

**PAUTE J.L. et CHENE G.**

Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées, Saint-Brieuc, France

**Distribution du diamètre des pores des non-tissés et commentaires sur le phénomène du colmatage**

**Pore diameter distribution of non-woven fabrics and comments on the clogging phenomenon**

More and more fabrics are used in engineering to make filters for drains. Clogging phenomena due to the retention of soil particles in the network of the fibres require study to better define the problem.

The authors, in this paper, propose a test, based on the same principle as the suction test, which allows determination of the pore diameter distribution of non woven fabrics. This test allows the estimation of the void ratio of a fabric and the measurement of the diameters involved. Observations made after permeameter tests, the soil being retained by a non woven filter, show the clogging occurs and the dimension of the voids of fabric affected by this phenomenon

INTRODUCTION

La réduction du coefficient de perméabilité des filtres réalisés en non-tissés due au colmatage est un phénomène qui a été étudié et mentionné par plusieurs auteurs.

Les études présentées ici ont pour but de proposer une méthode permettant d'apprécier la porosité des non-tissés en se référant au diamètre des pores. Des essais de perméabilité pratiqués sur des sols maintenus par des non-tissés ont montré que tous les pores ne sont pas affectés d'une manière uniforme par le phénomène de colmatage. Les pores de gros diamètre restent "libres" alors que les pores plus fins sont partiellement obstrués par des particules de sol retenues par l'enchevêtrement des fibres.

2. DETERMINATION DE LA POROSITE DES NON-TISSES

La qualité d'un textile utilisé comme filtre dépend de la dimension et de la répartition des pores laissés par l'enchevêtrement des fibres.

Le principe du procédé utilisé ici repose sur l'essai de succion. Il a déjà été utilisé par d'autres auteurs (1).

On considère qu'un non-tissé est caractérisé par un assemblage de conduits capillaires de différents diamètres. Si l'on place un non-tissé saturé sur la plaque poreuse d'un dis-

positif permettant d'appliquer une pression

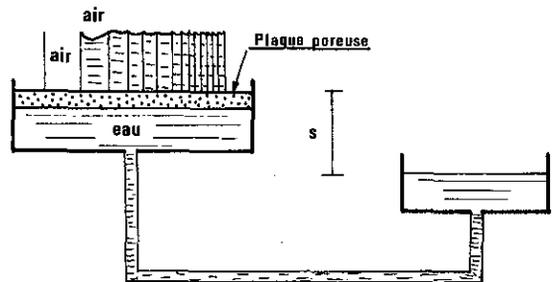


figure 1 : principe de l'essai de succion

négative ou succion à l'eau interstitielle, les conduits de plus gros diamètre se vident. Les autres conduits restent saturés sous l'effet des menisques formés. A l'équilibre, la pression négative appliquée, s, et le diamètre des conduits, d, qui restent saturés vérifient la relation de LAPLACE :

$$s = \frac{-4A \cos \alpha}{d} \tag{1}$$

$\alpha$  désignant l'angle de raccordement et A la tension superficielle de l'eau (A = 7,5.



avec  $\alpha = 0$ , et en exprimant la pression ou succion, s, en centimètres d'eau, la relation (1) s'écrit plus simplement :

