

Débardage au câble synthétique : Retour d'expériences d'un test dans les Pyrénées

Dans le cadre du projet DEFOR*, nous avons suivi l'installation et l'utilisation d'un câble synthétique sur skidder pour des opérations de débardage. Ce test s'est déroulé sur 6 mois de juin à novembre 2007.

Les résultats obtenus sont encourageants pour les utilisateurs de câbles en conditions difficiles et laissent entrevoir des perspectives intéressantes de déploiement sur les opérations de débardage au skidder de manière générale.



Figure 1 : Le câble synthétique représente une innovation d'importance pour le débardage au skidder.

Les progrès technologiques réalisés dans le domaine du câble textile permettent maintenant une utilisation opérationnelle dans les conditions difficiles du milieu forestier. Cependant, si le matériel est performant, il doit également être adopté par l'utilisateur. Ce test en conditions réelles a permis de s'assurer du succès de l'installation auprès de l'opérateur. Le câble synthétique est maintenant plébiscité par celui-ci, ce qui est la meilleure preuve des qualités de ce produit.

La durabilité du câble synthétique est prouvée après six mois dans les conditions pyrénéennes et il apporte des avantages ergonomiques certains pour l'utilisateur.

* Le projet DEFOR est coordonné par l'IEFC ; il bénéficie du soutien financier du Conseil Régional de Midi-Pyrénées, du conseil Régional d'Aquitaine, du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, de l'Union Européenne et du programme Interreg IIIb SUDOE.



Présentation du câble synthétique

■ La fibre synthétique

Les câbles textiles de débardage sont constitués de fibres synthétiques. Pour un usage forestier, nous utilisons une forme particulière de polyéthylène nommé HMPE, **H**igh **M**odulus **P**oly**E**thylene. Ces fibres HMPE ont la particularité d'avoir une orientation définie (cf. figure 2) qui leur confère une résistance à la traction bien supérieure à celle du polyéthylène classique.

Il existe au moins deux appellations commerciales pour cette fibre : Dyneema® et Spectra®.

Cette fibre est utilisée dans de nombreux usages (maritime, militaire) et est la matière première des corderies de câbles synthétiques.

■ Le câble synthétique

2 types de câbles sont disponibles sur le marché :

- le câble nu
- le câble gainé

Nous nous concentrons sur le câble nu d'un usage plus fréquent et moins onéreux à l'investissement.

Figure 3 : schéma d'un câble à âme creuse
(source : Bexco)

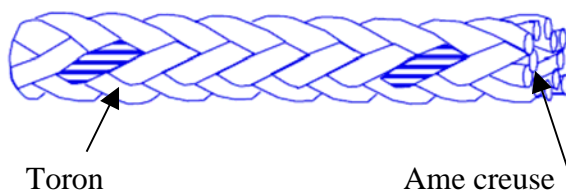
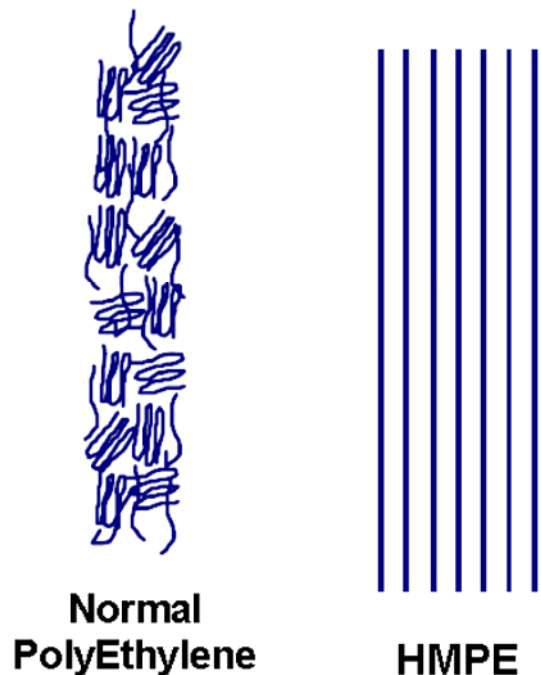


Figure 2 : Représentation des fibres de polyéthylène (Source Smeets)



Les câbles nus en fibres synthétiques présentent une construction spécifique. Il s'agit en général d'un assemblage de 12 torons de HMPE (cf. figure 3). Ces 12 torons sont tressés pour obtenir une âme creuse (un vide central) permettant de réaliser une épissure (cf. paragraphe épissage) avec le câble. Le câble reçoit ensuite un enduit de protection pour améliorer sa durée de vie.

