

Fédération québécoise de la montagne et de
l'escalade

Étude sur les longes utilisées en escalade

13 juin 2007

Conçu et rédigé par

André Laperrière, Conseiller en sécurité, **FQME**

Steve Castonguay, Candidat à la maîtrise en santé publique, **Université Laval**

Avec la collaboration de

Joëlle Morrissette M.Sc., Conseillère scientifique, **Les Cordages Barry Ltée.**

Eddy Szczerbinski, Bénévole, **FQME**

Michel Béal, Directeur général, **Beal Inc.**

Marianne Parent, Stagiaire, **FQME**

**Nous remercions tous nos commanditaires pour leur
appui pour leur participation à l'avancement de
l'escalade au Québec :**



Table des matières

1.0 Introduction	6
1.1 Longes traditionnellement utilisées au Québec	7
1.1.1 Sangle à boucles	8
1.1.2 Longe sur corde ou cordelette nouée	9
1.2 Positionnement de la longe	9
2.0 Matériels et méthodes	12
2.2 Essais statiques	12
2.2.1 Échantillons	12
2.2.2 Instrumentation	13
2.2.3 préparation et tests des échantillons	14
2.3 Essais dynamiques	16
2.3.1 Échantillons	16
2.3.2 Instrumentation	17
2.3.3 Préparation et tests des échantillons	17
2.3.4 Test de résistance après contrainte des sangles à boucles	19
2.4 Méthodes d'analyse des données	20
3.0 Résultats et analyses	21
4.0 Recommandations et conclusions	26
4.1 Consignes générales de sécurité	27
4.1.1 Positionnez-vous toujours en dessous de votre point d'ancrage, peu importe le type de longe utilisée.	27
4.1.2 Assurez-vous de toujours préserver votre intégrité physique, celle de la longe et de l'ancrage.	27
4.1.2.1 Amarrez-vous au relais à l'aide d'un mousqueton verrouillable.	28
4.1.3 Privilégier l'utilisation de longes dynamiques.	29
4.2 Longes de corde cousue	29
4.3 Longes de corde nouée	32
4.4 Longes de sangles cousues ou nouées	33
4.5 Entretien de la longe	35
Références	36

Mise en garde

L'escalade, les activités en hauteur et en milieu naturel comportent des risques pouvant causer des pertes matérielles ou autres, des blessures ou un décès. Pour votre sécurité, assurez-vous d'acquiescer les connaissances adéquates en suivant une formation dispensée par une personne qualifiée et de posséder de l'équipement de protection individuelle homologué par l'Union internationale des associations d'alpinisme (UIAA) ou le Comité européen de normalisation (CE). Toute aide ou tout conseil reçu ne vous dispense pas d'évaluer vous-même les risques auxquels vous pouvez être exposé. Vous êtes responsable de vos décisions et de vos actions, incluant l'utilisation d'équipements de protection individuelle.

Table des figures

Figure 1. Confection d'un cabestan	8
Figure 2. Le nœud papillon	8
Figure 3. Le nœud en huit	8
Figure 4. Sangles à boucles, de type marguerite et positionnement de la sangle à boucles lors d'une descente en rappel.	9
Figure 5. Résistance de la sangle à boucles selon son utilisation	9
Figure 6. Une longe nouée fixée au harnais	10
Figure 7. Suspension statique sur une longe fixée au relais	10
Figure 8. Positionnement de la longe et composantes en préparation à une descente en rappel	11
Figure 9. Mauvaise utilisation de la longe lorsque suspendu à un relais	11
Figure 10. Vue d'ensemble du banc d'essai	13
Figure 11. Détail du banc d'essai	13
Figure 12. Cellule Strainsense	14
Figure 13. Contrôle et enregistrement des graphiques	14
Figure 14. Préparation des échantillons de corde	15
Figure 15. Préparation des échantillons de longes de corde nouée	15
Figure 16. Préparation des échantillons de sangles cousues, de type <i>Rabbit runner</i> ®, en <i>Spectra</i> ®	16
Figure 17. Préparation des échantillons de sangles à boucles.	16
Figure 18. Cellule de charge dynamique	17
Figure 19. Lecteur IQ Plus 800	17
Figure 20. Préparation des échantillons pour le test dynamique.	18
Figure 21. Tête d'alouette	19
Figure 22. Sangle à boucles fixées par sa deuxième petite boucle.	19
Figure 23. Préparation des échantillons de sangles à boucles ayant subi des tests dynamiques à partir de la deuxième petite boucle.	19
Figure 24. État de la longe de cordelette nouée, après une, deux et trois chutes de facteur 2	24
Figure 25. Déchirures des petites boucles suite à des chutes de facteur 2.	25
Figure 26. Longe Dynaclip®	30
Figure 27. Longe Dynadoubleclip®	30
Figure 28. Longe Dynaconnexion®	31
Figure 29. Longe Jane®	31
Figure 30. Longe <i>No'mad</i> ®	31
Figure 31. Démonstration du prototype de longe amarrée au relais avant une descente en rappel.	32
Figure 32. Différents modèles de sangles cousues pour se suspendre et la confection de relais.	34

Table des tableaux

Tableau 1. Résultats de test statique	21
Tableau 2. Résultats de test dynamique pour les sangles cousues, les sangles à boucles et les longes nouées faits de cordelette statique.	22
Tableau 3. Résultats de test dynamique pour les longes nouées faits de corde dynamique.	23
Tableau 4. Résistance statique après contrainte de sangles à boucles avec 2 boucles de décousues, après une série de chute de facteur 2.	25
Tableau 5. Comparaison des différents modèles de longes de corde cousue	30

1.0 Introduction

Depuis plus d'une décennie, la diversification et la spécialisation des disciplines en escalade engendrent l'apparition de nouveaux équipements et techniques. Sans se limiter par le passé, la FQME demeure toujours ouverte à ces nouvelles méthodes. Comme pour toute pièce d'équipement, la FQME, en collaboration avec l'Union internationale des associations d'alpinisme (UIAA) et ses membres, cherchent activement à déterminer quelles techniques sont sécuritaires et sous quelles conditions (FQME, 2001; UIAA, 2001).

L'utilisation de la longe pour se suspendre¹ au relais, lors de la progression ou de la descente, a augmenté dans les dernières années, avec l'apparition de spécificités pour certaines disciplines, telle l'escalade sportive et traditionnelle. Ces longes se démarquent de celles qui sont utilisées en *Via ferrata*, devant absorber les forces engendrées par des facteurs de chutes² plus importants à l'aide de mécanisme d'absorption d'énergie par friction ou déchirement et répondant aux exigences de la norme UIAA 128 (basées sur la norme européenne EN 958) (AFNOR, 1997e; UIAA, 2004e).

La description de plusieurs configurations de longes a été fait dans certain ouvrage et a été inclus dans l'enseignement de l'escalade au Québec au début des années 2000 (Conche et Verdier, 2004). À partir de l'automne 2003, plusieurs préposés dans des boutiques spécialisées en équipement d'escalade au Québec ont émis des questions et des réserves, auprès des experts de la FQME, par rapport à la vente de cordes, cordelettes et d'autres pièces d'équipement pour la confection de longe. Une diversité d'informations et un manque de précision engendraient une panoplie de longes confectionnées à partir de cordes et cordelettes de diamètres variables. Les informations disponibles et transmises entre les grimpeurs se concentraient principalement sur le diamètre et non sur le type de corde utilisée tel que : (corde à simple, corde à double, corde jumelle, cordelette, sangle), bien que ces dernières soient destinées à des usages différents et respectent des normes différentes (AFNOR, 1997a; AFNOR, 1997b; AFNOR, 1997c; AFNOR, 1997d; AFNOR, 2002; UIAA, 2004a; UIAA, 2004b; UIAA, 2004c; UIAA, 2004d). Les préposés dans les

¹ Le terme *suspendre* désigne tout amarrage à un point d'ancrage à l'aide d'une longe, les termes *vacher* et *longer* sont synonymes.

² Le terme *facteur de chute* désigne le ratio de la distance de chute, sur la longueur d'équipement de protection individuel, notamment une corde ou une sangle, déployée pour en absorber l'impact. Une chute de facteur 2 sur une longe, sera donc deux fois la hauteur de cette dernière.

boutiques spécialisées désiraient obtenir davantage de renseignements sur cette nouvelle tendance, sur les configurations correctes et sur l'utilisation sécuritaire des longes, afin de mieux informer leurs clients.

Fondamentalement, la FQME considère que la longe est un accessoire polyvalent qui peut augmenter la sécurité des pratiquants, lorsque l'on en connaît les limites d'utilisation. Elle est particulièrement utile pour les rappels multiples en grande paroi. Bien que l'utilisation de la longe faite de corde soit relativement nouvelle en escalade. Elle est depuis des années très répandue dans des activités connexes. En spéléologie, le matériel à utiliser et les limites d'utilisations de celui-ci était clairement identifié et documenté (Petzl, 2004c; EFS, 2006; Cadieux, 2006). Une littérature spécifique à l'escalade semblait incomplète. L'objectif de cette étude vise donc à limiter les spéculations et d'assurer la sécurité des grimpeurs. La FQME a entrepris cette étude avant de recommander diverses configurations de longes, afin de mieux comprendre leur comportement et ainsi pouvoir faire des recommandations plus complètes. Des tests ont été effectués en novembre 2003, et une présentation des résultats a été rendue publique durant l'assemblée générale des membres en septembre 2004, en plus d'une distribution du document de présentation dans plusieurs boutiques. La présente étude se démarque par une analyse statistique descriptive et approfondie, l'émission de recommandations et le développement d'un prototype de longe de cordes cousues.

Les tests, dans le cadre de cette étude, ont été réalisés afin de caractériser la force de rupture et la localisation du bris selon les différents types de sangles et cordages mis en tension. Par l'analyse des données, nous espérons réduire le potentiel d'accident créé par le manque d'information sur une technique encore très peu documentée.

