Texte et photographies :
Sylvain BORIE, Gérard CAZES, Nicolas CLÉMENT, José MULOT

Groupe d'études techniques de l'École française de spéléologie

Les longes en spéléologie et descente de canyon

Préambule

Une campagne de tests a été effectuée dans le laboratoire de l'École nationale de ski et d'alpinisme (ENSA) en juin 2006 par le Groupe d'études techniques (GET) de l'École française de spéléologie (EFS), en partenariat avec le Syndicat français des entreprises de travaux en hauteur (SFETH). Le résultat du premier de ces tests, concernant les nœuds de chaise, a été publié dans *Spelunca* n° 105. Un des tests réalisés à cette occasion, concernant les longes, avait pour objectif de définir quelles sont les pratiques qui sont acceptables et dans quelles conditions (type de longe, nœuds utilisés...). Voici le bilan de ce test. *

Test statique. légende à compléter ?

Introduction

Pour la spéléologie et la descente de canyon, ainsi que pour les travaux en hauteur, les longes constituent un élément fondamental de l'équipement des personnes.

Elles sont utilisées :

- comme élément de liaison avec un amarrage ou un agrès ;
- comme dispositif d'assurance (anti chute) lorsque l'utilisateur est relié à un agrès, mais n'est pas en suspension sur celui-ci.

Il ressort de différentes réflexions menées par l'EFS et par la commission technique du Département promotion des métiers sur corde, (commission réunissant des représentants des entreprises de travaux sur cordes, des centres de formations ainsi que des fabricants), que l'on observe une grande disparité du matériel utilisé actuellement pour se longer lors des déplacements sur cordes semi-statiques, ainsi qu'une difficulté à préconiser un matériel en particulier.

Les seules normes qui existent à l'heure actuelle concernent les longes dites d'assujettissement (EN 354), les longes dites anti chutes (EN 355) ou les longes dites de maintien au travail (EN 358). Si l'on se réfère à ces normes, seules des longes anti chutes pourraient convenir à une utilisation où la longe est susceptible d'arrêter une chute. Mais ces longes, qui sont prévues pour être connectées en sternal ou en dorsal, ne correspondent pas, d'un point de vue ergonomique (taille, encombrement), à ce que l'on peut attendre d'une longe pour les déplacements sur corde.

D'un point de vue mécanique, si la corde absorbe dans 95 % des cas l'énergie de la chute, il est toutefois admis par tous que des situations peuvent exister où un individu se trouve en situation de chute de facteur 1, par exemple lorsque celui-ci est longé à un fractionnement. Cette notion de facteur 1 à ne pas dépasser étant bien ancrée dans « les bonnes pratiques » des milieux sportifs et professionnels, les absorbeurs d'énergie tels que ceux définis par la norme EN 355 ne nous semblent pas adaptés

Bon nombre de clubs, de pratiquants individuels et d'entreprises, souhaitant utiliser du matériel entièrement manufacturé et normalisé, se tournent donc à l'heure actuelle vers des longes répondant à la norme EN 354. Or il s'avère qu'en facteur 1 certaines de ces longes, et plus particulièrement celles en sangle cousue, semblent engendrer des forces de choc qui sont bien au-delà du seuil d'occurrence lésionnel.

Le seuil d'occurrence lésionnel est fixé à 600 daN, en se basant sur des études des traumatismes liés au parachutisme et à l'éjection des pilotes, initialement réalisées par les militaires.

Une autre possibilité consiste à utiliser des longes en corde avec terminaisons cousues en les reliant au harnais par un nœud en leur milieu. Bien que cette solution semble meilleure, particulièrement lorsque de la corde dynamique est utilisée, elle va à l'encontre des préconisations de certains fabricants.

Enfin, certains continuent à se constituer eux-mêmes des longes en utilisant de la corde dynamique (type EN 892) et en faisant trois nœuds, pratique très courante dans le milieu sportif (spéléologues et canyonistes). Cette pratique permet un ajustement très précis de la taille des longes à la morphologie de l'utilisateur.

