

MESURE DE PROTECTION DES SOLS ET DE LA NAPPE PHRÉATIQUE PAR UN CONCEPT INNOVANT DE GÉOSYNTHÉTIQUE BENTONITIQUE

GROUNDWATER AND SOIL PROTECTION WITH A NEW CONCEPT OF GEOSYNTHETIC CLAY BARRIER

Aristide HEHNER, Frédéric LE BACCON, Sébastien MATTLIN
Naue Applications S.A.R.L., VIENNE, France

RÉSUMÉ – Dans une région particulièrement sensible aux contraintes environnementales, la construction d'un moyen d'accès au Puy de Dôme exige des mesures très particulières pour faire face à l'augmentation du nombre des touristes et ainsi au risque potentiel de pollution accidentelle qui ne doit en aucun cas entraver la qualité de l'eau de la nappe phréatique. Cet exposé présente les différentes exigences et les procédures et réponses apportées, et explique comment les zones de parking sont imperméabilisées par un géosynthétique bentonitique de nouvelle génération afin d'assurer l'objectif donné.

Mots-clés : géosynthétique bentonitique, dimensionnement, protection des sols, eau potable.

ABSTRACT – In the picturesque area of Puy de Dome in the region of Auvergne, the construction of the panoramic train line brought with it special considerations: the increase in visitors and the number of cars should not create an environmental problem for the existing groundwater. This paper describes how the parking areas were sealed by a new generation of geosynthetic clay liners, preventing effluents from contaminating the groundwater. It discusses the requirements, the testing carried out and describes how the car parks were constructed.

Keywords: geosynthetic clay liner, security design, drinking water resources, soil protection.

1. Introduction

Ouvert depuis le printemps 2012, le « Panoramique des Dômes » est le nouveau moyen sécurisé et écologique utilisant un train à crémaillère pour accéder au sommet du Puy de Dôme en moins de 15 mn à une vitesse moyenne comprise entre 20 et 30 km/h.

Initié par le Conseil Général du Puy de Dôme, le « Panoramique des Dômes » a été conçu et construit par le groupe SNC-Lavallin, un des leaders mondiaux dans l'ingénierie-construction.

Les aménagements sont composés d'une maison du site avec une gare de départ du train à crémaillère, un centre de maintenance et d'une aire de stationnement pour véhicules. Cette aire de stationnement d'une capacité de 1000 places est installée sous un couvert végétal afin d'atténuer l'impact paysager depuis le sommet du Puy de Dôme. Cette installation s'insère dans une conception soumise à des prérequis essentiels :

- préservation du milieu naturel
- préservation des ressources en eau (points de captage d'eau potable)
- préservation des identités paysagères

En effet, Classé Grand Site de France, le Puy de Dôme est aussi classé au titre de la loi 1930 [sur les monuments naturels et les sites] et dispose d'espaces protégés Natura 2000, de zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) et de zones de captage d'eau.

Ainsi tout l'écoulement des eaux sera collecté en points bas et rejeté dans des zones en aval de la zone de captage de l'eau.

L'article présente les différents aménagements réalisés avec un nouveau type de GSB offrant un niveau de sécurité supplémentaire rendu nécessaire pour un site sensible.

2. Les solutions d'aménagement

2.1. Les infrastructures

L'objectif est de traiter l'ensemble des aires de stationnement, les zones de circulation et les noues de collecte des eaux pluviales sur le principe de la figure 1 par une barrière étanche à base de bentonite.