1.1 Longes traditionnellement utilisées au Québec

À l'origine, les grimpeurs utilisaient la corde sur laquelle ils étaient encordés et réalisaient un nœud pour se suspendre au relais. Cette technique qui est toujours aussi valable aujourd'hui ne nécessite aucun matériel spécialisé. Il suffit d'utiliser un nœud cabestan (**figure 1**) ou un papillon (**figure 2**), qui sont ajustables; ou le nœud en huit (**figure 3**) qui est particulièrement résistant.

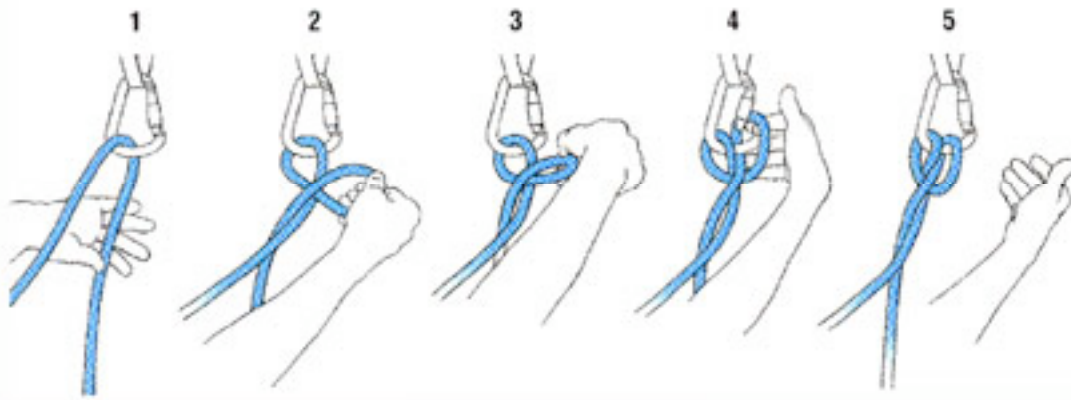


Figure 1. confection d'un cabestan

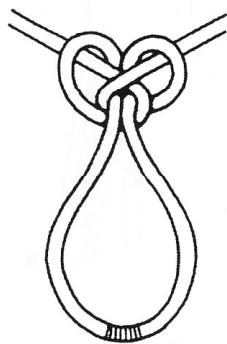


Figure 2. le nœud papillon



Figure 3. le nœud en huit

La situation diffère pour la descente en rappel, où le grimpeur n'est plus encordé directement avec la corde et doit donc s'auto-assurer autrement. Des longes fabriquées à partir d'un bout de corde, ainsi que des sangles cousues ou à boucles, sont utilisés pour se suspendre lors de la manœuvre de rappel. Ils sont tous reliés au relais par un mousqueton verrouillable. Ces longes remplacent souvent l'utilisation des nœuds ci haut mentionnés.

1.1.1 Sangle à boucles

Les sangles à boucles (**figure 4a**) connues aussi sous le nom *marguerite* ou son appellation anglaise de *Daisy Chain*, sont confectionnées à partir d'anneaux de sangle cousue, comprenant deux grandes boucles aux extrémités et plusieurs petites boucles intermédiaires dans la partie centrale, formées par des coutures supplémentaires. Le label de sécurité internationale UIAA 104 et la norme européenne EN 566 fixe les exigences, les méthodes d'essai, le marquage, la

notice d'information du fabricant et l'emballage des sangles cousues, simple ou à boucles, fabriquées et vendues sur le territoire européen. Cependant, ces dernières se limitent principalement à exiger une résistance de 22 kN lorsque la sangle à boucle est chargée statiquement aux deux extrémités uniquement. Aucune exigence n'est indiquée pour la résistance des boucles intermédiaires.

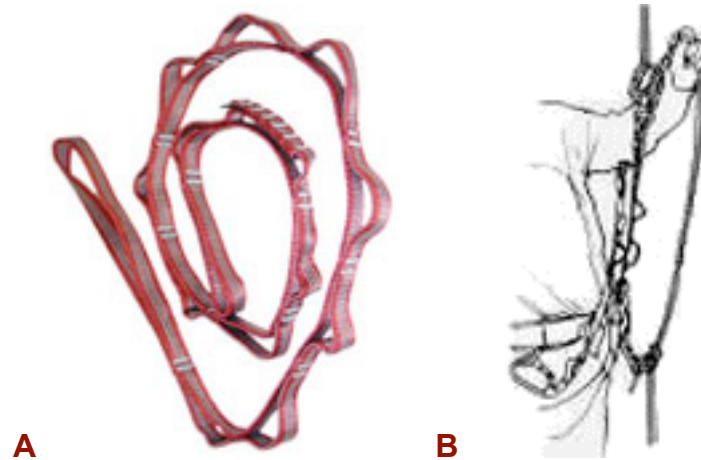


Figure 4. A) Sangle à boucles B) positionnement de la sangle à boucles lors d'une descente en rappel.



Figure 5. Résistance de la sangle à boucles selon son utilisation

A) Si une sangle à boucle normée UIAA est fixée à chacune de ses extrémités, elle aura une résistance de 22 kN;

B) Selon les indications du manufacturier, les boucles intermédiaires résistent à des charges de 3kN à 4kN, selon le matériel et la méthode de fabrication.

C) MISE EN GARDE

Il y a danger de chute mortel lorsque le mousqueton verrouillable est passé dans deux œillets. En cas de chute, la couture peut céder et provoquer la chute du grimpeur.

1.1.2 Longe sur corde ou cordelette nouée



Figure 6. Une longe nouée (fait d'un brin de corde à simple avec un nœud papillon au milieu) fixée au harnais

Ce type de longe est aussi utilisé pour assurer le grimpeur lors de manœuvres en montagne et tend à remplacer la sangle cousue et la sangle à boucles considérées trop statiques. Cette longe se fixe directement sur les sangles d'encordement du baudrier avec un nœud de huit bien serré. À l'autre extrémité, un nœud en huit dans lequel un mousqueton à verrouillage est fixé pour s'auto assurer au relais. Le nœud papillon a pour objet de permettre l'installation de l'équipement de rappel tout en demeurant suspendu. L'avantage du nœud papillon est qu'il retient la même résistance peu importe lequel des brins est mis sous charge, à partir de la boucle (Cox et Fulsaa, 2003).

1.2 Positionnement de la longe

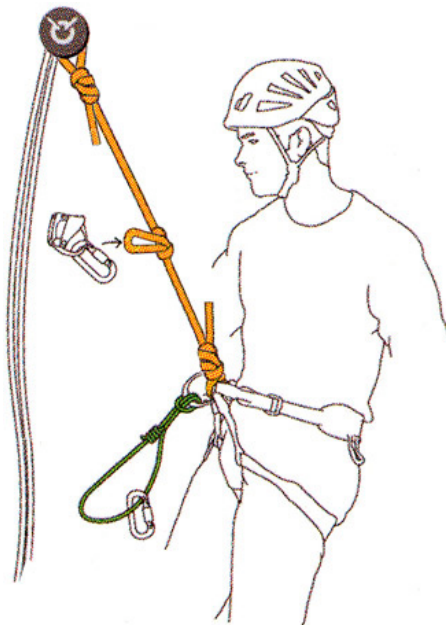


Figure 7. Suspension statique sur une longe fixée au relais (Mousqueton verrouillable non illustré)

La longe, normalement d'une longueur comprise entre 50 et 150 centimètres, est utilisée pour s'auto-assurer au relais (**figure 7**) ou pour préparer une descente en rappel (**figure 8**). Constituée d'une sangle cousue, d'une sangle à boucles ou d'un brin de corde, elle se fixe au relais et au baudrier à l'aide de nœuds d'encordement, de têtes d'alouette et des mousquetons verrouillables.

Si vous utilisez une sangle cousue ou une sangle à boucles, confectionnez une tête d'alouette sur le pontet d'assurage ou les points d'encordement, selon les recommandations du fabricant (Petzl, 2007; Kong-Bonatti, 2004)

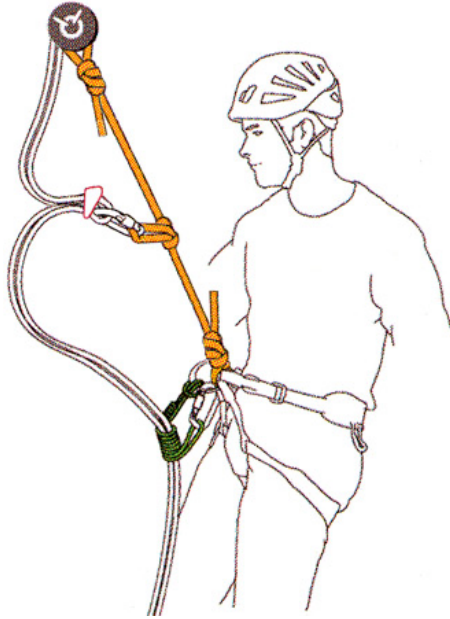


Figure 8. Positionnement de la longe et composants en préparation à une descente en rappel (Mousqueton verrouillable non illustré)

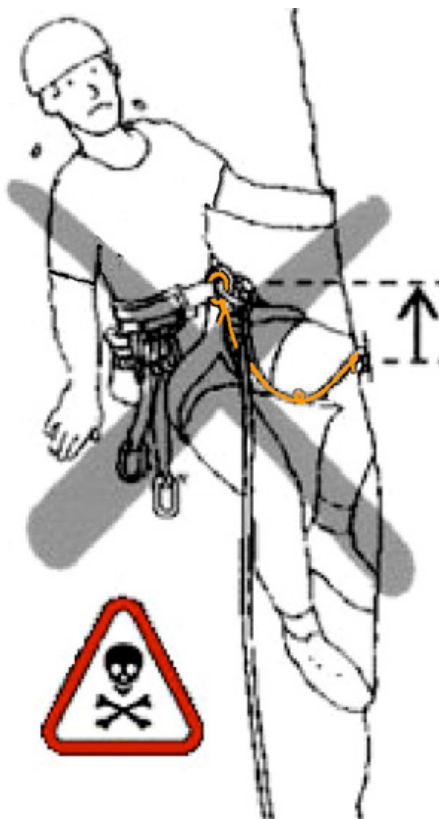


Figure 9. Mauvaise utilisation de la longe lorsque suspendu à un relais (Facteur de chute supérieur à 1)

Plusieurs facteurs humains, tel le comportement, contribuent à l'avènement d'accidents. Il devient donc impératif d'acquérir l'habitude de ne jamais dépasser son point d'ancrage ou de ne jamais se positionner pour une chute de facteur supérieur à 1 en étant amarré uniquement par sa longe (**figure 9**) (McMillan, 2000). Bien que cette information devrait faire partie des formations et être mieux connue des grimpeurs, il est encore fréquent d'observer des gens se positionner au-dessus de leurs ancrages, consciemment ou non. Face à cette réalité, la FQME s'est demandé s'il était possible d'identifier des facteurs techniques, tels des équipements et des types de longes, qui pourraient résister à de tels efforts, afin de pallier les erreurs et limites des facteurs humains (Goulet, 2000).