Les résultats complets des tests sont téléchargeables sur le site web de l'EFS, dans la rubrique GET : http://efs.ffspeleo.fr/get/longes/longes.htm

Protocoles de test

Tous les nœuds ont été réalisés par la même personne, dans le respect des règles de l'art et sans aucun croisement de brins.

Les nœuds ont ensuite été pré serrés en traction lente à 300 daN. Cette valeur correspond à ce qui est encaissé par une longe lors de la progression un peu « brutale » d'une personne de 80 kg (voir tests réalisés par le Spéléo secours français en 1994 et 1996).

De plus, après plusieurs essais, nous avons pu constater que cette valeur de 300 daN donnait des nœuds qui se rapprochaient le plus des nœuds que nous pouvions trouver sur des longes en service.

Les longes ont ensuite été mesurées et marquées.

Nous avons ensuite testé les différentes longes dans trois situations.

En statique ou « en traction lente »

L'enregistreur mesure alors la crête de charge, c'est-à-dire la tension maximale obtenue avant rupture.

Il est à noter que les résistances des équipements testés se sont dans tous les cas avérées conformes avec les données fournies par les fabricants.

En dynamique *(en facteur de chute 1)*

Rappel : le facteur de chute correspond au rapport entre la hauteur de chute et la longueur de l'élément qui intercepte la chute (corde ou sangle).

Ce test correspond à la situation où l'utilisateur se trouve au niveau de l'amarrage ou de l'agrès auquel il est relié par sa longe. La hauteur de chute est donc égale à la longueur totale de la longe (connecteur inclus).

Nous avons mesuré la force choc subie par un utilisateur dans ce cas de figure.

La mise en place d'agrès pour se déplacer sous terre ou dans un canyon, lorsqu'elle est effectuée dans le respect des recommandations fédérales, n'expose pas le pratiquant à un facteur de chute supérieur à 1.

En dynamique *(en facteur de chute 2)*

Ce test correspond à la situation où le pratiquant se trouve au-dessus de l'amarrage ou de l'agrès auquel il est relié par une longe. La hauteur de chute est égale à deux fois la longueur totale de sa longe.

Cette situation, bien qu'exceptionnelle pour les pratiquants, peut parfois se présenter et constitue le plafond de sécurité auquel doit résister cet équipement. Nous l'avons donc testée dans le but de mesurer la force de choc subie par l'utilisateur lors d'une chute de ce type.

Confection des longes.

Marquage des longes pour identification.

Résultats

Dans les résultats, l'écart type indique la variation des valeurs autour de la moyenne de cette série de mesures.

Le nœud de demi pêcheur double

Ce nœud est de plus en plus utilisé dans le milieu de la spéléologie et n'est, à notre connaissance, pas encore nommé. Le nom qui correspondrait le mieux à ce nœud coulant serait le « demi-pêcheur double ». Il a le double avantage d'être compact et de serrer le mousqueton (sans qu'il soit nécessaire d'ajouter un accessoire), le maintenant ainsi dans la bonne position. Ce nœud, pour confectionner une longe ne figure, à notre connaissance, dans aucune publication. Il devenait donc important d'étudier son comportement aussi bien en dynamique qu'en traction lente.

Test en statique

Afin de valider l'utilisation du nœud de « demi-pêcheur double », nous avons souhaité tester sa réaction en traction lente. Pour cela nous l'avons associé au nœud de huit. C'est-à-dire que pour le test nous avons constitué une longe, avec d'un côté le nœud de huit et de l'autre ce nœud de « demi-pêcheur double ».

Tableau 1.

