

Groupe d'Etudes Techniques de l'EFS

Spelunca n°97 - 1er trimestre 2005

La cordelette Dyneema® et son utilisation en spéléologie

Judicaël ARNAUD, Sylvain BORIE, Nicolas CLEMENT, José MULOT

Groupe d'Etudes Techniques EFS

INTRODUCTION

Avant 1992, il n'existait sur le marché, en plus de la cordelette kevlar à gaine nylon, qu'une cordelette avec une âme Dyneema et gaine nylon. En 1992, Georges Marbach sollicite la société Béal pour lancer la fabrication d'une cordelette 100% Dyneema: âme et gaine.

En 1993, la société Petzl contacte la société Béal pour la fabrication de ce type de cordelette avec la mise sur le marché de la poignée pompe. Fin 1993, Béal regroupe les deux productions sous une seule référence.

Au début, l'utilisation de cette cordelette en spéléologie se cantonnait à la confection de pédales. Très vite certains spéléologues utilisèrent cette cordelette autour des amarrages naturels en confectionnant des anneaux. L'avantage est une grande résistance à l'abrasion avec une résistance à la traction lente comparable à certains mousquetons. Cordelette Dyneema et mousqueton léger forment ainsi un bon duo dans les techniques d'équipement dite légères. L'autre avantage de cette cordelette est sa maniabilité.

En 1999 Georges Marbach publie Poker d'as dans la revue Spéléo n° 32. Il décrit le principe d'un amarrage-connecteur constitué d'une vis ceinturée par un anneau de cordelette 100% Dyneema. Mais c'est une idée vieille de plus de vingt ans !

Aujourd'hui la cordelette Dyneema est de plus en plus utilisée en spéléologie. Elle tend à se substituer aux anneaux de sangle et permet de confectionner des AS (amarrages souples). En faisant des tests au laboratoire de l'ENSA à Chamonix, l'EFS a voulu vérifier si l'utilisation actuelle ne présentait pas de danger. Cette campagne de tests s'est faite dans le cadre du travail de recherche du cursus d'instructeur de Judicaël Arnaud. Sylvain Borie, Nicolas Clément et José Mulot l'ont accompagné pendant une semaine à l'ENSA. Ils vous présentent les conclusions que l'on peut tirer de ces tests. Pour plus d'informations, consulter le travail de recherche de Judicaël.



Le laboratoire de tests de l'ENSA à Chamonix

LE PROTOCOLE

Les tests ont été faits sur de la cordelette Dyneema neuve, dépourvue de ses lubrifiants (trempage comme pour les cordes semi-statiques), prédécoupée par nos soins en longueur de 1,5 m avec des noeuds bien faits. La cordelette Dyneema a été sollicitée en brin simple et en anneaux :

- en traction lente avec un vérin entraîné par un circuit hydraulique à la vitesse de 720 mm/min ;
- aux chocs avec une charge de 80 kg guidée par deux armatures verticales et entraînée par un chariot (muni d'une mâchoire à électroaimant) à l'aide d'un mini treuil.

Pour chaque test, cinq essais sont effectués. Si les valeurs obtenues sont proches (écart type inférieur à 10%) le test est considéré comme valide et on prend pour résultat la valeur moyenne des cinq essais.

Les mêmes tests, mais en nombre plus restreint, ont été faits sur de la cordelette Dyneema de 3 ans d'âge pour évaluer son vieillissement.

Après environ 400 tests, nous disposons de données qui nous permettent de répondre en partie, de manière objective, à plusieurs questions que l'on peut se poser.



Test en facteur de chute 0,2 d'un anneau fermé par un noeud de vache plein poing

1) Quelle est la résistance nominale de la Dyneema ?

Le revendeur indique une résistance nominale de 1200 daN sur un brin, non noué, et 1400 daN en anneau fermé. La résistance que nous avons mesurée est de 900 daN sur un brin. La résistance en anneau fermé dépend du noeud de fermeture. Elle est de l'ordre de 1200 daN.

2) La cordelette Dyneema supporte-t-elle les chocs ?

Plaçons-nous dans le cas le plus défavorable, c'est à dire un spéléo sur son descendeur (avec clé) juste contre le noeud d'amarrage. Cet amarrage est doublé par une cordelette non tendue. Dans cette configuration extrême, si l'amarrage cède, la cordelette subira un choc de facteur 0,2 environ.

En facteur 0,2, nous avons enregistré plusieurs ruptures au premier ou second choc sur les cordelettes en brin simple, ainsi que celles en anneau noué depuis trois ans.

