

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 112 (1986)
Heft: 26

Artikel: Les géotextiles et la construction routière dans le pays de Vaud
Autor: Graf, Blaise-Robert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76035>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

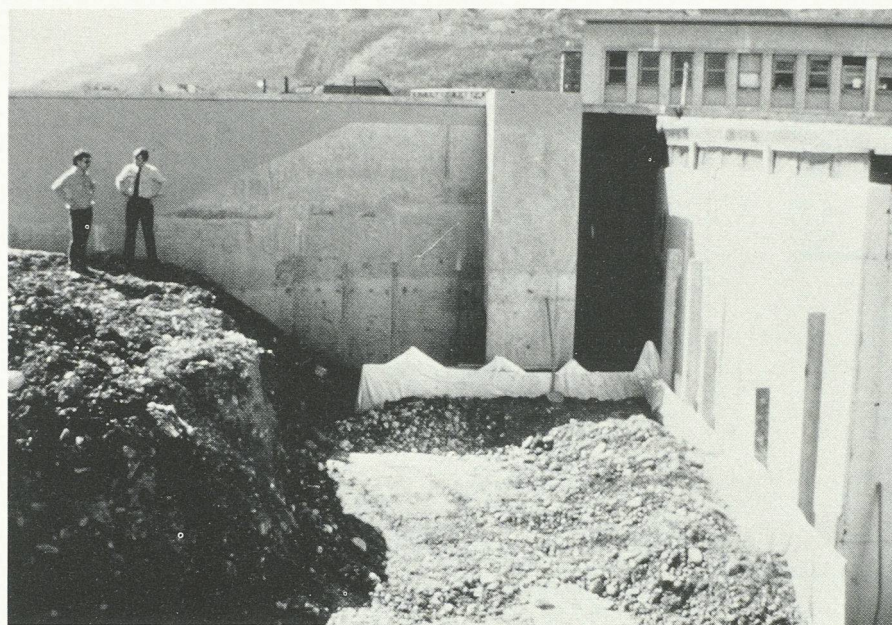


Fig. 11. — Edification du massif en terre renforcée par des géotextiles, Centre hospitalier et universitaire de Grenoble (France).

se rendre à l'évidence qu'un massif renforcé par des géotextiles n'a pas pour but de remplacer la terre armée. La grande déformabilité de tels massifs, l'intérêt d'utiliser des matériaux de médiocre qualité pris sur place comme sols d'apport ou encore la facilité de mise en œuvre en terrain topographiquement difficile sont des arguments, avec celui de l'économie [7], qui militent en faveur du développe-

ment des ouvrages en terre renforcée par des géotextiles. On n'omettra toutefois pas de porter une attention particulière au problème du fluage de certains polymères et à celui de la protection du parement vertical. Les recherches accomplies actuellement dans ces deux derniers domaines ne manqueront pas de susciter l'intérêt de l'ingénieur chargé d'étudier un projet de soutènement.

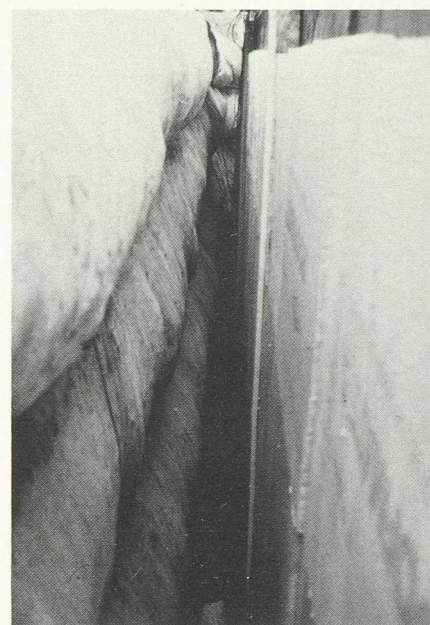


Fig. 12. — Espace libre entre le parement du massif en terre renforcée par des géotextiles et la paroi de la cellule en béton, Centre hospitalier et universitaire de Grenoble (France).

Adresse de l'auteur:
Olivier Gicot
Ingénieur civil dipl. EPFZ/SIA/ASCE
Master of Science MIT (USA)
Route de Bertigny 11
1700 Fribourg

Les géotextiles et la construction routière dans le Pays de Vaud

par Blaise-Robert Graf, Lausanne

Depuis le début des années 1970, le Bureau de construction des autoroutes du canton de Vaud utilise, avec profit et généralement avec succès, des nappes de géotextiles pour la réalisation de certains ouvrages du réseau des routes nationales. Les premières applications ont été très empiriques. Certains échecs ont permis de mieux comprendre le rôle joué par les géotextiles dans la construction routière. Un échange d'expériences entre fournisseurs, entrepreneurs et maître d'œuvre a conduit peu à peu à une meilleure connaissance, d'une part, des qualités et des défauts des géotextiles et, d'autre part, de l'interaction entre ces matériaux, les sols et les ouvrages routiers.

Quelques exemples présentés ici illustrent les expériences réalisées par le Bureau des autoroutes.

1. Principes et buts

En construction routière, il a été peu à peu observé que les principaux rôles joués par les géotextiles sont les suivants:

- séparation;
- filtration;
- drainage;
- renforcement.

