

État, après 20 ans, d'un géotextile utilisé pour la stabilisation d'un terril

Hugues Girard, Marc Schaeffner, Alain Dommanget

La présente communication expose des résultats obtenus à l'occasion d'une étude réalisée en 1997 sur un géotextile mis en œuvre il y a une vingtaine d'années ; cette étude a été conduite par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L.C.P.C.) à la demande du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.), dans le cadre de la procédure de fermeture de la mine d'Anglade en Ariège et de remise en état des lieux.

Il s'agissait de vérifier que les caractéristiques résiduelles du géotextile mis en œuvre lui permettait toujours de jouer son rôle de renforcement et de drainage pour assurer la stabilité de la digue d'un ouvrage de retenue de stériles. La Société Minière d'Anglade exploitait un gisement de tungstène situé à 1 200 mètres d'altitude environ.

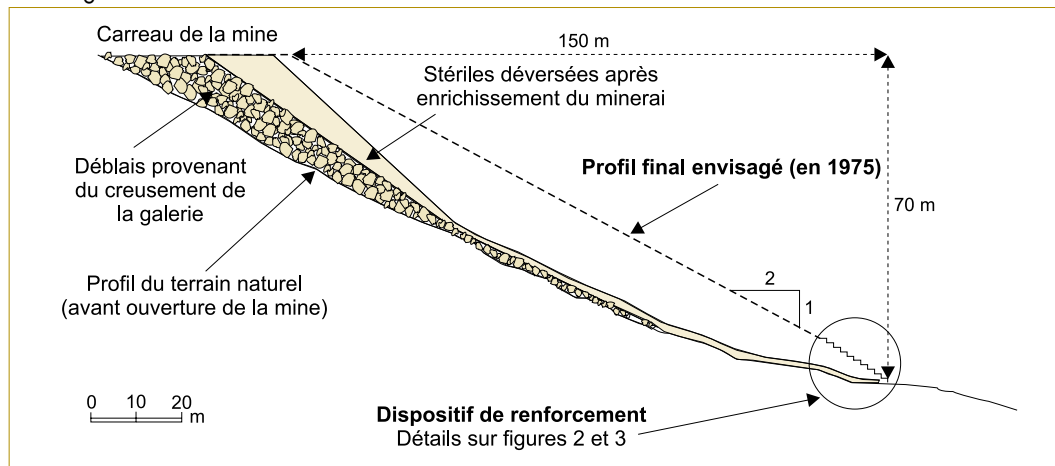
La figure 1 montre la topographie du versant dont la pente naturelle est de 50 à 70 %, sur lequel les rejets de laverie étaient déposés au moyen d'un tapis roulant. La pente du dépôt

Hugues Girard
Cemagref
URE Ouvrages
et réseaux
hydrauliques
50, av. de Verdun
Gazinet
33612 Cestas
cedex

Marc Schaeffner
LCPC
58, bd Lefèbre
75732 Paris
cedex 15

Alain Dommanget
BRGM
Département
ressources
minérales
3, av. Claude
Guillemin
45060 Orléans
cedex

Figure 1. – Coupe schématique générale de l'aménagement. ▼



des stériles était supérieure à la pente du versant et atteignait 90 à 100 %. Cette situation, au début des années "70" posait le double problème de la stabilité globale du dépôt et des entraînements de matériaux fins, par érosion superficielle, vers le ruisseau voisin.

Problématique et solution adoptée

En 1974, le Cemagref a proposé la réalisation de digues renforcées par des géotextiles en pied du dépôt de stériles ; cette réalisation avait pour objectif de constituer des bassins de sédimentation pour les particules fines entraînées par l'érosion et de contribuer à la stabilité du dépôt. La photographie 1 illustre l'état du dépôt à cette époque (vue de la partie inférieure du dépôt) ; un bassin de sédimentation provisoire peut être observé sur la partie gauche de la photographie, au pied du dépôt, et on peut constater la raideur de la pente de ce dépôt en haut de la photographie.

Photo 1. – Vue du pied du terril en 1975. ▼



Les figures 2 et 3 représentent le détail des digues mises en œuvre. La coupe (figure 2) montre la disposition des bandes de géotextile, d'environ 10 mètres de longueur et l'utilisation, en coffrage, de sacs constitués de film, vraisemblablement en polypropylène ou en PVC, remplis de stériles. Ces sacs constituaient également une protection anti-UV du géotextile. Cette coupe illustre le rôle mécanique (renforcement) et hydraulique (drainage des sédiments) du géotextile. La solution retenue présente l'avantage d'une réalisation possible des digues au fur

et à mesure du dépôt des stériles et de l'accumulation des fines entraînées par l'érosion : la mise en place de 2 sacs et des lés de géotextile correspondants crée un bassin de 0,70 m environ de profondeur ; dès remplissage de ce bassin, le bassin suivant peut être construit.

