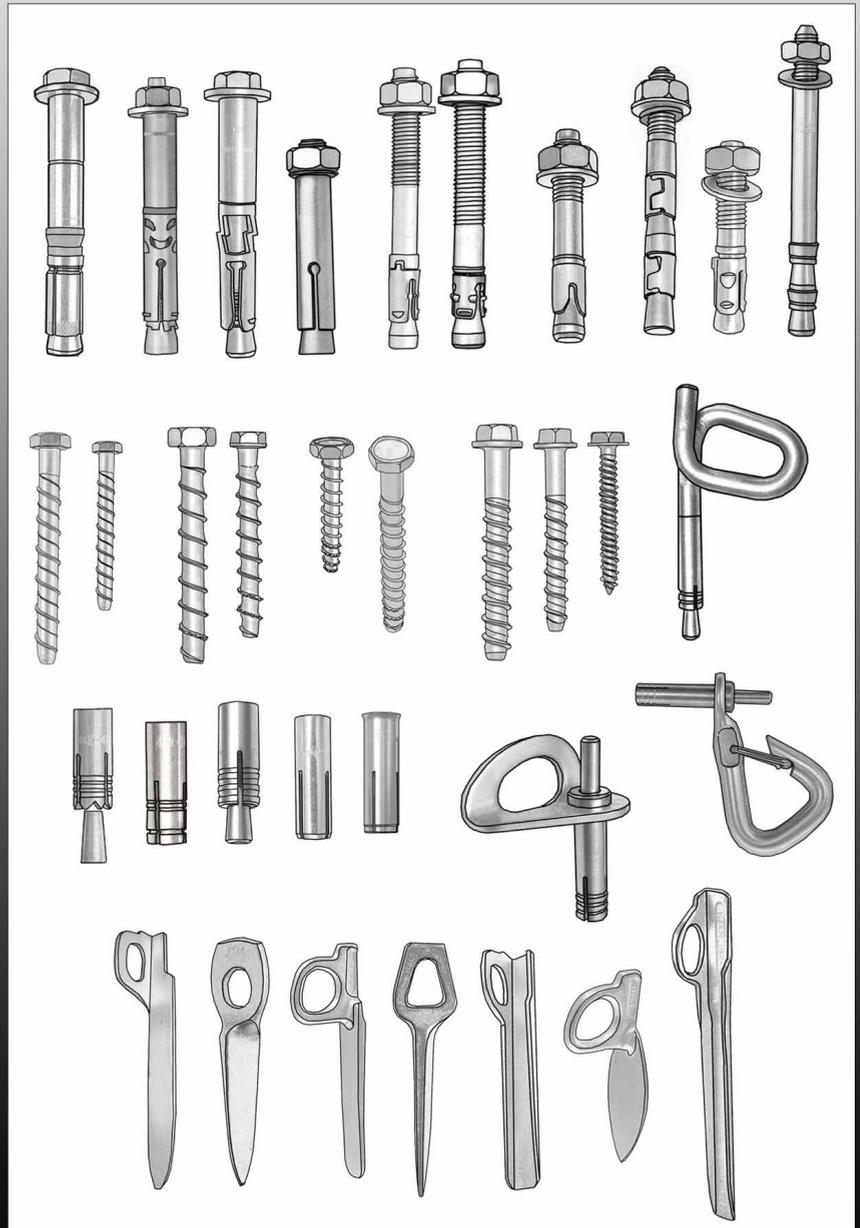


Les ancrages mécaniques



MEMENTO

Équipement des canyons

Cahier n°2/12 :

Les ancrages mécaniques

Version n°1 du 01/08/2007 (modifié le 10/11/2021)

La liste des douze cahiers figure à l'avant-dernière page



Réalisation : Olivier GOLA

- Moniteur de spéléologie
- Instructeur canyon FFS et FFCAM
- BEES spéléologie/canyon
- DEJEPS canyonisme

Contact : gola.olivier@gmail.com

Relecture :

- DJURAKDJIAN Gilbert (instructeur canyon FFCAM)
- ASTIER Arnaud (instructeur canyon FFCAM)
- BADIN Pascal (instructeur canyon FFCAM)
- BOVIS Sébastien (instructeur canyon FFCAM)
- OLIVA Jean Louis (instructeur canyon FFCAM)
- THEVENET David (instructeur canyon FFCAM)
- VALETTE Thierry (instructeur canyon FFCAM)
- WAGNER Sthéphan (instructeur FFCAM)
- MORGANTI Patrick (moniteur canyon FFCAM)
- TOURNOUX François (moniteur canyon FFCAM)
- MAURY Renaud (moniteur canyon FFCAM)
- PIAZZA Pierre (moniteur canyon FFCAM)
- SCHAFFER Cécile (initiatrice canyon FFCAM)

Copyright © GOLA Olivier

Toute représentation, reproduction, modification, transformation, intégrale ou partielle faite par quelque procédé que ce soit, sans consentement de l'auteur, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Contexte historique de la publication.

Ce document, initialement réalisé gracieusement pour la FFCAM, s'inscrivait au départ dans un projet collectif global entrepris par les cadres bénévoles en canyon de cette fédération à une époque où ils avaient à coeur de construire leur propre école de formation.

Durant plus de 20 ans, ils se sont investis en produisant de nombreux écrits, en construisant leurs propres outils de formation et de communication et en faisant preuve dès le début d'innovation pour créer par exemple le premier [Passeport Formation canyon](#) réalisé en 1997 ou encore élaborer un [cursus de formation novateur](#) qui rend la formation jusqu'au plus haut niveau accessible à tous les pratiquants.

Soucieux de montrer qu'ils étaient capables de faire aussi bien que les autres fédérations, ils espéraient surtout parvenir à se faire reconnaître par la FFCAM au même niveau que leurs homologues des autres fédérations, aptes à organiser et à encadrer en toute autonomie les formations qu'ils avaient consciencieusement construit pour ne plus être astreint à devoir systématiquement faire appel à un professionnel pour valider les brevets comme l'impose la direction FFCAM.

Convaincus de pouvoir bâtir une école canyon reconnue, à l'image de celle de la FFS et de la FFME, concrétisant l'aboutissement d'un cursus fédéral parvenu à maturation, dans lequel tous les cadres peuvent s'identifier comme des acteurs à part entière et non plus comme des éternels assistés. Les instructeurs canyon de la FFCAM s'étaient bercés d'illusions pensant que leur engagement ferait l'admiration et la fierté de leur fédération.

Malheureusement, la FFCAM tributaire des professionnels dans son mode de fonctionnement, n'était pas disposée à satisfaire les ambitions ni les attentes légitimes de ses cadres pour des raisons éminemment politiques et cela, quels que soient leurs efforts, le fruit de leur travail ou leurs compétences.

En l'occurrence, ce genre de publication sérieuse, n'intéresse pas la FFCAM car cette expertise (entre autres), contribue à démontrer un savoir-faire qui n'a rien à envier au milieu professionnel et qui crédibilise et justifie les attentes des cadres bénévoles en canyon de cette fédérations. [En savoir plus](#)

Par conséquent, la FFCAM n'a pas souhaité s'approprier ce memento, prétextant que ce type de documentation n'était pas du ressort des cadres bénévoles. C'est pourquoi cette publication est finalement proposée à compte d'auteur dans un esprit de partage.

Table des matières

Les ancrages *mécaniques*

• Utilisation des pitons	7
• Les ancrages à expansion	19
- les chevilles auto-foreuses	21
- la cheville Raumer Spitinox	29
- les chevilles avec cône à chasser	33
- les chevilles avec plaquette indémontable	44
- l'ancrage Raumer Starfix	47
- les goujons à expansion par vissage	51
- les chevilles à expansion par vissage	71
• Les ancrages à visser	83
- les vis à béton	83

Avertissement

Ce document ainsi que les onze autres cahiers qui l'accompagnent sont le fruit d'un travail personnel. Ils ne sont donc que le reflet d'une vision individuelle exprimée à un instant T en fonction de l'expérience et des observations faites à ce moment-là par l'auteur.

Ces documents n'ont pas pour objectif final la véracité ou l'exactitude absolues et sont forcément perfectibles, car le matériel et les connaissances évoluent sans cesse. Ils constituent néanmoins une contribution réalisée du mieux possible dans un état d'esprit de partage.

Par ailleurs afin d'illustrer certains propos, ce cahier peut comporter des dessins représentant des techniques de progression. Ces techniques ne doivent pas être reproduites sans formation appropriée.

L'auteur ne peut être tenu responsable d'une mauvaise utilisation des informations contenues dans ce cahier résultant d'un manque de connaissances, de maîtrise, de précautions, ou bien encore d'une mauvaise analyse préalable des risques ainsi que de toutes interprétations ou adaptations des dessins qu'il comporte.

GOLA Olivier

Utilisation des pitons

Présentation

Les pitons sont constitués d'une lame d'acier. Ces lames peuvent avoir différentes formes. Les pitons sont introduits à coups de marteau dans les fissures de la roche, ils disposent d'un œil simple ou doublé (fig. 1) pour permettre le passage d'un mousqueton ou d'une sangle d'attache. Toutefois, si leur mise en place est effectivement facile et rapide, leur tenue, même si elle peut être considérée comme fiable, n'a pas de valeur de résistance garantie. Dans tous les cas de figure, leur installation n'est jamais acquise d'avance car elle est tributaire d'une fissure. Dans ce cas, deux conditions sont nécessaires : il faut que la fissure soit d'une part utilisable et bien placée (les fissures sont souvent colmatées en fond de canyon) et d'autre part, que l'on dispose d'un piton adéquat. Les pitons constituent donc une catégorie d'ancrage particulier du fait qu'ils sont susceptibles d'être placés rapidement (fig. 2) au moyen d'un simple marteau. Les pitons peuvent s'avérer utiles en canyon comme ancrages provisoires (ils sont amovibles), ou comme ancrages de secours, au même titre que les chevilles auto-foreuses.



Fig. 1



Fig. 2

Ils peuvent aussi être utilisés notamment pour le maintien d'une déviation ou pour la réalisation d'un amarrage de progression ou de sécurité le plus souvent, en situation de «réchappe», ou en ouverture de site, lorsqu'on n'a malencontreusement plus la possibilité de placer d'autres modèles d'ancrage (perforateur hors service). Parfois, ils permettent de restaurer un amarrage vétuste mais c'est moins fréquent. En outre, les pitons peuvent s'avérer utiles lorsqu'il est nécessaire de réaliser rapidement un amarrage et plus particulièrement en présence de roches extrêmement dures et fissurées. Les pitons font donc partie du matériel d'équipement indispensable, en ouverture de site, ou en terrain d'aventure plus ou moins bien équipé.

Les différentes catégories de pitons :

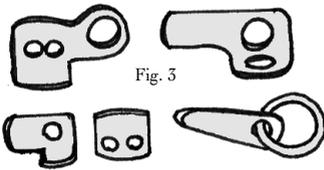


Fig. 3

• Les pitons de suspension

De petites tailles, baptisés pour certains micro-pitons (fig. 3). Ils sont destinés uniquement au maintien d'une charge en suspension (maintien du matériel, prise artificielle destinée à faciliter la progression). Ils ne sont pas conçus pour les efforts importants et les risques de chocs. Ces modèles ne sont pas utiles en canyon.

• Les pitons à compression

Composés d'une petite lame cylindrique et conique (fig. 4). Leur usage est identique aux pitons de suspension à la différence qu'ils se logent uniquement dans un orifice creusé au moyen d'un trépan. On peut donc s'en servir sur paroi lisse en l'absence de fissure. Ces pitons ne sont pas non plus utiles en canyon.



Fig. 4

• Les pitons de sécurité et d'assurance

Plus grands, de tailles et de formes variées. Conçus pour des efforts importants, ces pitons (fig. 5) sont également prévus pour encaisser les chocs dans une certaine mesure. Ce sont ces modèles de pitons uniquement qui nous intéressent en canyon puisqu'ils servent à réaliser des amarrages.

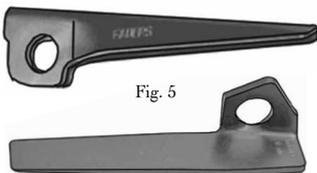


Fig. 5

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Les pitons de sécurité se différencient entre autres par la nature de l'acier qui les constitue. On distingue :



Fig. 6

- les pitons en acier doux : souvent gris-clair, zingués ou cadmiés (fig. 6). En se déformant, ils épousent la forme de la fissure dans laquelle on les introduit en les martelant. Utilisables aussi bien en roches tendres qu'en roches dures, ils sont bien adaptés aux fissures irrégulières telles que celles rencontrées dans les roches calcaires (fig. 7). Plus difficiles à retirer, ils peuvent resservir plusieurs fois à condition de les redresser et de s'assurer qu'ils ne sont pas fissurés ou trop endommagés ;

- les pitons en acier mi-dur : ce sont des pitons polyvalents dont les caractéristiques sont intermédiaires entre ceux en acier doux et ceux en acier dur. Toutefois, si leur rigidité relative leur permet de se bloquer par coincement et de se déformer en partie, ils ne sont pas conçus pour être pliés (fig. 8) ;



Fig. 9

- les pitons en acier dur ou haute résistance : constitués le plus souvent en chrome-molybdène, ils sont presque noirs (fig. 9). Contrairement à l'acier doux, ils ne se déforment quasiment pas et tiennent uniquement par coincement. Une fois déverrouillés, ils sont faciles à retirer, conservent leur forme initiale et on peut s'en resservir de nombreuses fois. Ces pitons très résistants sont bien adaptés aux roches de type granit dont les fissures sont souvent rectilignes et lisses.

