

COMPORTEMENT DE GÉOTEXTILES EN CLIMAT FROID

GEOTEXTILE BEHAVIOUR IN COLD CLIMATE

François CAQUEL¹, G.VILLON¹, Olivier ARTIÈRES², Philippe DELMAS³, A. WATN⁴

¹ LRPC Nancy, Tomblaine, France

² Tencate, Bezons, France

³ Tencate, Cnam Paris depuis janvier 2007

⁴ SINTEF, Norvège

RÉSUMÉ - Si le comportement des géotextiles exposés dans divers ouvrages en climat tempéré ou chaud est bien connu, il l'est beaucoup moins, sinon pas du tout, pour les ouvrages exposés aux climats froids. Peu ou pas de données sont disponibles pour des produits exposés en conditions froides extrêmes. Le présent article dresse un premier bilan des résultats d'essais préliminaires obtenus sur des échantillons vierges soumis à des cycles gel-dégel ou testés en traction à des températures négatives, comparés à des résultats enregistrés sur échantillons prélevés sur un site expérimental proche de l'arctique après plus d'une année d'exposition.

Mots clés: comportement, climat arctique, gel-dégel, essais de traction, géotextiles.

ABSTRACT – The behaviour of geotextiles exposed in works in warm or temperate climate is well known. This behaviour is unknown for works in cold climate and very few information is available for products exposed in extreme conditions like polar climate. The present paper makes an evaluation of preliminary tests results on virgin samples submitted to freeze-thaw cycles or tested under negatives temperatures and also of results recorded on one year old products sampled on an experimental site in arctic climate.

Keywords: behaviour, arctic climate, freeze-thaw, tensile tests, geotextiles.

1. Essais préliminaires

Un géotextile non tissé aiguilleté de filaments continus en polypropylène a été testé en traction après avoir été soumis à des cycles gel-dégel. D'autres essais ont été réalisés sur échantillon vierge sous températures négatives. Le tableau 1 donne les caractéristiques principales du géotextile (données producteur).

Tableau I. Caractéristiques du géotextile

Structure	Non-tissé aiguilleté de filaments continus
Polymère	Polypropylène
Masse surfacique (g/m ²) NF EN ISO 9864	800
Épaisseur (mm) NF EN ISO 9863-1	6
Résistance à la traction (kN/m) NF EN 10319	43

1.1. Essais après cycles gel - dégel

Des éprouvettes de géotextile vierges ont été soumises à un nombre croissant de cycles gel/dégel en enceinte climatique puis testées en traction afin de vérifier d'éventuels changements de propriétés en fonction du nombre de cycles.

Les éprouvettes, préalablement préparées en vue de l'essai de traction, sont placées en enceinte climatique dans un film d'eau de 0,5 cm.

1.1.1. Protocole d'essai.

Un cycle dure 12 heures et se décompose comme suit:

- palier de 4 heures à 0°C
- baisse de la température de 0°C à - 19°C en 2 heures
- palier de 4 heures à - 19°C
- élévation de la température en 2 heures de - 19°C à 0°C

NOTE: température prise au cœur du géotextile. La température de l'eau varie de -19°C à + 1°C.

Les éprouvettes sont retirées de l'enceinte climatique à la fin d'un palier à 0°C puis conditionnées en atmosphère standard de laboratoire [(20 ± 2)°C et (65 ± 5)% HR] pendant 24 heures, en position verticale pour faciliter le drainage.

Le nombre de cycles varie de 4 à 64.

1.1.2. Résultats

Tableau 1. Essais de traction / déformation sur échantillons témoin et soumis au protocole de cycle thermique.

		Nombre de cycles				
	Témoin	4	8	16	32	64
Force (kN/m)	45,2	50,7	49,4	47,2	45,8	47,6
Déformation (%)	103	116	121	100	112	117
NOTE: essais réalisés conformément à la norme NF EN ISO 10319 mais moyennes calculées sur 3 éprouvettes seulement. Témoin: essai laboratoire Nancy.						

Sans permettre de conclure de manière définitive, compte tenu du faible nombre d'essais et de cycles, ces résultats ne mettent pas en évidence d'altération ou de modification significative des propriétés en traction des géotextiles testés sous l'effet de cycles gel-dégel entre 0°C et -19°C. La fluctuation des valeurs reste à l'intérieur de la plage de variation normale de l'ordre de +/- 5% pour la force et de +/- 10% pour la déformation, attribuée à la variabilité à la fois du produit et de l'essai en raison notamment du faible nombre d'éprouvettes utilisées.

1.2. Essais de traction à températures contrôlées.

Ces essais avaient pour but d'appréhender le comportement du géotextile en traction / déformation à l'effort maximal dans le domaine des températures négatives. Les essais ont été réalisés sur éprouvettes sèches ou humides à des températures comprises entre 0°C et -30°C ainsi que sur des éprouvettes témoins à 20°C.

1.2.1. Protocole d'essai

Pour les éprouvettes humides:

- immersion dans de l'eau distillée à 20°C pendant 24 heures minimum,
- égouttage à plat sur grille pendant 4 minutes,
- mise au congélateur à plat à -18°C pendant 12 heures,
- mise à température dans l'enceinte de la presse (-10°C ou -30°C) pendant 90 minutes minimum avant essai.

