

CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE D'UN DISPOSITIF D'ÉTANCHÉITÉ ET DE DRAINAGE SUR UNE PAROI ROCHEUSE D'UNE ISDnd EN MARTINIQUE

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SEALING AND DRAINAGE GEOSYNTHETICS SYSTEM ON A LANDFILL ROCK WALL IN MARTINIQUE

Mathilde RIOT ¹, Didier ESNAULT ², Marie FORESTIER COSTE ³, Eric ANTOINET ⁴, Jean-Frédéric OUVRY ⁴, Sébastien MONTIES ², Claude BLAD ⁵

1 AFITEX, Champhol, France

2 GEOBIO, Montpellier, France

3 Antea Group, Montpellier, France

4 Antea Group, Olivet, France

5 NGE Fondations, DOMENE, France

RÉSUMÉ – Les sites de stockage de déchets répondent aujourd'hui à une réglementation stricte d'autant plus lorsqu'ils se situent au sein d'anciennes carrières rocheuses. C'est dans ce contexte qu'une conception détaillée et un dimensionnement sur mesure d'un dispositif d'étanchéité et de drainage a été étudié sur une ISDnd en Martinique pour couvrir les parois rocheuses du futur casier. À cela s'ajoute l'étude des moyens d'exécution, le terrassement, la fourniture des géocomposites, la mise en œuvre et son suivi ainsi que le contrôle de la conformité des travaux réalisés. Un projet complexe réunissant les compétences conjointes et coordonnées du maître d'œuvre, du terrassier, du génie civiliste, de l'étancheur et des fournisseurs de géocomposites.

Mots-clés : Installation de déchets non dangereux, carrière, géocomposite de drainage, renforcement, ancrage.

ABSTRACT – Waste management facilities are under specific regulations, especially when they are located in old rock quarries. It is in this context that a detailed design of a sealing and drainage system was studied on a landfill in Martinique, to cover the rock walls of a future cell. In addition, the earthworks, the supply of the geocomposites, quality control of the realized works are presented. A relevant project that brought together the skills of the project manager, the general contractor, the civil engineer, the Geosynthetics installer and suppliers.

Keywords: Landfill, quarry, drainage geocomposite, reinforcement, anchor.

1. Introduction

L'Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDnd) présentée dans cet article se situe en Martinique. La mise en œuvre d'un tel projet en milieu insulaire implique une gestion des déchets particulière. En effet, les anciennes installations existantes étant en fin de vie, il est nécessaire de les réhabiliter et d'avoir en parallèle un exutoire pour les déchets ménagers (OM). Il était donc urgent de créer un site avec un vide de fouille important pouvant recevoir 100 000 à 150 000 tonnes de déchets ménagers et assimilés par an. L'étude de recherche du site le plus approprié pour ce projet aura pris 10 ans. Le contexte et l'analyse technique, environnementale et financière ont amené à considérer la construction de cette ISDnd au sein d'une ancienne carrière rocheuse d'andésite. La conception du site a été réalisée de 2012 à 2014, puis les travaux ont été réalisés entre 2014 et 2017 pour une mise en exploitation de l'ISDnd en juin 2017. Le maître d'ouvrage du projet est le Syndicat Martiniquais pour le Traitement et la Valorisation des Déchets (SMTVD). Le groupement de maîtrise d'œuvre est constitué de ANTEA France – Agence Antilles – Guyane et de l'Agence d'Architecture Henry Jos. La société NGE FONDATIONS a réalisé les travaux de lissage et de sécurisation des parois rocheuses, ainsi que le béton projeté et les longrines d'ancrage. L'entreprise d'étanchéité GEOBIO a réalisé la pose des géosynthétiques. Le producteur de géosynthétique de drainage et de renforcement AFITEXINOV a fourni les géosynthétiques. Cet article a déjà fait l'objet d'un premier article aux 11^{èmes} Rencontres Géosynthétiques (Forestier Coste et al., 2017), qui abordait essentiellement les éléments liés au géosynthétique bentonitique. Ce nouvel

article détaille l'ensemble des étapes de la conception à la mise en œuvre, depuis les phases d'identification du site jusqu'à la pose de l'ensemble des géosynthétiques et de leur dimensionnement.

L'ISDnd présentée ci-après s'inscrit dans un projet plus large nommé complexe environnemental de valorisation et de traitement des déchets du Petit Galion et a pour vocation l'accueil et le stockage des déchets ultimes non dangereux produits par les collectivités, industriels et artisans/commerçants. Le complexe environnemental est composé de l'ISDnd ainsi que d'une plateforme avec unité de pré-traitement mécano-biologique et d'un centre de tri des encombrants.

Le site se trouve au lieu-dit Petit Galion, en limite avec la commune de Trinité (Fig.1). À l'Est se situe la baie du Petit Galion s'ouvrant sur l'océan Atlantique. Implantée sur une ancienne zone agricole, le site couvre une superficie totale de l'ordre de 16 ha.

