

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 102 (1976)
Heft: 22: SIA spécial, no 5, 1976

Artikel: L'emploi des nappes non tissées
Autor: Schaerer, Ch.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-72960>

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: 02.02.2025

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

L'emploi des nappes non tissées¹

par Ch. SCHAERER, Zurich

1. Définitions des différents matériaux textiles utilisés dans le génie civil

L'utilisation de textiles non tissés dans les travaux de génie civil — tels que travaux routiers, terrassements, voies ferrées, travaux maritimes et fluviaux, travaux hydrauliques (bassins), drainages, construction de parcs et de places de sports, travaux en tunnels et galeries — s'est développée de façon spectaculaire depuis 1969.

Ces nouveaux produits offrent un intérêt technique évident pour améliorer les propriétés mécaniques ou hydrauliques des sols ou des ouvrages où ils sont incorporés.

La fabrication en quantités industrielles permet de parvenir à des prix de revient intéressants.

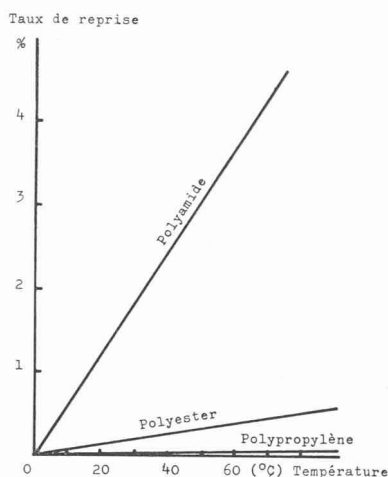


Fig. 1. — Courbe de reprise d'humidité à diverses températures. L'absorption d'eau par les polyamides est caractéristique de cette matière plastique. On constate alors que les performances dynamométriques des filaments sont affectés et qu'une chute de 20 % à 30 % survient.

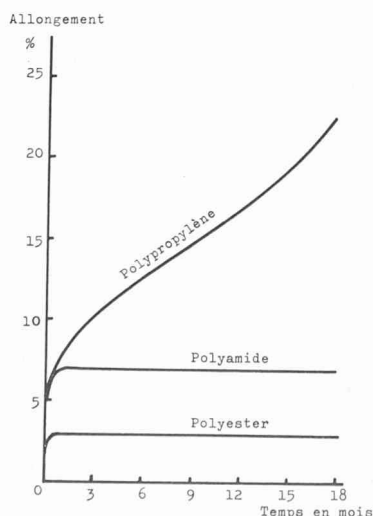


Fig. 2. — Courbe de fluage au niveau des filaments.

Les courbes sont obtenues en soumettant un filament de polymère à une contrainte constante équivalente à 20 % de sa charge de rupture. On note les déformations enregistrées dans le temps. Le polyester et le polyamide arrivent rapidement à la stabilité, pour, finalement, atteindre après un temps suffisamment long la rupture.

Les textiles dont il est question ici sont des *non tissés* à base de matières synthétiques ayant un poids par mètre carré (grammage) de 100 à 600 gr, pour les applications les plus courantes. Cela correspond à des épaisseurs allant de la fraction de millimètre à quelques millimètres.

Il s'agit de nappes de fibres assemblées en désordre. Les fibres sont des fibres courtes, longues ou, le plus souvent, des filaments continus. Leur liaison, nécessaire à la bonne tenue mécanique de la nappe, peut être réalisée par enchevêtrement, thermo-soudage ou imprégnation ; ces différents modes de liaison pouvant être associés.

Les non-tissés sur le marché, pour les travaux de génie civil, sont constitués — dans l'ordre alphabétique — par le polyamide (PA), le polyester (PES) ou le polypropylène (PP). Les caractéristiques du PA (Nylon), en particulier la perte de résistance en présence de l'eau, ont pour conséquence que cette matière première n'est pas utilisée dans les non-tissés pour les travaux routiers. Nous avons dressé ci-dessous un tableau comparatif des caractéristiques techniques des deux autres matières synthétiques : le PES et le PP. (Voir aussi fig. 1 et 2.)

