

INFLUENCE DE LA SURFACE D'APPLICATION DE LA CHARGE SUR L'ESSAI DE FLUAGE

INFLUENCE OF LOADING AREA ON THE CREEP TEST

Roland GALLO¹, Catherine JAROUSSEAU², Nathalie TOUZE-FOLTZ¹

¹ Cemagref, Unité HBAN, BP 44, 92163 Antony Cedex, France

² Wavin, Sully sur Loire, France

RÉSUMÉ - Le comportement mécanique au fluage d'une âme drainante d'épaisseur égale à 40 mm a été étudié. On a cherché à évaluer l'incidence de la surface de l'échantillon et du nombre de points de contact sur le résultat obtenu, ainsi que celle des dimensions du pied presseur. On a cherché à respecter la contrainte imposée par la norme NF EN 1897 à savoir que si la structure de l'éprouvette résiste à la charge en certains points définis, le plateau de charge doit recouvrir au moins trois de ces points dans les deux directions. On présente les résultats obtenus qui mettent en évidence l'importance de disposer d'un nombre égal de picots en contact sur les faces inférieure et supérieure, ainsi que de tester une éprouvette de dimension supérieure à celle du pied presseur.

Mots-clés : Fluage, géocomposite, âme drainante, compression, cisaillement

ABSTRACT - Compressive creep properties of a drainage geocomposite with a core having a thickness equal to 40 mm subjected to a combination of shear stress and compressive stress was studied. The influence of the sample surface and the number of contact points together with the influence of the size of the loading platen were studied. The sample size was adapted so that the criteria given by NF EN 1897 as regards the number of contact points be satisfied. Results obtained tend to show that the number of contact points has to be identical on both sides of the sample and furthermore that the sample size has to be larger of a contact point length on the whole sample.

Keywords: creep, drainage geocomposite, core, compression, shear

1. Introduction

La norme NF EN 1897 intitulée "détermination des propriétés de fluage en compression" impose que le plateau de charge recouvre au moins trois points ou zones dans les deux directions. On a souhaité étudier le comportement mécanique d'une âme drainante de 40 mm d'épaisseur soumise à une combinaison de contrainte de compression normale et de contrainte de cisaillement en la testant selon cette norme. On a cherché à évaluer l'influence de la surface de l'échantillon et du nombre de points de contact sur le résultat obtenu. Pour ce faire, différents essais ont été réalisés. Pour les tailles d'éprouvettes les plus faibles, il y avait seulement trois points de contact. Dans les cas de figure d'éprouvettes de plus grande dimension, le nombre de points de contact entre l'éprouvette et la plaque d'application de la contrainte était compris entre 13 et 24. On a évalué l'impact des dimensions respectives des éprouvettes et de la plaque sur le résultat obtenu.

2. Matériels et méthodes

2.1. Dispositif expérimental

Les essais ont été réalisés sur un bâti de fluage en compression selon la norme NF EN 1897. Différentes plaques d'application de la contrainte ont été utilisées, de 120×120 mm², 150×150 mm², 170×170 mm². On a testé une âme drainante en PVC de 40 mm d'épaisseur. Toutes les éprouvettes ont été découpées très soigneusement avec un cutter afin d'éviter d'avoir une blessure au niveau des points de contact sur la périphérie et donc d'éviter de fragiliser l'éprouvette.

2.2. Méthodes d'essai

Cette âme drainante a été testée sous une contrainte de 100 kPa en compression et 20 kPa en cisaillement. Tous les essais ont été effectués à l'air.

La norme NF EN 1897 impose pour ce type de produit que le plateau de charge recouvre au moins trois points ou zones dans les deux directions. Par conséquent, la largeur minimale des éprouvettes doit être de 120 mm. On a effectué les 6 essais présentés dans le tableau I. On note en particulier à la lecture de ce tableau que les conditions expérimentales des essais 1 et 2 étaient identiques, ceci afin de vérifier la répétabilité des résultats obtenus.