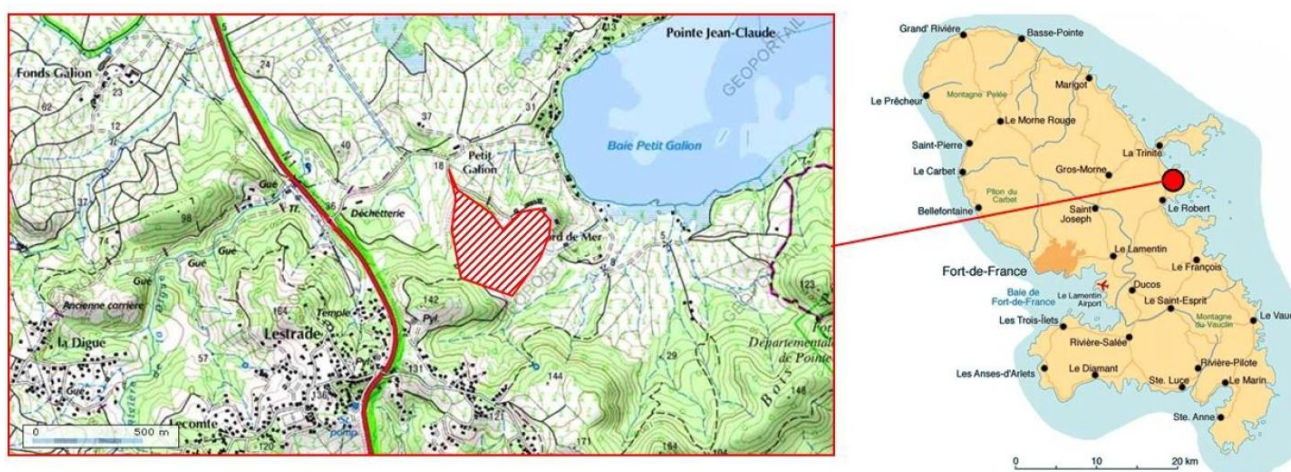


Figure 1. Localisation du site de l'étude

2. Cadre de l'étude : un contexte géographique bien particulier

Le contexte insulaire du projet et son climat particulier, ainsi que la localisation au sein d'une ancienne carrière de roche massive à proximité de la mer sont autant d'éléments qui constituent des contraintes supplémentaires non négligeables dans la réalisation déjà complexe d'un casier d'ISDnd.

2.1. Géologie du site

D'après la carte géologique de la Martinique, la carrière est ouverte dans les coulées de lave andésitique massive datées de 11 millions d'années. Ces coulées reposent directement sur les coulées de basalte datée de près de 15 millions d'années.

L'andésite est une roche dure qui se débite de manière anguleuse (Fig.2). La carrière du Petit Galion est exploitée depuis une trentaine d'année et présente globalement trois niveaux de parements mesurant chacun entre 15 et 25 m de hauteur (Fig.3).



Figure 2. Travail au brise roche hydraulique (BRH) sur l'andésite en parement



Figure 3. Vue de la carrière en cours d'exploitation

Les parements du casier sont donc sub-verticaux et entièrement rocheux sur de grandes hauteurs. De plus, les carrières présentent généralement de grandes hétérogénéités de nature de matériaux, qu'il convient de considérer dans la conception et qu'il est nécessaire de suivre précisément lors de la réalisation des travaux.

2.2. Climatologie du site

Dotée d'un climat tropical, l'île de la Martinique connaît deux saisons liées au niveau de précipitations. Ces deux saisons sont cependant peu marquées car le soleil est présent toute l'année tout comme les précipitations mais avec des intensités qui varient. La saison sèche, de décembre à avril, présente quelques pluies qui sont généralement peu violentes et de courte durée. La seconde saison dite «hivernage» s'étale de mai à novembre et est caractérisée par une atmosphère plus chaude et humide. Des pluies violentes peuvent survenir brusquement. Au regard de cette climatologie particulière, des coefficients spécifiques sont à considérer dans le dimensionnement des géosynthétiques qui constitueront les parements du casier de l'ISDnd.

2.3. Hydrogéologie du site

D'un point de vue hydrogéologique, au droit de la plateforme d'accueil, aucune nappe pérenne n'est présente sur les 10 premiers mètres. Toutefois, lors d'évènements pluvieux, des accumulations d'eau (nappe perchée) peuvent survenir au vu de la nature peu perméable des sols d'altération. Il est donc nécessaire de bien dimensionner les dispositifs de drainage et d'évacuation. En fond de carreau de l'ancienne carrière, un bassin de récupération d'eau pluviale a été réalisé. Ce bassin est équipé d'un système de pompage, dimensionné pour des évènements centennaux, composé de 4 pompes dont la capacité totale de relevage est de 900 m³/h.

2.4. Risques naturels

L'estimation des risques est faite à partir des cartes du Plan Prévisionnel des Risques Naturels (PPRN).

Les risques naturels pouvant impacter la zone d'étude et dont l'aléa est moyen à fort sont les suivants : risque sismique, risque inondation, risque mouvement de terrain, risque volcanisme.

La Martinique est classée en zone 5 du zonage sismique français, d'après le décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismiques. D'après le zonage de l'aléa sismique de la France établi par le BRGM et associé à l'EUROCODE 8, la Martinique est située dans une zone où l'aléa sismique est considéré comme fort. L'accélération sismique de référence est supérieure ou égale à 3 m/s².

