

Déviations de Kildare (République d'Irlande)

Une géomembrane bitumineuse Coletanche NTP 3

Pour assurer toute quiétude aux Chevaux de race irlandaise (240 000 m²)

Titre : Déviation Autoroutière de Kildare (République d'Irlande) 4,5 m dans la nappe phréatique.

Utilisation Innovante d'une géomembrane bitumineuse

Nom : Bernard Breul

Médard Caron Soprema, Québec

Gerry Stenson, Coletanche Ltd Ireland

Abstract

Une déviation à deux fois deux voies de la Ville de Kildare (Irlande) a été inaugurée le 15 décembre 2003.

Une section de 3,500 Km d'autoroutes pénètre dans la nappe phréatique. Le souci des autorités était que cette autoroute ne perturbe pas les conditions hydrogéologiques et l'écosystème d'un marais qui est situé à 5 km de la tranchée constituée par la déviation.

La géomembrane bitumineuse NTP 3 est utilisée après essai à la place d'un système complexe de membrane polymérique protégée en partie inférieure par un géotextile de 1000g/m² et en partie supérieure par un géocomposite bentonitique.

Cet article décrit :

- ◆ En détail, les solutions proposées à l'appel d'offres et en variante
- ◆ Les essais et calculs qui ont été présentés au client pour le convaincre d'utiliser la variante proposée par l'entreprise,
- ◆ Les travaux réalisés depuis le début du chantier en 2001, et, en particulier, la mise hors d'eau, par section de 1 km, pour les terrassements, la pose de la membrane et son lestage,
- ◆ Le plan qualité et la programme de contrôle des soudures suivi sur ce chantier, que l'absence de résurgences a confirmé
- ◆ Les conclusions que l'on peut tirer en particulier le gain de 6 mois apporté par cette solution avec une seule géomembrane insensible aux conditions atmosphériques par rapport à la solution initiale qui impliquaient 3 types de géosynthétiques dans un pays venteux et pluvieux.

~~~~~

Kildare est une petite ville de 5 000 habitants, chef lieu du Comté de Kildare située à 30km au Sud-ouest de Dublin, située sur la double voie M 7 reliant Dublin à Cork et à Limerick.

La moyenne du trafic quotidien est approximativement de 30,000 véhicules dont environ 20 % sont des poids lourds.

Tout le trafic passe par le centre de Kildare qui, comme beaucoup de villes irlandaises, a des rues étroites et sinueuses. Un feu rouge et un marché deux fois par semaine, ralentissent le trafic.



*photo 1 : Situation de Kildare*

Une rocade de 13 Km doit mettre fin aux longs embouteillages de Kildare. Les autorisations ont été longues à obtenir car les haras nationaux qui assurent la pérennité de la race chevaline irlandaise de renommée mondiale entourent la ville de Kildare. La route passe devant un des plus fameux hippodromes d'Irlande.

Le bruit de la circulation ne devait ni :

- ◆ gêner la reproduction des chevaux de pure race
- ◆ la concentration des chevaux avant les courses
