

# LES CAHIERS DE L'E.F.S.



N° 13

ISSN : 0990-9060

## La cordelette dyneema® en spéléologie

Judicaël ARNAUD  
Novembre 2005





**Fédération Française de Spéléologie**  
28 rue Delandine 69002 LYON

# **LA CORDELETTE DYNEEMA® EN SPELEOLOGIE**

**Judicaël ARNAUD**

Mémoire Instructeur Fédéral de Spéléologie – 2004

Impression pages intérieures : Laurent MANGEL, Monique ROUCHON sur photocopieur FFS  
Couverture, reliure : atelier Jivaro

Photographie de couverture : Perte du grand pré (Ardèche) – cliché : Jean-Philippe MIGNOT

Relecture : Rémy LIMAGNE, Georges MARBACH  
Maquette, Mise en Forme : Judicaël ARNAUD, Rémy LIMAGNE, Laurent MANGEL

---

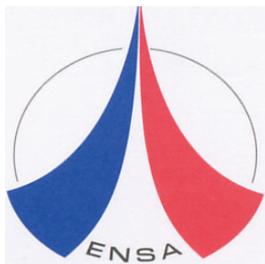
## REMERCIEMENTS

---

Ce travail de recherche n'aurait pu aboutir sans l'aide et le soutien de plusieurs personnes ou partenaires :



La société Béal et particulièrement son directeur Michel Béal pour sa disponibilité et le don de 500 m de cordelette pour effectuer les tests.



L'ENSA pour la mise à disposition de son laboratoire avec un technicien.



L'Ecole Française de Spéléologie pour son soutien financier grâce au Groupe d'Etude Technique.

Sylvain BORIE, Nicolas CLEMENT, José MULOT pour leur participation à la campagne d'essai.

Alain MAURICE, Eric SANSON pour leurs remarques.

Georges MARBACH pour ses relectures, sa participation critique à cette étude, son investissement et sa contribution à l'évolution de notre activité notamment d'un point de vue technique.

Les illustrations sont de Sylvain BORIE.

---

# SOMMAIRE

---

<b>I</b>	<b>INTRODUCTION</b>	p 4
<b>II</b>	<b>HISTORIQUE</b>	
	1- <i>Le Dyneema®</i>	p 5
	2- <i>Historique de la cordelette Dyneema® en spéléologie</i>	p 5
	3- <i>L'AS ou amarrage souple</i>	p 6
<b>III</b>	<b>MODE DE FABRICATION ET CARACTERISTIQUES</b>	
	1- <i>Mode de fabrication du Dyneema®</i>	p 7
	2- <i>Caractéristiques intrinsèques du Dyneema®</i>	p 7
	3- <i>Fabrication de la cordelette</i>	p 8
	4- <i>Caractéristiques techniques de la cordelette 5 mm</i>	p 8
<b>IV</b>	<b>PROTOCOLE DE TESTS</b>	
	1- <i>Tests à la traction lente</i>	p 10
	2- <i>Tests en dynamique</i>	p 10
<b>V</b>	<b>RESULTATS</b>	
	1- <i>Utilisation en brin simple</i>	p 11
	2- <i>Utilisation en anneaux</i>	p 12
	3- <i>Utilisation comme connecteur</i>	p 14
	4- <i>Vieillessement</i>	p 16
	5- <i>Divers</i>	p 16
<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	
	1- <i>Délubrification préalable</i>	p 17
	2- <i>Les chocs</i>	p 17
	3- <i>Utilisation en brin simple</i>	p 17
	4- <i>Utilisation en anneaux</i>	p 17
	5- <i>Où se longer ?</i>	p 17
	6- <i>Domaines d'utilisations</i>	p 18
	7- <i>Perspectives</i>	p 19
	8- <i>Bibliographie</i>	p 20
<b>VII</b>	<b>ANNEXES</b>	p 21
	<i>Tableaux de résultats</i>	

---

## I - INTRODUCTION

---

Le Dyneema est un polyéthylène. Son utilisation est très large avec l'emploi des matériaux composites dans l'industrie. Plus proche de notre utilisation, le Dyneema est couramment utilisé dans des activités de loisir comme la voile, le cerf-volant et le parachutisme (suspentes). Le sujet de ce travail est l'utilisation de cette matière sous une forme particulière (cordelette 5 mm, âme et gaine en Dyneema) en spéléologie.

Aujourd'hui, l'utilisation de cette cordelette tend à se démocratiser. L'Ecole Française de Spéléologie se devait, même tardivement, d'accompagner cette démocratisation en se penchant sur les limites mécaniques de la cordelette grâce à un protocole de tests pour tenter de formaliser un mode d'utilisation.

Ce travail se limitera à une utilisation comme amarrages et connecteurs.

***En aucun cas, ce type de cordelette ne doit être utilisé comme moyen de progression, en raison d'un risque grave de rupture sous choc, même faible.***



*Utilisation des AS (Cliché : Isabelle JOUET)*

---

## II - HISTORIQUE

---

### 1- Le Dyneema®

Dans les années 1980, des fibres en polyéthylène de haute performance HMHPP (High Modules / High Performance Polyéthylène) sont passées de curiosité de laboratoire à un produit unique disponible sous le nom de Dyneema®.

A l'origine, il y a deux fabricants de cette fibre :

- *Spectra®*, marque déposée d'*Allied Signal*, basée aux Etats Unis.
- *Dyneema®*, marque déposée de *DSM High Performance Fibers BV*, basée en Hollande.

Il semble qu'aujourd'hui les accords commerciaux d'exclusivité sur l'Europe et les USA ne sont plus à l'ordre du jour.

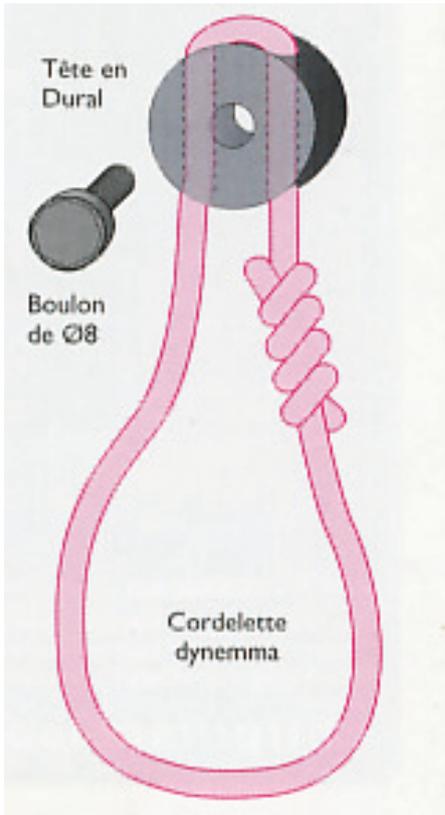
### 2- Historique de la cordelette Dyneema® en spéléologie

Avant 1992, il n'existait sur le marché qu'une cordelette avec une âme Dyneema et gaine nylon. Michel Béal explique ce choix simplement par habitude du milieu montagnard et par imitation de la cordelette kevlar. En 1992, George Marbach sollicite la société Béal pour lancer la fabrication d'une cordelette 100 % Dyneema : âme et gaine. Ce choix a été motivé par le fait que le Dyneema est 6 fois plus résistant à l'abrasion que le nylon. La société Expé s'engage sur une longueur suffisante avec une exclusivité pendant un an.

En 1993, la société Petzl sollicite 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 était « cantonnée » à la confection de pédales. Dès 1993, des mises en garde quant à son utilisation comme corde de progression sont inscrites dans les catalogues des revendeurs. Très vite, certains spéléologues utilisent cette cordelette comme amarrage naturel en confectionnant des anneaux. L'avantage est une grande résistance à l'abrasion avec une résistance à la traction lente comparable aux mousquetons légers. Dyneema® et mousqueton léger forment ainsi un bon duo dans les techniques d'équipement léger.