3. Cadre réglementaire

Les ISDnd sont des Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE) pour laquelle des aménagements sont définis par arrêtés. L'Arrêté Ministériel (AM) du 9 septembre 1997, modifié par l'AM du 15 février 2016 (Légifrance, 2017) concernant les ISDnd, définit les règles générales concernant la mise en œuvre des sites. Les prescriptions d'aménagement demandées concernent notamment la gestion des effluents,

l'aménagement et les équipements pour l'exploitation ainsi que l'assurance de l'étanchéité du site par la mise en place d'une Barrière de Sécurité Passive (BSP) et d'une Barrière de Sécurité Active (BSA). L'objectif recherché est d'assurer une étanchéité sur l'intégralité du site vis-à-vis des effluents, et ce de manière pérenne, le temps de la durée de vie du site, soit la durée d'exploitation, 27 ans de post-exploitation puis 5 ans de surveillance des milieux.

Chaque site ayant ses spécificités, des études doivent démontrer l'adéquation du système proposé. Dans le cadre de cette ISDnd, et plus précisément concernant l'étanchéité des talus, le système suivant a été proposé (de l'intérieur du site vers le côté parement) (Fig.4) :

- un géocomposite de drainage et de protection traité anti-UV, directement au contact des déchets et ayant pour fonction le drainage des lixiviats à l'intérieur du site et la protection de la géomembrane ;
- une géomembrane (GMB) en PEHD 2 mm assurant la constitution de la BSA du site ;
- un Géosynthétique Bentonitique (GSB) en équivalence à l'absence de remontée d'argile sur toute la hauteur du parement, techniquement compliqué à mettre en œuvre au regard de la géométrie des parements dont le fruit est de plus de 80 degrés. Ce GSB sert également de support de pose à la GMB.

Les talus du site étant constitués de parois rocheuses verticales de 15 à 25 m de hauteur, plusieurs difficultés sont à considérer pour répondre en tout point au cadre réglementaire : le phasage d'exploitation qui doit tenir compte de la géométrie des parements hauts, l'aménagement spécifique vis-à-vis des BSP et BSA au regard de la nature du sol en place, et la géométrie du site vis-à-vis de la faisabilité des travaux et de la pose des géosynthétiques.



Figure 4. Schéma conceptuel de la pose des géosynthétiques sur le parement

4. Conception de l'ISDND

Le site de l'ancienne carrière du Petit Galion présente de nombreuses contraintes présentées précédemment. Les études présentées ci-après montrent la complexité d'adapter la réglementation à un contexte de site si particulier.

4.1. Reconnaissances sur site

L'étape des travaux de reconnaissances du site a pour objectif de définir la faisabilité de l'ISDnd et des aménagements à mettre en place. Elle comporte la contextualisation géologique et hydrogéologique du terrain, analysée sur données bibliographiques, ainsi qu'une phase importante de reconnaissances sur site (Afnor, 2009). Une étude structurale de la roche (Fig.5) a été réalisée, ainsi que 4 campagnes de sondages entre 2005 et 2012 qui ont abouti à plus de 20 sondages carottés ou destructifs allant de 6 à 25 m de profondeur (Afnor, 2006).