$$s \text{ (cm)} = \frac{0,3}{d \text{ (cm)}} \tag{2}$$

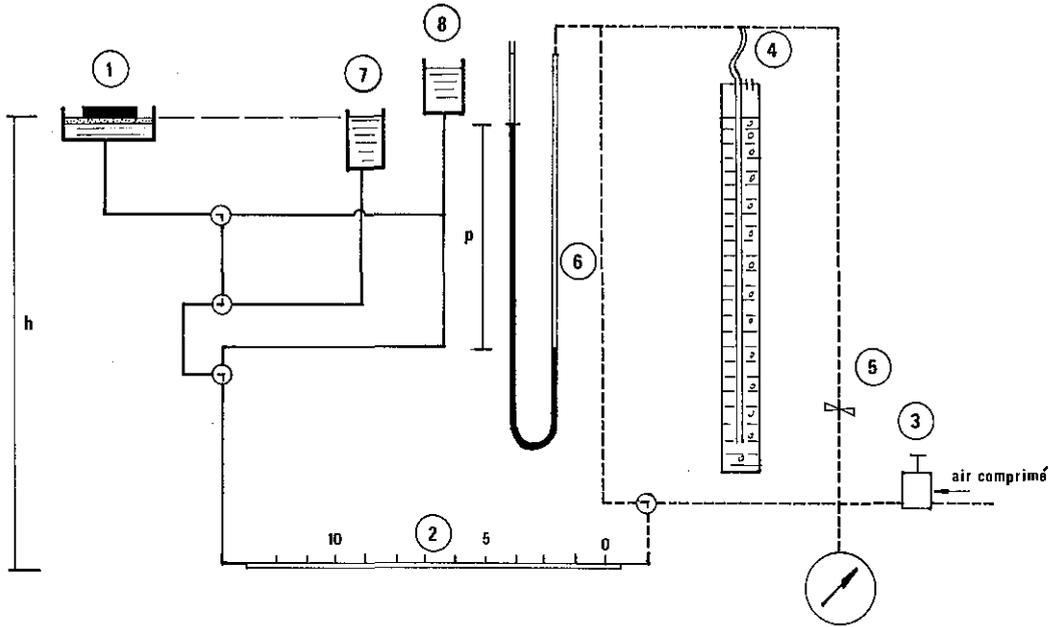


figure 2 : schéma de l'appareil de succion

Le dispositif qui a été réalisé permet de mesurer la quantité d'eau échangée entre le textile et l'appareil de succion lorsque  $s$  varie.

L'appareil comprend (figure 2) - une cellule de succion (1) dont le diamètre utile de la plaque poreuse est de 160 mm ; La plaque poreuse est constituée par du bronze fritté dont les pores ont un diamètre de  $3 \mu$  - un tube de lecture (2) horizontal permettant de suivre en continu la variation de volume de l'eau échangée entre l'appareil et le textile jusqu'à  $12 \text{ cm}^3$  - le dispositif permettant d'appliquer la contre pression d'air,  $p$ , au ménisque du tube de lecture. La pression de l'air comprimé est prérèglée à environ 0,150 bar à l'aide d'un détendeur de grande stabilité (3) ( $\pm 1 \text{ cm}$  d'eau) puis ajustée à l'aide d'un tube plongeur (4) pouvant pénétrer plus ou moins dans la colonne d'eau, une vanne aiguille (5) permet d'ajuster le débit d'air. La stabilité de la contre pression d'air est alors de  $\pm 2 \text{ mm}$  d'eau. La contre pression d'air,  $p$ , est lue sur un manomètre à eau (6). Un réservoir d'eau (7) permet d'ajuster dans le circuit, la pression de l'eau au niveau de la plaque poreuse. Le réservoir d'eau (8) est utilisé pour la saturation des circuits et les mouvements d'eau de réglage de la position du ménisque dans le tube de lecture. Quatre robinets à trois voies permettent d'établir les circuits désirés.

De part les dispositions constructives adoptées, la succion maximale qui peut être appliquée est égale à  $h$  soit 120 cm d'eau, ce qui correspond à des pores de 0,025 mm de diamètre. Pour un réglage quelconque, la succion appliquée au textile est :

$$s = h - p \quad (3)$$

Les mesures sont effectuées à partir d'un textile saturé, donc en utilisant la branche drainage de la courbe de succion. Compte tenu de la flexibilité de la plaque poreuse et de celle des tubulures en rilsan, il y a lieu d'appliquer une correction de volume.

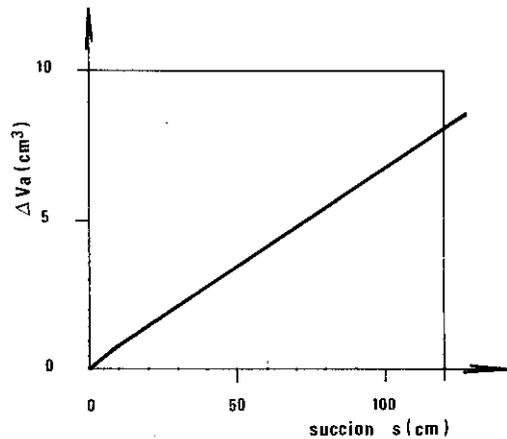


figure 3 : courbe d'étalonnage de la plaque de succion

La figure 3 montre la variation de volume,  $\Delta V_a$ , lue sur le tube de lecture (2) en fonction de la succion,  $s$ , appliquée à la plaque de succion. Cette variation de volume dépend largement de la déflexion de la plaque.

