sur la paroi sub-verticale est constitué de la manière suivante (voir schéma ci-dessous) :

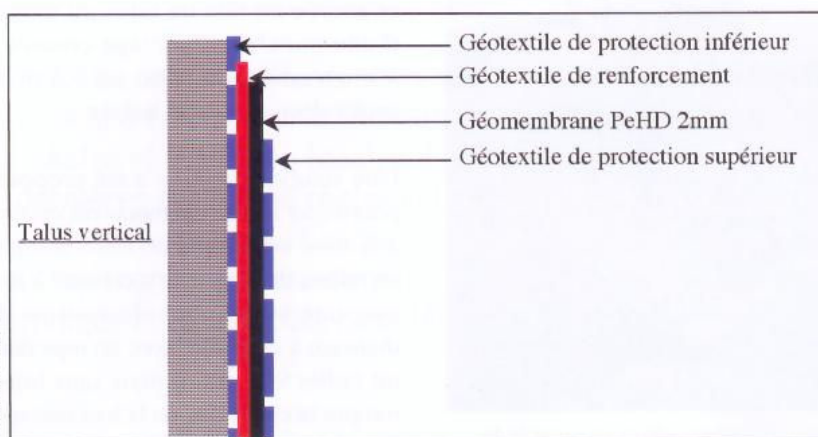
- un géotextile de protection inférieur (Masse spécifique $M_s \geq 1\,200 \text{ g/m}^2$), afin de traiter le poinçonnement des irrégularités ;

- un géotextile de renforcement pour reprendre les efforts de traction. Celui-ci a une résistance en traction et une déformation adaptées à la configuration du site (hauteur de paroi, poids des déchets, etc.). Il doit permettre la reprise des efforts horizontaux engendrés par le massif de déchets sur le DEG et limiter ainsi les déformations de la geomembrane à un maximum d'environ 4 % correspondant au seuil de déformation élastique de cette dernière. Le respect de cette condition permet de garantir que les déformations dans la geomembrane resteront dans le domaine des déformations réversibles (élastiques) et que la structure de cette dernière ne sera pas modifiée ;
- une geomembrane PeHD lisse 20/10^{ème}, avec un seuil de déformation élastique le plus important possible au niveau de la paroi sub-verticale afin de limiter au maximum les efforts à reprendre par le géotextile de renforcement ;

- un géotextile de protection supérieur ($M_s \geq 600 \text{ g/m}^2$), vis-à-vis des déchets. Compte tenu de la durée d'exploitation du casier, le géotextile a été traité anti-UV pour une durée minimale de 1 an.

Drainage des flancs de casiers

Sur les flancs de casiers de stockage de déchets, le DEG doit, là encore, assurer l'étanchéité ainsi que le drainage des eaux météoriques vers le fond du casier durant sa période d'exploitation, mais aussi, lorsque la géologie l'impose, le drainage des infiltrations d'eau de nappe le long des parois à l'extérieur du casier. La fonction de drainage est traditionnellement assurée par des matériaux granulaires (cailloux), mais ceux-ci peuvent être remplacés par un géotextile drainant, afin de gagner du volume et de protéger la geomembrane. Il existe différents types de ces géotextiles, le caractère drainant pouvant leur être conféré par les propriétés hydrologiques des textiles non tissés, par l'utilisation de mini-drains inclus dans une matrice textile, ou encore par l'association d'une structure en nid d'abeille et d'un géotextile et/ou d'une géogridde.



© Sita Ile-de-France

Dispositif vertical d'étanchéité du CET de St Maximin



Geosynthétique drainant, composé de mini-drain pris en sandwich entre deux matrices textiles non tissées.

III

Le groupe S i t a , exploitant du centre de stockage de déchets ultimes de Liancourt-Saint-Pierre (Oise) a fait

réaliser par l'entreprise

FLI de Fondettes le drainage du DEG de la cinquième alvéole du site (8000 m²) au moyen d'un géosynthétique de type Draintube (deux nappes géotextiles non tissées tenant en sandwich des mini-drains en polyéthylène), conçu par Afitex. Le centre de stockage étant réalisé en terrain argileux, l'absence d'infiltrations ne rendait pas nécessaire de drainer l'extérieur des alvéoles. Seul l'intérieur du fond et des flancs de casier a donc été traité. Sur les flancs, le géotextile drainant se substitue à un massif de cailloux d'au moins 30 cm d'épaisseur, dont il serait sinon difficile d'assurer la stabilité sur pente. Conditionné en rouleaux de 4 mètres, il est ancré en

tête de talus avant d'être déroulé sur la pente, directement sur la double membrane d'étanchéité (un géocomposite bentonitique de 5 kg/m² associé à une géomembrane PEHD). Le raccordement entre lés se fait par un simple recouvrement sur 20 cm. Il est traité pour résister aux ultra-violets, et coloré en vert de façon à limiter la gêne esthétique dans l'attente d'être recouvert par les déchets. Notons qu'en fond de casier, le massif de cailloux demeure, non pas pour des raisons de drainage, mais pour éviter tout risque de poinçonnement de la géomembrane par les déchets. Le géotextile drainant permet toutefois de réduire son épaisseur de 50 à 30 cm, d'où un allègement de la logistique du chantier, une réduction du volume de matériaux drainants et une augmentation du volume de stockage du casier. Sur la totalité du chantier (fond de casier et flancs), cette solution a permis d'économiser 1600 m³ de cailloux, et d'augmenter d'autant la capacité de stockage de l'alvéole.



Pentes de Couverture

En couverture de casier, le massif de déchets s'élève en général au dessus du substratum, d'où, là encore, la présence de talus à étanchéifier et drainer, de façon à assurer l'évacuation des eaux météoriques et un accrochage efficace des terres recouvrant le DEG. Un mauvais drainage à ce niveau peut en effet provoquer la formation d'un film d'eau à la surface de la géomembrane d'étanchéité et un glissement des terres de couverture, qui ne protègent plus alors la géomembrane.

La couverture d'une alvéole du CSD de Château-Landon (Seine-et-Marne), exploité par Coved, a été réalisée par Arcadis Application au printemps 2008. L'étanchéité de la couverture est assurée par un géocomposite bentonitique Cetco et par une géomembrane PEHD 2 mm de Naue. Sur la partie plane du dôme, le drainage est assuré par un géocomposite de protection et de drainage Terrageos de type Teradrain, composé de l'association d'un réseau de mini-drains perforés de 20 mm de diamètre espacés d'un mètre et de nappes de géotextiles filtrant et anti-poinçonnant, assemblés par thermosoudure.

Les talus, d'une hauteur maximale de 12 m forment une pente maximale de 26°, pour une surface de 18 700 m². Ils sont recouverts d'un système de protection et d'accroche-terre de type Teracro. Cette nappe est disposée directement sur le complexe d'étanchéité. Elle est recouverte d'une couche de terre végétale épaisse de 30 cm maximum, et ancrée en tête de talus au moyen d'une tranchée d'ancrage creusée à 1 m en amont du talus, sur 1,5 m de profondeur et 2 m de largeur.

Une solution variante a été proposée pour éviter les terrassements nécessaires à la mise en place d'un fossé drainant en milieu de talus. Elle a consisté à réaliser une interruption du système de drainage à mi pente, avec un rejet dans un collecteur drain, mais sans interrompre la continuité de la fonction renforcement du Teracro. ■

Le drainage geosynthétique du CET de Liancourt a permis de gagner 1600 m³ de capacité de stockage.