2.0 Matériel et méthodes

Tous les tests décrits ci-dessous ont été conduits et préparés par André Laperrière, conseiller en sécurité à la FQME.

Tous les échantillons ont été préparés et mis à l'essai en octobre et novembre 2003. Les essais ont été photographiés et filmés par André Laperrière et les montages de ces essais sont également disponibles. Tous les échantillons, les photos et ce document sont disponibles à la Fédération québécoise de la montagne et de l'escalade (FQME) et peuvent être visionnés à certaines conditions. Aucune manipulation des échantillons ne devra être faite sans la présence de la direction de la FQME afin de préserver l'état original des échantillons testés.

2.2 Essais statiques

2.2.1 Échantillons

Tous les échantillons ont été exposés à une humidité relative d'un maximum de 53% et d'une température de 26.4 degrés Celsius.

Spécifiquement, les échantillons étaient:

1. Corde dynamique 9 mm *Edelrid® Dry (1/2)* sur bollard (60 cm) et en longe de 80 cm.
2. Corde dynamique 8 mm *Béal® Rando* sur bollard (60 cm) et en longe de 80 cm.
3. Corde dynamique 8 mm *Mammut® Phoenix (1/2)* sur bollard (60 cm) et en longe de 80 cm.
4. Corde statique 8 mm *Mammut® 1500 kg* sur bollard (60 cm) et en longe de 80 cm.
5. Corde statique 8 mm *Lannex® 12.8 kN* sur bollard (60 cm) et en longe de 80 cm.
6. Sangle *Spectra® Rabbit runner® Metolius 5000 lb (22 kN)* en longe de 80 cm.
7. Sangle à boucles *Spectra® On Sight®* en longe de 80 cm.
8. Sangle à boucles nylon *On Sight®* en longe de 80 cm.

2.2.2 Instrumentation



Le banc d'essai A.D.M. #1 (**figure 10**) à une capacité de 20 000 LbF, soit 88,9 kN, une distance entre les bollards de 3 mètres, une distance de parcours de la tête de 1 mètre, ainsi qu'une vitesse de parcours normalisée.

Le calibrage a été effectué en septembre 2003 par une firme spécialisée (J.G. Lab Matériel). L'étalonnage est à $\pm 1\%$ d'erreur selon la norme ASTM E4 et peut être retracé sur la cellule Strainsense #890508 A Hi-Lo de National Standard Lab, Washington, D.C., E.U.

Figure 10. Vue d'ensemble du banc d'essai

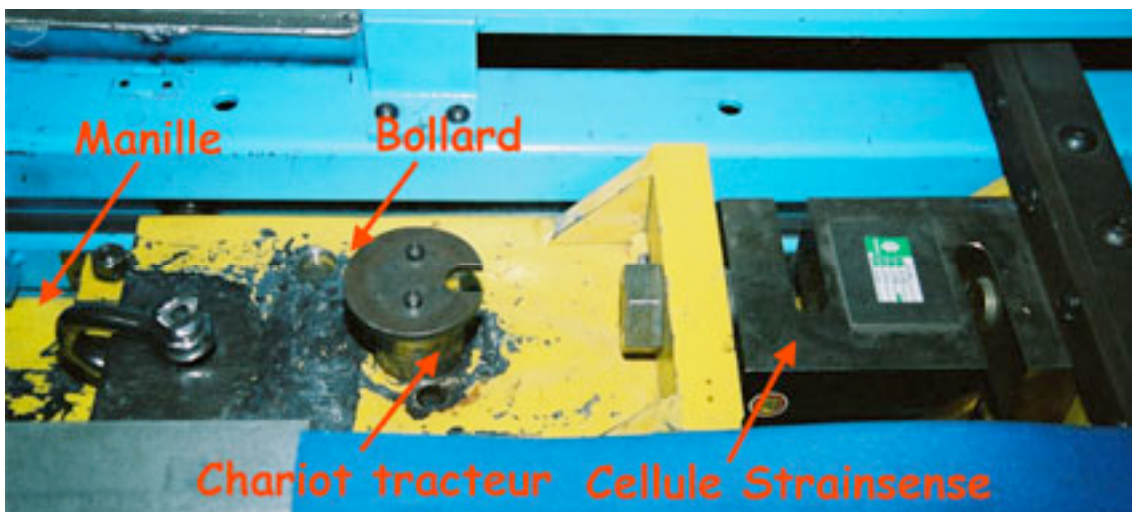


Figure 11. Détail du banc d'essai

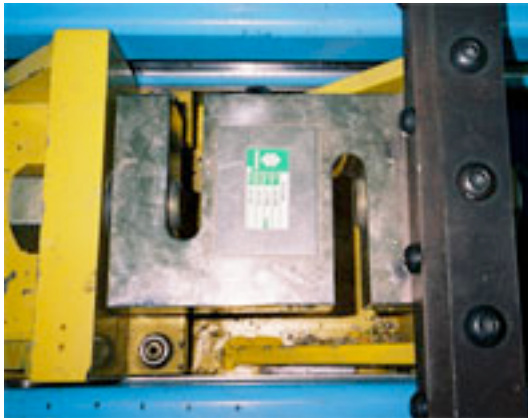


Figure 12. Cellule Strainsense

Le déplacement et la charge de tension sont enregistrés de façon temporaire sur un lecteur digital et de façon permanente sur un papier graphique dénotant la courbe élongation/tension (figure 13).



Figure 13. Contrôle et enregistrement des graphiques

2.2.3 Préparation et tests des échantillons

Un total de 43 essais statiques a été réalisés sur des échantillons neufs. Afin de procéder au test de traction statique, l'échantillon a été mis en tension en augmentant la distance entre les bollards ou manilles du banc d'essai jusqu'au point de rupture. La vitesse de parcours de la partie mobile du banc d'essai c'est situé entre 75-100 mm/minute, selon les ruptures et autres comportements des échantillons, sous l'application d'une force appliquée constante entre chaque échantillon.



Figure 14. Préparation des échantillons de corde

Trois tests sur bollards ont été effectués sur chaque type de corde sans nœud. Les échantillons de corde ont été fixés sans nœud, de façon sécuritaires, à chaque extrémité du banc d'essai en les enroulant autour d'un bollard, en s'assurant qu'il n'y ait aucune torsion (**figure 14**), et en les bloquant par une plaque d'acier retenue par deux boulons sur le dessus de cette dernière. La corde est ensuite dirigée en diagonale vers le deuxième bollard, la corde est enroulée et fixée comme le premier.

Les sangles à boucles et longes de corde ont été fixées de façon sécuritaire, à chaque extrémité sur les manilles du banc d'essai en s'assurant qu'il n'y aurait aucune torsion.

Trois tests sur manilles ont été effectués sur chaque type de sangles cousues et sangles à boucles afin de vérifier les données de résistance du fabricant et établir une moyenne de rupture. Les longes de corde nouées étaient fixées aux manilles par leurs nœuds en huit à chaque extrémité et ils avaient un nœud papillon en leur centre (**figure 15**).



Figure 15. Préparation des échantillons de longes de corde nouée

Trois autres tests ont été effectués sur les sangles (*Rabbit runner*®), qui ont été testées en les fixant par les boucles cousues à leurs extrémités, avec un nœud

papillon confectionné au centre (**figure 16**). Un maillon rapide fût placé dans le nœud papillon afin d'empêcher son glissement.

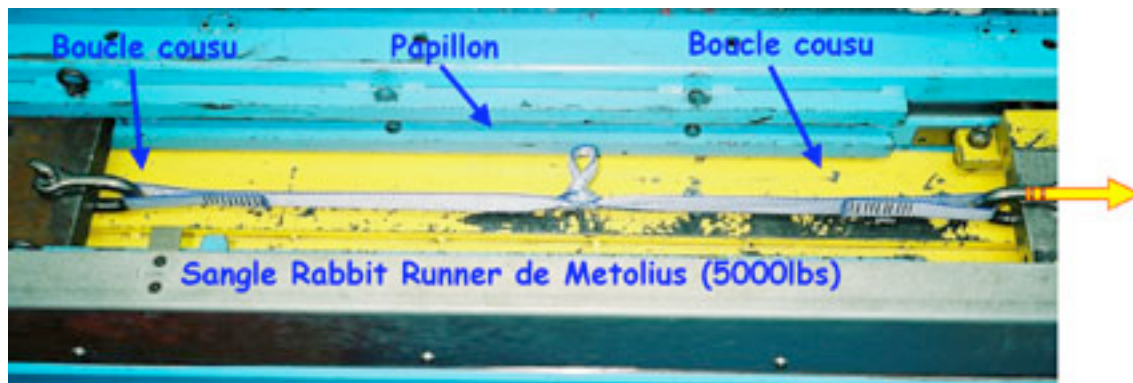


Figure 16. Préparation des échantillons de sangles cousues, de type *Rabbit runner*®, en *Spectra*®

Les sangles à boucles ont été testées en les fixant par les boucles cousues à leurs extrémités (**figure 17**).



Figure 17. Préparation des échantillons de sangles à boucles.