En fait, et d'une façon générale, un géotextile remplit simultanément plusieurs fonctions dans un ouvrage routier et per-

met d'atteindre un certain nombre de buts, tels que:

- augmentation immédiate de la carrossabilité des terrains naturels;
- amélioration du compactage de matériaux remblayés sur des sols déformables et de faible portance;
- séparation nette entre la fondation et l'infrastructure, supprimant le risque de pollution des graves de la fondation;
- filtration: l'eau peut s'écouler, mais les particules fines des sols ne sont pas entraînées par le courant;

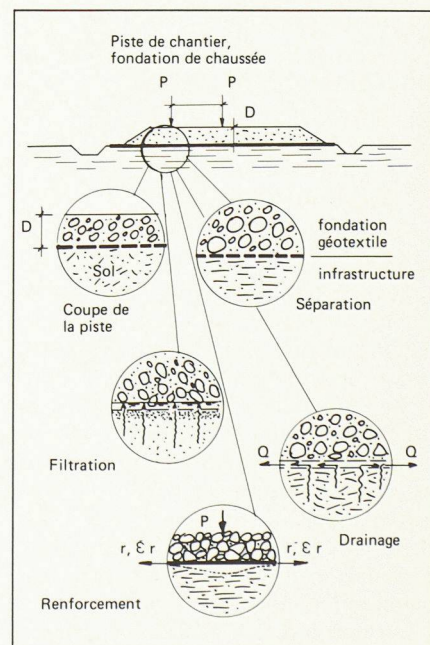


Fig. 1. — Schéma superstructure et fonctions principales d'un géotextile.

- renforcement: la présence d'un géotextile à la base des superstructures augmente, apparemment, la portance du sol d'infrastructure ou, tout au moins, permet de conserver des épaisseurs économiques pour les couches de fondation tout en réduisant les déflexions (fig. 1).

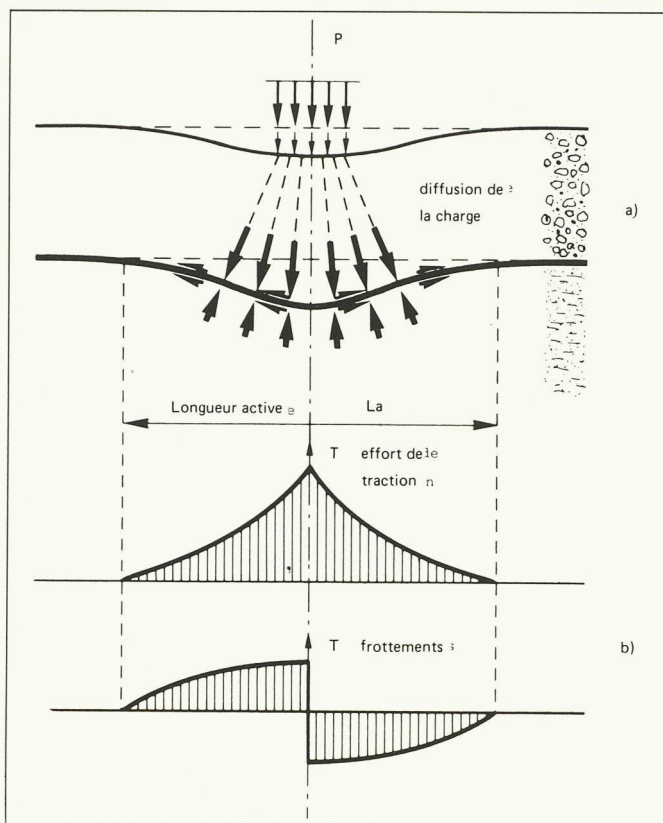


Fig. 2. — Bicouche renforcée par une membrane. a) Diffusion des contraintes; b) Traction dans la membrane; frottements sur la membrane.

2. Choix d'un géotextile

Pour les chaussées, le choix d'un géotextile adéquat se fait essentiellement sur la base des caractéristiques suivantes:

- résistance de la nappe textile à la rupture r (kN/m');;
- allongement à la rupture ε (%);
- pouvoir de séparation (filtration), ouverture des pores, O_w (μm);
- pouvoir drainant (perméabilité dans la masse), Kh (cm/s);

3. Dimensionnement

Dans les superstructures routières, pistes de chantier, fondations, le matériau composite, formé de la fondation en sol granulaire non traité et du géotextile, doit supporter les charges roulantes, réduire les ornières, séparer le terrain naturel de la fondation, diminuer au niveau de la forme les contraintes induites par le trafic et laisser filtrer l'eau au travers du massif granulaire.

Il y a une interaction certaine, encore insuffisamment déterminée, entre le sol naturel, le matériau de fondation et le géotextile.

De nombreux auteurs ont étudié le comportement théorique d'un bicouche (fondation - terrain naturel) avec interposition d'une membrane. Nous citerons deux travaux, l'un théorique, qui apporte quelques lumières sur les aspects les plus caractéristiques de ce comportement, l'autre semi-empirique, qui permet, connaissant la valeur de quelques

facteurs (portance, trafic, épaisseur de la fondation), de dimensionner une superstructure et de choisir un géotextile assumant correctement le renforcement du matériau composite.

3.1 Renforcement — Modèle théorique

Le modèle présenté par Bourdeau [1]¹, tout en mettant en lumière l'influence des principaux paramètres, utilise une approche probabiliste du dimensionnement.

La chaussée, schématisée à la figure 2, est formée d'une couche de fondation non revêtue, renforcée à sa base par un géotextile.

Sous l'effet de l'application en surface d'une charge localisée, l'ensemble du système est sollicité. La transmission de la charge et sa dispersion avec la profondeur se font par les forces de frottement entre grains. Ce phénomène est appelé la diffusion des contraintes dans un milieu granulaire [2].

Les contraintes diffusées jusqu'à l'interface se comportent sur la membrane comme une surcharge répartie, mais d'intensité variable (fig. 3).

Sous l'effet de la sollicitation, la membrane se déforme vers le bas, elle se tend et elle participe à l'équilibre de l'ensemble en s'appuyant sur l'infrastructure.

