

Projet de réfection de la route 138

L'importance d'un bon drainage de fondations routières

Dany McCarvill, ing. - Directeur de projets, Roche Itée, Groupe-conseil
Pascal Saunier, ing. - Directeur Technique, AFITEX-TEXEL Géosynthétiques inc.

Le drainage des fondations, en génie routier, est un élément prépondérant pour garantir la performance à long terme des structures routières, que ce soit pour protéger le revêtement contre une dégradation trop rapide ou pour assurer une capacité portante adéquate, pendant la durée utile de l'ouvrage.

Divers travaux récemment menés en Amérique du Nord, comme l'étude de "l'effet du drainage souterrain sur la performance des revêtements", réalisée par le National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) en 2007, ou, plus proche de chez nous, le guide du « Drainage souterrain des chaussées urbaines », rédigé par le Centre d'Expertise et de Recherches en Infrastructures Routières (CERIU), cette même année, présentent la problématique liée à un drainage déficient (matériaux de fondation peu perméables et venues d'eau importantes) et proposent des solutions pour remédier à cette carence.

La solution traditionnelle granulaire est une des solutions envisagées. Mais d'autres solutions existent et se voient de plus en plus utilisées – flambée des prix du pétrole et respect de l'environnement obligent.

Le projet de réfection de la route 138, aux abords de la ville de Portneuf-sur-Mer au Québec, illustre parfaitement ce point.

Historique

Sur la Côte-Nord, la route 138 constitue la seule voie terrestre de développement permettant les échanges commerciaux extérieurs ainsi que le transit des ressources et des personnes, le long d'un axe routier ouest-est. Cet axe long, à partir de Tadoussac, la rive nord de l'estuaire maritime du fleuve St-Laurent et ensuite, depuis Pointes-des-Monts, la rive nord du golfe St-Laurent jusqu'à Natashquan. Cette route relie plus de 25 municipalités riveraines regroupant environ 100 000 personnes.

Dans le cadre de son plan d'intervention appliqué à la route 138, le Ministère des Transports du Québec a entrepris diverses études concernant le tronçon localisé à l'intérieur de la municipalité de Portneuf-sur-Mer. Le DJMA actuel de la route est de 4 500 véhicules dont 17% sont des véhicules lourds. Étant donné les problématiques identifiées, dont les principales concernaient la qualité de vie des riverains et l'érosion des berges affectant la route, il fut décidé, en 2002, de reconstruire la route 138 au nord de la municipalité, sur une longueur d'environ 6 km. Les travaux ont débuté à l'automne 2007 et devraient être achevés en juillet 2009.

Problématique et solutions techniques envisagées

À son extrémité est, juste avant la traversée de la rivière Portneuf, la route 138 actuelle montre une courbe horizontale sous-standard jumelée à une courbe verticale de 11%. Il a été établi que le pont existant, dont l'orientation est adéquate, pouvait être conservé et que le nouveau tracé, plus ou moins rectiligne, devait être associé à un profil en long présentant une pente maximale de 7%. Une voie auxiliaire pour véhicules lents devrait aussi être prévue dans la nouvelle côte.

Pour l'essentiel, la route 138 relocalisée prend assise sur une terrasse de sable dont la différence d'élévation, par rapport au pont, est approximativement de 38m. Une descente d'un kilomètre de longueur devait donc être réalisée entre ces deux points de contrôle.

Le profil stratigraphique du secteur se résume de la façon suivante : en surface, on retrouve une couche de sable de 20 m d'épaisseur environ, dont la base correspond essentiellement au niveau de la nappe phréatique. Sous cette couche de sable, un dépôt de sable silteux d'épaisseur variable est présent. Cette unité de sol devient un silt argileux et sableux, ou une argile silteuse, lorsque la profondeur s'accroît et lorsqu'on se rapproche de la rivière. Le fait que le profil de la route recoupe ces différentes unités de sols et la construction d'un tronçon routier, bien en deçà de la nappe d'eau souterraine, engendraient des problématiques de stabilité de talus, de drainage souterrain et de comportement au gel.

« Le DJMA actuel de la route est de **4 500 véhicules** dont **17% sont des véhicules lourds**. Étant donné les problématiques identifiées, [...] il fut décidé, en 2002, de **reconstruire la route 138** au nord de la municipalité, sur une longueur d'environ 6km. »

En collaboration avec le Service de la géologie et de la géotechnique du Ministère des Transports, la conception s'est orientée, premièrement, en direction d'un tapis drainant pour contrôler l'eau souterraine suintant dans les talus et du même coup pour stabiliser ceux-ci. Deuxièmement, une chaussée isolée à l'aide de polystyrène rigide, afin de minimiser l'excavation à l'intérieur du dépôt silteux/argileux saturé, a été définie. Mentionnons, ici, que le remaniement du matériau silteux/argileux conduisait à sa liquéfaction.