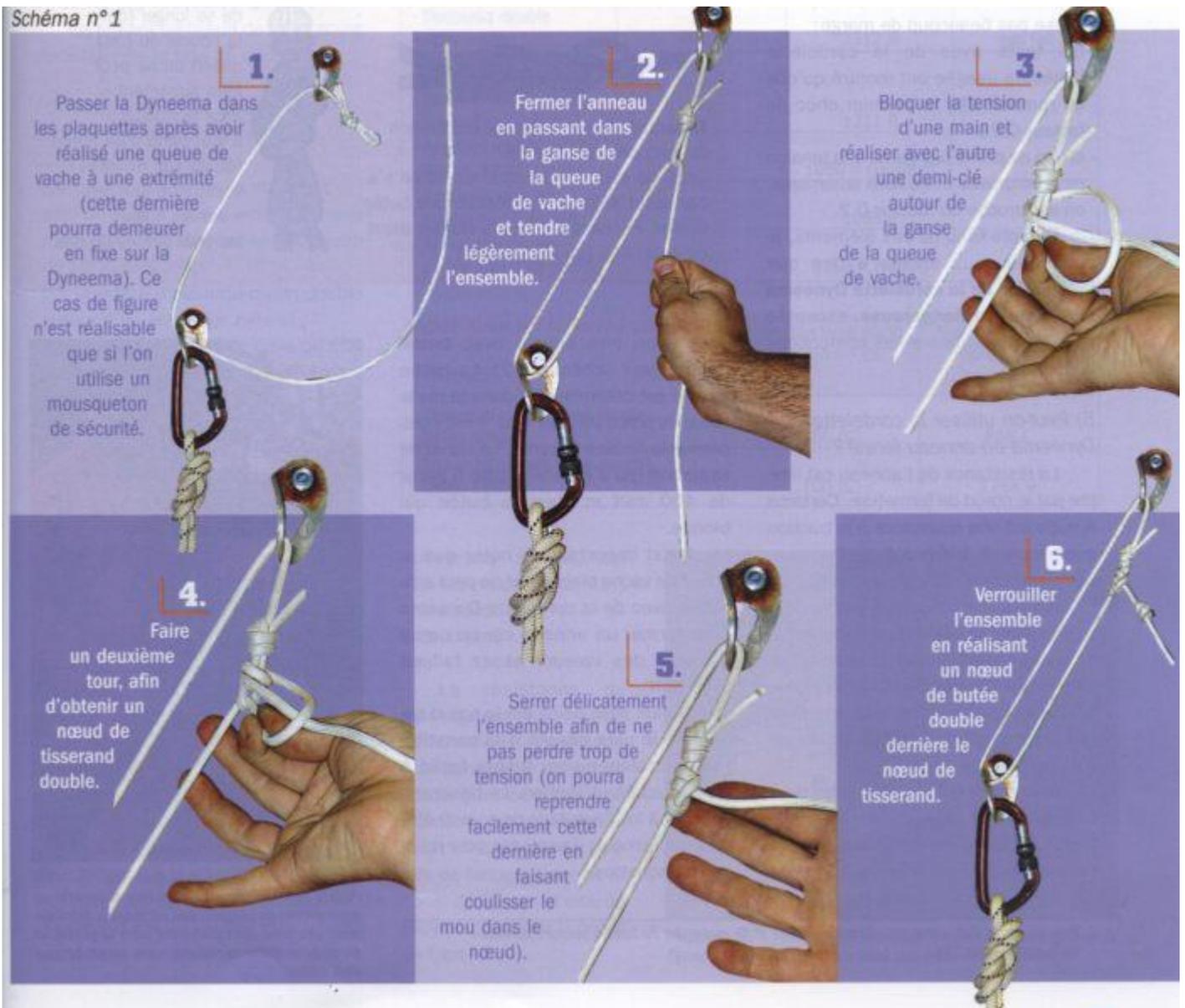
Pour limiter le risque, la cordelette doit donc être utilisée en double tendue entre deux amarrages.

Par contre si le choc est appliqué plus bas sur la corde, celle-ci absorbe suffisamment d'énergie pour que l'amarrage en Dyneema ne soit pas endommagé.

3) Comment tendre l'anneau de cordelette pour doubler un amarrage ?

Première solution :

- prendre une cordelette et faire un noeud de vache à une extrémité.
- constituer un anneau autour des deux points à relier et fermer l'anneau dans la vache en réalisant un noeud de tisserand double avec butée double (voir schéma 1 ci après).



