

Manille Textile

Protocole d'expérimentation



La Dyneema est une fibre réputée pour sa résistance à la traction. C'est un polyéthylène haute densité dont la masse molaire très élevée est caractérisée par une excellente tenue à l'abrasion. Elle est utilisée dans de nombreux domaines tels que :

- L'industrie (en remplacement des câbles acier, pour les gants de protection,...)
- La pêche professionnelle (filet de pêche)
- Le nautisme et la voile (cordages)
- La pêche sportive (ligne de pêche)
- La pratique de l'escalade, de l'alpinisme et de la spéléologie (amarrages)
- L'escrime (confection des cuirasses)
- Le parapente (suspenes)
- Le tir à l'arc (corde d'arc)
- Le domaine militaire (éléments balistiques)

Dans le domaine du nautisme à la voile, les manilles en acier ont été remplacées ces dernières années par des erses à bouton où plus communément appelée « manille textile ». Cette manille fabriquée en Dyneema est tressée de tel sorte que sa capacité en traction axiale serait théoriquement doublée.

L'intérêt d'utiliser ce type de manille textile plutôt que des moyens conventionnels serait bien plus que technique, mais aussi économique (prix au mètre plus faible à résistance égale) et massique (matériau très léger).

Le but de cette expérimentation est de valider les capacités de ces manilles textiles.

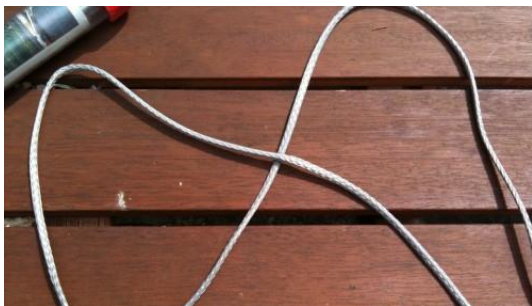
Principe de fabrication de la « erse à bouton »

Tutoriel tiré du blog de « Nico-matelotage » ; <http://www.nico-matelotage.com/>

Il vous faudra du cordage en "âme pure", genre Dyneema. Ces cordages sont constitués d'une seule tresse, et ultra résistant, avec un allongement quasi nul.



Pour une manille d'environ 10cm, prenez 80 cm de cordage, et pliez-le en deux.



Laissez un côté plus long que l'autre (environ 10 cm)



Puis prenez le plus long, insérez le dans l'aiguille creuse, et rentrez l'aiguille à la pliure du bout.



Faites passer l'aiguille dans le cordage, en prenant soin de ne pas casser de fibre, et ressortez environ 10 cm avant la fin.



Mettez un arrêt (comme une aiguille par ex) dans la pliure, pour éviter qu'il ne rentre dans lui-même. Puis, avec vos doigts, lissez le cordage vers le bas.



Vous devriez, normalement, arriver à ça :



Avec les deux extrémités, réalisez un nœud de sifflet de Bosco.



Prenez soin de laisser un espace sous le nœud, puis souquez le nœud de sifflet de Bosco.



Le montage est terminé, il n'y a qu'à mettre le nœud en place.



Passez l'extrémité à l'intérieur de l'ouverture sous le nœud de sifflet de Bosco.



Formez un œil en ouvrant l'extrémité (il suffit de tirer le celui que l'on a rentré auparavant)...



Puis passez le bouton dans l'œil.



Lissez de manière à refermer l'œil sur la base du bouton et donnez à l'ensemble une forme de huit.



Pour notre étude, le nœud de Bosco sera réalisé au plus près de l'épissure, la manille n'aura pas de forme en huit mais sera de la forme d'une simple boucle. La erse à bouton devient alors une simple manille.

Principe de fonctionnement

Lorsque la manille textile est mise sous tension, la gaine extérieure se resserre sur elle-même. La gaine extérieure va donc resserrer la gaine intérieure, multipliant ainsi les frottements entre ces deux gaines, c'est le principe de constriction. La théorie (simpliste) voudrait que du fait qu'il y ait deux gaines, ce principe de fabrication doublerait la résistance de la manille. C'est cette théorie que nous souhaitons confirmer ou infirmer lors de cette expérimentation.