### 3- L'AS ou amarrage souple



Mais la « révolution » intervient en 1999 avec Georges Marbach qui publie dans la revue « Spéléo » n°32 : *Poker d'AS*. Il y décrit le principe d'un ensemble amarrage connecteur constitué par un boulon « ceinturé » d'un anneau de cordelette 100% Dyneema, grâce à une pièce de liaison en zical. La cordelette est utilisée comme connecteur grâce à la confection de nœuds bloquants. Au vu de la demande, ce type d'amarrage est maintenant fabriqué par la société anglaise Climbing Technology.

Mais c'est une idée vieille de plus de vingt ans !! Vers 1980, un amarrage original est brièvement apparu sur le marché, fabriqué par TSA d'après une idée de Jean-Louis Rocourt (décrit dans la deuxième édition de « *Techniques de la Spéléologie Alpine* »). Malgré ce record de légèreté, il n'avait pas trouvé sa place sur le marché, non seulement parce que trop en avance sur son temps, mais aussi sans doute parce que l'un était rigide (câble) et les deux trop volumineux.

Schéma extrait de « Spéléo » n°32



Utilisation des AS  
Cliché : Isabelle JOUET



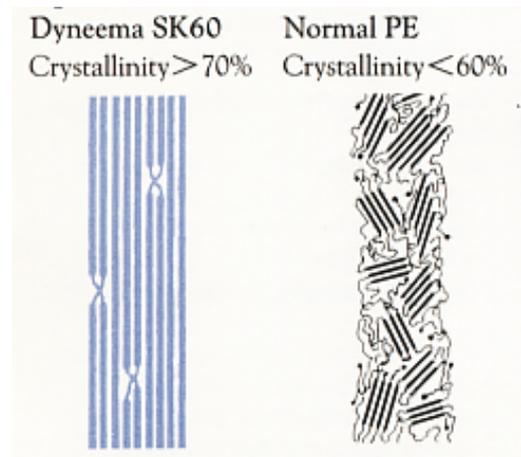
### III- MODE DE FABRICATION ET CARACTERISTIQUES

#### 1- Mode de fabrication du Dyneema®

Les informations suivantes sont issues de la notice de présentation éditée par Dyneema® en 1988 (traduit de l'anglais).

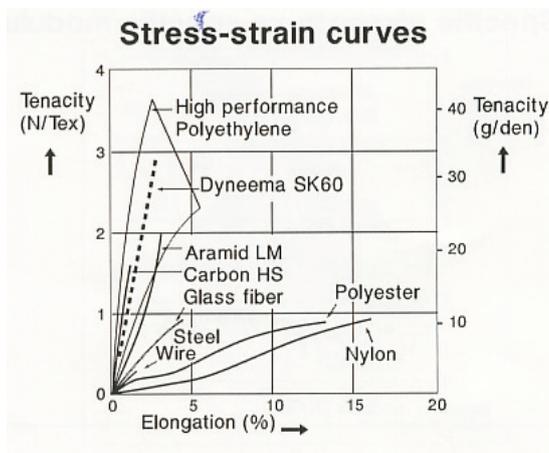
##### « Gel spinning »

Dans le processus de « gel spinning » des molécules très longues sont dissoutes dans un solvant volatil et ensuite filées. Dans une seconde solution les molécules se démêlent et restent démêlées après refroidissement en des filaments. Comme la fibre est étirée, on atteint une orientation macromoléculaire de haut niveau, et une fibre à très grand coefficient de ténacité est obtenue. Cette fibre est maintenant disponible comme Dyneema®. Elle est caractérisée par une orientation supérieure à 95% sur une cristallinité (jusqu'à 85%). Ceci donne au Dyneema® SK60 ses propriétés uniques.



#### 2- Caractéristiques intrinsèques du Dyneema

La figure suivante est le diagramme Tension / Contrainte comparant le comportement du Dyneema avec d'autres fibres à poids égal.



Glass fiber : fibre de verre  
Steel wire : fil d'acier

Caractéristiques	Dyneema	Aramide	Nylon	Unités
Densité	0.97	1.44	??	g/cm <sup>3</sup>
Allongement maximum	3.5	3.7	16	%
Force de rupture	2.9	2	1	N/Text

Le Dyneema SK60 est 5 fois moins élastique que le nylon. Et il est plus résistant que l'aramide pour un même allongement maximum (le nom commercial de l'aramide est : kevlar).

### Durabilité

La structure chimique de Dyneema ne contient pas de cycles aromatiques, ni de groupements hydroxyles qui soient sensibles à des attaques d'agents agressifs, ce qui assure le maintien de ses performances dans un vaste domaine d'utilisation. Le tableau compare le comportement de Dyneema SK60 et Aramide avec différents agents chimiques et solvants dans toute l'étendue des valeurs de pH.

	Dyneema SK60	Aramid
Eau distillée	distilled water	***
Eau de mer	sea water	***
Avec 10% de détergent	10% detergent	***
Acide chlorhydrique (pH 0)	hydrochloric acid (pH=0)	*
Acide nitrique (pH 1)	nitric acid (pH=1)	*
Acide acétique glacial	glacial acetic acid	***
Hydroxyde d'ammonium	ammonium hydroxide	**
Soude caustique (pH 14)	sodium hydroxide (pH>14)	*
Pétrole	petrol	***
Essence	kerosene	***
Toluène	toluene	**
Perchloréthylène	perchlorethylene	***
	*** unaffected ** slightly affected * seriously affected	

\*\*\* insensible \*\* légèrement affecté \* fortement affecté

### Autres caractéristiques

**Le point de fusion se situe entre 145 et 155 °C.**

Dyneema SK60 est électriquement non conducteur et transparent aux rayons X et aux ondes radar.

### **3- Fabrication de la cordelette**

La société Béal reçoit du Dyneema SK75 sous forme de fibre conditionnée en bobine. Les propriétés du SK75 sont comparables avec le SK60 présenté précédemment. Le travail et le savoir faire de l'entreprise consiste à les tresser de la manière suivante pour obtenir une cordelette constituée d'une âme et d'une gaine différente :

Ame : 2 fils / 16 fuseaux  
Gaine : 1 fil / 32 fuseaux

La cordelette obtenue ne répond à aucune norme UIAA, CE, ou homologation.

***Ainsi aucun suivi de fabrication n'est fait sur la production de cette cordelette si ce n'est un test par an.***

### **4- Caractéristiques techniques de la cordelette 5 mm**

Caractéristiques		Unités
Poids	14	g/m
Résistance	12 (en simple)	KN
	14 (à double)	KN
Diamètre	5	mm

Depuis 1992, les caractéristiques de cette cordelette ont évolué sur les catalogues des revendeurs. Il apparaît ainsi que la résistance est passée de 22 KN à 12 KN en simple et 14 KN en double. Le diamètre est passé de 5,5 mm à 5 mm.

Ces changements intervenus en 1994, sont les conséquences de l'unification de la production de la société Béal (cf. historique).

## Abrasion

La mise en place d'un protocole de tests pour vérifier cette caractéristique n'est pas une chose simple. Ce qui est sûr, c'est que le fabricant donne cette fibre comme 5 fois plus statique que le nylon, et c'est ce qui confère au Dyneema une résistance particulière à l'abrasion en comparaison du nylon. On peut néanmoins observer que lors d'une utilisation normale en spéléologie (sous charge et avec un simple mouvement d'oscillation engendré par la descente ou la montée), la cordelette résiste bien aux frottements.