Deuxième solution :

- on peut aussi faire passer l'anneau dans les deux points à relier en le fermant avec un noeud de huit plein poing. Pour le tendre, il suffit de relever le mousqueton de l'amarrage à doubler avant de faire le noeud de fermeture. Lorsque l'on repositionne le mousqueton, la cordelette doit être tendue.

4) Peut-on utiliser la Dyneema en brin simple ?

Quatre éléments peuvent nous aider à répondre :

- quels que soient les noeuds utilisés, la résistance d'un brin en traction lente ne dépasse pas 500 daN pour de la cordelette neuve ;
- on sait que la rupture d'un fractionnement peut entraîner une force-choc de l'ordre de 470 daN , ce qui ne laisse pas beaucoup de marge ;
- les tests avec de la cordelette Dyneema usagée ont montré qu'elle se rompait dès le premier choc de facteur 0,2 ;
- si l'on ne prend pas garde à la tension de la cordelette entre deux amarrages, on est proche du facteur 0,2.

Compte tenu de ces éléments, le bon sens nous amène à dire que l'**utilisation de la cordelette Dyneema en simple est dangereuse**, exceptée pour les déviations et les confections de pédales.

5) Peut-on utiliser la cordelette Dyneema en anneau fermé ? Dyneema en anneau fermé ?

La résistance de l'anneau est limitée par le noeud de fermeture. Certains noeuds ont une résistance à la traction supérieure à 1000 daN et l'anneau encaisse trois chocs successifs de facteur 0,2. Ces résultats permettent de dire que l'utilisation de la Dyneema en anneau n'est pas dangereuse si l'on fixe le seuil de sécurité aux environs de 1000 daN (même ordre de grandeur que pour la plupart des anneaux de sangle noués).

Les noeuds qui respectent ces deux critères sont le pêcheur double, le huit tressé, le huit plein poing réalisé à dix centimètres de l'extrémité, le tisserand double en brin simple avec butée double... La butée double est déterminante dans la résistance du noeud de tisserand. Il est indispensable de bien la serrer. Le noeud de tisserand (ou d'écoute) glisse à partir de 400 daN et c'est la butée qui bloque.

Il est important de noter que le noeud de vache plein poing ne peut être utilisé avec de la cordelette Dyneema pour fermer un anneau car ce noeud glisse à des valeurs assez faibles (500 daN)

Le huit plein poing est le noeud qui semble le plus adapté à la constitution d'un anneau car il sera facile à défaire après utilisation. Le tisserand a, quant à lui, l'avantage de pouvoir être réglé facilement ; il sera utile pour doubler un spit.

Comment fermer un anneau Dyneema et réaliser une jonction corde-Dyneema

Schéma n°2



Test en traction lente du noeud de tisserand simple, brin double, butée double pour relier la corde.

6) Peut-on confectionner les anneaux de corde au préalable et les laisser fermés à demeure ?

Il est plus prudent de ne nouer les anneaux qu'au moment de l'utilisation car ainsi les noeuds dynamisent l'anneau en se serrant. Un anneau déjà noué par un pêcheur double peut casser au premier choc de facteur 0,2. Un anneau fermé par un huit plein poing au moment du test tient quatre chocs de facteur 0,2. La comparaison a été faite avec la " même " cordelette usagée.

7) Peut-on raccourcir un anneau ?

On peut raccourcir un anneau en faisant un noeud. Sa résistance est alors limitée par celle du noeud utilisé.

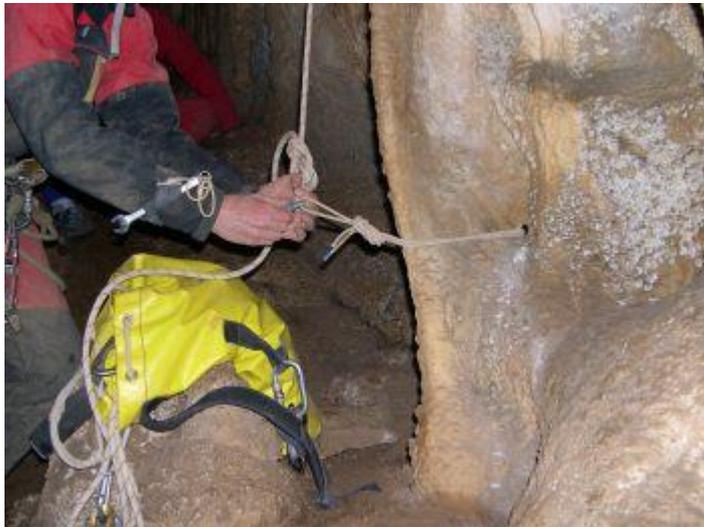
8) Peut-on rallonger un anneau ?

