

# MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT DES MURS RENFORCÉS PAR GÉOSYNTHÉTIQUES TENANT COMPTE DU COMPORTEMENT AU FLUAGE DES GÉOSYNTHÉTIQUES.

## DESIGN METHODS TO TAKE IN ACCOUNT CREEP BEHAVIOUR OF GEOSYNTHETICS IN A REINFORCED SEGMENTAL WALL

Germain AURAY<sup>1</sup>, René Michel FAURE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Texinov, Saint Didier de La Tour, France

<sup>2</sup> CETu, Bron, France

**RÉSUMÉ** – Cet article présente deux aspects du calcul des murs renforcés par géosynthétiques, basés sur des exemples concrets de murs avec parement en blocs de béton d'aspect pierre. Le premier calcul propose une évaluation du coefficient de sécurité au fluage des géotextiles suivant le projet de norme français NF G 38064 et montre qu'il est possible de prendre en compte l'effet du fluage dans le dimensionnement des ouvrages, en utilisant des outils de calcul très classiques. Le second calcul propose une autre modélisation du fluage et l'utilisation d'un champ de déplacements permettant d'évaluer les efforts dans chacune des nappes de géotextiles pour optimiser le projet. L'outil de calcul correspondant est une extension des outils classiques.

**Mots-clés** : Géotextile, mur renforcé, fluage, conception géotechnique, logiciel.

**ABSTRACT** – In this paper, examples of stone aspect blocks walls reinforced with geotextiles are used to present and discuss two design methods. The first approach consists in using NF G 38064 project to evaluate the creep security coefficient on the geotextile and to design the wall with common softwares, including this coefficient. In a second approach, another type of creep model and a displacement field will be used to calculate stresses in geotextiles. These two studies show that it is possible to take into account the creep durability of geotextiles in soil reinforcement design and to define accurate reinforcements.

**Keywords**: Geotextile, segmental retaining wall, creep, geotechnical design, computer simulation.

## 1. Introduction

Le comportement au fluage des géotextiles de renforcement est un sujet délicat. La plupart des maîtres d'ouvrages et concepteurs n'utilisent pas le procédé des murs renforcés par géosynthétiques car :

- le comportement au fluage est un phénomène difficile à modéliser et qui est encore beaucoup étudié aujourd'hui ;
- il y a un manque d'essais de fluage sur les produits géotextiles ;
- on est en attente d'une réglementation sur le renforcement des murs.

En conséquence, ils trouvent plus sécurisant d'utiliser des solutions traditionnelles pour leurs soutènements, telles que le clouage, les murs-poids en béton armé, la solution de renfort en acier avec des parements en béton préfabriqué, etc.

Pourtant, le renforcement par géotextiles présente des intérêts économiques, techniques et environnementaux qui méritent que l'on améliore les méthodes de dimensionnement pour valoriser cette solution, notamment au niveau de la durabilité à long terme.

Les approches proposées dans cet article traitent du comportement au fluage et proposent des méthodes pour prendre en compte ce phénomène dans des exemples pratiques.

## 2. Comportement au fluage et approche normative

### 2.1. Essai de fluage sur géotextile

Le fluage des géotextiles désigne l'augmentation de la déformation du matériau au cours du temps sous une charge de traction maintenue constante. Il existe une norme française qui définit un protocole pour

l'essai de fluage (NF EN ISO 13431 : « Détermination du fluage en traction et du comportement à la rupture au fluage ». L'essai est assez simple ; il est réalisé sur des éprouvettes de 200 mm x 50 mm en atmosphère normalisée (ISO 554). Les charges sont appliquées pendant 1000 heures, mais la durée peut être étendue si besoin. Ces charges représentent un pourcentage de l'effort à la rupture du produit testé, quatre cas de charge sont choisis parmi : 10%, 20%, 30%, 40%, 50% et 60% de la charge à la rupture.

Tableau 1. Exemple d'un rapport d'essai

Charge	$\epsilon$ 100h (%)	$\epsilon$ 1000h (%)	Temps de rupture
20 %	2,85	2,93	Pas de rupture
30 %	4,13	4,20	Pas de rupture
40 %	5,36	5,41	Pas de rupture
50 %	6,57	6,67	Pas de rupture

Bien évidemment, l'ensemble de l'essai donne plus de résultats, mais le rapport propose de fournir ces résultats jugés caractéristiques pour représenter et échanger des données sur le fluage. Ce qui est vraiment difficile, c'est d'analyser les résultats recueillis.

## 2.2. État de l'art du fluage

Le modèle de la norme décrite ci-dessus est probablement insuffisant pour décrire le comportement au fluage d'un géotextile. Il existe encore des programmes de recherche pour caractériser le fluage, souvent basé sur un vieillissement accéléré pour obtenir rapidement des résultats. La méthode la plus connue dans ce domaine est la méthode SIM (Stepped Isothermal Method). Elle consiste à utiliser le comportement visco-élastique du polymère pour représenter le vieillissement avec une augmentation de température et de modéliser la déformation à long terme par ce principe. Pour résumer cette méthode de manière assez simple (Mailler *et al.*, 2004), l'échantillon est placé sous charge constante à une température de référence. En augmentant la température pas à pas, on peut mesurer une succession de nouvelles déformations. On peut considérer que chaque pas de mesure modélise un vieillissement dans le temps. On peut alors, grâce à des modèles mathématiques spécifiques (par exemple la loi d'Arrhenius), prédire le comportement à long terme des géotextiles (Greenwood et Friday, 2006).