Au-delà d'une certaine limite, le géotextile n'est plus sollicité: l'ancrage actif

¹Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

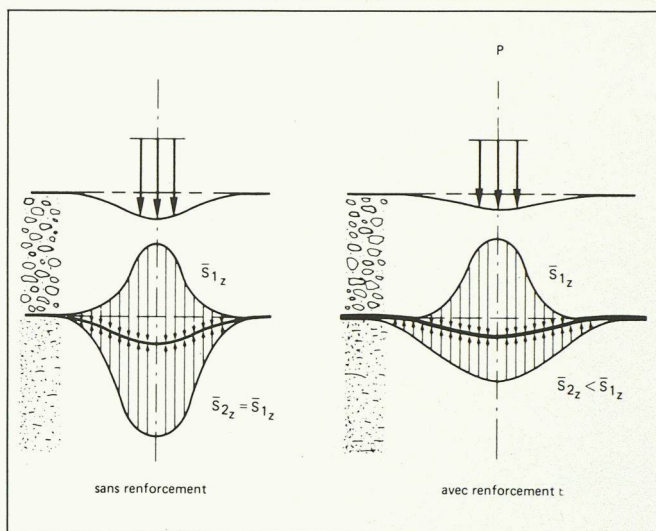


Fig. 3. — Diffusion et répartition des contraintes sous l'effet d'une charge P.

par adhérence ne se réalise donc que sur une longueur bien déterminée.

Un renforcement correct du bicouche n'est assuré qu'en respectant les conditions suivantes:

- résistance suffisante du géotextile en traction;
- nécessité d'une adhérence minima entre le matériau de la fondation et l'armature;
- déformation suffisante du géotextile pour qu'apparaisse l'effort de traction: il est donc nécessaire que l'infrastructure se déforme quelque peu.

De l'étude paramétrique exécutée [1], il ressort que:

- dans le cas d'un frottement certain entre la fondation et le géotextile, la réduction de la contrainte verticale sur l'infrastructure peut atteindre 30%;
- sans frottement, ni ancrage artificiel, la réduction des contraintes est très faible et les déflexions sous charge sont alors importantes. C'est d'ailleurs ce que l'on observe souvent sur les pistes de chantier;
- la valeur du coefficient K_s a une influence, non seulement sur la profondeur des ornières de la fondation, mais aussi sur la longueur de l'ancrage actif La et sur l'intensité de l'effort de traction dans l'armature T_m (voir fig. 4).

Comme la plupart des paramètres géotechniques, le coefficient de réaction K_s est une grandeur aléatoire: sa valeur n'est pas certaine; par contre, on peut établir une valeur moyenne ($\bar{x}$) et caractériser la dispersion de cette variable (x) par la variance $V(x)$, par l'écart type S_x ou par le coefficient de variation CV_x . Etant donné que La et T_m sont fonction de K_s , elles sont aussi des variables aléatoires; il est possible d'estimer la moyenne et le CV de ces fonctions à partir des valeurs de La et/ou de T_m .

En admettant que La ou T_m soit répartie de façon aléatoire, selon une certaine dis-

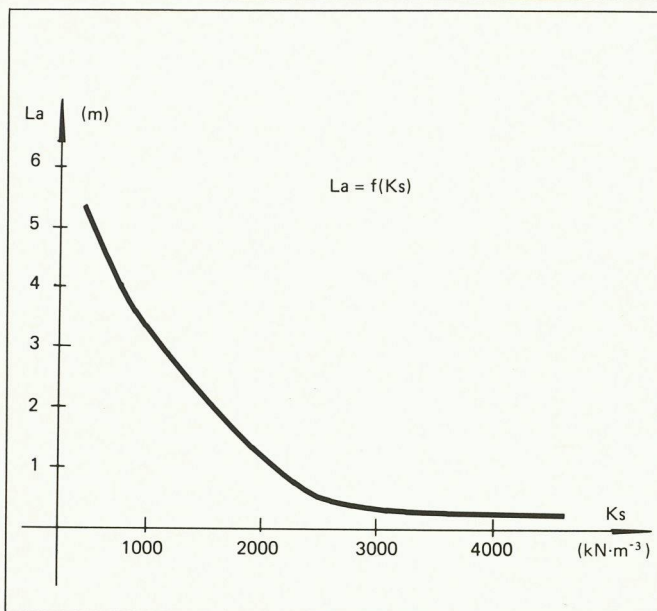


Fig. 4. — Longueur de l'ancrage actif La en fonction du coefficient de réaction K_s .

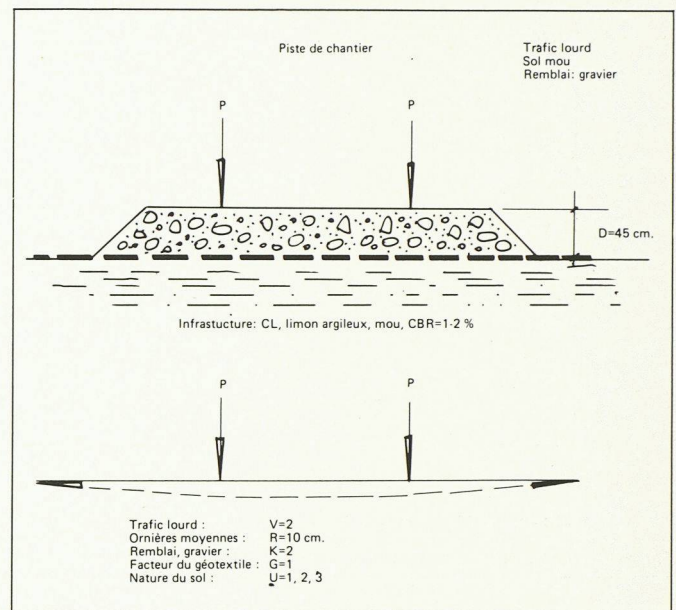


Fig. 5. — Dimensionnement d'une piste de chantier.

tribution, il est possible de calculer une probabilité de ruine p_L (ou p_T). Connaissant p_L , il est alors possible d'obtenir son complément $(1 - p_L)$, à savoir la fiabilité pour que La soit supérieure à $\bar{La}$; le rapport $La: \bar{La}$ est le coefficient de sécurité à la rupture de l'ancrage actif pour un niveau de confiance donné (95% par exemple) [1].