Si  $\Delta V$  est la lecture faite lorsque la succion,  $s$ , est appliquée à un textile, la quantité d'eau drainée effectivement  $\Delta V_T$  sera égale à :

$$\Delta V_T = \Delta V - \Delta V_a \quad (4)$$

Sous succion constante, le drainage du textile n'est pas instantané. Il dépend du coefficient de perméabilité mis en cause du

fait du diamètre des pores intéressés. Le temps de stabilisation varie entre quelques minutes, pour les suctions faibles à près de 10 heures pour les suctions importantes.

La figure 4 montre quelle est la répartition du volume des pores de quelques non-tissés en fonction de leur diamètre.

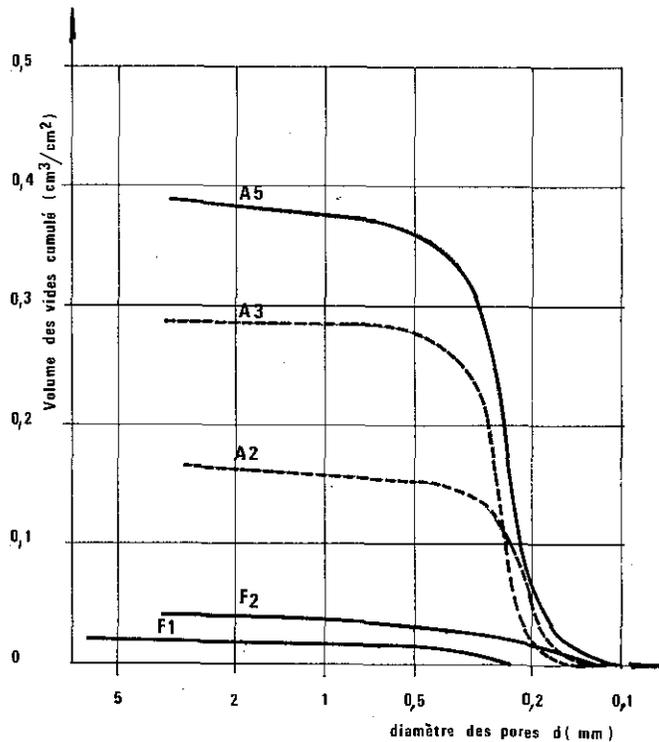


figure 4 : répartition du volume des pores de quelques non-tissés en fonction de leur diamètre (voir tableau 1)

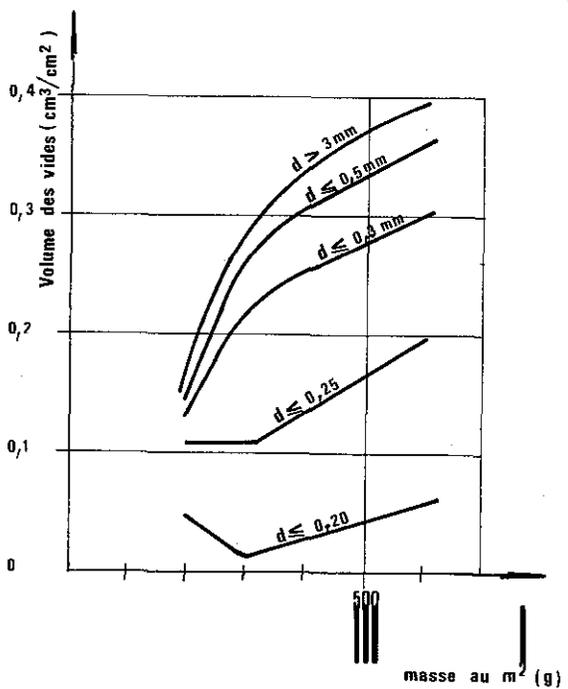


figure 5 : volume des vides d'un non-tissé en fonction de la masse au m<sup>2</sup>

Pour un produit donné, le volume des vides varie dans le même sens que la masse au mètre carré du non-tissé. Cependant, si l'on ne considère que les vides de faible diamètre, par exemple  $d < 0,2$  mm sur la figure 5, leur volume est indépendant de la masse au m<sup>2</sup>.

D'une manière générale, on constate sur les non-tissés que la plus grande partie des pores ont un diamètre compris entre 0,15 et 0,5 mm.

### 3. ACTION DE FILTRE DES NON-TISSES

Lorsqu'un non-tissé est utilisé comme filtre dans un ouvrage de drainage, il doit remplir deux rôles essentiels :

- être perméable à l'eau sans apporter de perte de charge appréciable,
- retenir les particules de sol.