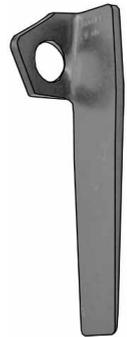


Fig. 8



Fig. 7

Les pitons de sécurité et de progression se différencient également par leur forme. Elle est tributaire de la nature de l'acier qui les constitue et du procédé de fabrication (les pitons pliés ne sont pas en acier dur et généralement, les pitons noirs en acier très dur, sont des pièces coulées). On distingue quatre types de formes de pitons :

- les pitons dont l'oeil se situe de façon perpendiculaire et sur le côté de la lame en forme de L (fig. 10 et 11). Ces pitons existent aussi en forme de U pour les fissures plus larges (fig. 12) ;

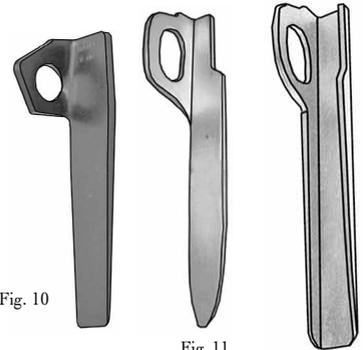


Fig. 10

Fig. 11

Fig. 12

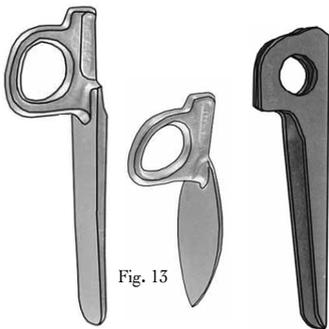


Fig. 13

Fig. 14

- les pitons dont l'oeil se trouve placé perpendiculairement et centré par rapport au plat de la lame en forme de T (fig. 13). Ces pitons existent aussi en forme de V pour les fissures plus larges (fig. 14) ;

- les pitons plats universels, dont l'oeil est placé sur un plan de 45° par rapport à la lame (fig. 15 et 16). Ils existent en deux modèles selon que l'inclinaison de l'oeil est d'un côté ou de l'autre par rapport à la lame ;

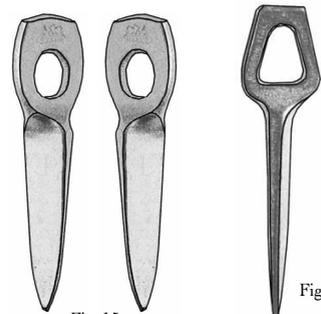


Fig. 15

Fig. 16



Fig. 17

- les pitons plats dont l'oeil est sur le même plan que la lame. Ces pitons, guère utilisés, sont beaucoup plus difficiles à trouver (fig. 17).

La forme, l'épaisseur et le poids de ces différents modèles de pitons varient suivant le fabriquant. De plus, la plupart du temps, ils sont proposés par séries de différentes longueurs en vue de s'adapter au mieux aux largeurs et profondeurs des fissures.

TENUE DES PITONS

Comme cela a déjà été évoqué, contrairement aux ancrages à expansion plus fiables, la résistance d'un ancrage réalisé au moyen d'un piton comporte une part d'incertitude plus grande sur sa résistance car sa capacité de verrouillage dépend du choix du piton, du soin apporté à son installation et de la forme de la fissure.

La tenue d'un piton (fig. 18) dépend donc de trois facteurs :

- la résistance mécanique du piton dans la mesure où il reste prisonnier de la roche ;
- la résistance mécanique de la roche et sa capacité à encaisser la contrainte liée à l'utilisation du piton ;
- la capacité de verrouillage et de coincement du piton.

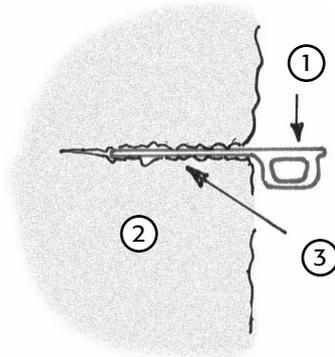


Fig. 18

La résistance mécanique d'un piton :

C'est rarement le point faible; à moins que le piton ne soit déjà abîmé avant son installation (acier doux redressé plusieurs fois, métal écroui, fissuré). Par contre, on se méfierait davantage des pitons trouvés sur place qui présentent des faiblesses bien visibles (corrosion importante, déformation). Les pitons destinés à assurer la sécurité des utilisateurs font partie des Equipements Individuels de Protection et sont soumis à une norme CE (EN 569) qui détermine leur taille, épaisseur et résistance minimum pour être homologués (fig. 19). Détails (fig. 20) des valeurs minimales de résistance à la rupture lors d'une traction des pitons de sécurité. Ces valeurs de rupture sont divisées par deux pour les pitons de progression. Les pitons homologués portent le sigle CE, ainsi que la lettre S ou P.



Fig. 19

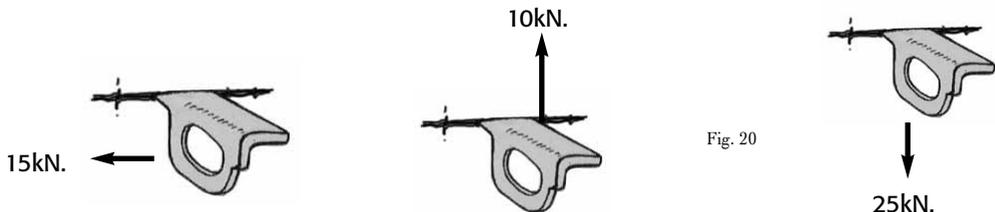


Fig. 20

La résistance de la roche

Les pitons d'assurance et de progression sont conçus pour être utilisés avec des roches plutôt dures. Dans une roche tendre, le piton aura tendance à détériorer le rocher lors de son introduction et le coincement de la lame risque d'être insuffisant. Un piton planté trop facilement ainsi qu'un son creux ou mat lorsqu'on le frappe, sont révélateurs d'une mauvaise tenue. De plus, dans une roche fragile, les bordures de la fissure peuvent se détériorer sous la contrainte. A noter toutefois que plus une roche est tendre, plus elle est apte à se déformer et moins elle est fissurée. Indépendamment de la résistance du rocher il convient de se méfier en particulier :

- des zones de fissures multiples et rapprochées telles qu'on peut les trouver au niveau d'un joint de strates épais et très fracturé (fig. 21), dans les roches sédimentaires ;
- des roches sédimentaires à tout petits bancs (fig. 22) comportant des fissures. Dans les deux cas, le rocher peut manquer de cohésion et d'homogénéité, entraînant une déformation possible de la fissure sous la contrainte du piton;

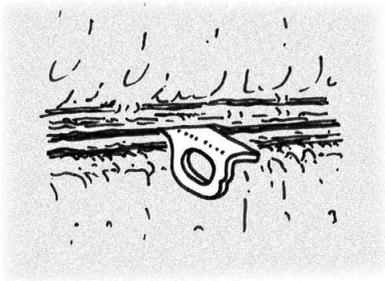


Fig. 21

Fig. 22

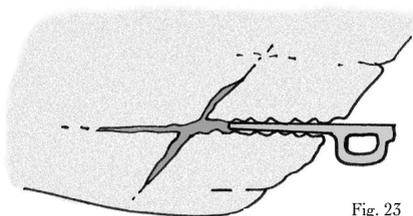
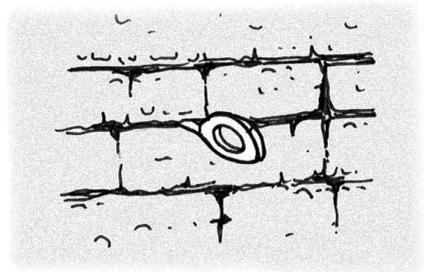


Fig. 23

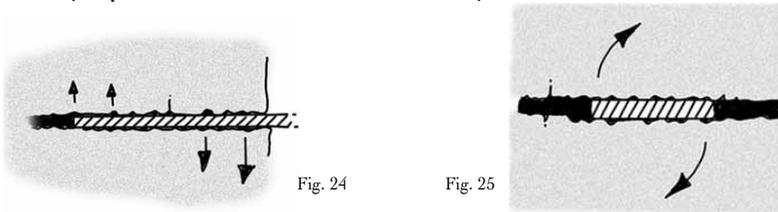
- des lames décollées de la paroi ou encore des fissures proches d'un bord de dalle (fig. 23) dont la solidité peut être insuffisante. Prendre soin dans tous les cas de sonder le rocher de quelques coups de marteau pour déceler d'éventuelles faiblesses (son creux).

La capacité de verrouillage et de coincement du piton.

Le maintien d'un piton se fait par compression et friction de la lame sur la roche. Sa tenue peut s'effectuer de deux façons distinctes pouvant se conjuguer :

- par coincement et appui de la lame sur la paroi lorsqu'elle travaille perpendiculairement à la fissure (fig. 24) ;
- par réalisation d'un couple de torsion (fig. 25) ayant tendance à vriller la lame et à écarter la fissure comme le ferait un levier. Ce couple de torsion contribue grandement à verrouiller le piton.

Les pitons ne sont pas conçus pour travailler à l'arrachement (en plafond ou en traction horizontale).



Pour placer un piton, il est préférable de le choisir en fonction des dimensions de la fissure où il faut l'enfoncer : largeur visible et profondeur supputée (le fait de le présenter à la main, permet souvent d'affiner son choix). Le piton est choisi également en fonction de l'inclinaison de cette fissure pour qu'il puisse, de par sa forme, travailler le plus efficacement possible. Il est important d'imaginer le comportement du piton avant de le placer afin de s'assurer un bon choix.

Etude de comportement des différents modèles de pitons:

- les pitons dont l'oeil se situe perpendiculairement et sur le côté de la lame (fig. 26 à 29):

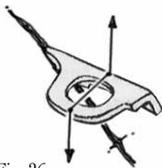


Fig. 26

torsion importante
appui réduit

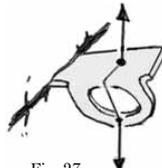


Fig. 27

torsion modérée
appui réduit

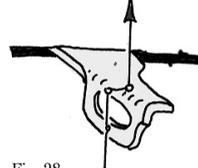


Fig. 28

torsion modérée
appui important

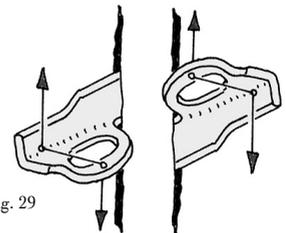


Fig. 29

torsion importante
appui nul

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

- Les pitons dont l'oeil est centré par rapport au plat de la lame (fig. 30 à 32) ;

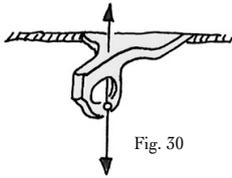


Fig. 30

torsion nulle
appui important



Fig. 31

torsion importante
appui nul



Fig. 32

torsion importante
appui réduit

- les pitons universels (fig. 33 à 36) orientés à droite ou à gauche, peuvent s'utiliser quelle que soit l'inclinaison de la fissure, à condition de disposer des deux modèles ;

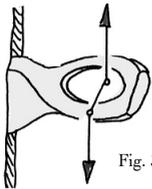


Fig. 33

torsion modérée
appui nul

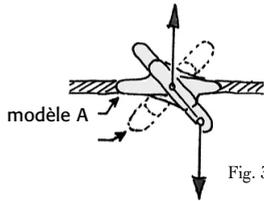


Fig. 34

torsion modérée
appui important

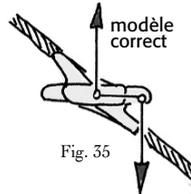


Fig. 35

torsion importante
appui réduit

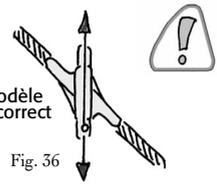


Fig. 36

torsion nulle
appui réduit

- les (anciens) pitons plats dont l'oeil est sur le même plan que la lame (fig. 37 à 39).

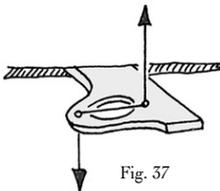


Fig. 37

torsion importante
appui important

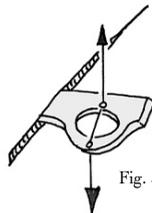


Fig. 38

torsion importante
appui réduit

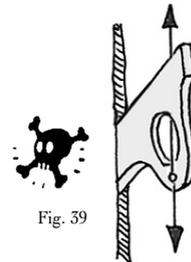


Fig. 39

torsion nulle
appui nul

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

En conclusion, il n'existe aucun piton vraiment efficace (ayant un couple de torsion important) dans toutes les sortes de fissures. Toutefois, les pitons dont l'oeil est situé perpendiculairement et sur le côté, ou au centre de la lame, sont les seuls qui sont à peu près efficaces partout puisqu'ils ne cumulent jamais les manques d'appui et de torsion simultanés. Les modèles longs et en acier doux (fig. 11) constituent le choix le plus polyvalent. Dans tous les cas, il convient de réfléchir au meilleur couple de torsion possible par rapport aux pitons et aux fissures disponibles avant de commencer la pose.



Attention : les pitons en forme de V ou de U doivent toujours être en appui sur trois faces (fig. 40 à 42)



Fig. 40



Fig. 41

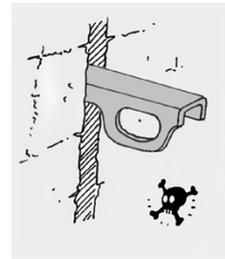


Fig. 42

Pour planter correctement un piton, on le frappe de plus en plus fort jusqu'à ce qu'il atteigne au mieux la profondeur prévue. A chaque coup de marteau, on doit l'entendre résonner clairement de plus en plus aigu au fur et à mesure qu'il s'enfonce. Un son creux et mat indique une mauvaise qualité de la roche encaissante (décollement) ou l'emploi d'un piton trop mince. L'idéal est que les derniers coups de marteau puissent positionner l'oeil du piton au plus près de la roche. La tenue d'un piton est d'autant plus solide que la distance de l'oeil à la paroi est courte; l'idéal étant que le piton puisse finir sa course en appui contre la paroi. Ne pas hésiter à marteler un piton en acier doux pour qu'il puisse se tordre et suivre les sinuosités de la fissure. Il faut les enfoncer parfois à coups redoublés pour qu'ils s'y verrouillent profondément.

