

CES MOUSQUETONS QUI CASSENT !

Nous savions depuis quelques années que des ruptures de mousquetons étaient la cause d'accidents plus ou moins graves. Mais quand au début de 1989, une vingtaine de cas nous étaient connus, l'urgence de se pencher sur ce grave problème apparaissait au grand jour. Une rapide étude cas par cas montrait que le mousqueton avait cassé alors qu'il était en position « **doigt ouvert** » et que c'était pratiquement toujours le **mousqueton inférieur de la dégaine** qui était en cause. Pour cette étude qui devait sans doute demander de gros moyens scientifiques, le bureau de la recherche de l'ENSA devait s'assurer la collaboration d'une équipe scientifique performante : l'équipe du centre « dynamique de la locomotion » de l'INSA de Lyon accepta spontanément. Ce fut le professeur Lassia et un étudiant Emmanuel Puyjalot qui se chargèrent de ce projet d'étude. Le choix de cette équipe était d'autant plus intéressant qu'elle venait de se doter d'une caméra vidéo avec ralenti à 400 images/seconde, qui permettait sûrement de visualiser pour la première fois les phénomènes en jeu lors de la chute d'un grimpeur.

L'aide de la société Simond (premier producteur de mousquetons) et une subvention de la région Rhône-Alpes, dans le cadre de son programme pluriannuel de recherche « sports et nouvelles technologies » permettaient de lancer l'étude.

Présentation de l'étude

Notre recherche a considéré 3 axes :

1. Effort dans la corde et le mousqueton lors de la chute d'un grimpeur.
2. Résistance statique du mousqueton en « **doigt ouvert** » ou « **doigt fermé** » sous charge axiale et charges désaxées.
3. Ouverture accidentelle du doigt dans les trois cas suivants :
 - choc du mousqueton contre la paroi
 - rappel violent de la dégaine lors d'une chute
 - vibrations de la corde engendrant une « excitation » du doigt du mousqueton.

Pour la première partie, nous confirmons les résultats obtenus par d'autres

Les grandes lignes d'une étude très pointue sur la résistance des nouveaux mousquetons d'escalade.

chercheurs (Schubert, Zanatoni, Taupin) en ce qui concerne les efforts dans la corde et dans le mousqueton. La tension de 600 kg est facilement atteinte, pour des chutes relativement faibles et tout à fait courantes.

Pour la seconde partie, nous avons observé que la résistance du mousqueton est divisée par 2,5 quand la charge est désaxée. Ce résultat est intéressant car parfois, lors de la progression du

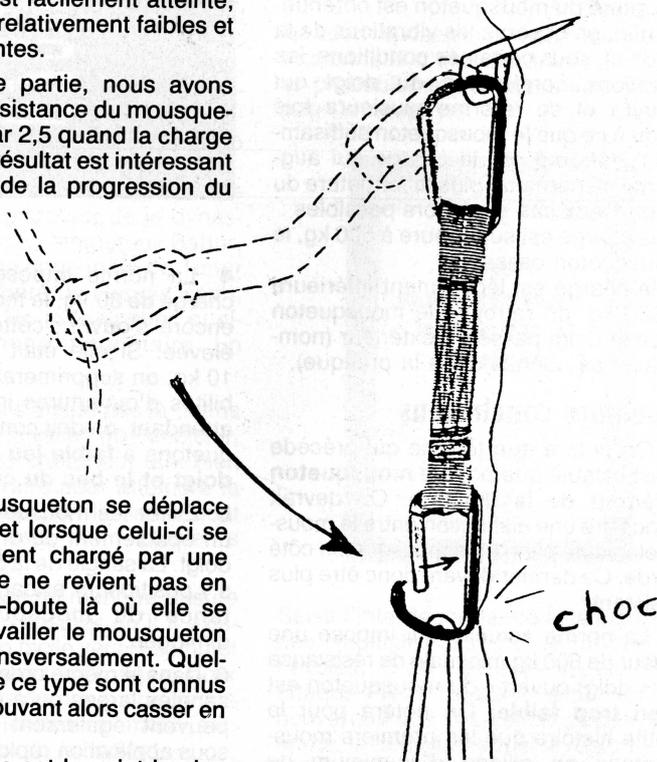
grimpeur, le mousqueton se déplace dans la dégaine et lorsque celui-ci se trouve brusquement chargé par une chute, la dégaine ne revient pas en place mais s'arc-boute là où elle se trouve faisant travailler le mousqueton plus ou moins transversalement. Quelques accidents de ce type sont connus (le mousqueton pouvant alors casser en position fermée).

La troisième partie est le point le plus important de cette étude. En effet, selon la norme UIAA, la résistance du mousqueton en « **doigt fermé** » est de 2 000 kg et de 600 kg en « **doigt ouvert** ». La valeur de 600 kg est obtenue facilement au cours d'une chute relativement bénigne. Ainsi donc, si lors d'une chute le mousqueton se trouve un instant en position doigt ouvert, celui-ci atteint vite

sa charge de rupture et le pire peut arriver.