Tableau I. Synthèse des dimensions des produits, des pieds presseurs et du nombre de points de contact par faces pour les six essais effectués

Essai	Dimension de l'éprouvette (mm ²)	Dimension du pied presseur (mm ²)	Motifs face contact pied presseur	Motifs face contact opposée pied presseur (bâti)
1	120×120	120×120	13	12
2	120×120	120×120	13	12
3	170×170	120×120	13	12
4	170×170	170×170	25	24
5	150×150	150×150	18	18
6	190×190	150×150	18	18

La face supérieure du produit au contact du pied presseur 120×120 mm² comporte 3 motifs par direction contrairement à la face inférieure qui ne comporte que 2 motifs par direction. La face supérieure du produit au contact du pied presseur 150×150 mm² comporte 3 motifs tout comme la face inférieure. Pour le cas où la surface de contact est égale à 170×170 mm² la face du produit au contact du pied presseur et la face inférieure comportent toutes les deux 4 motifs en contact dans les deux directions.

Dans l'essai 3, l'éprouvette est de dimension supérieure de la largeur d'un motif par rapport au pied presseur de 120×120mm². Il en est de même dans l'essai 6.

3. Résultats obtenus

3.1. Éprouvette 1

Un premier échantillon de même dimension que le pied presseur 120×120 mm² a été testé. Un examen visuel a été réalisé concomitamment au relevé de mesures, ce qui a permis de constater qu'au quatrième jour (96 heures) certains picots de l'âme en partie inférieure commençaient à fléchir. Le produit s'est littéralement effondré au cinquième jour (120 heures) d'essai toujours en sa partie inférieure.

La figure 1 montre le léger fléchissement qui s'est produit après 4 jours (96 heures) d'essai. La figure 2 illustre le fléchissement total des picots après 5 jours (120 heures) d'essai en partie inférieure de l'âme.



Figure 1. Illustration du léger fléchissement commençant à se produire après 4 jours (96 heures) d'essai sur l'éprouvette 1.



Figure 2. Fléchissement des picots après 5 jours (120 heures) d'essai sur l'éprouvette 1

3.2. Éprouvette 2

Une deuxième éprouvette a été mise en place dans des conditions expérimentales identiques à celles de l'éprouvette 1 afin de pouvoir confirmer le résultat obtenu.

Le constat a été identique, à savoir que le fléchissement des picots s'est produit après 4 jours (96 heures) d'essai, en partie inférieure de l'âme, comme le montre la figure 3.



Figure 3. Fléchissement des picots de l'éprouvette 2 après 4 jours (96 heures) d'essai.

Ainsi, dans le cas de figure le plus limite où le nombre de contacts est le minimum imposé par la norme à savoir 3 dans les deux directions sur une des faces, puisque la norme ne mentionne pas la face

inférieure, on obtient un fléchissement très rapide des picots. On a donc cherché en augmentant la taille de l'échantillon et/ou le nombre de contacts à vérifier si le comportement du matériau était amélioré.

3.3. Éprouvette 3

Une troisième éprouvette de dimension $170 \times 170 \text{ mm}^2$ a été mise en place sous un pied presseur de $120 \times 120 \text{ mm}^2$, afin de vérifier si le comportement mécanique de l'éprouvette en cours d'essai est amélioré par l'augmentation d'un picot sur toute la périphérie de l'âme. La figure 4 illustre la position du pied presseur sur l'éprouvette.



Figure 4. Visualisation de l'éprouvette 3 au début de l'essai

Certains picots en partie inférieure commencent à s'aplatir sous l'effet de la contrainte mécanique au troisième jour (72 heures) d'essai. Les picots de l'âme se sont totalement écrasés au bout de 4 jours d'essai. Ainsi, l'augmentation de la dimension de l'éprouvette seule sans augmentation du nombre de contacts ne modifie pas le comportement en fluage du matériau.