■ Les qualités du câble synthétique

Le câble synthétique dispose de nombreux atouts pour s'imposer dans les opérations de débardage par câble.

Ce produit dispose d'une résistance à la traction équivalente à celle de l'acier (pour un diamètre identique). Le poids du câble synthétique est inférieur de 8 à 10 fois à celui de l'acier (pour un diamètre indentique).

Ce câble peut rapidement s'épisser sur le terrain en cas de casse.

Les risques de blessures aux mains sont réduits de manière très importantes (plus de bavures ou échardes d'acier).

L'élasticité est inférieure à celle d'un câble acier classique, et les coups de fouet à la rupture sont minimisés par sa faible masse.

Néanmoins, comme tous les câbles plastiques, le câble synthétique fond et brûle quand la température s'élève de façon importante. Enfin, L'usure du câble en conditions forestières sur une longue durée restait méconnue.

Présentation de l'étude et des résultats

■ Matériel et Méthodes

Nous avons choisi de tester un câble synthétique AmSteel Blue de la société Samson Rope. Il s'agit d'une ligne de 130 m pour 18 mm de diamètre.

Le câble synthétique a été installé début juin sur un Skidder CAMOX F140 de SEBSO, société d'exploitation forestière. Ce skidder dispose d'un double treuil. L'opérateur dispose donc d'un câble acier et d'un câble synthétique sur son engin.

Les conditions de chantier sur la période de test se caractérisent par un travail en altitude dans des pentes de 45 à 80 %. L'engin débarde uniquement depuis les pistes en câblant le plus souvent les bois vers l'amont sur une distance allant de 60 à 120 m. Les bois à treuiller sont essentiellement le hêtre (80 %), le sapin et le chêne (20 %). Leurs diamètres à 1,30 m varient de 35 à 50 cm et la longueur de bille va de 12 à 15 m.

L'installation a été suivie durant les deux premières semaines sur le terrain. Le suivi a continué par un contact téléphonique hebdomadaire durant 6 mois.

L'objectif de cette étude était :

- 1- évaluer ce produit innovant et le comparer avec le câble acier traditionnel
- 2- vérifier la résistance du câble synthétique
- 3- connaître la durée de vie de ce produit
- 4- évaluer l'impact économique du câble sur le coût de mobilisation du bois

Tous les volumes mentionnés dans ce document sont des volumes marchands. Au besoin, nous avons utilisé un coefficient de conversion pour la masse volumique brute de 1 m³ pour 1 tonne de bois.

■ Evaluation et comparaison du câble synthétique avec un câble traditionnel.

▪ L'opérateur est satisfait du matériel testé après 6 mois d'utilisation quotidienne, il annonce même avoir plus confiance dans la ligne synthétique que dans la ligne acier. Le premier utilisateur est donc convaincu par ce produit.

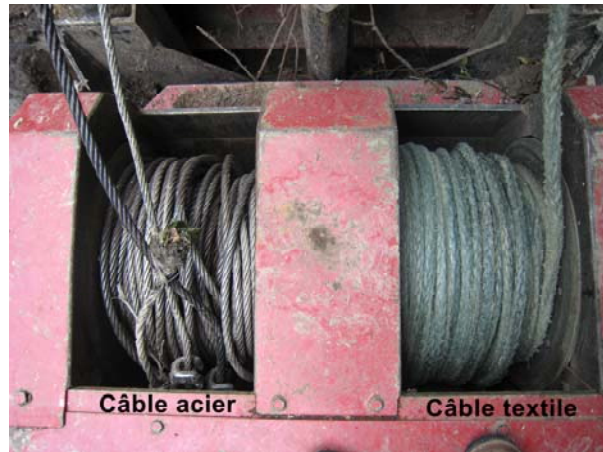
Figure 9 : Les chokers usent le câble sur sa partie terminale