A l'inverse, il est inutile de s'acharner sur un piton en acier dur s'il refuse de s'enfoncer davantage ; il ne se déforme pas et n'ira pas plus loin. Il est donc important que, dès le départ, la lame du piton, avant de le marteler, puisse s'introduire au moins au 2/3 de sa longueur dans la fissure.

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Les pitons en acier dur sont plus résistants que ceux en acier doux. L'acier employé ne se tordant que difficilement, le piton conserve sa "géométrie initiale" (forme, bras de torsion...) même sous une forte charge qui plierait et vrillerait un piton ordinaire, modifiant angle et bras de levier.



Attention : Ne faire aucune confiance à un piton mal planté. Il peut lâcher sans prévenir. A force d'utilisation, il peuvent prendre du jeu; il convient donc, avant d'utiliser un piton déjà en place, de vérifier qu'il soit correctement planté (couple de torsion) et qu'il sonne bien lorsqu'il est frappé au marteau.



Astuce : pour un usage peu contraignant (maintien des sacs, d'une déviation etc...) on peut envisager de plier un piton trop long pour le rendre néanmoins utilisable. (fig. 43 et 44). Attention, seuls les pitons en acier doux peuvent être pliés. Encore faut-il que leur lame ne soit pas trop épaisse. Ne pas plier un piton sur un angle trop vif (arrondir l'arête au marteau) ni trop près de l'oeil (amorce de rupture). Les pliages et dépliages répétés finissent par écrouir le métal et fragilisent le piton. Dans tous les cas, sa tenue sera réduite et s'apparentera plutôt à un clou.

On peut également utiliser un piton trop long avec l'aide d'une cordelette ou d'une sangle (fig. 45 à 46) ou envisager aussi de les assembler par deux (fig. 47) lorsqu'il sont trop minces. Mais encore une fois, la tenue des pitons s'en trouve réduite.

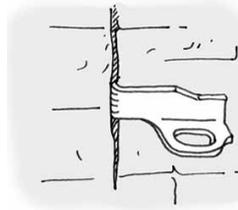


Fig. 43

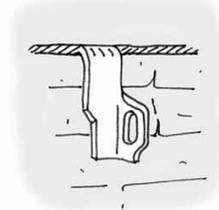


Fig. 44

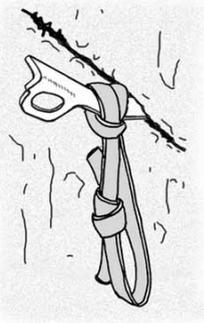


Fig. 45

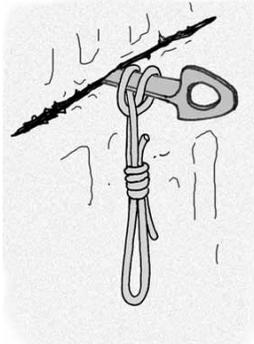


Fig. 46

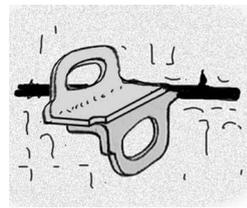


Fig. 47

Extraction des pitons

Extraire un piton de sa fissure n'est pas toujours facile. Il faut parfois beaucoup de patience et un peu d'astuce. Lorsqu'il est vraiment tordu au plus profond d'une fissure sinueuse, l'opération n'est pas toujours couronnée de succès et il faut parfois se résigner à l'abandonner.

Pour parvenir à extraire un piton, on peut commencer par lui faire prendre du jeu, peu à peu, en le frappant latéralement de façon alternée

tout en tirant dessus (fig. 48). Attention, lorsqu'il sort d'un coup, on peut être déséquilibré si on est en position instable et mal assuré. Une libération brutale peut aussi occasionner un risque

de blessure si on se trouve dans la trajectoire du piton et un risque de perte du piton si on n'a pas pris le soin de le longer.

Si malgré tout, le piton bouge mais refuse de s'extraire, on peut envisager de se servir du marteau comme masse à inertie dans la mesure où celui-ci est pourvu d'un orifice permettant de fixer

une chaîne servant à extraire le piton réalisée avec des mousquetons (fig. 49) ou mieux : des maillons à vis en acier ou un tronçon de chaîne à équiper. En prenant de l'élan, l'inertie du marteau provoque un choc dans le sens d'extraction. Toutefois, attention, le mousqueton accroché dans l'oeil du piton doit être de préférence en acier. Les mousquetons en alliage léger risquent d'être endommagés (angles vifs). Dans tous les cas, cette solution martyrise quelque peu le matériel; à n'utiliser qu'en dernier lieu.

Ne pas oublier également de passer la dragonne du marteau autour de son poignet pour ne pas prendre le risque de le lâcher. A noter, enfin, que le bec de certains marteaux peut être introduit dans l'oeil du piton en vue de réaliser un bras de levier (fig. 50).

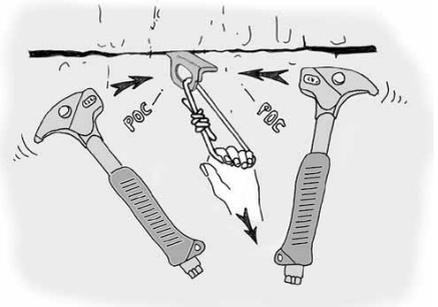


Fig. 48

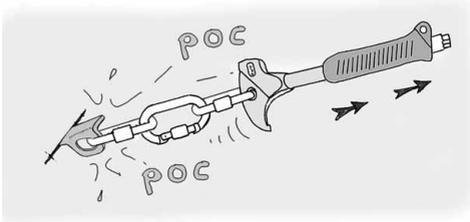


Fig. 49

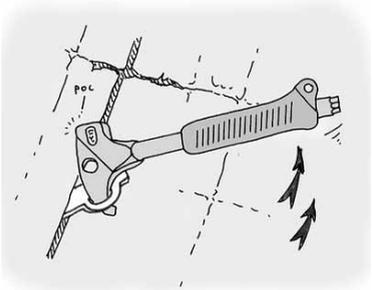


Fig. 50

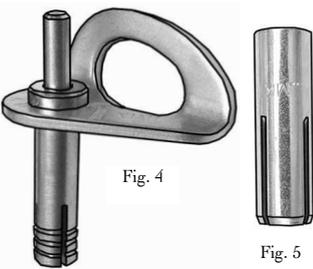
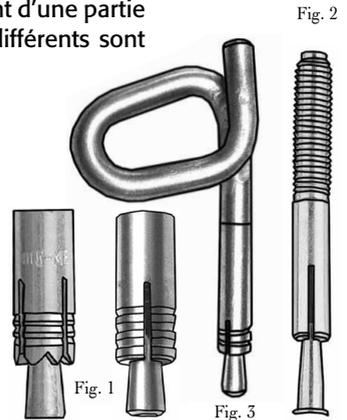
Les ancrages à expansion

EXPANSION : LES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS

L'expansion des ancrages s'effectue par écartement d'une partie de l'ancrage ou d'une bague. Quatre procédés différents sont utilisés pour mettre en oeuvre l'expansion :

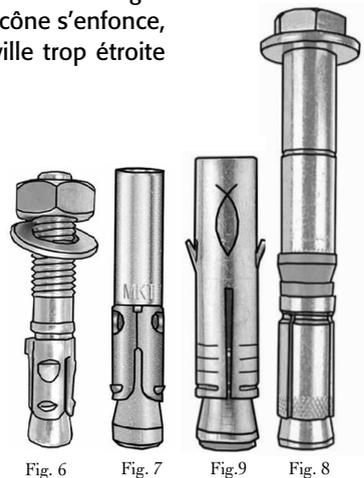
- les ancrages à expansion par frappe dont le cône écarteur se place ou se trouve placé à l'extrémité de la cheville ou du goujon et prend appui au fond du trou. L'expansion se produit en même temps que l'ancrage est enfoncé dans son logement. Dans cette catégorie, on trouve des chevilles femelles (fig. 1), des goujons (fig. 2) des amarrages monobloc (fig. 3).

En résumé, l'ancrage s'enfonce, en force, sur un cône trop gros, en appui au fond du trou; la cheville s'écarte et se verrouille ;



- les ancrages à expansion par frappe dont le cône écarteur se trouve dans la cheville. Le cône écarteur est chassé vers l'arrière au moyen d'un outil (expanseur) ou directement à coups de marteau lorsqu'il est constitué d'une tige mobile qui dépasse (fig. 4). Dans cette catégorie, on trouve des ancrages femelles (fig. 5) et des amarrages monoblocs (fig. 4). En résumé, le cône s'enfonce, en force, à l'intérieur de la cheville trop étroite qui s'écarte et se verrouille ;

- les ancrages à expansion par vissage : on distingue les goujons (fig. 6) et les chevilles femelles (fig. 7) dont l'expansion est obtenue par le biais d'un mouvement d'extraction de l'ancrage. En résumé : l'ancrage sort, la bague reste, s'écarte et cela coince. Ainsi que les chevilles traversantes (fig. 8) ou femelles dont l'expansion s'obtient par le biais du serrage d'une vis qui déplace le cône écarteur à l'intérieur de la cheville (fig. 9). En résumé, la partie conique ressort, s'enfonce, en force, dans la cheville trop étroite qui s'écarte et se verrouille.



Remarque importante

Quasiment tous les ancrages présentés dans ce chapitre, ont été testés en traction et au cisaillement. Pour chaque catégorie d'ancrage présentée, figure, en fin de paragraphe, un tableau regroupant par marque les valeurs moyennes de rupture observées pour chaque produit testé.

Même si ces tableaux (fig. 10) permettent de se faire une idée globale de la résistance de chaque catégorie d'ancrage, ils n'ont pas été réalisés pour établir un comparatif par marques car les raisons qui s'y opposent sont nombreuses :

- la résistance du support tout d'abord n'est pas homogène et elle constitue parfois le point faible. Le nombre et la répartition géographique des essais in situ ne permettent pas d'harmoniser ce facteur d'influence au niveau de l'ensemble des essais ;
- parfois, ce n'est pas l'ancrage qui cède mais la plaquette ou la vis. Or les vis utilisées ne sont pas toutes de même qualité (mais cela est précisé) et il existe également des écarts de résistance importants entre des plaquettes a priori identiques. En outre, certains ancrages, lorsqu'ils ne constituaient pas, dans un premier temps, le point faible, ont été sollicités à plusieurs reprises ;
- pour chaque catégorie (chevilles, goujons, etc..) les produits testés ne sont pas non plus identiques (longueur, type d'acier, principe de fabrication, modèle à vis, à écrou, etc...) ; de plus, tous les produits de chaque marque n'ont pas été testés et ce ne sont pas forcément les produits les plus résistants de chaque marque qui l'ont été ;
- le nombre de tests enfin (en moyenne trois) est nettement insuffisant pour établir une moyenne fiable. Pour avoir une opinion plus précise sur un produit, il faut donc se référer (autant que faire se peut) au compte-rendu des essais détaillés afin de situer le point faible.

Du reste, certains ancrages n'ont jamais cédé et sont toujours en place sur le terrain car c'est systématiquement la plaquette qui casse. Les valeurs de résistance moyennes se limitent donc à un aperçu de la résistance globale des amarrages observés dans le cadre de ces tests ; ni plus ni moins.

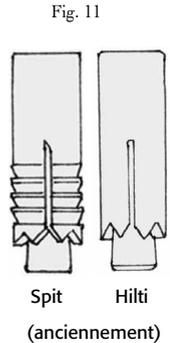
marque	type	résistance moyenne (daN)	nombre de tests
Hilti HSE	10 x 90	2420	3
Berner S	10 x 62	1813	3
Fischer F	10 x 89	2276	3
Würth W	10 x 90	2583	3
Raumer	10 x 66	3107	3

Fig. 10

LES CHEVILLES AUTOFOREUSES

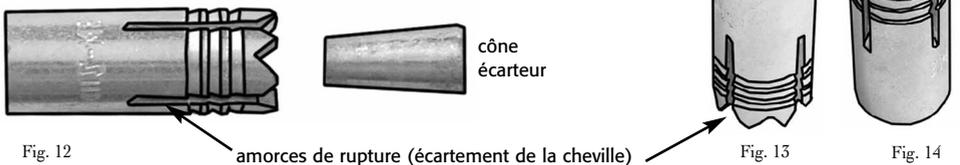
Conçues initialement pour réaliser des ancrages dans le béton, les chevilles autoforeuses (fig. 11) à expansion par frappe ont connu, à partir des années 60, une véritable vocation en escalade et surtout en spéléologie, où elles sont encore le plus souvent utilisées. Les chevilles autoforeuses couramment appelées "Spits" sont très populaires; ce nom propre devenu nom commun avec le temps, tient son origine à la grande diffusion et au succès de la cheville SPITroc Dorée.