Les dates de mise en œuvre des première et dernière nappes se situent entre 1974 et 1977. La hauteur de la digue réalisée est de 3 à 4 mètres dans l'axe du thalweg et sa longueur d'environ 100 mètres ; en effet, pour des raisons d'exploitation de la mine, le stockage a été interrompu dans cette zone et la construction des bassins n'a pas été poursuivie.

La conception adoptée était innovante pour l'époque, car l'utilisation des géotextiles était à peine naissante. La mise à profit des rôles mécanique et hydraulique des géotextiles avait été recherchée dans cette application. Le rôle mécanique était de renforcer la résistance au cisaillement des sédiments qui étaient stockés dans le bassin en mobilisant la résistance en traction des nappes de géotextile (effet d'armature). Le rôle hydraulique était d'accélérer la consolidation de ces mêmes sédiments et, par là même, leur stabilité en créant des conditions de drainage beaucoup plus favorables dans la masse des sédiments par le biais de la perméabilité des nappes dans leur plan (transmissivité).

Par ailleurs, une fois la consolidation atteinte, s'il est raisonnable de penser que le rôle mécanique des nappes de renfort devenait mineur, en revanche, leur rôle hydraulique restait utile pour drainer d'éventuels écoulements (internes ou externes) en provenance du terril susceptibles de s'évacuer à l'intérieur du bassin.

Matériaux et environnement

Les rejets de laverie correspondent à un sol fin puisque 74 % des éléments ont un diamètre inférieur à 80 microns ; l'analyse granulométrique montre que la majorité des éléments se situe entre 10 et 200 microns. Les limites d'Atterberg sont égales à 18 % pour la limite de liquidité et 16 % pour la limite de plasticité ; il s'agit d'un limon peu plastique, mais un tel type de matériau ne se rencontre que très rarement à l'état naturel. Le pH des stériles était de l'ordre de 2 à 4.

État, après 20 ans, d'un géotextile utilisé pour la stabilisation d'un terril

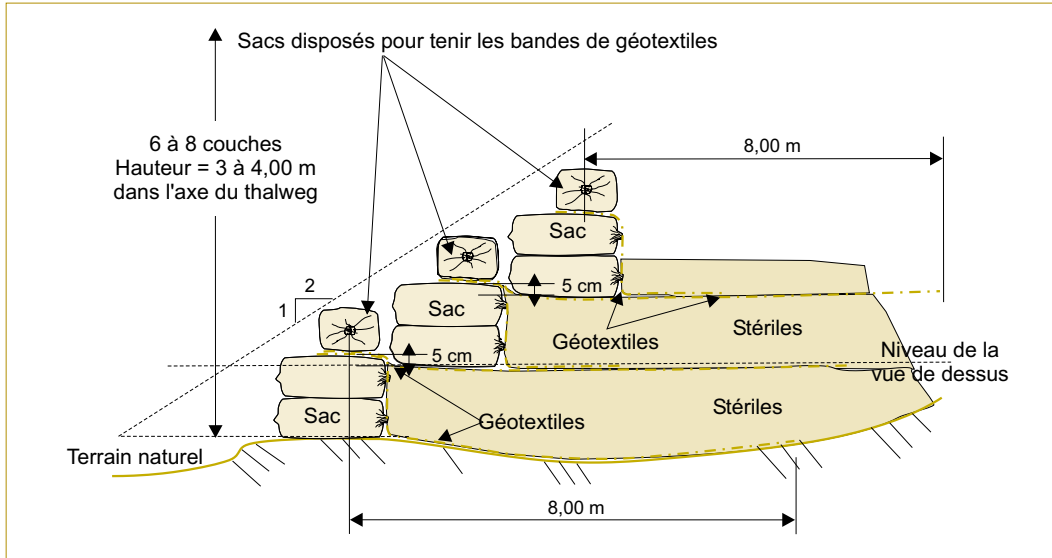


Figure 2. – Schéma de mise en œuvre des nappes de géotextile dans les digues.

D'après les dossiers consultés, le géotextile utilisé était un produit désigné "BIDIM C20". Cette désignation permet de dire qu'il s'agit d'un géotextile non tissé aiguilleté de fibres continues de polyester fabriqué à cette époque par la Société RHONE-POULENC FIBRES. En revanche, la référence C20 semble être spécifique au distributeur du produit, car le fabricant indique ne pas avoir utilisé cette référence.