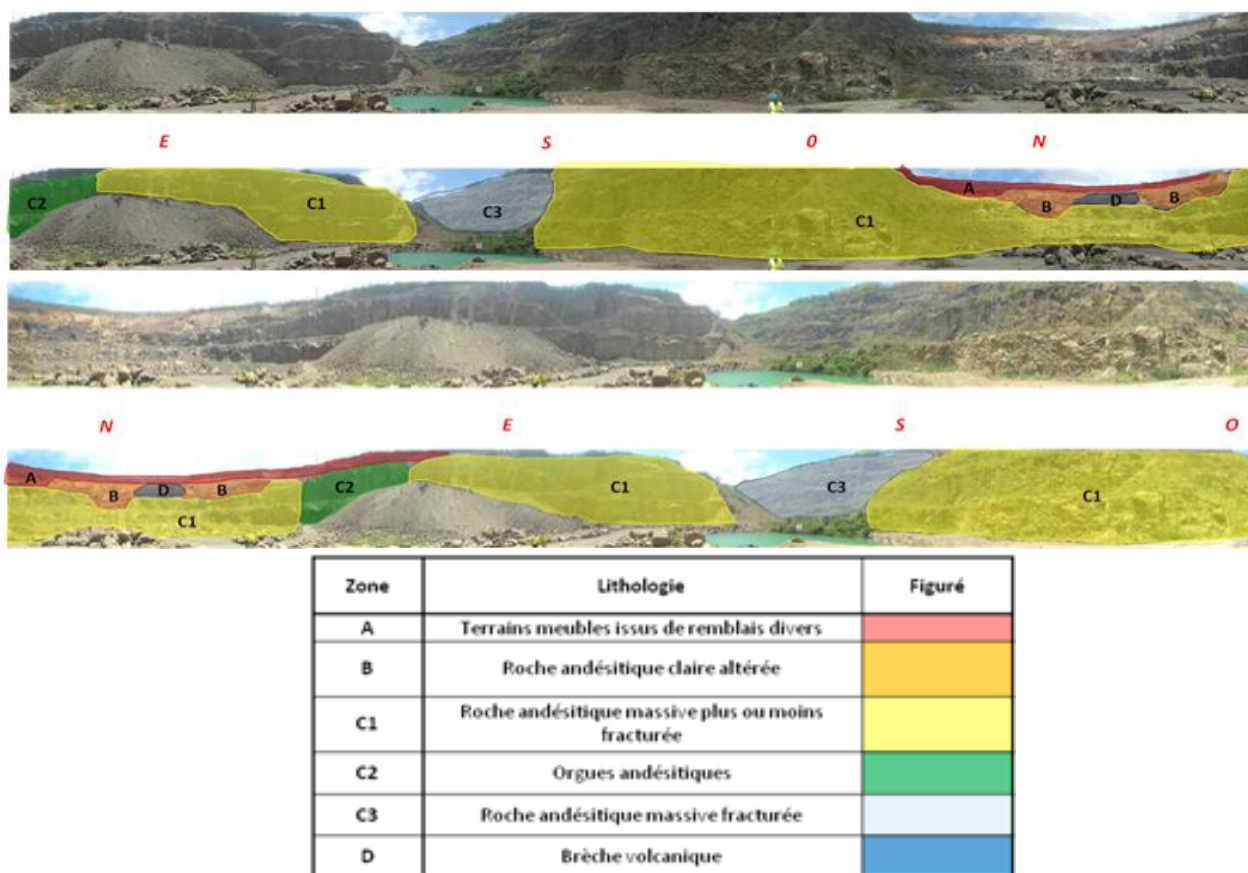


Figure 5. Étude structurale de la roche (E, S, O, N étant l'orientation)

À cela s'ajoute un suivi des niveaux piézométriques, des essais de perméabilités in situ et en laboratoire, puis la définition de modèles géotechniques et lithologiques et enfin une campagne géophysique (Fig.7) avec 2 sondages électriques (Fig.6).



Figure 6. Sondages électriques notés SE01 et SE02 (AB/2 de 140 m) ainsi que 2 panneaux électriques PE01 et PE02 respectivement de 315 m et de 155 m

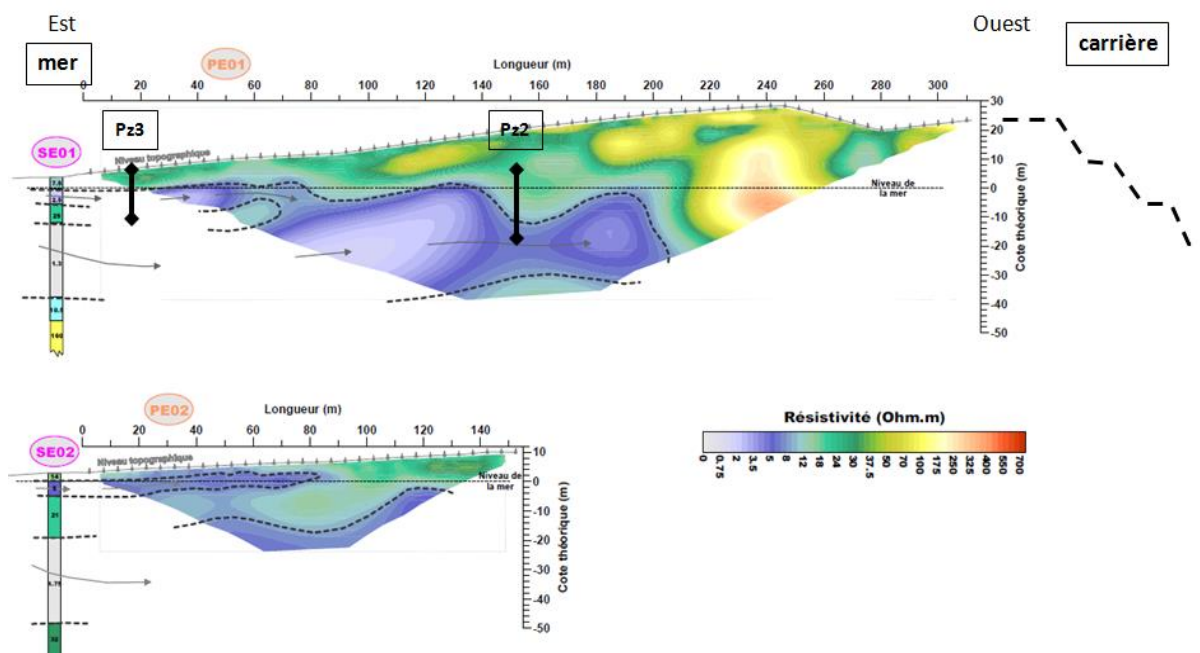


Figure 7. Campagne géophysique

L'analyse de la figure 7 montre qu'au regard du contexte et des résultats obtenus, les très faibles résistivités (entre 0,75 et 3 Ohm.m) peuvent conduire à deux types d'interprétations, soit la présence du biseau salé, soit la présence de matériaux argileux correspondant aux formations volcaniques fortement altérées.

Concernant les valeurs élevées de résistivité (environ 300 Ohm.m) seraient cohérentes avec la présence de matériaux andésitiques rocheux. Afin de conforter l'interprétation des investigations géophysiques, les piézomètres Pz2 et Pz3 représentés par des flèches noires sur la figure ont été implantés dans le but d'atteindre les horizons géo-électriques très peu résistants. Les relevés des niveaux d'eau dans les piézomètres et les analyses ont acté la présence d'eau peu minéralisée dans les piézomètres

4.2. Dimensionnement du complexe géosynthétique pour l'aménagement des parements

Conformément à la réglementation (AM relatif aux ISDnd), l'aménagement retenu sur les parements, soit les talus, comporte (Fig.8) :

- une *BSP équivalente*, qui présente une perméabilité inférieure ou égale à 1.10^{-9} m/s sur au moins 1 mètre d'épaisseur, composée d'un *géosynthétique bentonitique (GSB)* de $5,4$ kg/m² ;
- une *BSA*, composée d'une *géomembrane en PEHD* de 2mm d'épaisseur ;
- un *géocomposite de protection et de drainage* résistant aux sollicitations mécaniques, thermiques et chimiques pendant toute la durée d'exploitation et de suivi long terme, qui assure aussi le drainage des lixiviats vers le fond du casier.