- ◆ les spectateurs.

La solution retenue a été d'enterrer la chaussée pour que les talus fassent un mur anti-bruit naturel.

Avec cette solution, la chaussée est située sur une longueur de 3,5 Km, 4,50 m dans la nappe phréatique. Il ne faut bien évidemment ni la polluer ni stopper les circulations d'eau dans la nappe.

Le financement du projet a été assuré par le Gouvernement Irlandais et par l'Union Européenne.

Le client est le Ministère Irlandais des Routes. Le maître d'œuvre est les services techniques du Comté de Kildare.

L'entreprise principale, adjudicataire de l'ensemble des travaux:

- ◆ terrassements,
- ◆ étanchéité dans la partie subaquatique de son tracé,
- ◆ structure de fondation de la chaussée et chaussée,
- ◆ ponts sur toutes les voies secondaires,
- ◆ signalisation

est l'entreprise irlandaise Pat Mulclairs.

La fin des travaux était prévue pour Mai 2004. Ils ont été livrés en Décembre 2003 à la grande satisfaction des autorités politiques compte tenu de la gêne apportée par la traversée de la ville.

La construction dans la nappe a été réalisée par section de 500m la première année puis par tronçon de 1 000m en baissant le niveau d'eau souterraine par un système de puits et de pompes

Un comité "d'experts" a été mis en place pour apprécier les effets de la baisse de la nappe phréatique sur la première section réalisée. Les experts ont pu constater que les effets du puisage sur

les niveaux d'eau souterraine dans la région ne sont pas significatifs. Ils ont donc validé l'extension de la méthode à l'ensemble du chantier.

Cet article décrit :

- ◆ En détail, les solutions proposées à l'appel d'offres et en variante
- ◆ Les essais et calculs qui ont été présentés au client pour le convaincre d'utiliser la variante proposée par l'entreprise,
- ◆ Les travaux réalisés depuis le début du chantier en 2001, et, en particulier, la mise hors d'eau, par section de 1 km, pour les terrassements, la pose de la membrane et son lestage,
- ◆ Le plan qualité et la programme de contrôle des soudures suivi sur ce chantier, que l'absence de résurgences a confirmé
- ◆ Les conclusions que l'on peut tirer en particulier le gain de 6 mois apporté par cette solution avec une seule géomembrane insensible aux conditions atmosphériques par rapport à la solution initiale qui impliquaient 3 types de géosynthétiques dans un pays venteux et pluvieux.

## 1 - Les solutions techniques proposées lors de l'appel d'offres et dans la variante

### 1.1 - La solution proposée à l'appel d'offres et préparée par un consultant hollandais : de bas en haut:

- ◆ Sol Naturel,
- ◆ Structure drainante,
  - ✓ 0,10 m de 0/5 de sable,
  - ✓ 0,30 m de 20/40 agrégats concassés,
  - ✓ 0,05 m de 0/5 de sable naturel d'éléments ronds.
- ◆ Géotextile de 1 000 g/m<sup>2</sup>,
- ◆ Géomembrane LLDPE de 2 mm ou PVC de 1,5 mm,
