

PRÉCONISATIONS POUR LA RÉDUCTION DE LA DURÉE DE L'ESSAI DE COMPORTEMENT EN COMPRESSION DES GÉOTEXTILES

RECOMMENDATIONS FOR THE REDUCTION OF THE DURATION OF THE TEST FOR COMPRESSION BEHAVIOUR OF GEOTEXTILES

Jad DJAB¹, Roland GALLO², Alain THOMAS², Nathalie TOUZE-FOLTZ²

¹ Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, France

² Cemagref, Antony, France

RÉSUMÉ - La norme NF EN ISO 25619-1 permet la détermination du comportement en compression des géosynthétiques à long terme. Chaque essai dure 1008 heures (42 jours). Une analyse des données obtenues lors d'essais réalisés sur plus de 90 géotextiles nontissés aiguilletés a permis de montrer qu'une durée d'essai de 7 jours est suffisante pour déduire par extrapolation le comportement en compression à 1008 heures. On peut donc envisager de réduire dans le cas des géotextiles nontissés aiguilletés la durée d'essai préconisée par 6. L'objectif de cet article est de présenter les résultats expérimentaux obtenus et de montrer le faible écart entre les valeurs prédites par extrapolation à 42 jours et les valeurs mesurées.

Mots-clés : géotextile, fluage, compression, court terme, extrapolation.

ABSTRACT – The NF EN ISO 25619-1 standard allows the determination of the compressive behaviour of geosynthetics on the long term. Each test lasts for 1008 hours (42 days). An analysis of data obtained during tests performed on more than 90 nonwoven needle-punched geotextiles made it possible to show that a 7 days test duration would be sufficient to deduce from it by extrapolation the compressive behaviour at 1008 hours (42 days). One can thus plan to reduce test duration for nonwoven needle-punched geotextiles by a factor 6. The objective of this paper is to show experimental results obtained and the low discrepancy between predicted and measured values at 42 days.

Keywords: geotextile, creep, compression, short term, extrapolation.

1. Introduction

Les essais de fluage en compression qui ont été menés au laboratoire d'essais géosynthétiques d'Antony (92) depuis 2005 dans le cadre de la certification française de l'ASQUAL des géotextiles et produits apparentés, nous ont permis de faire une analyse très précise de la diminution de l'épaisseur en fonction du temps (1008 heures soit 42 jours) sur les 90 produits testés issus de 5 fabricants différents.

Les essais de fluage en compression étant très longs (la durée de l'essai est de 1008 heures, soit 42 jours), il serait intéressant, pour une gamme de produits définie, de vérifier la possibilité d'un potentiel de réduction de la durée de l'essai à 7 jours. Pour cela, il faut étudier l'évolution du fluage dans le temps, dans l'objectif de réaliser des extrapolations et de les comparer aux valeurs mesurées. Si ces valeurs sont similaires, il pourrait être envisageable de diminuer la durée de l'essai pour la gamme de produits définis.

Dans cet article on présente tout d'abord, au paragraphe 2, l'essai de fluage en compression et les résultats type obtenus. L'objectif du paragraphe 3 est de justifier l'ajustement d'une loi logarithmique et de présenter la procédure d'extrapolation utilisée. Le paragraphe 4 présente les résultats obtenus en termes de comparaison de valeurs d'épaisseurs mesurées et extrapolées.

2. Présentation de l'essai de fluage en compression

L'essai de fluage en compression est réalisé suivant la norme NF EN ISO 25619-1 (Afnor, 2009). Il permet, entre autres, de déterminer le comportement en compression de géotextiles nontissés aiguilletés monocouches. Les épaisseurs des produits testés sont comprises entre 0,5 et 5 mm sous 2 kPa. Après le mesurage de l'épaisseur initiale de l'éprouvette, la même éprouvette est installée dans l'appareillage d'essai de compression. L'éprouvette de géotextile est disposée sur une plaque rugueuse fixe munie d'un plateau supérieur de chargement. L'éprouvette est soumise à une combinaison de charges de compression normale et de cisaillement. La contrainte normale appliquée sur les éprouvettes est égale soit à 20 kPa, soit à 100 kPa. Les contraintes horizontales de cisaillement représentent un cinquième des contraintes verticales. La variation d'épaisseur est enregistrée en fonction du temps.

L'essai est achevé au bout de 1008 heures (42 jours), ou lorsque l'épaisseur enregistrée de l'éprouvette est inférieure à 10 % de l'épaisseur nominale. La figure 1 présente le principe de cet essai.