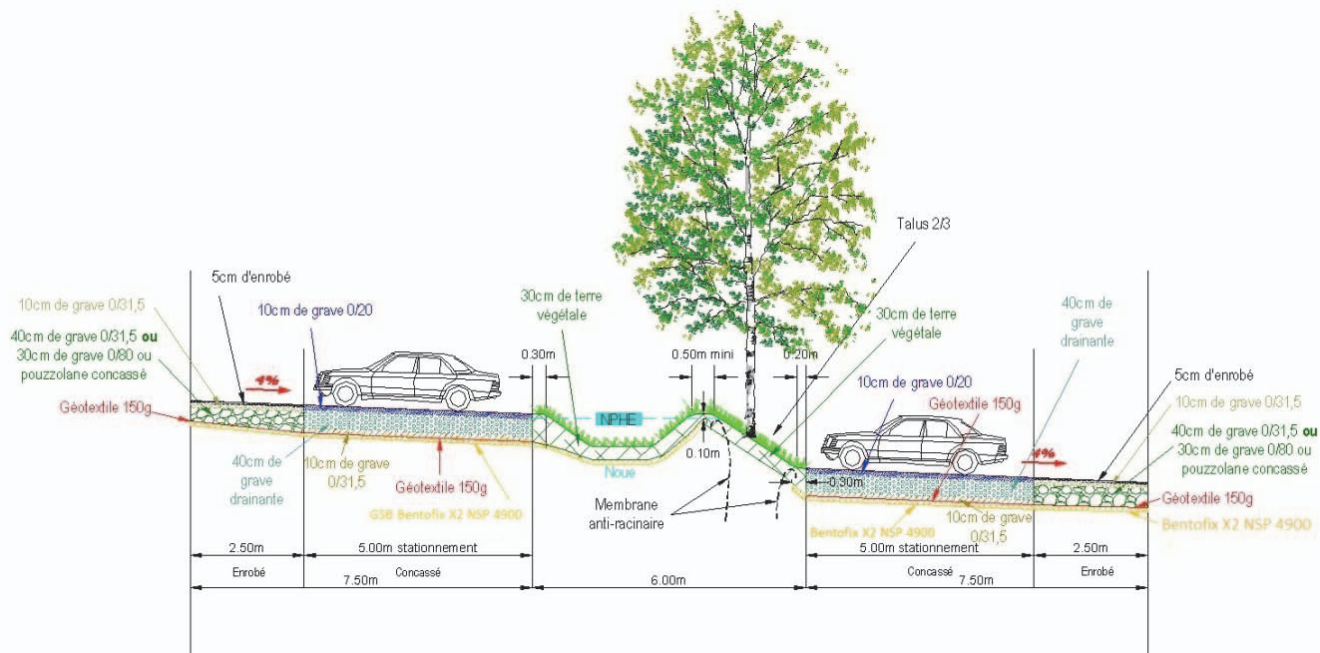


Figure 1. Exemple de zone aménagée (Infra services 2009)

Les travaux étant soumis à une charte « chantier vert », l'utilisation de matériaux durables, d'origine locale, ont orientés le choix du matériau de confinement de la barrière bentonitique vers une roche d'origine volcanique criblée.

2.2. Le choix de la barrière

Afin de renforcer l'aspect sécurité vis-à-vis d'un possible échange ionique avec le matériau de confinement, le géosynthétique bentonitique (GSB) est recouvert d'une couche polymérique sur toute la surface tel que décrit dans la figure 2. Ce produit répond à la définition des géotextiles bentonitiques enduits du Fascicule 13 du Comité Français des Géosynthétiques (CFG, 2011). Le revêtement polymère en polyoléfine est extrudé et fixé uniformément et de façon continue sur la face externe du géotextile tissé. Le GSB est constitué de bentonite sodique.

Indépendamment du fait que l'étanchéité polymérique assure seule un coefficient de perméabilité de $K < 10^{-12}$ m/s selon NF EN 14150 (gradient hydraulique de 10 m), elle empêche le ruissellement et le lessivage de la bentonite.

En partant du principe que le sous-sol à une humidité naturelle, l'hydratation de la bentonite sous étanchéité polymérique ne peut se faire qu'en phase vapeur (MEEDDAT, 2009) car l'eau de percolation du matériau de confinement ne peut atteindre la couche de bentonite comme illustré dans la figure 3 a. Les molécules d'eau en phase vapeur assurant l'hydratation de la bentonite, et n'étant pas chargée en ions calcium, permettent des conditions d'hydratation idéales et sans interaction chimique dès le départ (figure 3 b). Le procédé de pré-hydratation a été conseillé à une époque où les inconvénients de cette méthode n'étaient pas connus (réaction avec l'eau claire, sollicitations mécaniques, exposition aux sollicitations mécaniques en état hydraté (gonflé)).

Concernant la surface de recouvrement, une largeur de 0,5 m est respectée afin d'assurer la continuité de l'étanchéité et d'empêcher que des eaux chargées puissent atteindre le GSB avant l'hydratation complète de la bentonite.