- ◆ Géosynthétiques bentonitiques,
- ◆ Sol provenant des déblais de la déviation de Kildare.

### 1.2 - La variante proposée par l'entreprise

- ◆ Sol Naturel,
- ◆ Structure drainante, (idem solution initiale)
- ◆ Pas de géotextile,
- ◆ Géomembrane bitumineuse Coletanche NTP3 (4,8 mm d'épaisseur)
- ◆ Directement sur la membrane, sol provenant des terrassements de granulométrie 0/75.

## 2 - Les planches d'essais et les calculs faits sur les deux solutions.

### Conclusions en termes techniques et de coût.

Pour valider techniquement cette proposition de variante, une série de planche d'essai a été réalisé

#### 2.1 - Les essais

Outre les représentants de l'entreprise, participaient aux essais :

- ◆ La direction technique du Comté de Kildare représentée par son directeur John Coppinger et ses collaborateurs,
- ◆ Le Pr. Eric Farrell du Trinity Collège à Dublin, conseil de Kildare County Council,
- ◆ Hugh Cheryll du cabinet international de consultants Ove Arup (UK)
- ◆ Le représentant de l'entreprise principale, John Dungan, directeur du chantier,
- ◆ Ryan Mulry de HTL (Laboratoire Géotechnique de Galway) responsable des mesures de perméabilité du sol sur la membrane après compactage
  - ◆ La direction des essais était assurée par François Caquel du LRPC de Nancy (Ministère Français des Travaux Publics), secrétaire général de l'IGS (International Geosynthetic Society) French Chapter.

Les planches d'essai retenus étaient ainsi constituées :

- ◆ Sol Naturel,
- ◆ Structure drainante, (idem solution initiale)
- ◆ Sans géotextile,
- ◆ Géomembrane Coletanche NTP3 (4,6 mm d'épaisseur) La géomembrane a été installée dans le sens production et perpendiculairement à la direction de déplacement du compacteur (condition de chantier)
- ◆ Directement sur la membrane, 60cm de sol provenant des terrassements. du chantier écrêté:
  - ✓ à 0/75 mm
  - ✓ à 0/100 mm
  - ✓ à 0/150 mm

Le sol a été déposé sur la géomembrane au moyen des chargeurs, en deux couches de 30 cm chacune après compactage.

Les planches d'essai au nombre de 6 (compacteur vibrant ou pas) avaient une dimension de 8 m par 7 m.

Les essais ont été effectués le 19 juillet 2001, sur une esplanade le long du chantier par temps ensoleillé.

L'équipement employé était le suivant:

- Chargeurs et camions
- Un compacteur BOMAG BW 213 D3 lisse à l'avant et vibrant à l'arrière,
- Un appareil Troxler 5440 pour les mesures de densité.

### 2.1.1 - Compactage de la couche support

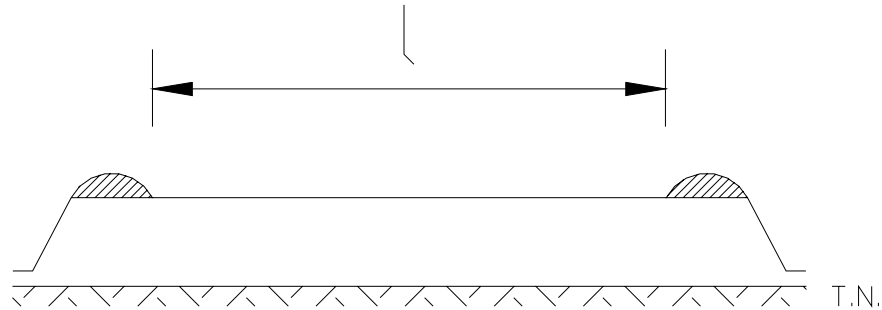


Fig. 1 Coupe transversale type d'une planche d'essai  
Compactage sous la géomembrane

La largeur correspondait à celle du compacteur (2,5 m.) Ce dernier ne faisait que des aller-retour sur une seule et même trace afin d'avoir un niveau de compactage homogène sur toute la surface. Puis, les bords non compactés (zones hachurées sur la fig. 1) ont été arasés.