Il n'est pas évident que dans la configuration d'un mouvement oscillatoire pendulaire, la cordelette se comporte mieux qu'une corde en nylon. En effet, dans la résistance au frottement, le diamètre de la corde ou cordelette rentre en jeu. Dans cette configuration la caractéristique statique du Dyneema n'a que peu d'importance.

## Torsion

Prenez un anneau de cordelette Dyneema et mettez le sous charge. Effectuez une rotation de la charge pour exercer une torsion de la cordelette sur elle-même. La cordelette ne tarde pas à être dangereusement endommagée et casse. Résultat, la cordelette Dyneema ne supporte pas la torsion. Cela est sûrement dû au point de fusion bas (autour de 150°C), rapidement atteint par l'échauffement de la fibre lors de la torsion.

## Couper le Dyneema

La première étape de l'utilisation de cette cordelette passe par la confection d'anneaux et pour ce faire il faut couper la cordelette.

A l'aide d'un cutter et d'un réchaud :

- Couper avec le cutter la cordelette à la longueur désirée,
- Extraire à la main l'âme et retirer 1,5 cm au cutter,
- Brûler légèrement l'âme pour obtenir un bout homogène et non épais,
- Faire glisser la gaine jusqu'au recouvrement de l'âme,
- Brûler la gaine jusqu'à 0,5 cm de l'âme et homogénéiser le bout,
- Attention de ne pas se brûler !

---

## **IV- PROTOCOLE DE TEST**

---

Un protocole de tests doit mettre en place une série d'expériences reproductibles qui doit permettre de mieux connaître les qualités d'un matériel suivant des caractéristiques afin de déterminer un domaine d'utilisation.

La reproductibilité de l'expérience exige de simplifier l'expérience en ne prenant pas en compte ou en régulant certains paramètres (température, humidité, longueur...). Enfin, le protocole doit permettre d'avoir une certaine marge de sécurité avec la pratique. Ainsi l'on se place souvent dans le cas le plus défavorable.

N'ayant pas d'expériences antérieures sur laquelle pouvait s'appuyer cette étude, le choix a été fait de tester de la cordelette Dyneema neuve issus de cinq bobines de 100 mètres chacune fournies gracieusement par le fabricant. La cordelette est délubrifiée (par un rinçage comme les cordes semi statiques), prédécoupée par nos soins en longueur de 1,5 m avec des nœuds bien faits. La cordelette Dyneema a été sollicitée de manière statique (à la traction lente) et dynamique (facteur de chute 0,2 et 0,5) en configuration brin simple et en configuration anneaux.

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.

### **1- Tests à la traction lente**

Ils permettent d'avoir, pour une configuration donnée (nœuds), une valeur référence qui permet d'extrapoler sur son comportement en dynamique. La traction s'effectue avec un vérin entraîné par un circuit hydraulique à la vitesse de 720 mm/min. La charge est donnée par la déformation d'un capteur métallique.

### **2- Tests en dynamique**

Ils permettent d'avoir pour une configuration donnée, le comportement du matériel en situation défavorable d'utilisation, notamment en ce qui concerne la force de choc.

En dynamique le test s'effectue 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. Les nœuds sont pré-serrés avant le test avec la mise sous tension de la charge sans choc.

## V - RESULTATS

### 1- Utilisation en brin simple

Noeuds	Traction Rupture daN	Facteur 0,2 Nb de chocs tenus	Force choc daN (1 <sup>er</sup> choc)	Remarques
Sans noeud	959			+/- 5%
Chaise (sans clé)	550	3,2	388	C'est le glissement de la boucle du noeud qui dynamise
Chaise (yosémitite)	582	3,4	408	C'est le glissement de la boucle du noeud qui dynamise
Cabestan (avec clé)	654	3,6	325	C'est le glissement de la clé qui dynamise
Vache	585	1	527	3 essais seulement en dynamique
Huit	719	1,7	587	3 essais seulement en dynamique
Neuf	677	/		

#### Interprétation des résultats

On peut distinguer deux familles de nœuds :

- Chaise et cabestan qui ont une résistance de l'ordre de 600 daN et une tenue aux chocs de facteur 0,2 supérieure à 3, grâce au glissement du nœud.
- Vache, huit et neuf qui ont une résistance de l'ordre de 660 daN mais qui supportent seulement un choc de facteur 0,2.

Une rupture de fractionnement peut induire une force choc de 470 daN, ce qui ne laisse pas beaucoup de marge. Enfin trois tests effectués sur de la cordelette de 2001 avec d'un côté un nœud de huit et de l'autre un nœud de chaise, ont donné aucune résistance à un choc de facteur 0,2 car les noeuds n'ont pas glissée.

**Pour ces raisons, le bon sens nous amène à considérer l'utilisation de la cordelette en simple comme dangereuse exceptée pour la confection de déviations ou de pédales.**

## 2- Utilisation en anneaux

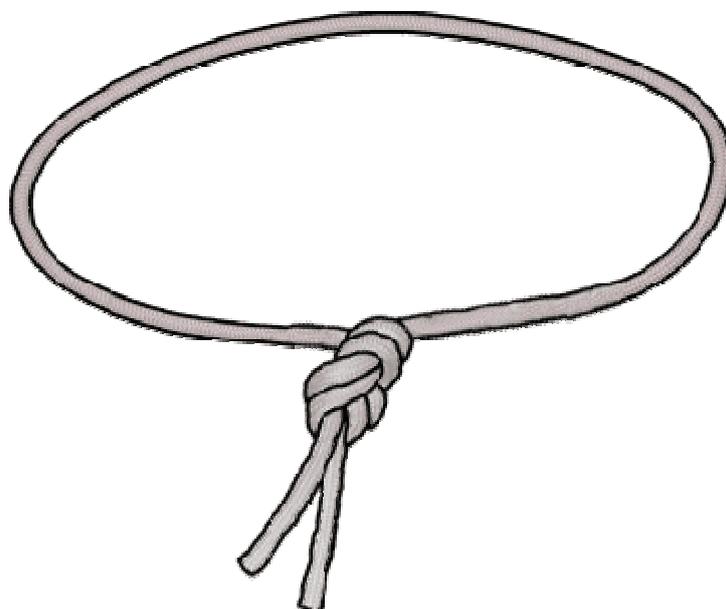
Nœud de fermeture	Traction Glissement daN	Traction Rupture daN	Facteur 0,5 Nb de chocs tenus	Force choc daN (1er choc)
Vache plein poing	200	498 (Echappe)	1 (Glissement)	420
Huit plein poing	806	1054 (Echappe)	2,4 (Rupture ou glissement)	740
Huit tressé	916	1195	3,4 (Glissement)	875
Pêcheur double		1282	2 (Rupture)	1059
Tisserand simple dans vache avec butée simple	100	867 (Echappe)	/	
Tisserand simple dans vache avec butée double	100	1268	2 (Rupture ou glissement)	767
Tisserand double dans vache avec butée simple	495	1213	2,6 (Rupture ou glissement)	772

### Interprétation des résultats

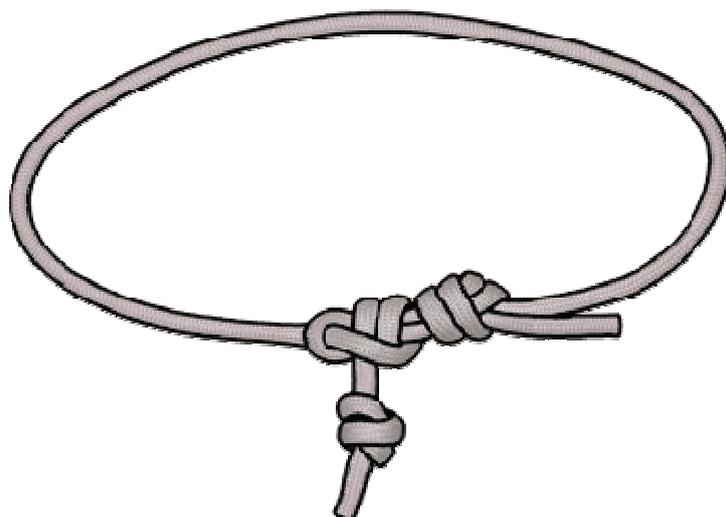
Les nœuds de fermeture « classiques » ont une résistance nominale de l'ordre de 1100 daN à l'exception du nœud de plein poing qui s'échappe à 500 daN et qu'il faut donc proscrire.