De nos jours, les perforateurs thermiques et électriques sont beaucoup plus répandus et plus abordables ; les accumulateurs ont aussi considérablement évolué et ce type de matériel est désormais très performant. La cheville autoforeuse a donc été remplacée par d'autres modèles d'ancrages plus simples à installer et moins chers (notamment les goujons). Les chevilles autoforeuses ne sont plus utilisées depuis longtemps dans le bâtiment ni pour l'équipement permanent des sites naturels. Leur fabrication, abandonnée par les grandes marques telles que Spit et Hilti qui étaient les principaux fournisseurs n'en est pas pour autant définitivement interrompue. La production des anciens modèles Spits se poursuit par ailleurs et c'est tant mieux, car les chevilles autoforeuses sont indispensables en spéléologie, ainsi que pour la descente de canyon.



Présentation :

Constituées d'un cylindre creux en acier trempé et bichromaté, accompagné d'un cône d'expansion (fig. 12) spécifique uniquement pour cette marque, elles comportent à une extrémité un filetage (fig. 13) utilisé pour les maintenir au bout d'un tampon noir (mise en place de la cheville) et pour le vissage d'une plaquette (utilisation de l'ancrage) ; à l'autre extrémité se trouvent des dents acérées (fig. 14) destinées à creuser la roche, ainsi que quatre amorces de rupture leur permettant de se dilater lors de l'enfoncement.



Vissée sur un tamponnoir, chaque cheville dispose donc d'un trépan lui permettant de forer son propre trou. Une fois ce dernier réalisé, on introduit dans l'extrémité dentée le cône en acier trempé qui, en prenant appui sur le fond du trou, provoque par le biais des amorces de rupture, l'écartement partiel de la cheville en même temps que celle-ci s'enfonce sous les coups de marteau. L'expansion qui en résulte (fig. 15) comprime la roche en répartissant les efforts de façon uniforme sur la paroi et fixe la cheville.

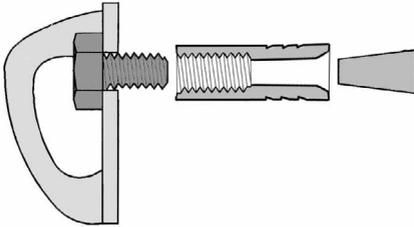
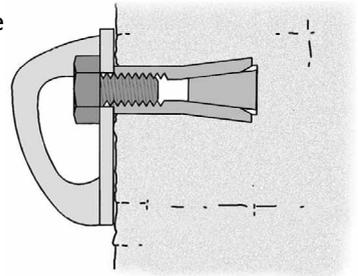


Fig. 15



Les chevilles autoforeuses dont on se sert pour la descente de canyon ont un diamètre de 12 mm et comportent un filetage M8. Elles sont utilisées pour restaurer un amarrage défectueux, placer un ancrage occasionnel, assurer une "réchappe" ou un auto-secours. On trouve principalement deux modèles de tamponnoirs. Certains sont conçus pour recevoir un embout amovible permettant de disposer également d'un filetage M10. Laisser en permanence une cheville sur le tamponnoir permet de protéger le filetage contre les chocs mais il faut dans ce cas la dévisser systématiquement lors du séchage et la remettre en place avec un peu de graisse pour éviter un grippage.



Fig. 16

- Les tamponnoirs (fig. 16) disposant d'une poignée crantée en caoutchouc souple intégrant un champignon de protection contre les coups de marteau. Ce modèle de tamponnoir très confortable à l'usage (bonne prise en main) est surtout destiné à un usage intensif. Inconvénient : il est volumineux et on est moins enclin à le transporter en tant que matériel de secours.

- Les tamponnoirs dépourvus de poignée (fig. 17); sont un peu moins pratiques à utiliser ; les coups de marteaux doivent être précis. Avantage, une fois replié l'encombrement du tamponnoir est très réduit et celui-ci sait se faire oublier au fond de la sacoche à "spit". Ce type de tamponnoir est le mieux adapté pour l'usage courant que l'on peut en faire lors des descentes de canyons qui sont généralement déjà équipés correctement.

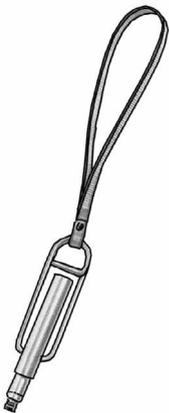
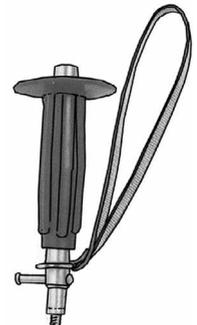


Fig. 17



Distances caractéristiques et vérification du support

Les chevilles autoforeuses Spit M8 (fig. 18) ont une faible profondeur d'ancrage (30 mm) qui limite leur usage aux roches plutôt dures et compactes. Réalisées dans un acier très dur, elles occasionnent, comme tout ancrage à expansion du reste, des contraintes importantes dans le support autour de la cheville et nécessitent quelques précautions au moment de leur pose :

- les chevilles doivent être distantes (fig. 19) d'au moins 12 cm l'une de l'autre; de 8 cm d'un bord de dalle épais d'au moins 10 cm. Pour la pose proche d'un angle, il convient de ne pas implanter la cheville à moins de 12 cm d'un bord. Cette règle peut également s'appliquer par prudence en bord de fissure lorsqu'on ne peut en déterminer l'orientation.



Fig. 18

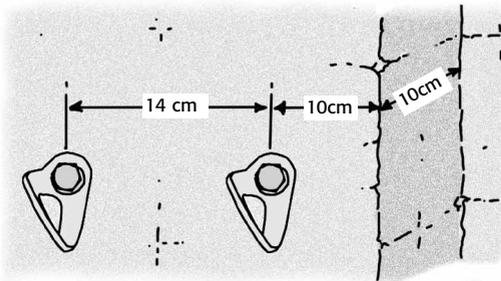
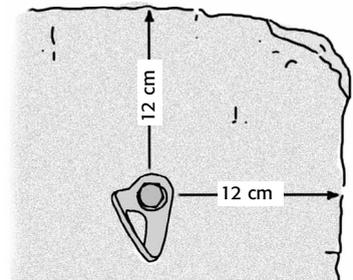


Fig. 19



Avant de commencer le forage, présenter la plaquette dans l'axe de travail et s'assurer qu'elle dispose d'une surface d'appui suffisante et parfaitement plane. Au besoin, rectifier le support à l'aide de la pointe du marteau. Un défaut d'appui occasionne (fig. 20 et 21) une mauvaise condition de travail de la plaquette et de l'ancrage ainsi qu'une diminution du nombre de filets en charge.

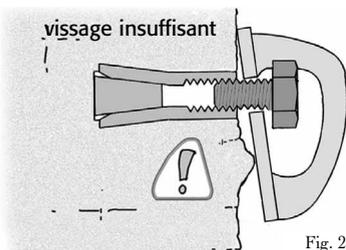


Fig. 20

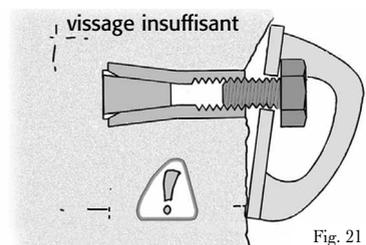


Fig. 21

Le planté du spit manuel

La solidité d'une cheville autoforeuse dépend pour une large part, du soin que l'on aura consacré à son installation qui reste une opération délicate, en dépit des apparences.

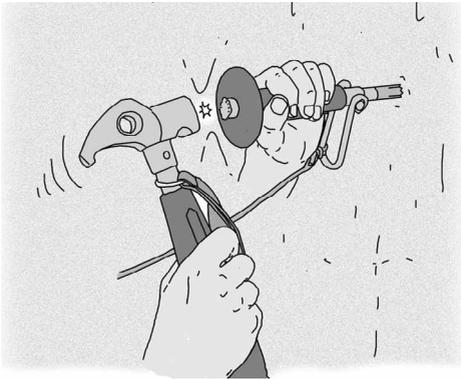


Fig. 22

Amorçage du trou :

La cheville doit être vissée à fond sur le tamponnoir. Tant que le trou n'est pas amorcé (fig. 22), la cheville, qui n'est pas guidée, risque à chaque coup de marteau de rebondir, de se déplacer latéralement et d'entamer la roche de façon anarchique. Pour obtenir un bord franc il convient donc, dans un premier temps, d'immobiliser soigneusement le tamponnoir de façon perpendiculaire à la paroi et de le frapper de façon modérée et rapprochée.

Un début de forage engagé trop vigoureusement ou avec précipitation occasionne inévitablement une bordure de trou ébréchée en forme d'entonnoir (fig. 23) préjudiciable à la tenue de la cheville (défaut d'appui).

Une fois que le trou est amorcé, on peut augmenter l'amplitude des coups de marteau sans risque.

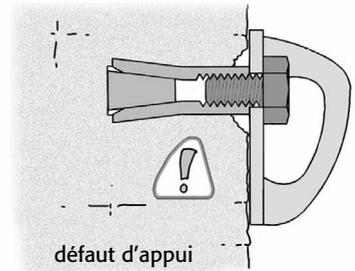


Fig. 23

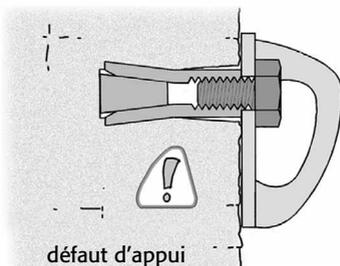
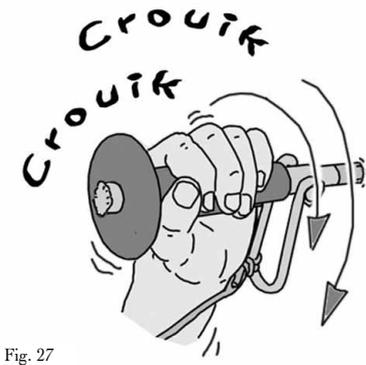
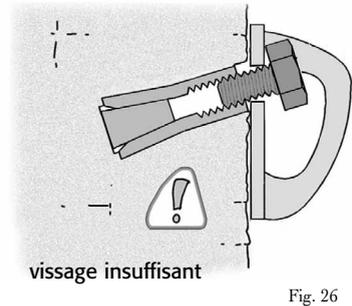
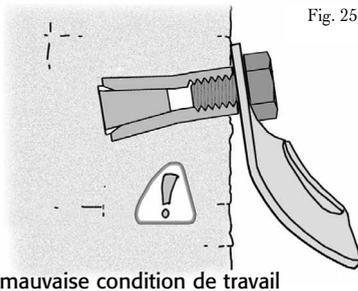


Fig. 24

Toutefois, il faut, malgré tout, continuer à maintenir le tamponnoir avec fermeté en conservant toujours le même axe de perçage ; faute de quoi, le trou risque d'être ovalisé occasionnant un défaut d'appui (fig. 24). Dans ces conditions, la cheville sera moins solide et prendra, à l'usage, rapidement du jeu. Inutile de matraquer la cheville ; des coups secs et répétés d'intensité moyenne sont plus efficaces et moins traumatisants pour les dents de la cheville.

Axe de perçage

La cheville doit impérativement être installée perpendiculairement à la paroi. Si le forage n'est pas perpendiculaire, il risque de se produire, suivant le modèle de plaquette utilisé, un défaut d'appui (fig. 25) préjudiciable à la résistance de la plaquette, ou une réduction de la portée de la vis (fig. 26). Dans les deux cas, l'ancrage travaille mal et risque d'être fragilisé.



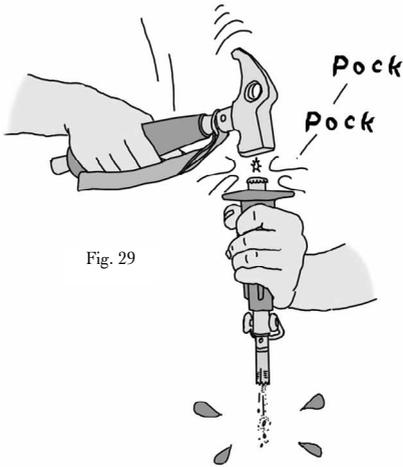
Tourner régulièrement le tamponnoir (tous les trois coups de marteau par exemple) pour déplacer les points d'impact des dents (fig. 27), et faciliter l'accumulation des "copeaux" à l'intérieur de la cheville; les dents biseautées (fig. 28) ont aussi pour fonction de ramener les débris vers la partie creuse au centre de la cheville lorsqu'on la fait tourner. Le fait de la faire tourner régulièrement évite aussi qu'elle ne se coince.

Tourner toujours dans le sens de vissage pour éviter que la cheville ne se dévisse du tamponnoir et ne quitte son assise au risque d'endommager les filets si on continue à la frapper. Tous les tamponnoirs sont munis soit d'une poignée articulée soit d'un axe traversant sur lequel on peut donner des coups de marteau pour faciliter la rotation du tamponnoir et décoincer la cheville lorsqu'elle bloque. Quand le tamponnoir est vraiment coincé, quelques coups de marteau (modérés) sur cette poignée permettent généralement de débloquer la situation.



LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les scellements *mécaniques*



Après une série de coups et plusieurs mouvements de rotation, sortir le tamponnoir et le frapper vers le bas pour évacuer la poussière de roche accumulée dans la cheville (fig. 29). Si l'on tarde à vider la cheville, la poussière risque de se tasser à l'intérieur et de l'obstruer complètement. Il faut alors s'attendre (loi des séries) à ce que la cheville soit aussi bloquée sur le tamponnoir. Dans ce cas elle est impossible à dévisser à la main. Pour la changer, mieux vaut avoir prévu une pince.