La figure 8 présente la première version de mise en œuvre des géosynthétiques, avec une proposition d'ancrage en tête en tranchée et des ancrages intermédiaires tous les 5 m mettant en œuvre 3 lés de GSB. Le dimensionnement qui suit, basé sur un rampant maximal de 24 m, permettra de mettre en œuvre un ancrage à plat sur longrine en tête et 2 lés de GSB avec un ancrage intermédiaire à 12 m.

Conformément à la norme XP G 38-067 (Afnor, 2010), différentes vérifications doivent être menées afin de s'assurer de la stabilité des géosynthétiques sur le parement. Les vérifications concernent notamment :

- la stabilité des ancrages des géosynthétiques ;
- la stabilité interne des géosynthétiques par reprise des efforts.

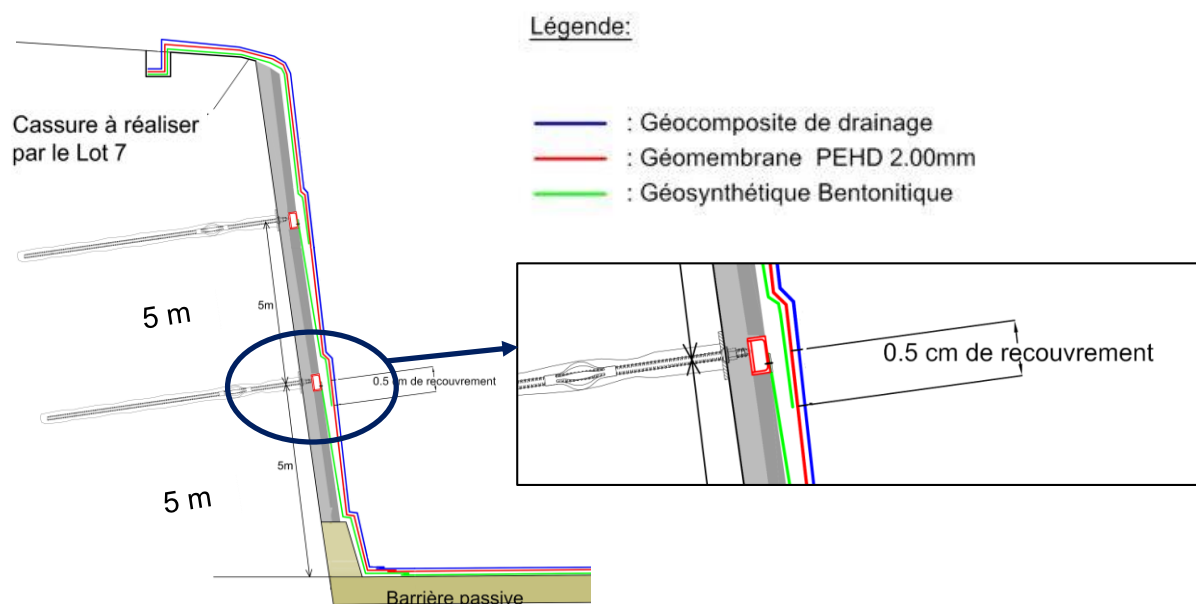


Figure 8. Coupe initiale d'étanchéité et de drainage par géosynthétiques en talus (Source: GEOBIO)

4.2.1. Dimensionnement du géocomposite de drainage et protection

Le géocomposite de drainage et de protection doit combiner plusieurs fonctions afin de répondre à l'ensemble des exigences réglementaires.

Il doit tout d'abord avoir une résistance au poinçonnement (NF EN ISO 122236) élevée pour protéger mécaniquement la géomembrane.

Il doit aussi présenter une fonction de drainage suffisante pour collecter les lixiviats produits par les déchets et les diriger vers le fond du casier.

Il doit ensuite résister aux rayons UV durant toute la durée de remplissage du casier (3 ans maximum).

Enfin il doit avoir une résistance à la traction (NF EN ISO 10319) suffisante pour assurer sa stabilité interne sur le long terme. La résistance en traction nécessaire est calculée par la norme XP G 38-067 afin de pouvoir reprendre les efforts en traction engendrés par les caractéristiques du parement.

Le *Draintube 1500HT FT1 D25 UV* choisi pour ce projet est composé (Fig.9) d'une nappe filtrante traitée anti-UV, d'une nappe drainante et anti-poinçonnante en polypropylène, associées à une géogrille de renfort ainsi qu'un réseau de mini-drains en polypropylène annelés et régulièrement perforés (2 perforations par gorge) selon 2 axes alternés à 90°, de 25 mm de diamètre, espacés tous les mètres. Ces composants sont associés entre eux par aiguilletage afin de préserver les caractéristiques mécaniques et hydrauliques des nappes géotextiles.