### 2.1.2 - Compactage des couches supérieures

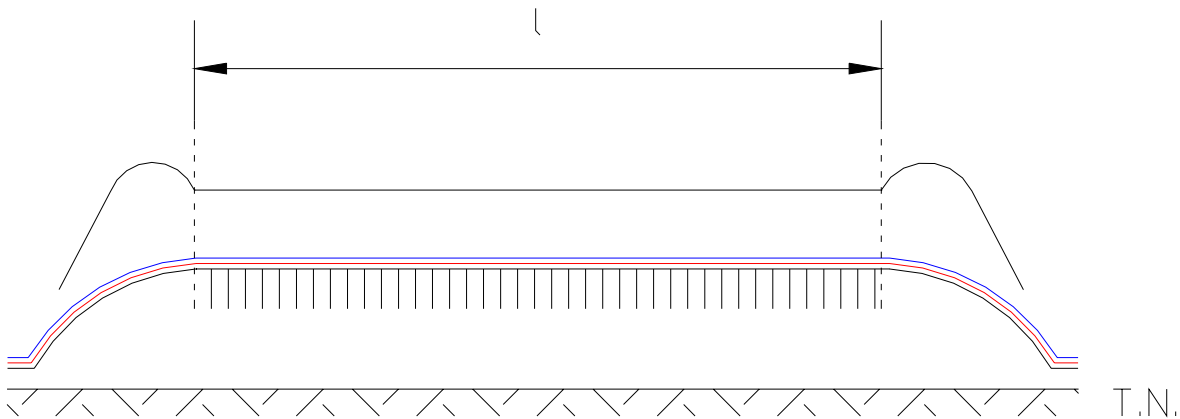


Fig. 2 Coupe transversale type d'une planche d'essai  
Pose de membrane et compactage des couches supérieures

Toutes les couches supérieures ont été compactées selon le même niveau de compactage. On a veillé à bien « centrer » la zone de compactage pour qu'elle se superpose parfaitement à la zone compactée de la couche inférieure (zone hachurée verticalement sur la fig. 2)

La largeur des planches représentait la largeur du type de compacteur utilisé.

Les rampes d'accès des compacteurs étaient assez longues pour éviter les effets de début de compactage.

### 2.1.3 - Type de prélèvement et de découpe

Les échantillons prélevés étaient de 4 m<sup>2</sup> (2x2) recoupés (1x1m.) en vue de leur expédition aux différents laboratoires.

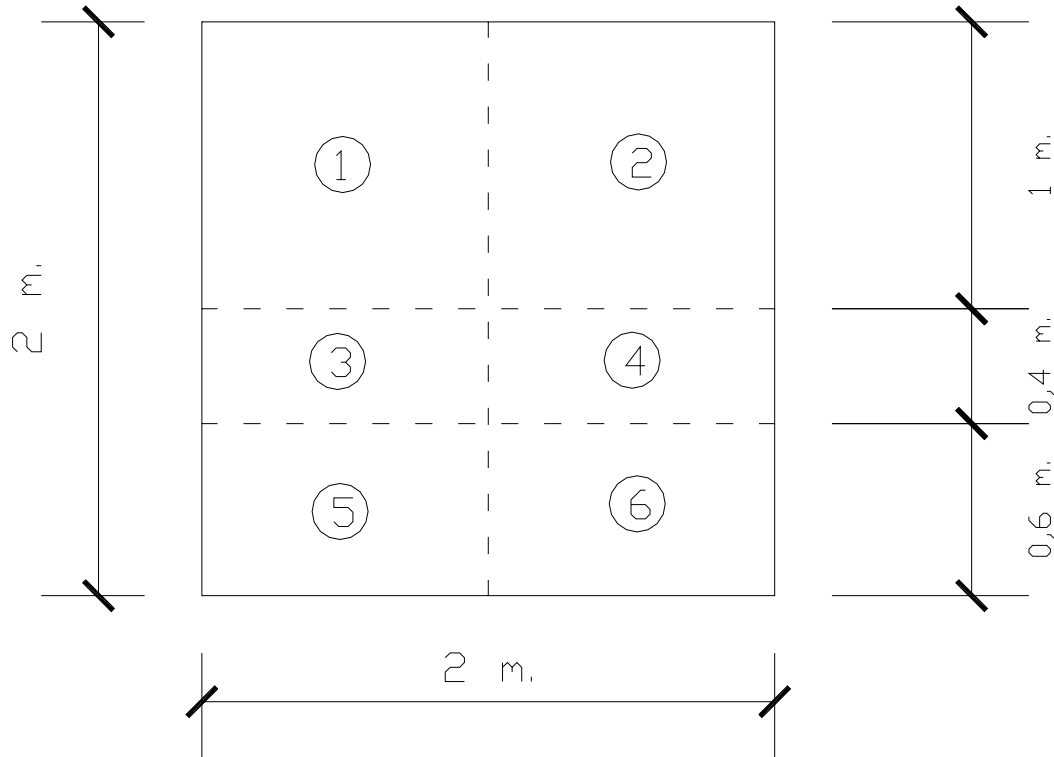


Fig. 3 Vue en plan d'un échantillon de 4 m<sup>2</sup>  
Découpes suivant destination

- 1 et 2 = destinés au CER de Rouen (Laboratoire du Ministère Français des Travaux Publics) pour des essais de perméabilité,
- 3 et 4 = destinés au Cemagref d'Antony (Laboratoire du Ministère de l'agriculture) pour des essais d'éclatométrie,
- 5 et 6 = en « réserve » pour des essais ultérieurs de vérification.

Nous avons, également, effectué une planche d'essais sur la pente du terrassement jusqu'au niveau du talus devant être étanché. Cet essai a été effectué principalement pour vérifier que la densité exigée pouvait être obtenue sur des pentes.

### 2.1.4 - Résultats des essais

Après les essais, pour examiner l'état de la géomembrane, le sol a été enlevé sur au moins 4 m<sup>2</sup> au moyen d'un godet sans dent puis manuellement avec une pelle et des brosses pour les derniers 0,10 m.

La membrane a été vérifiée ainsi:

- Visuellement pour voir si des trous existaient,

- Dans un laboratoire indépendant, pour mesurer la perméabilité de la membrane après les essais.
- Par essais d'éclatométrie, pour vérifier si des trous indécélables à l'œil nu avaient été créés lors du compactage.

Conclusions :

A - En partie horizontale

Sur la membrane, aucun percement ni éraflures n'a été constaté.

Le compactage effectué, en général, en 8 passes s'arrêtait lorsque le cabinet HTL avec l'appareil Troxel constatait les compacités requises au cahier des charges de l'appel d'offres, c'est-à-dire celle du géocomposite bentonitique.

B - Sur pente

Les essais sur pentes ont démontré qu'un grand soin devait être apporté dans l'installation de la géomembrane pour éviter :

- ✓ Des perturbations de la couche drainante,
- ✓ Des plis dans la géomembrane qui auraient pu devenir des fissures après rechargement et compactage