▪ Les chokers utilisés sur la ligne de câble synthétique sont assez agressifs (cf. figure 9), lors de la mise en tension du câble ils exercent un frottement important sur la ligne jusqu'à la boucle d'épissage, nous allons prochainement tester une nouvelle terminaison pour essayer de réduire l'abrasion du câble par les chokers. Ce test sera réalisé sur un autre skidder, monté celui-ci avec un câble de 16 mm.

- L'enroulement du câble sur le tambour du treuil est tout à fait remarquable (cf. figure 10). En comparaison avec le câble acier l'enroulement du câble synthétique est bien meilleur. Il s'enroule de manière compacte et sans croisement de câbles. Par ailleurs, il n'y a pas d'écrasement, de tortillement ou de coincement du câble. Sa flexibilité et sa légèreté sont aussi des atouts, il ne se tord pas en abîmant les torons et on peut réduire l'inertie du tambour ce qui améliore l'enroulement.

Figure 10 : Comparaison de l'enroulement



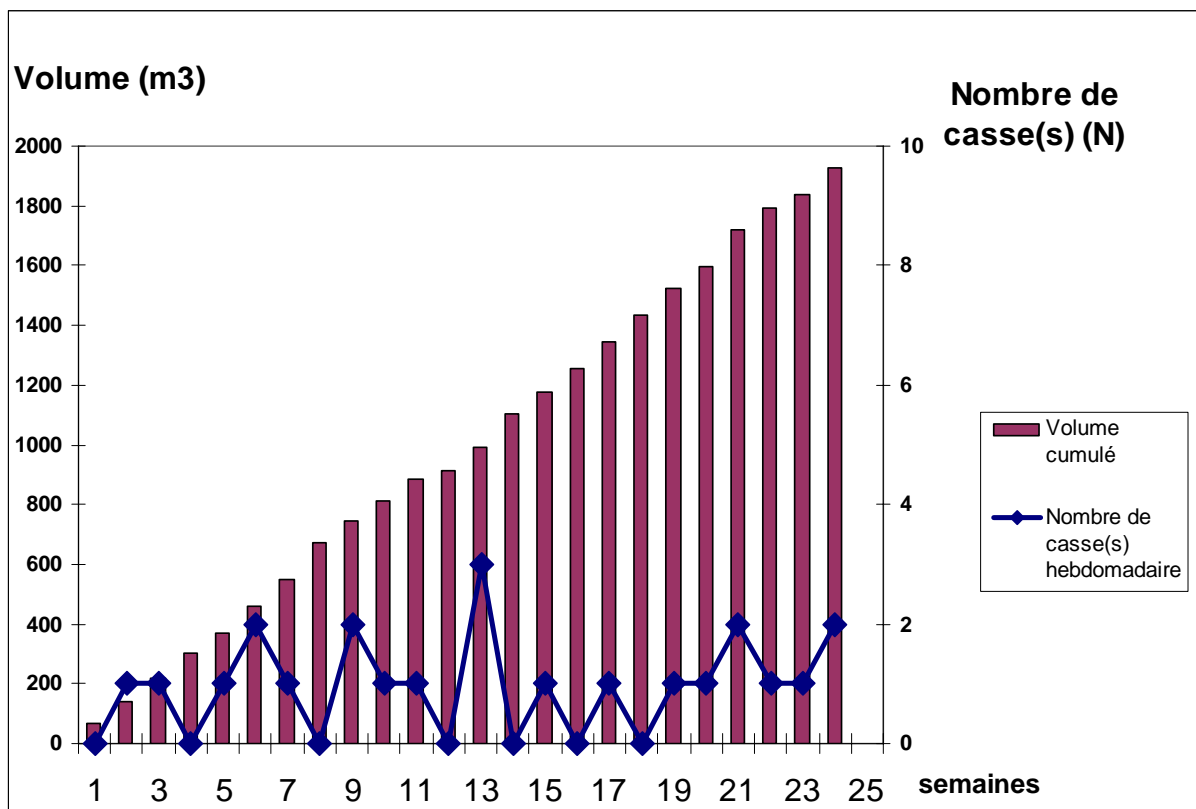
- Le principal atout du câble synthétique concerne l'ergonomie et la sécurité. La légèreté du câble, 8 à 10 fois moins lourd qu'un câble acier à diamètre égal, apporte un confort de travail important. Elle diminue la fatigue de l'opérateur. Par ailleurs, dans le cas des charges tirées depuis l'amont, on peut faire l'économie d'une personne pour monter le câble jusqu'à la charge. Les dangers de l'effet élastique en cas de rupture sont minimisés en comparaison avec le câble acier. Le câble synthétique a un module d'élasticité très faible et sa faible masse limite les risques de blessure.