2.3 Essais dynamiques

2.3.1 Échantillons testés

1. Corde dynamique 9 mm *Edelrid*® *Dry* en longue nouée de 80 cm.
2. Corde dynamique 8 mm *Beal*® *Rando* en longue nouée de 80 cm.
3. Corde dynamique 8 mm *Mammut*® 1/2 en longue nouée de 80 cm.
4. Corde statique 8 mm *Mammut*® 1500kg en longue nouée de 80 cm.
5. Corde statique 8 mm *Lannex*® 12.8kN en longue nouée de 80 cm.
6. Sangle *Spectra*® *Metolius*® *Rabbit runner* 5000lb. en longue nouée de 80 cm.
7. Sangle à boucles en *Spectra*® *On Sight*® 80 cm.
8. Sangle à boucles en nylon *On Sight*® 80 cm.

2.3.2 Instrumentation

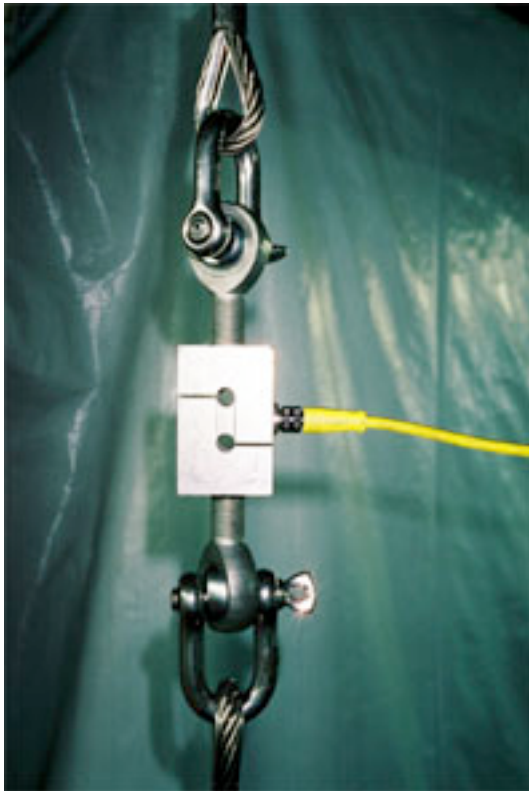


Figure 18. Cellule de charge dynamique

La force appliquée (charge dynamique) est enregistrée de façon temporaire sur le lecteur numérique et la force maximale est gardée en mémoire sur le lecteur.

La cellule de charge dynamique de *Transducer Technologie Load Cell*, modèle HSW-10K, numéro de série # 14691 (**figure 18**), est relié au lecteur IQ Plus 800, modèle A20990 (**figure 19**).

Le calibrage a été effectué en septembre 2003 par une firme spécialisée (J.G. Lab. Matériel). L'étalonnage est à $\pm 1\%$ d'erreur selon la norme ASTM E4 et peut être retracé sur la cellule Strainsense # 890508A Hi-Lo de National Standard Lab, Washington, DC, E.U.



Figure 19. lecteur IQ Plus 800

2.3.3 Préparation et tests des échantillons

119 essais dynamiques furent réalisés. Les tests de chutes dynamiques ont été effectués sur chaque échantillon neuf, jusqu'à sa rupture. Afin de procéder au test dynamique, l'échantillon a été mis en position pour retenir un sac contenant une charge de 80 kilos, similaires aux méthodologies de tests de l'UIAA pour des cordes à simple, mais effectuant une chute de facteur 2 et non de 1,77, suite à l'activation d'un déclencheur mécanique. À ce moment, la charge tombe et

s'arrête violemment, retenue par l'échantillon. Les variations de forces transmises étaient captées sur le lecteur de mesure qui enregistrerait toutes les variations et enregistrerait la charge maximale pour chaque essai (**figure 20**).

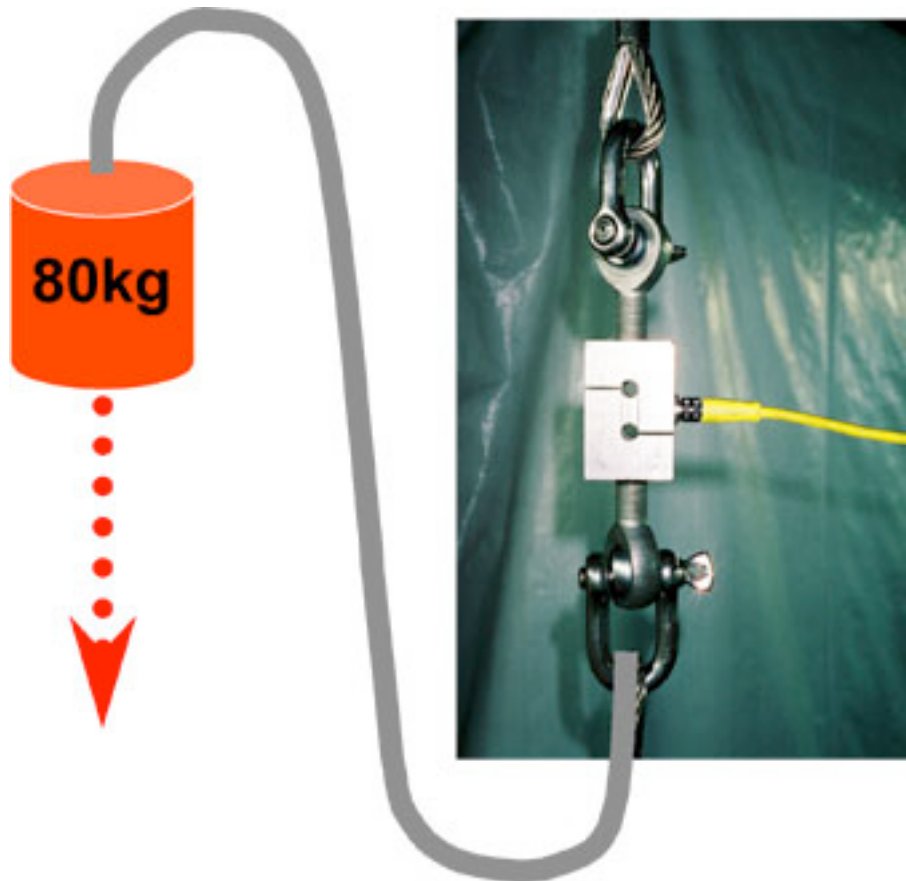


Figure 20. Préparation des échantillons pour le test dynamique.

1 à 11 tests de chutes consécutives ont été effectués pour chaque type de cordes ou sangles cousues, pour lesquels il y avait de 1 à 8 échantillons. Les longes de corde nouée étaient fixées à la manille de la cellule de charge dynamique et la charge de 80 kg, par leurs nœuds en huit, situés à chaque extrémité. Un nœud papillon était confectionné en leur centre, comme l'on observe sur le terrain, mais ne supportait aucune charge par la boucle.

Les sangles en *Spectra*®, de type *Rabbit runner*®, étaient fixées par ses boucles d'extrémité, l'une fixée par une tête d'alouette à la manille de la cellule de charge dynamique et l'autre directement fixée à la charge de 80 kg. Un nœud papillon était confectionné en leur centre, mais ne supportait aucune charge par la boucle, bien qu'un maillon rapide fût placé dans la boucle, afin d'empêcher tout glissement.

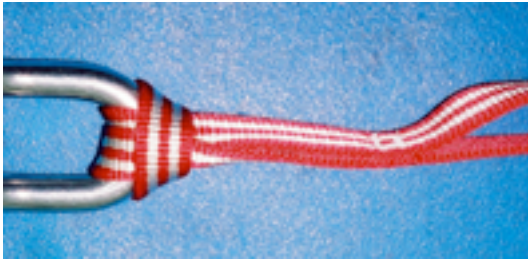


Figure 21. Tête d'alouette

Les sangles à boucles en Spectra® étaient fixées en tête d'alouette à la manille (**figure 21**) de la cellule de charge dynamique et la charge de 80 kg, par leurs boucles cousues, situées à chaque extrémité.

2.3.4 Test de résistance après contrainte des sangles à boucles



Figure 22. Sangle à boucles fixée par sa deuxième boucle intermédiaire.

Certains tests dynamiques ont été effectués en fixant des sangles à boucles par une tête d'alouette à la manille de la cellule de charge dynamique et par leur deuxième boucle intermédiaire (**figure 22**) à la charge de 80 kg.

Lorsque les coutures des boucles étaient décousues, les sangles à boucles ont été fixées au banc d'essai statique, par une tête d'alouette à l'extrémité intacte et directement à l'extrémité des boucles décousues (**figure 23**). La résistance après contrainte était par la suite déterminée par traction statique jusqu'au point de rupture de la sangle à boucles.



Figure 23. Préparation des échantillons de sangles à boucles, ayant préalablement subi des tests dynamiques à partir de la deuxième petite boucle.

2.4 Méthodes d'analyse des données

Les cellules de charge statique et dynamique enregistraient les charges en livres force (LbF). Ces données ont ensuite été converties en kilo newton (225LbF = 1kN).

Une moyenne des résistances et forces transmises a été déterminée et les écarts types (S) à la moyenne ont été calculés pour chaque groupe d'échantillons, afin d'estimer la dispersion des échantillons autour de la moyenne (N).

Considérant le faible nombre de valeurs, cette indication est purement statistique, mais donne une indication relative de la consistance des résultats pour un même type d'échantillon, qu'il soit fait de cordes ou de sangles cousues.

3.0 Résultats et analyses

Afin d'être considéré comme un résultat valable, une rupture de l'échantillon pouvait s'effectuer à tout endroit sur ce dernier (**figure 24A**).