Le géotextile a été traversé fréquemment par des écoulements de débit relativement important et de forte acidité ($\text{pH} < 4$).

État des lieux - prélèvements

La visite des lieux en novembre 1997 a permis les observations suivantes :

- le bassin de retenue continuait à être alimenté par les apports d'érosion pluviale en provenance du talus du terril et il était quasi-plein ;
- la géométrie du talus de la digue ne semblait pas s'être modifiée depuis sa construction ; par contre, l'enveloppe des sacs utilisés en coffrage de la digue était biodégradée par les U.V. à plus de 30 %.

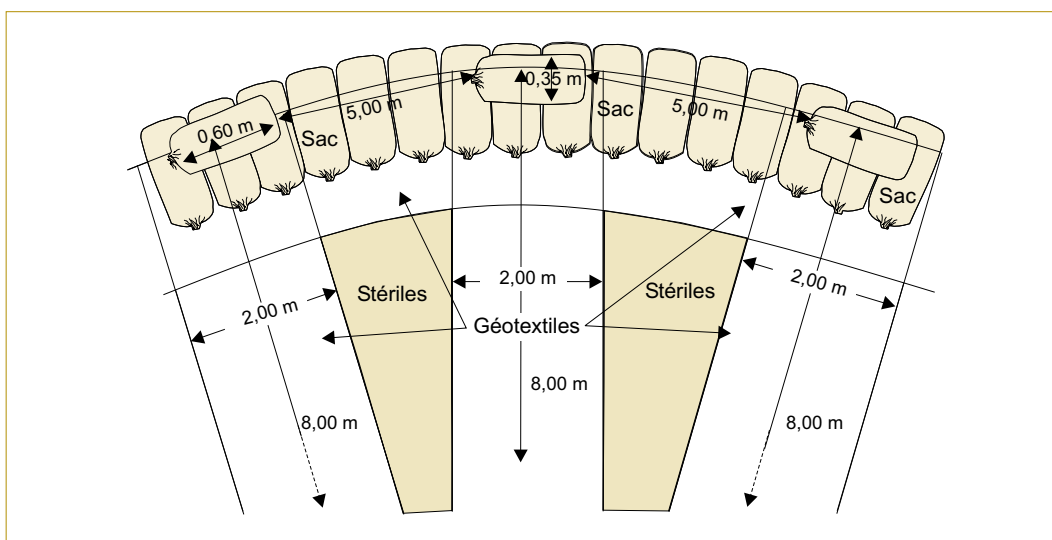


Figure 3. – Vue de dessus de la disposition des nappes de géotextile dans les digues.

Il est à noter que les stériles contenus dans les sacs se sont indurés ; cette réaction peut être attribuée à leur composition chimique susceptible d'expliquer des recristallisations dans la masse se produisant selon un processus de cuirassement ferrugineux analogue à une latéritisation.

Un prélèvement de 1 m² environ a été effectué dans la dernière nappe de géotextile mise en œuvre, qui était recouverte de 0,80 mètre de sédiments ; l'âge de cette nappe a pu être évalué à 20 ans.

Par ailleurs, un rouleau de géotextile d'une quinzaine de spires a été retrouvé en bordure du bassin. Cette « chute » constituait une heureuse opportunité car, après élimination des 2 à 3 spires extérieures, on disposait d'un matériau n'ayant subi que son propre vieillissement, mais dans un milieu à l'abri de la lumière et de toute contrainte. Cette chute a donc été récupérée pour constituer l'échantillon "témoin".

Essais

■ Essais réalisés

Pour répondre aux questions posées dans le cadre de l'expertise et compte tenu de la surface de l'échantillon "exhumé", 2 essais ont été réalisés :

- l'essai de résistance à la traction avec mesure de l'allongement à la rupture, dont les résultats caractérisent l'aptitude du géotextile à jouer le rôle d'armature ;
- l'essai de transmissivité, qui mesure l'aptitude du géotextile à écouler un débit d'eau dans son plan.

Pour l'échantillon "exhumé", il a été procédé, préalablement aux essais, au lavage des prises d'essai par trempage doux (sans brossage ni frottement fort) dans de l'eau à 10°C puis rinçage jusqu'à obtention d'une eau de rinçage claire et enfin séchage à l'air ambiant. On a pu constater que des plaques de quelques millimètres d'épaisseur de matériau induré, aléatoirement réparties sur les prises d'essai et recouvrant environ 5 à 10 % de la surface, persistaient sur les prises d'essais après ces opérations de lavage-séchage. Ces plaques n'ont évidemment pas été éliminées avant de procéder aux essais.