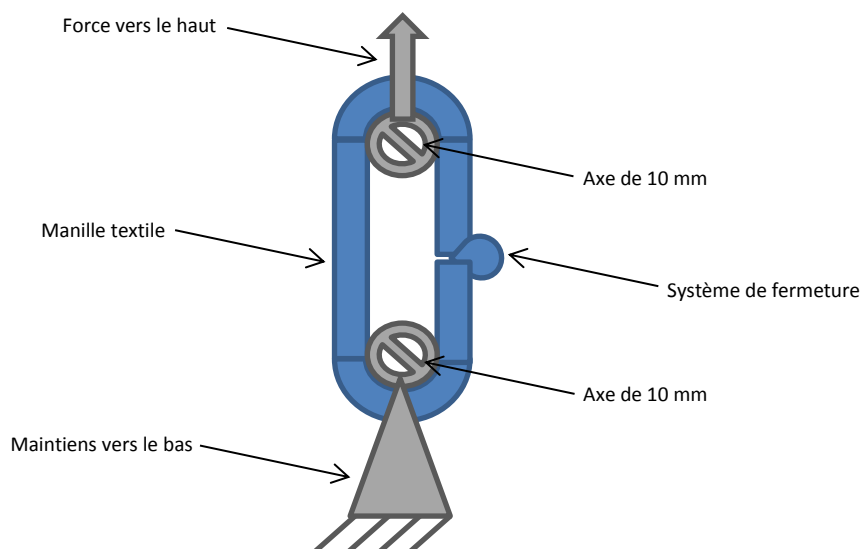
Cependant, même si le doublage des gaines permettrait d'augmenter les capacités de la manille, il n'y a aucune certitude que le système de fermeture (épissure et nœud de Bosco) supporte les mêmes efforts. En effet, l'épissure est le seul endroit de la manille qui ne soit pas doublé. Et il n'est pas certain non plus que le nœud de Bosco ne glisse pas lors de la tension, les nœuds en Dyneema étant connu pour glisser facilement sous tension.

Protocole

Trois manilles textiles ont été fabriquées avec les caractéristiques suivantes :

- Dyneema de 12 brins tressés formant une gaine de 5 mm de diamètre.
- Charge de rupture de la gaine : 2600 daN (donnés du fabricant).
- Manille textile constituée d'environ 96 cm de Dyneema dont 60 cm formant le corps de la manille et 36 cm environ formant le nœud de Bosco.

Les manilles textiles seront testées sur la machine de test Wolpert. Un axe de 10 mm de diamètre maintiendra la manille par le bas, tandis qu'un second axe de 10 mm de diamètre exercera un effort vers le haut. Il faudra veiller à ce que le système de fermeture (épissure et nœud de Bosco) de la manille ne soit pas en tension sur les axes.



Objectif 1 : vérifier que la manille textile résiste à la valeur initiale de 2600 daN sans déformation plastique.

Objectif 2 : vérifier que la résistance en traction de la manille textile pourrait atteindre la valeur théorique de 5200 daN et constater de la zone de déformation plastique et/ou de la rupture.

Résultats

Numéro de Manille	Objectif 1	Objectif 2	Valeur zone plastique	Valeur de rupture	Constatations diverses
1	<i>Objectifs non réalisés</i>		<i>Pas de valeurs trouvées</i>		Glissement du nœud de Bosco à partir de 2 400 daN.
2	<i>Non testé</i>				
3					

Interprétations

Le premier essai n'as pas été concluant. Le nœud de Bosco a glissé à partir de 2 400 daN. Nous n'avons donc pas pu constater d'une déformation ou d'une rupture de la manille.



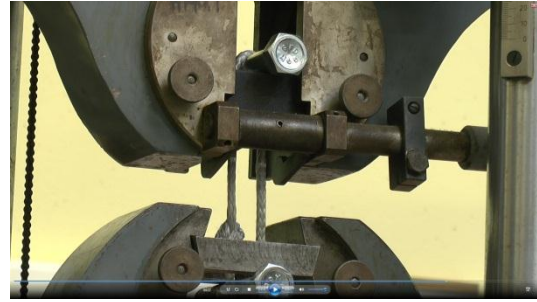
1, A environ 2 400 daN, le nœud de Bosco glisse.



2, Le glissement n'est pas visible à l'œil nue, mais le déplacement est continue tandis que la force de traction est constante.



3, Les brins libres sont « ravalés » par le nœud, un brin libre « s'échappe » du nœud. Le nœud de Bosco est défait.



4, Ce qui reste du nœud de Bosco passe dans la boucle de la manille. La manille s'ouvre.

Constatations diverses :



Etat générale de la manille après l'essai.



L'épissure n'a subi aucun dommage en cisaillement.



Ce qu'il reste du nœud de Bosco après l'ouverture de la manille.



La manille est un peu raide après l'essai. Il n'y a pas non plus de début de cisaillement à l'endroit des axes.

Remarques : les manilles confectionnées sont un peu courtes pour pouvoir les installer convenablement sur la machine de test.