Le nœud de tisserand simple dans une queue de vache doit être utilisé obligatoirement avec une butée double, car la butée simple n'est pas suffisante (échappement à 867 daN). Aussi nous préconisons pour l'utilisation du tisserand dans une queue de vache la confection d'un nœud de tisserand double avec une butée simple ou double.

Le comportement en dynamique de l'ensemble des nœuds de fermeture est satisfaisant à l'exception du nœud de plein poing puisque qu'il résiste à 1 choc de facteur 0,5. Pour le nœud de huit plein poing, il faut prévoir le retournement et le glissement de la cordelette à la sortie du nœud avec une longueur d'environ 8 cm.



***Anneau de cordelette fermée par un nœud de huit plein poing***



***Anneau de cordelette fermée par un nœud de tisserand double  
dans une queue de vache avec butée double***

### 3- Utilisation comme connecteur

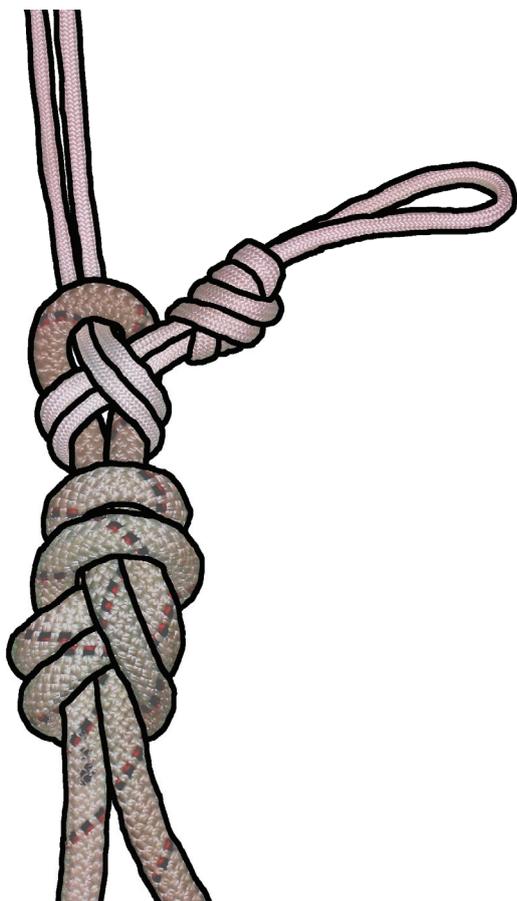
Les chocs sont administrés par l'intermédiaire d'une longe en corde semi statique, et les nœuds de huit sur la corde on été serrés au vérin à environ 800 daN.

Nœud de jonction	Traction Glissement (daN)	Traction Rupture (daN)	Facteur 0,5 5 chocs successifs Force choc (daN)	Facteur 1 5 chocs successifs Force choc (daN)	CORDES Béal
Tisserand simple Butée simple	150	866 <i>Echappe</i>		4 : échappe 768 → 1117	Traction : 10 mm 2004 Fact 1 : 1,2 m de 10 mm 2004
Tisserand simple Butée double	150	1115	OK 475 → 874	OK 742 → 1238	Traction : 10 mm 2004 Fact 0,5 : 2 m de 8 mm 1996 Fact 1 : 1,2 m de 10 mm 2004
Tisserand double Butée simple	420	1216 <i>Echappe</i>	OK 515 → 780	OK 728 → 1271	Traction : 10 mm 2004 Fact 0,5 : 2 m de 10 mm 1996 Fact 1 : 1,2 m de 10 mm 2004
Tisserand simple Clé Serfati	126	1219		OK 786 → 1238	Traction : 10 mm 2004 Fact 1 : 1,2 m de 10 mm 2004
Tête d'alouette		1175	OK 559 → 925	OK 774 → 1263	Traction : 10 mm 2004 Fact 0,5 : 2 m de 8 mm 1996 Fact 1 : 1,2 m de 10 mm 2004
Nœud plat		1219	OK 525 → 960	OK 758 → 1217	Traction : 10 mm 2004 Fact 0,5 : 2 m de 8 mm 1996
Tisserand simple Butée simple ou double Dans nœud de chaise	150	1195			Traction : 10 mm 2004
Tisserand double <b>en brin simple</b> Butée double	100	841		0	

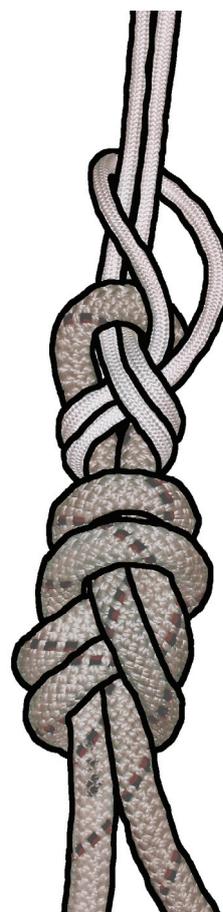
#### Interprétation des résultats

Le nœud plat et la tête d'alouette ont une résistance de l'ordre de 1190 daN. Avec 5 chutes successives de facteur 1 ou 0,5 sur la corde semi statique, la jonction n'est pas endommagée.

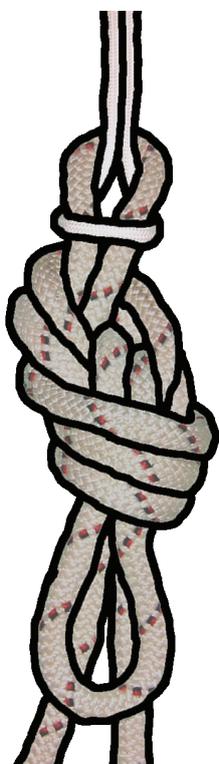
Pour le nœud de tisserand, cela dépend essentiellement de la nature de la butée ou du nœud dans lequel il est constitué. Nous retiendrons l'utilisation du nœud de tisserand simple avec une butée double ou une clef Serfati. Avec 5 chutes successives de facteur 1 ou 0,5 sur la corde semi statique, la jonction n'est pas endommagée.



*Tisserand simple à double  
avec butée double*



*Tisserand simple à double  
avec clef Serfati*



*Nœud plat dans Dijon*

#### 4- Vieillessement

La cordelette testée date de 2000 et 2001, soit âgée environ de 4 années.

Et le nombre d'essais n'est pas obligatoirement de 5.

##### Utilisation en anneaux

Nœuds de fermeture	Traction Retournement daN	Traction Rupture daN	Facteur 0,2 5 chocs successifs Force choc (daN)	Remarques
Huit plein poing	730	888	4 (Rupture) 550	
Plein poing		674 <i>Echappe</i>		
Pêcheur double		1203		
Pêcheur double		941	0,7 (Rupture) 731	<b>Anneaux noués depuis 4 ans</b>
Pêcheur double		1130 <i>Echappe</i>		Non utilisé Non délubrifiée
Huit plein poing		970 <i>Echappe</i>		Non utilisé Non délubrifiée

##### Utilisation comme connecteur

Nœuds de jonction	Traction Glissement daN	Traction Rupture daN	Facteur 0,5 5 chocs successifs Force choc (daN)	Corde
Tisserand double Butée simple	750	955		
Tisserand simple Butée simple	245	853		
Tisserand simple Clé Serfati			3,7 (Rupture tisserand) 420 → 713	2 m de 8 mm 1996

##### Interprétation des résultats

Le nombre de tests étant insuffisant, il est difficile de conclure sur le vieillissement de la cordelette. Néanmoins, nous pouvons tout de même remarquer que le nœud de pêcheur a un comportement identique à la traction lente. Il semble donc que les caractéristiques nominales ne varient pas, mais cela ne se retrouve pas pour les nœuds de tisserand.