	Matière première Polyester (PES)	Polypropylène (PP)
Poids spéc. gr/cm ³	1,4	0,9 (flotte !)
Point de fusion °C	240-260°	140-160°
Imputrescibilité	assurée,	assurée, perte de résistance de 10 à 20 % pendant les 3 à 5 premières années, causée par la modification cristalline des fibres par suite du vieillissement. N'a rien à voir avec une désintégration chimique ou microbienne
Fluage	très faible	tendance manifeste. Eviter l'emploi de PP lorsque la nappe est soumise à des contraintes de traction permanentes
Résistance à la traction au déchirement, au déchirement amorcé, à l'éclatement	Plus grande pour le PES, à poids égal, que pour le PP	
Durabilité à la lumière du jour (rayons UV)	Suivant l'épaisseur, perte de résistance de 5 à 20 % après exposition pendant 1 année au soleil	Altération rapide lors de l'exposition au soleil. PP 9 fois plus sensible à la perte de résistance que le PES
Perméabilité à l'eau de l'ordre de 1 · 10 ¹ à 1 · 10 ⁻³ cm/s selon l'épaisseur et la qualité		

L'enchevêtrement des fibres ou des filaments est réalisé au cours de la fabrication de la nappe et amélioré par aiguilletage. Par ce procédé (spun-bound) on obtient un enchevêtrement des filaments continus, sans liaison rigide aux points de croisements, ce qui donne une très bonne résistance à la rupture, au déchirement et au déchirement amorcé ainsi qu'au poinçonnement (fig. 3).

¹ Exposé présenté lors de la journée de formation professionnelle de l'Union suisse des professionnels de la route (USPR), construction routière et technique de la circulation, réservée aux chargés de cours des Ecoles techniques supérieures ayant un département de génie civil.

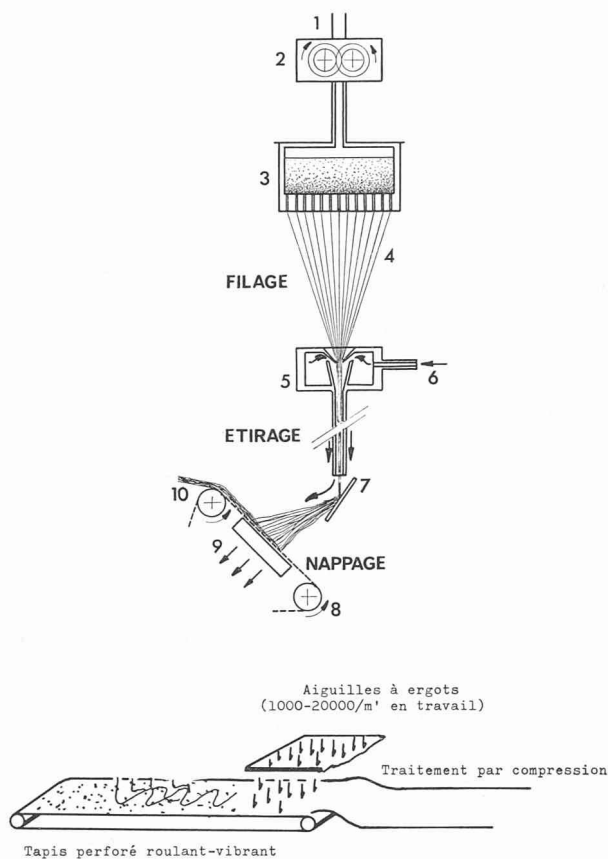


Fig. 3. — Schémas de fabrication, type « SPUN-BOUND ».

