

ÉTANCHEITE DE PAROIS DE TERRILS

IMPERVIOUS FACING TO WASTE TIPS

M. BALLIE
COLAS FRANCE

R. STUDIO
COLAS CENTRE HAUT-RHIN

B. BREUL
COLAS S.A.

► Résumé

La méthode d'étanchéité choisie pour éviter la lixiviation par les eaux de pluie de terrils des mines de potasse d'Alsace est innovante car elle permet l'essorage du terril. Les eaux de pluie recueillies sur l'étanchéité n'ayant pas été en contact avec le sel peuvent être dirigées vers le réseau des eaux pluviales.

La géomembrane bitumineuse a permis de contribuer à soulager la nappe du Rhin d'un apport chronique de sels et à protéger ainsi notre environnement et les ressources en eaux potabilisables.

Mots clés : couverture, terril, lixiviation, bitumineuse, géomembrane

► Abstract

The approach used to prevent rainfall leaching chemicals from a waste tip at a potash mine in north-east France is innovative because it allows the tip to drain. Rainfall shed by the waterproof covering does not come into contact with the salt and can be discharged to the storm sewer system. The bituminous geomembrane is helping relieve the Rhine from chronic salt inflows, protect the environment, and conserve drinking water resources.

Keywords: *impervious covering, waste tip, leaching, bituminous, geomembrane*



Photo 1 Vue générale du site avec différentes phases du chantier :
préparation du support, géotextile, géomembrane, recouvrement en terre /
*Overview of the site with different phases of the work:
preparation of the support, geotextile, geomembrane, covering soil.*

1 PRESENTATION

L'industrie produit des quantités importantes de déchets non valorisables pour l'instant. Pour des raisons économiques, ceux-ci sont stockés sous forme de terrils près des lieux de production.

Ces terrils sont toujours très visibles, près des puits de mines dont l'exploitation s'est arrêtée, pratiquement sur tout le territoire français.

Certains terrils ne présentant pas de danger connu pour l'environnement (mines de charbon) et la pousse tardive d'une végétation sauvage facilite leur intégration dans le paysage.

Dans certains cas, les stériles stockés en terrils se dissolvent sous l'action des eaux pluviales et entraînent des matériaux polluants vers les eaux naturelles, cours d'eau et nappes souterraines.

Deux solutions principales sont possibles :

- enlever les matériaux pollués ou lixiviables par la pluie et les transporter dans des décharges adaptées;
- étancher les parois et sommets des terrils et recueillir en pied, les eaux pluviales de manière qu'elles n'aient aucun contact avec les matériaux polluants stockés.

La première solution est d'un prix très élevé parce qu'elle implique des transports importants sur de grandes longueurs vers des décharges appropriées.

Depuis 12 ans, la couverture des terrils par une "géomembrane bitumineuse" engazonnée ou non, a donné des résultats très positifs pour des réalisations de différentes natures dans le Nord, en Normandie et en Alsace.

2 EXEMPLE D'IMPERMEABILISATION DE PAROIS DE TERRILS DANS LE NORD

L'agence de Lille de COLAS Nord Picardie a, dès 1986, étanché des terrils avec des géomembranes COLETANCHE engazonnées ou non.

2-1 Terril de Wattrelos (59)

En 1986, un travail important a été réalisé à Wattrelos (59) sur un terril de résidus de traitement de minerais de chrome désignés sous le nom de charrées.

Ce stockage haut de 10 mètres avec une emprise au sol de 40.000 m² comportait un sommet plat avec une pente de 1,5 % d'une surface d'environ 20.000 m². Celle-ci a été imperméabilisée par une géomembrane bitumineuse de 3,9 mm d'épaisseur. Les eaux recueillies ont été dirigées par des pentes appropriées vers un bassin tampon de 6.000 m³ de capacité. Ce dernier a été protégé par 12.000 m² d'une géomembrane de même nature et l'eau stockée dans ce bassin est renvoyée dans un ouvrage de restitution.

Ces étanchéités n'ont pas été protégées en surface et depuis 12 ans résistent bien à l'action du soleil et des U.V.

L'application de la géomembrane sur le sommet du terril a été effectuée par une machine à souder automotrice. Du fait d'un vent important, cette géomembrane a été ancrée dans le sol; cette disposition étant complétée par la pose de blocs en béton placés sur une feuille découpée de géomembrane pour éviter le poinçonnement de la première étanchéité.

La cadence d'application a été rapide (3.000 m²/jour, pour le dessous du terril et un peu réduite -2.000 m²- pour le bassin).

2-2 Confinement des terres usées de Carilhem (59)

En 1990, la D.D.E. du Nord s'est trouvée devant le problème du stockage de 18.000 m³ de charrées à évacuer des remblais des rampes d'accès d'un pont sur les voies S.N.C.F. à Carilhem.

