



IFSTTAR

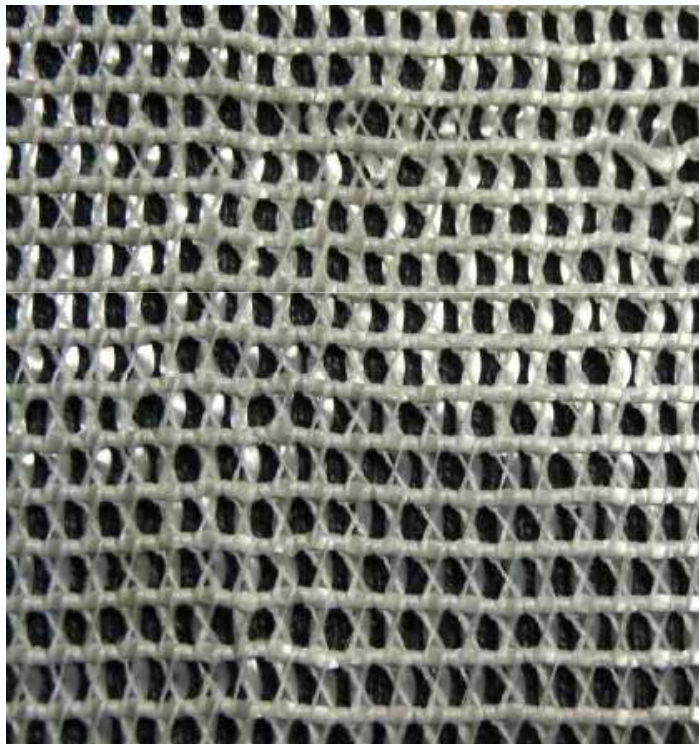
ETUDE MULTI-ECHELLE DE GEOTEXTILES POLYESTER VIEILLIS EN SOLS TRAITÉS

***L. VAN SCHOORS
M. KHAY***

MATERIAU – APPLICATION

Matériau: Polyéthylène téréphtalate (polyester)

Application: Renforcement

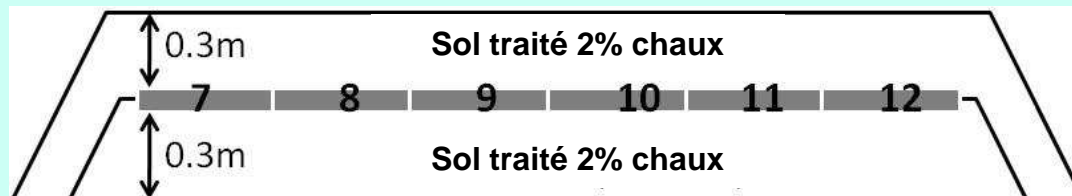
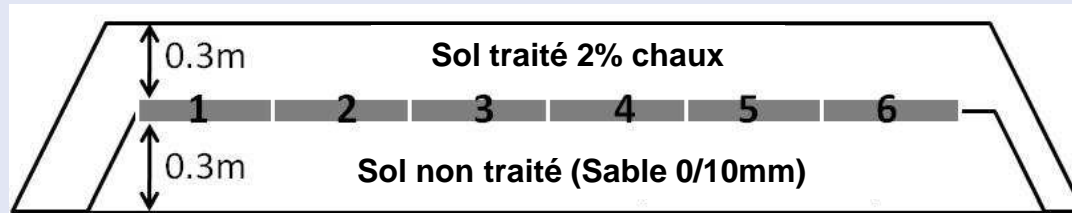


Fibre PET	
Diamètre moyen (μm)	$22,2 \pm 1,0$
Tg ($^{\circ}\text{C}$)	$80,0 \pm 1,0$
Densité	$1,36 \pm 0,01$
Allongement à la rupture (%)	$10,5 \pm 1,5$
Résistance mécanique (GPa)	$1,1 \pm 0,1$
Module tangent entre 2 et 4% de déformation (GPa)	15 ± 2

Géotextile PET	
Masse surfacique (g/m^2) NF EN ISO 9864	300
Epaisseur nominale sous 2kPa (mm) NF EN ISO 9863-1	1,25
Résistance à la traction SP/ST (kN/m) NF EN ISO 10319	100/50
Déformation à l'effort maximal (%) NF EN ISO 10319	11/11