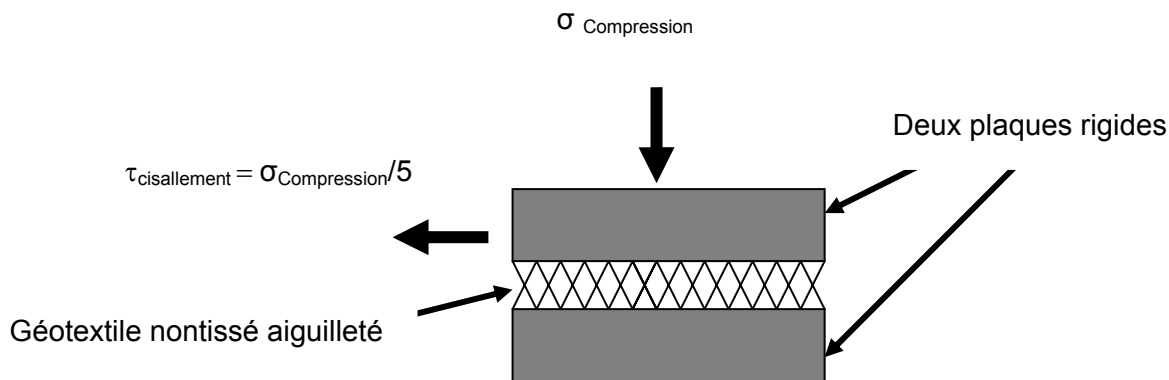


Figure 1. Schéma de principe de l'essai de fluage en compression

La figure 2 présente un résultat type pour un géotextile. On observe une forte diminution de l'épaisseur dans les quatre premières minutes de l'essai. Cette diminution de l'épaisseur correspond à la compression de la structure. Le comportement en fluage est ensuite étudié de 4 minutes à 1008 heures.

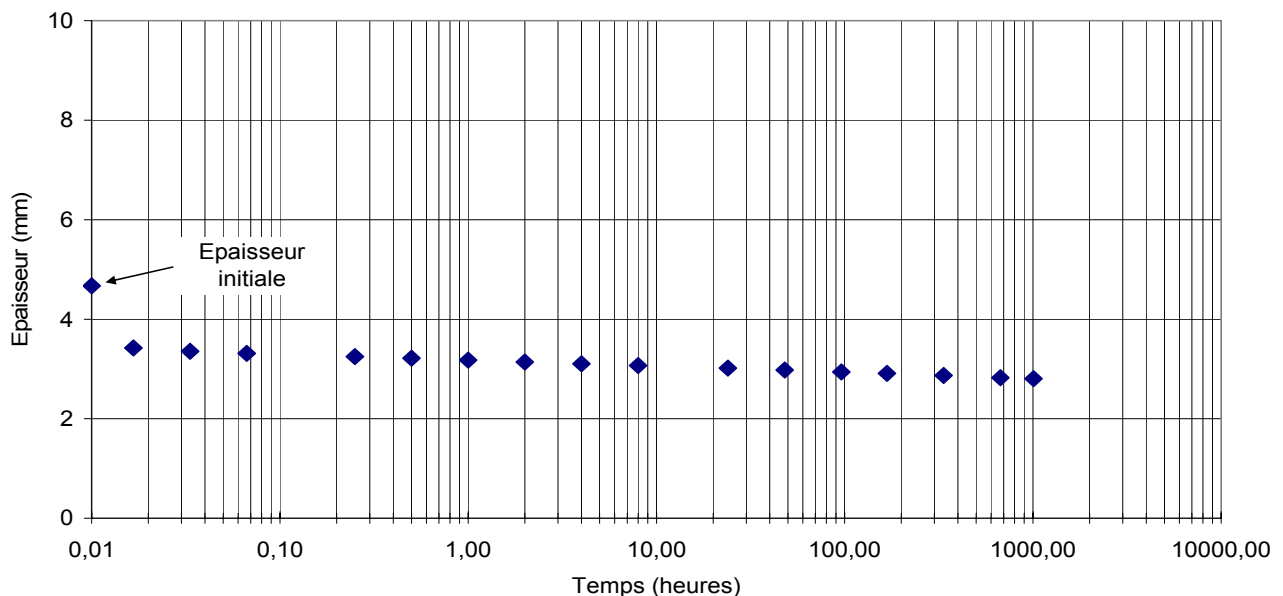


Figure 2. Courbe d'épaisseur en fonction du temps obtenue après 1008 heures (42 jours).