Le polymère fondu 1 est envoyé au moyen d'une pompe volumétrique 2 dans les blocs filières 3, où il passe au travers de trous calibrés. Sans refroidissement important, les filaments 4 ainsi formés sont étirés dans la buse d'étirage 5, avec une amenée d'air 6. Au sortir du tube d'étirage, ils sont dirigés par un déflecteur 7 sur le tapis récepteur 8, avec aspiration 9. Le voile 10 est obtenu à la sortie de l'ensemble de nappage.

Il faut distinguer trois procédés de *thermo-soudage* :

- Incorporation de filaments ou fibres à bas point de fusion. Par échauffement, les fibres de liaison fondent et jouent le rôle du liant dans le procédé de liaison par imprégnation chimique, avec l'inconvénient que ce procédé présente.
- L'utilisation de filaments ou fibres composés, dont une partie à faible point de fusion (p. ex. fibres à noyau/pellicule). Dans ce procédé seule une faible couche des filaments est fondue. La liaison aux points de croisement des filaments n'est pas rigide si la nappe n'est pas comprimée. La rigidité augmente si l'on presse la nappe en cours de fabrication. La résistance au déchirement ne permet pas en général de verser le gravier ou le tout-venant directement sur les nappes fabriquées selon ce procédé ; c'est pourquoi les fabricants préconisent l'épandage par bulldozer.
- Echauffement de nappes composées d'un seul type de filaments, sous compression, à chaud. Les points de contact des fibres ou des filaments deviennent visqueux sous l'effet de la chaleur puis forment une liaison rigide après refroidissement. Les nappes fabriquées selon ce procédé ont des propriétés semblables à celles dans lesquelles les liaisons se font par imprégnation chimique. Il s'agit en général de nappes de faible épaisseur.

La *liaison (adhésion) chimique* est obtenue en imprégnant ou imprimant la nappe en fabrication avec une dispersion aqueuse de résine (p. ex. latex). La condensation de la résine, suite à l'échauffement, augmente la résistance de nappes composées de fibres.

La résine se dépose aux points de contact des fibres, produisant des liaisons rigides et fragiles. La résistance au déchirement et au poinçonnement de telles nappes est plus faible que les non-tissés aiguilletés (spun-bound).

2. Propriétés techniques caractéristiques, leur détermination en laboratoire

Le Bureau d'Etudes Geotest S.A. à Zollikofen/Berne a été chargé par le Département fédéral de l'Intérieur d'une étude sur les nappes non tissées¹ dans le cadre de la commission 3 de l'USPR. Nous avons extrait les données suivantes de ce premier rapport.

2.1 Propriétés essentielles

Les nappes non tissées doivent être à même de remplir les fonctions essentielles suivantes :

- supporter et répartir les charges,
- former une couche anticontaminante avec propriété filtrante.

Ces propriétés techniques concernent

- La durabilité ou persistance,
- Les caractéristiques mécaniques,
- Les caractéristiques hydrauliques.

La *durabilité (persistance)* comprend la résistance à longue échéance aux agents chimiques (acides, bases, produits hydrocarbonés, etc.) ; la résistance au froid et au chaud (dans certaines limites) ; la persistance en présence d'eau, la résistance au gel et à l'exposition aux rayons ultraviolets (spectre solaire).

Les *caractéristiques mécaniques* se réfèrent à l'épaisseur et au poids par unité de surface (grammage), la résistance à la rupture, au déchirement amorcé, au poinçonnement, à l'allongement à la rupture, au module d'élasticité dynamique, c.à.d. sous charge répétée ; à la compressibilité (relation épaisseur/pression), au fluage sous charge constante et à l'isotropie.

Les *propriétés caractéristiques hydrauliques* qui entrent en ligne de compte sont : la porosité, la perméabilité perpendiculairement à la nappe et dans le plan de celle-ci, les propriétés de filtre, c.à.d. de retenir les fines et la tendance au colmatage.

2.2 Examen des propriétés caractéristiques au laboratoire

Les fabricants ne fournissent souvent que des renseignements partiels et qualitatifs au sujet de la persistance ou durabilité. Les produits offerts sur le marché sont de qualité diverse. Ils se différencient d'une part, par le poids au mètre carré (grammage) et par la matière première de base (PES ou PP).

