

CAMPAGNE DE TESTS CANYONISME ET DÉBRAYEURS

Version 1.1 - Juin 2023

AUTEURS :

Porteur du projet : Fédération française de spéléologie

Partenaires : Creps Auvergne-Rhône-Alpes, Creps Montpellier, École Nationale de Ski et d'Alpinisme

Soutien financier : Ministère des sports et des jeux olympiques et paralympiques.

Pour une meilleure compréhension, l'utilisation de ce document doit être accompagné du visionnage de la

vidéo «Campagne de tests : Canyonisme et débrayeurs».



LIEN



INTRODUCTION

Le canyonisme consiste à progresser dans un talweg pouvant se présenter sous forme de torrents, ruisseaux, rivières, gorges, avec ou sans présence permanente d'eau, et pouvant présenter des cascades, des vasques, des biefs et des parties subverticales.

Afin d'assurer le meilleur niveau de sécurité possible du premier au dernier pratiquant d'un groupe de canyonistes, l'utilisation de dispositifs rendant la corde de progression débrayable (dispositifs débrayables, systèmes débrayables ou débrayables) est indispensable. Les techniques d'équipement des rappels débrayables en canyonisme ont progressivement évolué ajoutant dans certaines situations, à la technique historique du débrayable réglé ras de l'eau, des méthodes d'équipement incluant un nœud en bout de corde combiné à l'action de sortir la corde de la vasque et de l'ajuster afin d'améliorer la sécurité. Dans cette continuité, les retours d'expériences ont permis le développement de techniques complémentaires : débrayable du bas, rappel guidé, sécurisation des enchainements de verticales.

Ces évolutions techniques ont pour conséquence une nouvelle définition des fonctionnalités nécessaires au bon fonctionnement d'un système débrayable. Par ailleurs, les cordes utilisées en canyonisme (EN 1891 type A ou B) sont en constante évolution avec une tendance à la diminution des diamètres pour atteindre des diamètres de 8,5 mm. De plus, l'apparition sur le marché de nombreux descendeurs de canyonisme à griffes, a engendré une multiplication des outils pouvant être utilisés comme débrayeurs.

L'expérience montre que de nombreux systèmes (outils et/ou montages) sont utilisés en canyonisme afin de mettre en oeuvre des dispositifs débrayables.

Des retours d'expériences, d'incidents et d'accidents, une fois analysés, nous ont alertés sur les différents problèmes suivants :

- En raison de l'évolution du diamètre des cordes utilisées en canyonisme, certains systèmes débrayables glisseraient sous une faible charge et deviendraient dangereux.
- Lors de l'usage de certains débrayeurs à griffes, il a été constaté qu'une rotation du mousqueton serait possible engendrant soit une annulation du freinage soit un blocage du système débrayable.
- Certains systèmes débrayables permettraient très difficilement le coulisement fluide d'une corde peu chargée rendant ces dispositifs inadaptés pour assurer la sécurité d'un nageur.

Déontologie

Le laboratoire choisi est le laboratoire d'essai du matériel de montagne de l'ENSA, établissement public du Ministère des Sports.

Les personnes ayant élaboré et participé à ces tests ne sont pas impliqués dans la construction, la vente ou la diffusion des équipements testés.



Ce choix d'organiser cette campagne de test sans aucun constructeur de matériel, vise à prévenir toute forme de conflit d'intérêt concernant le matériel testé.

Les 3 fédérations agréées pour l'activité canyoning, et les organismes de formation professionnelle en canyoning dispensant un cursus complet de formation ont été invités à participer à cette campagne de tests dans le cadre déontologique précisé ci dessus.

Objectif

Cette campagne de tests, vise à répondre de façon objective et factuelle à la problématique suivante : **les différents systèmes débrayables utilisés actuellement permettent-ils de répondre aux exigences de fonctionnalité et de sécurité nécessaires à la pratique du canyoning ?**



PARTIE 1

CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE ET NORMATIF

État des lieux des pratiques

- Sur le terrain, les débrayeurs sont des dispositifs de freinage manuel de la corde ou avec blocage assisté de la main, initialement conçus pour l'assurage d'une progression en hauteur ou pour contrôler la vitesse en descente en rappel. Ils sont utilisés en canyionisme pour un usage différent de leur fonction de conception.
- Les débrayeurs ne possèdent pas, à date, de définition normative européenne ou UIAA spécifique.
- A date, il n'existe aucun cahier des charges définissant les exigences de sécurité d'un débrayeur de canyionisme.

De ce fait, l'utilisation de ces dispositifs de freinage comme débrayeur de canyionisme peut conduire les pratiquants à des usages ou à des montages non préalablement testés ou prévus dans la notice d'utilisation par le fabricant. Il en résulte une possible déficience de fonctionnalité ou de sûreté des montages utilisés alors qu'ils sont pourtant un élément fondamental de la chaîne de sécurité du pratiquant en canyionisme.

Débrayeur et réglementation EPI

Le dernier document réglementaire européen traitant des Équipements de Protection Individuelle est le [RÈGLEMENT \(UE\) 2016/425 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 9 mars 2016 relatif aux équipements de protection individuelle abrogeant la directive 89/686/CEE du Conseil](#)

Le document déclinant ce règlement concernant les équipements de protection contre les chutes de hauteur est :

[PPE régulation guide lines \(p 110,149\)](#)

Type of PPE	Certification category	Reason
3. Equipment for protection against falls from a height		
3.1 All protective equipment designed and manufactured to provide protection against falls from a height, for private or professional use (working at heights, falling off boats, mountaineering, rock climbing, speleology, etc.). This category also includes equipment for working at a height and with support (harnesses, thigh straps, belts, etc.) and descenders fitted with a built-in speed-regulating system <i>Note: This equipment includes harnesses (thigh straps, shoulder belts, etc.) and all accessories intended for attaching a person to a structure, with the exception of anchorage points forming an integral part of the structure or rock face.</i> <ul style="list-style-type: none">○ For example: for professional use: lanyards, mobile fall arresters, karabiners, energy absorbers, connectors, anchor points, etc.○ For mountaineering, rock climbing, and speleology: dynamic mountaineering ropes, slings, connectors (climbing karabiners), rope clamps, chocks, rock anchors (pitons), ice anchors, ice tools that can serve as an anchor point (e.g. for climbing), etc. <i>Note: The categorisation is not influenced by the fact that the equipment is factory made/assembled or produced/assembled by the (employer) user himself (e.g. double lanyards)</i>	III	3.3. (g)
Except:		
3.2 Anchorage points forming an integral part of the structure or rock face, or require tools for its installation <i>Example: Anchor devices of classes A, C and D according to EN 795:2012¹⁴</i>	Not PPE	Definition of PPE
3.3 Equipment for accessing or leaving positions at a height (winch seats, descenders not fitted with a built-in speed-regulating system, etc.)	Not PPE	Definition of PPE
3.4 Equipment for climbing, rock climbing, speleology etc. (hammers, descenders not fitted with a built-in speed-regulating system, rope-climbing equipment, etc.)	Not PPE	Definition of PPE

Il en résulte que les équipements de protection contre les chutes de hauteur sont des EPI, y compris les descendeurs «équipés d'un système de régulation de vitesse intégré» (autobloquants ou autofreinants par exemple GRIGRI® de Petzl) ainsi que tous les accessoires destinés à attacher une personne à une structure, à l'exclusion :

- des points d'ancrage faisant partie intégrante de la paroi rocheuse de la structure, ou nécessitant des outils pour son installation,
- des descendeurs « non équipés d'un système de régulation de vitesse intégré » (autobloquants ou autofreinants par exemple un descendeur 8)

Un débrayeur de canyoning est t-il un EPI ?

Il est important de préciser que la directive EPI 89/686 a été récemment remplacée par le règlement EPI 2016/425.

Parmi les changements induits, notons que la classification EPI est passée d'une classification par types d'équipements à une classification à partir des risques contre lesquels ils protègent.

Un débrayeur doit :

- maintenir la corde fixée au relais sans action de la main de l'opérateur, tout en permettant si besoin de libérer et de freiner la corde sous charge.
- permettre la descente d'un pratiquant par une tierce personne uniquement en cas de débrayage. La fonction « dispositif de freinage » n'est qu'une partie des fonctionnalités nécessaires à un débrayeur.

Dans le cas où le système débrayable utilise un dispositif de freinage pourvu d'un «système de régulation de vitesse intégré», soit un dispositif autofreinant ou autobloquant, le matériel utilisé renvoie à la norme NF15151-1 et est dans tous les cas assujéti à la réglementation EPI au sens du règlement (UE) 2016/425. Un tel dispositif doit alors disposer d'un certificat de conformité et du marquage CE.

Dans le cas où le système débrayable utilise un dispositif de freinage manuel n'étant pas pourvu d'un système autofreinant ou autobloquant il assure pour autant une protection contre les chutes de hauteur puisqu'il fixe la corde au relais sans action de l'opérateur. Il en résulte que l'assujétissement à la réglementation EPI d'un dispositif de freinage manuel utilisé comme débrayeur est une question qui peut légitimement être posée.

Par ailleurs, animées par une logique de sécurisation des pratiques, les recommandations fédérales préconisent d'assimiler à des EPI tout le matériel de progression dans un milieu à composante verticale.

Environnement Normatif

Masse d'un canyoningiste :

L'environnement normatif des activités sportives se pratiquant en hauteur (alpinisme, escalade, spéléologie et activités connexes) utilise la valeur de 80 kg comme valeur de référence de la masse d'un pratiquant.

Par conséquent cette étude retiendra cette valeur de 80 kg comme masse de référence d'un canyoningiste.



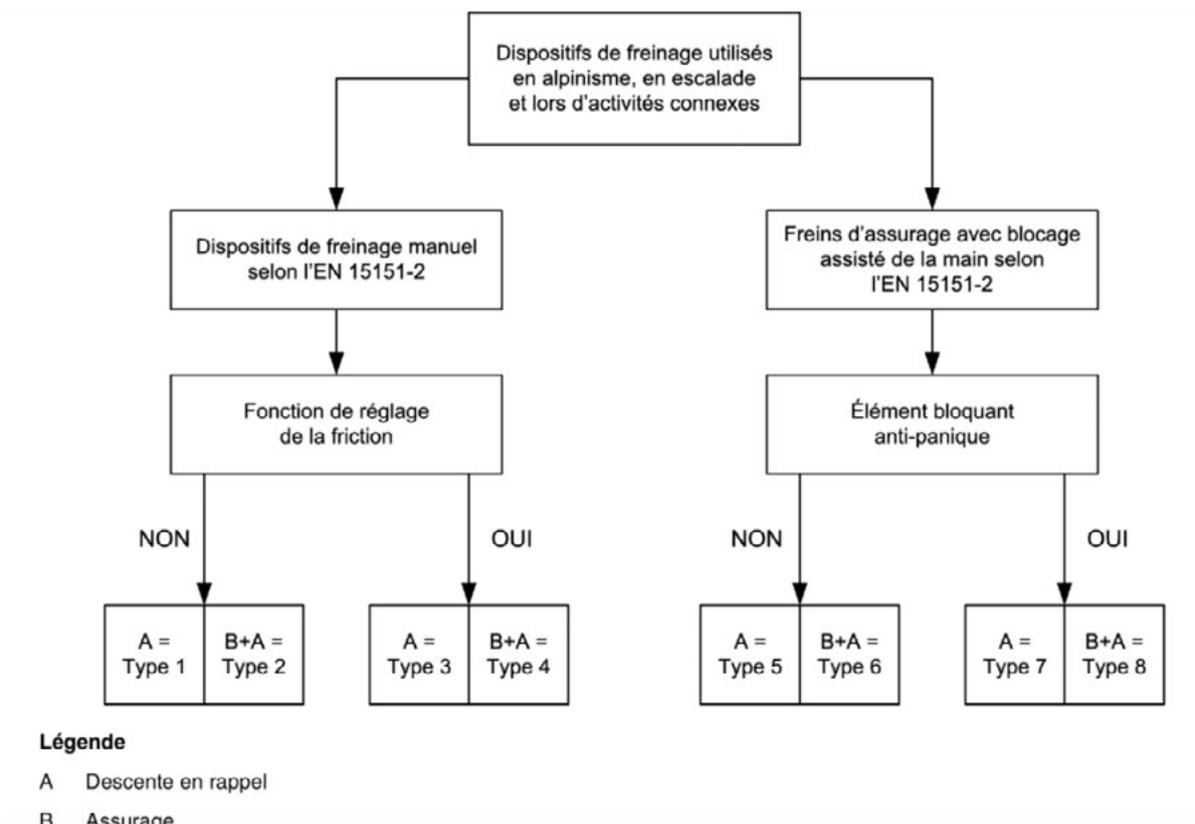
La variabilité de cette valeur dans la pratique de terrain sera prise en compte par l'application d'un coefficient de sécurité permettant d'englober cet aléas parmi d'autres (Pour plus d'informations se reporter à la partie 2 de ce document).

Les descendeurs :

Une norme européenne « équipement d'alpinisme et d'escalade, dispositifs de freinage » caractérise les fonctionnalités attendues des dispositifs de freinage manuel ([NF EN 15151-2](#)) et des dispositifs de freinage avec blocage assisté de la main ([NF EN 15151-1](#)). Cette norme est strictement similaire à la norme [UIAA 129](#).

Ces documents spécifient les exigences de sécurité et les méthodes d'essai applicables aux dispositifs de freinage manuel ou avec blocage assisté de la main utilisés en alpinisme, en escalade et lors d'activités connexes pour l'assurage et la descente en rappel à des fins de protection contre les chutes de hauteur. Ils s'appliquent aux dispositifs de freinage utilisés par une seule personne et avec des cordes d'alpinisme conformément à la NF EN 892 + A2. En cas de descente en rappel ou de descente par une tierce personne, cette norme s'applique également aux dispositifs de freinage utilisés avec des cordes tressées gainées à faible coefficient d'allongement conformément à la NF EN 1891.

Les différents dispositifs de freinage sont catégorisés en 8 types dans cette norme :



**Tableau 1 — Vue d'ensemble des exigences relatives
aux différents types de dispositifs de freinage avec blocage assisté de la main**

Paragraphe	Exigences	Diamètre de corde/ type de corde	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8
5.1	Généralités	—	x	x	x	x
5.2	Charge de blocage	Valeur minimale/maximale conformément à l'EN 892 et/ou à l'EN 1891	x	x	x	x
5.3	Résistance statique	Valeur minimale/maximale conformément à l'EN 892	x	x	x	x
5.4	Performance dynamique en assurage	Valeur minimale/maximale conformément à l'EN 892	—	x	—	x

Le type de dispositif de freinage défini dans la norme se rapprochant le plus des fonctionnalités devant être assurées par un débrayeur de canyionisme est le type 6. Pour autant les exigences définies pour le type 6 ne sont pas complètement adaptées aux conditions d'usages d'un débrayeur.