Le GSB retenu a des bords latéraux de 0,5 m large imprégnés de bentonite pour le traitement des joints. Les valeurs des débits mesurés au lysimètre pour la zone de recouvrement sont inférieures aux valeurs des débits d'une section courante de GSB (Insavalor, 2009).

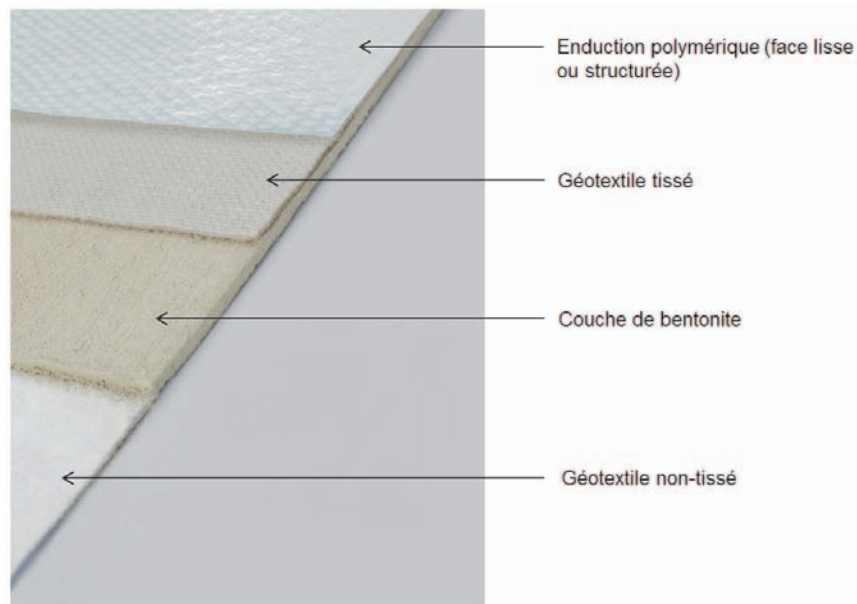


Figure 2. Composants du GSB enduit

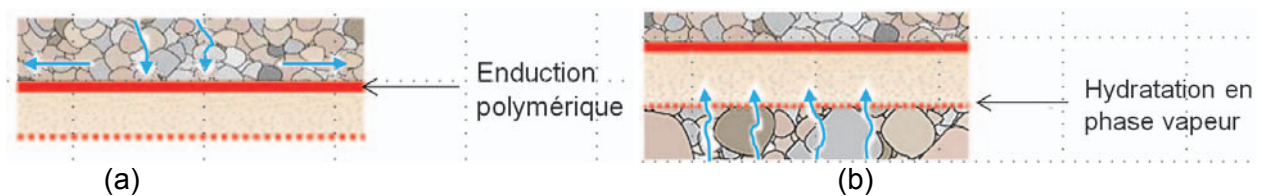


Figure 3. Illustration du fonctionnement d'un GSB enduit : (a) protection, (b) hydratation

2.3. Planche d'essai

Une planche d'essai a été réalisée sur chantier afin d'évaluer le comportement du GSB face aux sollicitations d'endommagement liées aux conditions réelles de mise en œuvre. L'utilisation des matériaux naturels issus d'un criblage et mis en contact direct avec le GSB devaient être évaluée par rapport à leur agressivité. Différents niveaux de protection par géotextiles non-tissés ont été évalués en condition réelle de mise en œuvre telle qu'illustrée sur la figure 4. Le niveau de protection testé allait de 2,0 kN à 7 kN selon la norme NF EN ISO 12236. Après circulation d'un engin (tombereau et bull à chenilles), le GSB a été exhumé pour observation. Le critère de validation du géotextile de protection était le non poinçonnement de l'enduction du GSB évalué visuellement, l'enduction étant placée au contact direct du matériau de confinement.



Figure 4. Planche d'essai *in situ*

Une protection par un géotextile de 400 g/m² de masse surfacique offrant une résistance au poinçonnement CBR de 4,5 kN a été retenue par la Maîtrise d'œuvre Infra Services.

2.4. Description de la structure

Dans le cas des zones parking et noues paysagères, l'enduction polymérique est orienté vers le ciel, limitant ainsi le contact direct des eaux de percolation avec la bentonite. La structure retenue est décrite dans la figure 5 ci-dessous.