**Les anneaux noués à demeure ne supportent absolument aucun choc !**

#### 5- Divers

Configurations	Traction Rupture daN	Facteur 0,2 5 chocs successifs Force choc (daN)	Remarques
Anneau raccourci par un huit	1154		Rupture dans le nœud de fermeture ou nœud de huit
Anneau raccourci par une vache	1053	1,67 704	Rupture dans vache
Jonction anneaux par nœud plat		2,67 794 → 996	Rupture dans nœud plat
Tête alouette dans plaquette	1211		Rupture dans le nœud de fermeture ou tête d'alouette
Anneau en répartiteur noué par un nœud de vache	1622		

---

## VI - CONCLUSIONS

---

### 1- Délubrification préalable

Les tests ont fait apparaître un comportement glissant de la cordelette puisque tous les nœuds provenant d'échantillons non délubrifiés (neuf ou pas) ont glissé (même le pêcheur double). Voir les tests non valide. Aussi, nous conseillons avant utilisation de faire tremper la cordelette pendant 24 h puis de la rincer.

### 2- Les chocs

La cordelette Dyneema supporte très mal les chocs. Sa tolérance est due au serrage du nœud qui dynamise la cordelette. Son utilisation se fera donc sous tension en privilégiant une liaison directe avec la corde semi-statique qui absorbera avant la cordelette une partie de la force de choc.



**Facteur sur Dyneema**

**Facteur sur corde**

**IDEAL**

### 3- Utilisation en brin simple

L'utilisation en brin simple est à proscrire sauf pour la confection de déviations.

Il faut noter tout de même que dans le cas d'un tisserand double avec une butée double dans la corde, la résistance (841 daN) est nettement supérieure au nœud classique (chaise, cabestan, huit ou vache). Mais le comportement de cette configuration en dynamique (sous chocs) n'a pas été assez étudié puisque nous n'avons pas fait de test avec un facteur 0,5 !

### 4- Utilisation en anneaux

Les nœuds de fermeture à utiliser sont le pêcheur double, le huit tressé ou plein poing, le tisserand double (butée double) dans une queue de vache. On peut raccourcir un anneau, par un nœud de huit ou de vache, ou bien le rallonger par un nœud plat.

Enfin les anneaux seront dénoués après chaque utilisation pour qu'ils puissent se comporter favorablement en dynamique grâce au serrage des nœuds.

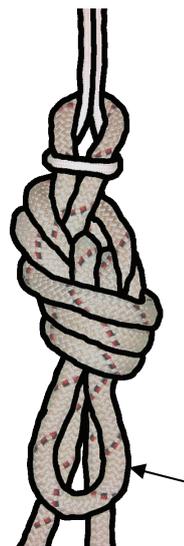
### 5- Où se longer ?

Dans le cas d'une utilisation de la cordelette comme connecteur on peut se poser cette question. De même qu'on ne se longe pas dans une sangle, on ne se longe pas dans un anneau de cordelette même en Dyneema. Si le nœud est un huit, il est bien difficile de se longer dans la ganse. La jonction cordelette – corde a tendance à fermer la ganse du nœud. Il faudra donc lui préférer un nœud de chaise double ou la confection d'un Diju (Mickey dont on a refait passer une oreille sous les trois brins du bas).



Le passage de la corde écarte la ganse du nœud et permet de se longer

**Nœud de Chaise double**



La ganse libre permet de se longer

**Nœud de Diju**

## **6- Domaine d'application**

Au vue des résultats obtenus lors de cette campagne de tests mettant en évidence les caractéristiques de la cordelette Dyneema :

- Résistance inférieure à 1500 daN dans une utilisation comme connecteur.
- Mauvais comportement aux chocs même faibles ( $\leq$  facteur 0,3).
- Fabrication non encadrée par une norme ou une homologation et ne bénéficiant donc pas d'un suivi de qualité.

Son utilisation nécessite donc une grande rigueur.

Le domaine d'utilisation de cette cordelette se fera donc dans le cadre des techniques dites légères enseignées par l'Ecole Française de Spéléologie, qui permet aux spéléologues maîtrisant parfaitement les techniques d'équipements l'utilisation de matériel ne répondant à aucune norme.

De plus, une attention particulière devra être apportée lorsque le spéléologue utilise un éclairage acétylène. En effet, le point de fusion ( $150^{\circ}\text{C}$ ) de la cordelette, n'autorise aucun contact avec une flamme !

**Enfin un anneau qui aurait directement encaissé un choc (qui sera nécessairement faible) doit être mis au rebus.**

## **7- Perspectives**

Les informations concernant le vieillissement de la cordelette sont insuffisantes et il faudra une autre campagne de tests pour affiner nos connaissances sur ce sujet.

La société Béal a obtenu le 1<sup>er</sup> août 2005 la certification CE. La cordelette BEAL 5 mm pure Dyneema répond donc désormais à la norme NF 564 d'avril 1997. Le diamètre est de 5,2 mm, les valeurs de rupture garanties par BEAL sont 1200 daN en traction simple et de 1500 daN en anneau.

Elle sera disponible en 2006.

## 8- Bibliographie

- Arnaud J., Borie S., Clément N., Mulot J. (2004)  
*La cordelette Dyneema® et son utilisation en spéléologie* (Spelunca n°96)
- 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 (1999)  
*Poker d'AS !* (Spéléo Magazine n°32) ; p 30.
- Marbach Georges / Tourte Bernard (2000)  
*Anneaux Dyneema* (Techniques de la Spéléologie Alpine) ; p 208 à 210.



Utilisation des AS comme connecteurs (Cliché : Isabelle JOUET)

# ANNEXES

## 1- Utilisation en anneaux

**Test 1 M : nœud de pêcheur double (délubrifié) - Traction lente**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Rupture	daN	1289	1277	1277	1289	1277	1 281.80 +/- 1 %

**Test 2 M : nœud de huit plein-poing (délubrifié) - Traction lente**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Retournement	daN	750	500	658	700	581	637.80
Glissement			700	787	986	750	805.75
Distance	cm	7	3	10	10	10	8.00
Echappement	daN	930		1145	986	1113	1 054.00
Rupture			1096				+/- 9 %

**Test 2 bis M : nœud de huit tressé (délubrifié) - Traction lente**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Distance	cm	3	3		0		2.00
Echappement	daN			787 *			1 195.00
Rupture		1204	1287		1094		+/- 8 %

\* Vitesse de vérin plus rapide, essai non compté dans la moyenne

**Test 3 M : nœud de plein poing (délubrifié) - Traction lente**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Retournement	daN	Aux environs de 200					498.00
Echappement		555	470	435	530	500	+/- 10 %

**Test 7 : nœud de pêcheur double (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	1054	1093	1046	1069	1034	1 059.20
		1248	1194	1217	Rupture	1189	
		Rupture	Rupture	Rupture		1208	
						Rupture	
Nombre de chocs		2	2	2	1	3	2.00

**Test 8 : nœud de huit plein poing (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	701	709	830	732	729	740.20
		911	843	930	812	895	878.20
		Rupture	Glissement	Rupture	1183	976	
					Rupture	Glissement	
Nombre de chocs		2	2	2	3	3	2.40