Il en résulte que mêmes si certaines exigences définies par cette norme pour le type 6 apparaissent comme logiquement adaptées à un débrayeur de canyionisme, certains éléments semblent être à repenser, modifier ou à compléter, au regard de l'utilisation spécifique qui est faite des débrayeurs dans la pratique du canyionisme.

Parmi ces spécificités, un débrayeur doit être apte à maintenir la corde de rappel sans assistance de la main de l'opérateur ou autoriser le débrayage d'une corde sans tension pour assurer la progression d'un nageur dans une vasque, autant d'éléments qui ne sont ni envisagés ni définis pour le type 6 de la norme « équipement d'alpinisme et d'escalade, dispositifs de freinage ». Ces exemples mettent en évidence les limites de la norme 15151-1 et 15151-2 pour définir des exigences acceptables de sécurité et un cahier des charges fonctionnel adapté pour un débrayeur de canyionisme.

La formalisation des exigences de sécurité nécessaires d'un débrayeur de canyionisme est un préalable nécessaire à cette campagne de tests.

Ce travail nécessite un détour par l'étude :

- des forces exercées à l'amarrage par un canyioniste lors d'une descente en rappel
- de la charge maximale admissible sur la main de l'opérateur en amont du débrayeur
- de la vitesse de débrayage d'une corde peu chargée permettant de ne pas gêner la progression d'un nageur dans une vasque tout en permettant d'assurer la suite de sa progression en sortie de vasque.



PARTIE 2

DÉBRAYEUR DE CANYONISME : UNE ANALYSE FONCTIONNELLE DES BESOINS

Documenter et juger de la fiabilité d'un dispositif utilisé comme débrayeur nécessite au préalable de définir les fonctionnalités attendues de cet outil. L'analyse fonctionnelle vise à hiérarchiser ces attentes afin de déterminer celles indispensables à la pratique. Les capacités d'un débrayeur devront permettre de couvrir in fine toutes les situations d'utilisation en canyoning.

Pour définir les fonctions d'un débrayeur, il est nécessaire d'étudier les techniques de franchissement des obstacles en canyoning. Une analyse de la littérature¹ a été réalisée dans cet objectif.

L'analyse fonctionnelle des besoins d'un débrayeur est présentée ci-après :

Légende :

Hiérarchisation des fonctions	
1	Fonction impérative pour mettre en œuvre toutes les techniques présentes dans la littérature ¹
2	Fonction apportant un niveau de sécurité supplémentaire visant à limiter l'occurrence ou les conséquences causées par une éventuelle défaillance ou erreur de l'opérateur
3	Fonction apportant du confort à l'utilisateur

	Fonction d'un débrayeur	Hierarchisation des fonctions	Admissibilité du débrayeur au regard de la fonction
A	Maintenir et bloquer la corde de rappel sans assistance de la main de l'opérateur	1	Fonction disqualifiante
B	Débrayer la corde sous charge	1	Fonction disqualifiante
C	La charge à retenir par l'opérateur en amont du débrayeur doit être soutenable : le débrayeur doit freiner suffisamment la corde	1	Fonction disqualifiante
D	Débrayer facilement une corde peu chargée et à une vitesse suffisante permettant d'assurer la progression d'un nageur sans ralentir sa progression	1	Fonction disqualifiante
E	Capacité à maintenir la ligne d'assurance d'un pratiquant relié à la corde y compris lorsque ce dernier franchit une vasque en nageant avec un risque de surverse dans la cascade suivante	1	Fonction disqualifiante

¹ FFSpéléologie - Collectif (2019) Manuel technique de canyoning
 CREPS Auvergne-Rhône-Alpes - Collectif (2018) Manuel professionnel de canyoning
 UIAA (2021) Memento Canyoning

F	Maintenir la ligne d'assurage de façon permanente dans la mise en œuvre successive des fonctions B, D, E. Le fonctions B, D, E doivent être réalisables sans changement de montage du débrayeur	1	Fonction disqualifiante
G	Dispositif de freinage avec blocage assisté de la main (Auto-freinant)	2	Fonction optionelle, non disqualifiante
H	Verrouiller le système débrayable sous charge	2	Fonction optionelle, non disqualifiante
I	Fonction de réglage de la friction de la corde	2	Fonction optionelle, non disqualifiante
J	Lisibilité du montage	2	Fonction optionelle, non disqualifiante
K	Installation d'un débrayable en butée	3	Fonction optionelle, non disqualifiante
L	Symétrie du debrayeur pour en simplifier l'utilisation	3	Fonction optionelle, non disqualifiante
M	Ravaler de la corde facilement entre deux utilisations	3	Fonction optionelle, non disqualifiante
N	Ne toronne pas la corde lors du débrayage	3	Fonction optionelle, non disqualifiante

L'analyse fonctionnelle des besoins fait apparaître les éléments fondamentaux suivants :

- Les fonctions du premier niveau de hiérarchisation sont impératives pour la mise en œuvre de l'ensemble des techniques de progression présentes dans la littérature. Tout débrayeurs utilisé en canyionisme nécessite impérativement d'être apte à assurer toutes ces fonctions de premier niveau.
- Les fonctions du premier niveau de hiérarchisation sont interdépendantes. Une analyse fonctionnelle multi critères, croisant les résultats d'étude de toutes les fonctionnalités de niveau 1 est de ce fait nécessaire.
- Les critères du second niveau de hiérarchisation permettent d'apporter un niveau de sécurité supplémentaire visant à limiter l'occurrence ou les conséquences causées par une éventuelle défaillance ou erreur de l'opérateur. Ces fonctions complémentaires non impératives sont cumulatives et ne peuvent présenter un intérêt que si et seulement si le débrayeur remplit toutes les fonctions de premier niveau.
- Les fonctions de troisième niveau apportent du confort, une plus-value, mais ne sont pas impératives pour dresser le cahier des charges fonctionnel d'un débrayeur de canyionisme.

Il résulte de cette analyse fonctionnelle qu'il est possible de caractériser la conception et l'analyse des débrayeurs autour de deux catégories distinctes de produits, laissées au choix de l'utilisateur, comme cela a été structuré pour les équipements destinés à l'assurage en alpinisme, en escalade et activités connexes ou pour contrôler la vitesse de descente en rappel :

- Débrayeur reposant sur un dispositif de freinage manuel lors du débrayage d'un canyoniste
- Débrayeurs reposant sur un dispositif de freinage avec blocage assisté de la main lors du débrayage d'un canyoniste (autobloquant ou à freinage assisté)

L'analyse fonctionnelle présentée ci avant met en évidence que pour tous les débrayeurs, qu'ils soient à freinage manuel ou à freinage assisté de la main, les fonctionnalités interdépendantes de premier niveau listées ci-dessus sont indispensables. Aussi, cette étude priorisera d'établir le cahier des charges des fonctionnalités de premier niveau listées ci-dessus tout en prodédant à leur test avec les débrayeurs utilisés en canyonisme.

Notons par ailleurs que pour concevoir ou tester un équipement de type débrayeur revendiquant la fonctionnalité de dispositif de freinage assisté de la main (freinage assisté et/ou autobloquant), un travail complémentaire serait nécessaire. Il nécessiterait de déterminer le cahier des charges fonctionnel et les exigences de sécurité complémentaires devant être ajoutées à cette catégorie d'outil, en plus du cahier des charges issu des fonctionnalités de premier niveau préalablement décrites.

Ce cahier des charges additionnel n'a pas été réalisé dans le cadre de cette étude. En effet, à la date de réalisation de cette campagne de tests :

- il n'existe pas sur le marché de matériel autobloquant ou autofreinant disposant d'un marquage CE, d'un certificat de conformité à la norme 15151-1 et d'une notice d'utilisation prévoyant l'usage en canyonisme
- le matériel de canyonisme existant sur le marché et revendiquant une fonctionnalité autofreinante ou autobloquante n'a pas satisfait aux tests de fonctionnalités de premier niveau indispensables à la pratique du canyonisme.

PARTIE 3

DÉTERMINATION DES VALEURS DE RÉFÉRENCE DE SOLLICITATION D'UN DÉBRAYEUR : VERS L'EXPRESSION FONCTIONNELLE DES BESOINS.

Documenter et juger de la fiabilité d'un dispositif utilisé comme débrayeur nécessite au préalable de documenter les fonctionnalités et les valeurs de référence suivantes :

- Quelles sont les forces appliquées à l'amarrage lors de la progression d'un canyoniste ? De facto, à quelles charges doit résister un débrayeur sans actions de l'opérateur ? À quelles charges doit-il rester débrayable ?
- Lorsqu'un débrayeur est utilisé en position de freinage manuel et lorsqu'un opérateur doit tenir la corde pour débrayer : Quelle charge résiduelle de la corde un opérateur est-il en mesure de retenir avec sa (ses) main(s) ? Quelle charge maximale permet à l'opérateur une pratique confortable et sécuritaire ?
- Quelle vitesse de débrayage d'une corde peu chargée permet d'assurer la progression sans le ralentir d'un nageur dans une vasque en canyonisme ?

La détermination de ces valeurs de référence constitue l'étape incontournable de ce travail.

Forces exercées à l'amarrage par la descente en rappel d'un canyoniste et détermination des valeurs de références

La situation de pratique prise en compte dans cette étude est bornée au franchissement sur corde à simple d'un obstacle à la descente en excluant toute forme de progression sur corde guide ou tyrolienne.

De précédentes études et campagnes de tests publiées¹ par la Fédération française de spéléologie (FFS) ont permis de déterminer les contraintes subies par le matériel et ses utilisateurs en conditions réelles de pratique spéléologique.

Aussi, la campagne de test «canyonisme et débrayeurs» s'est appuyée sur les résultats de ces études tout en sélectionnant les données qui documentent les forces exercées à l'amarrage par un pratiquant dans des configurations de pratique rencontrées en canyonisme.

Afin de confirmer, pour la pratique du canyonisme, la concordance des résultats des précédentes publications, des tests complémentaires ont été réalisés en utilisant le matériel de canyonisme choisi dans cette étude.

Aussi les tests réalisés avec du matériel de canyonisme ont montré que, dans toutes les conditions de pratique testées, les forces exercées à l'amarrage étaient comparables à celles obtenues avec du matériel de spéléologie.

¹ Monvoisin G, Laussac PB, (2017) Progression sur agrès en spéléologie – Des mesures en situation réelles – Spelunca 145, Monvoisin G, (2015) efforts engendrés par la chute d'un spéléologue au moment d'entamer sa descente Info EFS 63, Monvoisin G, Laussac PB, (2014) Des tests spéléologiques filmés chez Petzl, premiers résultats, Info EFS 62



Il en résulte que l'étude « canyoning et debrayeurs » utilise les résultats issus des précédentes publications de la FFS qui documentent les forces exercées à l'amarrage lors de l'évolution d'un pratiquant dans les situations de canyoning suivantes :

- descente fluide,
- montée sur corde,
- dégagement sur corde d'équipier
- Au moment de se delonger, chute sur corde non ravalée dans le descendeur avec clé d'arrêt (25cm de mou entre le descendeur et l'amarrage),
- descente avec à-coups maximaux ou freinage brutal.

Dans la bibliographie, les forces exercées à l'amarrage par l'action d'un pratiquant sont présentées sous la forme d'un coefficient d'amplification (sans unité) en nombre de fois le poids d'un pratiquant. Elles sont reprises et présentées dans le tableau ci après.

De façon complémentaire, une configuration de pratique, spécifique à l'activité de canyoning a été prise en compte : la progression sur corde avec maintien du pratiquant dans le flux de la chute d'eau avec un débit à la limite de conservation de l'intégrité physique du pratiquant. Des pré-tests² réalisés préalablement à cette étude, ont mis en évidence qu'un maintien du pratiquant dans la veine d'eau engendre des forces exercées à l'amarrage d'une fois et demi le poids du pratiquant. Ces données seront utilisées dans le tableau ci-après.

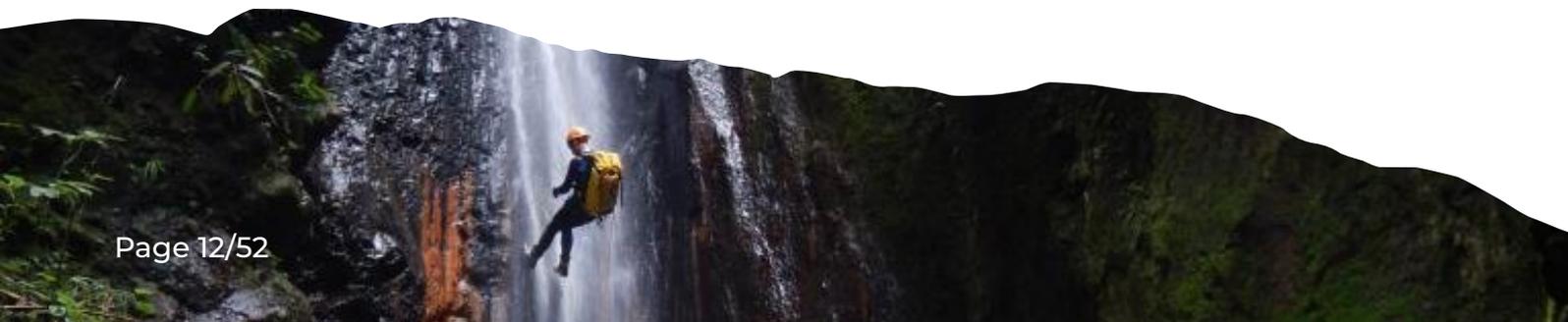
A partir des données issues de l'état de l'art, les valeurs de référence sont déterminées de la manière suivante pour chaque type d'évolution pouvant être rencontré dans la pratique du canyoning :

**Valeur de référence (daN) =
coefficient d'amplification x poids du pratiquant (80daN) x coefficient de sécurité**

En cohérence avec l'état de l'art et le travail normatif existant dans le champ des activités nécessitant de se protéger contre le risque de chute de hauteur, les coefficients de sécurité ont été déterminés comme suit :

Type d'évolution	Occurrence	Coefficient de sécurité
Progression normale	Forte - Récurrente	3
Évolution spéciale : incidentelle ou de secours	Très faible	1,5

²Batoux P, Collet P, Fauquet M, Grand X, Sourzac B, Knoertzer JS, (2014), ENSA



Définition des valeurs de référence auxquelles un débrayeur doit être apte à maintenir la corde de rappel.

