

Thème : Jeux, sports

Sous thème : Escalade

Mots-clés :

escalade
mousqueton (anglais : carabiner)
chute
usure (mécanique)

Bibliographie commentée :

La sécurité du grimpeur est l'un des enjeux principaux lors de la pratique de l'escalade. Celle-ci est principalement assurée par les cordes et les mousquetons. Ce sont ces derniers qui nous intéresseront ici (la partie corde étant abordée par Lola MOINET).

Généralement un mousqueton d'escalade est conçu pour supporter une force allant jusqu'à 20kN (soit environ 2 à 3 tonnes) lorsqu'il est fermé [1]. En effet un mousqueton est constitué d'un corps (ou cadre) et d'un doigt (munis ou non d'une vis de verrouillage) (**figure 1**). Le doigt peut être placé en position ouvert, pour laisser passer la corde, ou fermé.

Il est important de considérer qu'au total deux forces s'appliquent sur le mousqueton, celle exercée par le grimpeur lors de la chute (énergie cinétique) mais également celle provenant de la personne qui assure le grimpeur (**figure 2**). La force totale appliquée sur le mousqueton est amoindrie par les frottements qui absorbent une partie de l'énergie. En considérant que le grimpeur a placé son dernier mousqueton à une distance d de sa position actuelle, sa chute sera de $2d$. Cette distance permet d'introduire la notion de facteur de chute $F = \frac{2d}{L}$ (avec L la longueur de la corde). Ainsi lors d'une chute la force exercée sur le grimpeur est définie par la formule suivante :

$$T = mg \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2kF}{mg}} \right)$$

avec :

- m la masse du grimpeur
- g l'accélération de la pesanteur
- k le module de la corde

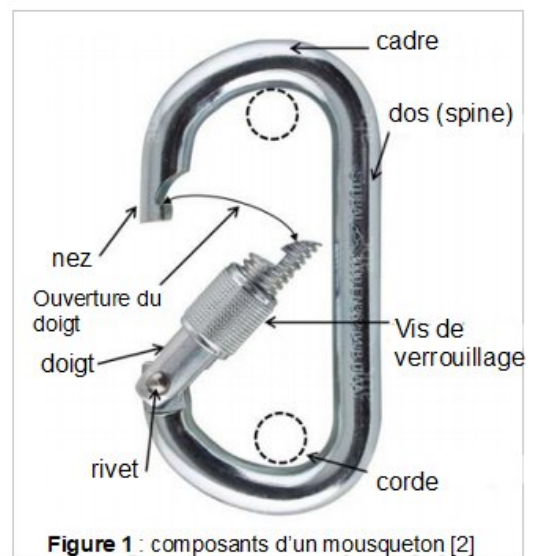


Figure 1 : composants d'un mousqueton [2]

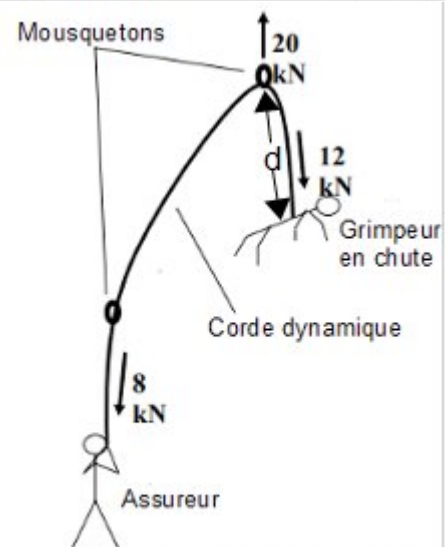


Figure 2 : chute d'un grimpeur [3]

- **F** le facteur de chute

Environ 1/3 de la force est dissipée par les frottements, donc 2/3 de la force sont subies par l'assureur. Le mousqueton va ainsi subir 1 et 2/3 de la force subie par le grimpeur [3].

Il est donc important que le doigt du mousqueton reste bien en position fermée lors de l'ascension du grimpeur car sa résistance à la charge est considérablement amoindrie en position ouvert (selon les normes, un mousqueton ouvert doit pouvoir résister à une charge de 15kN [1]).

En entreprise, on teste les mousquetons en leur faisant subir une force le long de leur « axe majeur » en doigt ouvert puis fermé et le long de l'« axe mineur » en fermé (**figure 3**)

Les mousquetons sont conçus pour que la majeure partie de la force qui leur est appliquée soit prise en charge par le « dos » (**figure 4**).

Lors de la conception, on cherche à obtenir un mousqueton le plus léger possible qui correspond toujours aux normes de sécurité. Il convient alors de calculer la masse minimale requise pour obtenir un mousqueton suffisamment résistant [4].

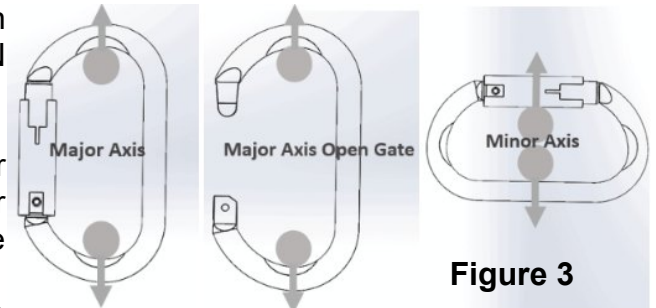
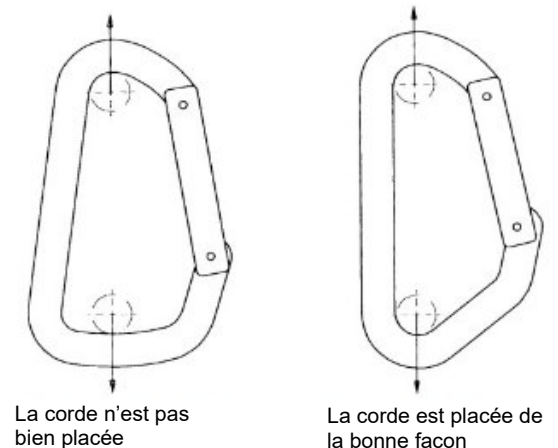


Figure 4 : forme recommandée pour placer la corde de façon à transmettre la majeure partie de la force dans le dos du mousqueton [4]



Bibliographie :

[1] PLUCEO. Normes EN12275 et EN 362 pour travaux en hauteur [en ligne] Disponible sur <<https://www.pluceo.fr/blog/normes-pour-travaux-en-hauteur-connecteurs-n46#:~:text=La%20norme%20EN%20362%20pour%20les%20mousquetons&text=Cette%20norme%20exige%20que%20le,le%20doigt%20doit%20rester%20ferm%C3%A9.>> [consulté le 30 avril 2023]

[2] D P Burduhos-Nergis, 2019. IOP Conference Series : Materials Science and Engineering 572 012027

Disponible sur <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/572/1/012027/pdf>>

[3] OKAL Marianne, 11 décembre 2001. CARABINER TESTING Final Report 16.621. Disponible sur <http://web.mit.edu/16.62X/www/Okal_Marianne_622.pdf>

[4] SCOTT Virgil, 5 juin 2008. DESIGN OF A COMPOSITE CARABINER FOR ROCK CLIMBING Final Report. Projet de fin d'année, Meng. Génie Mécanique. Lieu de soutenance : Imperial College London. Pages 6 et 33.

Disponible sur <<https://docplayer.net/36308582-Design-of-a-composite-carabiner-for-rock-climbing.html>>

Objectifs :

- préciser les calculs pour déterminer la masse minimale d'un mousqueton
- définir une expérience afin de tester la résistance de différents mousquetons (différentes formes)