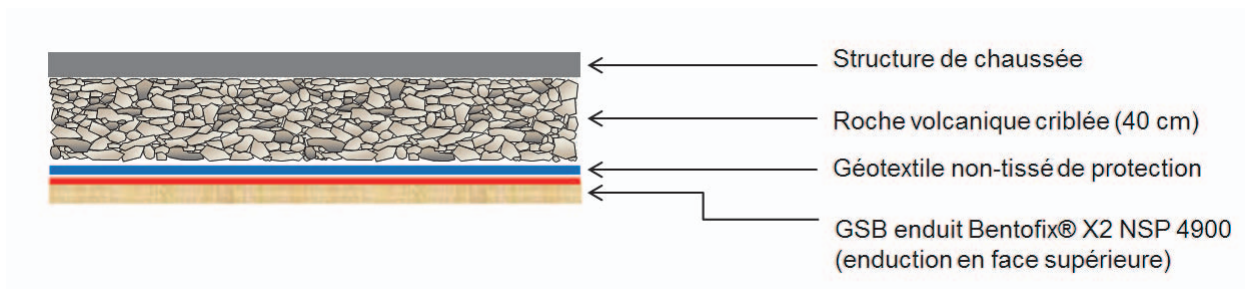


Figure 5. Structure mise en œuvre

3. Mise en œuvre

La mise en œuvre du GSB a été réalisée par l'entreprise BHD Environnement et les opérations de terrassement et confinement par l'entreprise Malet. Plus de 40 000 m² de GSB ont été appliqués sur les différentes zones et le bassin de collecte des eaux.

La figure 6 (a) illustre le produit installé dans une noue de collecte des eaux avant son confinement en terre. Sur la figure 6 (b), on peut voir la mise en œuvre du confinement en matériau volcanique dans les zones de parking destinées au stationnement des véhicules légers.



Figure 6. Mise en œuvre du GSB enduit : (a) noues, (b) zone de parking

Sur la figure 7, on peut voir la technique de mise en œuvre du GSB par l'entreprise pour traiter ici un bassin de collecte des eaux issues des noues.



Figure 7. Mise en œuvre du GSB au palonnier

4. Le site aménagé

Outre l'objectif consistant à améliorer la protection du site, les différents aménagements du site ont eu pour cible l'intégration paysagère des différents aménagements. La création d'une aire de stationnement de 1 000 places destinées aux 400 000 visiteurs annuels, ne devait pas entraver les qualités esthétiques du site. L'on peut voir sur la figure 8 l'aménagement final du site au niveau de cet aire de stationnement (figure 8 a) avec une zone de cheminement piétonnière amenant à la gare du train à crémaillère (figure 8 b).



(a)



(b)

Figure 8. Le site aménagé : (a) zone de parking, (b) zone piétonnière

La figure 9 illustre les aménagements paysagers réalisés au niveau des ouvrages de collecte des eaux de ruissellement avant traitement et rejet.