Par ailleurs, lorsque le trou commence à être profond et que l'on retire le tamponnoir pour vider la cheville, on peut en profiter pour souffler les débris de roche situés au fond du trou en utilisant un flexible souple très utile lorsque le trou est peu accessible et aussi éviter de recevoir la poussière sur le visage (fig. 30). Si la paroi est ruisselante, ou exposée aux embruns de cascade, il arrive que l'eau pénètre dans le trou, transformant la poussière en boue qu'il sera fastidieux de retirer de l'intérieur de la cheville. Il faut alors retirer régulièrement la cheville pour la souffler (fig. 31) et la rincer à l'eau claire. De même, en présence de boue, le nettoyage du trou se fait en injectant de l'eau sous pression en prenant appui au fond du trou avec le tuyau.

Fig. 30

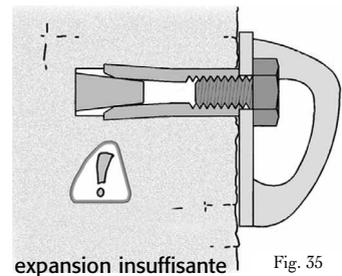
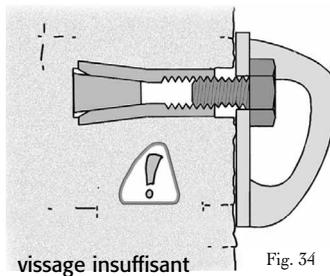
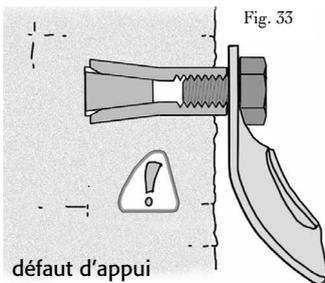
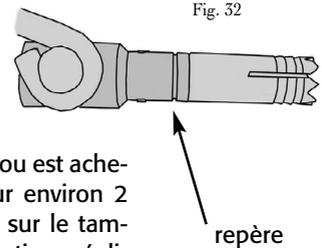


Fig. 31



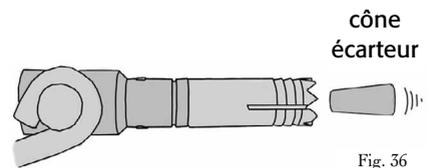
Profondeur du trou

Il faut environ dix minutes pour forer un trou dans un rocher compact et résistant tel le calcaire Urgonien de la partie haute du canyon des Ecouges (dep. 38). Un perçage trop facile donc, indique que la roche est très peu résistante et l'on peut craindre pour la solidité de l'ancrage. Le trou est achevé lorsque la cheville (modèle Spit) y disparaît sur environ 2 mm. Utiliser le repère calibré (fig. 32) se trouvant sur le tamponnoir. Si on interrompt le forage trop tôt (précipitation, négligence, fatigue) ou que le trou n'est pas débarrassé des débris de roche, la cheville ne sera pas suffisamment enfoncée; elle va dépasser à la surface du rocher réduisant les appuis de la cheville et éventuellement ceux de la plaquette suivant le modèle (fig. 33). Si le trou est trop profond, on risque soit d'avoir une réduction du nombre de filets de la vis en prise (fig. 34) soit un défaut d'expansion de la cheville si on limite l'enfoncement de celle-ci afin de l'ajuster à la surface de la paroi (fig. 35).



Mise en place

Une fois le trou terminé et débarrassé de toutes les poussières, il suffit de coincer le cône écarteur d'un petit coup de marteau au bout de la cheville (fig. 36) et de mettre celle-ci en place dans son logement en frappant une dernière fois le tamponnoir de quelques coups de marteau vigoureux. Inutile de s'acharner avec le marteau ou de frapper violemment la cheville avec une massette lourde car on risque de fendre la cheville dans le sens de la longueur.



A l'inverse (fig. 37), si on ne frappe pas suffisamment le tamponnoir lors de la mise en place de la cheville (précipitation, négligence) elle ne sera pas correctement enfoncée (défaut d'appui de la cheville) et l'expansion ne sera pas complète non plus (diminution de la résistance de l'ancrage). Une fois en place, la cheville doit affleurer à la surface de la roche (fig. 38). La plaque doit être bloquée et modérément serrée pour ne pas bouger. Pas assez serrée, elle risque de bouger et de se dévisser dangereusement (fig. 39). A noter enfin que lorsque la cheville finit par prendre du jeu dans son logement, c'est irrémédiable.

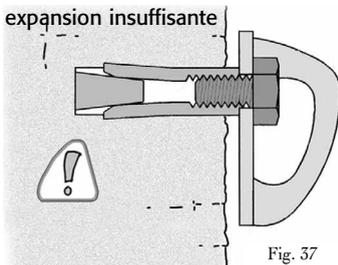


Fig. 37

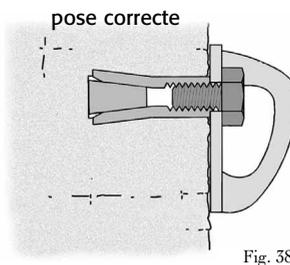


Fig. 38

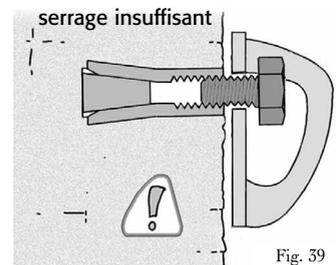


Fig. 39

Perçage au moyen d'un perforateur

Lorsque le perçage du trou s'effectue à l'aide d'un perforateur il convient d'être vigilant sur le diamètre de la mèche qui doit correspondre exactement à celui de la cheville. La profondeur de perçage ne doit surtout pas être supérieure à la longueur de la cheville car le fond du trou, de forme cônica, doit être impérativement terminé avec la cheville autoforeuse (fig. 40) afin qu'il soit aplani et garantisse un bon appui du cône écarteur. A défaut (fig.41) l'expansion de la cheville risque d'être incomplète.

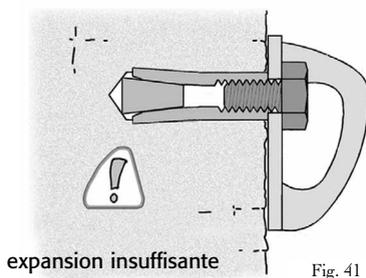


Fig. 41

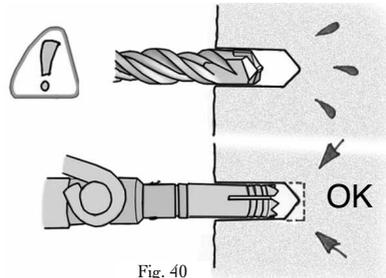


Fig. 40

LA CHEVILLE RAUMER SPITINOX

LA cheville à expansion par frappe Raumer Spitinox (fig. 42) a des points communs avec la cheville Spit M8, au niveau du gabarit (même longueur, même diamètre ; même épaisseur) ainsi que dans la façon de réaliser l'expansion.

On retrouve donc (fig. 43) d'un côté du cylindre, un taraudage M8 (fig. 44) sur lequel vient se visser une plaquette, ou un anneau, et de l'autre, une partie fendue face à laquelle se présente un cône écarteur préalablement-monté (fig. 45).

En revanche, comme son nom l'indique, la cheville Spitinox a l'avantage d'être entièrement inoxydable ; sa tenue dans le temps est bien meilleure que les Spit dont le filetage, notamment s'il est sollicité fréquemment, finit par s'user et par rouiller. Le cône écarteur n'a pas lieu d'être manipulé ; il est préalablement-monté sur la cheville lors de la fabrication ; il est donc imperdable ; c'est un avantage par rapport aux spits. A noter également que le fût de la cheville ne comporte que deux fentes permettant à la cheville de s'écarter lors de l'expansion. La différence majeure avec la cheville auto-foreuse Spit tient surtout au fait que la cheville Spitinox est dépourvue de dents. La cheville Spitinox nécessitent donc l'emploi d'un perforateur ou tout du moins d'un tamponnoir muni d'un foret pour un usage occasionnel. La mise en place de la cheville Spitinox se fait au marteau par l'intermédiaire d'un embout à visser, destiné à recevoir les coups de marteau. Une fois vissé à fond, cet embout (fig. 46) prend appui sur le corps de la cheville et évite d'endommager les filets. Sa forme cylindrique lui permet d'accompagner la cheville même au-delà de la surface du rocher (dans l'absolu, il vaut mieux une cheville correctement expansée et un peu trop enfoncée qu'une cheville à fleur de paroi mal expansée). Cet embout se débloque facilement avec une clef de 13 mm.



Fig. 42

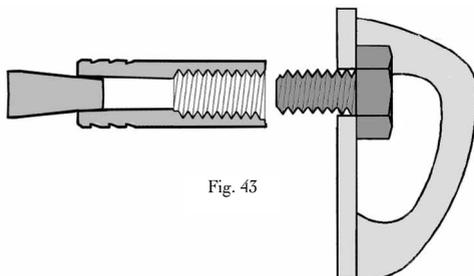


Fig. 43



Fig. 44

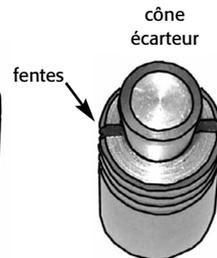


Fig. 45



Fig. 46

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

La cheville Spitinox se place dans un trou de diamètre 12 mm percé perpendiculairement à la paroi sur une profondeur de 30 mm.



Astuce : pour contrôler la profondeur du trou, on peut utiliser la cheville comme gabarit en la tenant par le cône. Arrêter le forage lorsque, introduite à l'envers dans le trou dépoussiéré, la cheville, en appui au fond, affleure à la surface de la roche (fig. 47).

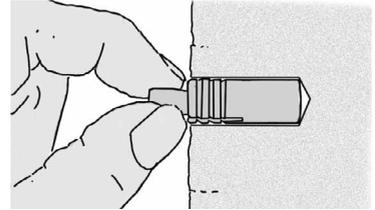


Fig. 47

Lorsque le trou est terminé (brossé et dépoussiéré), la cheville est introduite en force dans son logement par le biais de l'embout fileté ou d'un tamponnoir à Spit (fig. 48). L'installation de ce type de cheville est en beaucoup de points identique à celle d'un Spit, hormis le fait que le cône écarteur est prévu pour prendre appui au fond d'un trou conique brut de forage. La plupart des précautions présentées auparavant pour l'installation d'un Spit s'appliquent donc à la cheville Spitinox.



Attention : tout comme pour les Spits, respecter les conditions d'implantation et de préparation du support (fig. 19, 20 et 21), réalisation du trou (fig. 23 et 24), profondeur de perçage (fig. 33, 34 et 35), angle de perçage (fig. 25 et 26), réalisation de l'expansion (fig. 37); serrage de la vis (fig. 39).

Une fois en place, la cheville doit affleurer à la surface de la roche; la cheville s'utilise alors avec des vis et des plaquettes inoxydables de préférence (fig. 49). A savoir aussi que lorsque la cheville a pris du jeu, c'est irrémédiable.

Fig.48

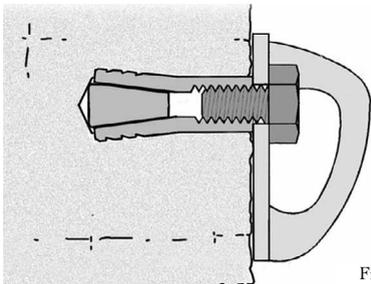
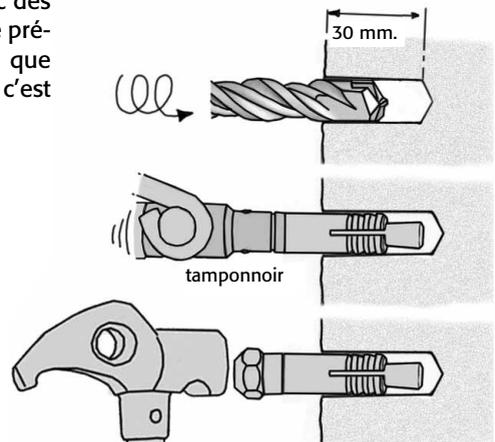


Fig. 49





Remarque : il existe d'autres modèles de chevilles femelles épaisses dont notamment la cheville Spit Prima, épaisse de 3 mm pour les vis M8 et M10 et 4 mm pour la vis M12 (fig. 50) ou la cheville Fischer SL M épaisse de 2 mm pour la vis M8 et 3 mm pour la vis M10 (fig. 51). Dans les deux cas l'expansion se fait par l'intermédiaire de la vis qui maintient la plaquette, ce qui n'est pas très pratique dans le cadre de nos activités ; de plus, le prix de ces produits est plutôt élevé.

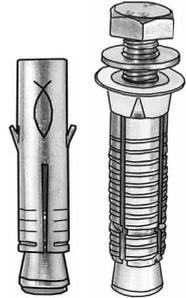


Fig.51

Fig.50

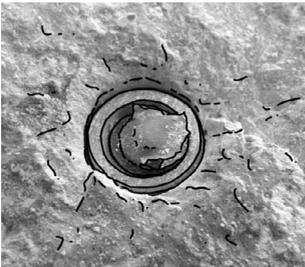
Résistance des chevilles Spit et Raumer

Destinées à être placées dans les roches dures uniquement, les chevilles autoforeuses Spits et Raumer à expansion par frappe, constituées d'un cylindre métallique épais (2 mm), sont particulièrement résistantes (quasiment autant qu'un goujon acier de 10 mm). Bien que le gabarit des chevilles Spit et Raumer soit à peu près identique l'une par rapport à l'autre, ce qui permet de les comparer en termes de résistance, leur utilité est différente. L'une est en acier mais autoforeuse, l'autre présente l'avantage de l'acier inoxydable mais nécessite un perforateur. Ces deux chevilles offrent les avantages des ancrages femelles

à savoir que la cheville, en l'absence de plaquette (équipement amovible) ne dépasse pas de la surface de la roche. Dans une roche de faible résistance, leur profondeur d'ancrage réduite les pénalise; elles sont susceptibles de prendre rapidement du jeu, au risque de se déchausser plus ou moins rapidement suivant les sollicitations auxquelles elles sont soumises. Lorsqu'elles sont associées à des plaquettes inox, c'est généralement les vis (fig. 52) qui constituent le point faible.