## 2.2 - Les calculs

A la demande du maître d'œuvre Ove Arup, l'entreprise a dû fournir une note de calcul établie par une personne indépendante faisant autorité sur le plan International dans le monde des Géosynthétiques : Jean Pierre Giroud.

Cette note de calcul qui s'appuyait sur des données publiées et non contestables, avait pour but d'apprécier les flux d'eau risquant de traverser le complexe d'étanchéité dans les deux solutions.

Sa conclusion est qu'il y aura deux fois moins de risque avec la membrane bitumineuse.

## 2.3 - Les conclusions en termes techniques et de coût.

Les essais et les calculs ont donc montré un excellent comportement de la géomembrane COLETANCHE NTP 3 sous des sollicitations de compactage réelles.

De plus, il n'y avait qu'un seul géosynthétique à installer au lieu de trois dans la solution initiale.

Le client a donc décidé de retenir la variante de l'entreprise pour les raisons suivantes :

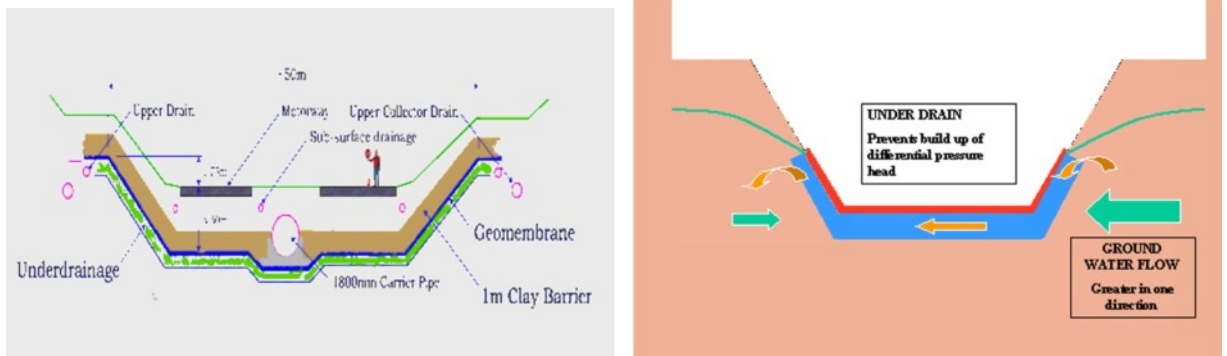
- ✓ La variante proposée par l'entreprise représentait une économie intrinsèque importante par rapport à la solution initiale,
- ✓ Meilleure barrière étanche,
- ✓ Continuité de l'étanchéité :
  - ❖ Soudure de la membrane bitumineuse aux structures béton (ponts, regards de visite) particulièrement intéressante dans des milieux sub-aquatiques.
  - ❖ Soudure à tous types de tuyau PVC, fonte, etc..
- ✓ Contrôle de la totalité des soudures par ultra sons,

- ✓ Robustesse de ce type de géomembrane permettant un travail sans contrainte tout en assurant le maintien de son intégrité,
- ✓ Enfin et surtout pour sa longévité.

La granulométrie maximum du matériau retenu pour recouvrir la membrane bitumineuse a été fixée à 75 mm.

### 3 - Exécution du travail - Présentation du Plan qualité

Le chantier d'étanchéité a commencé le 15 octobre 2001 au point kilométrique 6900.



*Photo 2: coupe type et construction de la couche drainante*



*Photo 3: pose de la membrane*

Le travail s'est opéré en trois phases par moitié de chaussée pour laisser sur l'autre moitié la circulation des engins de terrassement:



*Photo 4: circulation des engins*



A - Bande centrale



Photo 5: Collecteur central avec recouvrement de la membrane par O/75

- ✓ terrassement de la partie centrale qui doit recevoir la canalisation centrale,
- ✓ mise en œuvre d'une bande de Coletanche au milieu du profil transversal sous le collecteur central qui court tout le long du chantier, cette bande est d'une largeur de 5 m.
- ✓ coulage du radier et du tuyau.

B - Moitié droite

- ✓ Terrassement de cette moitié de chaussée
- ✓ Réalisation des couches inférieures drainantes
- ✓ Mise en œuvre d'un rouleau de Coletanche soudé à cette bande est allant jusqu'au haut de la partie droite du talus à étancher,
- ✓ Recouvrement par les matériaux de terrassement scalpés à 75mm.

C - Moitié gauche



Photo 6: Recouvrement de la 1<sup>ère</sup> demi-chaussée