Cependant, on a pu constater qu'un non-tissé ne constituait pas toujours un filtre idéal et qu'il pouvait se colmater, soit qu'il se forme un dépôt de particules fines de sol à la surface, soit qu'il y ait pénétration des particules dans la masse du non-tissé(2). Ces deux actions ont pour effet de réduire le coefficient de perméabilité du filtre. On a réalisé des expériences au perméamètre en vue d'apprécier les modifications de la granulométrie des sols quelques millimètres au dessus du filtre et dans le filtre. La granulométrie des sols utilisés est présentée à la figure 6

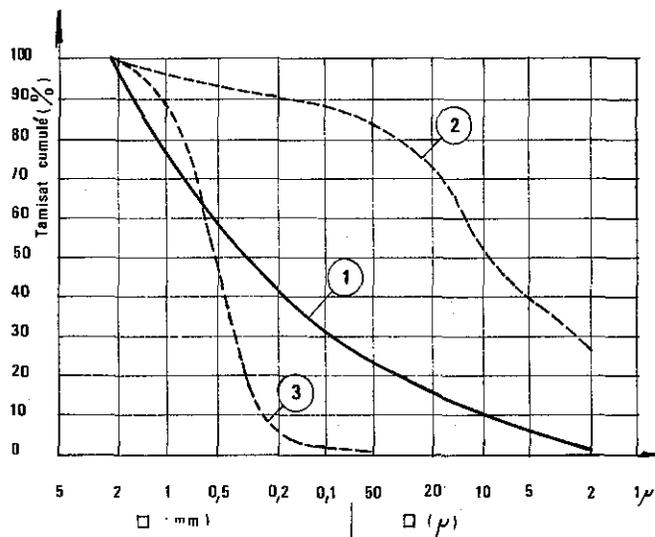


figure 6 : sols utilisés  
 1. arène granitique (non plastique)  
 2. limon (IP/WL = 20/55)  
 3. sable fin pollué par 5% de bentonite

Les non-tissés utilisés comme filtre sont présentés au tableau 1

TABLEAU 1

Caractéristiques des textiles utilisés

Symbole	Constitution	Poids au m <sup>2</sup> (g)
A <sub>2</sub>	Non tissé composé de fils continus de polyester aiguilleté	200
A <sub>3</sub>		300
A <sub>5</sub>		600
D <sub>1</sub>	Non tissé composé de fil: continus de polypropylène aiguilleté	300
F <sub>1</sub>	Non tissé fils continus nylon et polypropylène calandrés	70
F <sub>2</sub>		140

3.1. Evolution de la granulométrie du sol retenu par un non-tissé

On a tenté d'apprécier quantitativement la modification de la granulométrie du sol lors des essais de perméabilité sur des tranches de 2 mm découpées à partir de l'interface sol-textile. On a déterminé la granulométrie complète par tamisage et sédimentométrie. Les quantités de particules mises en jeu sont extrêmement faibles et l'on n'a pas noté de différence significative dans la granulométrie des différentes couches de sol quels que soient le filtre et le sol utilisés.

Des observations du textile au microscope après démontage du perméamètre fournissent cependant des renseignements intéressants.

Par exemple, au droit des pores de plus grosse dimension, on note l'accumulation de grains propres de quelques dixièmes de mm (0,2 à 0,5 mm) ; Il est probable qu'ils constituent le vestige du sol initial, les grains de plus petite dimension ayant été entraînés par le courant d'eau.

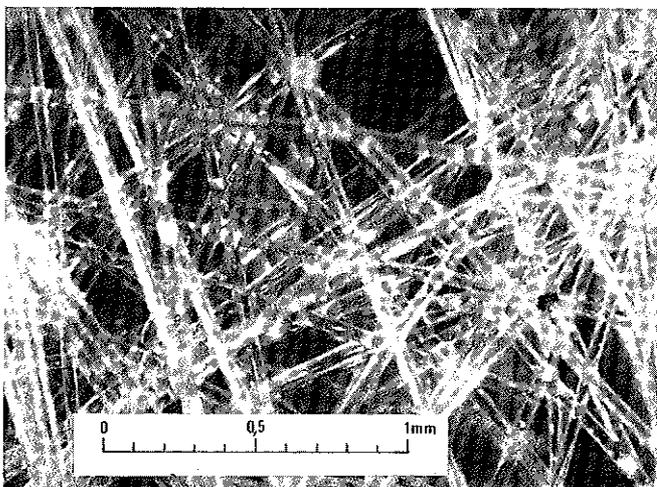


figure 7 : non-tissé calandré

3.2. Colmatage d'un non-tissé

Les essais de succion mentionnés au §1 montrent que dans un non-tissé, la proportion de vides compris entre 0,5 mm et quelques millimètres est faible. Les observations au microscope permettent d'illustrer un peu mieux la structure des non-tissés. Les photos présentées aux figures 7 et 8 sur deux types de non-tissés - calandré et aiguilleté - montrent comment l'assemblage des fibres produit des cavités de formes et de dimensions variables. Des canaux de gros diamètres qui vont constituer des exutoires préférentiels apparaissent.