4.2 Renforcement -

Dimensionnement pratique

Dans les pistes de chantier ou dans les renforcements des fondations de chaussée, l'ancrage actif total est rarement réalisé. Les auteurs du *Manuel des géotextiles* de l'ASPG, notamment Jaecklin [3], ont alors proposé une méthode de dimensionnement pratique basée sur une série d'hypothèses suivantes (fig. 5).

1. La méthode est semi-empirique : elle tient compte de l'observation de nombreux cas réels.
2. Le géotextile doit posséder une résistance à la traction (r) suffisante pour renforcer le bicouche.
3. Le géotextile ne doit pas subir une déformation à la rupture (ϵ_r) trop importante, de manière à réduire la profondeur des ornières, tout en permettant la mise en traction de l'armature : toutefois, le géotextile ne doit pas être fragile.
On considère donc, pour un géotextile donné, un facteur caractéristique G , tel que $G = \epsilon_r$ (nécessaire) : ϵ_r (existant), de manière que $r' = G \cdot r$ (avec r' supérieur à r). De cette façon, on a une résistance renforcée (r'), mais avec un allongement augmenté (ϵ_r , nécessaire).
4. Il faut donc qu'à la rupture, le géotextile développe un travail de déchirure optimal, tel que $A = T \cdot \epsilon_r$ soit maximal, avec $T = r \cdot S$ et $\epsilon_r = \Delta L : L$

où r = résistance à la rupture par unité de longueur

S = largeur de la nappe

L = longueur de la nappe (dans le sens de la largeur de la plate-forme)

ΔL = accroissement de longueur du géotextile

5. La prise en compte des variables suivantes et de leur interaction

— trafic, V (nombre de charges de 9 tonnes/axe)

— ornières, R (profondeur, cm)

— infrastructure : portance (CBR , %) type (sol), U

— fondation : type et nature du matériau, K épaisseur, D (dm)

permet, par un calcul de régression multiple s'appuyant sur de nombreux cas observés, d'obtenir pour le calcul de la résistance à la rupture du géotextile (r) l'équation suivante :

$$(I) \quad r = [5 + (2,1 \cdot V_1 \cdot R_1 \cdot U_1 \cdot D_1 \cdot K_1)] \cdot G$$

avec $V_1 = (V + 0,8)^{0,8}$

$$R_1 = \frac{4}{3 \cdot R^{0,8}}$$

$$U_1 = 0,9 \cdot U^{1,2}$$

$$D_1 = \frac{3,6}{D}$$

$$K_1 = \sqrt[4]{1 + \left(\frac{1}{K} - 1\right)^2}$$

alors que pour l'allongement à la rupture (ϵ_r), on a l'équation :

$$(II) \quad \epsilon_r = [1,4 \cdot V_2 \cdot R_2 (U_2 + D_2) \cdot K_2 - 5] \cdot T$$

avec T = facteur de transfert (en général : 1,15 selon les «Recommandations» françaises), de ma-

nière à obtenir un allongement plus grand, donc le meilleur comportement de l'armature

et avec $V_2 = \frac{1}{V^{0,1}}$

$$R_2 = \log R$$

$$U_2 = U^{1,5}$$

$$D_2 = 10 + 10 \log D$$

$$K_2 = \frac{1}{K^{0,1}}$$

Dans un cas pratique, la résolution des équations (I) et (II) est assez fastidieuse. C'est pourquoi, les auteurs du *Manuel des géotextiles* proposent deux solutions pour obtenir plus rapidement les valeurs de r et ϵ_r .

La première solution consiste, connaissant les valeurs choisies pour V , R , U , etc., à obtenir les valeurs des caractéristiques auxiliaires V_1 , R_1 , U_1 , etc., de tableaux figurant dans le manuel, puis de calculer r (ou ϵ_r , en fonction de V_2 , R_2 , U_2 , etc.).

La deuxième solution est graphique : elle est d'un usage plus facile et plus rapide. Elle permet aussi de mettre mieux en évidence l'influence respective des différents paramètres.

Les graphiques (fig. 6), d'une présentation très simple, donnent la force de rupture, r et l'allongement à la rupture, ϵ_r , en fonction de l'épaisseur de la couche de fondation granulaire, D , pour trois qualités du sous-sol (infrastructure), U (fonction du CBR , %). Chaque couple de graphiques (r , D ; ϵ_r , D) est établi pour une valeur déterminée des paramètres V , R , K , G .

Les figures 5 et 6 illustrent un exemple : il s'agit du dimensionnement d'une piste de chantier construite sur un sous-sol argileux et mou.

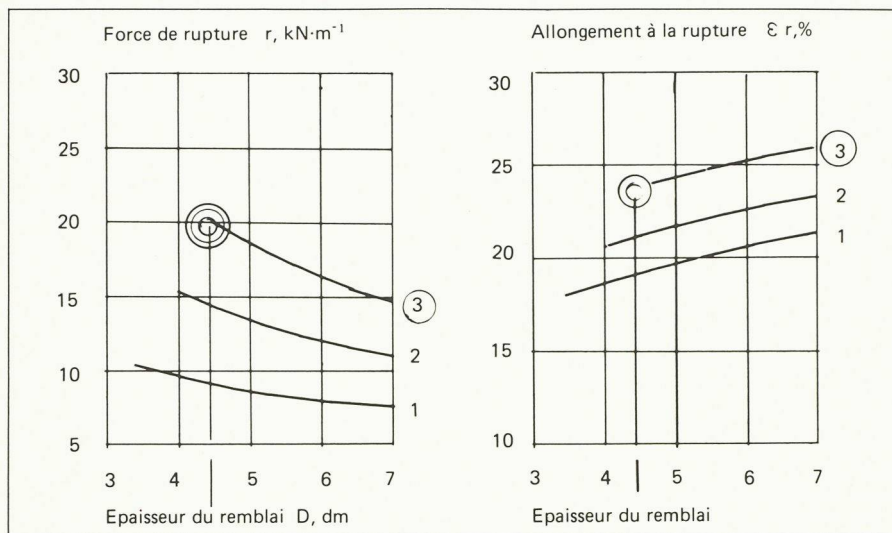


Fig. 6. — Abaques de dimensionnement et résultats.