METHODE DE VIEILLISSEMENT

⇒ *Planches d'essais*



Planches d'essais	Temps de vieillissement	T(°C)	pH
1	1 jour	7.6	11.6
2	7 jours	8.3	11.5
3	1 mois	12.2	11.6
4	6 mois	19.7	11.4
5	12 mois	4.7	11.6
6	21 mois	2.5	11.9
7	1 jour	7.6	12.0
8	7 jours	8.4	11.8
9	1 mois	12.1	11.6
10	6 mois	20.6	11.7
11	12 mois	4.6	11.9
12	21 mois	3.6	11.9

MISE EN ŒUVRE DES PLANCHES D'ESSAIS

POSE DES NAPPES GÉOTEXTILES



MISE EN ŒUVRE DU SOL DE COUVERTURE



DÉMONTAGE AVEC MINI-PELLE ET FINITION A LA MAIN

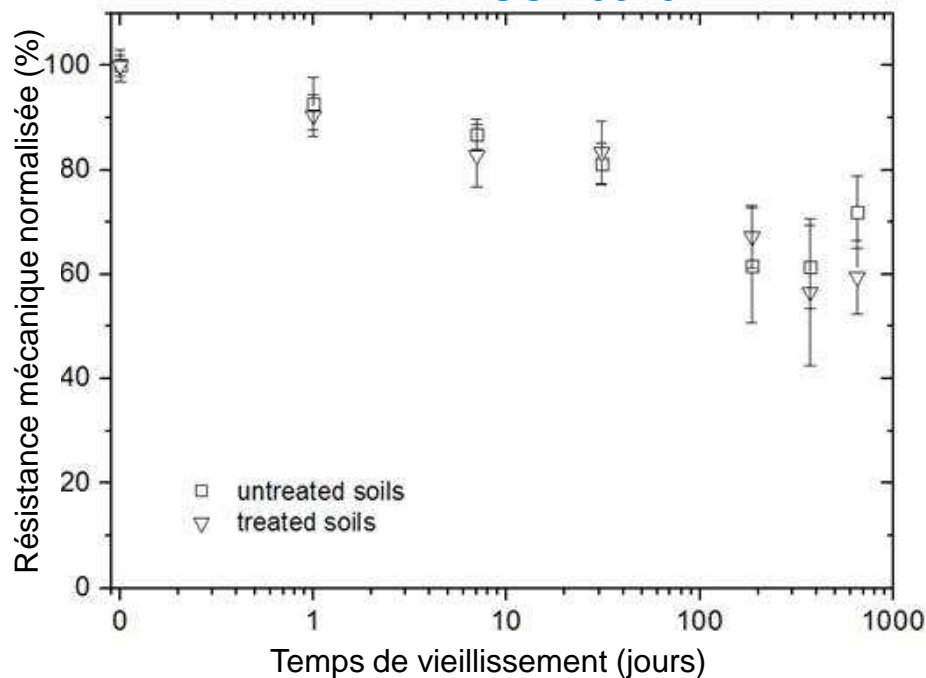