## 2.3. Recommandations de la norme XP G 38064

Ce projet de norme expérimental français décrit la conception et le dimensionnement d'un talus renforcé par géotextiles. Cette norme devrait être publiée prochainement et nous avons travaillé pour cet article avec une version projet de 2000. Ce document a certainement évolué depuis mais on utilise ici les orientations données en matière de prise en compte du fluage et on en propose même de nouvelles. Dans l'annexe A du document, il est donné une méthode fondée sur l'essai NF EN ISO 13431 standard, mais avec l'extension à 10 000 h jugée nécessaire. On propose un travail sur plusieurs températures de référence. On peut alors trouver le coefficient minorateur au fluage qui dépend :

- de l'effort maximal de traction du géosynthétique, en conditions de service et sans rupture en traction, nommé  $T_{FR}$  (approche ELU) ;
- de l'effort de traction du géotextile pour une déformation de fluage limite donnée, nommé  $T_{FS}$  (approche ELS).

En utilisant les courbes de fluage fournies par un essai sur le géotextile, on définit les courbes isochrones de fluage et on choisit la déformation limite à la rupture (Figure 1).

On peut alors définir la diminution d'effort au cours du temps et trouver le coefficient de fluage à long terme aux ELU (Figure 2).

On obtient alors des résultats très intéressants mais il n'existe qu'un seul coefficient de fluage pour caractériser un ouvrage complet avec des taux de chargement par géotextile différents, donc un phénomène de fluage différent suivant chaque charge. La version définitive de cette norme nous donnera peut-être des réponses concernant ce point. Il existe aussi la norme ISO TR 20432, que nous n'avons pas encore prise en compte.

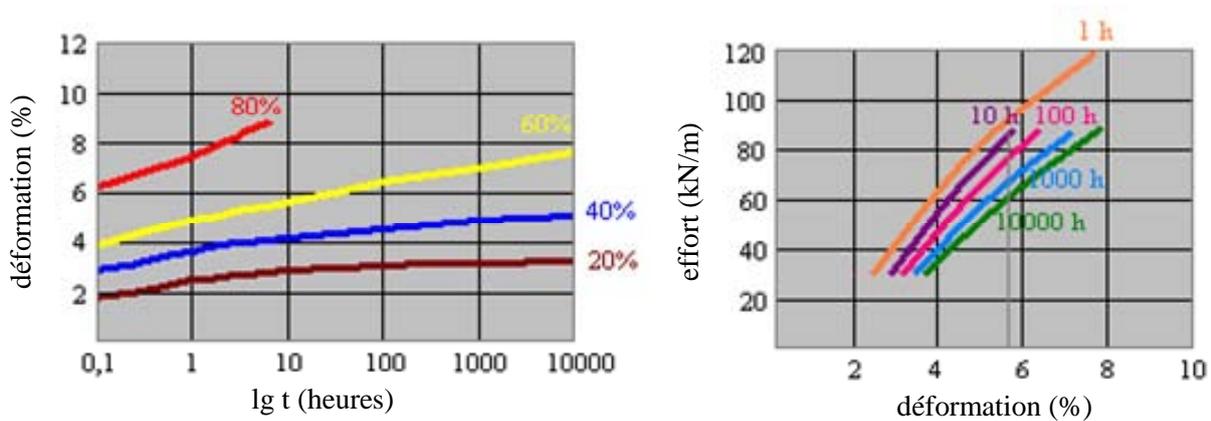


Figure 1. Courbes normalisées – limitation de la déformation sur courbes isochrones

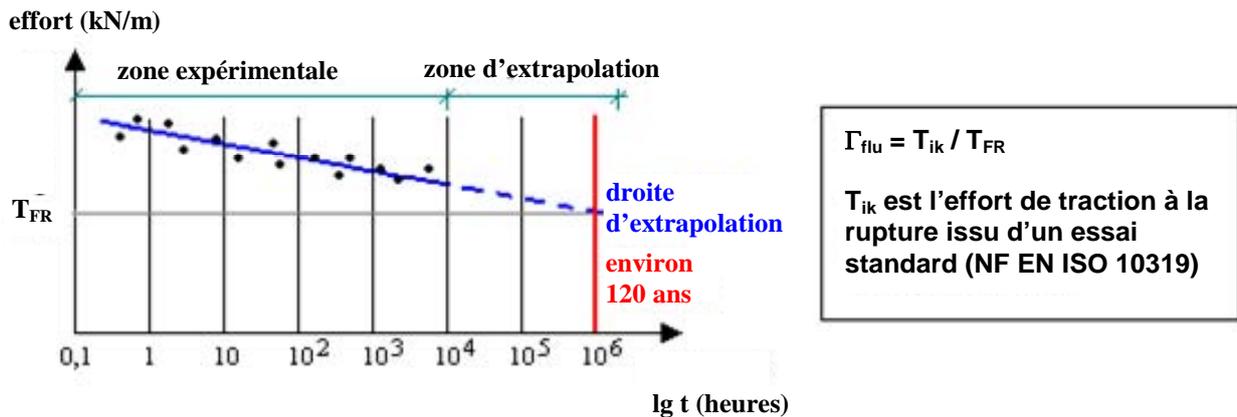


Figure 2. Évaluation de la résistance à long terme

Enfin, les concepteurs n'appliquent pas cette méthode pour le moment et il faudra attendre les résultats des essais de fluage sur les produits pour avoir un retour d'expérience. Sans plus de précisions sur les résultats, on utilise en pratique pour un polyester haute ténacité un coefficient de fluage de 2,3 allant dans le sens de la sécurité mais conduisant à exploiter moins de la moitié de la capacité en traction du géotextile de renforcement.