Le trafic est très lourd, d'où $V = 2$
Profondeur d'ornières, max. 10 cm,
d'où $R = 10$ cm

Sous-sol: limon argileux, mou, CL:
 $\text{CBR} = 1\%$, d'où $U = 3$.

Fondation: gravier rond, sableux,
limoneux, GM, d'où $K = 2$

Facteur caractéristique du géotextile,
 $G = 1$

Epaisseur de la fondation: $D = 45$ cm
(4,5 dm)

On obtient alors $r = 20 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$
et $\varepsilon_r = 24\%$

En consultant les fiches techniques
du manuel, il est alors possible de
choisir le géotextile qui répond aux
valeurs minimales déterminées ci-
dessus.

Il faut encore vérifier le pouvoir sépa-
rateur du géotextile: le terrain d'infra-
structure ne doit pas traverser les
interstices de la nappe d'armatures.
L'examen de nombreux cas prati-
ques, ainsi que des essais de labora-
toire, ont montré que le pouvoir sé-
parateur existait lorsque le diamètre
efficace des pores O_w (distance
maximale entre fibres) est inférieur
à 2 fois le diamètre à 85% passant
 d_{85} du sol d'infrastructure, d'où (III)
 $O_w \leq 2 d_{85}$.

O_w se mesure par porométrie pour les
non-tissés (avec des billes de verre
calibrées, par exemple) ou par mesure
directe des dimensions des mailles
pour les tissés (O_w et d_{85} sont ex-
primés en mm).

Quant à d_{85} , il est déterminé sur la
courbe granulométrique du sous-sol.
Enfin, la perméabilité à travers le géo-
textile (Kn), dans le sens normal au
plan de la nappe, doit être supérieure
à celle de l'infrastructure,

d'où (IV) $Kn > K$

L'expérience montre que Kn devrait
être supérieur à 100 fois le carré du dia-
mètre à 10% passant du sous-sol, soit

$$Kn \geq 100 \cdot (d_{10})^2 [\text{m/s}]$$

avec d_{10} exprimé en mm

5. Quelques exemples d'utilisation de géotextiles

5.1 N9b - Autoroute Vallorbe-Chavornay - Piste de chantier

La réalisation d'un tronçon de la N9b dans la plaine de l'Orbe, entre les km 13,9 et 16, comprend notamment la construction d'un grand viaduc, fondé sur des pieux battus et de hauts remblais d'accès reposant sur des sols organiques très compressibles. Une piste de chantier a été créée: elle est formée d'une couche de 60 cm de graves concassées 0/50 mise en place sur un géotextile tissé ($r = 20 \text{ kN/m}^2$; $ms = 180 \text{ g/m}^2$; $\varepsilon_r = 25\%$). Ce bicouche repose directement sur le terrain naturel (limons sableux argileux, gris, parfois stratifiés, de consistance tendre; $\text{CBR} = 3$ à 4%) (fig. 7). Cette piste a déjà servi au passage de 9500 camions de 28 tonnes de charge totale (3 essieux) pour la mise en remblai de 85 000 m^3 ; son comportement actuel est très bon; elle sera encore utilisée pour amener environ 10 000 m^3 de pieux battus préfabriqués et

quelques milliers de m^3 de béton destinés au viaduc.

5.2 N1 - Autoroute Lausanne-Berne - Remblai provisoire pour la halle à sel du centre d'exploitation d'Yverdon

Le centre d'exploitation, construit au sud d'Yverdon, possède une halle contenant le sel nécessaire à l'entretien hivernal d'un important secteur de la N1.

A cet emplacement se trouvent des sols très compressibles, dont la stratigraphie résumée est la suivante:

- 0 - 0,8 Terre végétale et limon terreux
- 0,8 - 3,50 Limon sableux, varvé, avec matières organiques et passages de tourbe, lâche et tendre
- 3,50- 5,45 Tourbe décomposée, molle, très compressible
 $w = 164 - 411\%$;
 $dh = 1,032 - 1,291 \text{ t/m}^3$;
 $e_o = 2,295 - 5,181$;
 $Cc = 1,082 - 3,000$
- 5,45- 9,45 Limon ± argileux, un peu crayeux, varvé, mou à tendre
- 9,45-12,45 Sable fin limoneux, peu compact
- 12,45-25,00 Alternance de limons sableux et de limons argileux, varvés, consistance tendre à moyenne
 $w = 30,1 - 32,7\%$;
 $dh = 1,90 - 1,96$;
 $e_o = 0,838 - 0,925$;
 $Cc = 0,210$.

Niveau d'eau: de $-0,80$ m à $+0,15$ m du terrain naturel.

Il a été réalisé une fondation sur pieux battus préfabriqués pour la structure de la halle (murs et toiture) et un radier en béton armé pour le dépôt de sel lui-même, sans liaison avec la structure.