Les axes de 10 mm initialement prévues ont été remplacés par des axes de 20 mm, les premiers n'étant pas assez solides.

Conclusions

Il est donc nécessaire de trouver un nœud qui ne glisse pas et ou tout autre moyen capable de résister à plus de 2600 daN.

De plus, lors des prochains essais, des manilles d'une taille d'au moins 18 cm seront confectionnées.

Recherche

De plus amples recherches ont pu donner des pistes de réflexions. La fédération française de spéléologie a publié en mars 2013 une étude sur des cordelettes fabriquées en Dyneema (âme et gaine en Dyneema) de 5 mm. Même si notre manille n'est pas constituée du même type de cordelette, cette étude peut servir de base.

En effet, la Fédération a rencontré les mêmes difficultés de glissement sur plusieurs nœuds différents due à une lubrification importante de la Dyneema lors de sa fabrication en usine. Elle préconise donc dans un premier temps de tremper la Dyneema pendant 24 heures et de la rincer abondamment.

Les nœuds de fermetures conseillés par la FFS pour confectionner une sangle en Dyneema sont le pêcheur double, le huit tressé et le huit de plain poing. La FFS constate aussi que le fait de défaire et de refaire ces nœuds de jonctions avant et après chaque utilisation permet un meilleur comportement de l'anneau.

Le monde de l'escalade et de la pêche peut aussi nous inspirer. Les anneaux de sangles cousues utilisés en escalade sont joints grâce à une couture en fil textile. Ces anneaux de sangles ont une résistance à la rupture généralement de 2 200 daN. Nous pourrions imaginer que l'addition d'une couture sur le nœud de Bosco pourrait empêcher son glissement.

Sur le même principe, les fils utilisés par les pêcheurs pourraient aussi servir à coudre le nœud de Bosco. Leur résistance peut aller jusqu'à 20 kg en brin seul pour une section de 60/100° de mm.

Enfin, un petit axe métallique en travers du nœud de Bosco pourrait lui aussi empêcher son glissement. Mais la mise en œuvre pourrait être complexe et il se pourrait que le diamètre de l'axe soit trop important pour résister aux efforts de glissements.

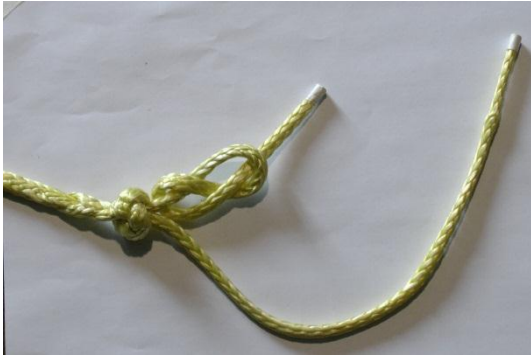
Nouveau protocole

Quatre nouvelles manilles textiles ont été fabriquées avec les caractéristiques suivantes :

- Dyneema de 12 brins tressés formant une gaine de 5 mm de diamètre.
- Passage de la Dyneema en machine à laver pour délubrification.
- Charge de rupture de la gaine : 2600 daN (donnés du fabricant).
- Manille textile constituée d'environ 165 cm de Dyneema dont 90 cm formant le corps de la manille, 40 cm environ formant le nœud de Bosco et 35 cm permettant le système de buté.

Manille n°1 : Huit tressé

Une manille avec un nœud de Bosco est confectionnée. Avec les deux brins libres, un nœud de huit est tressé comme nœud de jonction de corde.



Etape 1 : sur un brin, confectionner un huit.



Etape 2 : Le deuxième brin est tressé dans le huit comme on le fait pour joindre deux cordes.



...



Etape 3 : Serrer le nœud de huit.

Manille n°2 : Pêcheur triple

Une manille avec un nœud de Bosco est confectionnée. Cette fois-ci, avec les deux brins libres, un nœud de pêcheur double est noué comme nœud de jonction de corde.



Etape 1 : Sur un brin libre, confectionner un triple capucin qui enserre le deuxième brin libre.



Etape 2 : Terminer le nœud de jonction de corde en réalisant un deuxième nœud de capucin triple avec le deuxième brin libre.



Etape 3 : Serrer le nœud de pêcheur double.

Manille n°3 : Couture

Une manille avec un nœud de Bosco est confectionnée. Les deux brins libres sont alors cousus entre eux sur une longueur d'environ 10 cm avec un fil dit « haute ténacité » en polyester traité anti-UV grâce à une machine à coudre. Ce fil est apparemment d'une résistance de 5 kg (d'après son fabricant).



Les deux brins libres sont cousus avec un point en zigzag.