Pour les éprouvettes témoins à l'état humide à 20°C:

- immersion des éprouvettes dans de l'eau distillée à 20°C pendant 24 heures,
- égouttage pendant 4 minutes à la verticale avant montage dans les mors

Pour les éprouvettes sèches:

- mise au congélateur à -18°C pendant 24 heures minimum,
- mise à température dans l'enceinte de la presse (0°C ou -30°C) pendant 90 minutes minimum avant essai (échantillon semi-rigide)

1.2.2. Résultats

L'ensemble des résultats est donné dans le tableau 2.

Tableau 2. Essais de traction / déformation sur éprouvettes sèches et humides

		Températures			
		20°C(témoins)	0°C	- 10°C	- 30°C
Etat sec	Force (kN)	41,4	51,5	-	55,8
Etat humide	Force (kN)	45,8	-	57,1	66,1

NOTE: essais inspirés de la norme NF EN 10319. La dimension des éprouvettes a été adaptée aux mors de la machine de traction placée en enceinte climatique, soit 60 mm de largeur et 100 mm de hauteur (distance entre mors). L'effet de la dimension des éprouvettes est de second ordre pour l'indicateur retenu (F_{max}). Vitesse imposée de 20 mm / minute. Moyenne calculée sur 5 éprouvettes.

Avec la baisse de température on observe une augmentation significativement représentative des valeurs de résistance en traction à l'état sec. A l'état humide cette augmentation est encore plus sensible et l'examen des courbes effort / déformation montre un très net accroissement du module initial, dû à l'influence de la matrice d'eau.

1.3. Conclusion des essais préliminaires.

Les caractéristiques de résistance en traction du géotextile ne paraissent pas affectées par les températures négatives tant que le produit n'est pas sollicité. Par contre les températures négatives, notamment à l'état humide, modifient sensiblement les propriétés (augmentation de la résistance en particulier), sans que l'on ait observé de fragilisation du matériau.

Ainsi, le géotextile mobilise plus d'effort dans les températures négatives, ce qui est sécuritaire.

Cette première approche devra être confirmée par des essais complémentaires en modifiant, pour le même produit, la durée d'un cycle élémentaire et/ou l'amplitude des températures, en augmentant le nombre de cycles et en élargissant les essais à d'autres polymères et d'autres types de géotextiles.

2. Essais sur échantillons prélevés in-situ

2.1. Données générales sur le site

Le site expérimental situé en bordure du cercle polaire permet d'exposer les géotextiles à des températures froides extrêmes variant de -35°C à $+15^{\circ}\text{C}$ sur l'année.

Le géotextile testé en laboratoire (éch. 1) et un autre géotextile non-tissé aiguilleté de filaments continus de caractéristiques descriptives et mécaniques similaires (éch. 2 et 3) ont été mis en œuvre.

Des sacs de 1,5 à 2 m de longueur et 1 m de largeur remplis de matériau fluvio-glaciaire ont été disposés le long de la berge d'un fjord régulièrement pris dans les glaces en hiver. Les sacs d'une masse unitaire de l'ordre d'une tonne sont stables sur la berge. La surface exposée conserve la même orientation.

Des essais de traction ont été réalisés sur des échantillons prélevés 12 mois après la mise en place. Les sacs prélevés situés sur le haut de la berge ne sont soumis qu'aux intempéries "ordinaires" (UV, vent, pluie, neige, température); ils ne sont pas soumis aux "agressions" mécaniques dues à la glace ou aux vagues si ce n'est, très occasionnellement, à une houle modérée. Hormis quelques endommagements très ponctuels (trous, coupures) résultant de la mise en œuvre, la seule dégradation observée à l'œil nu est un "peluchage" de surface.

2.2. Résultats

Le tableau 3 présente les résultats des essais de traction sur les échantillons prélevés sur site.

Tableau 3. Essais de traction sur prélèvements sur site.

	Géotextile 1 (testé en labo.)		Géotextile 2		
Force (kN/m)	Témoin	Ech.1	Témoin	Ech.2	Ech.3
VRT (%)	43,3	43,8	43,7	40,9	42,3
		100		94	97

NOTE: essais réalisés selon EN ISO 10319 à 20°C sur éprouvettes mouillées de 100 mm de largeur. Moyenne calculée sur 5 éprouvettes.

La Valeur Résiduelle de résistance en Traction par rapport aux témoins (VRT) est supérieure à 95% en moyenne, indiquant que les géotextiles ne montrent pas, après une année en service et d'exposition aux seuls aléas climatiques, de modification significative de leur résistance. Les géotextiles testés ne sont donc pas endommagés par des températures froides extrêmes.

3. Conclusion

Les caractéristiques de résistance en traction d'un géotextile non-tissé aiguilleté de filaments continus en polypropylène soumis à des cycles gel-dégel semblent ne pas être modifiées. Ces caractéristiques augmentent de façon très sensible aux températures négatives, notamment le module initial si les produits sont à l'état humide.

Les observations in-situ en climat froid extrême corroborent les résultats d'essais en laboratoire. Deux géotextiles de caractéristiques similaires exposés en service pendant une année en conditions climatiques de type arctique conservent plus de 95% de leur résistance en traction.

Il semble raisonnable de déduire que le(s) produit(s) testé(s) a (ont) un comportement satisfaisant. Ceci permet d'envisager l'utilisation de ce(s) produit(s) pour des ouvrages à moyen terme en milieu arctique dans des conditions analogues.



Figure 1. Les sacs en situation.