La longueur de chaussée isolée a été établie à 280 m. La largeur couverte par l'isolant est de 17 m. Étant donné le niveau piézométrique pouvant être élevé dans le secteur de la chaussée isolée, il fut également convenu de prévoir, sous toute la plateforme, un drain en pierre nette de 150 mm d'épaisseur, enveloppé d'une membrane géotextile, afin de capter toute remontée d'eau sous l'isolant, par capillarité ou via un chemin préférentiel dans le sol. Ce drain se déversait dans les fossés latéraux de la route. La construction du drain sur un matériau fin saturé impliquait néanmoins des difficultés de réalisation, pour sa mise en place et pour la circulation de la machinerie nécessaire à l'exécution des autres travaux.

À la suite des consultations avec l'entrepreneur responsable de l'exécution des travaux et la firme AFITEX-TEXEL Géosynthétiques inc., il fut proposé d'utiliser, comme équivalent au drain de pierre nette, un géocomposite de drainage (géodrain) d'épaisseur réduite, jumelé à la mise en place d'une couche de matériau granulaire récupérée à même le déblai. Cette façon de procéder a comme avantage de faciliter la mise en place de la couche drainante, de minimiser le temps d'intervention et d'autoriser la réalisation des travaux d'isolation thermique de la chaussée, tout en minimisant le risque d'affecter la couche drainante sous-jacente.

Le géodrain, en plus d'être performant, doit donc être approprié au contexte spécifique du projet. Sa pose doit être aisée et son temps d'installation réduit. L'obtention d'une relative capacité portante immédiate est aussi un critère à considérer lors de son choix.

La firme AFITEX-TEXEL propose d'évaluer le dimensionnement d'un produit géosynthétique de substitution à la couche de pierre : Somtube 500P FTF2 D20. Basée sur une technologie développée en France, la gamme de produits Somtube est constituée d'une âme géotextile drainante protégée, de part et d'autre, par un géotextile de séparation/filtration. De plus, la capacité hydraulique du produit est assurée par la présence de mini-drains perforés, de diamètre variable et espacés les uns des autres par une distance, elle aussi, variable (voir fig.1).

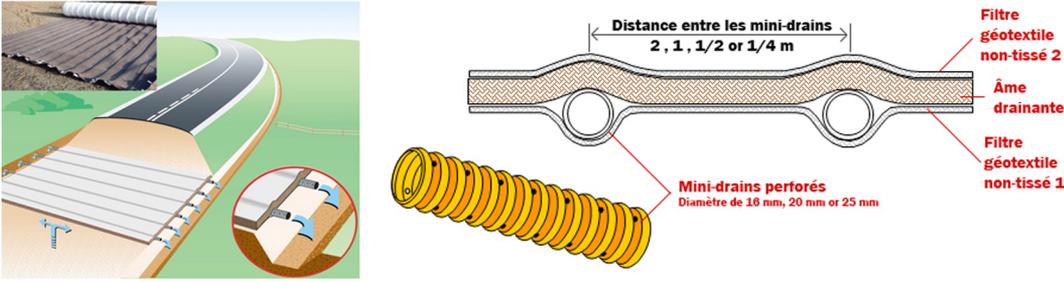


Figure 1 : Schéma de principe Somtube

Le dimensionnement du produit se fait donc autour des paramètres suivants :

- Capacité drainante basée sur une équivalence par rapport à la pierre nette en fonction de la pression hydraulique maximum admissible dans le corps de la chaussée
- Ouverture de filtration des filtres en fonction de la granulométrie des matériaux granulaires en contact avec le produit
- Propriétés mécaniques du produit

La capacité hydraulique de la pierre nette est évaluée à l'aide du logiciel Lymphéa selon les paramètres de la chaussée (transmissivité de la couche, pente, longueur de drainage) de manière à calculer un flux drainé équivalent (voir fig.2).

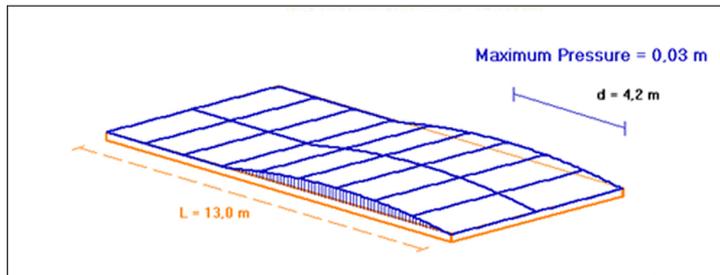


Figure 2 : Résultat hydraulique de la couche de pierre nette avec Lymphéa

C'est ce même flux que devra drainer le géodrain pour établir l'équivalence avec la pierre nette (voir fig.3). Le choix des ouvertures de filtration se porte vers un produit à 120µm, conforme aux spécifications initiales et aux normes du Ministère des Transports du Québec.