Type d'évolution	Condition de pratique	Occurrence	Type d'efforts induits	Coefficient d'amplification	Poids (daN) d'un pratiquant tel que défini par les normes sport	Aléas	Coefficient de sécurité	Forces auxquelles un débrayeur doit être apte à maintenir la corde de rappel (daN) = coefficient d'amplification x poids d'un pratiquant (80daN) x coefficient de sécurité
Progression	Descente fluide	Progression normale	Statique : Charge constante du poids du pratiquant	1,25	80	Poids du pratiquant / Aléas du sac, à-coups légers à la descente etc.	3	300 daN lors d'une mise en charge statique
	Descente avec maintien du pratiquant dans le flux de la chute d'eau (débit d'eau à la limite de conservation de l'intégrité physique du pratiquant)	Évolution spéciale : en conditions aquatiques très difficiles	Statique	1,5	80	Poids du pratiquant / Impact de l'eau	1,5	180 daN lors d'une mise en charge statique
Secours	Dégagement sur corde d'un équipier	Évolution spéciale: secours	Statique : Charge constante du poids de 2 pratiquants	2	80	Poids des deux pratiquant	1,5	240 daN lors d'une mise en charge statique
	Montée sur corde brutale	Évolution spéciale: secours	Statique : Charge constante du poids du pratiquant + a-coups répétés et rapprochés de façon permanente.	2	80	Poids du pratiquant etc.	1,5	240 daN lors d'une mise en charge statique
Incident	Au moment de se delonger, chute sur corde non ravalée dans le descendeur avec clé d'arrêt (25cm de mou entre le descendeur et l'ammarge). (facteur de chute 0,5)	Évolution spéciale: incident	Dynamique : Choc - charge de courte durée	5	80	Poids du pratiquant / Sac etc.	1,5	600 daN lors d'une mise en charge dynamique
	Descente avec à-coups maximaux ou freinage maximal.	Évolution spéciale: incident	Dynamique : Charge constante du poids du pratiquant + Choc - Charge de courte durée.	3	80	Poids du pratiquant / Sac etc.	1,5	360 daN lors d'une mise en charge dynamique

Note : $g=10m/s^2$

En synthèse, les valeurs de référence pour lesquelles un débrayeur doit être apte à maintenir la corde sont :

- 300 daN lors d'une mise en charge statique**
- 600 daN lors d'une mise en charge dynamique**

Quelle charge maximale transmise par la corde un opérateur est-il en mesure de retenir avec sa (ses) main(s) ? Détermination des valeurs de référence.

La littérature sur ce sujet¹ indique pour des efforts statiques que :

« Selon la position, le diamètre de la corde et la durée de l'effort, une personne seule peut tracter 10 à 20 daN d'une main sur une corde, 20 à 40 daN à deux mains avec les pieds bien calés au sol ».

Des mesures complémentaires de traction réalisées avec les cordes utilisées dans cette étude et différents opérateurs ont confirmé ces éléments de littérature et ont mis en évidence que certains opérateurs, avec certaines cordes, ne sont pas en mesure de tracter plus de 10 daN avec une seule main.

Les techniques de canyonisme présentes dans la littérature impliquent de pouvoir utiliser ponctuellement une seule main lors du débrayage.

Aussi, lors de l'évolution normale d'un canyoniste en rappel, la charge à retenir par l'opérateur en amont du débrayeur ne devrait pas dépasser cette valeur de référence de 10 daN, le débrayeur positionné au relais dans la position de freinage la plus défavorable.

Quelle est la vitesse de débrayage nécessaire pour assurer la progression d'un nageur, sans le ralentir, dans une vasque en canyonisme ? Détermination des valeurs de référence.

Une lecture de la littérature² décrivant les modalités de pratique de l'activité canyonisme met en évidence que les techniques d'équipement des rappels débrayables en canyonisme ont progressivement évoluées vers des méthodes d'équipement qui, dans certaines situations, incluent la réalisation d'un noeud en bout de corde et l'action de sortir l'extrémité de la corde de la vasque lors du franchissement de l'obstacle par le premier équipier (cas des vasques et relais suspendus, notamment). Cette méthode permet alors de sécuriser la progression du premier et des équipiers suivants par la mise en oeuvre de techniques complémentaires (fractionnement, débrayé tiré, débrayable du bas, rappel guidé etc.).

La mise en oeuvre de ces modalités de progression nécessite notamment:

- Pour le premier équipier franchissant l'obstacle, le nageur, de pouvoir traverser la vasque sans être ralenti, limité ou entravé dans sa nage.
- Pour l'équipier au relais d'être en capacité, sur une corde très peu chargée, de donner du mou au nageur suffisamment rapidement pour lui permettre de nager et de sortir la corde de la vasque sans aucune gêne ressentie.
- Dans certains cas (vasques suspendues, fractionnement), l'assurage du nageur doit être constamment maintenue par l'équipier au relais.

Afin de s'assurer qu'un équipier placé au relais est toujours en capacité de donner du mou à un nageur sans ralentir sa progression, cette étude considère que la vitesse de débrayage nécessaire d'une corde peu chargée doit être supérieure ou égale à la vitesse maximale de nage d'un canyoniste dans une vasque.

¹Petzl (date indéterminée), tendre une tyrolienne avec MAESTRO, RIG

<https://www.petzl.com/FR/fr/Professionnel/Tendre-une-tyrolienne-avec-MAESTRO--I-D--RIG?ActivityName=Secours-techniques>

²FFSpéléologie - Collectif (2019) Manuel technique de canyonisme / CREPS Auvergne-Rhône-Alpes - Collectif (2018) Manuel professionnel de canyonisme / UIAA (2021) Memento Canyonisme

Des tests terrain ont permis de déterminer la vitesse maximale de progression d'un nageur en canyionisme.

Une vasque représentative des conditions rencontrées en canyionisme (canyon des Ecouges 2) a été préalablement choisie : la distance à franchir par le nageur mesurée au laser mètre (13 mètres) et les temps de progression au chronomètre.

A l'issue des tests terrain de cette étude, il apparaît que la vitesse de progression d'un nageur en canyionisme peut s'élever à **1 mètre par seconde**. Cette valeur est la valeur de référence retenue comme la vitesse de débrayage nécessaire pour assurer la progression d'un nageur sans ralentir ou gêner sa progression.



PARTIE 4

EXIGENCES DE SÉCURITÉ ET DE FONCTIONNALITÉ

D'UN DÉBRAYEUR DE CANYONISME :

VERS UN CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

Un débrayeur est un dispositif de blocage réversible et de freinage de la corde utilisé en canyoning. Une fois en place sur un relais un débrayeur permet de rendre utilisable un brin de corde de rappel sans nécessiter d'assistance de la main d'un opérateur. Il permet également de mettre en oeuvre l'assurage d'un équipier (débrayage).

Une analyse croisée des modalités de pratique technique de l'activité canyoning¹, des valeurs de références induites par la pratique du canyoning présentée ci-dessus, et des exigences de sécurité de la norme NF EN 15151-1 conçue pour des dispositifs de freinage avec blocage assisté de la main de type 6, permet d'élaborer une nouvelle proposition spécifique d'exigences de sécurité d'un débrayeur. Ainsi, un débrayeur devrait a minima répondre au cahier des charges fonctionnel minimal suivant :

Maintenir et bloquer la corde sans assistance de la main de l'opérateur :

- Avec un système de blocage ou une clé de blocage et sans action de l'opérateur, le débrayeur doit bloquer la corde et soutenir une charge de 300 daN pendant une minute sans aucun glissement de la corde.
- Avec un système de blocage ou une clé de blocage et sans action de l'opérateur, le débrayeur doit permettre d'arrêter la chute d'une masse de 80 kg située à 1 mètre du dispositif et en facteur de chute 0,5. Suite à l'arrêt de cette chute le glissement moyen de la corde ne doit pas dépasser 0,5m et le débrayeur doit être apte à maintenir, sans glissement, une charge de 80 daN sur la corde.

Débrayer la corde :

- La corde doit pouvoir être débrayée sous une charge de 300 daN. Elle doit également être débrayable sous une charge de 80 daN après l'arrêt d'une chute d'une masse de 80 kg située à 1 m du débrayeur et en facteur de chute 0,5.

¹ FFSpéléologie - Collectif (2019) Manuel technique de canyoning
CREPS Auvergne-Rhône-Alpes - Collectif (2018) Manuel professionnel de canyoning / Memento Canyoning (2021) UIAA

Permettre au pratiquant de mettre en œuvre l'assurage d'un équipier avec les fonctionnalités suivantes :

- Capacité à débrayer et évacuer vers le bas un pratiquant se trouvant sur la corde. La charge à retenir par l'opérateur en amont du débrayeur, ne doit pas dépasser 10 daN, avec une corde chargée à 100 daN (force exercée à l'amarrage lors d'une descente normale en rappel). Le débrayeur est positionné au relais dans la position la plus défavorable.
- Capacité à débrayer facilement une corde peu chargée à une vitesse minimale de 1 m/s. Le débrayage d'une corde peu chargée, et le débrayage d'une corde en charge est réalisée strictement avec le même montage de la corde dans le débrayeur.
- Capacité à maintenir l'assurage d'un autre pratiquant relié à la corde y compris sans le ralentir lorsqu'il franchit une vasque en nageant. L'assurage du canyoniste est alors réalisée strictement avec le même montage de la corde dans le débrayeur que lorsque ce dernier est utilisé en charge ou lorsqu'il est utilisé pour débrayer une corde peu chargée. Ce maintien de la ligne de sécurité est fondamental pour sécuriser le franchissement de vasques suspendues et l'accès à des relais suspendus.

Pour d'évidentes raisons de sécurité et de praticité sur le terrain, il est attendu d'un débrayeur de répondre à ces exigences de sécurité pour un panel le plus large possible de cordes utilisées en canyonisme et à minima avec l'ensemble des cordes conformes à la norme NF EN 1891 type B tout en utilisant une procédure unique de montage et de verrouillage pour toutes ces cordes.

PARTIE 5

LE MATÉRIEL

Choix des débrayeurs

Le choix du matériel testé pour un usage débrayeur s'est porté sur un ensemble vaste de descendeurs utilisés pour la pratique du canyoning et disponibles commercialement au moment de l'étude :

- Huit (marque: kratos safety /Diamètres internes : 52 mm et 26 mm /Hauteur : 145 mm / corps en aluminium, finition anodisé noir),

- Neuf,
- Demi cabestan noeud de mule,
- Double demi cabestan,
- Double 8 (également appelé SFD8),
- Pirana 2,
- ATK-D,
- ATK,
- Oka,
- ATS,
- Hannibal,
- Hoodoo.

Les montages des systèmes débrayables testés correspondent aux montages préconisés par les notices des fabricants disponibles à la date des tests, soit en janvier 2021, ou à défaut par les publications techniques.

A noter que le pirana 2 a fait l'objet d'un retrait du marché et un rappel du constructeur en janvier 2022.

Le pirana 2 été remplacé en juin 2023 par un modèle présentant peu de différences: le pirana guide.

Choix des cordes

Les cordes semi statiques utilisées en canyon répondent à la norme EN1891 et existent sous un nombre important de modèles : différentes options de marque, de matière, de diamètre etc. sont disponibles sur le marché.

Nous avons sélectionné 2 cordes répondant à la norme EN1891 de type B très fréquemment utilisées dans la pratique du canyoning : l'une en raison de sa résistance aux frottements grâce à une constitution en aramide et polyester et d'un diamètre de 9,6mm, l'autre en raison de sa légèreté et de son diamètre de 8,5 mm en technologie unicorne.

Aussi, les deux modèles de corde choisis présentent des caractéristiques parmi les plus différentes du marché, tout en correspondant aux diamètres minimum et maximum, fréquemment utilisés dans la pratique moderne de l'activité.



- Beal aquaram 9,6

Modèle	Norme	Type	Charge de rupture	Nombre de chutes facteur 1	Force de choc facteur 0,3	Allongement 50/150 kg	Glissement de gaine	Poids au mètre	Pourcentage de la gaine	Masse de l'âme	Retrait à l'eau	Matière	TECHNOLOGIE & TRAITEMENT
AQUARAM 9,6 mm	EN 1891	B	2700 daN (kg)	5 (80 kg)	5,5 kN	3,2 %	0 %	65 g	37 %	63%	1,2 %	Aramide + Polyester/Polyamide	

- Beal Spélénum 8,5 unicolor

Modèle	Norme	Type	Charge de rupture	Nombre de chutes facteur 1	Force de choc facteur 0,3	Allongement 50/150 kg	Glissement de gaine	Poids au mètre	Pourcentage de la gaine	Masse de l'âme	Retrait à l'eau	Matière	TECHNOLOGIE & TRAITEMENT
SPELENIUM 8,5 mm UNICORE	EN 1891	B	2000 daN (kg)	7 (80 kg)	4,0 kN	4,8 %	0 %	49 g	42 %	58 %	1 %	Polyamide	 

Les tests certificatifs de matériel se font toujours sur corde neuve sortie de l'emballage. Aussi, cette campagne de test utilise cette procédure.

D'après les constructeurs et laboratoires d'essais, une corde préparée, rincée, séchée puis testée mouillée obtient des résultats sans différences significatives par rapport à une corde testée neuve et sèche sortie de l'emballage. De ce fait, la procédure mis en oeuvre dans cette campagne de tests correspond volontairement aux conditions les plus défavorables rencontrées dans la réalité de la pratique : l'utilisation d'une corde neuve préparée, rincée, séchée et utilisée mouillée en canyionisme.

Relais et point d'attache ou de passage de la corde

Nous avons sélectionné l'anneau rond de Ø10 - INT. 32 mm A316L de marque Raumer¹ comme point d'attache ou de passage de la corde. Cet équipement est conforme à la norme NF-959 concernant les relais et leur point d'attache de la corde, également, aux normes d'équipements canyionisme.

L'utilisation de ce type de point d'attache, nous place volontairement dans les conditions les plus défavorables de la pratique: en comparaison à un maillon rapide, de par sa forme, l'anneau engendre peu de dissipation d'effort par friction et donc maximise les efforts subis par les débrayeurs. Le choix de ce type de point d'attache pour la réalisation des tests permet un positionnement volontairement conservatif.