Analyses des trois phénomènes d'ouverture intempestives du doigt du mousqueton

1. Choc du mousqueton contre la paroi. Nous avons démontré théoriquement par le calcul que des chocs même faibles engendraient une ouverture du doigt. Or, le choc est immédiatement antérieur à la mise en charge du mousqueton, il y a donc de grandes chances pour que le doigt n'ait pas le temps de revenir en place avant que la charge qui commence à déformer le mousqueton ouvert lui interdise un retour en position « **doigt fermé** ».



2. Rappel violent de la dégaine.

Pendant la progression du grimpeur, la dégaine reste rarement bien verticale mais se déplace parfois même au-delà de l'horizontale. Lors de la chute, celle-ci va reprendre sa position verticale en décrivant un arc de cercle. A l'instant de la montée en charge du mousqueton, ce mouvement de rotation est brutalement

arrêté : cette décélération brutale est suffisante pour obtenir l'ouverture du mousqueton.

3. Vibration de la corde.

En fin de chute, la corde se tend brutalement et se met à vibrer.

Les calculs théoriques ont montré que, sous certaines conditions, les vibrations engendrées par la corde pouvaient être suffisantes pour obtenir une ouverture du doigt. Ainsi, par exemple pour un mousqueton à ressort assez dur, on constate des possibilités d'ouverture pour des valeurs allant jusqu'à 7 m de corde.

Un film ralenti à 400 images/seconde

La vérification expérimentale de ces trois phénomènes s'est faite à l'atelier de chute (appareil d'essais dynamiques des cordes) de la société Rivory-Joanny. Au cours de ces expériences où le facteur de chute était égal à 1, l'ouverture du doigt du mousqueton a pratiquement été systématiquement obtenu et on a pu observer de multiples ruptures de mousquetons.

Une caméra vidéo à 400 images/seconde a observé les mouvements du mousqueton :

- Dans le cas simulé de choc contre une paroi : on observe sur le film une ouverture de près de 30 degrés du doigt et la rupture du mousqueton.
- Le rappel violent de la dégaine, préalablement maintenue à l'horizontale, montre très bien une ouverture du doigt également d'une trentaine de degrés et la rupture du mousqueton est obtenue.
- Enfin, on observe les vibrations de la corde et, sous certaines conditions, les vibrations corrélatives du doigt qui s'ouvre et se referme plusieurs fois jusqu'à ce que le mousqueton suffisamment déformé par la charge qui augmente ne permette plus la fermeture du doigt. Deux cas sont alors possibles :
 - la charge est supérieure à 600 kg, le mousqueton casse ;
 - la charge est légèrement inférieure à 600 kg, on retrouve le mousqueton avec le doigt passé à l'extérieur (nombreux cas connus dans la pratique).

Quelques conclusions

1. On notera que tout ce qui précède n'est valable que pour le **mousqueton inférieur de la dégaine**. On devrait donc faire une distinction entre le mousqueton côté piton et le mousqueton côté corde. Ce dernier devant donc être plus résistant.

2. La norme actuelle qui impose une valeur de 600 kg minimale de résistance en « doigt ouvert » du mousqueton est **bien trop faible**. On notera pour la petite histoire que les premiers mousquetons en alliage d'aluminium de Pierre Allain il y a plus de 30 ans, présentaient une résistance de 1 500 kg en « doigt ouvert », leur poids, il est vrai, était de 75 g. Il convient donc de conseiller les mousquetons de plus grande résistance en doigt ouvert.

3. La force du ressort de rappel du doigt est trop faible, mais les grimpeurs accepteront-ils des ressorts durs ?



4. La norme impose que sous une charge de 80 kg, le mousqueton puisse encore s'ouvrir ; cette valeur est trop élevée. Si elle était par exemple de 10 kg, on supprimerait bien des possibilités d'ouvertures intempestives. En attendant, on doit conseiller des mousquetons à **faible jeu entre l'ergot du doigt et le bec du corps**.

5. Eviter les mousquetons qui portent un épaulement ou un renflement côté doigt. La sangle de la dégaine peut venir s'y positionner et dans ce cas la résistance du mousqueton est bien diminuée.

6. Dans le même ordre d'idée, éviter les sangles larges ou à œillets serrés qui peuvent également rester désaxées sous application rapide de la charge, et leur préférer des sangles étroites à œillets amples afin qu'elles puissent jouer facilement sur le corps.

7. Un petit clic vaut mieux qu'une grande claque ; un **verrouillage** supprime bien des risques.

8. Que les « fantaisistes » n'oublient pas que les vols répétés et fréquents fatiguent le matériel et multiplient de

manière hasardeuse la probabilité de se trouver dans un des cas critiques vus plus haut. Si on veut « banaliser » la chute, il faut être attentif au choix de son matériel. Le cas de charge maximum se présentant aux relais, l'assurance doit être particulièrement soignée en ces points.

9. L'assurance à corde double augmente la **raideur** et la charge sur le mousqueton.

Il ne s'agit pas d'être alarmiste. Compte tenu du matériel actuel, chacun a les moyens de se prendre en charge et d'améliorer sa sécurité. Il existe une grande variété de mousquetons et de sangles qui, bien utilisés, donneront de meilleurs résultats. Néanmoins, il faut améliorer le coefficient de sécurité qui paraît bien faible et on doit faire évoluer ce matériel et les normes qui le concernent. Ces études nous ont apporté un bon nombre d'informations qui vont nous permettre d'aller dans ce sens avec les constructeurs. ■

Jean-Frank Charlet