GÉOTEXTILE APRÈS DÉMONTAGE

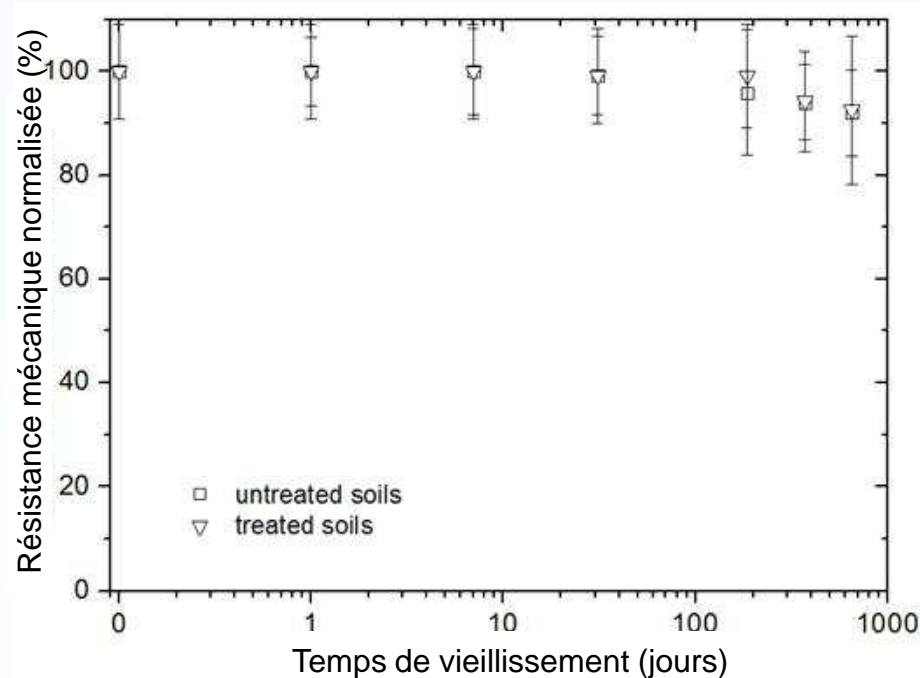


CARACTERISTIQUE MECANIQUE : RESISTANCE EN TRACTION

GÉOTEXTILE ENTERRÉ – NF EN ISO 10319



FIBRE UNITAIRE DU MÊME GÉOTEXTILE ENTERRÉ



Pas de différences significatives entre le matériau vieilli dans le sol support traité et non traité (pH voisins)

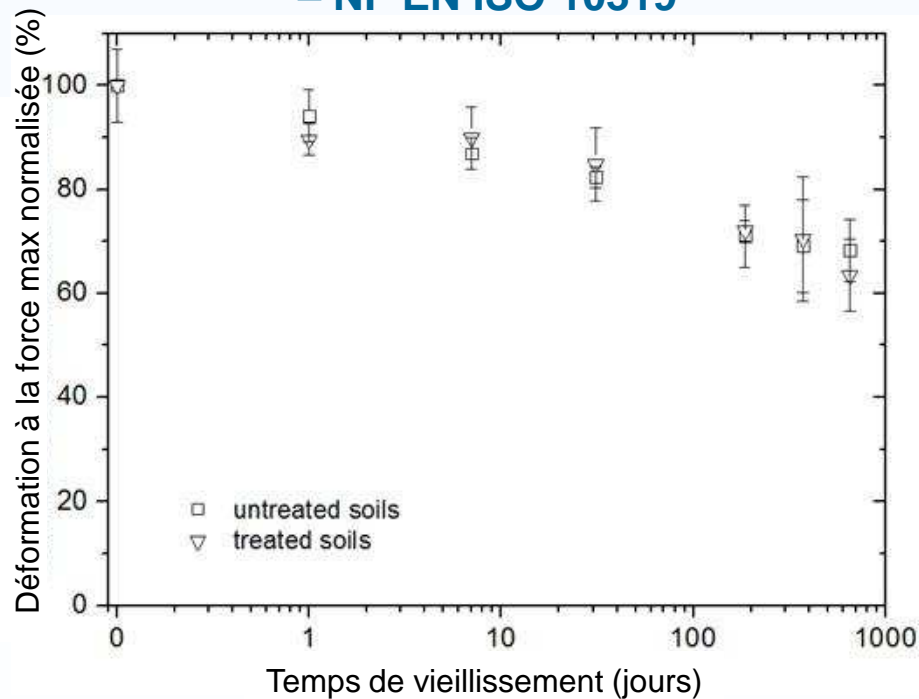
➔ *≈ 40% après 1 an*

➔ *< 10% après 21 mois*

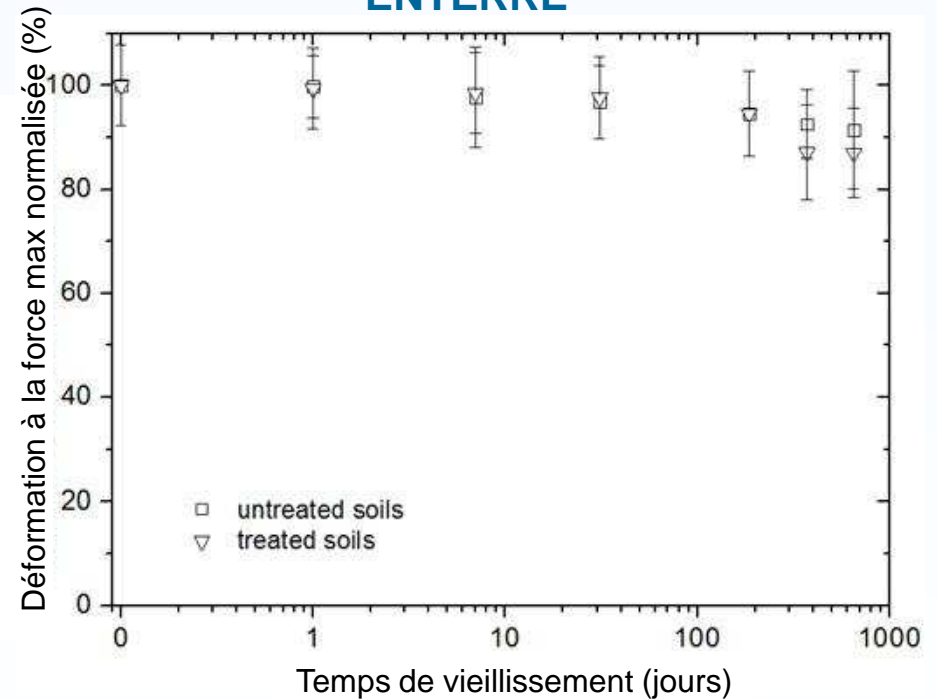
➔ **Diminution de la résistance en traction : Destruction du géotextile au cours du vieillissement**