### 3. Expérimentation numérique (approche statique)

#### 3.1. Logiciel "Nixes et trolls"

##### 3.1.1. Historique

"Nixes et Trolls" est un logiciel développé pour la stabilité des pentes depuis 1975 (Faure *et al.*, 1976). Ce code de calcul a servi à développer la méthode des perturbations (Faure, 1985) et a été adapté pour des sujets spécifiques (clouage, simulation de pluie, etc.). Un de ses derniers développements est celui pour les murs faits de blocs de béton assemblés à sec et renforcés par géotextiles avec l'utilisation possible d'un champ de déplacements (Faure *et al.*, 2007). C'est ce dernier développement qui est présenté dans cet article.

##### 3.1.2. Informations techniques

Le logiciel permet la définition de tous les paramètres nécessaires (géométrie de la construction, paramètres géotechniques des différents sols, type de bloc de parement utilisé, type de géotextile, charges, nappe phréatique, paramètres de calcul).

On peut travailler avec 3 longueurs de géotextiles et 3 espacements différents entre les géotextiles sur la hauteur construite. Ces ajustements sont très importants pour trouver la configuration de renforcement la plus économique et pour viser le niveau de sécurité défini.

Pour prendre en compte l'effort de traction dans chaque couche de géosynthétique, le frottement entre le sol et le géotextile est utilisé avec les paramètres suivants :

$$F_{\text{frottement}} = \sigma_h \times \tan \varphi \times L_{\text{ancrage}} \quad (\text{kN/m}) \quad (1)$$

- $\sigma_h$  : contrainte normale à la profondeur h en kPa,
- $\varphi$  : angle de frottement sol-géotextile en degrés,
- $L_{\text{ancrage}}$  : longueur d'ancrage, la plupart du temps deux fois la longueur du géotextile au-delà de la courbe de rupture. Un coefficient multiplicateur de 2 tient compte des surfaces de frottement supérieures et inférieures.

Cet effort est pris en compte dans le programme uniquement pour une longueur de frottement d'au moins 0,3 m. Il est aussi limité par la résistance à la rupture du géotextile et l'effort d'ancrage avec les blocs. Des essais ont montré que l'effort d'ancrage est limité par le poids des blocs au-dessus de la nappe de géotextile. Cet effort est pris en compte dans l'équilibre suivant les méthodes de Bishop ou des perturbations lorsqu'un géotextile coupe une tranche de discrétisation de la courbe de rupture.

### 3.2. Chantiers supports pour cette analyse

#### 3.2.1. Site 1 (Figure 3)

Autoroute urbaine Sud Nice (France) : Ce site est intéressant car il montre les possibilités de ce type de renforcement (limitation des excavations, ajustement des longueurs de nappes géotextiles, etc.).

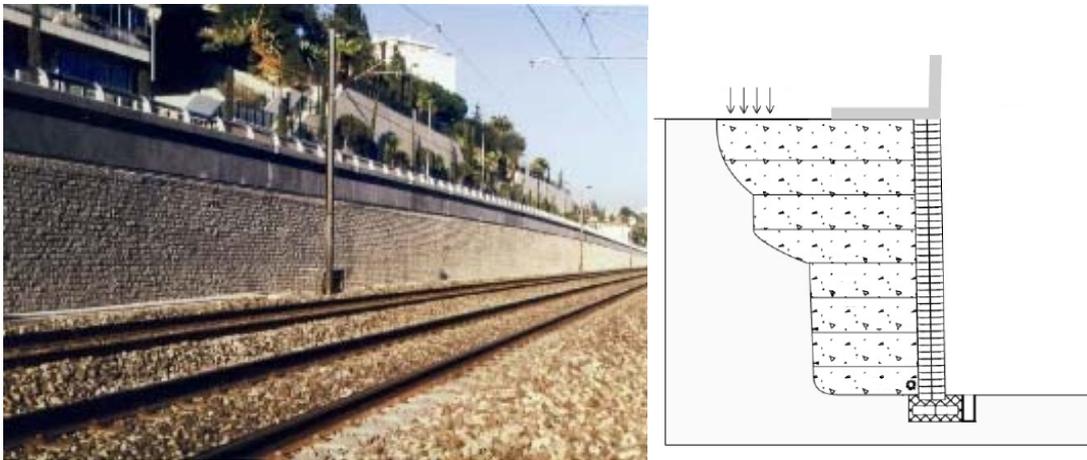


Figure 3. Chantier de Nice

Cette construction a été réalisée pour les services techniques de la ville de Nice avec les paramètres suivants :

- Hauteur : 5,20 m, inclinaison 2 degrés
- Matériaux de remblai : matériau drainant, angle de frottement = 33 degrés, poids volumique = 20 kN/m<sup>3</sup>
- Surcharges : 50 kPa
- Mur et parement : Leromur®, blocs spéciaux pour murs de soutènement (Betoconcept®)
- Géotextiles de renforcement : NOTEX® GX 200/50, 200 kN/m en sens production (Texinov®)
- Espacement entre les nappes de géotextiles : 0,39 m (tous les 3 blocs)
- Longueurs des géotextiles : 2 m, 3 m, 3,50 m

#### 3.2.2. Site 2 (Figure 4)

Parking d'un centre commercial à Grasse (France) : Ce site de géométrie simple sert de support à l'étude présentée dans cet article.