Ce type de point d'attache – passage de la corde est fréquent. Il est présent sur les relais conformes à la norme 959 équipant les canyions, comme celui présenté ci-contre.



Matériel de mesure

Tour de chute et dynamomètres connectés du laboratoire d'essai du matériel de montagne de l'Ecole Nationale de Ski et d'Alpinisme, établissement du Ministère des sports (certification d'étalonnage des appareillages en annexe).

Dynamomètre portatif pour les tests de terrain : Rock Exoctica modèle Enforcer - CE 0120, EN 795:2012, EN 354:2010 & EN 365:2004

¹<https://www.raumerclimbing.com/fr/produits/classic/chaines-de-moulinette-rappels-inox/anneau-rond-d-10-int-32-mm-a316l/>

PARTIE 6

VÉRIFICATION DE LA COMPATIBILITÉ FONCTIONNELLE DES DESCENDEURS À GRIFFES UTILISÉS EN DÉBRAYEURS AU REGARD DE LA PROBLÉMATIQUE DE ROTATION DU CONNECTEUR

La Fédération française de spéléologie a été saisie de retours d'expériences signalant des problèmes de sécurité lors de l'usage de certains descendeurs à griffes comme débrayeurs. En effet, des pratiquants ont fait le constat qu'une rotation du connecteur était possible engendrant soit une annulation du frein, soit un blocage du système débrayable.

Objectif :

Vérifier en situation de pratique, la fonctionnalité de l'ensemble des descendeurs à griffe lorsqu'ils sont utilisés comme débrayeurs en butée au regard de la problématique de rotation du connecteur.

Matériel testé :

Un panel très large de descendeurs à griffe a volontairement été testé :

- Pirana 2,
- ATK-D,
- ATK,
- Oka,
- ATS,
- Hannibal,
- Hoodoo,
- ROPE X.



Protocole :

Sur une structure artificielle de spéléologie et de canyoning, un anneau rond, point d'attache et de passage de la corde, est positionné plein vide.

Les fonctionnalités usuelles de la pratique du canyoning sont mises en œuvre :

- Débrayer à la vitesse d'un mètre par seconde une corde peu chargée correspondant aux conditions d'assurage d'un nageur en canyoning (protocole de test décrit en partie 9 de ce document).
- Capacité à débrayer et évacuer vers le bas une charge de 100 daN se trouvant sur la corde (correspondant aux sollicitations appliquées à l'ancrage lors d'une progression normale en rappel).

Les tests sont réalisés par 3 opérateurs différents qui réalisent chacun 3 essais dans chaque configuration d'usage des différents débrayeurs utilisés en butée. Les tests sont réalisés avec les deux cordes sélectionnées pour cette étude. Lors de ces tests, la fonctionnalité du débrayeur est jugée non adaptée lorsqu'apparaît une seule fois ces événements :

- Lors du débrayage d'une corde peu chargée la corde ne reste pas installée dans la position initialement choisie aboutissant à un montage rapide
- Le débrayage vers le bas d'un pratiquant entraîne une rotation du connecteur engendrant une annulation du frein ou un blocage du système débrayable

RÉSULTATS

Lors de l'usage de ce type de débrayeurs, la corde peut ne pas rester installée dans la position initialement choisie. Le débrayeur peut alors se retrouver en montage rapide.

Par ailleurs, il a été constaté qu'une rotation du mousqueton était possible lorsque les descendeurs à griffes utilisés en butée se retrouvent en montage rapide.

Celle-ci peut se produire lorsque qu'un canyoniste descend en rappel ou lorsque la corde de descente est débrayée. Cette possible rotation du mousqueton engendre : soit une annulation du frein, soit un blocage du système débrayable.



Lors des tests réalisés, la rotation du mousqueton a été observée sur les descendeurs à griffes suivants : Oka, ATS, ATK, Hannibal, Nomad, Hoodoo, Criter 2.



En revanche, les tests ont montré que le Pirana 2 comme l'ATKD, associés chacun à un connecteur recommandé dans leur notice, n'induisent pas les problèmes observés avec les autres descendeurs à griffes testés. En effet, de par leur conception, la rotation du mousqueton préconisé est mécaniquement limitée à quelques degrés.

Ainsi, le Pirana 2 et l'ATKD ne sont pas sujet à la problématique de rotation du connecteur et sont fonctionnellement compatibles, à ce stade de l'étude, à un usage en débrayeur.



Conclusion

Ces tests montrent que l'utilisation en sécurité d'un débrayeur à griffes en butée, nécessite l'utilisation d'une association descendeur/mousqueton empêchant mécaniquement une rotation du mousqueton.

L'utilisation de descendeurs à griffes en butée dont le montage n'empêche pas mécaniquement la rotation du mousqueton pose des problèmes de sécurité et est fortement déconseillée.

Par conséquent, seuls les descendeurs à griffe ATK-D et Pirana 2 utilisés comme débrayeurs en butée seront conservés pour les autres phases de ces tests. En effet il apparaît que tous les autres descendeurs à griffe testés ne sont pas compatibles fonctionnellement avec cet usage.



PARTIE 7

TESTS DE MISE EN CHARGES STATIQUES

Objectif :

Évaluer la capacité des différents débrayeurs et leurs différents montages, à maintenir la corde de descente lors d'une mise en charge statique, au regard des valeurs de référence et des exigences de sécurité d'un débrayeur définies en partie 2.

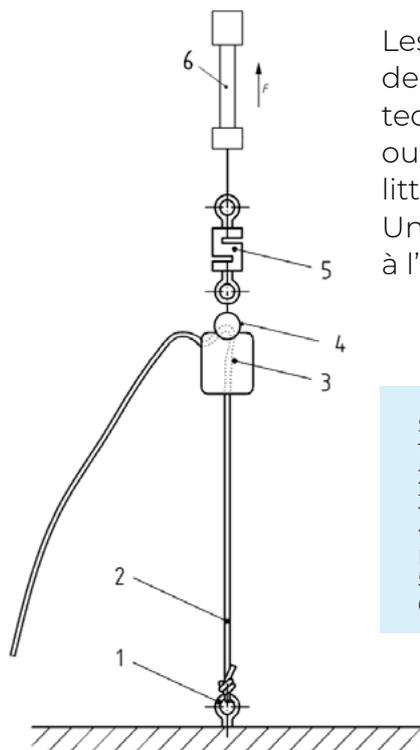
Matériel testé :

- Huit, 
- Neuf, 
- Demi cabestan noeud de mule, noeud d'arrêt, clé d'arrêt, 
- Double demi cabestan et clé d'arrêt, 
- Double 8, 
- Pirana 2, 
- ATK-D. 

Protocole :

Test de mise en charge statique :

Test en laboratoire réalisé à l'aide d'un vérin hydraulique, d'un dynamomètre et d'un anneau rond (référence détaillée en partie 2).



Les débrayeurs et les montages testés sont équipés avec passage de la corde dans l'anneau rond et conformément aux notices techniques des fabricants mise à disposition à la date des tests ou à défaut conformément aux montages préconisés dans la littérature¹.

Une traction lente est exercée sur la corde en aval du débrayeur à l'aide du vérin hydraulique.

Schéma 1 :

- 1 - Point d'ancrage
- 2 - Corde
- 3 - Débrayeur
- 4 - Anneau rond, point de passage de la corde
- 5 - Cellule dynamométrique
- 6 - Dispositif de traction

¹ FFspéléologie - Collectif (2019) Manuel technique de canyionisme
Creps Auvergne-Rhône-Alpes - Collectif (2018) Manuel professionnel de canyionisme /
Memento Canyionisme (2021) UIAA



RÉSULTATS

Tests statiques débrayeurs en butée



			9	ATK-D	8				Pirana
					8 clé coiffée (voir manuel FFS 2019 ou professionnel 1ère édition ou Memento Canyonisme UIAA ²)	8 clé coiffée avec tour complet sur le corps du 8 (voir manuel professionnel 2ème édition)	8 clé gansée brin mou (voir manuel professionnel 1ère édition ou Memento Canyonisme UIAA ²)	8 clé gansée sur corps du 8 (voir manuel professionnel 2ème édition)	Tous les montages primaires (rapide / une griffe / 2 griffes)
Béal Spélénum unicolore 8,5	Mise en tension progressive jusqu'à 600 daN. La valeur indique la force à laquelle débute le glissement éventuel (daN) Validation = aucun glissement à 300 daN	Test 1	180	Pas de glissement	460	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement
		Test 2	110	Pas de glissement	150	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement
		Test 3	180	Pas de glissement	280	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement
		Moyenne	157	Pas de glissement	297	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement
		Test 1	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
		Test 2	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Oui	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Oui	Non	Oui	Oui
		Test 3	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
		Conclusion : 1 échec sur 3 tests = non	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Oui (1)	Oui	Oui (1)	Non	Oui	Oui (1)
		Observations	Impossible à charger à 300 daN	Très léger glissement autour de 450-500 daN	Variation importante des valeurs dépendante de la position du 8 et de la variation des placements de la corde de descente sur les cordes de la clé coiffée		Impossible à défaire		Clé très facile à défaire
	Béal Spélénum aquaram 9,6	Mise en tension progressive jusqu'à 600 daN. La valeur indique la force à laquelle débute le glissement éventuel (daN) Validation = aucun glissement à 300 daN	Test 1	300	Pas de glissement	500	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement
		Test 2	306	Pas de glissement	280	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement
		Test 3	450	Pas de glissement	470	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement
		Moyenne	352	Pas de glissement	417	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement	Pas de glissement
		Test 1	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
		Test 2	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
		Test 3	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
		Conclusion : 1 échec sur 3 tests = non	Oui	Oui (1)	Oui (1)	Oui (1)	Non	Oui (1)	Oui
		Observations	Commence à glisser à 300 - Débrayage difficile nécessite de tirer la corde vers le haut				Impossible à défaire	Clé peu facile à défaire	Clé très facile à défaire
RÉSULTATS DES TESTS			Non admis. Poursuite du test dynamique pour affiner le diagnostic	Valide ce test. Valeur supérieure à 600 kg sans glissement avec tous les montages primaires Test dynamique non obligatoire	Non admis. Poursuite du test dynamique pour affiner le diagnostic	Valide ce test. Valeur supérieure à 600 kg sans glissement avec tous les montages primaires - Test dynamique non obligatoire	Non admis. Non débrayable	Valide ce test. Poursuite du test dynamique pour affiner le diagnostic de débrayabilité	Valide ce test. Valeur supérieure à 600 kg sans glissement avec tous les montages primaires Test dynamique non obligatoire

² Pour ces montages, les tests ont validé la débrayabilité avec des contraintes plus importantes que celle exigée : débrayabilité à 300 daN après une mise en charge à 600 daN

RÉSULTATS

Tests statiques débrayeurs en suspension

									
Béal Spélinimum unicolore 8,5	Mise en tension progressive jusqu'à 600 daN. La valeur indique la force à laquelle débute le glissement éventuel (daN). Validation = aucun glissement à 300 daN	Test 1	Pas de glissement	Pas de glissement	20 ou 120 ¹	20 ou 75 ¹	50	120	50
		Test 2	Pas de glissement	Pas de glissement	30 ou 130 ¹	25 ou 75 ¹	100	115	340
		Test 3	Pas de glissement	Pas de glissement	20 ou 80 ¹	20 ou 85 ¹	90	130	110
		Moyenne	Pas de glissement	Pas de glissement	23 ou 110 ¹	22 ou 78 ¹	80	121	167
	Clé défaisable à 300 daN après mise en charge à 300 daN	Test 1	Oui	Oui	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible
		Test 2	Oui	Oui	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non
		Test 3	Oui	Oui	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible
		Conclusion : 1 échec sur 3 tests = non	Oui ²	Oui ²	Non	Non	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non testé mise en charge à 300 daN impossible	Non (même pour le test dépassant la charge de 300daN)
	Observations		Peu facile à défaire		Si le double 8 est maintenu à l'horizontal glisse à partir de 20 daN	Si le double 8 est maintenu à l'horizontal glisse à partir de 20 daN			Suivant le positionnement des cordes forte variabilité
	Béal Spélinimum aquaram 9,6	Mise en tension progressive jusqu'à 600 daN. La valeur indique la force à laquelle débute le glissement éventuel (daN). Validation = aucun glissement à 300 daN	Test 1	Pas de glissement	Pas de glissement	Non testé	Non testé	220	300
Test 2			Pas de glissement	Pas de glissement	Non testé	Non testé	200	Un seul test	70
Test 3			Pas de glissement	Pas de glissement	Non testé	Non testé	230	Un seul test	170
Moyenne			Pas de glissement	Pas de glissement	Non testé	Non testé	217	300	97
Clé défaisable à 300 daN après mise en charge à 300 daN		Test 1	Oui	Oui	Non testé	Non testé	Non testé mise en charge à 300 DaN impossible	Oui	Non testé mise en charge à 300 daN impossible
		Test 2	Oui	Oui	Non testé	Non testé	Non testé mise en charge à 300 DaN impossible		Non testé mise en charge à 300 daN impossible
		Test 3	Oui	Oui	Non testé	Non testé	Non testé mise en charge à 300 DaN impossible		Non testé mise en charge à 300 daN impossible
		Conclusion : 1 échec sur 3 tests = non	Oui	Oui ²	Non testé	Non testé	Non testé mise en charge à 300 DaN impossible	Oui pour un test	Non testé mise en charge à 300 daN impossible
Observations			Clé parfois très difficile à déverrouiller					Peu facile à défaire	Non testé mise en charge à 300 daN impossible
RÉSULTATS DES TESTS		Valide ce test malgré une clé parfois difficile à déverrouiller. Poursuite du test dynamique pour affiner le diagnostic de débrayabilité	Valide ce test - Valeur supérieure à 600 kg sans glissement - Test dynamique non obligatoire	Non admis - valeur de glissement très basse avec une corde de 8,5mm - Arrêt des tests	Non admis - valeur de glissement très basse avec une corde de 8,5mm - Arrêt des tests	Non admis - valeur de glissement très basse avec une corde de 8,5mm - Arrêt des tests	Non admis - valeur de glissement très basse avec une corde de 8,5mm	Non admis - Montage aléatoire : arrêt des tests	

¹ La valeur la plus faible est obtenue par maintien du double 8 à l'horizontal/ la valeur la plus haute est obtenue sans maintien à l'horizontal du double 8.