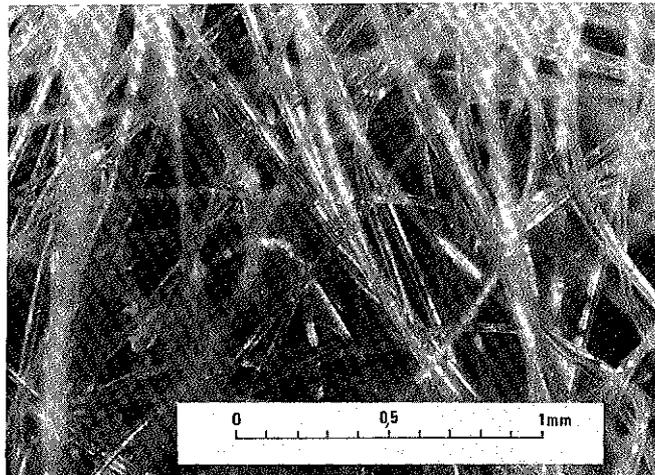


figure 8 : non-tissé aiguilleté

La photo de la figure 9 a été prise quelques heures après un essai de perméabilité de façon à ce que la dessiccation laisse apparaître les grains de sol. Elle montre comment se produit la rétention des particules de sol dans les zones où l'assemblage des fibres est le plus dense et où les cavités ont un diamètre plus faible. On note la présence d'exutoires de plus gros diamètre à travers lesquels se produisent les écoulements préférentiels.

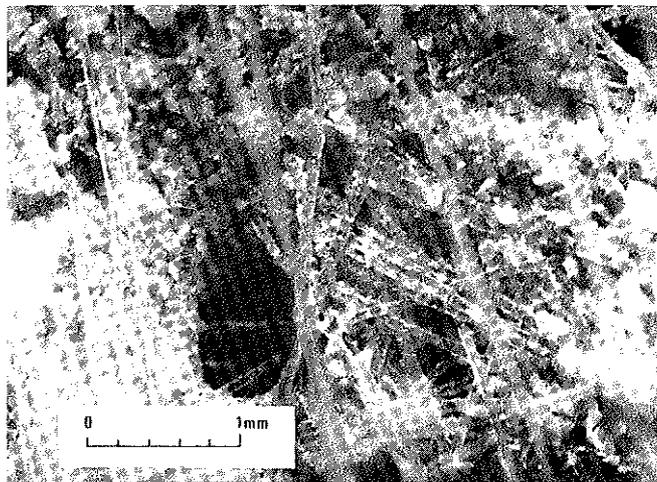


figure 9 : non-tissé calandré après essai de perméabilité

On conçoit donc que l'étude des modifications granulométriques dans le sol et au voisinage de l'interface sol-textile soit peu aisée. Ces modifications peuvent être importantes en quelques points particuliers où les vitesses d'écoulement sont les plus fortes et, sans doute, relativement faibles au droit des zones où le textile est colmaté.

#### 4. CONCLUSION

L'étude d'optimisation de l'utilisation des non-tissés comme filtre dans les ouvrages de drainage doit prendre en compte les paramètres sols et structure des non-tissés. On peut donc apprécier, de cette façon, l'action globale du colmatage. La prise en compte de la structure réelle des textiles permet de poser le problème du choix du filtre en ces termes : Le filtre le plus efficace, eu égard à la granulométrie du sol, est-il un non-tissé épais présentant peu de grosses cavités ou bien un non-tissé mince présentant surtout des cavités de diamètre important ?.

Une structure trop serrée peut faire craindre un colmatage irréversible alors que la présence de cavités permet d'envisager des décolmatages sous l'effet des variations de gradient hydraulique.

-----

#### Bibliographie :

- (1) BURGHARDT - Porositätsmerkmal Und Eigenschaften Einiger Dranfilter. Wasser Und Boden 1976
- (2) M. BOURDILLON - Utilisation des textiles non-tissés pour le drainage. Rapport de recherche n°54 - juin 1976 - Laboratoire des Ponts et Chaussées - PARIS