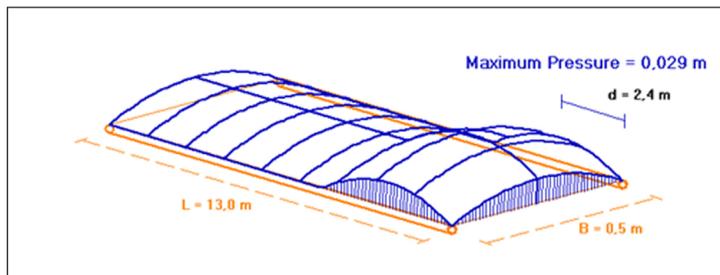


Figure 3 : Résultat hydraulique du Somtube FTF2 D20 avec Lymphéa

Le produit proposé et retenu est le Somtube 500P FTF2 D20. Une couche de 150mm de sable présent sur le site sera placée sur la couche drainante pour maintenir l'épaisseur initiale requise (voir fig 4).

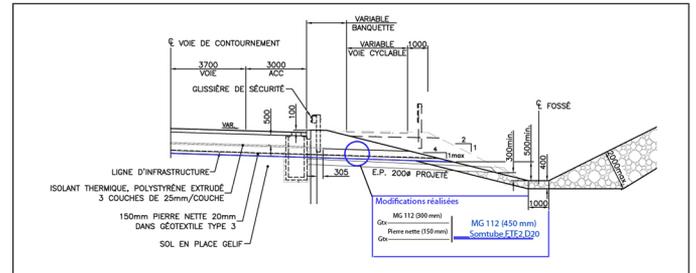


Figure 4 : Schéma comparatif et coupe-type

Avantages Qualité/Coût/Environnement :

La technologie des géocomposites de drainage avec mini-drains s'apparente à celle des géosynthétiques en général et associée à la fois les avantages que représentent l'utilisation des géotextiles et ceux liés à l'utilisation des drains perforés conventionnels.

Étant manufacturés au Québec, ces produits répondent aux normes de l'industrie nord-américaine selon les standards ONGC et ASTM. Ces points permettent de garantir la qualité des produits dans le temps et le contrôle de celle-ci, de manière simple et efficace, tant sur le site de production que sur le chantier.

La réalisation d'une couche granulaire protégée de géotextiles est pertinente au niveau coût, si les matériaux sont disponibles, sur le site, et de bonne qualité. Par contre, dès que ces matériaux n'ont pas la qualité supposée, et ce avant le projet, le coût de transport étant de plus en plus cher, il devient utile de chercher d'autres solutions plus efficaces.

Une étude de coûts, sur un cas similaire, démontre que lorsque le gisement de pierre est situé à une distance d'environ 10 km, l'utilisation d'un géocomposite de drainage devient plus économique. Ensuite, le bénéfice est directement proportionnel à la distance parcourue.

Comparons une solution granulaire dans le cas où la carrière est située à 10 km du site et une solution géocomposite dans le cas où le produit est fabriqué à 250 km du site. L'analyse des kilométrages parcourus par des camions dans chaque cas démontre une économie est de l'ordre de 80% des km parcourus si la solution géocomposite est choisie. **R&T**

Route 138 à Portneuf-sur-mer :

la technologie DRAINTUBE[®] permet le « recyclage » des matériaux d'excavation pour une meilleure protection de l'environnement

Pascal Saunier, directeur technique, AfiteX Texel
L'entreprise J. Dufour et fils nous parle de son expérience.

Suite de l'article paru dans Routes et Transports – automne 2008.

(...) La longueur de chaussée isolée a été établie à 280 m. La largeur couverte par l'isolant est de 17 m. Étant donné le niveau piézométrique pouvant être élevé dans le secteur de la chaussée isolée, il fut également convenu de prévoir, sous toute la plateforme, un drain en pierre nette de 150 mm d'épaisseur, enveloppé d'une membrane géotextile, afin de capter toute remontée d'eau sous l'isolant, par capillarité ou par un chemin préférentiel dans le sol. Ce drain se déversait dans les fossés latéraux de la route. La construction du drain sur un matériau fin saturé impliquait néanmoins des difficultés de réalisation, pour sa mise en place et pour la circulation de la machinerie nécessaire à l'exécution des autres travaux.