2.2.2 Propriétés mécaniques

L'épaisseur est directement proportionnelle au grammage (fig. 4). L'usage erroné s'est malheureusement répandu, de considérer le grammage comme principal critère de qualité d'une nappe non tissée. Il n'en n'est point ainsi comme nous allons le voir. Le contrôle du grammage et de l'épaisseur sont des tests de réception faciles à réaliser.

La *détermination du grammage* (poids par m²) se fait selon la norme DIN 53 854 ou SNV 19 8461 établies pour les textiles. Le climat et la dimension des éprouvettes jouent un rôle.

La *résistance à la rupture* (monoaxiale ou triaxiale), au *déchirement amorcé* se détermine selon les normes textiles sur des éprouvettes en forme de bande, selon les normes DIN 53 857, SNV 198 461 ou NF 6.07-001 et NF G.37-104. D'autres essais normalisés, mais qui diffèrent selon le laboratoire, permettent de définir la résistance à la déchirure au clou et l'allongement à la rupture « Grabtest ».

¹ USPR-Commission 3 : Unter- und Oberbau, Bauvliessse ; mandat de recherche n° 22/74 du Département fédéral de l'intérieur, rapport intermédiaire ; rapport Geotest n° 74024, 8 mars 1976, spécialiste H. Fierz, rapporteur P. Dériaz.

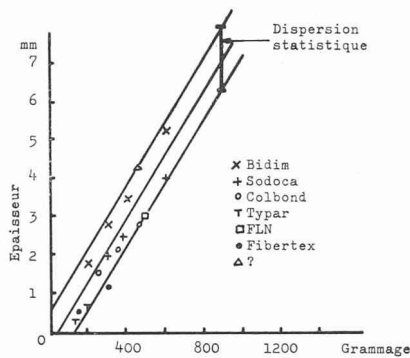


Fig. 4. — Relation entre l'épaisseur et le grammage de nappes non tissées PP et PES.

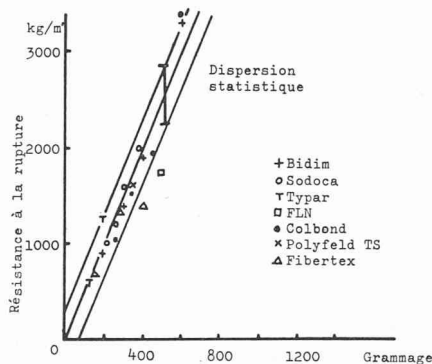


Fig. 5. — Résistance à la rupture (monoaxiale) en fonction du grammage pour des nappes non tissées PP et PES.

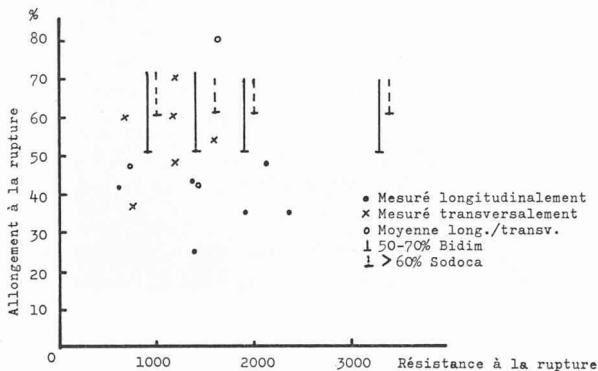


Fig. 6. — Allongement à la rupture et résistance à la rupture.