CARACTERISTIQUE MECANIQUE : DEFORMATION

GÉOTEXTILE ENTERRÉ – NF EN ISO 10319



FIBRE UNITAIRE DU MÊME GÉOTEXTILE ENTERRÉ



Pas de différences significatives entre le matériau vieilli dans le sol support traité et non traité (pH voisins)

≈ 35% après 21 mois

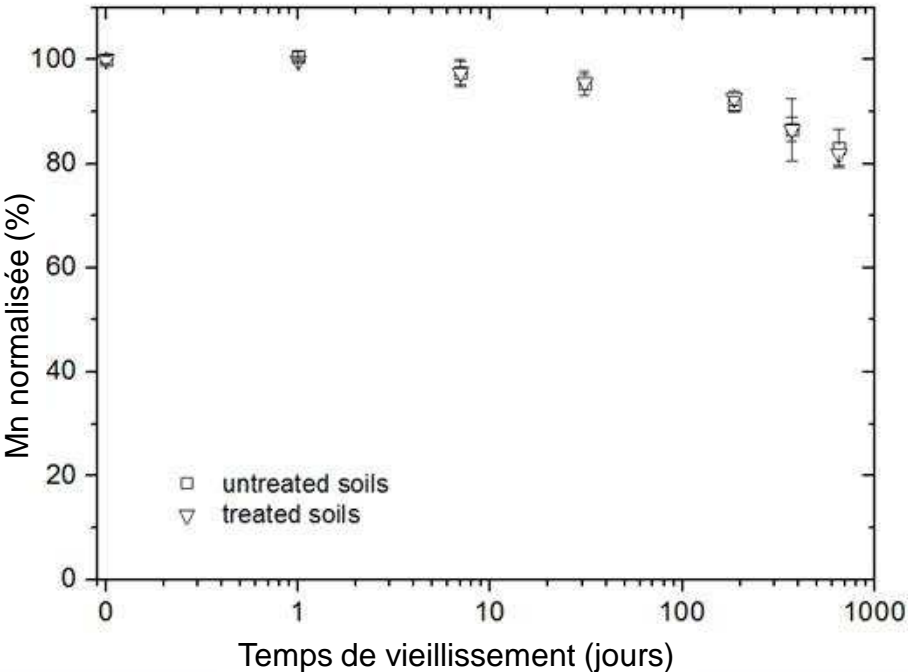
≈ 5-10% après 1 jour

≈ 10 – 12 % après 21 mois

Diminution de la déformation à la force maximale : Destruction du géotextile au cours du vieillissement