Les prises d'essai concernant l'échantillon "témoin" ont été pesées avant exécution de l'essai de traction afin de déterminer la masse surfacique du géotextile et disposer d'une référence permettant de se relier aux caractéristiques données par le producteur sur les géotextiles qu'il fabriquait à l'époque.

■ Résultats

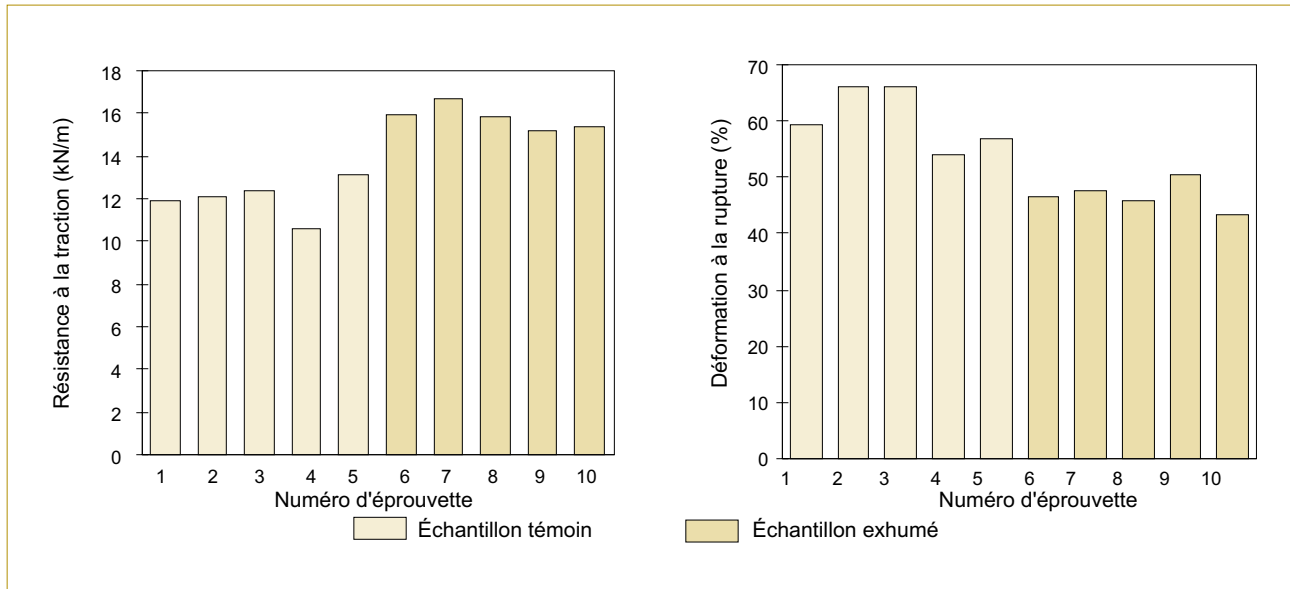
Le tableau 1 regroupe les résultats obtenus. Ces essais appellent les commentaires ci-après :

– il peut apparaître surprenant de constater que la résistance en traction de l'échantillon "exhumé" soit de 30 % supérieure à celle du "témoin" (figure 4) ; en fait, ce type de constatation est en accord avec les données actuelles de la littérature, qui fait état de résultats analogues dans un certain nombre de cas (avec toutefois des valeurs sensiblement inférieures à 30 %) ; l'explication donnée à cette constatation est que, à l'état neuf, la rupture d'un échantillon de géotextile aiguilleté non tissé se produit quasiment fibre après fibre, alors qu'avec le même

Tableau 1. – Résultats des essais réalisés sur les échantillons "témoin" et "exhumé".

Echantillon	Résistance en traction (kN/m)		Déformation à la rupture (%)		Transmissivité (10 ⁻⁶ m ² /s)		Masse surfacique (g/m ²)	
	Moyenne de 5 mesures	Coefficient de variation	Moyenne de 5 mesures	Coefficient de variation	Moyenne de 3 mesures	Coefficient de variation	Moyenne de 5 mesures	Coefficient de variation
Echantillon "témoin"	12	7,6 %	61	9,1 %	5,2	34 %	224	8,5 %
Echantillon "exhumé"	15,8	3,7 %	47	5,5 %	2,7	36,9 %	Non significatif*	Non significatif*

(* : du fait des indurations présentes dans les interstices fibreux)



▲ Figure 4. – Résultats des essais de traction.

produit ayant été enfoui dans un sol, des particules de sol viennent bloquer les déplacements inter-fibres durant l'essai et la rupture se produit alors par "paquets" de fibres, d'où les valeurs plus élevées de résistance constatées ;