Manille n°4 : Couture en fil de pêche

Une manille avec un nœud de Bosco est confectionnée. A l'instar de la manille n°3, les deux brins libres sont alors rassemblés entre eux sur une longueur d'environ 5 cm avec un fil de pêche en polyamide. Ce fil, d'un diamètre de 0.90 mm, est d'une résistance de 61 kg (données fabricant).



Le fil de pêche traverse chaque brin pour les rassembler ensuite.



Ce « tissage » a été réalisé à la main sans outils par manque de moyens. Ce fil étant très dur à travailler, la qualité de ce nouage est mise en doute.

Manille n°5 : Axe métallique

Une manille avec un nœud de Bosco est confectionnée. Deux axes métalliques transpercent de part en part le nœud de Bosco. Ces deux axes sont en fait deux pointes de 3x70 mm plus communément appelés clous.

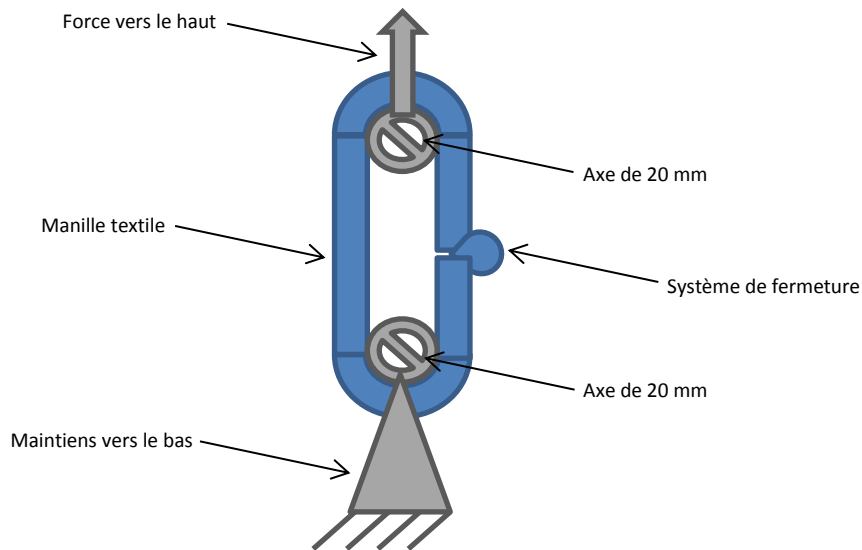


Les pointes ont été enfoncées dans le nœud de Bosco à l'aide d'un marteau. Le surplus de la pointe a été coupé avec une tenaille.



Un scotch enserre le nœud de Bosco afin d'éviter que les pointes ne s'échappent du nœud.

Les manilles textiles seront testées de la même façon que lors du premier essai : sur la machine de test Wolpert. Un axe de 20 mm de diamètre maintiendra la manille par le bas, tandis qu'un second axe de 20 mm de diamètre exercera un effort vers le haut. Il faudra veiller à ce que le système de fermeture (épissure et nœud de Bosco ainsi que son système de butée) de la manille ne soit pas en tension sur les axes.



Objectif 1 : vérifier que le système de fermeture joue correctement son rôle et empêche le glissement du nœud de Bosco.

Objectif 2 : vérifier que la manille textile résiste à la valeur initiale de 2600 daN sans déformation plastique.

Objectif 3 : vérifier que la résistance en traction de la manille textile pourrait atteindre la valeur théorique de 5200 daN et constater de la zone de déformation plastique et/ou de la rupture.