3. Procédure d'extrapolation

3.1. Courbe de tendance logarithmique

Une courbe de tendance logarithmique est ensuite calculée à partir de 4 minutes et jusqu'à 1008 heures (42 jours) d'essai. Une courbe de tendance a été tracée à la figure 3.

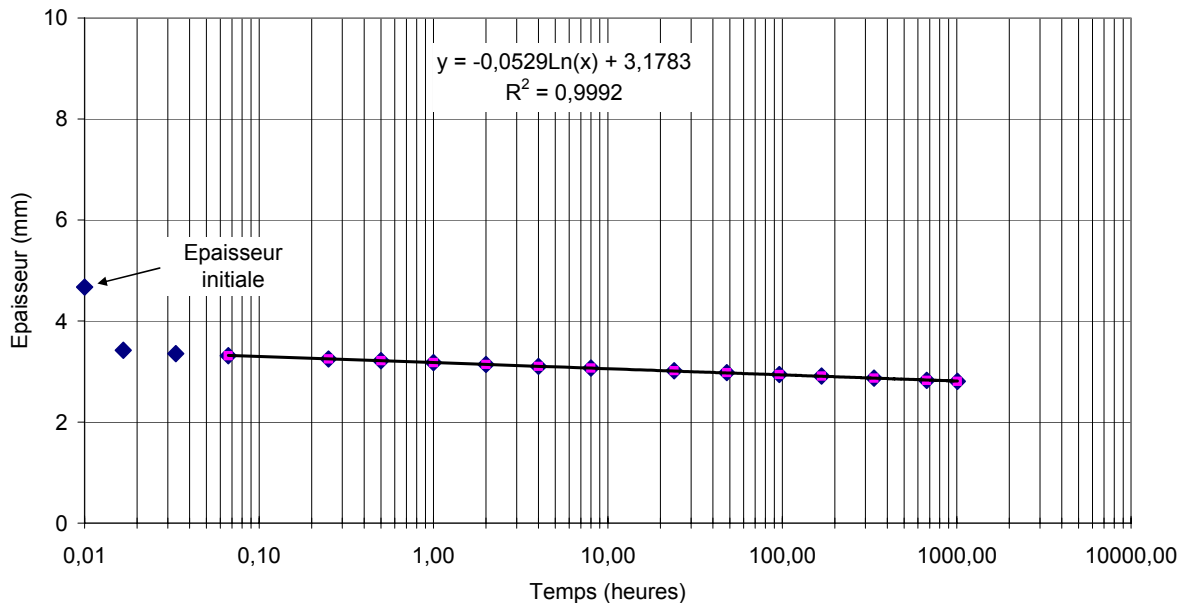


Figure 3. Courbe d'épaisseur en fonction du temps obtenue après 1008 heures (42 jours), avec une courbe de tendance logarithmique de 4 minutes à 42 jours

3.2. Coefficient de détermination

Les coefficients de détermination obtenus (R^2) pour les 90 produits testés sont supérieurs à 0,98. Cela signifie que les points expérimentaux obtenus lors de l'essai et la courbe obtenue lors de l'ajustement de l'équation logarithmique sont très proches. On peut donc envisager de réaliser à partir de la courbe de tendance logarithmique sur les sept premiers jours d'essai une extrapolation à 42 jours, et comparer les points obtenus par la mesure et par extrapolation selon une loi logarithmique, qui devraient être très proches. Cette procédure d'extrapolation est détaillée dans le paragraphe suivant.

3.3. Extrapolation

L'extrapolation s'effectue en utilisant une courbe de tendance logarithmique ajustée sur la courbe des valeurs mesurées de 4 minutes à 7 jours. Par la suite, l'équation de la courbe de tendance est utilisée pour déterminer les valeurs extrapolées de 7 jours à 42 jours. Celles-ci sont comparées aux valeurs mesurées.

La figure 4 présente toujours pour la même série de données, la courbe de tendance logarithmique qui a été calculée à partir de 4 minutes et jusqu'à 168 heures (7 jours). Le coefficient de corrélation obtenu R^2 (0,9997) est quasiment identique à celui obtenu à partir de 4 minutes et jusqu'à 1008 heures (42 jours), R^2 (0,9992), présenté à la figure 2.

La courbe de tendance logarithmique extrapolée à partir de 168 heures (7 jours) et jusqu'à 1008 heures (42 jours) en utilisant l'équation définie dans la figure 4 est présentée à la figure 5.