3.4. Éprouvette 4

Un quatrième essai a été réalisé en augmentant les dimensions de l'éprouvette ainsi que celles du pied presseur qui sont toute les deux égales à $170 \times 170 \text{ mm}^2$. Le relevé de mesures et l'examen visuel ont montré que :

- ce n'est qu'au bout du seizième jour (384 heures) que deux rangées de motifs sur le devant de l'éprouvette et au niveau inférieur commençaient à fléchir très légèrement ;
- au vingt et unième jour (504 heures) d'essai, deux rangées de motifs au niveau du pied presseur et quatre rangées de motifs au niveau inférieur ont commencé à fléchir très légèrement sur le devant de l'éprouvette. Pour autant, la courbe épaisseur en fonction du temps n'avait rien de particulier à cette date ;
- la suite des opérations a demandé une vigilance toute particulière concernant le fluage de l'âme. Entre le vingt deuxième et le quarante deuxième jour (entre 528 et 1008 heures) le produit a cessé d'évoluer c'est à dire qu'aucune évolution de l'aplatissement de l'âme n'a été constatée. L'ensemble s'est stabilisé. L'examen visuel sur cette éprouvette laisse toutefois prévoir un comportement qui pourrait évoluer au-delà des 42 jours d'essai requis par la norme, car quelques picots inférieurs de l'âme ont été endommagés. La figure 6 et le tableau II montrent le comportement du produit tout au long de l'essai.

Ainsi, en augmentant le nombre de contacts à 4 dans les deux directions, on améliore le comportement du produit.

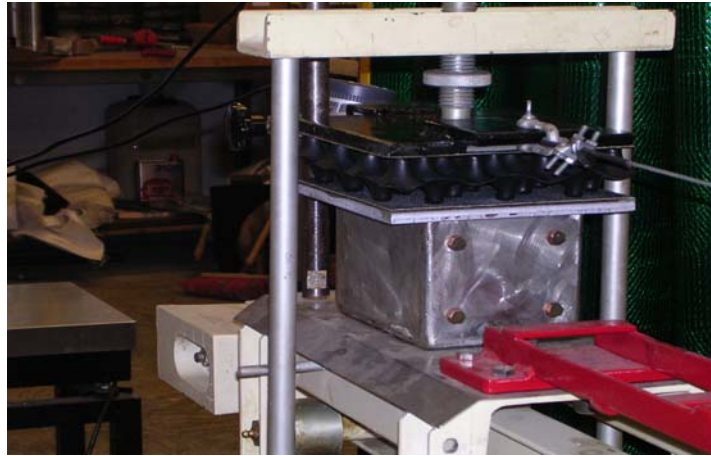


Figure 5. Photo de l'éprouvette 4 après 42 jours d'essai (vue de face)