Enfin, l'usure du câble entraîne un peluchage de l'extérieur, celui-ci protège les fibres internes et ne blesse pas du tout les mains.

■ Résultats de résistance

Durant le test de 24 semaines (cf. figure 4), l'opérateur a débardé un volume de 1927 m³ avec la ligne « câble synthétique » (et 2570 m³ débardés au total sur l'ensemble des deux lignes en 6 mois).

Figure 4 : Volume débardé cumulé et casses hebdomadaires associées



La fréquence moyenne de casse hebdomadaire est légèrement inférieure à 1, avec 23 casses en 24 semaines. Le nombre de casses évolue de manière linéaire avec en moyenne une casse tous les 80 m³ débardés.

Après une casse, le temps de réparation avec l'épissage prend 15-20 min, il est réalisé sur le terrain et ne pénalise pas la production journalière. La fréquence de rupture et la rapidité de réparation sont satisfaisantes, l'épissage n'est donc pas considéré comme un inconvénient par l'opérateur.

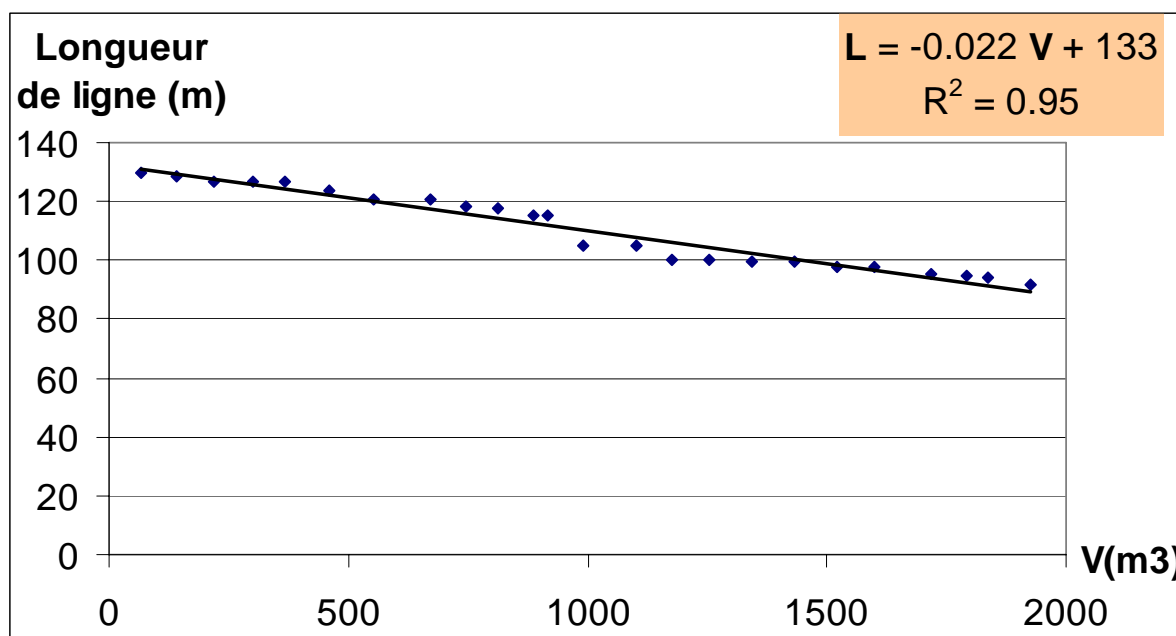
■ Estimation de la durée de vie

A chaque rupture du câble synthétique, on réduit la longueur de câble. Si la rupture a lieu au niveau de l'extrémité, on perd de l'ordre de 1/2 mètre linéaire et cette perte peut aller jusqu'à 3-5 mètres dans de rares cas. La longueur moyenne de casse est d'environ 1.65 mètres. L'extrémité, subissant un frottement important de la part des chokers en tension, est la plus sollicitée. C'est donc la zone de fragilité naturelle de ce matériel.

La durée de vie du produit est donc conditionnée à la longueur de câble restant après chaque casse (cf. figure 5)

La longueur de câble actuelle est d'environ 92 m après six mois (le câble a perdu 38 mètres de sa longueur initiale : 130 m). On peut estimer grâce à la régression réalisée que le câble synthétique ne mesurera plus que 65 mètres linéaires quand le volume débardé atteindra 3000 m³. Le câble aura perdu la moitié de sa longueur initiale et il faudra le remplacer.