À la suite des consultations avec l'entrepreneur J. Dufour et fils, responsable de l'exécution des travaux, et la firme AfiteX-Texel Géosynthétiques inc., il fut proposé d'utiliser, comme équivalent au drain de pierre nette, un géocomposite de drainage d'épaisseur réduite, DRAINTUBE FTF, jumelé à la mise en place d'une couche de matériau granulaire récupérée à même le déblai. Cette façon de procéder a comme avantage de faciliter la mise en place de la couche drainante, de minimiser le temps d'intervention et d'autoriser la réalisation des travaux d'isolation thermique de la chaussée, tout en minimisant le risque d'affecter la couche drainante sous-jacente. (...)

La réalisation a eu lieu en juillet 2008, nous avons rencontré l'entrepreneur Jacques Dufour et fils inc. afin de connaître son point de vue sur l'utilisation de matériaux géosynthétiques dans la réalisation de ce projet. Le propriétaire, Monsieur Guillaume Dufour, a répondu à nos questions.

PS : Monsieur Dufour, vous avez été à l'origine du changement de conception dans la réalisation de la route 138 à Portneuf-sur-mer et pourtant il est fréquent d'entendre dire que les entrepreneurs sont plutôt réticents à employer des solutions alternatives innovantes. Est-ce une fausse perception ?

GD : Je ne pourrais pas parler pour les autres mais, en ce qui nous concerne, mon équipe et moi, c'est notre façon de travailler. Nous sommes constamment à la recherche de solutions pour faire en sorte d'allier performance et efficacité dans nos projets.

PS : Comment vous est venue l'idée d'utiliser le DRAINTUBE en substitution au matériau naturel spécifié sur ce projet ?

GD : Comme nous le faisons dans nos réunions pré-chantier, nous avons regardé les problématiques que nous serions amenés à rencontrer et qui risqueraient d'affecter nos échéanciers. La pose de 150 mm de pierre nette sur l'argile signifiait pour nous une grande problématique à cause de la faible capacité portante (NDLR : de la fondation argileuse) et la méthode de constructibilité par chemin d'accès, qui nous serait imposé pour y arriver, apportait tout un lot de problèmes et de risques dans notre projet.



Aperçu de l'ancienne route (fond) et des travaux d'aménagement

C'est là qu'on s'est dit : il faut trouver une autre façon pour s'en sortir, sinon ça ne sera pas faisable sans un délai et une complexité qui seront beaucoup trop coûteux. On a fouillé comme on le fait dans les catalogues et les sites Internet et là on s'est rappelé qu'il y avait des géosynthétiques conçus pour faire face à ce genre de problématique. On a fait appel à un manufacturier de géosynthétiques, Solmax-Textel, qui nous a mis en contact avec l'expert technique du Drintube d'Afitex-Textel.



Photo 2 - Travaux de remblais - Sur une épaisseur suffisante (300-500 mm), la machinerie lourde peut remblayer sur le produit.

PS: Combien de temps cela vous a-t-il pris ?

GD : Une journée et demie - deux jours maximum contre deux semaines au moins avec la méthode traditionnelle. Avez-vous pensé à ce que ça représentait pour nous ?

PS: Votre démarche vous a fait épargner de l'argent, ça va de soi, est-ce la seule chose qui ait eu de l'importance et qui ait motivé votre démarche ?

GD : Non pas la seule chose, c'est certain que c'est la chose la plus importante, mais épargner de l'argent ça passe par gagner du temps, ça passe par être efficace, ça passe par ne pas briser la machinerie, ça passe par pouvoir prévoir quand on entre et quand on sort d'une job... c'est beaucoup plus qu'un chiffre.

Ça m'a pris un camion de Drintube comparez... comptez 280 m de long par 15 m de large par 150 mm d'épaisseur ! 140 - 150 camions contre un camion, ça en fait du camion; pendant ce temps-là, je fais d'autres choses et en plus l'impact environnemental n'est pas négligeable.