– la valeur élevée de 30 % de l'accroissement de la résistance en traction (par rapport aux données de la littérature) s'explique à la fois par le fait que le matériau peut s'indurer et que ces indurations produisent des blocages inter-fibres plus résistants qu'avec un sol purement granulaire ; de plus, à l'inverse de ce qui se passe sur les chantiers courants, le géotextile n'a subi aucun endommagement à la mise en œuvre (du fait de l'absence de tout compactage en particulier) ;

– les blocages de fibres ont pour effet une rigidification du produit ; c'est bien ce que l'on observe dans ce cas, puisque la déformation à la rupture entre les échantillons "témoin" et "exhumé" décroît de 23 % ; cette rigidification n'est cependant en rien préjudiciable au comportement du géotextile dans cet ouvrage particulier ;

– le coefficient de variation relativement élevé des résistances en traction sur le témoin peut tout à fait s'expliquer par la dispersion de la masse surfacique (qualité de fabrication moins bien maîtrisée à l'époque) ;

– les valeurs de transmissivité ont chuté environ de moitié sur l'échantillon "exhumé" du fait des particules imbriquées dans les fibres et qui réduisent d'autant les sections de passage des écoulements ; compte tenu des coefficients de sécurité généralement adoptés sur cette caractéristique, cette diminution de transmissivité, au bout de 20 ans, ne compromet pas le bon fonctionnement en drainage du géotextile d'autant plus que dans le cas de cet ouvrage, le débit à évacuer est très faible, étant donné la granulométrie des sols concernés ;

– les valeurs des masses surfaciques mesurées laissent supposer que le géotextile utilisé est un produit fabriqué dans les années "70" sous la référence U24 ; les valeurs de résistance en traction données par le producteur recourent tout à fait les valeurs mesurées sur l'échantillon "témoin", ce qui tendrait à démontrer la grande stabilité dans le temps des fibres de polyester.

Conclusion

La découverte d'un échantillon conservé en parfait état du géotextile utilisé pour conforter la stabilité des digues des bassins de retenue de stériles a permis de réaliser une étude comparative objective des caractéristiques résiduelles des nappes de géotextile mises en œuvre dans cet aménagement.

Cette étude, réalisée à partir des valeurs de la résistance en traction, de la déformation à la rupture et de la transmissivité de l'échantillon «témoin» trouvé et d'un échantillon "exhumé" d'une nappe enfouie dans un bassin, a mis en évidence la stabilité des caractéristiques du géotextile utilisé dans des conditions d'environ-

nement agressives : cette comparaison montre, qu'après 20 ans dans un sol traversé par des écoulements de forte acidité, le géotextile "exhumé" n'a pas subi d'altération notable et qu'il est toujours apte à assurer ses rôles mécanique et hydraulique dans cet aménagement. ■

Résumé

Les mesures de résistance à la traction, de déformation à la rupture et de transmissivité présentées concernent un prélèvement sur un géotextile utilisé pour la réalisation de digues au pied d'un terril. Les valeurs obtenues, comparées à celles mesurées sur un échantillon témoin retrouvé sur le site, montrent qu'après 20 ans dans un milieu traversé par des écoulements de forte acidité, le géotextile "exhumé" n'a pas subi d'altération notable et qu'il est toujours apte à assurer ses rôles de renforcement et de drainage.

Abstract

The measurements of the tensile strength, break strain and transmissivity presented were made on a sample of a geotextile used in the making of dikes at the foot of a spoil heap. The values obtained, compared to those measured on a control sample found on the site, evidence that the exhumed geotextile, after 20 years in an environment with highly acidic flows, has not suffered from any noticeable deterioration and that it is still capable of serving its purpose in reinforcement and drainage.

Bibliographie

COMITÉ FRANÇAIS DES GÉOSYNTHÉTIQUES (C.F.G.), 1986 - *Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans les systèmes de drainage et de filtration*, C.F.G., 9, rue du Gué, 92500 Rueil Malmaison

COMITÉ FRANÇAIS DES GÉOSYNTHÉTIQUES (C.F.G.), 1990 - *Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans le renforcement des ouvrages en terre*, C.F.G., 9, rue du gué, 92500 Rueil Malmaison

GIRARD H., SCHAEFFNER M., DOMMANGET A., 1999 - *Etat, après 20 ans, d'un géotextile utilisé pour la stabilisation d'un terril*. Rencontres Géosynthétiques 99, Comité Français des Géosynthétiques, Bordeaux, 12-13 octobre 1999.