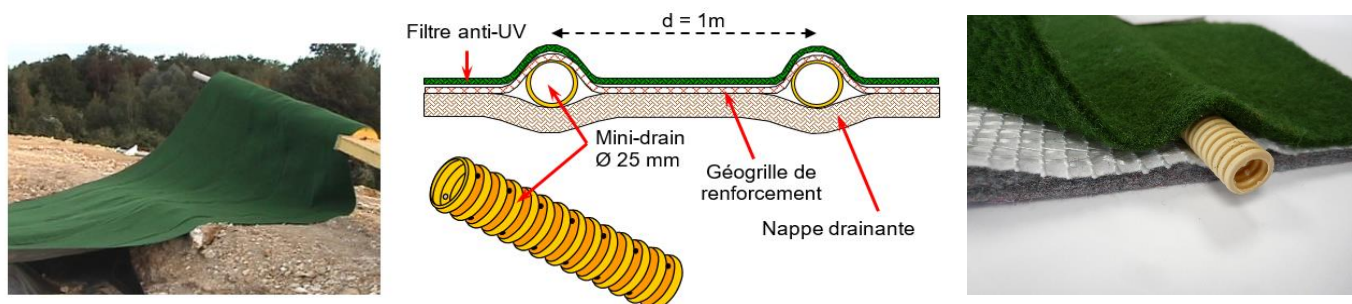


Figure 9. Structure du géocomposite de protection et de drainage supérieur

Ce géocomposite présente les principales caractéristiques adaptées au projet :

- un poinçonnement CBR (NF EN ISO 12236) de 18 kN pour protéger la géomembrane ;
- une résistance aux UV sur une durée de 3 ans en zone d'ensoleillement correspondant à celle de la Martinique, à hauteur de 80% de conservation de ses propriétés en traction au bout de la période indiquée ;

- une résistance à la traction (NF EN ISO 10319) de 90 kN/m pour reprendre les efforts engendrés par les caractéristiques du parement (dimensionnement détaillé ci-après) ;
- une capacité de drainage permettant d'évacuer un flux de projet de 1.10^{-6} m/s sous fortes contraintes (une fois le casier rempli) avec une charge hydraulique limitée.

Le dimensionnement en traction du géocomposite de drainage est réalisé selon la norme NF G 38-067. Elle permet de calculer l'effort maximal en traction T_{MAX} imposée par le projet sur le géocomposite (Tab.1). Ce calcul dimensionne l'effort maximal. Afin de s'assurer que la géomembrane ne serait pas mise en tension, et d'assurer une marge de sécurité face aux ancrages intermédiaires, le géocomposite de drainage répondra aux caractéristiques de traction maximales pouvant intervenir. Ce calcul fait intervenir les composantes tangentielles des forces actives (H_d) et des forces résistantes dues aux frottements ($R_{f,d}$), qui sont présentes au sein de la couche de déchets et à l'interface avec le Dispositif d'Etanchéité par Géosynthétiques (DEG).

La résistance en traction du géocomposite R_{tk} est obtenue en appliquant les coefficients réducteurs appropriés à T_{MAX} (Fig.10).

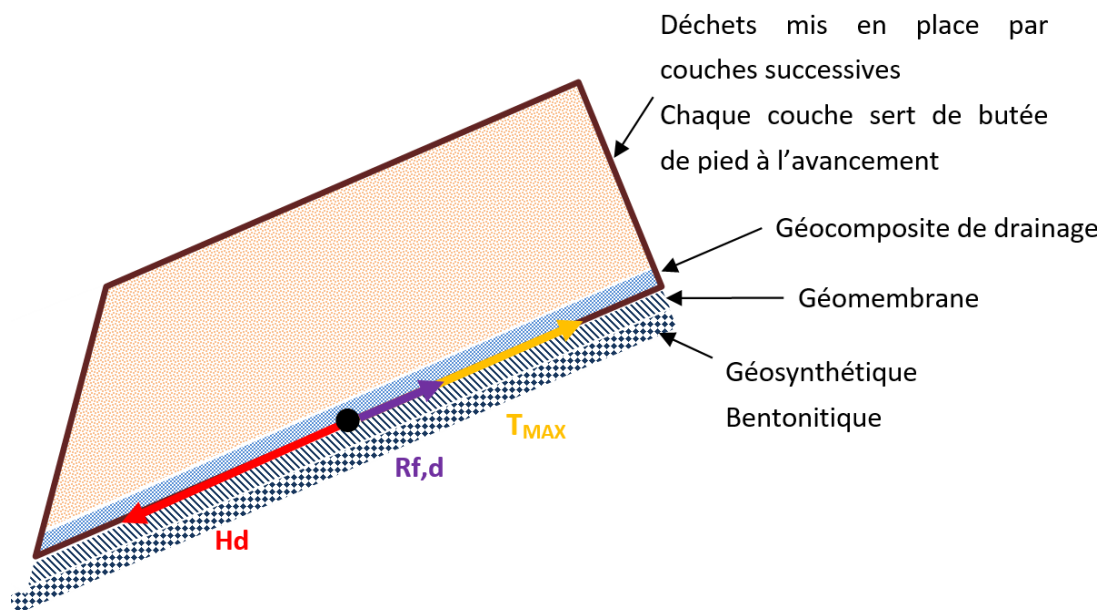


Figure 10. Représentation de l'effort de traction T_{MAX} à reprendre par le géocomposite