MASSE MOLECULAIRE MOYENNE OBTENUE PAR VISCOSIMÉTRIE

FIBRE UNITAIRE DES GÉOTEXTILES ENTERRÉS



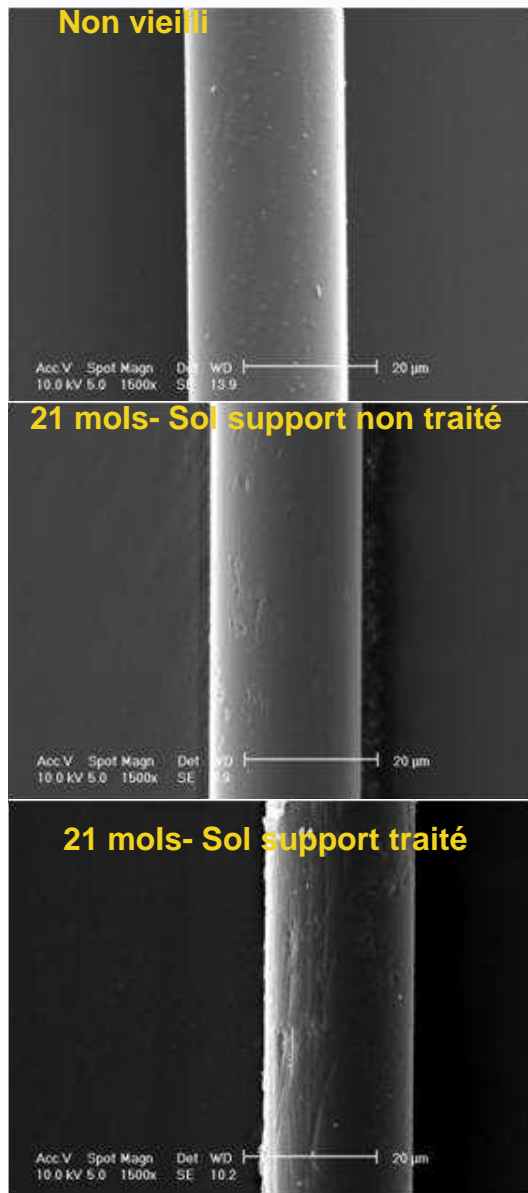
$Mn=3.29 \times 10^4 [\eta]^{1.54}$

↘ *≈ 10% après 21 mois*

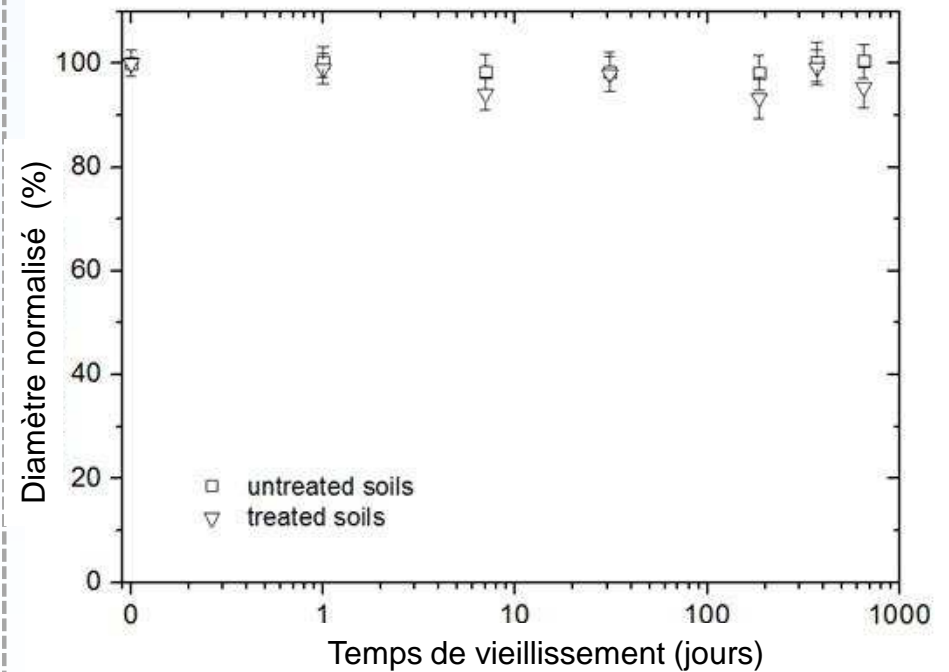
➔ **Hydrolyse des fonctions ester : scissions de chaînes**

ANALYSE MORPHOLOGIQUE

ETAT DE SURFACE (MEB) ET DIAMETRE DES FIBRES (MEB – ANALYSES D'IMAGE)



Pour les deux sols support
Dégradations de surface
→ Microcavités
pH >11 : dissolution
de la surface des fibres
↓
Faible polarité des PET
limite la diffusion des
ions OH⁻ dans les fibres.