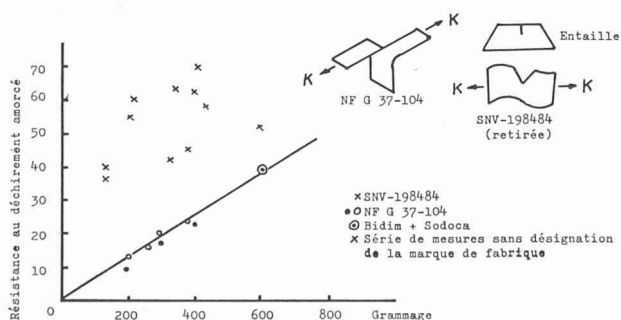


Fig. 7. — Résistance au déchirement amorcé en fonction du grammage.

S'il est possible de déduire approximativement la résistance à la rupture à partir du grammage (fig. 5), ce dernier ne fournit aucun renseignement sur l'allongement à la rupture. Cette dernière propriété — très importante souvent — dépend de la fabrication et diffère dans de larges mesures selon la marque du produit (fig. 6 et 7).

Du fait que dans le génie civil, la nappe est normalement sollicitée dans les 3 dimensions, les essais de rupture monoaxiale ne sont pas représentatifs. Des appareillages ont été développés pour examiner la résistance à la rupture triaxiale.

En relation avec le *diagramme charge - élongation*, mentionnons qu'il serait intéressant de déterminer la grandeur des déformations plastiques d'un non-tissé après déchargement, pour divers paliers de charge. Ces déformations permanentes peuvent en effet avoir une influence sur les caractéristiques hydrauliques !

Les nappes non tissées à filaments continus aiguilletés sont pratiquement isotropes. Selon le mode de fabrication, en particulier pour les nappes à base de fibres, on constate une différence dans le comportement mécanique selon le sens de la sollicitation (sens de la trame ou de la chaîne).

2.23 Propriétés hydrauliques

Il est possible de définir la *porosité*, la *perméabilité* et l'ordre de grandeur de l'*espace entre les filaments* à partir du grammage, de l'épaisseur, du diamètre du filament et de la densité du polymère de base.

Porosité n

$$n = \left(1 - 10^{-3} \cdot \frac{F}{\rho \cdot h}\right) \quad \begin{array}{l} F = \text{grammage gr/m}^2 \\ h = \text{épaisseur mm} \\ \rho = \text{densité en gr/cm}^3 \end{array}$$

Des essais systématiques ont montré que la perméabilité k peut être exprimée par la relation suivante :

$$k \text{ prop. } \frac{d^2}{(n-1)^2} \quad d = \text{diamètre du filament en mm}$$

Si l'on introduit pour n l'expression ci-dessus, on obtient, pour une nappe déterminée :

$$k \text{ prop. } h^2 \quad \text{— relation représentée à la fig. 8}$$

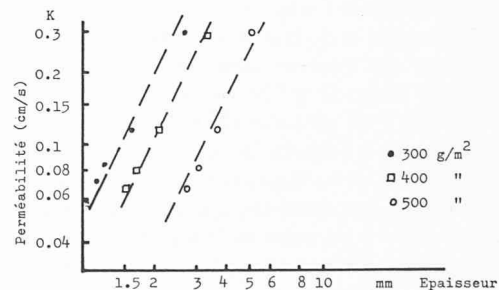


Fig. 8. — Perméabilité K en fonction de l'épaisseur de nappes non tissées PES.

Si l'on suppose que les filaments sont répartis de façon régulière et parallèle dans la nappe, l'on obtient l'ordre de grandeur de l'espacement des filaments D selon l'expression :

$$D \sim d \cdot \left(0,63 \sqrt{\frac{10^3 \cdot \rho \cdot h}{F}} - 1\right)$$

Selon les essais Geotest :

La *porosité* atteint des valeurs de 60 à 92 %.

La *perméabilité*, nappe non chargée, est de l'ordre de $k = 0,6 \cdot 10^{-3}$ à 0,3 cm/s, selon le type de fabrication.

Les *propriétés de filtre* et la *tendance au colmatage* sont déterminés dans des perméamètres avec des sols fins standard ou des billes de verre calibrées.