Cette construction a été réalisée pour les services techniques de la ville de Grasse avec les paramètres suivants :

- Hauteur : 7 m (max), incliné de 3 degrés
- Matériaux de remblai : matériau drainant, angle de frottement = 30 degrés, poids volumique = 18 kN/m<sup>3</sup>
- Surcharges : 15 kPa
- Mur et parement : blocs spéciaux pour murs de soutènement
- Géotextiles de renforcement : 200 kN/m en sens production
- Espacement entre les géotextiles : 0,52 m tous les 4 blocs
- Longueur des géotextiles : 3,70 m.

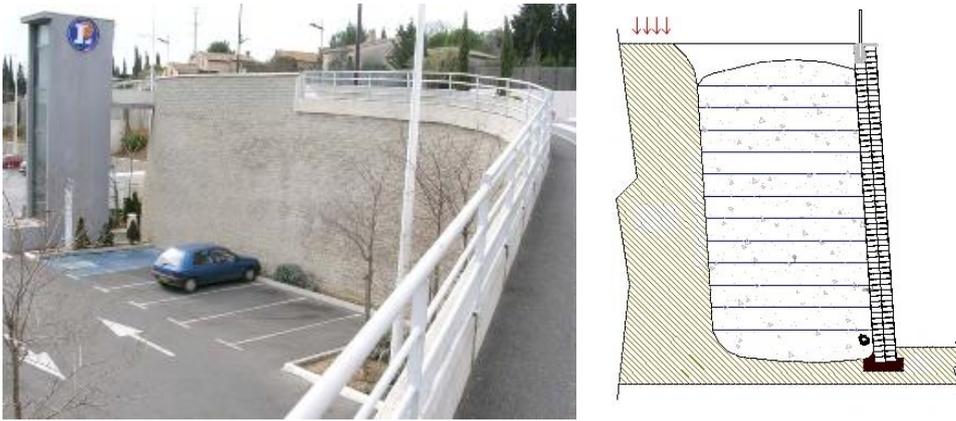


Figure 4. Chantier de Grasse

### 3.3. Cas de calcul n°1, à court terme

Il s'agit de la solution classique avec les mêmes paramètres que ceux cités ci-dessus mais sur une section du mur de hauteur 5 m. On doit rechercher le cercle de rupture qui donne le coefficient de sécurité le plus faible. Avec la méthode choisie, le coefficient de sécurité  $F$  doit être supérieur à 1,5. L'espacement entre les nappes est ici de 0,65 m : une nappe tous les 5 blocs.

Le cercle de rupture représenté sur la figure 5 est proposé en guise d'illustration. On remarque qu'il coupe 3 nappes de géosynthétiques. En réalité, on se doit d'explorer un grand nombre de cercles de rupture pour déterminer le cercle le plus défavorable en termes de sécurité.