Pour éviter, sous le poids du sel (surtout au moment du premier chargement), un

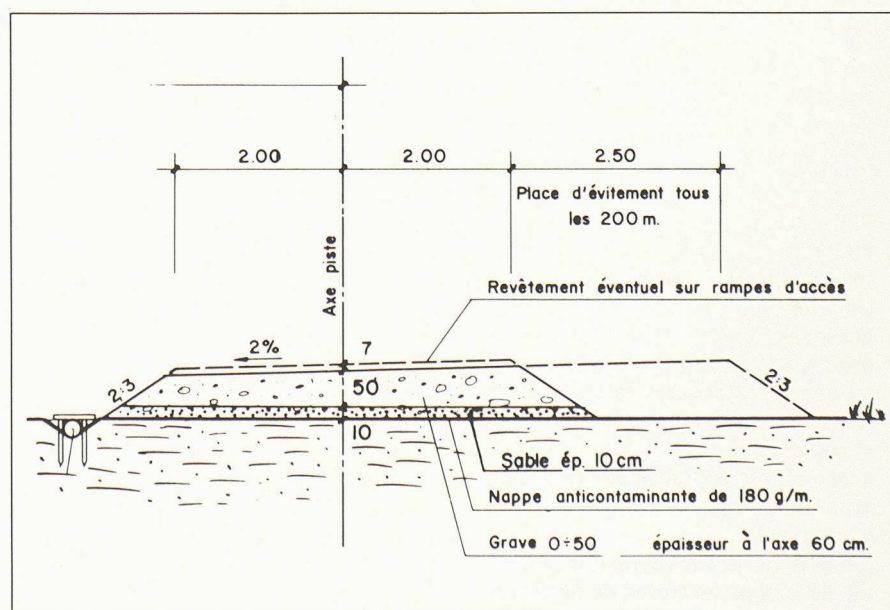


Fig. 7. — N9b - Piste de chantier - Profil type.

tassement important du radier, il a été créé un remblai rectangulaire de préchargement de 30×20 m en graves rondes sableuses 0/100 d'une hauteur de 3 m par rapport au terrain naturel (fig. 8).

L'angle nord de ce remblai devait alors se trouver à 5 m de l'axe d'un important collecteur d'eaux claires fondé sur des pieux en bois.

Pour que le collecteur ne tasse pas ou que les pieux ne se rompent, il fut décidé de remplacer le remblai taluté à 2:3 par un mur avec un fruit de 5:1. S'agissant d'une construction très provisoire, posée sur des sols déformables et compressibles, on réalisa un mur renforcé de nappes de géotextile faisant office d'armatures (fig. 9).

Le mur était fait de 8 étapes de 30 cm d'épaisseur; les armatures avaient 4 m de longueur; à chaque niveau, elles étaient doublées par une nappe supplémentaire de 3 m' de long; le matériau de remblayage était constitué de la même grave ronde 0/100.

Le géotextile utilisé était un non-tissé (!) en fibres de polyester, ayant une résistance à la rupture $r = 10$ kN/m' et un allongement $\epsilon_r = 40\%$ (!).

Le mur renforcé, long de 10,4 m à sa base et de 2,5 m' au couronnement, s'est bien comporté, bien qu'il ait tassé de 35 cm en six mois, sans que le collecteur ne soit influencé, comme l'ont montré des mesures topographiques exécutées pendant le chantier.

5.3 N1 - Autoroute Lausanne-Berne - Pieux forés pour les viaducs d'Ependes

Les viaducs d'Ependes permettent à l'autoroute N1 de franchir la ligne CFF Lausanne-Yverdon-Neuchâtel. Dans cette région de la plaine de l'Orbe, les terrains de fondation sont très mous et très compressibles. Les deux ouvrages sont fondés sur des pieux forés, de 1200 mm de diamètre et de 30 m de longueur.

Les terrains superficiels, sur les huit premiers mètres, sont formés d'abord de limons sableux, puis de tourbes, plus ou moins décomposées, molles et très compressibles, ensuite de craie lacustre, blan-

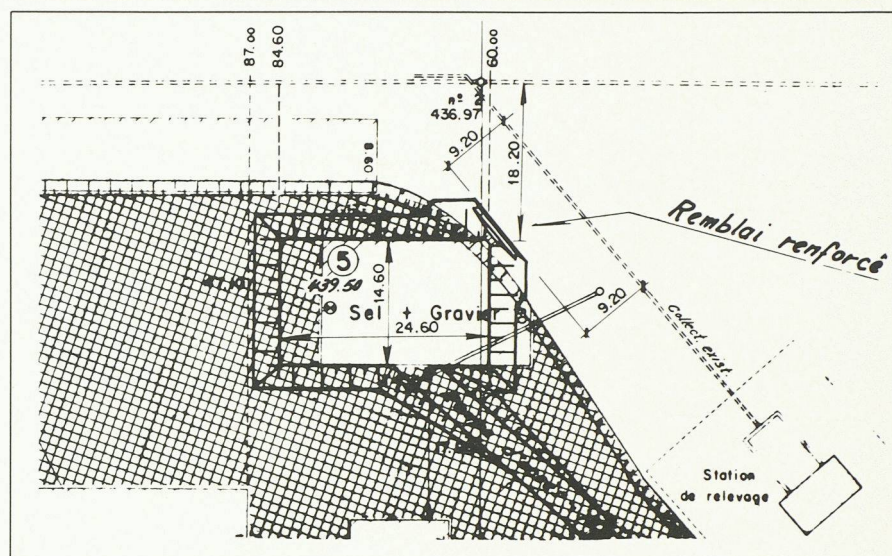


Fig. 8. - N1, Yverdon, situation du remblai de préchargement.

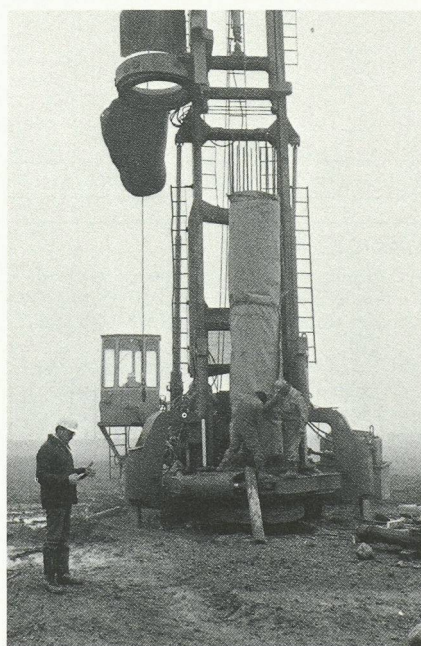


Fig. 10. - N1, Ependes, gaine géotextile sur armatures des pieux forés.