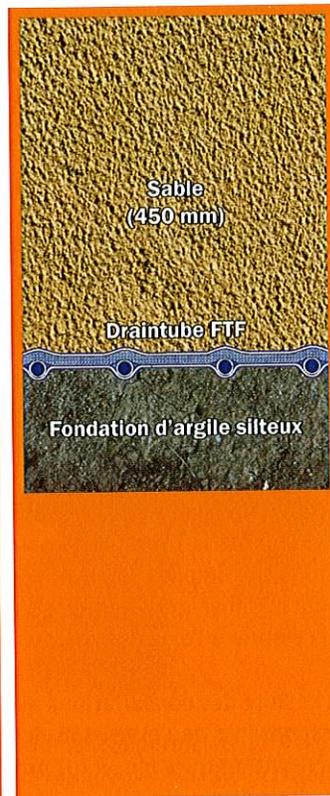
De manière à évaluer l'impact environnemental lié à la modification du design initial, nous avons demandé à une firme externe son avis. Terrapex Environnement ltée est une firme de consultation multidisciplinaire en environnement qui propose des solutions environnementales logiques.

Le résultat de son analyse sommaire sur ce projet est résumé ci-dessous :

Scénario A



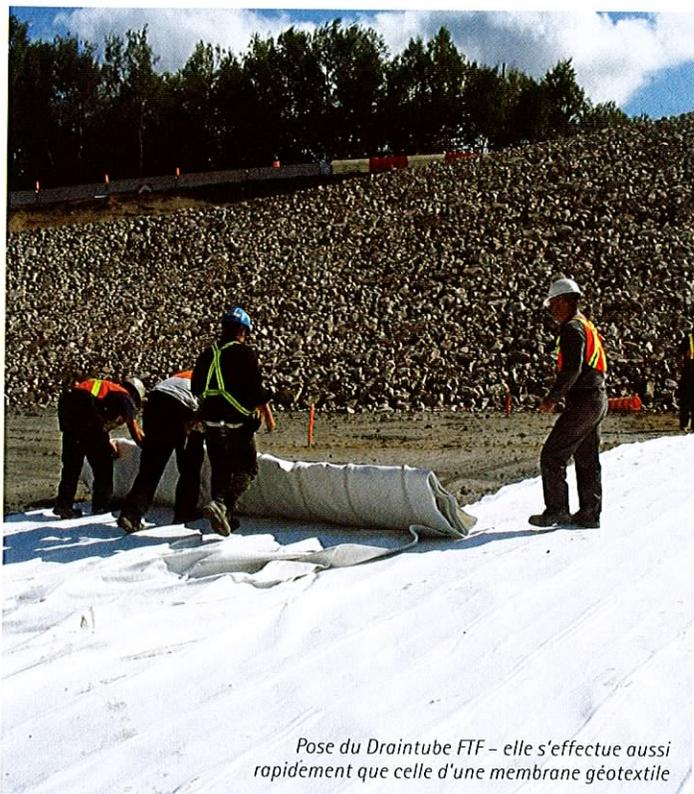
Scénario B



En considérant que l'installation du sable ainsi que l'installation de la pierre nette requièrent la même quantité d'énergie et que les géotextiles ou le Drintube proviennent du même manufacturier, l'économie d'énergie s'est faite au niveau du transport du matériel de drainage; l'utilisation du sable présent sur place comparativement à l'utilisation de la pierre nette située dans une carrière à 19 km du site.

Le système de drainage granulaire requiert approximativement 2 138 t.m. de pierre nette, soit environ 143 voyages de camion dix roues. Le transport de ce matériau aurait utilisé 1 660 litres de carburant par les camions et la consommation de ce carburant aurait généré 4,58 t.m. de CO₂ équivalent. Ceci est l'équivalent de 8 barils (205 L) de pétrole.

Distance parcourue (km)	Quantité de carburant consommé (L)	Émission de GES (CO ₂ t.m. équivalent)
5 434	1 660	4,58



Pose du Drintube FTF – elle s'effectue aussi rapidement que celle d'une membrane géotextile

Cette évaluation des émissions des gaz à effet de serre (GES) est sommaire et n'est qu'un survol du projet. L'extraction de la pierre nette dans la carrière qui consiste en l'utilisation de pelles mécaniques, de camions, de plusieurs séries de concasseurs n'a pas été évaluée.

C'est la responsabilité du professionnel de faire des choix dans un contexte de développement durable.

PS: C'est curieux que ce soit vous qui parliez d'impact environnemental. Il me semblait que les entrepreneurs étaient peu sensibles à cet élément ?

GD : Monsieur, vous en avez encore à apprendre ! Pour être en affaires longtemps, on doit être en accord avec l'environnement et le respecter. C'est un must ! Venez travailler avec les entreprises J. Dufour et fils et on va vous montrer que l'environnement c'est important pour nous.

PS: Est-ce que vous recommanderiez votre façon de faire à d'autres ?

GD : Sans hésitations. Justement dernièrement, on reparlait du projet et on se disait comment notre initiative avait été efficace sur ce projet-là, alors sans hésiter je recommanderais ce projet de la même manière. **R&T**



Vue d'ensemble du projet