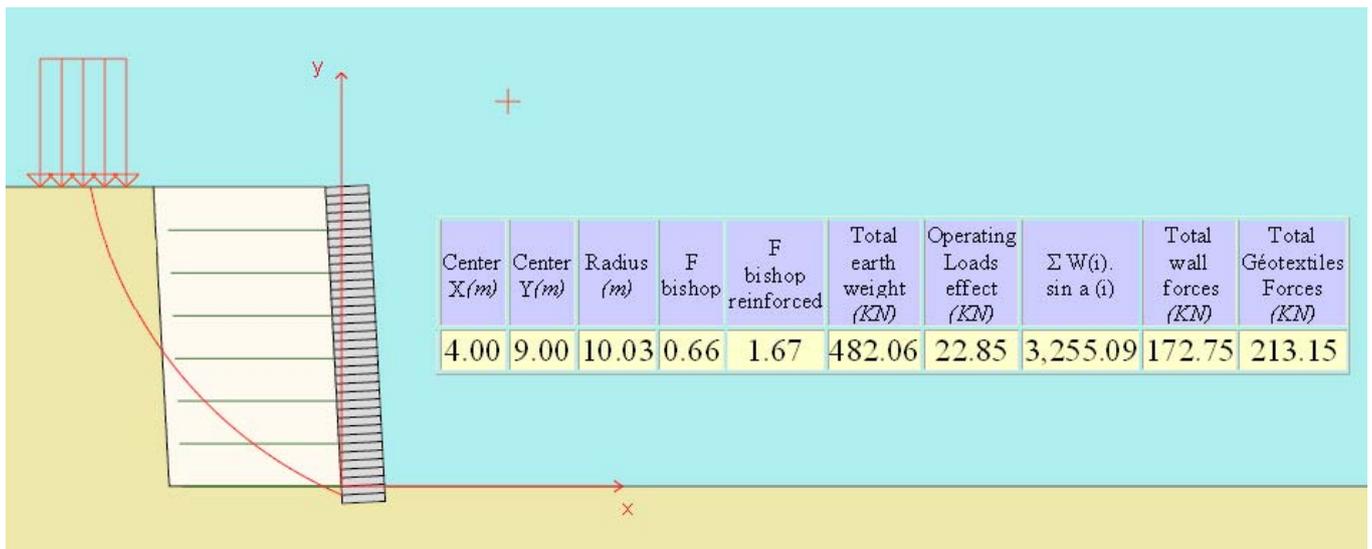


Figure 5. Cas de calcul n°1

### 3.4. Cas de calcul n°2, à long terme (avec prise en compte du fluage des armatures)

#### 3.4.1. Détermination du coefficient de fluage des géosynthétiques

Pour le géotextile utilisé dans cette étude, nous avons estimé le coefficient de fluage selon les principes exprimés ci-dessus (norme XP G 38064). Cette méthode permet d'approcher la diminution de l'effort mobilisable dans les géotextiles à long terme. Nous disposons des résultats d'essais de fluage sur ces produits, qui permettent d'utiliser cette procédure. Les résultats sont conformes à ce que l'on peut attendre pour ces produits et même jugés assez bons. Les courbes isochrones sont plutôt proches et difficiles à présenter sur un graphique mais la figure 6 montre le graphique final. Nous avons choisi pour cette étude de limiter la déformation de fluage à 7,5% en fonction de l'ensemble des données techniques sur ce produit et les résultats sont donnés sans corrélation avec le vieillissement accéléré en température. Dans ces conditions simplifiées,  $T_{FR\ 120\ \text{ans}} = 80,8\ \text{kN/m}$  et  $\Gamma_{flu} = 150/80,8 = 1,87$ . Cette

valeur devrait être évaluée dans un certain intervalle de confiance et modifiée suivant les conditions de construction, notamment l'historique des charges appliquées. Pour le reste des calculs, nous avons travaillé avec  $\Gamma_{flu} = 2$ .

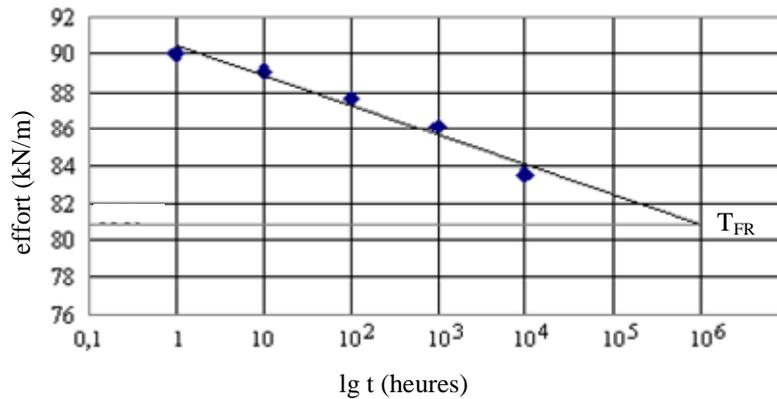


Figure 6. Détermination du coefficient de fluage

### 3.4.2. Résultats

Cette configuration à long terme est calculée dans la même situation (Figure 7) mais avec un produit géotextile ne pouvant donner que la moitié de la résistance à la rupture du premier, soit 100kN/m. Cela représente l'effet du fluage sur l'armature pour une durée de 120 années. Pour assurer la stabilité, le coefficient de sécurité doit toujours être au dessus de 1,5. Pour obtenir le même coefficient de sécurité que dans le premier cas (1,67), l'espacement des géotextiles a été réduit à 0,52 m.