Tableau 1. Résultats de test statique

Ø (mm)	Échantillon	Préparation de l'échantillon	Longueur (cm)	Résist. (kN)	S (kN)	N
Cordes dynamiques						
9	<i>Edelrid® Dry (1/2)</i>	Corde sur bollard	60	14,95	0,70	3
		Longe nouée sur manille	80	11,83	0,92	3
8	<i>Béal® Rando</i>	Corde sur bollard	60	10,95	0,36	3
		Longe nouée sur manille	80	7,20	0,40	3
8	<i>Mammut® Phoenix (1/2)</i>	Corde sur bollard	60	12,69	1,00	3
		Longe nouée sur manille	80	9,55	0,04	3
Cordelettes et sangles statiques						
8	<i>Mammut® 1500 kg</i>	Corde sur bollard	60	16,07	0,24	3
		Longe nouée sur manille	80	10,49	0,62	3
8	<i>Lannex® 12.8 kN</i>	Corde sur bollard	60	16,43	1,55	3
		Longe nouée sur manille	80	11,07	0,71	3
N/A	<i>Metolius® Rabbit runner 5000 lb</i>	Sangle cousue sur manille (nœud papillon au milieu)	80	13,44	7,06	3
N/A	Sangle à boucles spectra <i>On Sight®</i>	Sangles à boucles sur manille aux extrémités	80	21,86	0,69	3
N/A	Sangle à boucles nylon <i>On Sight®</i>	Sangles à boucles sur manille aux extrémités	80	21,56	4,33	3

Le résultat des tests de résistances statiques effectués sur les cordelettes et sangles statiques, non nouées, corrobore ou dépasse les indications de résistance des manufacturiers, pour les échantillons de cordelettes *Mammut®* et *Lannex®*, ainsi que les sangles à boucle *On Sight®* (Tendon, 2006).

La résistance des cordes dynamiques est proportionnelle à leur diamètre et les cordes à double étaient de 26% à 48% plus résistante que la corde de randonnée, selon la préparation de l'échantillon. Il faut noter que la corde de randonnée de *Beal®* suit les normes pour les cordes jumelles et l'on en interdit l'usage à brin simple en escalade, alpinisme ou toutes autres situations où l'assurage nécessite un relais (Beal, 2006). Quant aux cordelettes statiques (2 modèles), elles étaient 29% à 37% plus résistants, selon la préparation des échantillons, que les cordes dynamiques (2 modèles) de diamètre égal.

La résistance résiduelle³ des longes confectionnées en cordes nouées est de 71% en moyenne. Ce résultat est consistant avec d'autres tests situant la résistance résiduelle des cordes, comportant des nœuds en huit, entre 75% et 55% (Cox et Fulsaa, 2003; ADSSM Haute-Savoie 2002). Quant à la sangle cousue *Rabbit runner*, la confection d'un nœud papillon en son centre diminue la résistance de la sangle de 40%.

Les plus grandes variations de résultats entre les échantillons étaient pour les sangles de nylon cousues *Metolius®* et *On Sight®*. Il faut noter que ces fabricants effectuent des tests de qualité interne et sans l'homologation de la méthodologie du Comité européen de normalisation (EN).

Tableau 2. Résultats de tests dynamiques pour les sangles cousues, les sangles à boucles et longes nouées faites de cordelette statique.

# Chutes de facteur 2	Force de choc (kN)	S (kN)	N	Caractéristiques du test
<i>Mammut®</i> 1500 kg (Ø : 8 mm)			Longe nouée de 80 cm (nouée au milieu)	
Chute 1	6,27	0,44	3	
Chute 2	7,66	0,16	3	
Chute 3	8,04	0,38	3	
Chute 4	7,91	0,43	3	Rupture complète de 1 éch.
Chute 5	6,99	2,08	2	Rupture complète de 1 éch.
<i>Lannex®</i> 12.8 kN (Ø : 8 mm)			Longe nouée de 80 cm (nouée au milieu)	
Chute 1	5,95	0,13	4	Rupture de la gaine de 2 éch.
Chute 2	6,66	1,47	4	Rupture de la gaine de 1 éch. Rupture complète de 2 éch.
Chute 3	7,73	0,25	2	
Chute 4	7,69	0,04	2	Rupture partielle de l'âme de 1 éch.
Chute 5	5,50	0,35	2	Rupture complète de 1 éch.
<i>Metolius® Rabbit runner</i> 5000 lb			Sangle cousue de 80 cm (nouée au milieu)	
Chute 1	4,76	N/A	1	Rupture de la sangle
Sangle à boucles <i>Spectra® On Sight®</i>			80 cm de longueur	
Chute 1	8,74	0,11	2	
Chute 2	8,27	0,41	2	
Chute 3	8,54	0,34	2	
Sangle à boucles nylon <i>On Sight®</i>			80 cm de longueur	
Chute 1	6,53	0,77	2	
Chute 2	7,58	0,08	2	
Chute 3	7,81	0,31	2	

³ Le terme *résistance résiduelle* désigne la variation de la résistance mécanique à la rupture de la corde testée sur bollard par rapport à sa forme modifiée, confectionnée avec des nœuds testés sur manille, et testée selon les mêmes conditions expérimentales.

Tableau 3. Résultats de tests dynamiques pour les longes nouées faites de corde dynamique.

# Chutes de facteur 2	Force de choc (kN)	S (kN)	N	Caractéristiques du test
<i>Edelrid® Dry (1/2) (Ø : 9 mm)</i>			Longe nouée de 80 cm (nouée au milieu)	
Chute 1	4,81	0,10	3	
Chute 2	6,50	0,22	3	
Chute 3	7,17	0,31	3	
Chute 4	7,81	0,13	3	
Chute 5	7,96	0,11	3	Rupture de la gaine de 1 éch.
<i>Béal® Rando (Ø : 8 mm)</i>			Longe nouée de 80 cm (nouée au milieu)	
Chute 1	4,11	0,33	4	Rupture de la gaine de 1 éch.
Chute 2	4,09	0,90	4	Déformation du nœud papillon de 1 éch. Rupture complète de 4 éch.
<i>Mammut® Phoenix (1/2) (Ø : 8 mm)</i>			Longe nouée de 80 cm (nouée au milieu)	
Chute 1	5,31	0,48	8	
Chute 2	5,62	1,33	8	Rupture complète de 7 éch.
Chute 3	4,59	N/A	1	Rupture complète de 1 éch.

Les longes utilisées en escalade sont régulièrement employées sans la redondance d'une autre sangle ou corde. Par conséquent, nous comparons nos résultats à la norme UIAA 101 pour les cordes à simple et la norme européenne EN 354 pour les longes de protection individuelle contre les chutes de hauteur (UIAA, 2004; AFNOR, 2002). Conformément à la norme UIAA 101, la force transmise par une corde à simple lors de la première chute d'une charge de 80 kN ne devrait pas être supérieure à 12 kN. En transposant le scénario représenté par cette norme aux tests effectués dans cette étude, nous observons que les longes testées ne transmettent pas plus de 9 kN, loin du seuil de tolérance de la norme. Par contre, aux mêmes forces, 3 modèles (*Beal® Rando*, *Lannex® 12.8 kN* et *Metolius® Rabbit runner 5000lb*) ont subi des ruptures partielles ou complètes lors de la première chute, apportant un questionnement important discuté plus loin dans l'étude.

D'autres études démontrent que les forces transmises lors de chute de facteur 2, par des anneaux de sangles cousues en polyéthylène haute performance (*Dyneema®*, *Spectra®*), sont supérieures à 14 kN (Résultats non présentés; Millet et ENSA, 2003; Beal, 2006b). Alors que les anneaux de nylon transmettent approximativement 11 kN, pour le même facteur de chute (Beal, 2006b).

La force transmise était 30 % plus grand pour la cordelette statique par rapport aux cordes dynamiques de même diamètre. La force transmise était aussi plus importante de 11 % pour la corde dynamique de 9 mm de diamètre, versus la

corde dynamique de 8 mm de diamètre. Quant aux sangles à boucles *On Sight®*, ces dernières transmettaient 65 % plus de force de choc comparativement à la corde dynamique de 8 mm de diamètre et 46 % de plus que la corde dynamique de 9 mm.

La force transmise lors d'une deuxième chute successive peut augmenter jusqu'à 28 %, avec une augmentation moyenne de 14 %. La variation des forces transmises lors des troisièmes, quatrièmes et cinquièmes chutes sont très importantes, passant d'une augmentation de 22 % jusqu'à une diminution de 28%, dans certains cas. Chaque chute comportant des ruptures de gaines absorbe une part d'énergie, réduisant la force transmise, mais rendant la longe non sécuritaire et inutilisable en situation réelle advenant des chutes ou impacts subséquents.

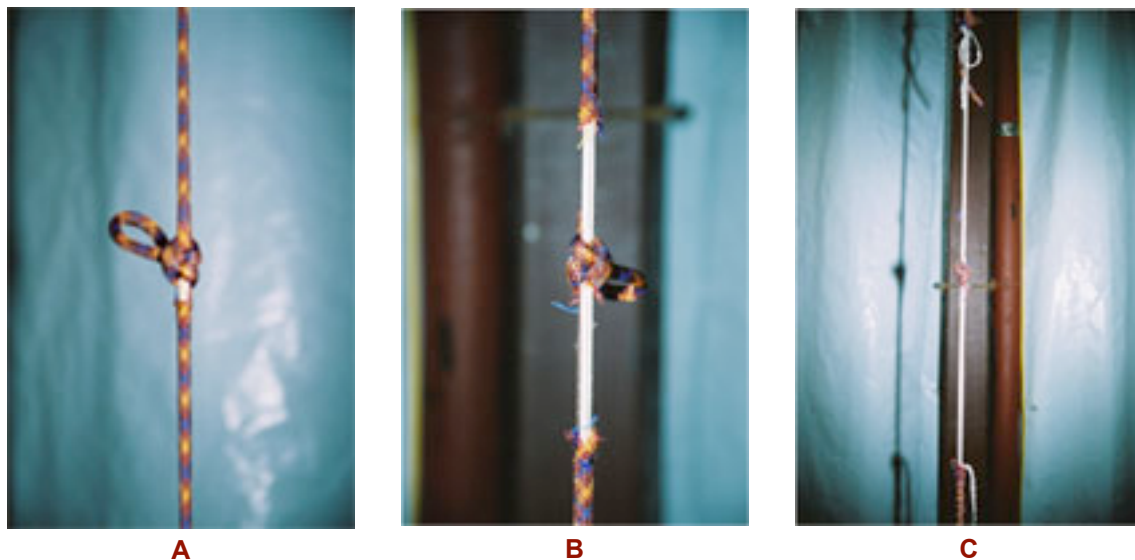


Figure 24. Représentation de l'état de la longe de cordelette nouée *Lannex®* (statique) Ø : 8 mm 12,5kN, **A)** après une chute de facteur 2 **B)** après deux chute de facteur 2 et **C)** après 3 ou 4 chute de facteur 2 (sinon rupture complète – *non illustrée*).