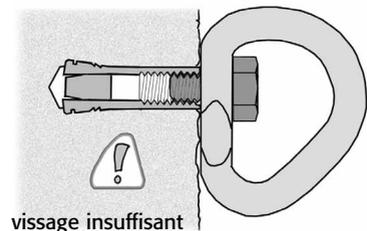
D'après les quelques essais réalisés, les chevilles épaisses Spit acier et Raumer Inox D12 M8 sont largement plus robustes que les chevilles fines D12 M10 en acier. Il vaut donc mieux une cheville épaisse avec une petite vis que l'inverse. Toutefois, les chevilles fines inox D12 M10 semblent plus résistantes au cisaillement que les chevilles épaisses Raumer et Spit. Dans tous les cas de figure, quelle que soit la cheville, l'emploi d'un anneau nécessite une vis plus longue faute de quoi le nombre de filets en prise est insuffisant et la résistance de l'ancrage sera nettement réduite (fig. 53)

Fig.52



rupture de la vis inox au cisaillement 2308 daN.

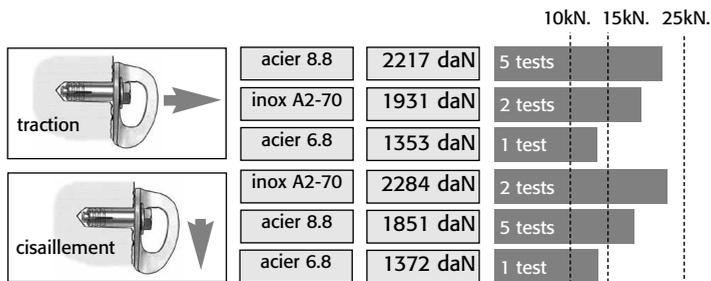
Fig.53



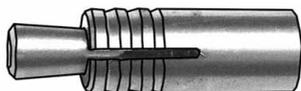
LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Exemples de valeurs de rupture moyennes de vis de 8 mm observées lors des tests :



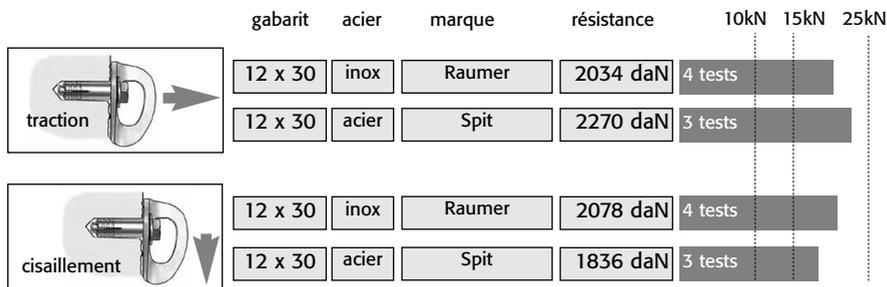
Mesures de résistance moyenne à la rupture des chevilles M8 Rainox Raumer et autoforeuses M8 Spit montées sur plaquette inox Coeur de Petzl (percée à 8 mm.) avec différentes qualités de vis ; dans un calcaire compact dur (80 Mpa environ). Pour plus de précisions, voir le détail des essais en fin d'ouvrage.



cheville Raumer M8 inox



cheville Spit M8 acier bichromaté



LES CHEVILLES FEMELLES AVEC CÔNE A CHASSER

Présentation

Ces ancrages à expansion par frappe conçus pour le bâtiment sont très répandus et il existe un nombre important de modèles différents (exemple fig. 54) en acier électrozingué ou en inox. A noter que les vendeurs de chevilles ne sont pas tous fabricants. Certaines marques ont parfois le même fournisseur ou se fournissent chez plusieurs fabricants suivant le diamètre des chevilles, ou encore changent de fournisseur d'une année à l'autre. Il est donc possible de trouver des chevilles similaires dans des catalogues de vente de marques différentes ou encore de constater que le produit commercialisé ne correspond plus au produit figurant sur le catalogue en cours.



Fig.54

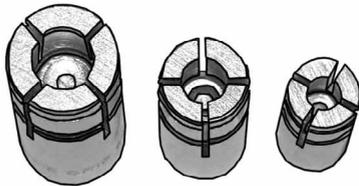
Tous les modèles cités existent en version vis de 8, 10 et 12 mm. Exemple : chevilles Spit (fig. 55). Les chevilles en acier + vis, sont plus économiques que les goujons en acier ; ce qui n'est pas forcément le cas avec la gamme inox. Ces chevilles courtes sont réalisées dans un cylindre mince : 1 mm d'épaisseur pour les taraudages M8 et M10 et 1,5 mm d'épaisseur pour les taraudages M12. A diamètre de vis équivalent, ces chevilles sont donc moins solides que les chevilles autoforeuses Spit et Spitinox présentées précédemment, qui sont deux fois plus épaisses. Ce type d'ancrage, indépendamment des avantages qu'il est susceptible de procurer, présente la particularité d'être constitué d'une pièce creuse qui le rend moins robuste que les goujons. Les 210 tests réalisés ont permis de constater que certaines chevilles en acier présentent des valeurs de résistance très faibles (inférieures à une tonne) alors que d'autres au contraire (M12 inox), n'ont jamais pu être détruites malgré de nombreux essais. A utiliser donc avec prudence, en connaissance de cause et pour un usage adapté, compte tenu des caractéristiques du modèle choisi.



Fig.55

Les chevilles M10 en acier ne présentent dans l'ensemble que peu d'intérêt par rapport aux chevilles M8 car d'épaisseurs identiques, elles ne semblent pas apporter un gain de résistance significatif. Comme toutes les chevilles femelles à expansion par frappe, elles sont constituées de deux parties distinctes. D'un côté une partie cylindrique taraudée (fig. 56) sur laquelle vient se visser la plaquette, de l'autre, une partie conique fendue en quatre segments (fig. 57) permettant à la cheville de s'écarter lorsque le cône écarteur s'y loge.

Fig. 57



chevilles
Spit

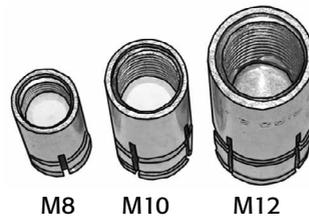
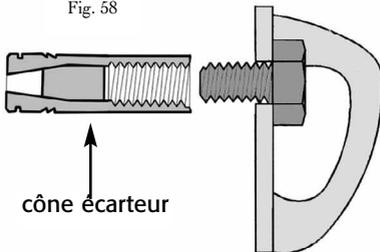


Fig. 56

Sur ce type d'ancrage, le cône écarteur se trouve prisonnier à l'intérieur de la cheville (fig. 58). D'un côté, il est bloqué par le conduit conique de la partie à élargir, de l'autre, il est bloqué par une pellicule de colle, ou bien encore, une rondelle, en plastique, ou en carton coincée; le cône est donc imperdable. Toutefois, le blocage du cône écarteur au moyen d'une pastille en carton n'est efficace qu'à la condition de rester sec. En canyon, si la cheville est exposée à l'eau dans la sacoche à spit, le bout de carton ne restera pas coincé longtemps à l'intérieur et il faudra s'assurer que le cône ne s'est pas échappé.

Fig. 58



Conditions d'implantation

Les chevilles femelles à expansion par frappe doivent être utilisées de préférence dans les roches dures et compactes compte tenu de leur faible profondeur d'ancrage. Il convient également de respecter les distances minima d'entraxe, de bordure et d'épaisseur de dalle préconisées par le fabricant (fig. 59).

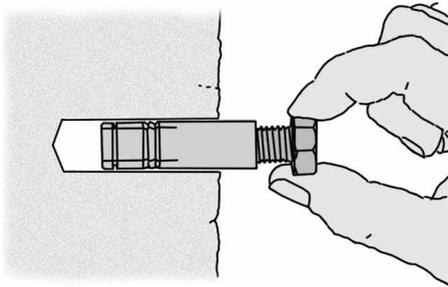
Fig. 59



Réalisation du trou

La réalisation du trou se fait au moyen d'un perforateur. Le forage doit être réalisé perpendiculairement à la paroi en respectant scrupuleusement le diamètre préconisé pour la cheville. S'assurer au préalable que la plaque dispose d'un appui franc et vérifier qu'elle pourra travailler dans de bonnes conditions.

Fig. 61



La profondeur de forage est ajustée à la longueur de la cheville qui bute au fond du trou (fig. 60).

On peut vérifier à tout moment la profondeur du trou (une fois soufflé) en introduisant la cheville à la main au moyen d'une vis (fig. 61). Le trou est terminé lorsqu'il est suffisamment profond, qu'il a été brossé et soufflé.

Remarque : si malencontreusement, on a percé le trou un peu trop profondément; il n'est pas perdu pour autant ; on peut toujours envisager de positionner la cheville à fleur en introduisant un fragment de roche qui servira de cale au fond du trou (fig. 62) juste le temps d'amorcer l'expansion; dès le premier coup de marteau, la cheville se bloque d'elle même et ne s'enfonce plus. Pour retirer le fragment de roche (et le remplacer par un autre de taille différente, par exemple), il suffit de le coller au bout du tuyau à dépoussiérer souple en l'aspirant.

Fig. 62

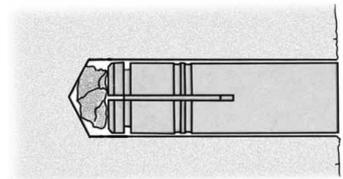
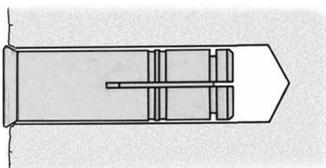


Fig. 63



Pour éviter d'avoir à ajuster précisément la profondeur du trou, certains fabricants comme Spit ou Hilti proposent des chevilles pourvues d'une collerette (fig. 63) qui vient buter au bord du trou et immobilise la cheville ; elles ne sont pas plus chères et bien plus pratiques.

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Les chevilles fines inférieures à M12 en acier sont d'autant plus sensibles à la qualité de la pose que leur résistance est limitée (contrairement à un goujon dont la résistance n'est pas affectée lorsque le trou est écaillé ou évasé par exemple). En effet, ce type de cheville casse systématiquement à l'extrémité de la vis (fig. 64). La profondeur de vissage (longueur de la vis) ainsi que les appuis de la cheville au niveau de la partie filetée sont donc déterminants, notamment au cisaillement, pour la solidité de l'ancrage ; d'autant plus que la partie concernée est forcément courte (fig. 65). Pour améliorer la tenue de la cheville, le contact vis, cheville et rocher doit être optimisé au mieux et nécessite de réaliser une implantation parfaite.

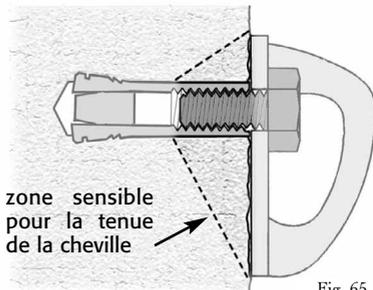


Fig. 65

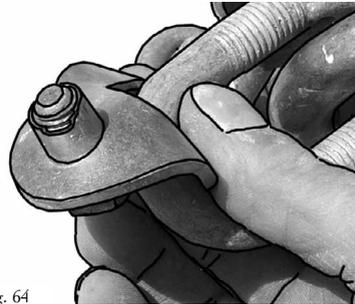


Fig. 64

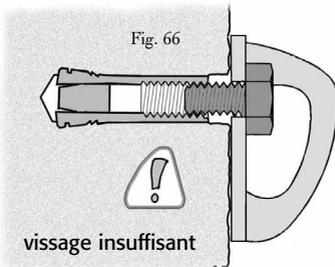


Fig. 66

vissage insuffisant

En conclusion, concernant le trou, tout défaut d'implantation (cheville trop profondément (fig. 66) ou pas assez enfoncée (fig. 67) trou écaillé (fig. 68), évasé ou défaut d'appui (fig. 69) de la plaquette) occasionne, plus que jamais, une baisse sensible de la résistance de l'amarrage.

