

SYSTÈME D'ÉTANCHÉITÉ DES PAROIS D'UNE ISDND DANS UNE ANCIENNE CARRIÈRE D'ANDÉSITE EN MARTINIQUE

SEALING SYSTEM OF THE WASTE STORAGE CENTER WALLS IN AN OLD CARRIER OF ANDESITE IN MARTINIQUE

Marie FORESTIER COSTE¹, Sébastien MONTIES², Fabien PABIOT³, Eric ANTOINET⁴

¹ Antea Group, Bordeaux, France

² RAZEL BEC, Saint Georges d'Orques, France

³ Antea Group, Fort de France, France

⁴ Antea Group, Olivet, France

RÉSUMÉ – Cet article présente une problématique de plus en plus fréquente dans le contexte de création et d'extension des sites de stockage de déchets : l'aménagement et la mise en place de géosynthétiques au sein d'anciennes carrières rocheuses. Ces sites s'inscrivent dans une réglementation particulière concernant le stockage des déchets et doivent faire l'objet d'une conception/dimensionnement, de l'étude des moyens d'exécution, du suivi de la mise en œuvre et du contrôle de la conformité des travaux réalisés.

Mots-clés : Centre de stockage de déchets non dangereux, carrière, ancrage.

ABSTRACT – This publication presents a problem increasingly encountered in the context of waste storage site creation or extension; namely the development and the implementation of geosynthetics in ancient rock quarries. These sites are covered by a special regulation regarding the storage of waste and need specific design, study of implementation technique, monitoring and checking of compliance of the work done.

Keywords: Storage waste center, quarry, anchor.

1. Introduction

1.1. Contexte général

Le site, illustrant la problématique de mise en place d'une succession de géosynthétiques réglementaires sur les parements d'une carrière rocheuse, se trouve en Martinique. Il est à l'origine de problèmes connexes correspondant aux limites de moyens matériels présents sur l'île et à des coefficients spécifiques à considérer au regard de la climatologie particulière.

Le contexte et l'analyse technique, environnementale et financière ont amené à considérer la construction d'une installation de Stockage de déchets non dangereux au sein d'une ancienne carrière rocheuse d'andésite. Cette carrière a été exploitée de nombreuses années et présente globalement trois niveaux de parements mesurant chacun entre 15 et 25 m de hauteur (Fig.1).



Figure 1. Vue de la carrière en cours d'exploitation.

L'andésite est une roche dure se délitant de manière anguleuse (Fig.2). De plus les carrières présentent généralement de grandes hétérogénéités de nature de matériaux qu'il convient de considérer dans la conception et de suivre précisément lors de la réalisation des travaux.



Figure 2. Travail au BRH sur l'andésite en parement.

1.2. Contexte réglementaire

L'arrêté ministériel concernant les ISDnd définit les règles générales concernant la mise en place de l'étanchéité des sites. Chaque site ayant ses spécificités, des études doivent démontrer l'adéquation du système proposé. Concernant l'étanchéité des talus, le système suivant, présenté Fig.3, a été proposé (de l'intérieur du site vers le côté parement) :

- Un géotextile de protection traité anti UV et ayant pour fonction l'aide au drainage des lixiviats à l'intérieur du site et la protection de la géomembrane ;
- Une géomembrane PEHD de 2 mm d'épaisseur assurant la constitution de la barrière de sécurité active du site ;
- Un Géosynthétique Bentonitique (GSB) en équivalence à l'absence de remontée d'argile sur toute la hauteur du parement. Celui-ci est techniquement compliqué à mettre en œuvre au regard de la géométrie des parements dont le fruit est de plus de 80°. Ce géosynthétique sert également de support de pose à la géomembrane.



Figure 3. Schéma conceptuel de la pose des géosynthétiques sur le parement.

Au regard de l'agressivité de la roche par son angularité, un travail préalable à la pose, de déroctage, reprofilage et préparation de support en béton ont été réalisés afin d'obtenir une surface apte à recevoir la géomembrane. L'objectif, par ailleurs rappelé par la réglementation, est de proposer un système d'étanchéité avant tout efficace et pérenne dans le temps.

2. Justification et dimensionnement des géosynthétiques

Conformément à la norme XP G 38067, différentes vérifications doivent être menées afin de s'assurer de la stabilité des géosynthétiques sur le parement. Les vérifications concernent :

- La reprise des efforts par les géosynthétiques ;
- La stabilité des ancrages des géosynthétiques.

2.1. Résistance à la traction du géotextile supérieur

Le géotextile supérieur de protection de la géomembrane a fait l'objet d'une vérification vis-à-vis de sa résistance en traction par rapport aux efforts à reprendre et assure également la fonction de drainage des lixiviats. Il s'agit de vérifier que l'effort de traction maximal dans le géocomposite est inférieur à la résistance à la traction du dit géocomposite.