Bien que très variables, tous les modèles de cordes et cordelettes ont connu des ruptures complètes d'échantillons à l'intérieur des 5 chutes prescrites dans la norme UIAA 101 pour les cordes à simple. Deux modèles (*Beal® Rando*, *Mammut® Phoenix* et *Lannex®* 12.8 kN) ont présenté des ruptures complètes dès la deuxième chute. Notamment, les tests réalisés avec cordes à double *Phoenix®* de *Mammut®* ont présenté une rupture complète de 7 des 8 échantillons, lors de la deuxième chute. Des tests supplémentaires avec cette corde ont été réalisés sans nœud papillon au centre des longes nouées. Ces

échantillons ont aussi subi des ruptures complètes lors de la deuxième chute (Résultats non présentés).

Dans tous les tests, les ruptures de la gaine et les ruptures complètes étaient initiées à partir du nœud papillon au centre de la longe, lorsque celui-ci était présent.

Bien qu'elles transmettent une plus grande force de choc, aucun échantillon de sangle à boucles *On Sight*® testé a subi une rupture complète. Deux échantillons ont subi 11 chutes de facteurs 2 sans rompre. Par contre, d'autres tests de chutes de facteur 2 sur des anneaux de sangles simples ont démontré qu'ils ne résistaient jamais à plus de 2 chutes et ces anneaux rompaient régulièrement lors de la première chute, qu'ils soient fait de polyéthylène haute performance (*Dyneema*®, *Spectra*®) ou de nylon (Millet et ENSA, 2003; Beal, 2006b).

Tableau 4. Résistance statique après contrainte de sangles à boucles avec 2 boucles décousues, après une série de chute de facteur 2.

Échantillon de sangle à boucles	Résistance (kN)	S	n	Résist. après contrainte
Sangle à boucles en <i>Spectra On Sight</i> ®	20,93	0,53	2	95,0%
Sangle à boucle en Nylon <i>On Sight</i> ®	18,82	0,35	2	85,5%



Figure 25. Déchirures des petites boucles d'une sangle à boucles après des chutes de facteur 2.

Certains tests dynamiques ont été effectués en fixant les sangles à boucles par leur deuxième boucle intermédiaire (**Figure 22**). Après deux chutes, selon cette méthodologie, les 2 boucles de tous les échantillons étaient décousues, laissant le poids de 80 kg pendre par l'extrémité de la sangle à boucle (**Figure 25**).

Les chutes de facteur 2, ayant détruit les coutures de 2 boucles intermédiaires, ont réduit de 5 à 15 % la résistance statique des sangles à boucles (**voir tableau 4.**). En suivant la méthodologie décrite dans la section **2.3.4**, la rupture complète en test statique des sangles à boucles décousues, a été initiée à partir de la tête d'alouette utilisée pour fixer une extrémité à la manille et non à l'extrémité où les boucles étaient décousues. Ceci nous démontre que la tête d'alouette reste le point faible de la sangle à boucles, dépendamment de la résistance et de la fabrication (couture) de celle-ci.

4.0 Recommandations et conclusions

Aucun équipement ne peut remplacer la formation et l'apprentissage des techniques sécuritaires. La sécurité en escalade dépend de la capacité du pratiquant à assimiler et analyser l'information à sa disposition et à appliquer les techniques les plus appropriées en fonction de la situation à laquelle il fait face en paroi. Plus d'une technique peu résoudre un même problème, mais la mise en application de chacune de ces techniques nécessite une compréhension de leurs limites et ceux de l'équipement utilisé, afin de réduire les risques auxquels le grimpeur s'expose.

Afin de garantir qu'une longe serait polyvalente dans son utilisation, nous avons choisi de baser nos recommandations en fonction des normes qui régissent la résistance des équipements de protection individuelle. Puisqu'une utilisation non-judicieuse peut mener jusqu'à une chute de facteur 2, cette étude analyse des tests sur des longes cousues et nouées avec une méthodologie similaire de la norme UIAA 101 (basée sur la norme européenne EN 892). Cette norme exige qu'une corde à simple résiste à au moins 5 chutes de facteurs 2 comportant une charge de 80 kg, sans transmettre une force de choc supérieure à 12 kN lors de la première chute. La capacité d'une longe à résister à de multiples chutes lui confère une marge de sécurité nécessaire, maintenant l'intégrité de la longe après une première chute, et en augmentant les chances du grimpeur de pouvoir continuer à utiliser une longe toujours intacte, pour terminer leur descente ou retraiter de la voie escaladée uniquement, avant de mettre la longe au rebut.

Dans un deuxième temps, la norme européenne EN 354 exige que les longes utilisées pour la protection contre les chutes en hauteur aient une résistance statique de 22 kN, comparable à la norme UIAA 103 (basée sur la norme européenne EN 565) pour les anneaux de sangles cousues. Bien que la résistance statique soit un indicateur important pour la durabilité et la fiabilité d'une longe, cette norme ne permet pas de mesurer la qualité d'une longe à maintenir l'intégrité du grimpeur en cas de chute.

4.1 Consignes générales de sécurité

4.1.1

Positionnez-vous toujours en dessous de votre point d'ancrage, peu importe le type de longe utilisée.

Les normes internationales et cette étude reprennent le pire scénario auquel peut faire face un grimpeur, afin d'établir un coefficient de sécurité nécessaire pour la résistance des équipements. Des observations sur le terrain ont démontré que des grimpeurs font une utilisation non judicieuse de la longe en se positionnant au dessus de leur point d'ancrage, ce qui pourrait mener à une chute d'un facteur supérieur à 1. Face à cette réalité, il est essentiel de faire la promotion qu'un grimpeur doit toujours se positionner en dessous de son point d'ancrage, peu importe le type de longe utilisée (McMillan, 2000).

4.1.2

Assurez-vous de toujours préserver votre intégrité physique, celle de la longe et de l'ancrage.

Dans une pratique de loisir, un grimpeur ne devrait pas subir une force de choc supérieur à 12 kN, une longe dynamique qui absorbera une portion des forces de chocs sera donc à privilégier.

Les longes sont construites de manière à résister à un nombre prédéterminé de chute de facteur 2 ou une charge statique inférieure ou égale à 22 kN. Les modèles de longes de cordes cousues varient grandement, les techniques pour confectionner des longes de cordes et de sangles nouées aussi. Assurez-vous de connaître les paramètres d'utilisation de chaque option, en suivant les consignes du manufacturier.

Finalement, en fonction de l'installation et du type de rocher, un ancrage artificiel permanent doit résister à une force appliquée de 25 kN en cisaillement et 20 kN en arrachement, selon la norme internationale UIAA 123 (basée sur la norme EN 939, à l'exception de la résistance indiquée de 15 kN en arrachement pour la norme européenne).

Une situation observée en escalade est l'utilisation de dégaines pour se suspendre et se reposer en cours d'ascension. Il arrive à certains grimpeurs de

mettre deux ou plusieurs dégaines en chaîne. Dans le cas où cette longe improvisée ait une longueur d'environ 75 cm, les mousquetons qui la composent transmettent la quasi-totalité de la force de choc aux sangles cousues de ces dégaines. Dans une situation hypothétique de chute sur cette chaîne de dégaines, la distance de chute de 1.5 m est absorbée sur les sangles d'une longueur totale de 50 cm, recréant ainsi une situation s'apparentant à une chute de facteur 3. Quant aux sangles cousues, la présente étude a démontré qu'elles transmettent plus de force de choc que la corde dynamique. En recréant cette mise en situation en laboratoire, Petzl a démontré qu'une première chute de ce type peut transmettre une force de choc de 18.5 kN, avec pour conséquence des blessures au grimpeur ou une rupture des mousquetons non verrouillables dont le doigt aurait ouvert. Lors d'une deuxième chute avec les mêmes dégaines, les forces transmises peuvent atteindre jusqu'à 27 kN, mettant en péril le grimpeur, les sangles, les mousquetons aux doigts fermés et même un ancrage artificiel, dont la résistance serait de 25 kN (McMillan, 2000). **Comme les résultats de cette analyse de l'UIAA révèlent la faiblesse des dégaines comme longe, la FQME interdit leur promotion ou leur utilisation lors de formations et d'activités encadrées.**

4.1.2.1

Amarrez-vous au relais à l'aide d'un mousqueton verrouillable.

Le mousqueton est une composante intégrale d'une longe permettant au grimpeur de fixer celle-ci à un relais ou à un ancrage. Lors d'une chute ou d'un impact, le doigt d'un mousqueton non verrouillable peut s'ouvrir en réduisant la résistance du mousqueton jusqu'à 6-7 kN (Charlet, 2000). Lors de manœuvre au relais, un grimpeur n'a pas toujours un œil attentif sur tous les mousquetons qui composent son relais ou sa longe. Un ancrage ou une pièce d'équipement peut exercer une pression contre le doigt du mousqueton et l'ouvrir si ce dernier n'est pas muni d'un système de verrouillage.

De plus, l'UIAA recommande de limiter le nombre de mousquetons au strict nécessaire, afin de réduire la complexité des relais et des longes. Dans le cas d'une longe, il est donc préférable d'en utiliser un seul (McMillan, 2000).

Dans l'éventualité qu'un mousqueton serait utilisé inadéquatement par inadvertance, un mousqueton verrouillable, soit à vis ou par un mécanisme à double action, peut accroître le niveau de sécurité du grimpeur, même si la

probabilité que la porte d'un mousqueton simple s'ouvre accidentellement demeure assez minime (Turmel, 2007). Privilégiez l'utilisation de mousquetons verrouillables pour les situations suivantes :

- À l'extrémité d'une longe (McMillan, 2000);
- Pour retenir un appareil d'assurage (Black Diamond, 2005), un appareil bloquant (Petzl, 2007) ou nœud bloquant;
- Dans la confection d'un relais;
- En cas de doute.