Résultats

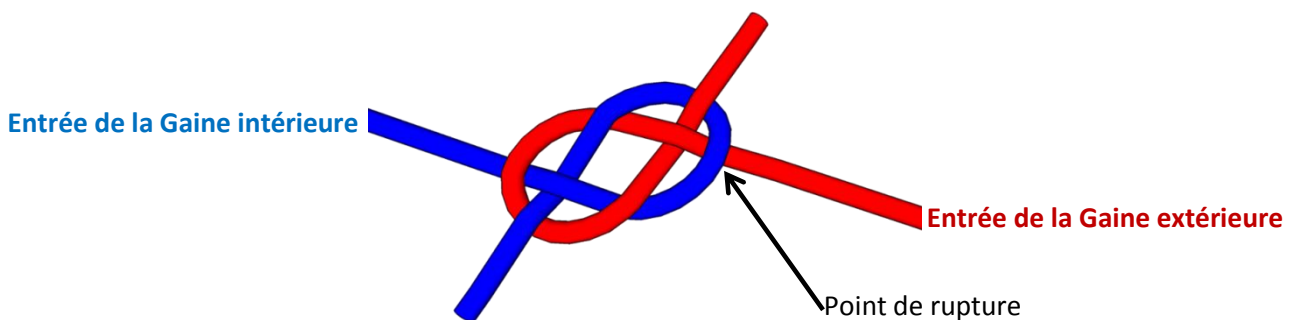
N° de Manille	Objectif 1	Objectif 2	Objectif 3	Valeur zone plastique	Valeur de rupture	Constatations diverses
1	Objectifs atteint		Objectif non atteint	Non relevée	3330 daN	Le huit tressé n'a pas été sollicité. La gaine extérieure sous le nœud de Bosco est endommagée. Un seul brin de la gaine intérieure est sectionné.
2					3190 daN	Le pêcheur triple n'a pas été sollicité. La gaine extérieure sous le nœud de Bosco est sectionnée. La gaine intérieure est endommagée.
3					2960 daN	La couture n'a pas été sollicitée. La gaine extérieure sous le nœud de Bosco est sectionnée.
4					2960 daN	Le fil de pêche est comprimé. La gaine extérieure sous le nœud de Bosco est sectionnée.
5					3130 daN	Un des axe est sectionné, mais le scotch à retenue sa fuite. L'axe métallique a sectionné avant la gaine extérieure. La gaine extérieure sous le nœud de Bosco est sectionnée. La gaine intérieure est endommagée.

Interprétations

La première conclusion qui peut être faite après cette deuxième série de calcul est que le nettoyage de la Dyneema à l'eau claire s'est avéré très efficace puisque le nœud de Bosco glisse beaucoup moins. En effet, dû à la présence d'un système anti-glissement, le nœud ne glisse plus le long des brins libres, mais cette fois-ci, les gaines qui constituent le nœud sont « avalées » par la tension. Le nœud de Bosco se serre alors sur lui-même.

Que quel que soit le système anti-glissement utilisé (huit tressé, pêcheur triple, couture,...), il suffit à empêcher tout glissement. En fait, n'importe quel système anti-glissement peut être utilisé pour empêcher le nœud de bosco de glisser, tant que la Dyneema a été dé-lubrifiée, mis à part peut-être l'utilisation d'axe métallique qui une fois cassé pourrait être dangereux si l'axe était éjecté du nœud.

La deuxième conclusion concerne la capacité résistante du nœud de Bosco. Après une étude minutieuse de chaque manille, il s'avère que la gaine extérieure rompt toujours au même endroit au niveau du nœud de Bosco. La rupture est assez progressive, certains brins cède un par un avant une rupture complète de la gaine.



D'une part, toutes les manilles ont sectionnées au même endroit (sous le nœud de Bosco) et c'est la gaine extérieure qui sectionne en premier puis éventuellement quelques brins de la gaine intérieure. Il est clair que l'épaisseur ne constitue pas le point fragile de la manille.

D'autre part, la moyenne de la valeur de rupture pour les 5 manilles est de 3 114 daN (avec un écart-type de 142 daN). Nous sommes loin d'atteindre la valeur théorique de 5 200 daN de l'objectif 3. Cette moyenne est aussi supérieure à la valeur de 2 600 daN qui correspond à la charge de rupture du fabricant.

Cependant, malgré ces deux constats (la gaine extérieure rompt dans le nœud de Bosco et que la valeur de rupture est supérieure à celle donnée par le fabricant) nous ne pouvons conclure que la confection d'une manille augmente la résistance de la gaine seule. Il est plus probable que le fabricant pour des raisons de garantie, applique un coefficient de sécurité sur la valeur à la rupture du produit qu'il fabrique (ici, la capacité annoncée du produit serait environ 80% de sa capacité réelle).



Photos montrant les nœuds de Bosco après les essais.

Les systèmes anti-glissement sont peu sollicités.

C'est toujours la gaine extérieure qui rompt au même endroit.

Conclusions

C'est une fois de plus le nœud de Bosco qui est mis en cause dans la rupture. Et à ce moment de la recherche, il est impossible de dire si la valeur de rupture constatée est celle de la gaine seule ou de la manille (cumul d'un double gainage et d'un système de fermeture).

De nouvelles questions se posent alors ;

- Quel est la vraie valeur de rupture de la gaine seule ?
- La gaine extérieure est-elle plus sollicitée que la gaine intérieure et pourquoi ?
- Le nœud de Bosco constitue-t'il un point de cisaillement pour la gaine extérieure ?
- Y'a-t'il d'autre nœud qui pourrait remplacer le nœud de Bosco ?

Et la question de départ reste toujours en suspens ; le fait de faire passer une gaine dans l'autre permet-il d'augmenter la capacité en traction de la Dyneema ?