Fig. 11. - N1, Ependes, vue du pieu bétonné et durci; le géotextile a été enlevé.

che, molle, instable et très déformable, enfin de limons argileux, avec de nombreuses matières organiques, assez tendres et compressibles.

Pour éviter la rupture de ces sols sous la pression du béton frais formant le fût des pieux forés et pour supprimer la création d'énormes hors-profil, la cage d'armatu-

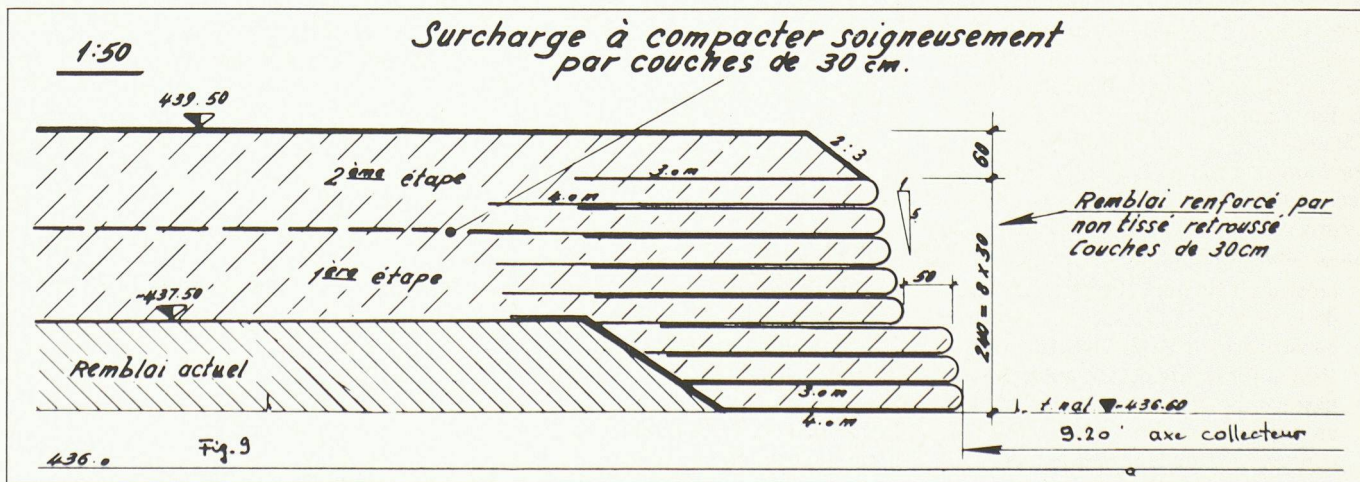


Fig. 9. - N1 - Yverdon, mur renforcé par géotextiles - coupe 1:50 (échelle de reproduction env. 1:63).