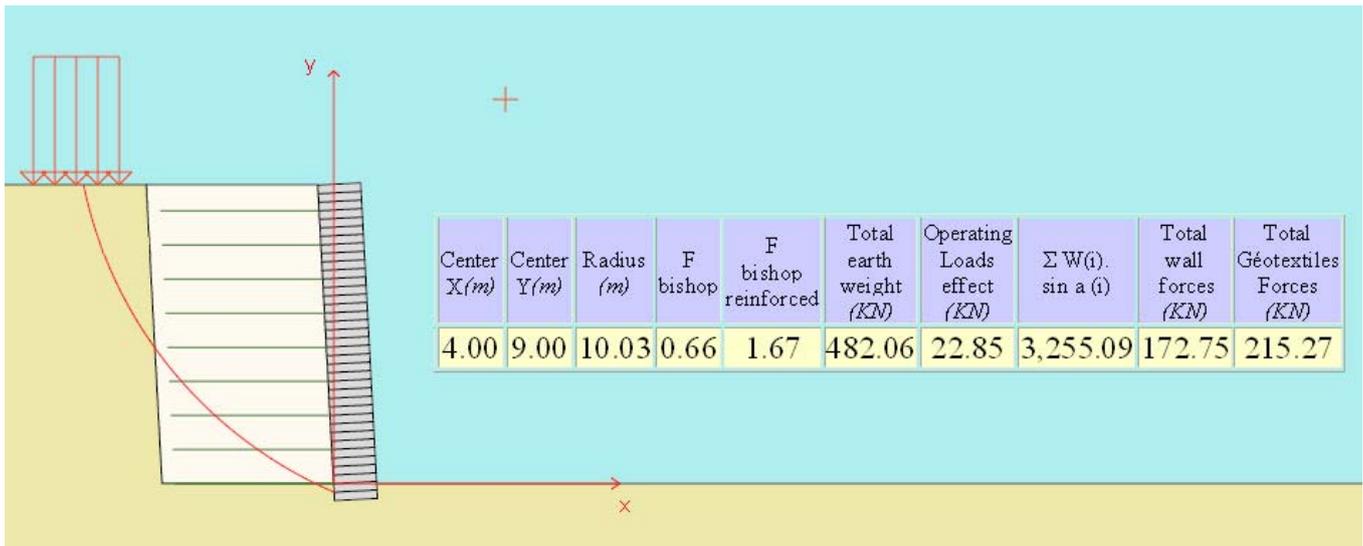


Figure 7. Cas de calcul n°2

### 3.4.3. Comparaison

La différence avec le premier calcul est le nombre de nappes : 7 nappes dans la hauteur du remblai pour 9 dans cette seconde configuration avec le même coefficient de sécurité. Il y a aussi un réarrangement des efforts dans les nappes du fait de la modification des distances de frottement. La surface de géotextile de renforcement a été augmentée de 29%. La contrainte totale reprise par l'ensemble des géotextiles reste pratiquement équivalente. Cette étude simple basée sur ce cercle de rupture montre bien l'effet du fluage sur le dimensionnement. Il faut cependant noter que, dans une étude complète, on peut optimiser la quantité de renforcement sur chaque partie de remblai en fonction des différents cercles potentiels de rupture analysés. En effet, les géotextiles apportent une excellente souplesse de dimensionnement pour ce type d'ouvrage grâce aux adaptations possibles en longueur, résistance et espacement. On remarque que ce calcul est assez proche des conditions de construction, donc cette section est correctement stabilisée à long terme.

Pour assurer la stabilité par rapport au premier calcul à court terme, on peut en fait jouer sur trois paramètres : la longueur des géotextiles, le nombre de géotextiles et leur résistance. La longueur d'ancrage est potentiellement intéressante si elle est insuffisante pour engendrer un effort dans la nappe et que la configuration géotechnique du talus permet d'effectuer le terrassement. Cependant, il est plus intéressant de travailler sur le nombre de géotextiles et leur résistance pour limiter les terrassements. Avec ces paramètres, on peut dire que les conditions de sécurité à court terme et long terme sont assurées.

### 3.5. Cas de calcul n°3, calcul à court terme avec les conditions de dimensionnement « à long terme »

Pour analyser l'effet de ces conditions de sécurité à long terme sur la configuration géotechnique du mur tel qu'il sera mis en oeuvre, un calcul à court terme avec ces paramètres est présenté (Figure 8).

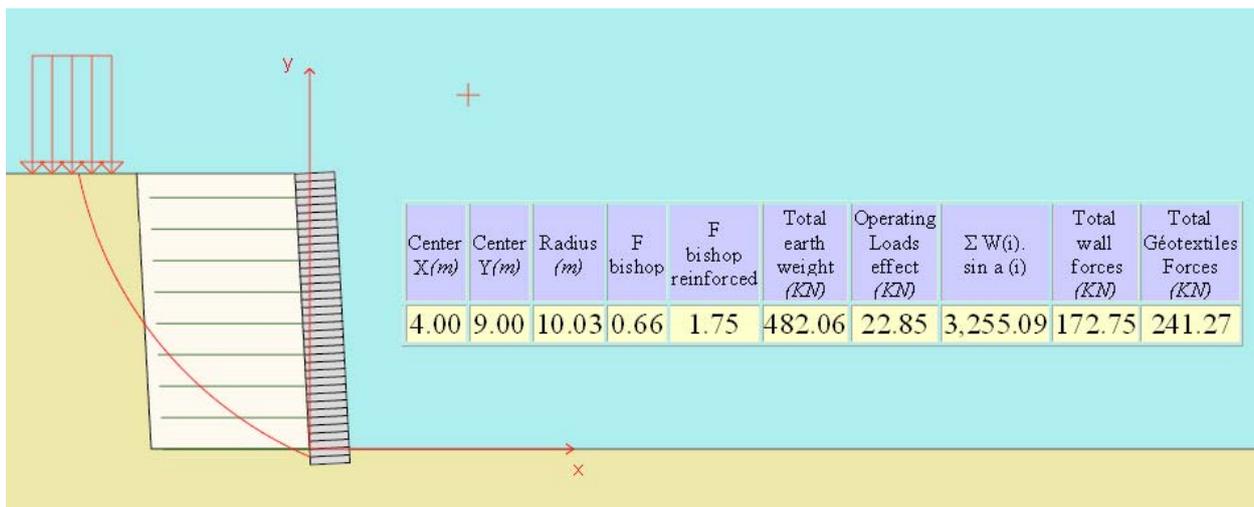


Figure 8. Configuration de calcul n°3

Dans ce cas,  $F$  est supérieur (1,75) et la répartition des efforts dans les géotextiles est à nouveau différente. La distribution des efforts dans chaque nappe a changé et la somme des efforts contribuant à la stabilité est passée de 215,27 kN/m à 241,27 kN/m. Cela signifie que plus de couches ou des surfaces de frottements différentes contribuent au renforcement. On montre ici que, dans cette configuration, les conditions de fluage à long terme imaginées ne seront probablement jamais atteintes et qu'on a « surévalué » les pertes. Il y a donc une configuration de remblai à trouver qui permettra d'optimiser les armatures en fonction de leur niveau de sollicitation et de leur comportement au fluage. À l'avenir, le programme affichera l'effort calculé dans chaque géotextile pour avoir une analyse plus fine du comportement du mur renforcé.