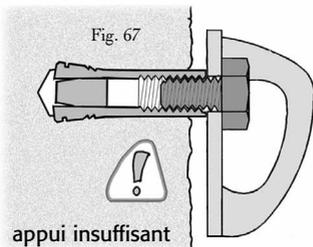


Fig. 67

appui insuffisant

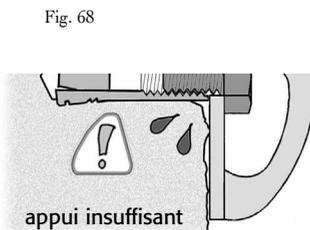


Fig. 68

appui insuffisant

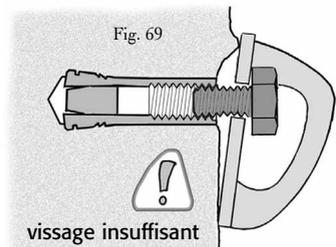


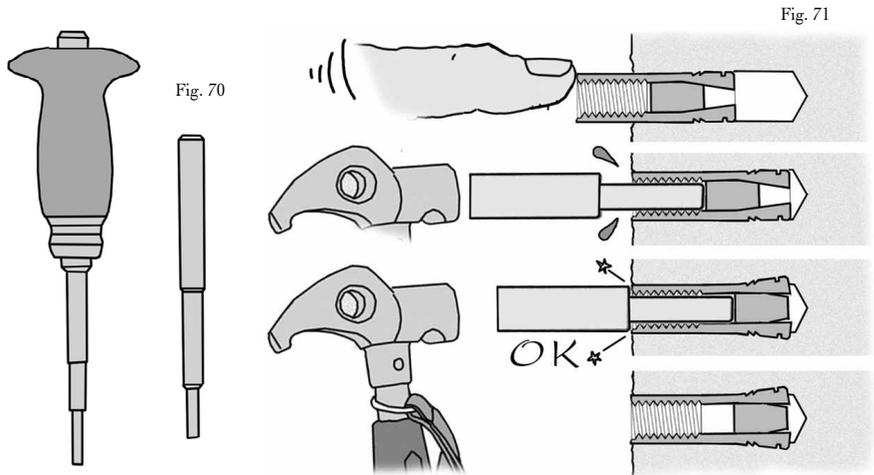
Fig. 69

vissage insuffisant

Expansion de la cheville

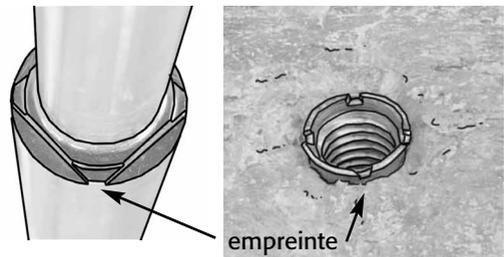
L'expansion de la cheville s'effectue avec un outil de pose à frapper au marteau appelé *expanseur* (fig. 70), dont la fonction est de faire glisser le cône écarteur vers l'arrière de la cheville pour provoquer son écartement (fig. 71).

L'expanseur est un outil calibré, spécifique à chaque modèle de cheville. Sa longueur est calculée pour que l'épaulement de l'expanseur vienne au contact de la cheville une fois l'expansion terminée.



Remarque : dans les roches dures, il arrive, avec certaines chevilles, qu'il ne soit pas possible d'enfoncer l'expanseur complètement. Dans ce cas, frapper énergiquement l'expanseur jusqu'au refus du déplacement, et considérer la cheville comme prête à l'emploi.

A noter à ce propos que les expanseurs Hilti par exemple (fig. 72) disposent d'un moyen de contrôle visuel : arrivé en bout de course, l'expanseur imprime sur la cheville quatre empreintes attestant la bonne expansion



LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Une fois en place, la cheville doit affleurer à la surface de la roche (fig. 73). On dispose alors d'un amarrage amovible dont l'ancrage, en l'absence de plaquette, se trouve protégé à l'intérieur de la roche et laisse la paroi lisse contrairement aux goujons (c'est parfois utile notamment pour les ancrages destinés aux opérations de sauvetage ou pour des ancrages utilisés occasionnellement comme les sites écoles).

Le maintien de la plaquette est tributaire d'une vis de fixation qu'il convient de choisir précisément (qualité de l'acier, diamètre, longueur) et qui vient s'ajouter au prix de l'ancrage.

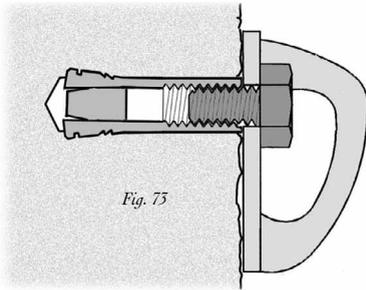


Fig. 73

Lorsque, dans un rocher de faible résistance, la cheville finit par prendre du jeu dans son logement, il n'est pas possible de la resserrer et elle devient inutilisable. A noter que les chevilles M8 et M12 Pascal-MKT existent aussi en versions longues (fig. 74) et sont un peu mieux adaptées aux roches tendres.



Fig.74



Pascal/MKT

Qualité des vis

Il vaut mieux utiliser systématiquement des vis de qualité 8.8 ou A2 inox pour les chevilles inox. Des essais réalisés avec des vis de qualité 6.8 (fig. 75) sur certaines chevilles acier ont mis en évidence le fait que la qualité d'acier de la vis pouvait influencer sur la résistance de l'ancrage (fig. 76). Avec les chevilles M8 et M12 la valeur de rupture de la cheville peut se situer légèrement au-dessus de la valeur de rupture habituelle des vis de qualité 6.8.

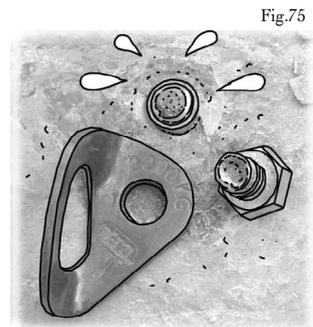


Fig.75

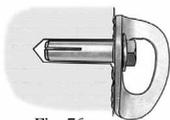
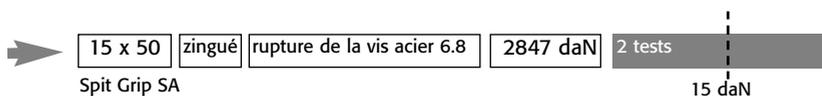


Fig. 76



Par ailleurs, la résistance des chevilles est sensiblement différente selon qu'on les utilise avec une plaquette ou un anneau. La longueur de la vis est également déterminante au cisaillement (voir comportement des amarrages cahier N°5).

Serrage de la plaquette

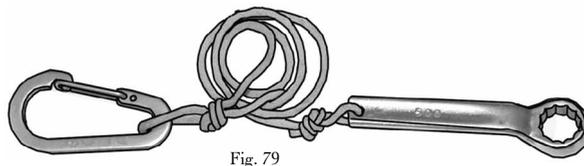
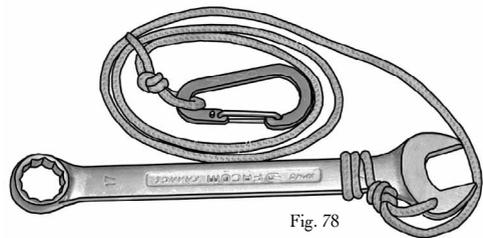
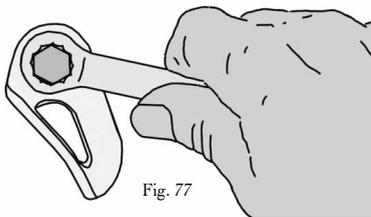
L'expansion de la cheville n'étant pas tributaire du serrage contrairement à un goujon par exemple, il suffit de serrer la vis modérément ; juste de quoi immobiliser la plaquette ni plus ni moins. Les couples de serrage maximum préconisés par les fabricants sont relativement faibles comparativement aux autres catégories d'ancrages. Ils figurent dans les notices d'utilisation des produits. Un serrage trop important occasionne une contrainte permanente sur la cheville et réduit sa résistance sans que cela soit visible.

Couple de serrage (approximatif) :

M8	M10	M12
8 Nm	15 Nm	20 Nm

Pour les chevilles M8 et M10, l'utilisation d'une clef de serrage courte (fig. 77) est une solution pour éviter le serrage excessif car le bras de levier est alors réduit.

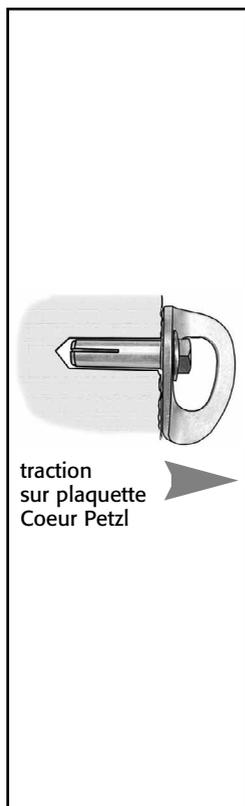
Un couple de serrage de 10 Nm équivaut à un effort de 5,5 kg au bout d'une clef standard de 18 cm de long (fig. 78) et environ 11 kg au bout d'une clef réduite de moitié (fig. 79). C'est beaucoup plus qu'il n'en faut pour immobiliser une plaquette.



LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Valeurs de rupture moyennes à la **traction** des **chevilles femelles minces à expansion par frappe** (montées sur plaquette Coeur Petzl (calcaire compact dur 80 Mpa environ).

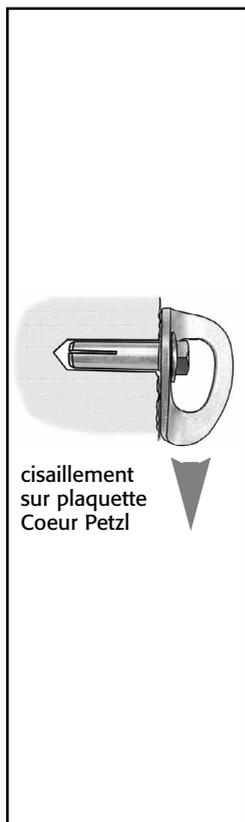


gabarit	acier	marque	résistance	10kN	15kN
10 x 30	zingué	Berner B-KA	1090 daN	3 tests	
10 x 30	zingué	Fischer EA	700 daN	3 t.	! résistance faible
10 x 30	zingué	Wurth W-ED	1205 daN	3 tests	
10 x 30	zingué	Pascal MKT E	1157 daN	4 tests	
10 x 30	zingué	Spit Grip SA	975 daN	3 tests	! résistance faible
10 x 30	zingué	Hilti HKD-S	674 daN	3 t.	! résistance faible
10 x 33	zingué	Mungo ESA	1311 daN	3 tests	
10 x 40	inox	Hilti-HKD-SR	1242 daN	3 tests	
12 x 40	zingué	Berner B-KA	907 daN	3 tests	! résistance faible
12 x 40	zingué	Fischer EA	803 daN	3 tests	! résistance faible
12 x 40	zingué	Wurth W-ED	948 daN	3 tests	! résistance faible
12 x 40	zingué	Pascal/MKT E	1173 daN	3 tests	
12 x 40	zingué	Hilti HKD-S	851 daN	3 tests	! résistance faible
12 x 40	zingué	Spit Grip SA	770 daN	3 t.	! résistance faible
12 x 44	zingué	Mungo ESA	835 daN	3 t.	! résistance faible
12 x 40	inox	Hilti-HKD-SR	1772 daN	3 tests	
15 x 50	zingué	Hilti HKD-S	2368 daN	3 tests	
15 x 50	zingué	Spit Grip SA	2854 daN	5 tests	
15 x 50	inox	Hilti HKD-SR	3458 daN	10 tests	aucune rupt. cheville !

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Valeurs de rupture moyennes au **cisaillement** des **chevilles femelles à expansion par frappe** montées sur plaquette Coeur Petzl (calcaire compact dur 80 Mpa environ).



gabarit	acier	marque	résistance	10kN	15kN	25kN
10 x 30	zingué	Berner B-KA	1289 daN	3 tests		
10 x 30	zingué	Fischer EA	757 daN	3 t.	?	résistance faible
10 x 30	zingué	Wurth W-ED	790 daN	3 t.	?	résistance faible
10 x 30	zingué	Pascal MKT E	964 daN	2 tests	?	résistance faible
10 x 30	zingué	Spit Grip SA	767 daN	3 t.	?	résistance faible
10 x 30	zingué	Hilti-HKD-S	1161 daN	3 tests		
10 x 33	zingué	Mungo ESA	1043 daN	3 tests		
10 x 30	inox	Hilti-HKD-SR	1822 daN	4 tests		
12 x 40	zingué	Berner B-KA	1092 daN	3 tests		
12 x 40	zingué	Fischer EA	779 daN	3 tests	?	résistance faible
12 x 40	zingué	Wurth W-ED	1305 daN	3 tests		
12 x 40	zingué	Pascal/MKT E	764 daN	3 tests	?	résistance faible
12 x 40	zingué	Hilti-HKD-S	963 daN	3 tests	?	résistance faible
12 x 40	zingué	Spit Grip SA	1513 daN	3 tests		
12 x 44	zingué	Mungo ESA	1042 daN	3 tests		
12 x 40	inox	Hilti-HKD-SR	2813 daN	4 tests		
15 x 50	zingué	Hilti-HKD-S	2442 daN	3 tests		
15 x 50	zingué	Spit Grip SA	2854 daN	3 tests		
15 x 50	inox	Hilti-HKD-SR	3815 daN	3 tests		

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les scellements mécaniques

Valeurs de rupture moyennes à la traction des **chevilles femelles à expansion par frappe** montées sur anneau Raumer (calcaire compact dur 80 Mpa environ).



	gabarit	acier	marque	résistance	résistance	
					10kN	15kN
<p>traction sur anneau Raumer</p>	10 x 30	zingué	Berner B-KA	1846 daN	3 tests	
	10 x 30	zingué	Wurth W-ED	1857 daN	3 tests	
	10 x 30	zingué	Spit Grip SA	1823 daN	3 tests	
	10 x 33	zingué	Mungo ESA	1793 daN	3 tests	
	10 x 33	zingué	Hilti HKD-S	1603 daN	3 tests	
	10 x 33	inox	Hilti HKD-SR	2162 daN	3 tests	
	12 x 40	zingué	Berner B-KA	1965 daN	3 tests	
	12 x 40	zingué	Wurth W-ED	2190 daN	3 tests	
	12 x 40	zingué	Spit Grip SA	2146 daN	3 tests	
	12 x 44	zingué	Mungo ESA	2249 daN	3 tests	
	12 x 44	zingué	Hilti HKD-S	2170 daN	3 tests	
	12 x 44	inox	Hilti HKD-SR	3124 daN	3 tests	
	15 x 50	zingué	Spit Grip SA	3774 daN	3 tests	
	15 x 50	zingué	Hilti HKD-S	3733 daN	3 tests	
	15 x 50	inox	Hilti HKD-SR	5800 daN	3 tests	