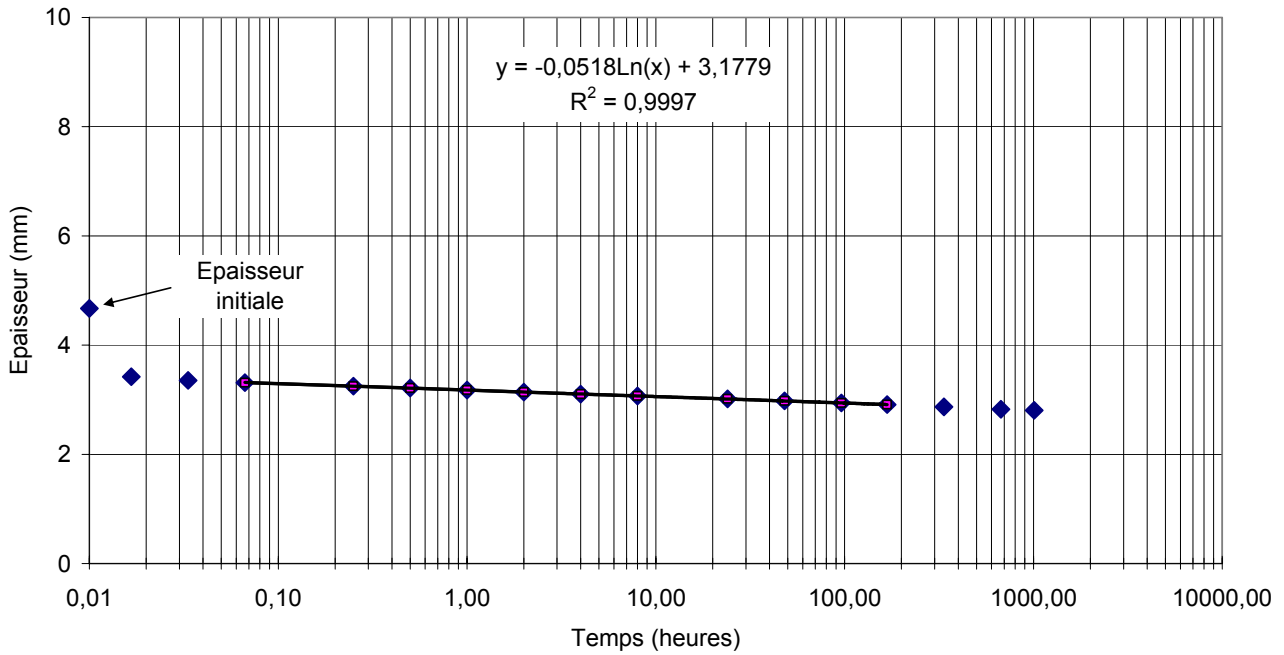


Figure 4. Courbe d'épaisseur en fonction du temps obtenue après 168 heures (7 jours), avec une courbe de tendance logarithmique de 4 minutes à 7 jours