## 4. Voies de développement

### 4.1. Une autre manière de prendre en compte le fluage des géotextiles

Faure *et al.* (2002) proposent une approche intéressante de modélisation du fluage. Comme déjà évoqué, on reporte sur un graphe en  $\lg(t) - \varepsilon(\%)$ , les résultats des essais de traction pour chaque chargement choisi comme un pourcentage de la résistance en traction à la rupture. La fonction mathématique suivante permet de modéliser ces courbes :

$$\varepsilon(s, t) = \lambda(s) + \frac{v_0(s) \sinh[t(s - s_1)] (\cosh t)^{s - s_1}}{s - s_1} \quad (2)$$

- $s$  : niveau de chargement de la courbe de fluage,
- $s_1$  : niveau de chargement de la courbe de fluage à vitesse constante,
- $\lambda(s)$  : déformation initiale au chargement,

- $v_0(s)$  : pente à l'origine de chaque courbe de fluage.

On reconnaît en fonction du rapport  $s/s_1$  les trois types de fluage. Pour  $s < s_1$  le fluage diminue pour tendre vers une valeur de déformation constante (fluage amorti), pour  $s > s_1$  le fluage augmente jusqu'à la rupture et pour  $s = s_1$  on est sur la courbe de fluage à vitesse constante.

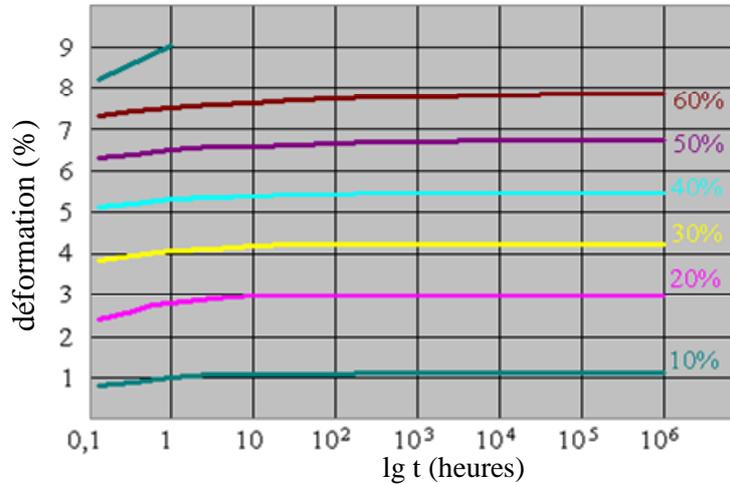


Figure 9. Modélisation du fluage du géotextile utilisé dans cette étude. Il est possible de caler sur cette fonction les résultats d'essais de fluage.

#### 4.2. Comportement du sol

En utilisant la méthode des perturbations, qui donne des valeurs réalistes de la contrainte normale  $\sigma_n$  dans le sol pour chaque point de la courbe de rupture, il est possible d'utiliser la courbe effort – déformation du sol suivante qui décrit son comportement.

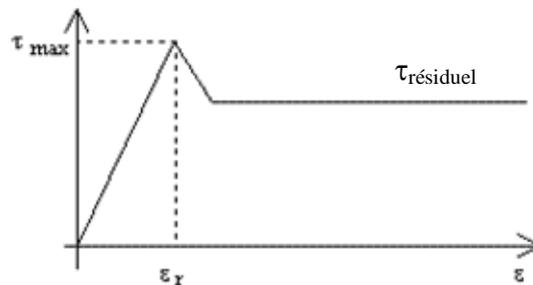


Figure 10. Modèle de comportement du sol

À partir d'un essai de cisaillement direct ou d'un essai triaxial, on peut déterminer les paramètres  $R_f$  et  $\epsilon_r$

- $\tau_{\max} = c' + (\sigma_n - u) \tan \phi'$  (loi de Coulomb)
- $\tau_{\text{résiduel}} = \tau_{\max} \cdot R_f$ .  $R_f$  est un indice de résistance, compris la plupart du temps entre 0,8 et 0,95. Il peut être considéré comme un paramètre de sol.
- $\epsilon_r =$  entre 1% et 3% suivant le type de sol et son état de compacité.

Les pentes montantes et descendantes sont symétriques. Pour chaque niveau de déformation la courbe nous donne donc la contrainte tangentielle dans le sol et son comportement (de la phase élastique à la phase plastique).

#### 4.3. Champ de déplacement utilisé dans "Nixes et Trolls"

Une version du programme « Nixes et Trolls » permet à l'utilisateur d'introduire un champ de déplacement sur une grille régulière définie par 16 points de coordonnées (X,Y) placés sur la coupe géotechnique de l'ouvrage. Par interpolation linéaire, le logiciel calcule le déplacement en tout point du champ de déplacement. L'utilisateur saisit le déplacement pour chaque point à partir d'hypothèses ou de mesures sur site. Les déplacements peuvent maintenant être mesurés directement sur sites avec des inclinomètres et même avec des géosynthétiques "intelligents" notamment par insertion de fibres optiques (Nancey *et al.*, 2006 ; Rossi *et al.*, 2006)

Dans cette approche, le plus important est de donner la forme générale des déplacements de la construction. Ce niveau maximal de déplacement doit être sensiblement au-delà de la limite de rupture du remblai et le programme peut alors calculer un coefficient de sécurité et une marge de sécurité (Faure *et al.*, 2008) résultant du déplacement, pour 10 pas de déplacement. L'utilisateur peut alors repérer à quel moment sur ces 10 pas, on atteint la rupture pour telle échelle du champ de déplacements.