² Pour ces montages, les tests ont validé la débrayabilité avec des contraintes plus importantes que celle exigée : débrayabilité à 300 daN après une mise en charge à 600 daN

³ Creps Auvergne-Rhône-Alpes – Collectif (2018) Manuel professionnel de canyonisme

PARTIE 8

TESTS DE MISE EN CHARGE DYNAMIQUE

Objectif :

Évaluer la capacité du système débrayable à absorber une mise en charge dynamique et à arrêter une chute ainsi que mesurer la force de choc induite. La comparaison entre le résultat obtenu et l'exigence de sécurité (partie 2) est alors réalisée.

Les systèmes débrayables ne validant pas ce test de mise en charge dynamique sont considérés comme inaptés au regard des exigences de sécurité déterminées en partie 2 de ce document.

La réussite aux deux tests de mise en charge statique (partie 4) et dynamique (partie 5) est nécessaire pour qu'un système débrayable soit jugé apte à maintenir la corde de descente.

Matériel testé :

- Huit, 
- Neuf, 
- Demi cabestan noeud de mule et noeud d'arrêt, 
- Double demi cabestan, 
- Double 8, 
- Pirana 2, 
- ATK-D. 

Protocole :

Test en laboratoire réalisé à l'aide d'une tour de chute, d'un dynamomètre et d'un anneau rond (référence détaillée en partie 2).

Les débrayeurs et les systèmes débrayables testés sont équipés avec passage de la corde dans l'anneau rond conformément aux notices techniques des fabricants ou à défaut conformément aux montages préconisés dans la littérature¹.

Une mise en charge dynamique, chute d'une masse métallique de 80 Kg (reliée à la corde par un noeud de 8) en facteur de chute 0,5 (0,5m de hauteur de chute pour une longueur de corde d'un mètre) est exercée sur la corde en aval du débrayeur. Une charge statique de 80 daN est maintenue sur la corde après l'arrêt de la chute.

Note: Ce test est réalisé en laboratoire à partir de la chute d'une masse métallique. A masse égale, la force de choc ainsi obtenue n'est pas représentative des efforts réellement rencontrés lors d'une chute d'un canyoniste. En effet, la masse utilisée lors de ce test en laboratoire est un corps rigide indéformable qui n'absorbe aucune énergie d'amortissement.

A contrario, dans la pratique du canyonisme, de nombreux facteurs sont susceptibles de limiter ces efforts : l'absorption d'une partie de l'énergie à travers le corps du canyoniste, le déplacement du corps de l'assureur, la déformation du harnais.

Aussi, l'utilisation d'une masse métallique est par nature bien plus défavorable que la chute d'un canyoniste. Afin de ne pas obtenir de résultats en laboratoire irréalistes au regard de la réalité de la pratique, le coefficient d'amplification de la masse n'a volontairement pas été pris en compte: les tests ont été réalisés avec une masse métallique de 80 kg. Ce protocole, considère que le coefficient de sécurité de 1.5 est implicitement inclus par le remplacement du canyoniste par une masse métallique lors de la réalisation des tests.

Le test est réalisé 3 fois. La moyenne des essais chiffrés est calculée. Les tests sont réalisés avec les deux cordes sélectionnées pour cette étude.

Les critères de réussite attendus cumulatifs sont :

- Les 3 essais valident l'arrêt de la chute par le système débrayable avec moins de 50cm en moyenne de glissement de la corde dans le débrayeur (moyenne des 3 essais, sans ne jamais atteindre 1 mètre de glissement)
- Une force de choc induite inférieure au seuil d'occurrence lésionnel : 600 daN (moyenne des 3 essais)
- Les 3 essais valident la possibilité de débrayer la corde suite à l'arrêt de la chute et au maintien d'une charge de 80daN sur la corde

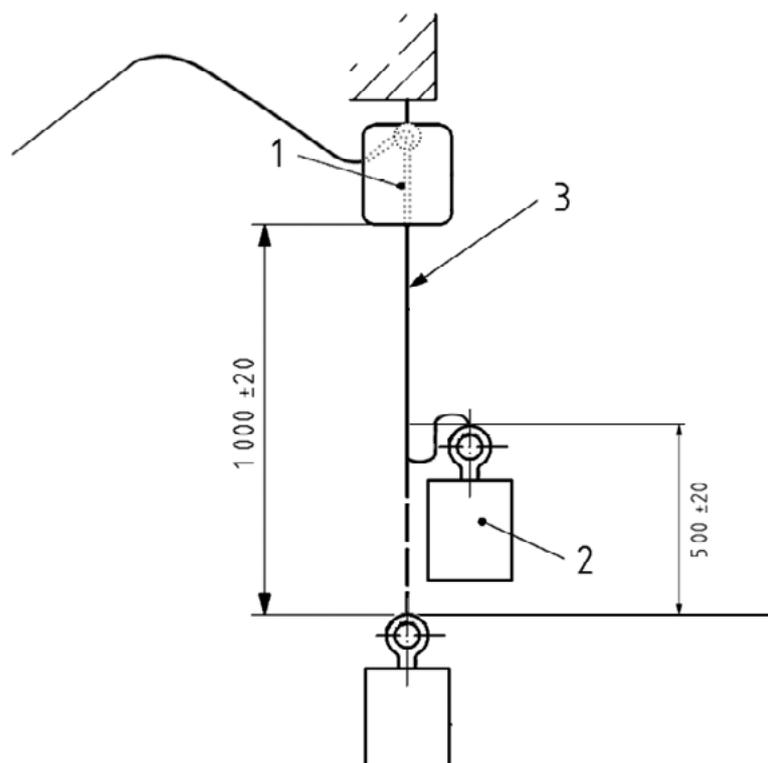


Schéma 2 :
1 - Débrayeur
2- Masse métallique de 80 Kg
3 - Corde

RÉSULTATS

Tests dynamiques en butée

		9 		ATK rapide 		8 		
			Pirana test en montage rapide (le plus défavorable)			8 clé coiffée (voir manuel FFS 2019 ou professionnel 1ère édition ou Memento Canyonisme UIAA ²)	Clé 8 coiffée avec tour complet sur le corps du 8 (voir manuel professionnel deuxième édition ²)	8 clé gansée sur corps du 8 (voir manuel professionnel première édition ou memento canyonisme UIAA ²)
Béal Spélénum unicolore 8,5	Arrêt de la chute ?	Test 1	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
		Test 2	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
		Test 3	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
		Conclusion : 1 echec = non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Longueur du glissement en cm	Test 1	40	5	10	100	10	10
		Test 2		12	10	15	13	10
		Test 3		12	15	15	12	12
		Moyenne		10	12	43	12	11
		Conclusion (aucun test avec 100 cm de glissement, 50 cm de moyenne)	Non	Ok	Ok	Non	Ok	Ok
	Débrayabilité			Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
	Etat de la corde	Test 1		RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Test 2		RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Test 3		RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Conclusion : 1 echec sur 3 tests = non	RAS 1 essai	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
	Etat du débrayeur	Test 1		RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Test 2		RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Test 3		RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Conclusion : 1 echec sur 3 tests = non	RAS 1 essai	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
Force de choc daN (risque de lésions à partir de 600 daN)	Test 1	220	475	360	240	375	470	
	Test 2	170	470	410	340	360	450	
	Test 3	170	480	410	300	260	440	
	Moyenne	187	475	393	293	332	453	
	Conclusion	Non valide car pas d'arrêt de la chute dans 2 cas sur 3	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	
Béal Spélénum aquaram 9,6	Arrêt de la chute ?	Test 1	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
		Test 2	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
		Test 3	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
		Conclusion : 1 echec = non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Longueur du glissement en cm	Test 1	10	11	0	5	10	7
		Test 2	20	15	0	5	6	6
		Test 3	30	2	0	5	6	6
		Moyenne	20	9	0	5	7	6
		Conclusion (aucun test avec 100 cm de glissement, 50 de moyenne)	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Débrayabilité		Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
	Etat de la corde	Test 1	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Test 2	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Test 3	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Conclusion ; 1 echec sur 3 tests = non	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
	Etat du débrayeur	Test 1	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Test 2	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Test 3	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
		Conclusion : 1 echec sur 3 test = non	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
Force de choc daN (risque de lésions à partir de 600 daN)	Test 1	430	570	420	475	440	540	
	Test 2	400	560	575	450	440	540	
	Test 3	400	540	400	480	440	540	
	Moyenne	410	557	455	468	440	540	
	Conclusion	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	
RÉSULTATS DES TESTS		Non admis: n'arrête pas la chute sur l'une des cordes	Valide ce test pour tous montages primaires	Valide ce test / Risque de décrochage involontaire	Non admis - Atteint les valeurs limites avec l'une des cordes	Valide ce test	Valide ce test	

RAS = Rien à signaler

¹ FFSpéléologie - Collectif (2019) Manuel technique de canyionisme / Creps Auvergne-Rhône-Alpes - Collectif (2018) Manuel professionnel de canyionisme Memento Canyionisme (2021) UIAA et FFCAM

² Collectif (2018) Manuel professionnel de canyionisme / Memento Canyionisme (2021) UIAA et FFCAM

RÉSULTATS



Tests dynamiques débrayeurs suspension

		1/2 cabestan + noeud de mule + noeud d'arrêt	Double demi cabestan + clé d'arrêt	
Béal Spélénum unicore 8,5	Arrêt de la chute ?	Test 1	Oui	
		Test 2	Oui	
		Test 3	Oui	
		Conclusion : 1 echec = non	Oui	
	Longueur du glissement en cm	Test 1	13	8
		Test 2	13	Un seul test
		Test 3	13	Un seul test
		Moyenne	13	Un seul test
		Conclusion (aucun test avec 100cm de glissement, 50 de moyenne)	Ok	Ok
	Débrayabilité		Clé difficile à défaire	Ok
	Etat de la corde	Test 1	RAS	RAS
		Test 2	RAS	Un seul test
		Test 3	RAS	Un seul test
		Conclusion : 1 echec sur 3 tests = non	Ok	Ok
	Etat du débrayeur	Test 1	RAS	RAS
		Test 2	RAS	Un seul test
		Test 3	RAS	Un seul test
		Conclusion : 1 echec sur 3 tests = non	Ok	Ok
	Force de choc daN (risque de lésions à partir de 600 daN)	Test 1	440	430
		Test 2	460	Un seul test
Test 3		460	Un seul test	
Moyenne		453	Un seul test	
Conclusion		Ok	Ok	
Béal Spélénum aquaram 9,6	Arrêt de la chute ?	Test 1	Oui	
		Test 2	Oui	
		Test 3	Oui	
		Conclusion : 1 echec = non	Oui	
	Longueur du glissement en cm	Test 1	10	18
		Test 2	15	Un seul test
		Test 3	15	Un seul test
		Moyenne	13	Un seul test
		Conclusion (aucun test avec 100cm de glissement, 50 de moyenne)	Ok	Ok
	Débrayabilité		Clé difficile à défaire	Ok
	Etat de la corde	Test 1	RAS	RAS
		Test 2	RAS	Un seul test
		Test 3	RAS	Un seul test
		Conclusion ; 1 echec sur 3 tests = non	Ok	Ok
	Etat du débrayeur	Test 1	RAS	RAS
		Test 2	RAS	Un seul test
		Test 3	RAS	Un seul test
		Conclusion : 1 echec sur 3 test = non	Ok	Ok
	Force de choc daN (risque de lésions à partir de 600 daN)	Test 1	510	520
		Test 2	500	Un seul test
Test 3		530	Un seul test	
Moyenne		513	Un seul test	
Conclusion		Ok	Ok	
RÉSULTATS DES TESTS		Valide ce test	Valide ce test. Un seul test dynamique. Maintien des deux types de corde à la charge de 600 daN avec 3 répétitions.	

RAS = Rien à signaler

PARTIE 9

TESTS VISANT À ÉVALUER LA CAPACITÉ DU SYSTÈME DÉBRAYABLE À ASSURER ET DÉBRAYER UN NAGEUR

Objectif :

Vérifier la possibilité de débrayer avec rapidité et fluidité une corde peu chargée en utilisant un montage primaire de la corde sur le débrayeur strictement identique à celui utilisé pour débrayer en charge.

Matériel testé :

- Huit, 
- Neuf, 
- Demi cabestan noeud de mule, 
- Double demi cabestan, 
- Double 8, 
- Pirana 2, 
- ATK-D. 

Protocole :

Ce test est réalisé sur une structure artificielle, à une hauteur fixe (6,54 m) avec un anneau rond pour le passage de la corde (référence détaillée en partie 2), une masse fixe (4 kg) et un chronomètre.

L'effort conservatif choisi de 4 daN correspond à l'addition de :

- 0,5 daN de poids de corde (10 mètres de corde Béal spélénum unicolore 8,5)
- 3,5 daN d'effort de traction résiduel engendré par le déplacement d'un nageur

Les systèmes débrayables sont testés dans la position sans verrouillage avec passage de la corde dans l'anneau rond plein vide, conformément aux notices techniques des fabricants ou, à défaut, conformément aux montages préconisés dans la littérature. La corde est chargée à son extrémité par une masse de 4 kg. Le poids, fixé à l'extrémité de la corde est positionné en aval du débrayeur juste sous ce dernier. La vitesse de débrayage maximale est recherchée par l'opérateur. Le temps nécessaire pour débrayer le poids entre le débrayeur et le sol est chronométré.

Ce test est réalisé avec la corde aquaram 9,6 mm. Cette corde, de par ses caractéristiques, en particulier son diamètre, est la moins favorable des deux cordes choisies pour ce test.

Les tests sont réalisés par 3 opérateurs différents, experts de l'activité canyoning sachant utiliser le débrayeur testé. Ils réalisent chacun 3 essais, dans chaque configuration d'usage des différents débrayeurs utilisés. La moyenne des 3 essais retenus est calculée. Dans le but de s'approcher de la vitesse maximale de débrayage de l'outil par un expert de l'usage de ce dernier, seul les 3 essais de l'opérateur le plus performant sont retenus. L'opérateur le plus performant est celui ayant réalisé lors des 3 essais la meilleure performance moyenne.

Le critère de réussite est une vitesse de débrayage (moyenne des 3 essais) d'une corde peu chargée (4 daN), supérieure ou égale à 1 m/s et en utilisant un montage primaire de la corde sur le débrayeur strictement identique à celui utilisé pour débrayer en charge.