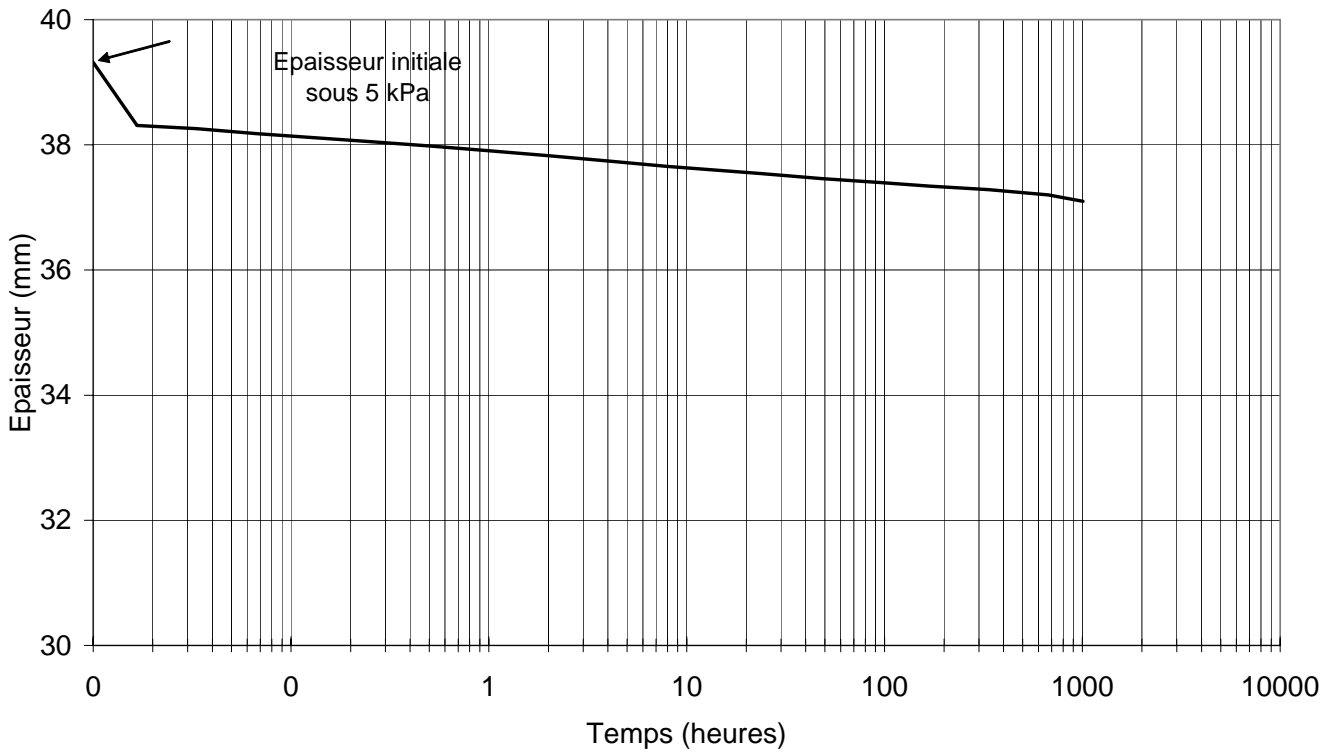


Figure 6. Evolution de l'épaisseur de l'éprouvette 4 en fonction du temps

Tableau II. Epaisseur de l'éprouvette et déformations en compression de l'éprouvette 4, à 2 minutes, 1 heure et 1008 heures

Epaisseur (mm) à 2 minutes	Déformation en compression (%)	Epaisseur (mm) à 1 heure	Déformation en compression (%)	Epaisseur (mm) à 1008 heures	Déformation en compression (%)
38,259	2,70	37,905	3,60	37,098	5,65

3.5. Éprouvette 5

Un échantillon de même dimension que le pied presseur 150×150 mm² a été mis en place sur le bâti de fluage. Un examen visuel a été réalisé concomitamment au relevé de mesures, ce qui a permis de constater qu'au dix-huitième jour (432 heures) certains picots de la première rangée de l'âme en partie supérieure commençaient à fléchir. Le produit s'est littéralement effondré 2 jours après le premier constat (480 heures d'essai) et toujours en sa partie supérieure. Ainsi, disposer de 3 motifs en contact dans les deux directions sur les deux faces n'est pas satisfaisant, dans le cas de figure où la dimension du pied presseur est identique à celle de l'éprouvette.

3.6. Éprouvette 6

Une deuxième éprouvette a été mise en place dans des conditions expérimentales proches de celles de l'éprouvette 5. La seule différence a été d'augmenter d'une rangée de picots la dimension de l'éprouvette sur toute sa périphérie.

Tout au long de l'essai et jusqu'à 1008 heures l'éprouvette s'est comportée de manière satisfaisante, à savoir qu'à aucun moment il n'y a eu un fléchissement ou un très léger aplatissement des picots.