En 1990, ces terres polluées ont été, transportées le long d'une face du terril de Wattrelos et stockées dans une enceinte fermée par 7.000 m² d'un complexe étanche comprenant une géomembrane bitumineuse.

Le tableau ci-après, donne les caractéristiques de ce complexe sur le terrain de fondation décapé et sur les autres faces.

Complexe d'étanchéité du confinement des terres usées (de l'intérieur vers l'extérieur)

Radier	Face s'appuyant sur le grand terril	Couverture du stockage	Faces côté extérieur
Ballast 50 cm	Géotextile	Drains d'air	Géotextile
Sable 10 cm	Géomembrane	Géotextile	Géomembrane
Géomembrane	Matelas de drainage	Géomembrane	Gazon
Matelas de drainage			

Le dessus du stockage ainsi réalisé a été nivelé avec une pente de 1,5 % conduisant les eaux pluviales vers le bassin tampon du terril décrit en 2-1.

Les talus extérieurs sont visibles du voisinage et il a donc été nécessaire, pour des raisons d'aspect, de recouvrir de gazon, la géomembrane du talus.

Du fait de la pente, la terre a été placée, pour ne pas glisser, dans des gabions plats de 17 cm de haut ; cette terre a été enveloppée par le dessous et les côtés par un géotextile pour ne pas s'écouler vers l'extérieur.

La surface appliquée étant plus faible, il n'a pas été nécessaire de prendre de précautions contre le vent comme pour le grand terril de Wattrelos.

La mise en œuvre des nappes drainantes géotextile et géomembrane a été effectuée à l'aide de poutres tenues par une pelle mécanique et permettent le déroulement de ces nappes.

Les soudures des lés de géomembrane ont été réalisées au chalumeau avec marouflage à la main.

2-3 Exemple d'un terril plus élevé

En 1991, un terril voisin moins volumineux (180 000 m³) mais plus haut (14,50 m) a été protégé par une géomembrane bitumineuse de même type que celle de l'exemple précédent.

Après remodelage des charrées pour assurer une meilleure résistance au glissement, une risberme de 5 m de large a été réalisée. Les terres extraites de ce modelage ont été posées en pied pour réaliser une butée. Comme pour le terril de Wattrelos, les eaux de pluie ont été collectées vers une évacuation et une fosse tampon reliée au réseau général d'eaux pluviales.

Un drain intérieur recueille les eaux internes du talus.

La structure de la couverture est la suivante :

- sur le toit, l'étanchéité est assurée par la géomembrane ;
- sur la risberme, l'étanchéité est limitée à la géomembrane plus le géotextile ;
- sur le talus, des gabions de 20 cm de haut remplis de 10 cm de granulats 65/110 et 10 cm de terre végétale engazonnée recouvrent la géomembrane.

Comme la géomembrane bitumineuse a, contrairement au PEHD, un très faible coefficient de dilatation thermique, des recouvrements type ardoise assurent une étanchéité suffisante (les lés restant plaqués les uns sur les autres), ce qui a permis d'économiser près de la moitié des soudures.

2-4 Pose d'une géomembrane sur les talus du terril de Wattrelos

Du fait de la pente (1,75 H, 1V), les parois du terril avaient été en 1986 sommairement étanchées par une couche de terre végétale engazonnée.

Devant les bons résultats obtenus sur les talus des terrils étanchés par une géomembrane bitumineuse, il a été décidé de reprendre cette technique pour les 26 000 m² du talus du terril de Wattrelos en utilisant une géomembrane, un géotextile et 17 cm de gabions retenant la terre végétale.

Sur ce chantier, l'épaisseur de la terre a été limitée à 7 cm.

La résistance mécanique de la géomembrane a permis la circulation des engins utilisés pour le remplissage des gabions.

3- TERRIL D'OXYDE DE CHROME EN NORMANDIE

Dans les années 1970, une usine de galvanoplastie utilisait des bains de cyanure de cuivre et d'acide chromique. Les déchets à base de bioxyde de chrome ont été stabilisés au ciment et stockés dans un volume de 68 x 65 x 2 m³.

Pour éviter la lixiviation de ce stockage par la pluie, la surface supérieure a été étanchée, en 1995, par le complexe suivant :

- une couche de graves tout venant 0/20 de 15 cm ;
- une couche de sable de 5 cm ;
- un géotextile aiguilleté de 300 g/m² ;
- une géomembrane bitumineuse de 4,8 mm d'épaisseur ;
- une couche drainante en sable de 15 cm ;
- une couche de terre végétale de 50 cm.

Des drains périphériques recueillent les eaux de pluie propres.

Les travaux correspondants ont été exécutés en 1996, la surface étanchée étant de 4.500 m².

Les contrôles de la qualité des soudures ont été effectués par un appareil portable d'échographie avec moins de 1 % de reprises sur la longueur soudée.