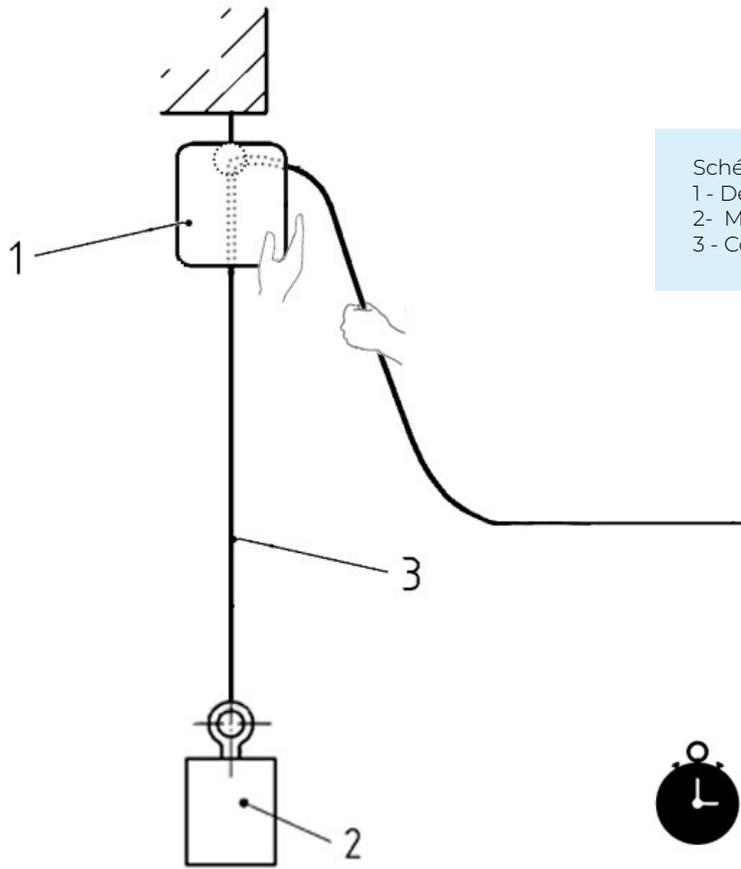


Schéma 3:
1 - Débrayeur
2- Masse de 4 kg
3 - Corde

RÉSULTATS

Système en butée - Débrayer-assurer 1 nageur

	Neuf en butée	Huit en butée	ATKD montage rapide	ATKD montage 1 griffe (courte)	Pirana rapide	Pirana 1 griffe	Pirana butée 2 griffes
Test 1 en mètre/ seconde	0,3	1	1,3	0,8	1,6	1,5	0,9
Test 2 en mètre/ seconde	0,5	1	1,1	0,8	2,2	1,7	1
Test 3 en mètre/ seconde	Blocage involontaire	1,1	1,2	0,7	1,4	1,2	1
Moyenne en mètre/ seconde	0,4	1	1,2	0,8	1,7	1,4	0,96
Commentaires	Blocage involontaire. Non reproductible et non répétable	Lors du débrayage rapide, suivant la gestuelle de l'opérateur, création possible d'une tête d'alouette		Lors du débrayage rapide, le montage passe parfois involontairement du montage 1 griffe au montage rapide			
Résultat des tests	Non admis	Valide ce test	Valide ce test	Non admis	Valide ce test	Valide ce test	Non admis

Débrayable en suspension - Débrayer-assurer 1 nageur

	8 suspendu grand oeil	9 suspendu	Double 8 joker	Double 8 double débrayable	Double demi cabestan sur connecteur hms de grosse taille Petzl william	Double demi cabestan sur connecteur hms de petite taille Beal besafe	Demi Cabestan sur connecteur hms Beal besafe
Test 1 en mètre/ seconde	Impossible	0,9	0,6	0,6	1	0,7	1,1
Test 2 en mètre/ seconde	Impossible	0,7	0,7	0,6	1,4	0,8	1,2
Test 3 en mètre/ seconde	Impossible	0,8	0,8	0,6	1,4	0,7	1,5
Moyenne en mètre/ seconde	Impossible	0,8	0,6	0,6	1,3	0,7	1,2
Commentaires			Très difficile. Possible que si le Double 8 bascule. Si le Double 8 est maintenu en position horizontale = presque impossible	Très difficile. Possible que si le Double 8 bascule. Si le Double 8 est maintenu en position horizontale = presque impossible			
Résultat des tests	Non admis	Non admis	Non admis	Non admis	Valide ce test	Non admis	Valide ce test

PARTIE 10

TESTS VISANT À S'ASSURER QUE LA CORDE PEUT ÊTRE TENUE DANS LA MAIN DE L'OPÉRATEUR LORSQU'IL DÉBRAYE

Objectif :

Vérifier la possibilité de retenir à une main la corde en amont du débrayeur lorsqu'un opérateur débraye un système débrayable en situation habituelle de descente en rappel.

Matériel testé :

- Huit, 
- Neuf, 
- Demi cabestan, 
- Double demi cabestan,
- Double 8, 
- Pirana 2, 
- ATK-D. 

Protocole :

Ce test est réalisé sur une structure artificielle, avec un anneau rond pour le passage de la corde (référence détaillée en partie 2), une masse de 100 kg est reliée à la corde. Elle correspond à la sollicitation d'un débrayeur lors d'une situation normale de descente en rappel.

Les systèmes débrayables sont testés dans la position sans verrouillage avec passage de la corde dans l'anneau rond conformément aux notices techniques des fabricants ou à défaut conformément aux montages préconisés dans la littérature.

La corde est équipée plein vide et arrive jusqu'au sol. Sur la corde, un pratiquant est suspendu, immobile, en position d'arrêt plein vide.

Un bloqueur de poing est fixé sur la corde en amont du débrayeur relié à un dynamomètre. Considérant qu'au moment de débrayer, un pratiquant ne peut choisir la position du débrayeur sur le relais, la position induisant une charge la plus élevée sur le dynamomètre est volontairement recherchée et mesurée.

Ce test est réalisé avec la corde unicore spelenium 8,5mm. Cette corde, de par ses caractéristiques induit une force résultante plus importante que la corde Aquaram 9,6 et nous place ainsi dans la configuration la plus défavorable.

Le test est réalisé 3 fois. La moyenne des 3 essais est calculée.

Le critère de réussite est une force mesurée sur le dynamomètre ne dépassant pas 10 daN (moyenne des 3 essais).



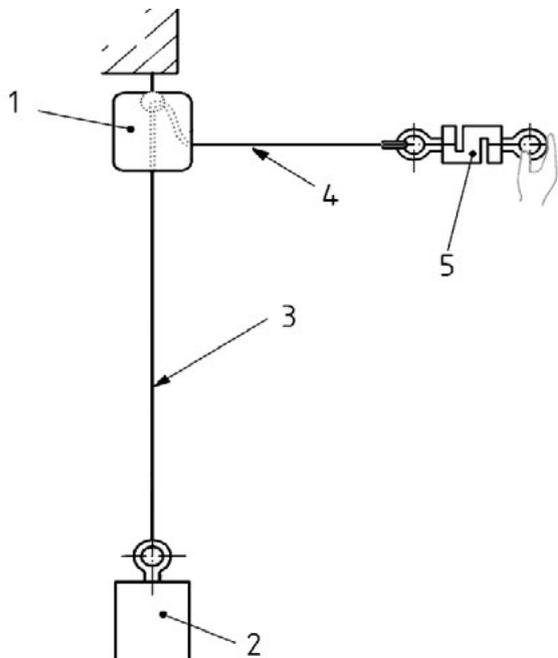


Schéma 4 :
 1 - Débrayeur
 2- Masse de 100 kg
 3 et 4 - Corde
 5 - Cellule dynamométrique

RÉSULTATS

Système en butée - Charge résultante dans la main

	9 en butée	8 en butée	ATKD montage rapide	ATKD montage 1 griffe (courte)	Pirana rapide	Pirana 1 griffe	Pirana 2 griffes
Test 1 en daN	8	8,5	6,5	3,25	8,3	3,25	3,6
Test 2 en daN	8	9,5	7,5	3,6	9,3	3,6	4
Test 3 en daN	8	8,5	6,5	3,6	8,3	3,6	3,6
Moyenne en daN	8	9	7	3	9	3	4
Résultat des tests	Valide ce test	Valide ce test	Valide ce test	Valide ce test	Valide ce test	Valide ce test	Valide ce test

Débrayable en suspension - Charge résultante dans la main

	8 suspendu grand oeil	9 suspendu	Double 8 joker	Double 8 double débrayable (idem)	Double demi cabestan sur connecteur HMS de grosse taille Petzl William	Double demi cabestan sur connecteur HMS de petite taille Beal Besafe	Demi cabestan sur connecteur HMS Beal besafe
Test 1 en daN	2,6	14	0,85	2,5	0	0	10
Test 2 en daN	3,35	14,55	1	3	0	0	11
Test 3 en daN	2,55	15,2	1,5	3,5	0	0	9
Moyenne en daN	2,8	14,6	1,1	3	0	0	10
Résultat des tests	Valide ce test	Non admis	Valide ce test	Valide ce test	Valide ce test	Valide ce test	Valide ce test



PARTIE 11

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Matériel utilisé : Le Huit*



Descriptif du système débrayable	Huit en butée : Clé coiffée par un demi tour	Huit en butée : Clé gansée brin mou	Huit en butée : Noeud de mule sur le petit oeil	Huit en suspension : Suspendu par le grand oeil
Phase 1 Tests de mise en charge : aptitude à maintenir fixe la corde de descente en rappel	✗	●	●	✗
Phase 2 Tests de débrayabilité : aptitude à pouvoir défaire la clé sous charge	●	✗	●	✗
Phase 3 Test de la capacité à assurer et débrayer un nageur	●	●	⚠ Limites fonctionnelles	✗
Phase 4 Force à exercer pour tenir la corde lors du débrayage	●	●	●	●
Autres limites	⚠ Surveiller le risque de tête d'alouette lors du débrayage	⚠ Surveiller le risque de tête d'alouette lors du débrayage	⚠ Surveiller le risque de tête d'alouette lors du débrayage	

Pour valider les phases 1 et 2, un système débrayable doit valider les tests avec les 2 cordes de type B Beal Spélénum 8,5 mm Unicore et Béal Aquaram 9,6 mm.

Pour valider la phase 3, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Aquaram 9,6mm.

Pour valider la phase 4, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Spélénum 8,5mm Unicore.

***Matériel testé à partir des préconisations d'utilisation des manuels techniques de canyoning à la date du 20 janvier 2021.**



Matériel utilisé : Pirana 2*



Descriptif du système débrayable	Pirana 2 en butée Montage : 2 griffes	Pirana 2 en butée Montage : 1 griffe	Pirana 2 en butée Montage : aucune griffe
Phase 1 Test de mise en charge : aptitude à maintenir fixe la corde de descente en rappel	●	●	●
Phase 2 Test de débrayabilité : aptitude à pouvoir défaire la clé sous charge	●	●	●
Phase 3 Test de la capacité à assurer et débrayer un nageur	✗	●	●
Phase 4 Force à exercer pour tenir la corde lors du débrayage	●	●	●

Pour valider les phases 1 et 2, un système débrayable doit valider les tests avec les 2 cordes de type B Beal Spélénum 8,5 mm Unicore et Beal Aquaram 9,6 mm.

Pour valider la phase 3, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Aquaram 9,6 mm.

Pour valider la phase 4, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Spelenium 8,5 mm Unicore.

***Matériel testé à partir des préconisations d'utilisation fournies par le constructeur à la date du 20 janvier 2021.**

Matériel utilisé : ATKD*



Descriptif du système débrayable	ATKD en butée Montage : 1 griffe	ATKD en butée Montage : aucune griffe
Phase 1 Test de mise en charge : aptitude à maintenir fixe la corde de descente en rappel	●	●
Phase 2 Test de débrayabilité : aptitude à pouvoir défaire la clé sous charge	●	●
Phase 3 Test de la capacité à assurer et débrayer un nageur	✗	●
Phase 4 Force à exercer pour tenir la corde lors du débrayage	●	●
Autres limites	! Surveiller le dévrouillage involontaire de la clé	! Surveiller le dévrouillage involontaire de la clé

Pour valider les phases 1 et 2, un système débrayable doit valider les tests avec les 2 cordes de type B Beal Spélénum 8,5 mm Unicore et Beal Aquaram 9,6 mm.

Pour valider la phase 3, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Aquaram 9,6 mm.

Pour valider la phase 4, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Spelenium 8,5 mm Unicore.

***Matériel testé à partir des préconisations d'utilisation fournies par le constructeur à la date du 20 janvier 2021.**



Matériel utilisé : Le Neuf*



Descriptif du système débrayable	Neuf en butée (D'après la notice constructeur en ligne le 20 janvier 2021, sans clé de blocage par nœud de mule)	Neuf en suspension (D'après la notice constructeur en ligne le 20 janvier 2021, sans clé de blocage par nœud de mule)
Phase 1 Test de mise en charge : aptitude à maintenir la corde de descente en rappel	✗	✗
Phase 2 Test de débrayabilité : aptitude à pouvoir défaire la clé sous charge	●	●
Phase 3 Test de la capacité à assurer et débrayer un nageur	✗	✗
Phase 4 Force à exercer pour tenir la corde lors du débrayage	●	✗

Pour valider les phases 1 et 2, un système débrayable doit valider les tests avec les 2 cordes de type B Beal Spélénum 8,5 mm Unicore et Beal Aquaram 9,6 mm.

Pour valider la phase 3, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Aquaram 9,6 mm.

Pour valider la phase 4, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Spelenium 8,5 mm Unicore.

***Matériel testé à partir des préconisations d'utilisation fournies par le constructeur à la date du 20 janvier 2021.**



Matériel utilisé : Le Double-Huit*



Descriptif du système débrayable	Double-huit en suspension Montage Joker	Double-huit en suspension Montage double débrayable
Phase 1 Tests de mise en charge : aptitude à maintenir la corde de descente en rappel	✘	✘
Phase 2 Tests de débrayabilité : aptitude à pouvoir défaire la clé sous charge	●	●
Phase 3 Test de la capacité à assurer et débrayer un nageur	✘	✘
Phase 4 Force à exercer pour tenir la corde lors du débrayage	●	●

Pour valider les phases 1 et 2, un système débrayable doit valider les tests avec les 2 cordes de type B Beal Spélénum 8,5 mm Unicore et Beal Aquaram 9,6 mm.

Pour valider la phase 3, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Aquaram 9,6 mm.