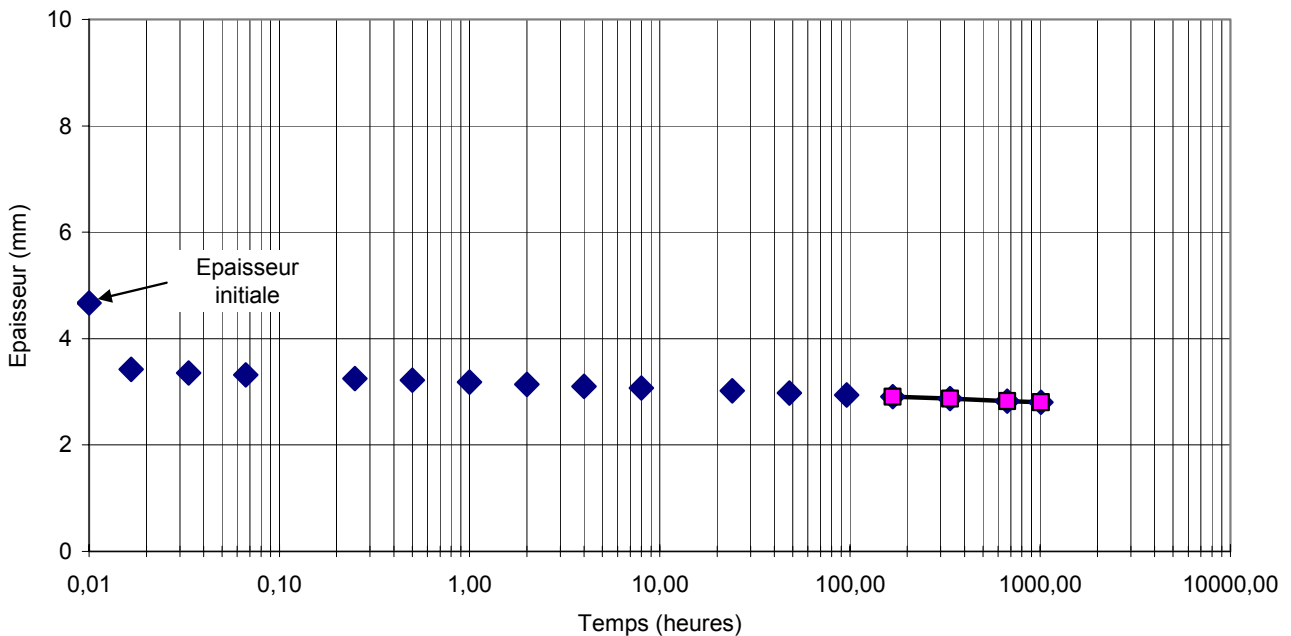


Figure 5. Courbe d'épaisseur en fonction du temps obtenue après 168 heures (7 jours) jusqu'à 1008 heures (42 jours) par extrapolation

4. Validation de la méthodologie d'extrapolation

Les résultats obtenus sur le produit présenté dans cet article sont donnés dans le tableau 1. On présente pour différents temps de mesure les valeurs mesurées puis les valeurs extrapolées à partir du calage effectué sur les sept premiers jours d'essai.

Les résultats obtenus par extrapolation sont très proches des valeurs mesurées. La représentation graphique qui est faite des deux séries de points (mesures et extrapolations) présentée à la figure 6, montre que les deux courbes se confondent.

Tableau 1. Résultat d'extrapolation des valeurs mesurées de 168 heures (7 jours) à 1008 heures (42 jours)

Temps (heures)	Épaisseur de l'éprouvette (mm)	
	mesurée	extrapolée
0,07	3,32	-
0,25	3,25	-
0,50	3,22	-
1,00	3,18	-
2,00	3,14	-
4,00	3,10	-
8,00	3,07	-
24,00	3,02	-
48,00	2,98	-
96,00	2,94	-
168,00	2,91	2,91
336,00	2,87	2,88
672,00	2,83	2,84
1008,00	2,81	2,82