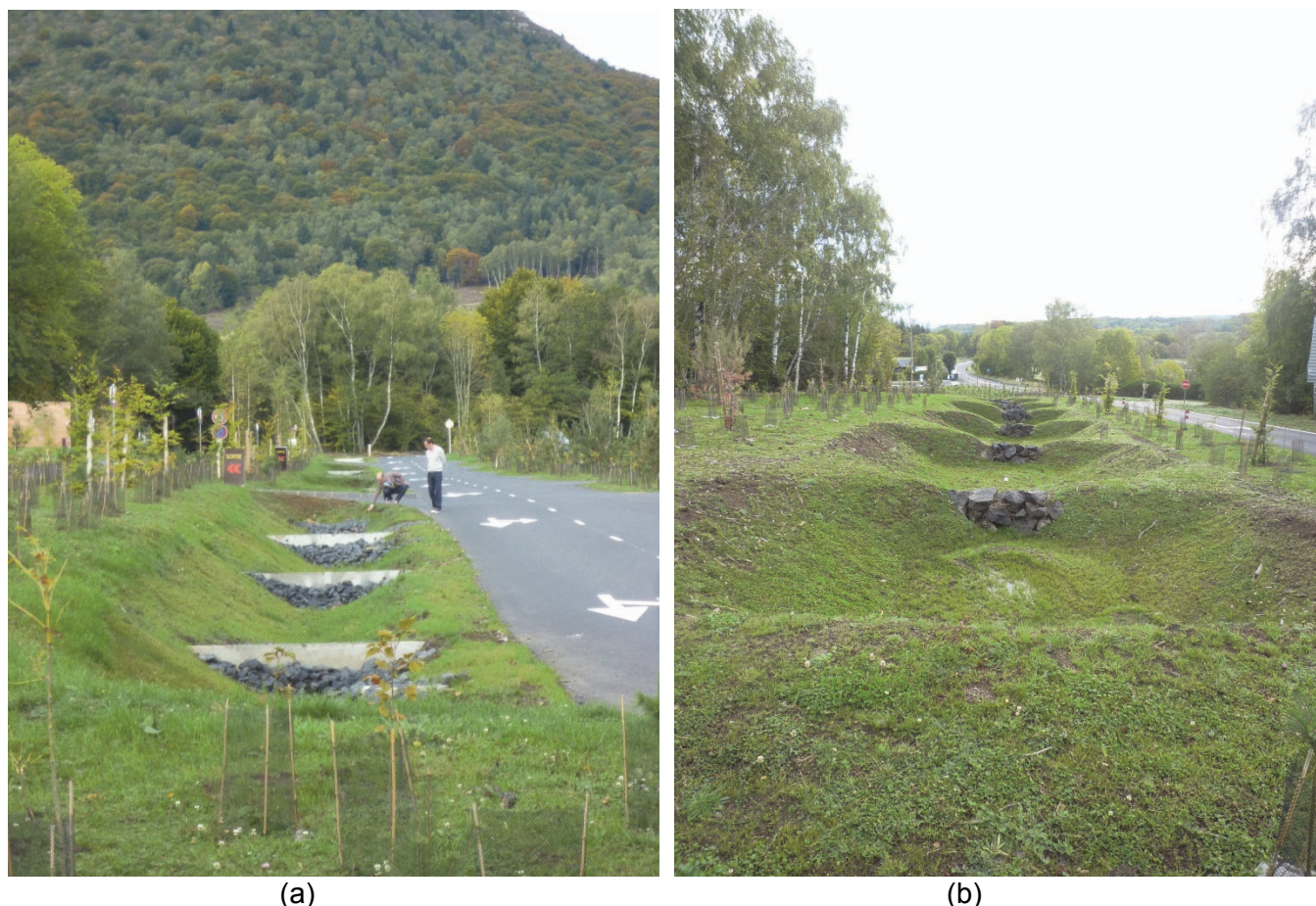


Figure 9. Le site aménagé : (a) noeus, (b) exutoire vers le bassin avant rejet

5. Conclusions

Depuis juin 2012, un nouveau train à crémaillère, le Panoramique des Dômes, transporte les visiteurs au sommet du puy de Dôme, l'emblème du département, culminant à 1 465 mètres sur la chaîne des Puy. Le projet, nommé « Réorganisation de l'accès au sommet du Puy de Dôme », s'inscrit dans une démarche de développement durable. L'un des objectifs étant d'améliorer le niveau de protection environnemental du site, a été atteint par l'utilisation d'une nouvelle génération de GSB : Géosynthétique Bentonitique enduit. Un revêtement polymère extrudé est fixé sur la face du géotextile tissé, propose une couche supplémentaire de faible perméabilité et étanche immédiatement avant l'hydratation du GSB. Le revêtement apporte une protection supplémentaire au GSB contre l'échange ionique avec un fluide chargé, une protection contre la dessiccation du GSB ainsi qu'une protection contre la pénétration des racines.

D'avantages d'information sont disponibles sur le site internet www.panoramiquedesdomes.fr.

6. Références bibliographiques

- CFG (Comité Français des Géosynthétiques) (2011). Fascicule 13. Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques bentonitiques en installations de stockage de déchets, 84 pages.
- Infra Services (2009). Réorganisation de l'accès au sommet du puy de Dôme. Dossier de figures.
- Insavalor (2009). Rapport d'essai N°2131/24 8 1. Détermination du débit de liquide par unité de longueur de recouvrement suivant la norme (pr) NF P 84-706, 13 pages.
- MEEDDAT (Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire) (2009). Guide de recommandations pour l'évaluation de « l'équivalence » en étanchéité passive d'installation de stockage de déchets, Version 2, Paris, France, 50 pages.