Figure 5 : régression linéaire donnant la longueur de ligne restant en fonction du volume débardé



La durée de vie limite pour travailler dans des conditions satisfaisantes correspond donc à 3000 m³ environ. Il s'agit de la première vie du câble. Suite à un épissage en long de 2 câbles (cf. paragraphe épissage) de 65 m pour former un câble de deuxième vie on peut encore estimer débarder 1000 m³ de plus. Au final, 4000 m³ peuvent être débardés dans la vie d'un câble.

■ Suivi économique

Sur la base d'hypothèses de consommation réelle de câble d'acier fournie par les professionnels, nous avons réalisé une analyse qui compare la consommation d'acier et la consommation de câble mesurée lors de notre test. Cette première approche se base sur les capacités d'épissage du câble (qui lui donne un seconde vie) et une fourchette de coûts de mobilisation en zone pyrénéenne.

Figure 6 : tableau d'hypothèses économiques

Câble Synthétique		Câble Acier	
prix mètre linéaire 18 mm	16.25 €	prix mètre linéaire 15 mm	2.22 €
prix d'un câble de 130 m	2 112 €	prix d'un câble de 120 m	266 €
consommation de câble (vie 1)	65m	consommation de câble (vie 1)	
Volume débardé (vie 1)	3000m3	Volume débardé (vie 1)	1000m3
Volume débardé (vie 2)	1000m3	(6 câbles par an pour 6000 m3)	
coût par mètre cube débardé	0.53 €	coût par mètre cube débardé	0.27 €
		surcoût estimé + 0.26 €	

- Le rapport sur le coût du câble par mètre cube débardé est de 1 à 2 pour le câble synthétique par rapport à l'acier. Le surcoût estimé est donc de l'ordre de 0,5 à 1 % du prix du bois rendu usine dans la zone pyrénéenne. En contre partie, on peut attendre de bénéfices en terme de sécurité et d'ergonomie.
- Pour limiter le surcoût économique, des pistes de travail sont envisageables. On peut utiliser une ligne synthétique de 16 mm de diamètre (et non plus 18). Celle-ci coûte 15 % à 30 % moins cher à l'achat et il faudra comparer sa fréquence de casse pour évaluer sa pertinence économique par rapport à une ligne 18 mm.