- ✓ Terrassement de cette moitié de chaussée et utilisation de la demi-chaussée réalisée pour la circulation des engins de terrassement
- ✓ Réalisation des couches inférieures drainantes

- ✓ Mise en œuvre du Coletanche,
- ✓ Recouvrement par les matériaux de terrassement scalpés à 75mm.

Pour une garantie de bonne qualité du travail exécuté, le client a demandé :

- ✓ Une géomembrane certifiée par un organisme certificateur reconnu au niveau européen,
- ✓ Des Soudeurs certifiés par un organisme certificateur reconnu au niveau européen,

Le client a choisi la certification française **Asqual** tant pour le produit que pour les soudeurs.

Un contrôleur qualité pour l'ensemble des travaux de terrassements, chaussée, ouvrages d'art était en permanence sur le site. C'est un représentant du consultant américain Golders Associates. Il réfère de ses contrôles directement devant le client c'est à dire les services techniques du County Council de Kildare.

Un ingénieur de l'entreprise suit en permanence la qualité sur le chantier d'étanchéité.

3.1 - Le plan qualité approuvé par le client comporte les rubriques suivantes:

#### 3.1.1-Contrôles sur les produits.

Le client a demandé un contrôle interne et un contrôle externe bien que le manufacturier soit ISO 9002 ( à noter qu'elle a obtenu également la norme environnementale ISO 14 002) avec un laboratoire complètement intégré à l'usine. Ce laboratoire veille, pour chaque fabrication à la conformité des résultats aux exigences Asqual.

Sur toutes les livraisons de 12 rouleaux (un camion) de Coletanche, un prélèvement de 5m par 1m est effectué par le contrôle extérieur sur deux rouleaux pris au hasard. Une moitié est gardée pour échantillon référence. L'autre moitié est envoyée à un laboratoire l'Apave de Lyon pour contrôler si les caractéristiques des produits livrés répondent bien aux spécifications demandées.

#### 3.1.2 - Contrôle des soudures

Le contrôle des soudures se fait de différentes manières:

- ✓ De manière visuelle,
- ✓ Avec l'aide d'une langue de chat,
- ✓ Par ultrasons
  - ❖ Soit manuellement par technicien laboratoire équipé d'appareil Sofranel,
  - ❖ Soit par machine automatique CAC 94



*Photo 7: Contrôle par ultrasons avec appareil CAC 94*

- ✓ Par cloche à vide dans les zones où on ne peut utiliser les ultrasons : soudage aux structures béton.

Tous les résultats sont portés sur des plans de recollement.

Avec l'utilisation des ultrasons, on a ainsi une radiographie complète de l'état des soudures.

#### **4 - Conclusions**

L'ensemble des travaux s'est déroulé conformément à la méthodologie définie lors des essais, à la pleine satisfaction du Ministère des Routes Irlandais.

Le gain obtenu avec cette solution innovante a été :

- Sur le plan financier de 40 %
- Sur le plan des délais de 6 mois sur 36 mois de délai initialement prévu.