#### **4.4. Procédure de dimensionnement par cette méthode**

Pour exploiter cette opportunité pour un dimensionnement au fluage, nous avons défini la procédure suivante :

- modélisation de la géométrie de l'ouvrage ;
- modélisation et recherche des cercles de rupture défavorables pour cette méthode. Dans "Nixes et Trolls", on peut définir quelques paramètres pour générer le calcul d'un grand nombre de courbes de rupture pour rechercher rapidement la rupture défavorable potentielle ;
- utilisation du comportement en traction du géotextile suivant la norme NF EN ISO 10319 ;
- utilisation du comportement au fluage (avec la courbe mathématique présentée ci-dessus) ;
- utilisation du comportement du sol (suivant le modèle présenté ci-dessus) ;
- modélisation de la forme du champ de déplacement (suivant la méthode exposée ci-dessus).

Pour chaque cercle de rupture, on définit la sécurité en fonction du niveau de déplacement. Pour chaque champ de déplacement, on peut définir la résistance au cisaillement du sol avec la courbe relative au sol et le niveau de contrainte dans le géotextile avec la courbe du géotextile à court terme. On dispose aussi de la déformation de fluage du géotextile en fonction du niveau de contrainte effectif dans le sol avec la courbe de comportement au fluage.

Si l'on se place dans une logique de rupture à long terme, l'effort dans le géotextile ne doit pas être utilisé sur la courbe à court terme mais déterminé en fonction du fluage du géosynthétique. Nous proposons pour la suite de comparer deux possibilités :

- soustraire l'augmentation de déformation due au fluage pour évaluer la contrainte dans le géotextile sur l'essai de traction standard. Ainsi, on peut représenter la diminution de contrainte dans chaque géotextile due à ce phénomène et analyser les variations du coefficient de sécurité et de la marge de sécurité ;
- pratiquer un autre calcul avec un déplacement augmenté du champ de déplacement qui représente la déformation de fluage (à long terme) avec l'état de chargement court terme analysé, puis regarder l'influence sur le facteur de sécurité et la marge de sécurité.

## **5. Conclusions**

Le phénomène de fluage des géotextiles en polymères n'est pas différent du phénomène de fluage des autres armatures en différentes matières. Les matériaux composites et géotextiles actuels sont des produits d'assez faible déformation capables d'un renforcement optimal des sols. En utilisant des coefficients de sécurité et des méthodes adaptées, on peut prévoir un dimensionnement qui intègre le fluage et qui permet une bonne durabilité des ouvrages. La norme XP G 38-064 nous donne déjà quelques indications intéressantes concernant ces dimensionnements et sa version définitive, ainsi que celle de la norme NF P 94-270 sur les murs renforcés sont impatientement attendues. Cet article montre simplement qu'il sera possible de les utiliser à partir des logiciels courants de stabilité des ouvrages en terre. Avec des logiciels améliorés et adaptés, nous pourrons aussi travailler sur les déplacements pour mieux analyser le fluage et optimiser les projets du point de vue technique et aussi du point de vue économique. De nouvelles voies de développement sur ces thèmes viendront probablement compléter cette démarche.

## **6. Références bibliographiques**

- Auray G., Faure R.M. (2008) A design method based on cases studies to take in account creep behaviour of geosynthetics in a reinforced segmental wall. *Proceedings of the 4th European Geosynthetics Conference, Edinburgh, EUROGEO4 Cd Rom.*
- Faure R.M. (1985). Analyse des contraintes dans un talus par la méthode des perturbations. *Revue française de géotechnique, Vol 33.*

- Faure R.M., Gress J.C., Rojat F. (2002). An easy to use model for taking in account rainfall in slope displacement calculation. *European Congress on Slope Stability, Praha*.
- Faure R.M., Magnan J.P., Moreau M., Pilot G. (1976). Calcul sur ordinateur des ouvrages en terre. *Revue Générale des Routes et Aérodrômes, n°338, pp. 25-38*.
- Faure R.M., Rossi D., Nancey A., Auray G. (2008). Experimental geosynthetic-reinforced segmental wall as bridge abutment. *10th International Symposium on Landslides and Engineered Slopes, Xian, pp. 1539-1542*.
- Greenwood J.H., Friday A. (2006). How to predict hundred year lifetimes for geosynthetics. *Proceedings of the 8th International Conference on Geosynthetics, Yokohama, pp. 1539-1542*.
- Mailler Ph., Watn A., Bourdeau Y. (2004). Fluage, durabilité, endommagement des géotextiles. *Actes des 5èmes Rencontres Géosynthétiques Francophones, pp. 67-82*.
- Nancey A., Rossi D., Boons B. (2006). Survey of a bridge abutment reinforced by geosynthetics, with optic sensors integrated in geotextile strips. *Proceedings of the 8th International Conference on Geosynthetics, Yokohama, pp. 1071-1074*.
- NF EN ISO 13431. (2000). Geotextiles and geotextile-related products. Determination of tensile creep and creep rupture behaviour. AFNOR.
- XP G 38064. (2000). Avant-projet de norme expérimentale : Géotextiles et Produits Apparentés, Géomembranes. Dimensionnement des massifs en sol renforcé par géosynthétiques.
- Rossi D., Faure R.M., Ducol J.P., Nancey A. (2006). Culée de pont porteuse réalisée avec un mur fait de blocs d'aspect pierre éclatée et renforcée par des géotextiles. *Actes des 6èmes Rencontres Géosynthétiques Francophones, Montpellier, 429-434*.