Il n'est pas encore possible de se prononcer de façon univoque sur les propriétés pratiques de filtre et le colmatage de nappes sur la base des essais ci-dessus mentionnés.

La granulométrie du sol, la vitesse de percolation, la nature et la grandeur de la charge hydraulique (régime non permanent), la pression et la traction sur la nappe non tissée jouent un rôle.

Le contrôle de la *qualité du produit* à la livraison établit la régularité des caractéristiques telles que

- le grammage (poids par m²)
- l'épaisseur
- le diamètre des filaments (de l'ordre de 20 à 40 microns)
- la qualité de la matière première
- la résistance à la rupture d'une bande (monoaxiale).

La détermination de *coefficients caractéristiques* est cependant plus difficile, car les relations entre les grandeurs de qualité, le produit fini et son comportement sous les sollicitations réelles ne sont pas suffisamment connues.

3. Problèmes techniques liés à l'emploi des nappes non tissées dans le génie civil

3.1 Rôle mécanique

Le textile peut :

- augmenter la résistance à la rupture, sans réduire la possibilité d'adaptation du sol aux déformations (p. ex. tassements) ;
- réduire la déformabilité des sols (relation effort-déformation) ;
- augmenter la résistance à la fatigue (p. ex. au trafic).

Cette dernière provient surtout de la continuité de la nappe non-tissée qui s'oppose à l'accumulation des déformations dans des zones localisées (p. ex. surf. de rupture). Cette répartition des déformations permet de profiter de la résistance moyenne du sol et non pas de la résistance des zones les plus faibles.

A quelle échelle se situe l'action du non-tissé ? (fig. 9)

On peut concevoir l'action du textile à l'échelle de l'ensemble de la nappe et de la structure. Agissant p. ex. comme une armature de traction continue et transmettant les efforts sur des distances à l'échelle de la structure, sous les efforts du poids d'un véhicule. On peut également imaginer l'action du textile à l'échelle des fibres et des particules du sol, chaque fibre en contact avec un certain nombre de grains créant un lien entre ces grains, la transmission des efforts d'un point à un autre se faisant à très petite échelle et fibre par fibre. Les cas intermédiaires peuvent aussi être imaginés. Ces différents modes de fonctionnement dépendent :

- du type de nappe et de ses caractéristiques ;
- du sol (granulométrie, consistance, résistance, compressibilité, homogénéité, perméabilité) ;
- de la géométrie de la structure sol-textile ;
- du mode de mise en place de la nappe non tissée (tensions et déformations initiales). (Fig. 10.)



Fig. 9. — Pose d'une nappe non tissée.

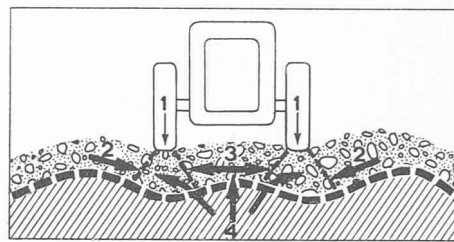


Fig. 10. — Schéma de principe.

Anticontamination : écran séparateur et filtrant, conservation intégrale des propriétés des couches supérieures. Armature, répartition de charges : mise en traction de la nappe, répartition homogène des contraintes au niveau du sol. 1 pression ; 2 frottement ; 3 tension ; 4 filtration.

3.2 Rôle hydraulique

Le textile peut :

- empêcher l'interpénétration de deux sols ;
- s'opposer à l'entraînement de particules par un écoulement ;
- constituer un horizon perméable dans sa propre épaisseur.

Ces actions peuvent être plus ou moins associées dans la réalité.

Le premier type est ce qu'on appelle *l'anticoncontamination*. Le risque de mélange des deux sols peut provenir soit du pétrissage sous l'effet de véhicules soit sous l'effet de vibrations (fig. 11).



Fig. 11. — Exemple type d'un non-tissé anti-contaminant.