Pour valider la phase 4, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Spelenium 8,5 mm Unicore.

***Matériel testé à partir des préconisations d'utilisation fournies par le constructeur à la date du 20 janvier 2021. Le Double-Huit est également appelé SFD8.**



Matériel utilisé : Mousqueton Poire ou HMS*



Descriptif du système débrayable	Mousqueton en suspension Demi cabestan + noeud de mule + noeud d'arrêt	Mousqueton en suspension Double demi cabestan + clé
Phase 1 Tests de mise en charge : aptitude à maintenir la corde de descente en rappel	●	●
Phase 2 Tests de débrayabilité : aptitude à pouvoir défaire la clé sous charge	! Valide le test mais noeud de mule difficile à défaire aux charges maximales	●
Phase 3 Test de la capacité à assurer et débrayer un nageur	●	! Valide le test avec un connecteur HMS de grande taille / Ne valide pas le test avec un connecteur HMS de petite taille
Phase 4 Force à exercer pour tenir la corde lors du débrayage	! Valide le test mais force importante à exercer pour tenir la corde de débrayage : à la limite des valeurs acceptables au regard du cahier des charges.	●
Autres limites	! Avec des cordes de faible diamètre : la corde risque de filer dans la main. Tenir la corde à 2 mains.	! Impossible de ravalier du mou.

Pour valider les phases 1 et 2, un système débrayable doit valider les tests avec les 2 cordes de type B Beal Spélénum 8,5 mm Unicore et Beal Aquaram 9,6 mm.

Pour valider la phase 3, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Aquaram 9,6 mm.

Pour valider la phase 4, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Spelenium 8,5 mm Unicore.

***Montage testé à partir des préconisations d'utilisation des manuels techniques de canyoning à la date du 20 janvier 2021.**



ZOOM SUR LES ÉVOLUTIONS TECHNIQUES PERMETTANT DE RÉPONDRE AU CAHIER DES CHARGES

Matériel utilisé : le Huit*



Descriptif du système débrayable	Huit en butée Clé coiffée Tour complet sur le Corps du huit	Huit en butée Clé Gansée sur le Corps du huit
Phase 1 Test de mise en charge : aptitude à maintenir la corde de descente en rappel	●	●
Phase 2 Tests de débrayabilité : aptitude à pouvoir défaire la clé sous charge	●	●
Phase 3 Test de la capacité à assurer et débrayer un nageur	●	●
Phase 4 Force à exercer pour tenir la corde lors du débrayage	●	●
Autres limites	 Surveiller le risque de tête d'alouette lors du débrayage	 Surveiller le risque de tête d'alouette lors du débrayage

Pour valider les phases 1 et 2, un système débrayable doit valider les tests avec les 2 cordes de type B Beal Spélénum 8,5 mm Unicore et Beal Aquaram 9,6 mm.
 Pour valider la phase 3, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Aquaram 9,6 mm.
 Pour valider la phase 4, un système débrayable doit valider le test avec la corde Beal Spelenium 8,5 mm Unicore.

***Evolutions techniques structurées et testées par la Fédération française de spéléologie, le Creps Montpellier, le Creps Auvergne Rhône-Alpes et L'ENSA, et approuvées par la Fédération française de la montagne et de l'escalade et la Fédération française des clubs alpins et de montagne. Pour plus d'informations voir le manuel professionnel de canyoning deuxième édition ou la vidéo de présentation des résultats de ces tests.**



CAMPAGNE DE TESTS CANYONISME ET DÉBRAYEURS

Synthèse



	Huit en butée		Pirana 2 en butée		ATKD en butée		Neuf		Double-Huit en suspension		Mousqueton Poire ou HMS en suspension			
	Clé coiffée par un demi-tour	Noeud sur petit oeil	Suspension du grand oeil	Clé coiffée sur le Corps du huit	2 griffes	1 griffe	0 griffe	Sans clé de blocage par noeud de mule	En butée	En suspension	Montage Joker	Montage double dé-brayable	Demi cabestan + noeud de mule + noeud d'arrêt	Double demi cabestan + clé
Phase 1 Test de mise en charge : aptitude à maintenir la corde de descente en rappel	●	●	✗	●	●	●	●	✗	✗	✗	✗	●	●	●
Phase 2 Test de débrayabilité : aptitude à pouvoir défaire la clé sous charge	●	●	✗	●	●	●	●	●	●	●	●	●	⚠	●
Phase 3 Test de la capacité à assurer et débrayer un nageur	●	⚠	✗	●	✗	●	●	✗	✗	✗	✗	✗	●	⚠
Phase 4 Force à exercer pour tenir la corde lors du débrayage	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	⚠	●
Autres limites	⚠	⚠		⚠		⚠							⚠	⚠

L'utilisation en sécurité d'un débrayeur à griffes en butée, nécessite l'utilisation d'une association descendeur/mousqueton empêchant mécaniquement toute rotation du mousqueton.
L'utilisation de descendeurs à griffes en butée, dont le montage n'empêche pas mécaniquement la rotation du mousqueton, pose des problèmes de sécurité et est fortement déconseillée.
[Consultez la note de sécurité « débrayeurs à griffe ».](#)

PARTIE 12

CONCLUSION

Systèmes débrayables dangereux ou présentant un niveau de sécurité insuffisant

A la date de réalisation de ces tests et en l'état des notices constructeurs, certains systèmes débrayables ne permettent pas d'assurer, avec un niveau de sécurité acceptable, le maintien de la corde ou sa débrayabilité. Ces systèmes exposent le pratiquant au risque de chute en hauteur, ou à l'impossibilité de débrayer la corde de descente.

L'utilisation de ces systèmes débrayables est à proscrire en l'état de leur notices à date de réalisation des tests:

- 8 clé coiffée demi tour autour du corps du huit
- 8 en suspension dans le grand oeil (double débrayable)
- 8 clé gansée brin mou
- Neuf en butée
- Neuf en suspension
- Double 8 suspendu montage joker
- Double 8 suspendu double débrayable

Systèmes débrayables répondant à toutes les exigences fonctionnelles et de sécurité testées :

- 8 clé coiffée tour complet sur le corps du huit
- 8 clé gansée sur le corps du 8
- Pirana 2 en butée
- ATK-D en butée
- Demi cabestan + noeud de mule + noeud d'arrêt
- Double demi cabestan + clé sur mousqueton HMS de grande taille

Les bonnes pratiques :

- Lire les notice et s'informer de leurs évolutions
- S'assurer de la compatibilité corde - débrayeur.
- Toutes les clés de blocage sur tous les systèmes débrayables doivent être serrées pour éviter tout décoiffage involontaire en cours d'usage.
- Le fait de pouvoir moduler la quantité de freinage lorsque la corde est débrayée apporte confort et sécurité.
- Tenir la corde de débrayage à deux mains, particulièrement lors du décoiffage de la clé sur les systèmes débrayables, apporte des marges de sécurité supplémentaires.
- Utiliser, en canyionisme, des débrayeurs qui permettent de débrayer de façon fluide une corde non chargée afin de pouvoir assurer la sécurité du pratiquant en situation de nage.

Zoom sur les évolutions techniques

Cette batterie de test oblige à faire évoluer l'utilisation de certains débrayeurs qui ne répondent pas au cahier des charges de sécurité et de fonctionnalité d'un débrayeur utilisé pour le canyionisme.

Pour tous les débrayeurs sous brevet, consultez les évolutions actualisées par les constructeurs (Neuf, Double 8).

Pour le 8, les évolutions des clefs coiffées et gansées permettent de répondre au cahier des charges :

- 8 clé coiffée tour complet sur le corps du huit.
- 8 clé gansée sur corps du 8

Pour une meilleure compréhension et visualisation des montages de ces différents systèmes débrayables: [consultez la vidéo](#) ou le Manuel professionnel de canyionisme deuxième édition publié par le Creps Auvergne-Rhône-Alpes.

REMERCIEMENTS

Pour la coordination de cette étude :

- Guillaume Boiteux, Damien Chigot

Pour leur participation à cette étude :

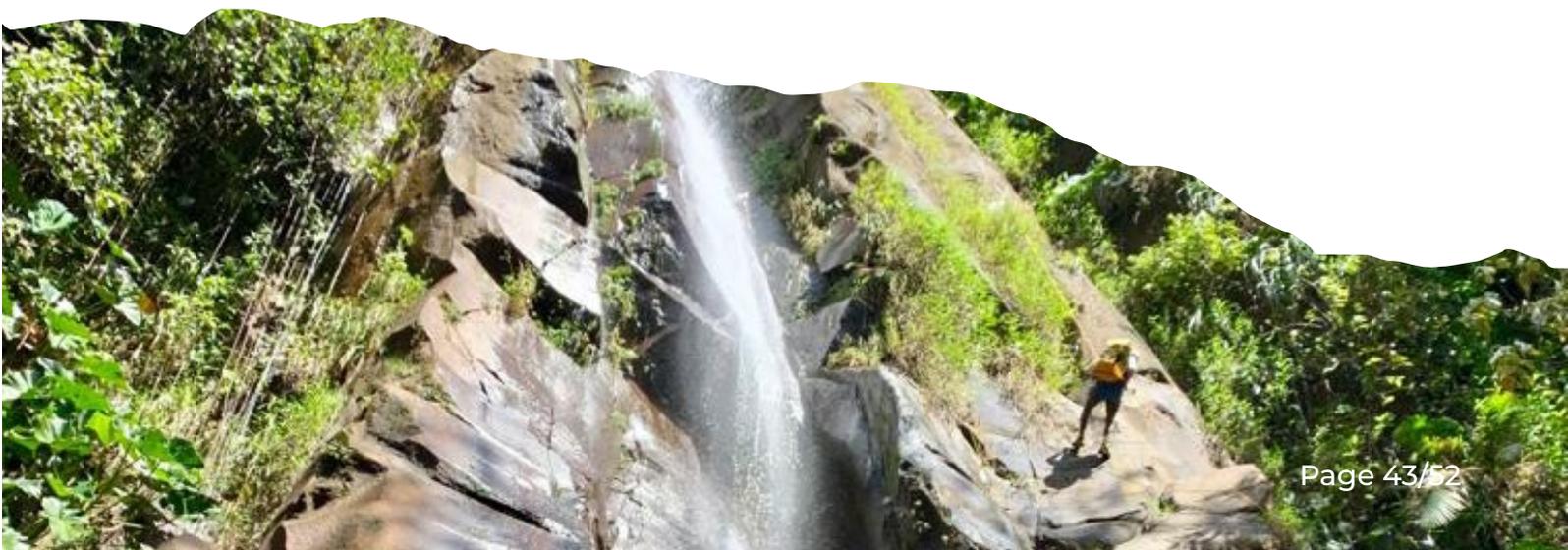
- Fédération française de spéléologie : Guillaume Boiteux, Adrien Girard, Cyril Leclercq, Jacques Delmotte, Philippe Durand, Thierry Eon, Jean Luc Lacrampe, Cyrille Richard
- Direction technique nationale de la Fédération française de spéléologie : Olivier Caudron, Marie-Hélène Rey, Damien Chigot
- Laboratoire de L'ENSA : Michel Fauquet, Philippe Batoux, Alexis Mallon
- Creps Montpellier : Hugues Bonnel, Nicolas Janel
- Creps Vallon Pont d'arc : Nicolas Berland, Benoit Darrieux

Les auteurs des précédentes études référencées dans la bibliographie.

La mairie de Méaudre pour la mise à disposition de la structure artificielle de spéléologie «SpéléoTour José Mulo» et le SDIS de Saint Gaudens pour la mise à disposition d'une structure artificielle.

Aux pratiquants qui par leurs retours d'expériences, d'incidents ou d'accidents permettent de contribuer à l'évolution et à la sécurisation du canyoning.

A tous ceux qui, de par leur capacité à remettre en question leur pratique et à la faire évoluer contribuent au dynamisme de l'activité canyoning.



ANNEXE

Certification d'étalonnage du laboratoire



294, RUE GEORGES CHARPAK - CS 50501
74105 ANNEMASSE CEDEX - FRANCE
T. : +33 (0)4 50 87 78 64 - F. : +33 (0)4 50 87 78 46
info@scaime.com - www.scaime.com



CERTIFICAT D'ETALONNAGE FORCE

19320

Ce certificat a été effectué après ajustage

DELIVRE A : **ECOLE NATIONALE DES SPORTS DE MONTAGNE
35 ROUTE DU BOUCHET
74401 CHAMONIX**

DESIGNATION DE L'INSTRUMENT ETALONNE :

Description : 1 CAPTEUR ZA30X 2t C3 CH 10e N° 415713
ENTREE CAPTEUR 1
+
1 CENTRALE SI-USB3 N° 35116
AVEC 2 CARTES SI-USB3-PDJ
N° 190442 ET 190443

Ce certificat comprend 4 pages

Date de l'émission: 30/7/2019

LE RESPONSABLE DE L'ETALONNAGE

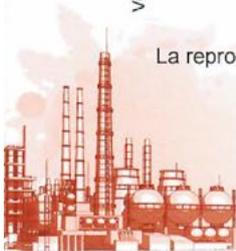
LE DEPARTEMENT QUALITE PRODUITS

Version 2019/05


O. MICOUD



La reproduction de ce certificat n'est autorisée que dans son intégralité





MOYENS D'ETALONNAGE

Les forces d'étalonnage sont produites par des masses raccordées. Les forces sont appliquées:

- directement sur le capteur
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 100 N° DM01
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 100 N° DM02
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 100 N° DM03
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 10 N° DM06
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 100 N° DM07
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 10 N° DM09
- par l'intermédiaire d'une presse hydraulique N° DM20 (5T)

L'étalonnage est réalisé avec des masses de travail raccordées aux étalons nationaux par comparaison aux masses ci dessous :

Poids utilisés	Masse	N°	N° de raccordem 490,3	Organisme
<input type="checkbox"/>	10g	PT379	Z11 09216	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	50g	MR01	Z10 08800	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	100g	MR02	Z10 08802	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	200g	MR03	Z10 08796	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	500g	MR04	Z10 08801	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	1kg	MR05	Z10 08794	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	2kg	MR06	Z10 08795	ZWIEBEL
<input checked="" type="checkbox"/>	5kg	MR07	Z10 08797	ZWIEBEL
<input checked="" type="checkbox"/>	10kg	MR08 - MR09	Z10 08799	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	20kg	MR10 - MR11	Z10 08798	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	100kg	MR12	96M075	MINES DE DOUAI

- L'étalonnage est réalisé par comparaison à un capteur étalon raccordé aux étalons nationaux : N° MR77 Vérifié le 11/2010 par le LNE

Valeur de g à ANNEMASSE : **g = 9,8055**

L'ensemble est alimenté par :

- une alimentation en courant continu 24.000 V stabilisée
- piles
- 220V
- un conditionneur Type : DK38 N°

Le signal de sortie est lu sur :

- un conditionneur Type : DK38 N° - Certificat d'étalonnage 2517PTB99
- un multimètre KEITHLEY 2000 N° MT 77 - Constat de vérification N° 2226627-931
- l'afficheur de l'électronique de la chaîne
- un micro-ordinateur compatible PC



Le capteur est monté:

- en traction avec rotules de découplage
- fixé ou posé sur une embase
- posé sur une plaque de charge plane

La charge est transmise:

- directement sur le capteur
- directement sur les kits
- une bille + une cuvette de charge
- un grain et une cuvette de charge
- un plateau fixé sur le capteur
- amortisseurs

PROCEDURE D'ETALONNAGE:

Avant l'application des forces d'étalonnage, le capteur est chargé à la charge maxi de l'étalonnage.),3
Deux séries de mesure sont effectuées.
Chaque série comporte l'application de plusieurs paliers de force atteints par valeurs croissantes ou décroissantes sans retour à la charge nulle.
L'indication est relevée après l'application de la force et stabilisation de la mesure.