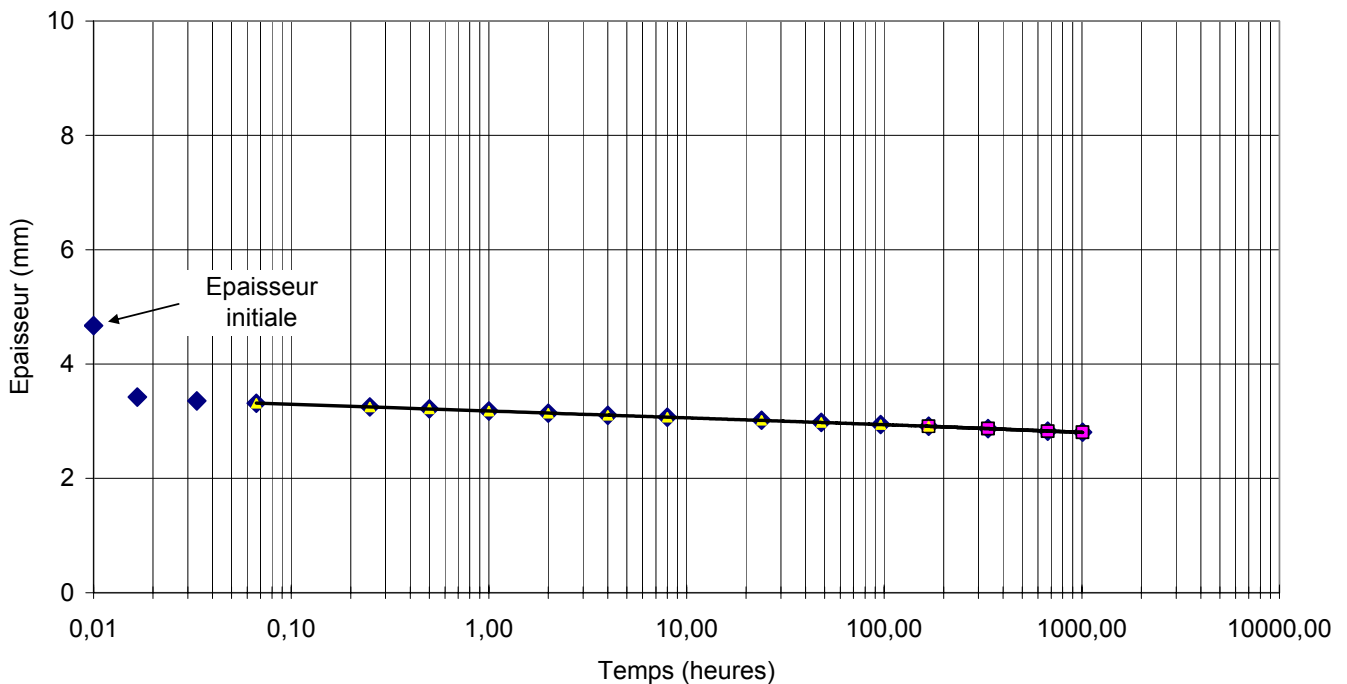


Figure 6. Courbe d'épaisseur en fonction du temps obtenue après 168 heures (7 jours) jusqu'à 1008 heures (42 jours) par extrapolation.

Un résultat identique a été obtenu pour l'ensemble des 90 géotextiles testés. À titre d'exemple, le tableau 2 présente les résultats obtenus pour 15 géotextiles d'épaisseurs variées et provenant des cinq producteurs pour lesquels des géotextiles ont été étudiés. Ce tableau montre que les valeurs mesurées et extrapolées d'épaisseurs à 1008 heures sont comparables pour les différents géotextiles.

On en déduit que la durée de l'essai de fluage en compression pour les géotextiles pourrait être réduite à 7 jours et les résultats extrapolés à 42 jours sans commettre d'erreur.

Tableau 2. Synthèse de résultats obtenus sur 15 géotextiles nontissés aiguilletés constitués de fibres continues en polypropylène à 1008 heures pour les valeurs mesurées et extrapolées d'épaisseur

Géotextiles Référence	Producteurs	Nature des filaments	Contrainte verticale appliquée (kPa)	Épaisseur de l'éprouvette à 1008 heures (mm)	
				mesurée	extrapolée
1	1	Polypropylène Fibre continue	100	0,52	0,52
2				1,76	1,75
3				3,03	3,02
4	2	Polypropylène Fibre continue	100	0,24	0,23
5				0,41	0,41
6				1,03	1,01
7	3	Polypropylène Fibre continue	20	0,58	0,59
8				1,76	1,76
9				2,95	2,97
10	4	Polypropylène Fibre continue	100	0,79	0,79
11			20	1,19	1,20
12			20	1,86	1,88
13	5	Polypropylène Fibre continue	100	0,27	0,27
14				0,93	0,93
15				1,95	1,94

5. Conclusion

L'étude présentée dans cet article s'est appuyée sur une base de données préexistante constituée d'environ 90 essais de fluage en compression/cisaillement à 42 jours réalisés entre 2005 et 2010. Les produits étudiés sont des géotextiles nontissés aiguilletés de 5 productions différentes. L'objectif final était de valider la possibilité de réduire la durée de cet essai de fluage en compression de 1008 heures (42 jours) à 168 heures (7 jours). Pour tous les essais, l'ajustement d'une loi logarithmique aux données est satisfaisant car le coefficient de corrélation est systématiquement supérieur à 0,98. Par conséquent à partir des résultats d'essais jusqu'à 168 heures (7 jours), on a effectué l'ajustement d'une loi logarithmique et l'extrapolation des résultats à 42 jours. Les données extrapolées sont systématiquement comparables aux résultats de mesure entre 7 et 42 jours. Il est donc envisageable, pour les géotextiles nontissés aiguilletés de réaliser les essais de fluage en compression sur une durée de 168 heures (7 jours) au lieu de 1008 heures (42 jours).

6. Remerciements

Les résultats présentés ont été obtenus à partir de produit certifiés par l'ASQUAL et d'essais réalisés sur les produits fournis par ordre alphabétique par FIBERTEX Danemark, GEOTEX 2000, SpA, Italie, LANDOLT France, TENCATE Geosynthetics France, TENCATE Geosynthetics Autriche.

7. Références bibliographiques

AFNOR (2009). NF EN ISO 25619-1 "Géosynthétiques : Détermination du comportement en compression, Propriétés du fluage en compression", 27 pages.