Pour éviter l'action du vent avant la pose des deux couches de surface, des plots en béton ont été placés tous les 15 mètres.

4 TRAITEMENT DE TERRILS DES POTASSES D'ALSACE

4-1 Les terrils des Mines de Potasse d'Alsace (MDPA 68)

Les mines de Potasse d'Alsace ont été exploitées depuis 1910. Cette exploitation a laissé 50 millions de tonnes de résidus de minerais déposés sur 17 terrils à proximité des puits d'extraction.

Dix pour cent de ces résidus sont commercialisés pour le salage des chaussées.

Le sol de la plaine d'Alsace est très perméable. Il est baigné par une nappe phréatique provenant du Rhin. Très abondante, elle permet la distribution de l'eau pour tous les besoins de cette région très peuplée. Les riverains français, allemands et néerlandais se sont plaints à divers reprises de l'augmentation de la salinité du fleuve. Pour répondre à ces critiques, les Mines de Potasse d'Alsace ont entrepris l'étanchéification des terrils.

A ce jour, deux procédés d'étanchéité des parois du terril avec protection superficielle par végétalisation ont été expérimentés :

- Terrils d'Ensisheim Est, étanchéité obtenue au moyen d'une couche d'argile,
- Terril Amélie 2 à Wittisheim : une membrane bitumineuse a été appliquée pendant l'été 1998.

L'une ou l'autre de ces étanchéités empêche l'eau de pluie de s'infiltrer dans le terril et dans son sous-sol, ce sous réserve que les eaux soient recueillies dans un fossé en pied des talus et envoyées vers le réseau de drainage d'eaux usées.

La géomembrane a reçu 40 cm de terre végétale ensemencée. Les terrils deviendront de vertes collines harmonieusement intégrées dans le paysage environnant.

Pendant 3 ans, l'efficacité de cette technique sera contrôlée par des mesures d'étanchéité, de tenue des terres, de salinité et de qualité de la végétalisation.

4-2 Etanchéité par une géomembrane bitumineuse

Une géomembrane a été appliquée pendant l'été 1998 sur le terril d'Amélie 2. Après modelage au pousseur, du toit et des talus, les travaux réalisés en juillet et août ont compris :

- la mise en œuvre de la géomembrane (3,9 mm d'épaisseur) ;
- la pose d'une couche de couverture de terre végétale de 40 cm.

La surface étanchée a été de 20.000 m² pour le toit et de 10.000 m² pour les talus.

Sur le dessus, la géomembrane a été posée par bandes de 4 m, soudées au chalumeau et marouflées soigneusement.

La couche épaisse de protection en terre végétale a permis d'éviter les ancrages qui auraient été nécessaires pour pallier les effets du vent.

L'étanchéité des talus est d'une conception différente afin de permettre l'essorage des eaux d'origine interne du terril. Des lés de géomembrane de 4.00 m de large ont été appliquées presque horizontalement avec une pente vers l'extérieur de 1,25 % et une distance dans le plan vertical de 1,5 à 2 m.

Cette disposition, qui rappelle les lames de volets de fenêtre, assure l'étanchéité ; les eaux de pluie ruisselant à l'extérieur, ne pouvant pénétrer dans le terril.

Les raccords aux extrémités des différents lés de géomembrane ont été soudés sur 4.00 m de long dans les mêmes conditions que la couverture.

Toutes les soudures de la couverture ou des talus ont été contrôlées par l'appareil d'échographie.

5- CONCLUSION

Les exemples donnés quant à la réalisation d'une étanchéité de type parapluie ou de confinement, pour des terrils ou stockages de déchets lessivables par les eaux de pluie, montrent l'intérêt des géomembranes bitumineuses.

Celles-ci sont faciles à mettre en œuvre : un géotextile sur la couche support n'est pas toujours indispensable et les protections de surface avec engazonnement ne sont nécessaires que si des questions d'esthétique se posent.

Dans ce cas, le problème de la tenue des terres pouvant être ensemencées sur les faces planes de la géomembrane sur talus est résolu maintenant par l'emploi de gabions ou de nappes d'accroche synthétiques. Dans certains cas, le coefficient de frottement élevé (32°) de la géomembrane bitumineuse permet de se passer de ces nappes d'accrochage.



Photos 2 et 3 Couverture de charrées issues du traitement de minerai de chrome / *Coverage of wastes coming from the treatment of ore of chromium*



Photo 4 Préparation de la couverture végétalisable / *Preparation of the cap*



Photo 5 Préparation du support, noter la qualité en phase 3 prêt à recevoir le géotextile / *Preparation of the support, to note quality in phase 3 ready for receiving geomembrane.*



Photo 6 Couverture par terre directement sur la membrane bitumineuse / *Capping by ground directly on the bituminous membrane.*



Photo 7 Machine à contrôler les joints par ultrasons CAC 94. / *Equipment to control joints by ultrasound CAC 94*