La mise en place des déchets sur le géocomposite se fait à partir du fond de casier par mise en place par couches régulières successives compactées. Il est alors considéré que chaque couche compactée sert de butée de pied. Sur le site, le compactage est prévu par couches de 0,50 m. Par sécurité, il a été considéré une couche de 1 m d'épaisseur de déchets exerçant sur le géocomposite un effort de traction. Considérant un fruit de 80°, le rampant considéré est de 1,30 m. Le tableau 1 ci-dessous reprend les résultats des calculs réalisés.

Tableau 1. Résultats de vérification de la stabilité à la traction du géocomposite supérieur

Composante tangentielle au plan H_d	3,80	kN/m
Résistance ultime Interaction R_{td}	0,11	kN/m
Effort max. en traction T_{max}	3,69	kN/m
Résistance à la traction du géotextile R_{tk}	19,05	kN/m

Il est à noter que la résistance à la traction du géotextile à poser devra être à minima de 19,05 kN/m et que le passage de la valeur de T_{max} à R_{tk} se fait par produit de coefficients de sécurité qui sont :

- Coefficient réducteur d'endommagement : 1,15 ;
- Coefficient réducteur fluage : 3 ;
- Coefficient réducteur dégradation : 1,3 ;
- Coefficient de résistance à la traction : 1,15.

2.2. Ancrage en tête du GSB

La masse surfacique du GSB utilisé est de 5,4 kg/m². Considérant la forte humidité du site, pouvant dépasser les 70%, et par sécurité, le poids du GSB est pris en condition saturée, soit 10 kg/m².

Selon le profil le plus défavorable de la zone, la hauteur maximale est de 24 m pour un fruit de parement à 80°. Du fait de la nature de la roche et des problématiques de potentielles fracturation en tête lors de la réalisation d'une tranchée d'ancrage, une solution de fixation mécanique sur dalle béton a été préconisée (Fig. 4).

Le poids de la dalle en béton a été dimensionné pour reprendre les efforts engendrés par le poids du GSB, de la géomembrane, du géotextile de protection supérieur et des déchets. Contrairement à un talus de pente plus douce dont les matériaux ont un effet de frottement sur les géosynthétiques, reprenant ainsi une part de poids, le cas d'un parement vertical engendre la prise en compte du poids total des géosynthétiques sollicitant l'ancrage. L'effort des déchets venant en appui contre le parement a également été pris en compte. Le total des efforts calculés et à reprendre en tête sont consignés dans le Tableau 2.

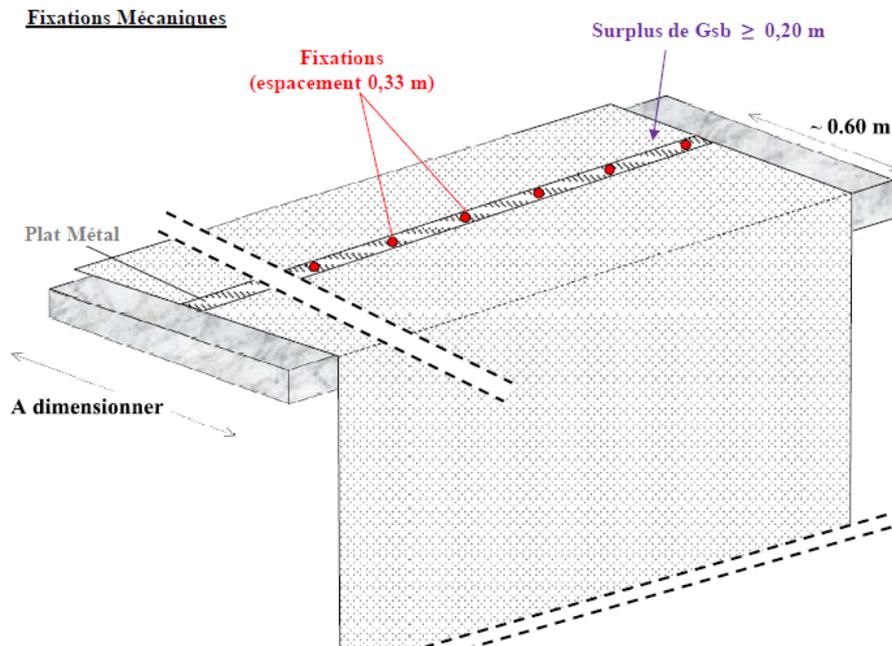


Figure 4. Schéma de principe de fixation mécanique du GSB en tête.

Tableau 2. Efforts à reprendre en tête du parement

Géosynthétiques	Efforts à reprendre (kN/m)
GSB	2,40
Géomembrane	0,46
Géocomposite de drainage	0,36
Déchets	3,69
TOTAL	6,9

2.3. Ancrage intermédiaire du GSB – résistance interne du produit

Au regard des hauteurs de parement et du poids propre du GSB, la résistance du produit sous son poids propre a été vérifiée. Au préalable de la pose des géosynthétiques, le parement a été travaillé afin de rendre un support de pose acceptable et des équipements tels que des liernes métalliques ont été intégrées dans le profilé général du parement afin de créer un ancrage intermédiaire pour les GSB (Fig.5).