Tableau 1. Détermination de la résistance en traction du géocomposite supérieur

Composante tangentielle au plan H_d de l'effort amené par	16,20 kN/m
Résistance ultime Interaction $R_{f,d}$	0,37 kN/m
Effort max. en traction T_{MAX}	15,85 kN/m
Coefficient réducteur d'endommagement (peu sévère) τ_{end}	1,15
Coefficient réducteur fluage τ_{flu} (PP)	3
Coefficient réducteur dégradation τ_{deg} (PP et pH de 4 à 9)	1,3
Coefficient de résistance à la traction γ_{MT}	1,25
Coefficient réducteur global = $1,25 \times \tau_{end} \times \tau_{flu} \times \tau_{deg}$	5,60
Résistance à la traction du géotextile R_{tk}	$\geq 88,78$ kN/m

4.2.2. Justification et ancrages du géosynthétique bentonitique

Une attention particulière est apportée aux calculs qui concernent l'ancrage du GSB car dans la configuration d'un parement sub-vertical, c'est celui-ci qui se trouve être le plus critique (CFG, 1998).

Les paramètres utilisés pour ce dimensionnement sont les suivants : une hauteur de 24 m pour un fruit de parement de 80 degrés, un taux d'humidité élevé pouvant dépasser les 70% qui nécessite de considérer que le GSB de masse surfacique $5,4$ kg/m² est en condition saturée, soit un poids de 10 kg/m².

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, il est envisagé une fixation mécanique en tête sur une dalle béton (Fig.11).

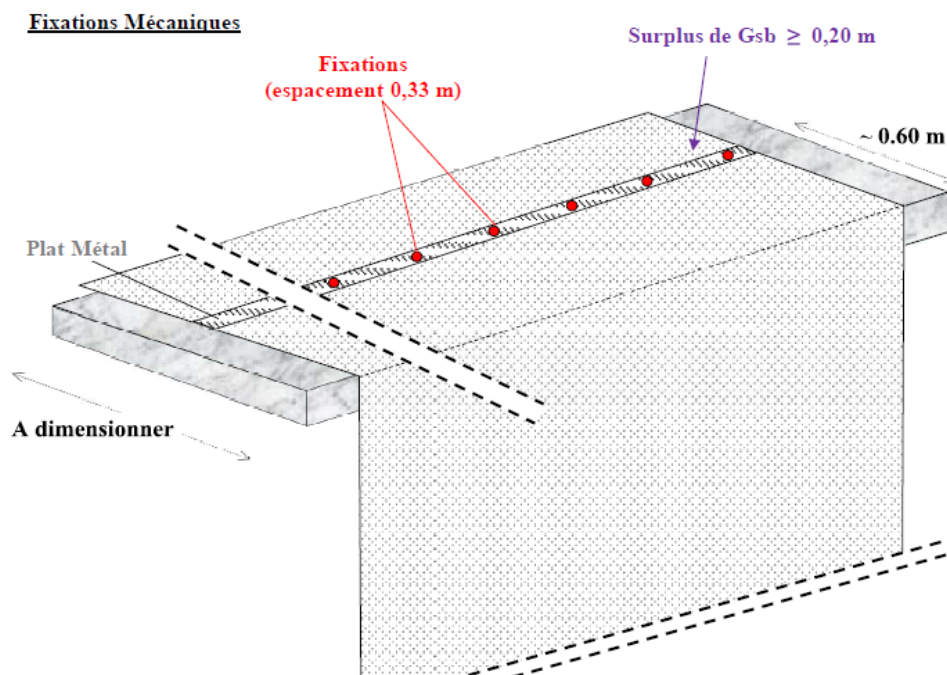


Figure 11. Schéma de principe de fixation mécanique du GSB en tête

Le poids de la dalle en béton a été dimensionné pour reprendre les efforts engendrés par le poids du GSB, de la géomembrane et du géotextile de protection supérieur (Tab.2). Contrairement à un talus de pente plus faible, où le frottement aux interfaces permet de reprendre une partie des efforts engendrés par le poids des matériaux, le cas d'un parement sub-vertical nécessite la prise en compte du poids total des géosynthétiques sollicitant l'ancrage. L'effort supplémentaire provenant des déchets en appui contre le parement a également été pris en compte.

Contrairement au dimensionnement du géocomposite de drainage, l'effort à reprendre au niveau de l'ancrage en tête du parement ne tient pas compte des coefficients réducteurs du géocomposite et intègre le frottement entre les couches, plus important au niveau de l'ancrage à l'horizontal.

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

Une deuxième fixation, intermédiaire, en milieu de parement est aussi réalisée. La résistance interne du GSB a été tout d'abord validée en considérant les différentes hauteurs de parement ainsi que le poids propre du géosynthétique. Le parement a été reprofilé en amont de la pose et également suite à des essais en grandeur nature pour définir le mode de fixation adéquat. Le but était de proposer un système d'accroche permettant de répartir le plus uniformément possible les sollicitations sur le GSB. Des liernes métalliques ont ainsi été intégrées dans le profil général du parement (Fig.12).