Le deuxième type d'action implique la présence d'un *écoulement d'eau dans le sol* et s'oppose aux mouvements des particules qui pourraient en résulter. Il peut s'agir soit d'eau chargée de particules en suspension, le filtre doit alors arrêter ces particules avec risque de colmatage ; soit de créer un ensemble sol filtre tel, que précisément, les écoulements internes se fassent sans entraînement de particules solides (fig. 12).

Le troisième type d'action possible d'un textile est de constituer un *drain dans sa propre épaisseur*, pour accélérer p. ex. la consolidation d'un remblai à teneur en eau élevée (sandwich) ou d'un sous-sol chargé (drains verticaux).

En résumé, on distinguera donc les fonctions *anticoncontamination* et *filtration d'un écoulement chargé*.

Nous avons vu que la détermination des caractéristiques mécaniques et hydrauliques au laboratoire posait quelques problèmes. Les essais à échelle 1 : 1 prennent du temps et sont souvent très coûteux.

Au stade actuel des connaissances, il convient donc de préciser de cas en cas les propriétés essentielles que doit présenter la nappe que l'on veut utiliser et de rédiger les spécifications de l'appel d'offre en conséquence.

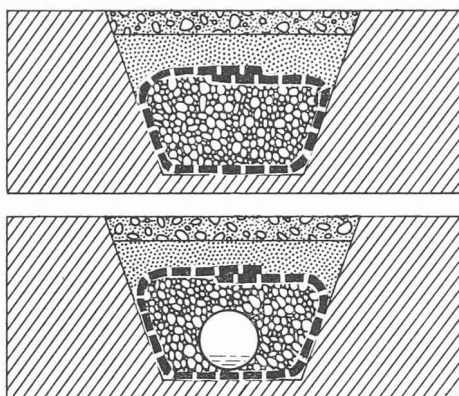


Fig. 12. — Les nappes non tissées permettent la réalisation de drains efficace, car elles autorisent de grandes sections, régularisent l'écoulement et évitent le colmatage.

5. Conclusions, perspectives

Les nappes non tissées sont un matériau nouveau qui permet de réaliser des solutions économiques en particulier dans la construction de routes et de pistes d'accès sur des sols de faible à très faible portance.

Leur emploi conduit à une :

- meilleure répartition des charges et une portance plus élevée de la couche de fondation ;
- circulation plus aisée pendant la construction ;
- amélioration de la portance du sous-sol grâce à un drainage efficace ;
- accélération des tassements ;
- séparation nette entre le sous-sol et la couche de fondation, et par là pas de perte de matériau ;
- diminution du risque de gélivité par l'effet anticontaminant ;
- réduction de l'épaisseur de la couche de grave de 20 cm environ ;
- économie de temps notable.

La détermination des caractéristiques mécaniques et hydrauliques au laboratoire n'est pas encore satisfaisante. Les essais idoines doivent encore être mis au point afin de pouvoir comparer de façon objective les divers produits sur le marché.

BIBLIOGRAPHIE

J. VAUTRAIN et J. PUIG : *Remblai expérimental de Caen — Expérimentation BIDIM.*

Y. GAUDARD : *Recherche et développement d'un matériau textile dans une application originale.* Revue « Textile chimique » n° 9 — septembre 1970.

P. DEVAUX et GUILLOU : *Utilisation originale d'un non-tissé dans la mise en œuvre d'un remblai sur tourbe.* Bull. de Liaison Labo. P. et Chaussées N° 53, juin/juillet 1971.

H. ROBERT et J. P. BRU : *Le gainage des pieux forés.* Bull. de Liaison Labo. P. et Chaussées N° 55 — octobre/novembre 1971.

J. PUIG et J. C. BLIVET : *Remblai à talus vertical armé avec un textile synthétique.* Bull. de Liaison Lab. P. et Chaussées N° 64 — mars/avril 1973.