Le noeud plat permet de raccorder deux anneaux entre eux. La résistance de l'ensemble est de l'ordre de 1000 daN.

9) Comment raccourcir un AS ?

En faisant un noud de plein poing au dessus de la tête en dural.

10) Comment relier deux points avec la cordelette Dyneema ?



Coté paroi :

- par un AS vissé dans la cheville ;
- par une tête d'alouette sur une plaquette. La résistance est de l'ordre de 1200 daN ;
- par une tête d'alouette ou en double autour d'un amarrage naturel ;
- en enfilant la cordelette dans un trou (plaquette ou paroi) et en refermant l'anneau.

Coté point à doubler :

- en plaçant le bout de l'anneau de cordelette Dyneema tendu dans le mousqueton ;
- en nouant la cordelette Dyneema directement sur la corde par un noeud de tisserand simple, brin double, butée double ;
- en la reliant en tête d'alouette ou noeud plat dans la ganse du noeud.

Usage de la Dyneema. Doubler un amarrage avec de la Dyneema : un tout petit trou dans une draperie peut suffire.

On peut aussi constituer un répartiteur noué à partir d'un anneau de cordelette Dyneema fermé. La résistance est de l'ordre de 1600 daN. Il sera souvent difficile à dénouer.

11) Comment nouer la Dyneema directement à la corde ?

Plusieurs noeuds sont réalisables : tisserand simple à butée double, tisserand simple avec clé Serfati, tête d'alouette, noeud plat.

La résistance du montage est de l'ordre de 1000 daN et la cordelette n'endommage pas la corde quel que soit son diamètre. Nous avons fait subir cinq chocs successifs de facteur 1 sur de la corde de 10 mm et cinq de facteur 0,5 sur de la corde de type L.

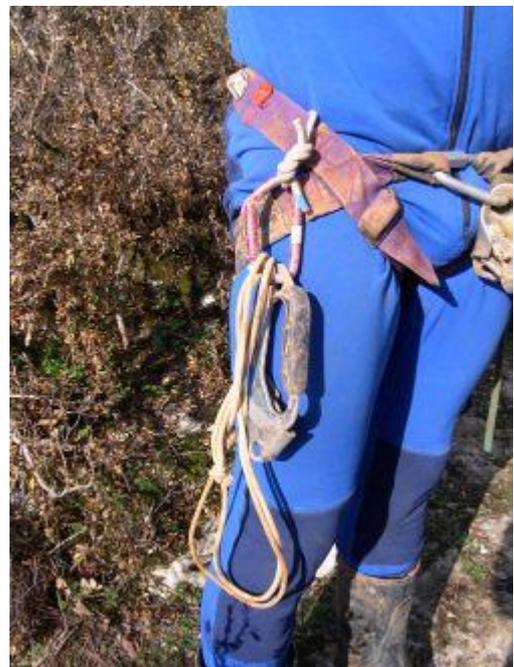
12) Peut-on se longer dans la Dyneema ?

Pour les mêmes raisons que l'on ne se longe pas dans une sangle, on ne se longe pas dans une cordelette Dyneema.

13) Comment se longer à la jonction corde-cordelette Dyneema ?

La réalisation d'un noeud de chaise double laisse un espace pour se longer contrairement au noeud de huit.

Le Diyu (sur la base d'un huit double, avec une oreille que l'on repasse dans les trois brins inférieurs) permet de se longer directement sur la corde (voir schéma n°2). Ce noeud a été testé pendant la semaine et donne entière satisfaction.



Usage de la Dyneema. Un anneau de quelques centimètres de diamètre bien fermé peut remplacer avantageusement les fines sangles dites "porte-matériel" cousues sur le harnais.

14) Peut-on réaliser une déviation en brin simple ?

Oui, on peut continuer à faire des déviations avec la cordelette Dyneema en brin simple car les contraintes sont normalement faibles.

15) Comment la cordelette Dyneema vieillit-elle ?

Le nombre de tests réalisés sur de la cordelette qui a déjà servi (année 2001) a été peu important (une cinquantaine) comparativement à la cordelette neuve.

Cependant, nous avons constaté que les anneaux noués a demeure n'ont résisté à aucun choc de facteur 0,2 alors que la résistance en traction lente a peu diminué. Ceci ne semble pas dû au vieillissement mais plutôt au serrage du noeud.

16) Faut-il faire tremper la cordelette Dyneema comme les cordes ?

Nous pouvons de manière catégorique répondre par l'affirmative. En effet tous les noeuds réalisés avec de la cordelette provenant directement du touret ont glissé (y compris le pêcheur double). Après un trempage de 24 heures et plusieurs rinçages, les noeuds ne glissent plus mais se serrent pour casser au dessus de 1000daN.