4.1.3

Privilégier l'utilisation de longes dynamiques.

Une chute de facteur 2 peut transmettre une force de choc importante aux grimpeurs, pouvant même causer des blessures. Afin de réduire les forces transmises à un grimpeur lors d'une chute sur longe, il est recommandé de se suspendre directement à sa corde dynamique, d'utiliser une longe de corde cousue ou confectionner une longe à partir de cordes à simple, normées UIAA.

4.2 Longes de corde cousue

Tel qu'indiqué dans la **section 4.2**, il existe plusieurs modèles de longes, qui sont différentes des sangles à boucles, et longes de corde et cordelette traditionnellement utilisées au Québec. La disponibilité de ces nouvelles longes augmente dans la province.

C'est dans cette optique et basé sur les résultats de cette étude et une analyse des modèles de longes existantes qu'André Laperrière de la FQME a développé un prototype de longe. Configurée à partir d'un anneau de corde dynamique cousue, cette longe de 80cm est plus malléable et de plus faible diamètre, et devrait résister à un minimum de 5 chutes de facteur 2. L'intégration d'un œillet de corde dynamique à 40cm à l'intérieur d'une plus grande boucle facilite la manœuvre de rappel et le rangement sur le baudrier. Des tests indiquent que la longe pourra avoir une résistance certifiée de 22 Kn, permettant à la longe d'être utilisée comme sangle ou dégaine de fortune en cas de besoin. Il est prévu que cette longe se fixe au baudrier à l'aide d'une tête d'alouette au pontet d'assurage. Il est espéré que le développement et la mise en marché de cette longe répondent à un besoin ressenti par le milieu de la montagne et soit la première d'une longue série de collaboration avec des manufacturiers d'équipements d'escalade. (Voir tableau 5 et Figure 28 qui illustre très bien les performances de la Dynaconnexion, résultat final de ce prototype de longe.

Tableau 5. Comparaison des différents modèles de longes de corde cousues

Modèle de longe de corde cousue	# Chutes de facteur 2	Force de choc (kN)	Résistance statique (kN)
<i>Dynaclip® Beal®</i>	8	9.5	15
<i>Dynadoubleclip® Beal®</i>	8	9.5	15
<i>Dynaconnexion® Beal®</i>	15	9.5	22
<i>No'mad® Millet®</i>	10	8.7	22
<i>Jane® Petzl®</i>	> 2 ⁴	9	22

Les modèles présentés dans le tableau-ci haut résistent à de multiples chutes de facteurs 2 ou répondent à la norme EN 354, exigeant une résistance de 22 kN.

4.2.1 *Dynaclip®* de *Beal®*



Figure 26. Longe *Dynaclip®*

La *Dynaclip®* est une longe en corde dynamique avec terminaisons cousues pour se suspendre au relais en toute sécurité. Cette longe, disponible en deux longueurs (40 cm et 75 cm), est conçue pour l'escalade, l'alpinisme et le canyonisme. Cette longe se fixe au baudrier à l'aide d'une tête d'alouette au pontet d'assurage (Beal, 2006b).

4.2.2 *Dynadoubleclip®* de *Beal®*



Figure 27. Longe *Dynadoubleclip®*

La *Dynadoubleclip®* est une longe double en corde dynamique avec terminaisons cousues pour se suspendre au relais en toute sécurité et faciliter les manoeuvres lors des descentes en rappel. La longueur des brins de cette longe sont de 40 cm et 75 cm. Cette longe est conçue pour l'escalade, l'alpinisme et le canyonisme. Cette longe se fixe au baudrier à l'aide d'une tête d'alouette au pontet d'assurage (Beal, 2006b).

⁴ Voir : École française de spéléologie (2006) *Campagne de tests sur les longes utilisées pour les déplacements sur cordes semi-statiques*. Chamonix, France: Auteur

4.2.3 Dynaconnexion® de Beal®



Figure 28. Longe
Dynaconnexion®

La Dynaconnexion®

Produit développé par André Laperrière de la Fédération Québécoise de la Montagne et de l'Escalade.

Anneau cousu en corde dynamique servant à se vacher au relais, à faciliter les manoeuvres en rappel, mais aussi à rallonger un point d'ancrage lors de la progression. La longueur de cette longe est de 80cm avec un point d'attache intermédiaire à 40cm. Cette longe est conçue pour l'escalade, l'alpinisme et le canyonisme. Cette longe se fixe au baudrier à l'aide d'une tête d'alouette au pontet d'assurage (Beal, 2007).

4.2.4 Jane® de Petzl®



Figure 29. Longe
Jane®

La Jane® est une longe en corde dynamique avec terminaisons cousues pour le maintien au travail et le contre-assurage. Cette longe, disponible en quatre longueurs (60 cm, 100 cm, 150 cm et 200 cm) est privilégiée pour l'amarrage à un point fixe ou une ligne de vie horizontale. Cette longe se fixe au baudrier à l'aide d'un mousqueton verrouillable ou un maillon rapide au pontet d'assurage. Bien qu'elle soit à un seul brin, elle a la particularité d'avoir une résistance statique certifiée à 22 kN (EN 354) (Petzl, 2004)

4.2.5 No'mad® de Millet®



Figure 30. Longe
No'mad®

La No'mad® est une longe fait à partir d'un anneau de corde dynamique cousue avec une terminaisons pour se suspendre au relais en toute sécurité. Cette longe d'une longueur de 60 cm est conçue pour l'escalade et l'alpinisme. La faible distance entre le point d'amarrage au relais et la boucle pour l'appareil d'assurage peut complexifier les manoeuvres de descente en rappel. Cette longe se fixe au baudrier à l'aide d'une tête d'alouette au pontet d'assurage et a une résistance statique certifiée à 22 kN (EN 354) (Millet, 2005).

4.2.6 Prototype de longe devenu la (Dynaconnexion® de Beal®)



Figure 31. Démonstration du prototype de longe amarrée au relais avant une descente en rappel.

1. Il faut se longer au relais sur un ancrage fiable, au point maître par exemple.
2. Faire un nœud autobloquant sur les deux brins de la corde de rappel près du pontet d'assurage.
3. Installer le système de freinage sur les deux brins de la corde de rappel et au-dessus du nœud autobloquant.
4. Se mettre en tension sur la corde de rappel et vérifier une seconde fois tous les éléments qui compose la séquence de rappel. Assurez-vous que le nœud autobloquant n'entre pas en contact avec le système de freinage lors du rappel et que vous avez réalisé vos nœuds en bout de corde.
5. Tenir fermement la corde de rappel sous le nœud autobloquant et retirer la longe du point maître.
6. Maintenant en suspension uniquement sur la corde de rappel, vous amorcez une descente contrôlée en toute sécurité.

4.3 Longes de corde nouée

Nous recommandons uniquement l'utilisation de longes nouées fait à partir de cordes à brin simple, détenant le label UIAA (voir **Figure 6**). **Les résultats de la présente étude confirme la faiblesse des longes faites à partir de cordes et cordelettes statiques, de cordes à double ou de cordes jumelles, ainsi, la FQME interdit leur promotion ou leur utilisation lors de formations et d'activités encadrées.**

Les résultats de la présente étude ne remettent pas en question la conformité ou la résistance des cordes jumelles ou à brin double pour leurs utilisations prévues. Ces cordes doivent être utilisées conjointement avec une deuxième corde du même type afin d'assurer la progression du grimpeur. Face à cette redondance, ces cordes doivent répondre à des exigences d'homologation différentes des cordes à brin simple⁵.

En situation d'escalade en premier de cordée, des études indiquent que la force de choc transmise par une chute de facteur 2 sur une distance de 1.5 m se situe

⁵ La norme UIAA 101 exige qu'une corde à double résiste à au moins 5 chutes de facteurs 2 comportant une charge de 55 kg, sans transmettre une force de choc supérieure à 8 kN lors de la première chute; deux cordes jumelles fixés ensemble à la même charge de 80 kg doivent résister à au moins 5 chutes de facteurs 2, sans transmettre une force de choc supérieure à 12 kN lors de la première chute.

entre 6 et 12 kN, avec de la corde d'escalade dynamique (McMillan, 2000). La confection de nœuds, pour la fabrication d'une longe, réduira la résistance de la corde à simple utilisée. La présente étude révèle que cette réduction peut atteindre en moyenne 29%. Lorsque nous utilisons une longe confectionnée à l'aide d'une corde à simple nouée, il faut demeurer conscient de cette réduction en comparaison aux cordes cousues ou épissées.

Lorsqu'une corde absorbe de l'eau ou devient glacée, sa résistance réduit considérablement (Signoretti, 2001). Soyez vigilant lorsque vous utilisez une corde mouillée et privilégiez une corde à simple imprégnée d'un apprêt hydrofuge, surtout pour les longes utilisées pour escalade de glace (MEC, 2006).

Bien qu'appuyé par l'analyse de l'UIAA (McMillan, 2000), des études supplémentaires seraient nécessaires pour améliorer les connaissances au sujet de la résistance des cordes à brin simple confectionnées en longes, comportant différentes configurations de nœuds en leur centre, afin de déterminer la résistance résiduelle de chaque configuration.

4.4 Longes de sangles cousues ou nouées

Il a été observé dans cette étude et appuyé par des études externes que les anneaux de sangles cousues peuvent transmettre des forces de choc allant jusqu'à 14 kN, lors d'une chute de facteur 2 (Voir résultats et analyses). Enfin de bénéficier d'un coefficient de sécurité nécessaire, les sangles devraient donc avoir une résistance certifiée de 22 kN.

La résistance des sangles à nouer est variable, sans corrélation directe avec sa largeur⁶. De plus, la jonction de la sangle à l'aide d'un nœud de sangle contribue à réduire sa résistance et peut se desserrer accidentellement (Cox et Fulsaa, 2003). Lorsque emballé en rouleau, la sangle à nouer n'est pas toujours continue et peut-être raccordé à l'aide de ruban adhésif. Ces raccordements n'ont aucune résistance aux charges. La FQME recommande de bien inspecter votre sangle au moment de l'achat et avant utilisation, afin de vous assurer de l'absence de raccordements de ce type (Rudel-Tessier, 2005).