→ < 5% après 21 mois
(sols support traités)

VEILLISSEMENT DU PET DANS DEUX SOLS TRAITÉS PH>11

➔ **Chute des propriétés mécaniques est fortement dépendante de l'échelle d'analyse des matériaux**

Après 21 mois

	Géotextiles	Fibres
Résistance	- 40%	- 10%
Déformation	- 35%	- 12%

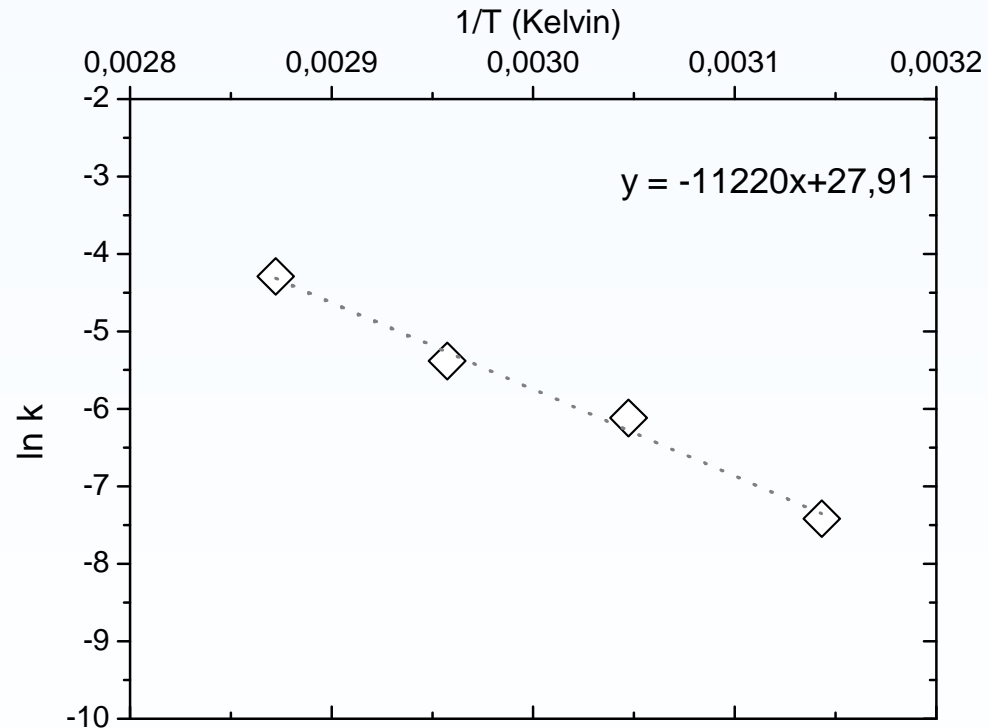
➔ **Géotextiles : Chute des propriétés mécaniques après mise en œuvre (1 jour)**

Résistance	-10%	} Endommagement pendant l'installation
Déformation	- 10%	

➔ **Géotextiles : Diminution des propriétés mécaniques**

	Total	Mise en œuvre	Dégradation physico-chimique des fibres	Déstructuration des géotextiles
Résistance	≈ -40%	≈ -10%	≈ -10%	≈ -20%
Déformation	≈ -35%	≈ -10%	≈ -10%	≈ -15%

COMPARAISON AVEC LES VIEILLISSEMENTS DU PET RÉALISÉS EN LABORATOIRE



Equation d'Arrhénius :

→ $\ln k = \ln a - (E_a/RT)$

→ $\ln k = 27,91 - 11220/RT$ ($R^2 = 0,987$)

→ $E_a = 93 \text{ kJ/mol}$

Extrapolation des chutes de résistance à partir des vieillissements en laboratoire :

→ $10^\circ\text{C} - \text{pH } 11 : - 0,3\% / \text{an}$

→ $20^\circ\text{C} - \text{pH } 11 : - 1,15\% / \text{an}$

Chute de résistance des fibres vieilles en sols alcalins :

→ $10\% / 21 \text{ mois} \approx 4,5\% / \text{an} \gg 1,15\% / \text{an}$

- pH sol traité > 11
- Mise en œuvre des planches d'essais : altération des fibres ?
- Vieillissement multi-contrainte en sols alcalins : contraintes mécaniques génèrent des fissures* - Augmentation de la cinétique d'hydrolyse des fibres

*EAST G.C., RAHMAN M., Effect of applied stress on the alkaline hydrolysis of geotextile poly(ethylene terephthalate). Part 1: Room temperature. Polymer, 40, 9, 1999, pp. 2281-2288.