■ Tableau bilan sur le câble synthétique

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Sa légèreté (8-10 fois moins lourd que l'acier) diminue les efforts et agrandit la zone de travail	Un investissement important à l'achat
L'absence de risque de blessure au mains (pas de barbes,...)	Une possibilité de fondre à la chaleur (flamme, échauffement important)
Une réparation rapide et efficace en cas de casse (épissage)	Un surcoût pour la mobilisation du bois (environ 1 % du coût total de mobilisation)
Un risque de coup de fouet dangereux minimisé (faible masse)	
Un enroulement meilleur et une âme creuse augmentant la capacité du treuil	

L'épissage, une technique de travail cruciale pour l'opérateur

L'épissage est une technique de réparation du câble synthétique qui est mise en œuvre suite à une rupture du câble (cf. figure 7 et 8) ou lors d'une installation de matériel (cf. figure 7).

Cette technique de réparation est simple et rapide (15 minutes d'arrêt en moyenne). La méthode permet de réaliser seul une épissure, sur le terrain. Elle ne nécessite pas de matériel particulier ou onéreux.

Sa facilité de mise en œuvre est donc un atout important pour le développement du câble synthétique dans les opérations forestières de récolte.

Cette technique remplace avantageusement l'utilisation de nœuds. Les nœuds ne doivent pas être utilisés avec le câble synthétique car ils entraînent un affaiblissement important de la résistance à la rupture, jusqu'à 70 % dans certains cas (source : FP Innovations, division FERIC).

Néanmoins, un apprentissage court (2 jours) est nécessaire pour maîtriser l'épissage. Cet accompagnement permet d'éviter les casses à répétition et ainsi faire échouer l'installation de câble synthétique dans les entreprises.

Figure 7 : Epissure en œillet pour les terminaisons de ligne



Figure 8 : Epissure bout à bout pour réparer 2 morceaux sectionnés



(source : Garland, FERIC)

Conclusions et perspectives

■ Conclusion

L'intérêt ergonomique du câble synthétique est avéré, c'est son principal avantage. La légèreté du produit et l'absence de risque de blessure aux mains sont très positives pour le travail en forêt. L'épissage est une technique sûre pour avoir un outil opérationnel en permanence, cette technique est donc robuste et fiable. Le principal frein au développement de ce type de produit est économique, même si le surcoût sur l'ensemble des coûts de mobilisation est faible, l'investissement reste conséquent pour s'équiper d'une ligne de câble synthétique.

Pour réaliser un déploiement satisfaisant du câble synthétique dans les entreprises, il est également recommandé de former les opérateurs à la technique de l'épissage et les accompagner lors de la première installation de câble synthétique.

■ Quelles perspectives d'amélioration dans le développement ?

Les futurs enjeux de recherche seront centrés sur une réduction des coûts. Pour ce faire, deux axes principaux sont à explorer :

- la réduction du diamètre du câble synthétique pour diminuer le coût d'achat du produit,
- la mise en place de terminaison spécifique au câble synthétique pour diminuer l'abrasion au niveau de l'anneau et ainsi augmenter le volume débardé pendant la durée de service du produit.

Pour compléter la démarche d'utilisation du câble synthétique, il faudra également tester des élingues en câble synthétique (cf.figure 11) pour continuer à diminuer le poids déplacé par l'opérateur. Une analyse des possibilités d'utilisation pour le débardage téléphérique est également à mener, notamment pour l'ancrage des mâts.

Pour en savoir plus

FERIC (2006)

Guide de FERIC : câbles de traction de Spectra pour les débardeurs /Pointe-Claire : Institut canadien de recherche en génie forestier. 17 p.

GARLAND J et al.(2001-2004)

CD collection of publications on synthetic rope research. Oregon State University. Forest engineering department.

SMEETS P. (2007)

The use of high performance synthetic fibers in synthetic ropes for logging applications in the forestry. BOKU, Wien. Austro2007 "Meeting the Needs of Tomorrows' Forests: New Developments in Forest Engineering". 11 p.



Figure 11 Des élingues en câble synthétique

Arnaud VILLETTE,
FCBA Station Sud-Ouest
Domaine de Sivaillan
Les Lamberts
33480 Moulis-en-Médoc
FRANCE
Tél. : +33(0)5 57 88 82 33
Fax. : +33(0)5 57 88 82 34
E-mail :arnaud.villette@fcba.fr