Type de corde	Rupture
Appolo II 11 mm	1778 daN
	1723 daN
CAMP 9 mm	1296 daN
	1335 daN
BEAL Ice Line 8,1 mm	945 daN
	980 daN

Lors de ces six tests, la rupture s'est produite dans le Nœud de huit. La résistance d'une longe (et de manière plus générale d'une corde) est donc meilleure avec ce Nœud de « demi-pêcheur double » qu'avec un Nœud en huit.

Test en dynamique *(mesure de la force choc en facteur 1)*

Nœud de huit – demi-pêcheur double : 18 tests ont été réalisés, avec des cordes dont les diamètres varient de 8,1 à 11 mm.

- Moyenne de ces 18 tests : 576 daN – variation relative : 5 %.

Queue de vache – demi-pêcheur double : les tests ont été réalisés de la même manière que la série précédente.

- Moyenne de ces 18 tests : 597 daN – variation relative 4 %.

Les valeurs de force choc obtenues sont tout à fait acceptables.

Cas du mauvais positionnement du mousqueton de longe

Il peut arriver que le nœud vienne se figer sous le doigt du mousqueton (photographie 1), et ce plus particulièrement chez les personnes qui ont en permanence leur poignée ou basic dans leur mousqueton de longe, et qui fixent leur pédale sur ce mousqueton.

Photographie 1

Un des objectifs des tests est de savoir si ce phénomène peut engendrer un problème lors d'une chute.

Nous avons donc procédé à une série de tests en facteur 1 pour lesquels, après pré-serrage à 300 daN, nous avons délibérément placé le nœud juste sous l'axe inférieur du doigt du mousqueton de longe.

Huit tests ont été réalisés dans cette configuration, avec des cordes de diamètre 8,1 à 11 mm.

- Moyenne de ces 8 tests : 570 daN – écart type : 2 %.

Les résultats sont quasiment identiques à ceux obtenus pour les tests avec le nœud bien positionné sur le mousqueton (570 daN de moyenne contre 576 daN). Mais ce qu'il est important de noter, c'est qu'à chaque fois le nœud, lors du choc, est venu reprendre sa place normale en bas du mousqueton.

Même configuration de test, mais en facteur 2 : onze tests ont été effectués, avec des longes de longueur identique réalisées avec des cordes de diamètre 8,1 à 11 mm.

- Moyenne de ces 11 tests : 765 daN – écart type : 5 %.

Comme pour les tests précédents, lors du choc, le nœud est venu chaque fois reprendre sa place normale en bas du mousqueton.

Les nœuds non pré-serrés

Pour les tests suivants, les nœuds de demi-pêcheur double n'ont absolument pas été pré-serrés, ni à la machine, ni même à la main.

Comme l'on pouvait s'y attendre les forces de chocs enregistrées sont inférieures à celles enregistrées pour les mêmes tests avec nœuds pré-serrés :

- 580 daN contre 655 soit – 11,5 % pour la 11 mm et ;
- 593 daN contre 685 soit – 13,5 % pour la 9 mm.

Mais ce qu'il est surtout intéressant de noter, c'est que le glissement du brin libre dans le nœud n'est pas significatif (entre 1 et 1,5 cm mesuré).

L'usage de ce nœud de « demi-pêcheur double » ne pose donc aucun problème pour confectionner les terminaisons des longes, côté mousqueton.

Préparation d'un test en facteur 1.

Comparaison des différentes terminaisons de longes (nœuds, coutures)

Afin de comparer uniquement les terminaisons des longes, nous avons établi les moyennes, pour chaque type de terminaison de longe, des résultats des tests sur les longes constituées avec de la corde dynamique de 11 mm de diamètre, (CAMP 11 mm, PETZL Jane et BEAL Appolo II), sauf bien sûr pour la longe Spélégyca qui est en sangle. Les résultats (force choc mesurée) sont classés du plus performant au moins performant pour des chutes de facteur 1 (photographie 2 et tableau 2).