INCERTITUDE DE LA MESURE:

- | | |
|--|--------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Incertitude sur les masses : | 0,005% |
| <input checked="" type="checkbox"/> Incertitude sur la presse d'étalonnage : | 0,020% |
| <input type="checkbox"/> Incertitude sur le multimètre : | 0,010% |
| <input type="checkbox"/> Incertitude sur le conditionneur DK38: | 0,005% |

Incetitude de la mesure = moyenne quadratique des différentes incertitudes :

Incetitude de la mesure = 0,021%

L'indication à force nulle est obtenue avec les pièces de liaison du capteur.

L'incertitude d'étalonnage du capteur résulte de l'optimisation de nombreux facteurs :

- montage mécanique soigné : semelle d'appui ou pièces de liaison de grande rigidité et de bonne géométrie, découplage, grains d'appui ...
- procédures de mise en charge rigoureuses : temps de chargement constant, relevé avec mesures stable, mise en charge sans choc...
- environnement métrologique : niveau de vibrations faible, température ambiante stable ...
- définition vectorielle précise des forces appliquées : point d'application, direction ...



ETALONNAGE

Date d'étalonnage : 30/7/2019

Etalonnage réalisé dans un local tempéré à 21°C

Résolution de l'indicateur : 0.1 daN

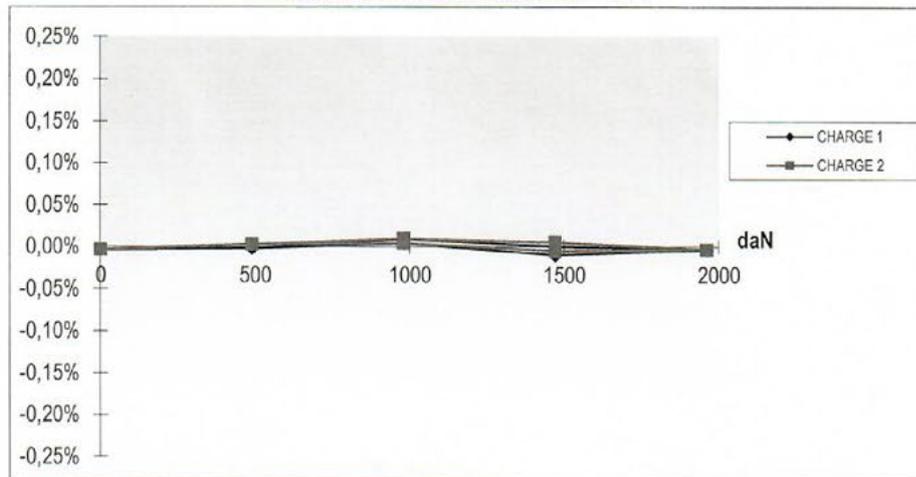
charge kg	POINTS DE MESURE daN	VALEURS DE L'INDICATEUR daN		ERREUR COMBINÉE (/ droite des moindres carrés) %	
		CHARGE 1	CHARGE 2	CHARGE 1	CHARGE 2
0	0	0,0	0,0	0,00%	0,00%
500	490	490,2	490,3	0,00%	0,00%
1000	981	980,6	980,6	0,01%	0,01%
1500	1471	1470,6	1470,7	0,00%	0,01%
2000	1961	1960,7	1960,7	0,00%	0,00%
1500	1471	1470,4	1470,5	-0,01%	0,00%
1000	981	980,5	980,5	0,00%	0,00%
500	490	490,2	490,3	0,00%	0,00%
0	0	0,0	0,0	0,00%	0,00%

Erreur max de linéarité : 0,01%

Hystérésis max : 0,01%

Incertitude de la mesure = 0,021%

COURBE D'ERREUR COMBINÉE



CERTIFICAT D'ETALONNAGE FORCE

19321

Ce certificat a été effectué après ajustage

DELIVRE A : **ECOLE NATIONALE DES SPORTS DE MONTAGNE
35 ROUTE DU BOUCHET
74401 CHAMONIX**

DESIGNATION DE L'INSTRUMENT ETALONNE :

Description : 1 CAPTEUR ZA30X 5t C3 CH 10e N° 831780
ENTREE CAPTEUR 2
+
1 CENTRALE SI-USB3 N° 35116
AVEC 2 CARTES SI-USB3-PDJ
N° 190442 ET 190443

Ce certificat comprend 4 pages

Date de l'émission: 30/7/2019

LE RESPONSABLE DE L'ETALONNAGE

LE DEPARTEMENT QUALITE PRODUITS


O.MICOUUD



Version: 2019/05

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que dans son intégralité



MOYENS D'ETALONNAGE

Les forces d'étalonnage sont produites par des masses raccordées. Les forces sont appliquées:

- directement sur le capteur
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 100 N° DM01
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 100 N° DM02
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 100 N° DM03
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 10 N° DM06
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 100 N° DM07
- par l'intermédiaire d'une presse à leviers rapport 10 N° DM09
- par l'intermédiaire d'une presse hydraulique N° DM20 (5T)

L'étalonnage est réalisé avec des masses de travail raccordées aux étalons nationaux par comparaison aux masses ci dessous :

Poids utilisés	Masse	N°	N° de raccordement	Organisme
<input type="checkbox"/>	10g	PT379	Z11 09216	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	50g	MR01	Z10 08800	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	100g	MR02	Z10 08802	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	200g	MR03	Z10 08796	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	500g	MR04	Z10 08801	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	1kg	MR05	Z10 08794	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	2kg	MR06	Z10 08795	ZWIEBEL
<input checked="" type="checkbox"/>	5kg	MR07	Z10 08797	ZWIEBEL
<input checked="" type="checkbox"/>	10kg	MR08 - MR09	Z10 08799	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	20kg	MR10 - MR11	Z10 08798	ZWIEBEL
<input type="checkbox"/>	100kg	MR12	96M075	MINES DE DOUAI

- L'étalonnage est réalisé par comparaison à un capteur étalon raccordé aux étalons nationaux : N° MR77 Vérifié le 11/2010 par le LNE

Valeur de g à ANNEMASSE : **g = 9,8055**

L'ensemble est alimenté par :

- une alimentation en courant continu 24.000 V stabilisée
- piles
- 220V
- un conditionneur Type : DK38 N°

Le signal de sortie est lu sur :

- un conditionneur Type : DK38 N° - Certificat d'étalonnage 2517PTB99
- un multimètre KEITHLEY 2000 N° MT 77 - Constat de vérification N° 2226627-931
- l'afficheur de l'électronique de la chaîne
- un micro-ordinateur compatible PC



Le capteur est monté:

- en traction avec rotules de découplage
- fixé ou posé sur une embase
- posé sur une plaque de charge plane

La charge est transmise:

- directement sur le capteur
- directement sur les kits
- une bille + une cuvette de charge
- un grain et une cuvette de charge
- un plateau fixé sur le capteur
- amortisseurs

PROCEDURE D'ETALONNAGE:

Avant l'application des forces d'étalonnage, le capteur est chargé à la charge maxi de l'étalonnage.

Deux séries de mesure sont effectuées.

Chaque série comporte l'application de plusieurs paliers de force atteints par valeurs croissantes ou décroissantes sans retour à la charge nulle.

L'indication est relevée après l'application de la force et stabilisation de la mesure.

INCERTITUDE DE LA MESURE:

- | | |
|--|--------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Incertitude sur les masses : | 0,005% |
| <input checked="" type="checkbox"/> Incertitude sur la presse d'étalonnage : | 0,020% |
| <input type="checkbox"/> Incertitude sur le multimètre : | 0,010% |
| <input type="checkbox"/> Incertitude sur le conditionneur DK38: | 0,005% |

Incetitude de la mesure = moyenne quadratique des différentes incertitudes :

Incetitude de la mesure = 0,021%

L'indication à force nulle est obtenue avec les pièces de liaison du capteur.

L'incertitude d'étalonnage du capteur résulte de l'optimisation de nombreux facteurs :

- montage mécanique soigné : semelle d'appui ou pièces de liaison de grande rigidité et de bonne géométrie, découplage, grains d'appui ...
- procédures de mise en charge rigoureuses : temps de chargement constant, relevé avec mesures stable, mise en charge sans choc...
- environnement métrologique : niveau de vibrations faible, température ambiante stable ...
- définition vectorielle précise des forces appliquées : point d'application, direction ...



CERTIFICAT 19321

ETALONNAGE

Date d'étalonnage : 30/7/2019

Etalonnage réalisé dans un local tempéré à 21°C

Résolution de l'indicateur : 0.1 daN

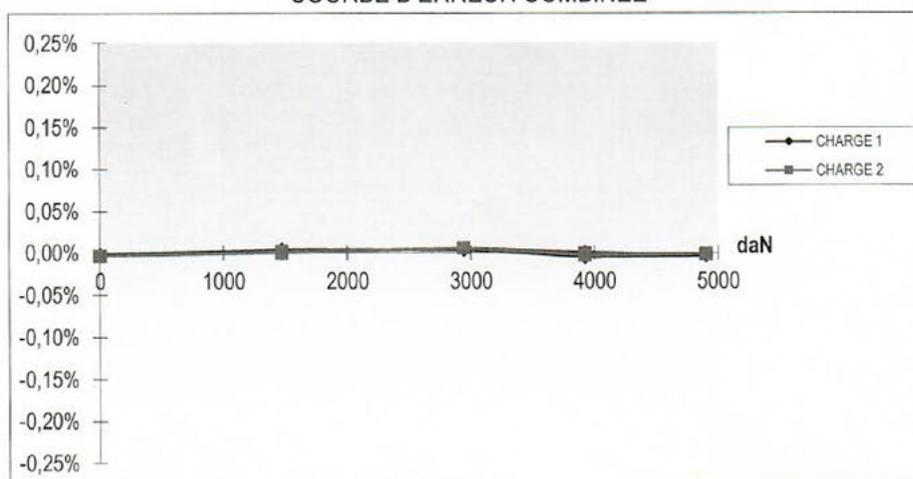
charge kg	POINTS DE MESURE	VALEURS DE L'INDICATEUR		ERREUR COMBINEE (/ droite des moindres carrés)	
		CHARGE 1	CHARGE 2	CHARGE 1	CHARGE 2
	daN	daN	daN	%	%
0	0	0,0	0,0	0,00%	0,00%
1500	1471	1471,1	1471,1	0,00%	0,00%
3000	2942	2942,3	2942,3	0,01%	0,01%
4000	3922	3922,7	3922,5	0,00%	0,00%
5000	4903	4903,1	4903,2	0,00%	0,00%
4000	3922	3922,4	3922,6	-0,01%	0,00%
3000	2942	2942,2	2942,3	0,00%	0,01%
1500	1471	1471,3	1471,2	0,00%	0,00%
0	0	0,1	0,0	0,00%	0,00%

Erreur max de linéarité : 0,01%

Hystérésis max : 0,00%

Incertitude de la mesure = 0,021%

COURBE D'ERREUR COMBINEE



BIBLIOGRAPHIE

Fédération française de spéléologie - Collectif (2019) Manuel technique de canyoning

CREPS Auvergne-Rhône-Alpes - Collectif (2018) Manuel professionnel de canyoning 1ère édition

CREPS Auvergne-Rhône-Alpes - Collectif (2021) Manuel professionnel de canyoning 2ème édition

UIAA et FFCAM - collectif (2021) memento canyoning

Monvoisin G, Laussac PB, (2017) Progression sur agrès en spéléologie – Des mesures en situation réelle – Spelunca 145

Gaël Monvoisin, (2015) efforts engendrés par la chute d'un spéléologue au moment d'entamer sa descente Info EFS 63,

Monvoisin G, Laussac PB, (2014) Des tests spéléologiques filmés chez Petzl premiers résultats, Info EFS 62

Fédération française de spéléologie et spéléo secours français (1996) Synthèse Jacques Gudefin - Essais mécaniques en spéléo-secours Campagnes d'essais 1994 et 1996.

Petzl (date indéterminée), tendre une tyrolienne avec MESTRO, l'D, RIG
<https://www.petzl.com/FR/fr/Professionnel/Tendre-une-tyrolienne-avec-MAESTRO--l-D--RIG?ActivityName=Secours-techniques>

Adrien Girard (2019) Document Ecrit Personnel mémoire réalisé dans le cadre du DEJEPS Option Perfectionnement sportif Mention canyoning - Développement d'un équipeur pour la pratique du Canyoning.

RÈGLEMENT (UE) 2016/425 relatif aux équipements de protection individuelle et abrogeant la directive 89/686/CEE

Regulation (EU) 2016/425 (2021) – Personal Protective Equipment – Vertical Recommendation for Use sheets (RfUs)

NF EN 15151-1 (2012) Équipement d'alpinisme et d'escalade - Dispositifs de freinage - Partie 1 : dispositifs de freinage avec blocage assisté de la main, exigences de sécurité et méthodes d'essai

NF EN 15151-2 (2012) Équipement d'alpinisme et d'escalade - Dispositifs de freinage - Partie 2 : dispositifs de freinage manuel, exigences de sécurité et méthodes d'essai

UIAA 129 (2018) Mountaineering and climbing equipment: braking devices