**Test 8 bis : nœud de huit tressé (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	839	885	882	865	903	874.80
		1035	1086	1022	1030	1085	1 051.60
		992	1120	Glissement	984	962	
		994	950		972	Glissement	
		Glissement	Glissement		Glissement		
Nombre de chocs		4	4	2	4	3	3.40

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glissement	cm	3	4	3	3	1	2.35
		2	1	3	2	4	
		1	2		1	3	
		3	1		3		

**Test 9 : nœud de plein poing (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces choc	daN	415	453	382	427	416	418.60
Glissement	cm	5	4	7	6	4	5.20
		Echappement					
Nombre de chocs		2	2	2	2	2	2.00

**Test 80 : Tisserand double dans queue de vache (délubrifié) - Traction lente**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glissement	daN	420	566	465	500	525	495.20
Buttée		Double	Double	Double	Simple	Simple	
Rupture		1235	1233	1306	1152	1138	1 212.80
dans		Tisserand	Vache	Vache	Vache	Vache	+/- 6 %

**Test 81 : Tisserand simple dans queue de vache (délubrifié) - Traction lente**

Echantillons	Unité	1	2	3			Moy
Glissement	daN	Aux environs de 100 kg					100.00
Buttée		Simple	Simple	Simple			
Echappement		900	900	800			866.67 +/- 7 %

Echantillons	Unité	4	5	6	7	8	Moy
Glissement	daN	Aux environs de 100 kg					100.00
Buttée		Double					
Rupture		1230	1282	1255	1296	1277	1 268.00
dans		Tisserand					+/- 2 %

**Test 82 : tisserand double butée simple dans queue de vache (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	821	754	765	708	812	772.00
		1162	1136	1102	1053	1101	1 110.80
		1118	Rupture	1077	Glis butée	1118	
		Rupture	Vache	Rupture		Glis butée	
		Vache		Tisserand			
Nombre de chocs		3	2	3	2	3	2.60

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glissement	cm					1	1.83
			2	2	2	3	
						1	

**Test 83 : tisserand simple butée double dans queue de vache (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	709	842	757	721	807	767.20
		1188	1263	1170	Rupture	1240	
		1172	Rupture	Rupture	Tisserand	Rupture	
		Rupture	Vache	Vache		Tisserand	
		Tisserand					
Nombre de chocs		3	2	2	1	2	2.00

## 2- Utilisation en brin simple

### Test 10 M : nœud de vache - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Rupture	daN	580	542	605	608	590	585.00 +/- 5 %

### Test 11 M : nœud de huit - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Rupture	daN	723	701	745	740	688	719.40 +/- 3 %

### Test 11 bis M : nœud de neuf - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Rupture	daN	660	625	685	680	735	677.00 +/- 6 %

### Test 12 : nœud de chaise sans nœud d'arrêt - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glissement	daN	535	583	586	544	500	549.60
Rupture		500	434	476	481	430	464.20 +/- 7 %

### Test 13 : nœud de chaise clé yosémitte - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glissement	daN	80		150	150	340	180.00
Echappement					530		582.00
Rupture		625	581	627		547	+/- 8 %

*Serrage du nœud autour du mousqueton avant rupture ou glissement*

### Test 15 : nœud de cabestan avec nœud d'arrêt - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glissement	daN	80					80.00
Rupture		618	713	674	608	657	654.00 +/- 7 %

*Serrage de la clé dans le nœud avant rupture*

### Test 16 \* : nœud de vache (pré serré) - Facteur 0,2

Echantillons	Unité	1	2	3	Moy
Forces choc	daN	552	464	564	526.67
		Glisse	Glisse	Glisse	
Nombre de chocs		1	1	1	1.00

### Test 17 : nœud de huit (pré serré) - Facteur 0,2

Echantillons	Unité	1	2	3	Moy
Forces choc	daN	577	595	589	587.00
		649	658	Rupture	
		Rupture	Rupture		
Nombre de chocs		2	2	1	1.67

### Test 18 : nœud de chaise sans clé (pré serré) - Facteur 0,2

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	315	332	450	421	421	387.80
		406	475	500	473	476	466.00
		517	497	Rupture	535	557	
		669	507		Rupture	Rupture	
		Rupture	Rupture				
Nombre de chocs		4	4	2	3	3	3.20

*Serrage du nœud autour du mousqueton avant rupture*

**Test 19 : nœud de chaise clé yosémite (pré serré) - Facteur 0,2**

Echantillons	Unité	1	2 *	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	441	425	338	414	421	407.80
		476	534	498	446	476	486.00
		500	518	528	509	557	522.40
		Rupture	476	476	Rupture	Rupture	
		Rupture	Rupture				
Nombre de chocs		3	4	4	3	3	3.40

*Serrage du nœud autour du mousqueton avant rupture*

**Test 20 : nœud de cabestan (pré serré) - Facteur 0,2**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	351	298	329	334	312	324.80
		498	438	463	472	441	462.40
		619	612	608	572	573	596.80
		Rupture	Rupture	693	678	689	
			Rupture	Rupture	Rupture		
Nombre de chocs		3	3	4	4	4	3.60

**Test 21 : nœud de vache (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	Rupture					
Nombre de chocs		0	0	0	0	0	0.00

**Test 22 : nœud de huit (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	Rupture					
Nombre de chocs		0	0	0	0	0	0.00

**Test 23 : nœud de chaise avec clé yosémite (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2 **	3 **	4	5	Moy
Forces de choc	daN	Rupture	514	538	484	549	521.25
			Rupture	Glissement	Glissement	Rupture	
Nombre de chocs		0	1	1	1	1	0.80

*\*\* Serrage du nœud autour du mousqueton avant rupture*

**Test 23 bis : nœud de chaise sans clé (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2 **	3 **	4	5	Moy
Forces de choc	daN	Rupture	445	550	Rupture	Rupture	497.50
			Rupture	Rupture			
Nombre de chocs		0	1	1	0	0	0.40

*\*\* Serrage du nœud autour du mousqueton avant rupture*

**Test 24 : nœud de cabestan avec nœud d'arrêt simple (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	428	455	506	449	439	455.40
		Rupture	Rupture	Rupture	Rupture	Rupture	
Nombre de chocs		1	1	1	1	1	1.00

### 3- Utilisation en connecteur

#### Test 25 : Tisserand simple dans nœud - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3			Moy	
Glissement	daN	Entre 100 et 200 kg						150.00
Buttée		Simple						
Echappement			842	807				866.33
Rupture		950						+/- 9 %

Echantillons	Unité	4	5	6	7	8	Moy	
Glissement	daN	Entre 100 et 200 kg						150.00
Buttée		Double						
Rupture		1106	1245	980	1011	1233		1 115.00
dans		Tisserand					Corde	+/- 11 %

#### Test 25 bis : Tisserand double butée simple dans nœud - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glissement	daN	400	575	300	400	415	418.00
Echappement		1100		1235		1290	1 227.50
Rupture			1300		1155		+/- 7 %
dans			Tisserand		Corde		

#### Test 25 ter : Tisserand simple dans chaise double - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3			Moy	
Glissement	daN	Entre 100 et 200 kg						150.00
Buttée		simple		double				
Echappement				1180				1 195.00
Rupture		957*	1100		1250	1250		+/- 6 %
dans		Corde	Tisserand	Tisserand	Dyneema			

\* corde usagée (1996) - non compté dans la moyenne

#### Test 26 : Tisserand simple avec clé Serfati dans nœud - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glissement	daN	130	140	160	100	100	126.00
Rupture		1213	1252	1230	1211	1190	1 219.20
dans		dyneema		Tisserand	dyneema	Tisserand	+/- 2 %