F. LEFLAIVE et J. PUIG : *L'emploi de textiles dans les travaux de terrassement et de drainage.* Bulletin de Liaison Labo. P. et Chaussées N° 69 — janvier/février 1974 (evt. Revue générale des Routes et des Aéroports N° 493 — décembre 1973).

J. Y. DOUARD : *Utilisation de textiles en couche de forme.* Bull. de Liaison P. et Chaussées N° 68 — novembre/décembre 1973.

H. J. LIST : *Untersuchungen von instationär belasteten Kunststoff-Filtern für den Wasserbau.* Mitt. B 1. 1973 der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) 21. Wr. 35. Karlsruhe.

J. PERTZUO et B. GUYET : *Drainage-couche anticontaminantes, couche antigel.* Recyclage/formation continue. Revue générale des Routes et Aéroports, janvier 1972.

H. J. LIST : *Prüfbericht über die Eignung von Kunststofffiltern im Wasserbau.* Bundesanstalt für Wasserbau (BAW). Karlsruhe — 21 octobre 1974.

Empfehlungen für die Anwendung von Kunststoffen im Erd- und Wasserbau. Die Bautechnik. Dez. 1975. Heft 12. (Bericht des Arbeitskreises « Kunststoffe im Erd- und Wasserbau » der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau.)

G. DALLAIRE : *Filter fabrics : Bright future in road and highway construction.* Civil Engineering-ASCE. May 1976, p. 61-65.

R. N. SEEMEL : *Plastic filter fabrics challenging the conventional granular filters.* Civil engineering-ASCE. March 1976, p. 17-59.

H. KUHN : *Textile Materialien im Strassenbau.* Autostrasse N° 4. Beilage zum « Schweiz. Baublatt ». 44. Jahrgang. 17. Sept. 76. (Mitarbeiter bei Fa. Hoechst AG. Frankfurt a. Main.)

M. BLUM : *Anwendung von Vliesmatten im Strassenbau.* Autostrasse 6/74 (Seiten 9-13 and 7/74 (Seiten 14-16).

Adresse de l'auteur :

Ch. Schaerer, chargé de cours,
Chef de section ITFMS
Ecole polytechnique fédérale
Zurich

Congrès

Les centrales nucléaires et leur sécurité

Genève, 29-30 novembre 1976

Le programme de ces journées d'information de l'ASPEA¹ comprend les thèmes suivants :

1. Industrialisation des centrales à eau légère. — 2. Le cycle du combustible des centrales à eau légère. — 3. La disponibilité, facteur essentiel de l'économie électro-nucléaire. — 4. Aspects économiques de l'énergie nucléaire. — 5. Les effets de la radio-

activité, en particulier des centrales nucléaires sur la santé de l'homme. — 6. Les effluents radioactifs normaux au cours du cycle du combustible nucléaire. — 7. Les risques d'accidents et leurs conséquences. — 8. Biologie du plutonium-239 et des transplutoniens. — 9. Garanties contre le détournement des matières nucléaires. — 10. — L'élimination des déchets radioactifs. — 11. Réalisations et perspectives nucléaires. — 12. La place du nucléaire dans le bilan énergétique mondial.

Renseignements et inscriptions : Association Suisse pour l'Energie Atomique, Case postale 2613, CH-3001 Berne.

¹ Association Suisse pour l'Energie Atomique.

Marché de l'emploi

Les réponses aux offres de service ci-dessous doivent parvenir au *Secrétariat de la SVIA, avenue Jomini 8, case postale 944, 1001 Lausanne*. Les membres SIA, A₃E₂PL et GEP, ainsi que les étudiants EPF du dernier semestre et nouveaux diplômés peuvent obtenir les formules d'inscription pour cette rubrique à la même adresse.

Réf.	Profession	Titre	Age	Langues	Nationalité
06.0001	Ingénieur agronome	Faculté d'agron. Cluj, Roumanie	50 ans	Français, italien, roumain, hongrois allemand	Permis B
02.0010	Ingénieur civil	EPFL	28 ans	Français, allemand	Suisse