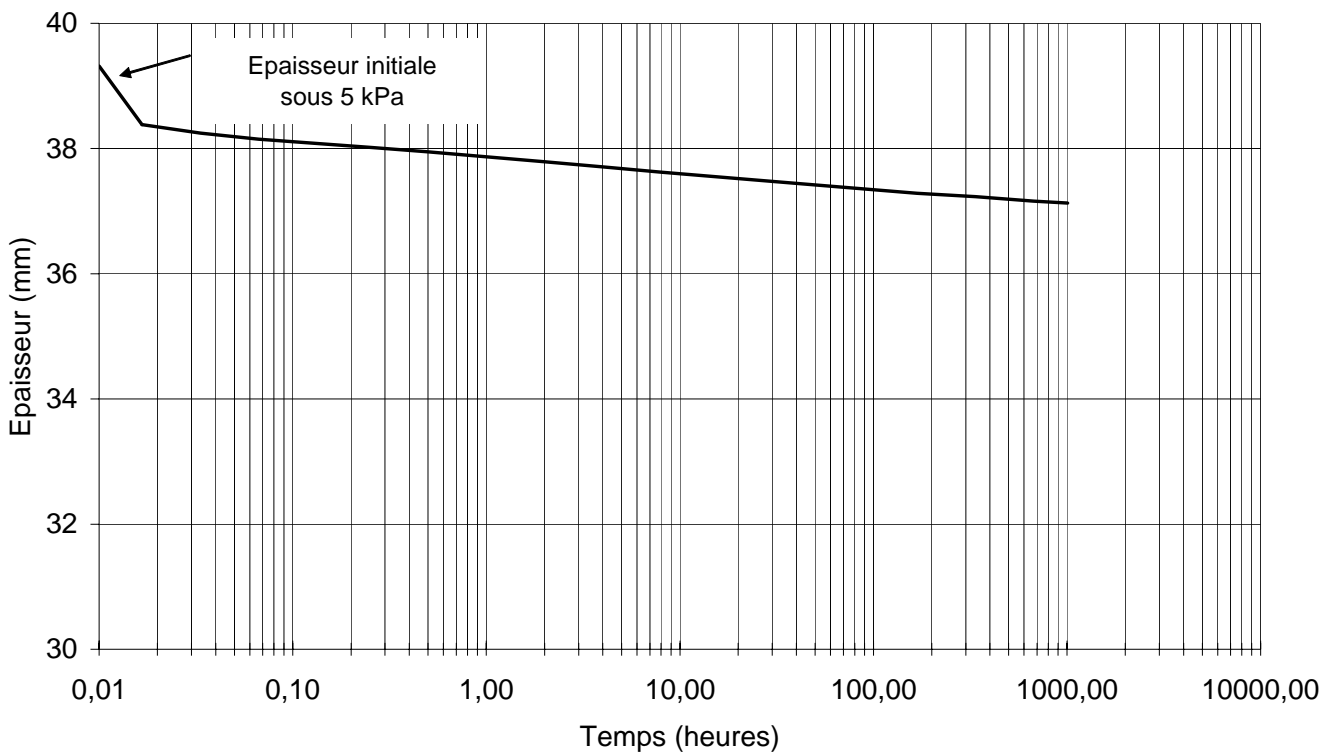


Figure 7. Evolution de l'épaisseur de l'éprouvette 6 en fonction du temps

Tableau III. Epaisseur de l'éprouvette et déformations en compression de l'éprouvette 6 à 2 minutes, 1 heure et 1008 heures

Epaisseur à 2 minutes (mm)	Déformation en compression (%)	Epaisseur (mm) à 1 heure	Déformation en compression (%)	Epaisseur (mm) à 1008 heures	Déformation en compression (%)
38,245	(2,73 +/- 0,004) % (k=2)	37,870	(3,69 +/- 0,004) % (k=2)	37,131	(5,57 +/- 0,004) % (k=2)

Ainsi, dans le cas de figure où le nombre de motifs en contact dans les deux directions et sur les deux faces est égal à 3 et où la dimension du produit excède d'un motif celle du pied presseur, on obtient un comportement satisfaisant de l'éprouvette.

4. Discussion des résultats obtenus

La force F de compression appliquée à l'éprouvette se calcule de la manière suivante :

$$F = A\sigma \quad (1)$$

avec : σ = la contrainte normale égale à 100 kPa

A = surface de l'éprouvette. Cette surface est définie comme le ratio du nombre de points de contact de l'éprouvette au nombre de points de contacts sur 1m².

Compte-tenu de ce mode de calcul, les forces appliquées sur les faces supérieure et inférieure de l'éprouvette sont différentes, car le nombre de picots pris en compte pour le calcul de la surface est différent. Ce résultat est illustré par les tableaux IV et V.