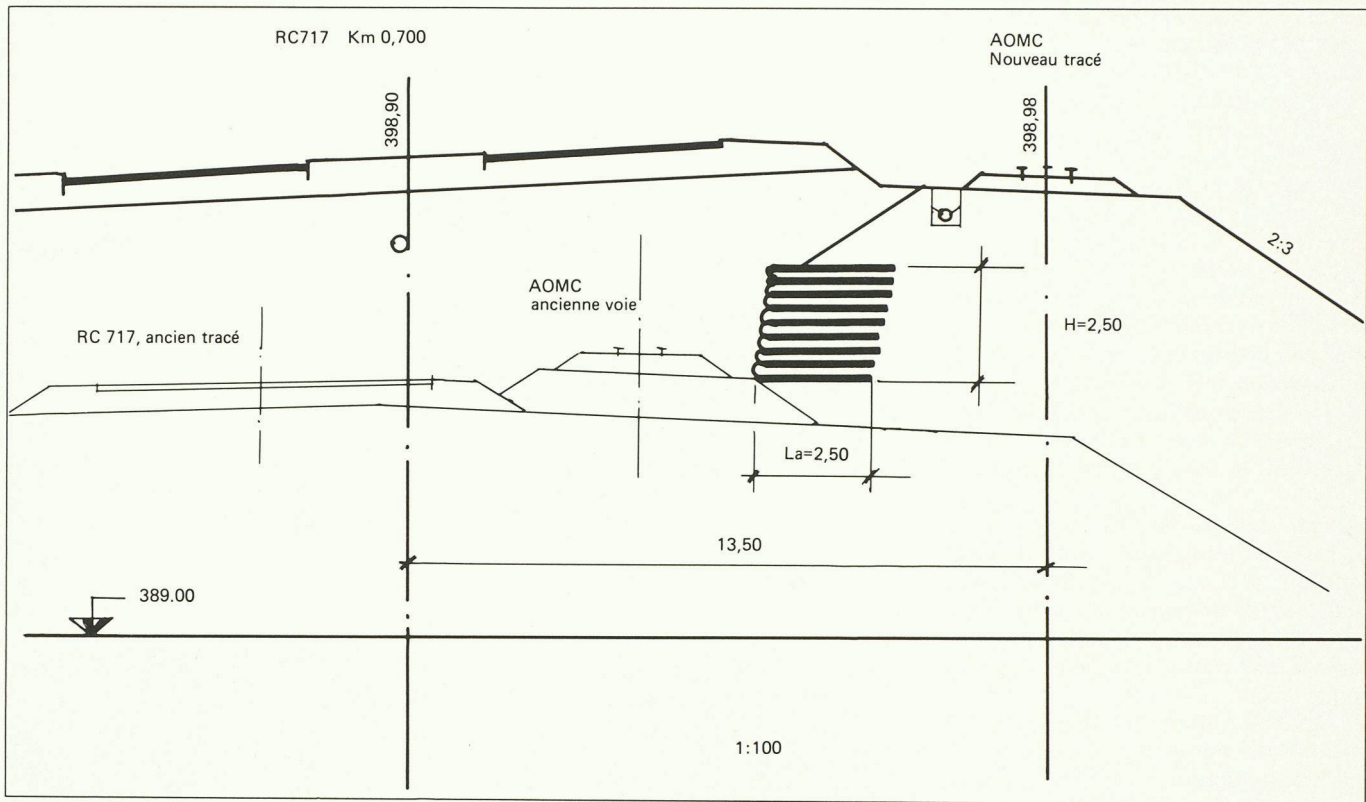


Fig. 12. — N9 - Saint-Triphon — Profil en travers Km 0,7 — Mur renforcé par géotextiles.

res, sur ses 8 m supérieurs, a été entourée d'un géotextile non tissé qui séparait le béton frais des terrains de fondation, augmentait leur faible résistance et permettait ainsi d'obtenir une colonne d'un diamètre assez constant de béton durci, compact, bien vibré et résistant. Des carottages, d'abord aux ultra-sons, puis mécaniques, ont montré que la qualité du béton était réellement excellente dans cette partie supérieure des pieux qui est très sollicitée (fig. 10 et 11). Cette technique est actuellement utilisée avec succès pour la réalisation de pieux forés ($\varnothing$ 800 et 1400 mm) destinés aux fondations de trois ponts dans le futur échangeur N1/N9 à Chavornay.

5.4 N9 - Autoroute du Léman — Correction de la RC 717 à Saint-Triphon

Lors de la construction de la jonction de Saint-Triphon, le tracé de la route cantonale 717, Ollon-Collombey, fut corrigé sur une distance d'environ 1300 m, entre le Rhône et l'entrée est de Saint-Triphon-Gare. La ligne du chemin de fer régional Aigle-Ollon-Monthey-Champéry (AOMC) suivait presque le tracé ancien de la RC; elle dut être déplacée, mais le trafic fut maintenu. Le profil en travers du km 0,700 montre la succession des opérations (fig. 12):

- création de la nouvelle plate-forme et de la voie de l'AOMC;
- construction d'une déviation provisoire pour la circulation automobile;
- passage du chemin de fer de l'ancien au nouveau tracé;
- construction de la nouvelle plate-forme et des chaussées de la RC corrigée;
- démolition de la déviation provisoire.

Bibliographie

- [1] BOURDEAU, P.-L.: *Dimensionnement des géotextiles utilisés comme armatures*, Routes et Trafic n° 6/84, pp. 215-220.
- [2] HARR, M. E.: *Mécanique des milieux formés de particules*, Presses polytechniques romandes, Lausanne, 1981.
- [3] Le Manuel des géotextiles, ASPG, Association suisse des professionnels des géotextiles, EMPA, Saint-Gall, 1985.
- [4] GICOT, O.; PERFETTI, J.: *Les géotextiles, concevoir et dimensionner*, 3^e Journée des géotextiles, Zurich, 1982.
- [5] STUDER, J.: *Armieren mit Geotextilien*, Strasse und Verkehr 12/85, pp. 643-647.

Du km 0,640 au km 0,740, compte tenu de la distance réduite entre les tracés ancien et nouveau, il fallait construire un ouvrage de soutènement. S'agissant d'un ouvrage provisoire devant être ensuite englobé dans les remblais de la nouvelle RC, il a été réalisé un mur en terre, renforcé par des armatures en géotextile.

Au profil 0,700, la différence de niveau était de 5 m environ. Le mur renforcé avait une hauteur de 2,5 m et une profondeur de 2,5 m également.

Les armatures (longueur, nature et caractéristiques du géotextile) ont été dimensionnées selon les principes des murs en «terre armée». Après calcul, il fut choisi un géotextile tissé en polyester ayant une résistance à la rupture en traction $r = 20 \text{ kN/m}^2$ et un allongement à la rupture $\epsilon_r = 30\%$. Le dimensionnement donna une longueur d'armature La de 2,5 m. Le remblai était constitué par de la grave naturelle 0/100, mise en œuvre par couches de 30 cm soigneusement compactées. Le parement avait une inclinaison

de 5 : 1. Il fut parfois difficile de lui donner un aspect correct: il présenta souvent d'assez fortes déformations dues à une adhérence insuffisante du géotextile pas encore suffisamment chargé.

Cependant, le massif renforcé se comporta bien: le remblai complet put être construit pendant que les trains passaient à son pied; puis, la nouvelle voie fut réalisée et mise en service. Pendant quelques jours, le mur renforcé, non encore remblayé du côté de l'ancien tracé, supporta très bien la masse des convois ferroviaires et celle du remblai.

6. Conclusions

Depuis le début des années 70, l'usage très empirique des géotextiles (d'abord non tissés) a été peu à peu remplacé par une utilisation plus rationnelle: il existe maintenant des méthodes de calcul des ouvrages composites sol-géotextile dans lesquelles on tient compte des propriétés de ces nouveaux matériaux ainsi que des interactions entre les sols et les géotextiles [4], [5].

L'observation de nombreux ouvrages routiers, l'expérimentation en laboratoire, l'échange d'informations ont permis de progresser et d'utiliser, à bon escient aussi bien pour un ouvrage provisoire que pour une construction définitive, le géotextile le mieux approprié.

Adresse de l'auteur:
Blaise-Robert Graf
Ingénieur civil EPFL
Bureau de construction
des autoroutes vaudoises
Caroline 7 bis
1014 Lausanne