Figure 12. Profils métalliques dans le parement pour ancrage du GSB

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. À cette masse, doivent s'ajouter les coefficients de réduction à prendre en compte conformément à la norme NF G 38-067. Les coefficients considérés sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3. Détermination de la résistance en traction du GSB

Coefficient réducteur d'endommagement (mise en œuvre sévère) τ_{end}	1,5
Coefficient réducteur fluage τ_{flu} (PP/PE)	6
Coefficient réducteur dégradation τ_{deg}	1,3
Coefficient de résistance à la traction γ_{MT}	1,25
Coefficient réducteur global = $1,25 \times \tau_{end} \times \tau_{flu} \times \tau_{deg}$	14,6
Résistance à la traction du géotextile R_{tk}	$\geq 17,52$ kN/m $= 1,2 * 14,6$ kN/m

Pour le calcul de l'ancrage en tête, le rampant considéré est de 24 m par mesure de sécurité. Le GSB est quant à lui dimensionné avec une longueur de 12 m correspondant au point d'ancrage intermédiaire car il est posé deux lés superposés au niveau de l'ancrage. 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 et sécuritaire.

5. Mise en œuvre sur site

5.1. Terrassement et préparation du support de pose du dispositif d'étanchéité par géosynthétiques

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 les géosynthétiques. Le modelage initial des parements a été une lourde phase préparatoire. Des confortements ont été réalisés et environ 15 000 m³ de roches ont été extraites pour le lissage, afin d'enlever tous les surplombs rocheux, de stabiliser et de sécuriser les flancs avant leur bétonnage. L'objectif, par ailleurs rappelé par la réglementation, est de proposer un système d'étanchéité avant tout efficace et pérenne dans le temps.

5.2. Mise en œuvre des géosynthétiques

Afin d'éviter les problèmes de délitage et de perte de bentonite suite à sa découpe, le GSB est posé en lés dissociés en plusieurs éléments sur toute la hauteur du parement et ancré de manière intermédiaire par des longrines. La méthodologie de mise en place s'est faite par étape pour éviter toute sollicitation du produit sous son propre poids. Le lé est d'abord fixé sur l'ancrage en tête, le rouleau étant maintenu en hauteur par une grue. Le déroulage 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 méthodologies spécifiques aux travaux de grande hauteur (Fig.13).

Au niveau de la fixation sur les liernes en métal, le GSB est fixé par des « clous » sur des réglettes permettant ainsi de répartir les efforts et également d'assurer la continuité de l'étanchéité (Fig.14).



Ancrage sur la longrine en tête de parement

Figure 13. Méthodologie de mise en œuvre par le haut du talus



Figure 14. Détail des ancrages intermédiaires avec ajout de pâte bentonitique pour garantir l'étanchéité

La géomembrane et le géocomposite de drainage sont ensuite déroulés et ancrés de la même façon. Les rouleaux de géocomposite de drainage ont été réalisés avec des longueurs spécifiques pour ne pas avoir de reprise en milieu de parement (Fig.15). La mise en œuvre d'un géocomposite de drainage constitué de mini-drains annelés et uniquement perforés à l'intérieur des gorges apporte une âme drainante qui ne présente pas de fluage même sous forte contrainte (1300 kPa). Le géocomposite assure ainsi la continuité du drainage même au niveau des coudes et des irrégularités de la structure, sans se pincer ou s'écraser, même en présence d'une forte charge.

Les rouleaux faisaient entre 20 et 30m de long, pour un diamètre de 1,50 m environ.



Figure 15. Calepinage sur mesure du géocomposite de drainage anti-UV

6. Conclusions

La réalisation d'une ISDnd sur l'ancienne carrière rocheuse du Petit Galion en Martinique était un projet ambitieux et complexe du fait des nombreuses contraintes du site (milieu insulaire, climat particulier, carrière rocheuse) à considérer dans un cadre réglementaire très précis. Le talus rocheux sub-vertical de grande hauteur était notamment le plus contraignant pour le respect de la réglementation et pour la pose des géosynthétiques. Tout cela a impliqué de procéder par étapes et de s'assurer de la conformité de chacune d'entre elles : conformité réglementaire du dispositif, stabilité du dispositif, possibilité de réalisation du dispositif. Un tel ouvrage n'aurait pas pu aboutir sans l'usage des géosynthétiques, dimensionnés sur mesure pour répondre aux contraintes du site.

7. Références bibliographiques

- Afnor (2009). BPX 30-438, *Guide de bonnes pratiques pour les reconnaissances géologiques, hydrogéologiques et géotechniques d'ISDnd.*
- Afnor (2006). NF EN 1997-1/NA Eurocode 7 – *Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales – Annexes Nationale à la NF EN 1997-1 : 2005.*
- Afnor (2010). XP G 38-067, *Utilisation des géotextiles et produits apparentés – Stabilisation d'une couche de sol mince sur pente – Justification du dimensionnement et éléments de conception.*
- CFG (1998). Fascicule n°12. *Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par Géosynthétiques Bentonitiques.*
- Forestier Coste et al. (2017). *Système d'étanchéité des parois d'une ISDnd dans une ancienne carrière d'andésite en Martinique – 11èmes Rencontres Géosynthétiques – p.91.*
- Légifrance (2017). *Arrêté du 15 février 2016 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux – Version consolidée au 10 février 2017.*
- NF EN ISO 12236 (2006) *Géosynthétiques - Essai de poinçonnement statique (essai CBR).*
- NF EN ISO 10319 (juillet 2015) *Géosynthétiques - Essai de traction des bandes larges.*

Crédit photographique : Figures 5, 6, 7 (ANTEA) ; Figure 8 (GEOBIO)