#### Test 27 : Tête d'alouette dans nœud - Traction lente

Echantillons	Unité	1 *	2	3	4	5	Moy
Rupture	daN	1145	1262	1165	1172	1130	1 174.80
dans		corde	dyneema	alouette	alouette	alouette	+/- 4 %

\* Corde béal 10 mm usagée (1996)

#### Test 28 : Nœud plat dans nœud - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Rupture	daN	1274	1245	1230	1152	1194	1 219.00
dans		nœud plat					+/- 4 %

#### Test 32 bis : Tisserand double butée simple dans nœud - Facteur 1

Echantillons	Unité	1	2	3
Forces de choc	daN	710	641	631
		939	835	850
		1080	Corde	Corde
		1093		
		1105		
		Corde		
Nombre de chocs		5	2	2

**Test 85 : Tisserand simple butée double dans nœud - Facteur 1**

Echantillons	Unité	1	2
Forces de choc	daN	742	766
		1009	997
		1128	1117
		1148	757
		1238	Glissement
		1314	
Nombre de chocs		6	4

**Test 87 : Tisserand double butée simple dans nœud - Facteur 1**

Echantillons	Unité	1	2
Forces de choc	daN	728	786
		1023	1040
		1176	1167
		1267	1039
		1271	1236
		Nombre de chocs	

**Test 89 : Nœud plat dans nœud - Facteur 1**

Echantillons	Unité	1
Forces de choc	daN	758
		1003
		1102
		1195
		1217
		Nombre de chocs

**Test 90 : Tête d'alouette dans nœud - Facteur 1**

Echantillons	Unité	1
Forces de choc	daN	774
		1028
		1154
		1203
		1263
		Nombre de chocs

**Test 91 : Tisserand double (brin simple) butée simple dans corde (pré serré) - Facteur 1**

Echantillons	Unité	1	2	3
Forces de choc	daN	419 *	430 *	441 *
		Glissé	Glissé	Glissé
Nombre de chocs		0	0	0

**Test 93 : Tisserand simple butée double dans nœud - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1
Forces de choc	daN	454
		579
		725
		775
		874
		Nombre de chocs

**Test 94 : Tête d'alouette dans nœud - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1
Forces de choc	daN	559
		762
		864
		903
		925
Nombre de chocs		5

**Test 95 : Nœud plat dans nœud - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1
Forces de choc	daN	525
		776
		850
		914
		960
Nombre de chocs		5

**Test 92 : Tisserand double buttée double dans nœud de huit - Facteur 1**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	Rupture					
		Tisserand					
Nombre de chocs		0	0	0			0.00

**Test 95 : Tisserand double (brin simple) buttée simple puis double dans nœud de huit**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Buttée	daN	simple	double				
Glissement		aux environs de 100 kg					
Echappement		550°					
Rupture			820	857	850	837	841.00 +/- 2 %
Dans		Tisserand					

° Non compté dans la moyenne

**Test 30 bis : Tisserand double butée simple dans nœud - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	suite de l'essai 1
Forces de choc	daN	515	959
		656	925
		673	962
		714	1008
		780	933
		826	929
		827	932
		839	938
		851	923
		904	874
		880	940
		927	943
		944	942
		940	912
		913	941
Nombre de chocs			30

#### 4- Cordelette usagée

**Test 34 1-3 : Anneau fermé avec un nœud de pêcheur double (déjà noué) - Traction lente**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Origine		ASC	ASC	ASC			
Année		2001	2001	2001			
Rupture dans	daN	934	928	960			940.67 +/- 2 %
		dyneema					

**Test 34 4 : Anneau fermé avec huit tressé (déjà noué) - Traction lente**

Echantillons	Unité	4					Moy
Origine		José					
Année		2001					
Rupture dans	daN	1196					1 196.00
		dyneema					

**Test 34 5-7 : Anneau fermé avec huit plein poing - Traction lente**

Echantillons		5	6	7			Moy
Origine		José	José	ASC			
Année		2001	2001	2001			
Retournement		710	Non	750			730.00
Rupture dans	daN	923	945	796			888.00 +/- 9 %

**Test 34 8-10 : Anneau fermé avec vache plein poing - Traction lente**

Echantillons	Unité	8	9	10			Moy
Origine		Nico	Nico	Nico			
Année		2001	2001	2001			
Echappement Rupture	daN	676	574	771			673.67 +/- 15 %

**Test 34 11 : Brin simple fermé avec nœud huit (déjà noué) - Traction lente**

Echantillons	Unité	11					Moy
Origine		José					
Année		2001					
Rupture dans	daN	566					566.00
		dyneema					

**Test 34 12-14 : Tisserand double dans nœud (usagée) - Traction lente**

Echantillons	Unité	12	13 a	14 a	14 bis c		Moy
Origine		Nico	Nico	Nico	JMH		
Année		2001	2001	2001	2000		
Buttée		Simple					
Glissement		750	750	Non			750.00
Rupture dans	daN	1145	760	813	1100		954.50 +/- 21 %
		dyneema	Tisserand	Tisserand	Tisserand		

**Test 34 15-18 : Tisserand simple buttée simple dans nœud (usagée) - Traction lente**

Echantillons	Unité	15 b	16 b	17 c	18 c		Moy
Origine		Nico	Nico	JMH	JMH		
Année		2001	2001	2000	2000		
Glissement		266	200	255	260		245.25
Rupture dans	daN	803	700	840	1070		853.25 +/- 18 %
		Tisserand	Tisserand	Tisserand	Tisserand		

**Test 103 : Anneaux fermés par pêcheur double (déjà noués) - Facteur 0,2**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Origine		Cazou	José	Nico			
Année		2000	2001	2001			
Forces de choc	daN	686	Rupture	775			
		Rupture	dyneema	Rupture			
		dyneema		dyneema			
Nombre de chocs		1	0	1			0.67

**Test 104 : Anneaux fermés par huit plein ploing (pré serré) - Facteur 0,2**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	647	520	500			555.67
		755	838	549			714.00
		719	836	847			800.67
		949	huit	764			
		743		huit			
		huit					
Nombre de chocs		5	3	4			4.00

**Test 105 : Tisserand simple clé serfati (pré serré) - Corde de 8 - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	381	479	401			420.33
		620	651	553			608.00
		Tisserand	739	688			
			803	Tisserand			
			839				
			860				
Nombre de chocs		2	6	3			3.67

*La clé se serre dès le premier choc*

**Test 106 : Brin simple - Nœud de huit + chaise (pré serré) - Facteur 0,2**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Origine		Nico	Nico	Nico			
Année		2001	2001	2001			
Force chocs							
Rupture dans		rupture chaise	rupture huit	rupture vache			
Nombre de chocs		0	0	0			0.00

**Test 107 : Anneau fermé avec un nœud de pêcheur double (pré-serré) - Traction lente**

Echantillons	Unité	1	2	3 d	4 d	5 e	Moy
Origine		Cazou	Nico	Cazou	Cazou	GMH	
Année		2001	2001	2000	2000	2000	
Rupture dans	daN	1180 Dyneema	1152 Pêcheur	1050 Dyneema	1180 Dyneema	1380 Dyneema	
Echantillons	Unité	6 e	7 e	8 f	9 f	10 f	Moy
Origine		GMH	GMH	Nico	Nico	Nico	
Année		2000	2000	2001	2001	2001	
Rupture dans	daN	1400 Dyneema	1420 Dyneema	1300 Dyneema	1100 Dyneema	1050 Dyneema	1 203.56 +/- 12 %