Figure 5. Profilés métalliques dans le parement pour ancrage du GSB.

Les GSB ont pour fonction dans le dispositif d'étanchéité de renforcer l'imperméabilité de l'aménagement. Les propriétés principales recherchées pour ce produit sont une épaisseur minimale, une valeur de perméabilité minimale et une non détérioration du produit qui engendrerait la perte des performances recherchées. Un produit a été proposé lors des études d'exécution par l'entreprise. Des calculs ont alors été menés afin de déterminer si la résistance en traction du produit proposé était cohérente avec les hauteurs maximales entre deux systèmes d'ancrage permettant de reprendre les efforts.

La hauteur entre deux systèmes d'ancrage est de 12 m. Considérant une masse surfacique pour le GSB hydraté de 10 kg/m², la masse sur la hauteur de 12 m est de 1,2 kN/m.

A cette masse, doivent s'ajouter les coefficients de sécurité à prendre en compte conformément aux stipulations de la NF P 38067. Les coefficients considérés sont repris ci-dessous :

- Coefficient de réduction à l'endommagement dû aux agressions mécaniques : 1,5 : mise en œuvre sévère ;
- Coefficient de réduction de l'évolution physique due au fluage : 6 : PP/PE ;
- Coefficient de réduction des dégradations chimiques ou biochimiques : 1,30 : pour une classe de durée d'utilisation 4 ou 5 ;
- Coefficients de matériaux : 1,25 ;

Bilan de la combinaison des coefficients pondérateurs : 14,6.

$$R_{tk} \geq 17,52 \text{ kN/m} = 1,2 * 14,6. \quad (1)$$

La résistance en traction du GSB proposé étant de 25 kN/m, la sécurité par rapport à la rupture en traction du GSB d'une longueur de 12 m est assurée.

3. Méthodologie de mise en œuvre

Les calculs ont permis de mettre en avant que le Géosynthétique Bentonitique subissait comme sollicitation son propre poids. La mise en place et la méthodologie associée sont primordiales afin de s'affranchir des problématiques d'endommagements éventuels du produit.

Il a été fait le choix de la mise en œuvre d'un lé complet de GSB sur toute la hauteur du parement afin d'éviter les problèmes de délitage et de perte de bentonite suite à la découpe. Toutefois, afin d'éviter toute sollicitation du produit sous son propre poids, la méthodologie de mise en place s'est faite par étape. Une première étape a consisté en la mise en place du lé et fixation sur l'ancrage en tête, le rouleau étant maintenu en hauteur par une grue. Le déroulage s'est ensuite réalisé jusqu'à l'ancrage intermédiaire en talus, l'entreprise n'étant pas autorisée à dérouler tout le rouleau avant fixation de l'ancrage intermédiaire permettant des reprises d'effort intermédiaires. Les systèmes mis en place et les travaux ont donc fait appel à des spécificités de travaux en hauteur (Fig.7).



Figure 7. Méthodologie de mise en œuvre par déroulage en partant du haut de talus.

Au niveau de la fixation sur les liernes en métal, le GSB est splité par des « clous » présentant une tête large sur des réglettes permettant ainsi de répartir les efforts et également d'assurer la continuité de l'étanchéité. Le GSB se veut être un géosynthétique au pouvoir auto-cicatrisant, de la poudre bentonitique a également été ajoutée au droit de chaque spit afin de renforcer l'étanchéité (Fig.8).



Figure 8. Détail de pâte bentonitique au niveau des ancrages intermédiaires.

4. Conclusions

La mise en place de géosynthétiques dans un cadre réglementaire très précis et dans le cadre d'un support de pose spécifique demande de procéder par étape et de s'assurer à chacune d'entre elles :

- de la conformité réglementaire du dispositif ;
- de la stabilité du dispositif ;
- de la possibilité de réalisation du dispositif.

Comme tout chantier de pose d'un dispositif d'étanchéité comprenant la présence d'un GSB, la mise en œuvre s'est déroulée avec pour problématique majeure de procéder au recouvrement à l'avancement du GSB afin de ne pas exposer ce dernier aux intempéries. La particularité de pose sur ce chantier nécessitant des ancrages différents pour le GSB et la géomembrane, ainsi que l'utilisation d'engins de levage spécifiques. Les travaux en nacelles et encordés ont nécessité une anticipation vis-à-vis des conditions météorologiques et une organisation de chantier spécifique dans un contexte de climat tropical. Tout ceci afin d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur site (notamment par rapport à la prise au vent des géomembranes) et d'assurer la conformité technique du travail réalisé.

5. Références bibliographiques

- Afnor (2006). NF EN 1997-1/NA Eurocode 7 – *Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales – Annexes Nationale à la NF EN 1997-1 : 2005.*
- XP G 38067, *Utilisation des géotextiles et produits apparentés – Stabilisation d'une couche de sol mince sur pente – Justification du dimensionnement et éléments de conception.*