Finalement, le grimpeur doit demeurer conscient que la confection de tous

⁶ La norme UIAA 103 exige qu'une sangle nouée résiste aux forces statiques suivantes, selon le nombre de rayures présentes sur sa longueur de la sangle: 1 rayure : 5 kN min., 2 rayures : 10 kN min., 3 rayures : 15 kN min., et 4 rayures : 20 kN min.

nœuds dans une sangle nouée ou cousue réduira sa résistance, jusqu'au risque de rupture (**voir résultat et analyse**).

Si un grimpeur est contraint à utiliser ce type d'équipement pour se suspendre, il est absolument nécessaire de respecter les consignes générales de sécurité; plus spécifiquement, de demeurer en appui sur la longe et de ne jamais dépasser son point d'ancrage (McMillan, 2000).

Les sangles à boucles ont été développées et sont destinées principalement à l'escalade artificielle, où elles doivent être utilisées conjointement avec une corde dynamique d'escalade. Bien que les résultats de cette étude aient montrés que les sangles à boucles d'un fabricant spécifique transmettent une force de choc inférieure à 12 kN, l'absence de standards dans la confection et la résistance des coutures ou boucles intermédiaires, ainsi que la grande diversité des produits offerts sur le marché, empêche cette étude d'émettre des recommandations générales sur l'utilisation de sangles à boucle comme longe à longueur ajustable.

Pour la suspension à partir des boucles intermédiaires, les manufacturiers indiquent une résistance de 3 à 4 kN pour des boucles intermédiaires. Les données préliminaires, provenant d'une analyse externe, indiquent que la perte de contrôle d'une descente en rappel, s'arrêtant aux nœuds d'extrémité de la corde, peut générer des forces équivalentes (Shokoples, 2005). La diversité dans la confection des longes à boucles ne garantit pas que l'appareil d'assurance fixé à la corde de rappel restera captive de la longe, car un déchirement des coutures peut engendrer une destruction de la sangle de certains modèles de longe à boucles (résultats non présentés).

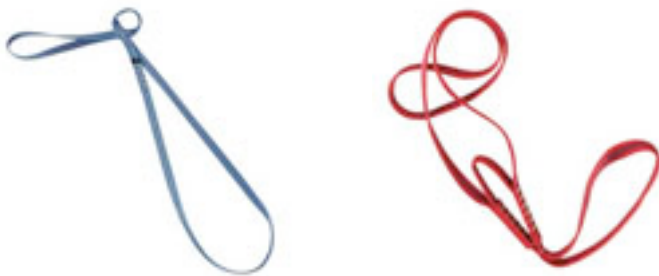


Figure 32. Différents modèles de sangles cousues pour se suspendre et la confection de relais.

Appuyé par l'analyse de l'UIAA, les résultats de la présente étude confirment l'inconsistance et la faiblesse potentielle des longes faites à partir de sangles nouées ou cousues, ainsi la FQME interdit leur promotion ou leur utilisation lors de formations et d'activités encadrées (McMillan, 2000).

4.5 Entretien de la longe

Comme pour tout matériel d'escalade, il faut entreposer les longes dans un endroit sec, aéré, en l'absence d'agents chimiques et à l'abri des rayons UV du soleil. Une longe doit être mise de côté si celle-ci entre en contact avec des agents chimiques, principalement des acides, des huiles et des solvants.

Une utilisation normale de la longe dynamique réduira son efficacité, engendrant une réduction de sa résistance (EFS, 2006). Les longes doivent être vérifiées selon les recommandations du fabricant et changé régulièrement. Selon la norme européenne sur les *Modalités de contrôle et de suivi des EPI et équipements similaires* (XP S72 701), les longes ont une durée de vie de 5 ans dont 3 ans maximum d'utilisation. Par contre, la détérioration d'une longe peut être accélérée selon l'utilisation, les coutures et leurs protections.

Il faut vérifier régulièrement la présence de coupures, d'effilochements importants ou de brûlures des fibres (brûlures rigidifiant une partie des coutures, de la corde ou de la sangle) sur tous types de longes. Il ne faut pas oublier de vérifier les coutures et de défaire les nœuds pour inspecter l'usure de la sangle.

Pour les longes faites de corde, les retirer s'il y a présence de zones de souplesse différentes, une gaine qui glisse sur l'âme et des parties où l'âme de la corde est apparente, incluant les renflements ou les torons qui dépassent des extrémités.

Une longe doit être retirée après une chute importante; de facteur 1.7 et plus (McMillan, 2000).

Référence

- Association Départementale, Société de Secours en Montagne de la Haute-Savoie (2002) *Mémento du secouriste*. Grenoble, Haute-Savoie, France : Auteur. 66 pages.
- Association Française de Normalisation (1997a) *NF EN 564 : Équipement d'alpinisme et d'escalade — Cordelette — Exigences de sécurité et méthodes d'essai*. Paris : auteur.
- Association Française de Normalisation (1997b) *NF EN 565 : Équipement d'alpinisme et d'escalade — Sangle — Exigences de sécurité et méthodes d'essai*. Paris : auteur.
- Association Française de Normalisation (1997c) *NF EN 566 : Équipement d'alpinisme et d'escalade — Anneaux — Exigences de sécurité et méthodes d'essai*. Paris : auteur.
- Association Française de Normalisation (1997d) *NF EN 892 : Équipement d'alpinisme et d'escalade — Cordes dynamiques — Exigences de sécurité et méthodes d'essai*. Paris : auteur.
- Association Française de Normalisation (1997e) *NF EN 892 : Équipement d'alpinisme et d'escalade — Absorbeur d'énergie utilisé en Via Ferrata Exigences de sécurité et méthodes d'essai— Exigences de sécurité et méthodes d'essai*. Paris : auteur.
- Association Française de Normalisation (2002) *NF EN 354 : Équipement de protection individuelle contre les chutes de hauteur*. Paris : auteur.
- Association Française de Normalisation (2004) *XP S 72-701 : Modalités de contrôle et de suivi des EPI et équipements similaires*. Paris : AFNOR. 24 pages.
- Beal Inc. (2006) Portail Beal, Corde Randonnée [Sites Internet] http://www.bealplanet.com/portail-2006/index.php?page=cordes_rando&lang=fr Mise à jour: 2006.
- Beal Inc. (2006b) Portail Beal, Longes [Sites Internet] <http://www.bealplanet.com/portail-2006/index.php?page=longes&lang=fr> Mise à jour: 2006.
- Black Diamond (2005) *Système d'assurance*. Salt Lake City, Utah, É.-U. : Auteur.
- Bouvet L (2004, 17 novembre) Communication électronique personnelle, sur la longe *No'mad* de *Millet*.
- Charlet J-F (2000) Equipment and its Application : Karabiners : Be aware. dans *UIAA World*. (3) : p. 14-15
- Conche S et JP Verdier (2004) *Escalade en terrain d'aventure*. Paris : Amphora sports. 192 p.
- Cox SM et Fulsaa K (2003) *Mountaineering : The Freedom of the Hills*. Seattle, Washington, É.-U. : The Mountaineers. 575 pages.
- École française de spéléologie (2006) *Campagne de tests sur les longes utilisées pour les déplacements sur cordes semi-statiques*. Chamonix, France: Auteur

Kong-Bonatti Inc. (2004) *Catalogue 2004-2005*. Italie : Kong-Bonatti Inc.

McMillan N (2000) Equipment and its Application : Beware of Quickdraws for Self-Belay. in *UIAA World*. (3) : p. 20-21

Millet (2005) *Notice technique: No'mad*. France : Millet.

Mountain Equipment Coop (2006) Choisir une corde [Sites Internet]
http://www.mec.ca/Main/content_text.jsp;jsessionid=G8JZ9cMvJXp8c54knXqvhnt1hn4vw1QnLG LGlvHHqhVLWnXpZDRn!323736221?rnav=info&FOLDER%3C%3Efolder_id=2534374302881775&CONTENT%3C%3Ecnt_id=10134198674066969&bmUID=1178356122048&bmLocale=fr_CA

Petzl Inc. (2004) *Notice technique: Jane*. France : Petzl Inc.

Petzl Inc. (2007) *Catalogue 2007-2008 : Cahier Technique*. France : Auteur

Rudel-Tessier C (2005) *Rapport d'enquête sur les causes et les circonstances des décès de Alexandre Adam, Lucie Poirier et Jacques Veillette*. Québec : Bureau du coroner du Québec.

Signoretti G (2001) Wet and Icy Ropes May be Dangerous! dans *La Rivista del Club Alpino Italiano*, Janvier/Février. Milan, Italie : Club Alpino Italiano.

Shokoples C (2005, 2 septembre) Communication personnelle, sur l'utilisation de longes en rappel.

Tendon/Lanex (2006) Products, reep, technical information [Sites Internet]
<http://www.mytendon.com/en/sortiment/reep/nabidka/> Mise à jour: 2006.

Turmel S (2007) Rapport d'investigation du coroner sur les causes et les circonstances du décès de Joanie Gilbert (166672). Québec : Bureau du coroner.

Union Internationale des Associations d'Alpinisme (2001) *Mission of the UIAA Safety Commission*. UIAA statutes. Berne. Suisse

Union Internationale des Associations d'Alpinisme (2004a) *UIAA 101 : Mountaineering and Climbing Equipment – Dynamic Ropes*. Genève : auteur.

Union Internationale des Associations d'Alpinisme (2004b) *UIAA 102, Mountaineering and Climbing Equipment – Accessory Cord*. Genève : auteur.

Union Internationale des Associations d'Alpinisme (2004c) *UIAA 103 : Mountaineering and Climbing Equipment – Tape*. Genève : auteur.

Union Internationale des Associations d'Alpinisme (2004d) *UIAA 104 : Mountaineering and Climbing Equipment – Slings*. Genève : auteur.

Union Internationale des Associations d'Alpinisme (2004e) *UIAA 128 : Mountaineering and Climbing Equipment – Energy Absorbing Systems for Use on Via Ferrata*. Genève : auteur.