Le classement par type de longes est assez simple puisque les quatre meilleurs résultats correspondent aux longes constituées uniquement avec des nœuds, les quatre suivants correspondent aux longes constituées par un nœud d'un côté et une couture de l'autre, l'avant dernier correspond aux longes entièrement manufacturées en corde (avec coutures de part et d'autre) et les moins bonnes performances sont à attribuer aux longes entièrement manufacturées en sangle.

Ces longes en sangles peuvent présenter un risque pour l'utilisateur : une chute en facteur 1 avec les deux longes reliées à l'amarrage a entraîné une force choc de pratiquement 1500 daN.

Photographie 2

Tableau 2.

Réalisée ou manufacturée	Nœud côté harnais Terminaison de la longe	Force choc
Réalisée	Nœud de Huit – Pêcheur	564 daN
Réalisée	Nœud de Huit – Nœud de Huit	575 daN
Réalisée	Nœud de Vache – Pêcheur	590 daN
Réalisée	Nœud de Vache – Nœud de Vache	644 daN
Semi-manufacturée	Couture – Pêcheur	652 daN
Semi-manufacturée	Couture – Cabestan	681 daN
Semi-manufacturée	Couture – Nœud de Huit	730 daN
Semi-manufacturée	Couture – Nœud de Vache	734 daN
Manufacturée	Couture – Couture	900 daN
Manufacturée	Longe Spélégyca en sangle (brin long)	1099 daN

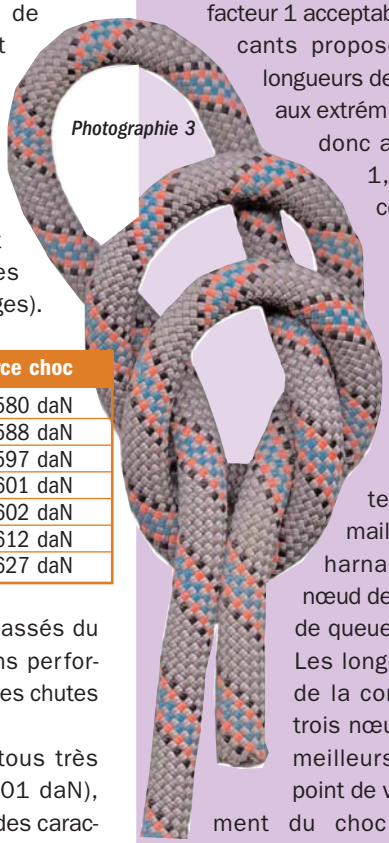
A noter : seules les longes constituées à l'aide de 3 nœuds permettent d'obtenir des valeurs en dessous de la barre des 600 daN (seuil lésionnel défini par les directives européennes).

Pour les tests en facteur 2, même si ce cas de figure n'est pas courant, nous avons obtenu les résultats suivants (force choc mesurée) :

- 786 daN de moyenne pour les longes constituées uniquement avec des nœuds ;
- 994 daN de moyenne pour les longes mixtes ;
- 1232 daN de moyenne pour les longes entièrement cousues.

Comparaison des différents modèles de cordes dynamiques utilisées pour confectionner des longes

Afin de comparer uniquement les types et diamètres de cordes nous avons fait ici les moyennes, pour chaque corde, des résultats des tests sur les longes de 60 cm constituées uniquement avec des nœuds (en prenant exactement les mêmes tests pour toutes ces longes).



Photographie 3

Tableau 3.

Type de corde	Force choc
BEAL Verdon II 9 mm	580 daN
BEAL Ice Line 8,1 mm	588 daN
BEAL Appolo II 11 mm	597 daN
CAMP 11 mm	601 daN
PETZL Jane 11 mm	602 daN
BEAL Flyer II 10,2 mm	612 daN
CAMP 9 mm	627 daN

Les résultats sont classés du plus performant au moins performant et uniquement pour les chutes de facteur 1.

Les résultats sont tous très proches (moyenne de 601 daN), alors que ces cordes ont des caractéristiques et des diamètres très différents.