**Test 108 : Anneau fermé avec un nœud de pêcheur double (pré-serré) - Traction lente**

Echantillons	Unité	1 g	2 g	3 g	4 g	5	Moy
Glissement		entre 1000 et 1100					1 050.00
Echappement	daN	1160	1100	1100	1160		1 130.00
Rupture							+/- 3 %

*Dyneema stockée depuis 2001, non délubrifiée, non utilisée.*

**Test 109 : Anneau fermé avec un nœud de huit plein-ploing (pré-serré) - Traction lente**

Echantillons	Unité	1 g	2 g	3 g	4	5	Moy
Retournement		890	579	720			
Echappement	daN	940	1000	970			970.00
Rupture							+/- 3 %

*Dyneema stockée depuis 2001, non délubrifiée, non utilisée.*

## 5- Testée non valides cordelette non délubrifiée

### Test 1 : Anneau fermé avec un nœud de pêcheur double - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glismnt début	daN		884	912		910	902.00
Glismnt fin		1125	1096	1089	1091	1213	1 122.80
Rupture							+/- 5 %

### Test 1 ter : Anneau fermé avec un nœud de pêcheur double (pré serré) - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glismnt début	daN	998	1011	977			995.33
Glismnt fin		1106	1116	1121			1 114.33
Rupture							+/- 1 %

### Test 2 : Anneau fermé avec un nœud de huit plein-poing - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Retournement	daN	703	870	611		850	758.50
Glismnt fin		898		913	1057	1118	998.80
Rupture			1008				+/- 9 %

### Test 2 bis : Anneau fermé avec un nœud de huit tressé - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glismnt début	daN	925	918	1023	870	844	916.00
Glismnt fin		1275	1023	1204	1057	1067	1 125.20
Rupture							+/- 10 %

### Test 3 : Anneau fermé avec un nœud de plein poing - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	Moy
Retournement	daN	478	400	460	452	447.50
Glismnt fin		478	400	460	452	447.50
Rupture						+/- 7 %

Echantillons	Unité	5	6
Retournement	daN	538	541
Glismnt fin		901	
Rupture			1082

5 = nœud de buttée sur un des brins

6 = nœud de buttée sur les 2 brins

### Test 10 : Brin simple - nœud de plein poing

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glismnt début	daN	447	476	442	425	436	445.20
Glismnt fin		596	579	649	615	581	604.00
Rupture							+/- 5 %

### Test 11 : Brin simple - nœud de huit

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Glismnt début	daN			450			450.00
Glismnt fin		657	667	679	681	706	678.00
Rupture							+/- 3 %

### Test 4 : Anneau fermé avec un nœud de pêcheur double (pré serré) - Facteur 0,2

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	639	730	673	653	650	669.00
		997	1060	1007	964	980	1 001.60
		1197	1097	1075	1036	1029	1 086.80
		1196	1130	Glissement	Glissement	1029	1 118.33
		Glissement	1137			Glissement	1 137.00
		Glissement					
Nombre de chocs		4	5	3	3	4	3.80

**Test 5 : Anneau fermé avec un nœud de huit (pré serré) - Facteur 0,2**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	800	703	760	528	812	720.60
		799	716	1017	Glissement	811	835.75
		Glissement	Glissement	1017		Glissement	1 017.00
				Glissement			
Nombre de chocs		2	2	3	1	2	2.00

**Test 5 bis : Anneau fermé avec un nœud de huit tressé (pré serré) - Facteur 0,2**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	617	669	618	666	638	641.60
		815	892	889	914	952	892.40
		Glissement	994	895	1044	1053	996.50
			951	1005	1137	1126	1 054.75
			Glissement	975	1175	1252	1 134.00
				870	Glissement	1259	1 064.50
				825		1152	988.50
				Glissement		1084	1 084.00
				Glissement			
Nombre de chocs		2	4	7	5	8	5.20

**Test 6 : Anneau fermé avec un nœud de plein poing (pré serré) - Facteur 0,2**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	420	Glissement	Glissement	Glissement	415	417.50
		Glissement				440	440.00
						Glissement	
Nombre de chocs		1	0	0	0	2	0.60

**Test 7 : Anneau fermé avec un nœud de pêcheur double (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2 **	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	940	919	928	936	889	922.40
		Glissement	Glissement	1050	Glissement	Glissement	1 050.00
				Glissement			
Nombre de chocs		1	1	2	1	1	1.20

**Test 8 : Anneau fermé avec un nœud de huit (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	847	Glissement	Glissement	777	Glissement	812.00
		Glissement			Rupture		
Nombre de chocs		1	0	0	1	0	0.40

**Test 8 bis : Anneau fermé avec un nœud de huit tressé (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	999	815	823	642	1037	863.20
		1195	908	908	Glissement	Glissement	1 003.67
		Rupture	Glissement	Glissement			
Nombre de chocs		2	2	2	1	1	1.60

**Test 9 : Anneau fermé avec un nœud de plein poing (pré serré) - Facteur 0,5**

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN						
Nombre de chocs		0	0	0	0	0	0.00

**Test 14 : Brin simple - nœud de cabestan sans nœud d'arrêt**

Echantillons	Unité	1	2	4	Moy
Glissement	daN	80			80.00
Echappement		155	230	137	174.00 +/- 28 %

## 6- Tests divers

### Test 50 : Résistance nominale (corde mouillée) - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Rupture	daN	996	1000	903			966.33 +/- 6 %

### Test 51 : Résistance nominale (corde sèche) - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Rupture	daN	898	940	1016			951.33 +/- 6 %

### Test 93 : Jonction de deux anneaux par nœud plat - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Rupture	daN	1050	1038	1055	1052	1057	1 050.40
Dans		Jonction					+/- 1 %

### Test 94 : Répartiteur noué sur anneau - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4 *	5 **	Moy
Rupture	daN	1877	1814	1592	1316 °	1206	1 622.25
Dans		vache bas	vache bas	vache haut	vache haut	jonction	+/- 19 %

\* le brin comprenant le nœud de jonction de l'anneau est décroché

\*\* l'autre est décroché

### Test 96 : Nœud de Dijon

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5
Rupture		>2100 *	>2200 *	>2200 *	1600 **	1700

\* Dynamomètre limité à 2 Kn - \*\* c'est le huit qui était à l'autre bout qui a pété

Tests 1 - 2 - 3 Traction entre la boucle du nœud et la boucle de longage

Tests 4 - 5 Traction entre la boucle du nœud et un brin

### Test 97 : Tête d'alouette dans plaquette - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Plaquette		coudée	villée				
Rupture	daN	1200	1165	1290	1100	1300	1 211.00
Dans		plaquette	pêcheur	alouette	alouette	pêcheur	+/- 7 %

### Test 98 : Anneau raccourci par huit - traction sous le huit - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Echappement		1000		1260			
Rupture	daN	1070		1225		1213	1 153.60
Dans		huit tressé	bas du huit	pêcheur	bas du huit	bas du huit	+/- 10 %

### Test 99 : Anneau raccourci par queue de vache - traction sous la vache - Traction lente

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Rupture	daN	1080	1050	1055	980	1100	1 053.00
Dans		vache	vache	vache	vache	vache	+/- 4 %

### Test 101 : Jonction de deux anneaux par nœud plat (pré serré) - Facteur 0,5

Echantillons	Unité	1 **	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	787	772	823			794.00
		rupture	978	1014			
			920	909			
			933	Glissement			
Glissement							
Nombre de chocs		1	4	3			2.67

\*\* La dyneema était sèche alors que pour les autres elle était encore mouillée

### Test 102 : Raccourcissement anneaux par queue de vache (pré serré) - Facteur 0,5

Echantillons	Unité	1	2	3	4	5	Moy
Forces de choc	daN	647	741	724			704.00
		865	Rupture vache	1007			
		Rupture vache		Rupture vache			
Nombre de chocs		2	1	2			1.67