Tableau IV. Valeurs de la surface et de la force pour la face supérieure de l'éprouvette

Dimension des éprouvettes mm ²	Nombre de motifs	Nombre de motifs éprouvette 1000 * 1000 mm ²	A	Force (N)
120x120	13	861	0,0148	1476
150x150	18	861	0,0209	2091
170x170	25	861	0,0284	2837

Tableau V. Valeurs de la surface et de la force pour la face inférieure de l'éprouvette

Dimension des éprouvettes mm ²	Nombre de motifs	Nombre de motifs éprouvette 1000 * 1000 mm ²	A	Force (N)
120x120	12	861	0,0136	1362
150x150	18	861	0,0209	2091
170x170	24	861	0,0272	2724

Pour une contrainte initiale de 100kPa la face inférieure de l'éprouvette subit une force supplémentaire indiquée dans le tableau VI pour les éprouvettes de dimension 120x120 et 170x170 mm².

Tableau VI. Contrainte supplémentaire appliquée à la face inférieure de l'éprouvette.

Dimension des éprouvettes mm ²	Force éprouvette face pied presseur (N)	Force éprouvette face opposée (N)	Force supplémentaire (%)
120x120	1476	1362	7,69
170x170	2837	2724	4,00

Ces forces différentes en face supérieure et inférieure peuvent avoir pour conséquence une distorsion des éprouvettes conduisant à l'obtention des résultats obtenus, à savoir l'écrasement rapide des picots en particulier pour les éprouvettes 1 à 3. Ce résultat n'est pas vrai pour l'éprouvette de dimension 170x170 mm².

Dans le cas par contre de l'éprouvette de 150x150 mm², bien qu'il n'y ait pas de force supplémentaire sur la face inférieure de l'éprouvette, on observe, dans le cas où le pied presseur est de dimension égale à celle de l'éprouvette un effondrement de l'éprouvette à mi-essai.

Les enseignements tirés de ces résultats sont les suivants :

- le comportement obtenu est meilleur dans le cas où la dimension de l'éprouvette est supérieure d'un picot sur toute la périphérie à celle du pied presseur ;
- dans le cas où la dimension de l'éprouvette est telle que le nombre de picots en contact en face supérieure et inférieure est identique, le comportement mécanique obtenu est meilleur, car il n'y a pas de force supplémentaire appliquée à la face inférieure de l'éprouvette ;
- l'accroissement de la taille de l'éprouvette, si elle ne garantit pas l'obtention de ces critères, ne permet pas d'assurer que le produit se comporte de manière satisfaisante au cours du temps;
- on a obtenu un comportement satisfaisant de l'éprouvette dans le cas où le nombre de motifs en contact dans les deux directions est égal à 3 sur les deux faces, soit le minimum requis par la norme, avec une éprouvette de dimension supérieure d'un motif sur toute la périphérie à la taille du pied presseur.

5. Conclusions

Des essais ont été réalisés sur une âme drainante de 40 mm d'épaisseur. Ceux-ci avaient pour objectif d'évaluer le comportement en fluage en compression en fonction des tailles respectives des éprouvettes, du pied presseur, et du nombre de picots de l'échantillon en contact avec le pied presseur, car les dimensions minimales indiquées par la norme NF EN 1897 ne permettent pas d'assurer le nombre minimum de contacts requis pour ce type de produit. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence qu'il était souhaitable que le nombre de picots en contact avec le pied presseur soit identique en face supérieure et inférieure de l'éprouvette. Ils ont de plus permis de montrer que l'éprouvette doit avoir une rangée supplémentaire de picots sur sa périphérie par rapport au pied presseur. Cette configuration sert à maintenir les picots sous contrainte au cours de l'essai. La configuration minimale de trois motifs dans les deux directions et sur les deux faces permet d'obtenir une bonne performance du produit testé au cours de l'essai. Les essais ont également montré une bonne répétabilité.

6. Référence bibliographique

NF EN 1897 (2003). Géotextiles et Produits Apparentés – Détermination des propriétés de fluage en compression, 13 pages.