Par contre, à l'usage, plus le diamètre de la corde est réduit, et plus le vieillissement, (usure de la longe) va être rapide, ce qui nous conduit à conseiller un diamètre minimum de 9 mm pour réaliser des longes, et leur remplacement régulier.

Conclusion

Les longes entièrement manufacturées, proposées à l'heure actuelle sur le marché, qu'elles soient simples ou doubles, symétriques ou dissymétriques, ne conviennent pas aux pratiques de la spéléologie, de la descente de canyon et des travaux sur cordes. Les longes constituées à base de sangles cousues, employées par certains spéléologues, peuvent en particulier constituer un danger. Les tests ont en effet montré que la force de choc en facteur 1 pouvait atteindre, dans certains cas, les 1500 daN, alors que le seuil d'occurrence lésionnel est à 600 daN.

Il est toutefois possible d'utiliser des produits manufacturés en les reliant au harnais par un nœud, ce dernier jouant un rôle d'amortisseur, rendant ainsi la force choc pour une chute de facteur 1 acceptable. Différents fabricants proposent en effet des longueurs de corde dynamique, aux extrémités cousues. Il est donc assez simple avec 1,5 m de corde de constituer une longe dissymétrique aux caractéristiques adaptées aussi bien à la spéléologie qu'aux travaux sur corde. La jonction peut se faire directement dans le maillon ou le pontet du harnais à l'aide d'un nœud de huit ou d'un nœud de queue de vache.

Les longes réalisées avec de la corde dynamique et trois nœuds obtiennent les meilleurs résultats d'un point de vue de l'amortissement du choc. L'influence du diamètre ou du modèle de corde sur cette force de choc n'est pas significative. De même, les résultats sont semblables que les nœuds soient bien ou mal réalisés, c'est-à-dire lorsque des croisements de corde sont observés, et qu'ils aient été préalablement serrés ou non. De plus, cette configuration permet d'adapter la longueur des longes à la morphologie du pratiquant. Côté harnais, comme pour les longes mixtes, les nœuds de huit ou de vache peuvent être choisis. Côté mousqueton, la terminaison peut être réalisée à l'aide d'un nœud de huit ou d'un nœud de vache, mais également d'un nœud de demi-pêcheur double. Ce nœud, de plus en plus utilisé par les spéléologues et qui a l'avantage de bloquer le mousqueton de longe en position, est en effet tout à fait sûr. C'est d'ailleurs le nœud qui obtient les meilleurs résultats aussi bien aux tests en traction lente qu'aux tests dynamiques (photographie 3).

Mesure du glissement du brin libre d'un nœud de longe.

Certains tests ont donné, lors de chutes de facteur 1, des forces de choc bien au-delà de ce que peut accepter le corps humain et, avec du matériel « normalement » usagé (moins de deux ans et visuellement en bon état), des ruptures de longe ont été observées dès le premier choc. D'où la nécessité d'un remplacement régulier des longes, au moins chaque année, et plus fréquemment en cas d'usure.

On peut enfin regretter que les derniers textes réglementaires et en particulier l'article R. 233-13-20 du Code du travail (ajouté par décret le 1er septembre 2004) ne s'appuient pas sur la force de choc et son seuil d'occurrence lésionnel de 600 daN. Ce dernier stipule que : « … la protection des travailleurs doit être assurée au moyen d'un système d'arrêt de chute approprié ne permettant pas une chute libre de plus d'un mètre ou limitant dans les mêmes conditions les effets d'une chute de plus grande hauteur. » ; hors les tests montrent qu'une chute de moins d'un mètre peut s'avérer mortelle (1476 daN pour 75 cm de chute sur un test).

Bibliographie

EFS, 1996 et 1999, *Manuel technique* EFS.
Marbach, Georges et Tourte, Bernard (2000) : *Techniques de la spéléo alpine.*