La cordelette Dyneema âgée de plusieurs années mais non dépourvue de ses lubrifiants, et qui n'a jamais été utilisée, glisse comme une neuve...

CONCLUSION

Cette série de tests permet de préciser les meilleures façons d'utiliser la cordelette Dyneema sans se mettre en danger tout en cernant ses limites. Des tests complémentaires permettraient d'affiner nos conclusions. Cependant, nous pouvons déjà retenir plusieurs points.

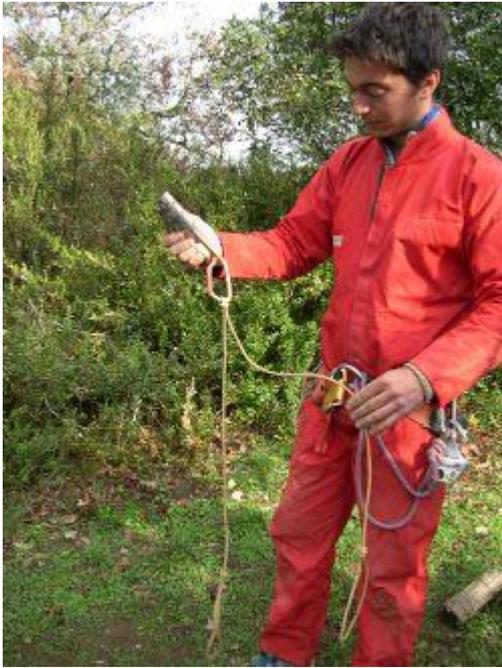
- en dehors du cas des déviations, l'utilisation de la cordelette Dyneema en brin simple est dangereuse, donc à proscrire. L'utilisation doit se faire en brin double ;
- il ne faut pas laisser les anneaux fermés à demeure, mais réaliser la fermeture à chaque utilisation, surtout pour doubler un amarrage ;
- un AS peut rester fermé dans la mesure où il est utilisé comme amarrage de traction sur la corde ;
- le noeud de vache de plein poing est à proscrire pour fermer un anneau ;
- un anneau de Dyneema ayant encaissé directement un choc (qui sera nécessairement faible) doit être mis au rebut ;
- les chocs sur une corde reliée directement à la cordelette Dyneema n'affectent pas la liaison corde- Dyneema ;
- le noeud de butée double serré sur un tisserand est le seul qui ne glisse pas et conditionne la résistance du noeud ;
- la cordelette Dyneema doit être trempée et rincée avant la première utilisation.

Malheureusement, les informations que nous pouvons donner sur le vieillissement sont incomplètes.

Perspectives d'avenir : Il serait peut-être intéressant d'essayer d'agir sur le tressage de la cordelette en espérant augmenter sa résistance. Affaire à suivre...

Retenons l'essentiel :

- la cordelette Dyneema s'utilise toujours en double lorsque l'on doit s'y suspendre ;
- elle doit toujours être utilisée tendue pour éviter le risque de choc ;
- les anneaux de cordelette doivent être dénoués après chaque utilisation.



Usage de la Dyneema. Pédale double : reliée par une tête d'alouette qu mousqueton de poignée, elle est facile à désolidariser, elle tient sans problème dans la poche, et on dispose d'une cordelette sans noeud de plus d'un mètre.

Nous tenons à remercier le laboratoire de tests de l'ENSA en la personne de Jean-Franck Charlet qui nous a accueilli chaleureusement. Nous avons été sensibles à l'intérêt qu'il a montré pour nos tests, à sa grande disponibilité mais aussi à sa confiance.

Nous remercions également la société Béal pour l'intérêt porté à cette étude avec le don de 500 mètres de cordelette, Georges Marbach pour ses conseils éclairés et le CREPS de Franche-Comté pour avoir mis à disposition Nicolas Clément pendant une semaine.

BIBLIOGRAPHIE

- Cazes Gérard, 2003, Tests de matériels réalisés au CREPS de Chalain, Info EFS n°44, p 18 à 20.
- Dyneema, 1988, Dyneema SK60 Hight performance fibres in composites.
- Marbach Georges / Rocourt Jean-Louis, 1986, Amarrage de la corde sans mousqueton, Techniques de la Spéléologie Alpine, p 102.
- Marbach Georges / Tourte Bernard, 2000, Anneaux Dyneema, Techniques de la Spéléologie Alpine, p 208 à 210.
- Marbach Georges, 1999, Poker d'AS !, Spéleo Magazine n°32, p 30.