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Valeurs de rupture moyennes au cisaillement des **chevilles femelles à expansion par frappe** montées sur anneau Raumeur (calcaire compact dur 80 Mpa environ).



gabarit	acier	marque	résistance	10kN 15kN 25kN		
				10kN	15kN	25kN
10 x 30	zingué	Berner B-KA	1166 daN	3 tests	?	résistance faible
	zingué	Wurth W-ED	761 daN	3 tests	?	résistance faible
	zingué	Spit Grip SA	530 daN	3 t.	?	résistance faible
	zingué	Hilti HKD-S	702 daN	3 t.	?	résistance faible
	inox	Hilti HKD-SR	1640 daN	3 t.ests		
12 x 40	zingué	Berner B-KA	1021 daN	3 tests	?	résistance faible
	zingué	Wurth W-ED	846 daN	3 tests	?	résistance faible
	zingué	Spit Grip SA	811 daN	3 tests	?	résistance faible
	zingué	Mungo ESA	686 daN	3 t.	?	résistance faible
	zingué	Hilti HKD-S	675 daN	3 t.	?	résistance faible
	inox	Hilti HKD-SR	1538 daN	3 tests.		
15 x 50	zingué	Spit Grip SA	1445 daN	3 tests		
	zingué	Hilti HKD-S	2145 daN	3 tests		
	inox	Hilti HKD-SR	3952 daN	3 tests		



LES CHEVILLES AVEC PLAQUETTE INDEMONTABLE

Présentation

Ces ancrages sont constitués d'une cheville à expansion par frappe couplée à une plaquette sertie lors de la fabrication et qui ne peut être démontée. Entièrement en inox, ces ancrages sont réalisés dans un cylindre métallique épais (2 mm) qui les rend particulièrement robustes lorsqu'ils sont placés dans une roche dure. Ces ancrages ont surtout la particularité d'être inamovibles. On distingue principalement deux fabricants : Petzl qui commercialise la cheville Longlife associant une plaquette Coeur et Raumer qui commercialise les chevilles Full Time, Full Time Maxi et Wing Time associant trois modèles de plaquettes différentes (fig. 80).

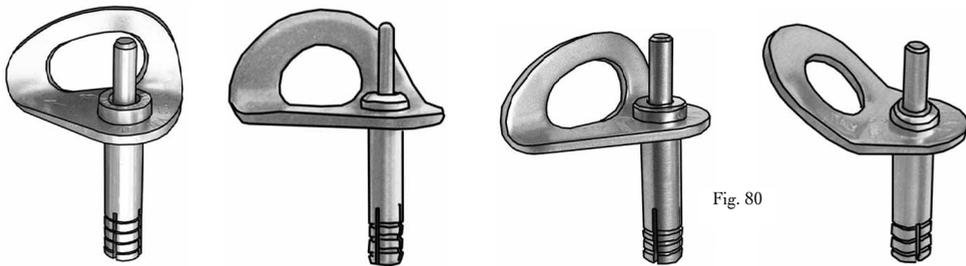


Fig. 80

Long Life
12 x 47 mm

Full Time
9 x 38 mm

Full Time Maxi
12 x 43 mm

Wing Time
12 x 43 mm

En guise de cône écarteur, ces chevilles (fig. 81) sont pourvues d'une goupille apparente (légèrement coudée pour qu'elle puisse rester coincée avant d'être enfoncée). Frappée à coups de marteau, elle se déplace et s'introduit dans l'extrémité conique de la cheville (fig. 82) fendue en quatre et qui s'écarte pour se verrouiller dans son logement. La longueur de la goupille est calculée pour garantir l'expansion de la cheville lorsqu'elle est complètement enfoncée (fig. 84).

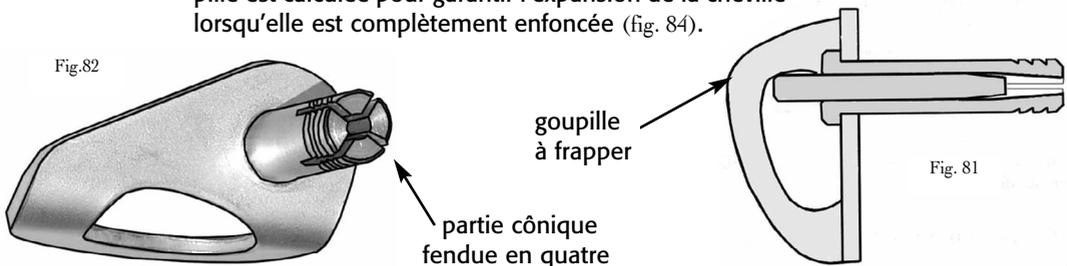


Fig.82

goupille à frapper

partie conique fendue en quatre

Fig. 81

Réalisation du trou

Le forage (fig. 83) se fait en principe au moyen d'un perforateur. Pour les chevilles de diamètre 12 mm, il peut également se réaliser occasionnellement avec un tamponnoir muni d'une cheville autoforeuse. Le trou doit être réalisé perpendiculairement à la paroi en respectant le diamètre préconisé pour la cheville. S'assurer que la plaquette dispose d'un appui franc, et tenir compte des précautions d'implantation habituelles. Respecter la profondeur de forage minimale pour que la plaquette soit bien en contact avec la paroi. Un trou plus profond est sans conséquence. Avant de procéder à l'expansion, orienter la plaquette dans l'axe de travail car elle est solidaire de la cheville.

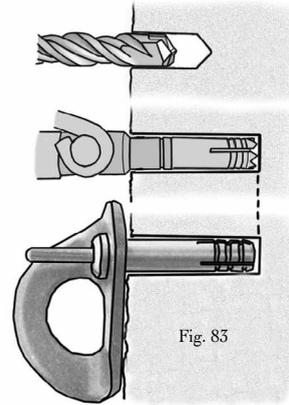


Fig. 83

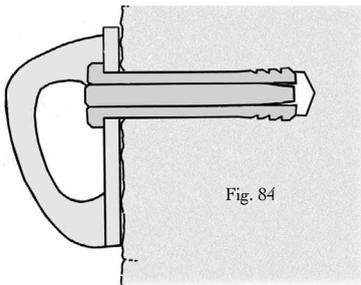


Fig. 84

Mise en place

L'expansion de la cheville est particulièrement simple puisqu'il suffit de frapper énergiquement le goujon au marteau (fig. 84). Dans une roche très dure, il est fréquent que le goujon ne s'enfonce pas complètement et finisse par s'écraser en partie libre (fig. 85); l'amarrage peut alors être considéré comme opérationnel. Ces chevilles ont l'avantage d'être entièrement en inox, ce qui est un gage de longévité en

canyon. Elles ont surtout l'avantage d'être indémontables ce qui les met à l'abri des problèmes liés au serrage de la vis et surtout des vols ou des démontages malveillants. En revanche, elles sont nettement plus chères que des plaquettes identiques associées à des goujons inox de même diamètre. De plus, une fois installée, il n'est plus possible de corriger une erreur d'emplacement ou de démonter une plaquette endommagée, à moins de percer le goujon avec une mèche à métaux. Ces plaquettes trouvent leur intérêt pour l'équipement permanent des sites en complément des scellements, car elles ont l'avantage d'être utilisables immédiatement après leur pose.

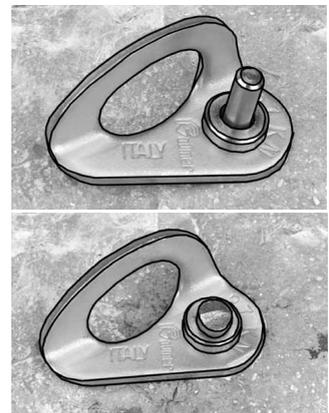


Fig. 85

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Les erreurs d'installation telles que : trou non perpendiculaire à la surface (fig. 86), surface mal préparée, calcite, picots (fig. 87) ou dont la forme est inadaptée, trou (fig. 88) insuffisamment profond, sont d'autant plus problématiques que les chevilles avec plaquette indémontable sont chères et inamovibles.

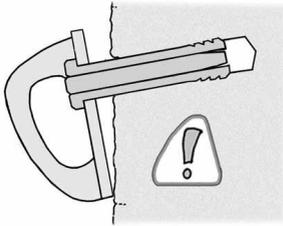


Fig. 86

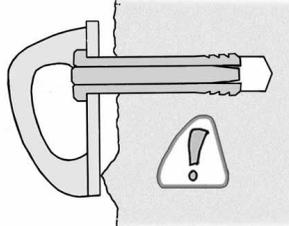


Fig. 87

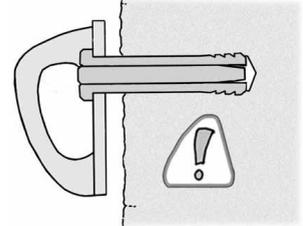
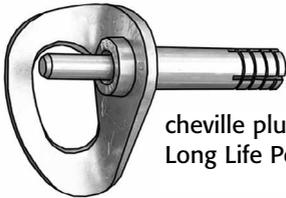


Fig. 88

Test de résistance à la rupture de deux modèles de cheville avec plaquette indémontable.

Support : calcaire compact dur (80 Mpa environ)



cheville plus plaquette inox
Long Life Petzl



cheville plus plaquette inox
Full Time Maxi Raumer

	gabarit	acier	marque	résistance	10kN	15kN	25kN
<p>traction</p>	12 x 43	inox	Raumer	2182 daN	3 tests		
	12 x 43	inox	Petzl	2444 daN	3 tests		
<p>cisaillement</p>	12 x 43	inox	Raumer	3219 daN	3 tests		
	12 x 43	inox	Petzl	3376 daN	3 tests		

L' ANCRAGES RAUMER STARTFIX

Présentation

Cet ancrage monobloc (fig. 89) sur lequel il est possible de fixer directement une corde sans avoir recours à une plaquette ni à un maillon rapide constituée à lui seul, un amarrage artificiel de progression. Entièrement en inox, il est réalisé au moyen d'une tige de 9 mm de diamètre pliée et soudée. D'un côté la tige forme un oeil ; l'autre extrémité de la tige (fig. 90) est creuse, fendue en deux pour pouvoir s'écarter lorsque le cône écarteur s'y loge; cette extrémité s'apparente à une cheville à expansion par frappe, exactement comme la cheville Spitinox mais en plus petit.



Installation

L'installation d'un ancrage Starfix Raumer est particulièrement simple puisqu'elle se réalise en trois coups de marteau. Pourtant, elle nécessite énormément de précision et de rigueur dans la réalisation du trou. Le diamètre de forage est de 9 mm; ce n'est pas courant. La profondeur du trou doit être ajustée au millimètre près de façon à ce que l'expansion complète de la cheville, lorsqu'on la frappe, coïncide avec le plaquage de l'oeil de l'ancrage sur la paroi. L'ancrage Starfix Raumer dispose sur sa tige d'un repère permettant de vérifier la profondeur du trou (fig. 91). Lorsque la profondeur du trou est ajustée, le repère affleure à la surface de la paroi et l'oeil doit être distant de 7 à 8 mm de la paroi avant d'être frappé. Une fois en place, la partie basse de l'oeil (fig. 92) doit plaquer fortement contre la paroi; ce qui contribue à immobiliser l'amarrage.

Fig. 91

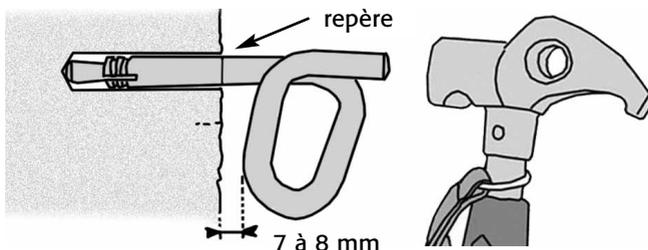
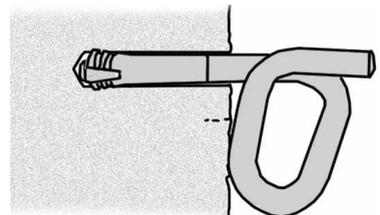


Fig. 92



LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Si le trou est trop profond (fig. 93), l'expansion risque d'être nulle ou incomplète, ce qui peut être dangereux, car il n'y a pas de moyen de vérification une fois installé. A l'inverse (fig. 94) si le trou n'est pas assez profond, l'oeil de l'ancrage ne plaquera pas à la paroi; l'ancrage va travailler dans de mauvaises conditions, il va se déformer et prendre du jeu plus rapidement (ovalisation).

Fig. 93

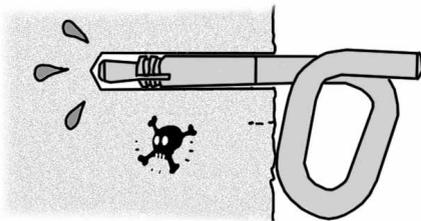
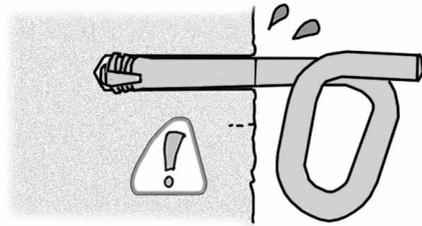


Fig. 94



L'axe de perçage doit être perpendiculaire à la paroi. Un perçage incliné vers le bas (fig. 95) provoque un défaut d'appui de l'oeil de l'ancrage. L'ancrage risque de se déformer et de prendre du jeu plus rapidement. Un perçage orienté vers le haut (fig. 96) peut provoquer un défaut d'expansion. Le problème est exactement le même si le trou est percé horizontalement dans une paroi inclinée (fig. 97 et 98).

Fig. 95

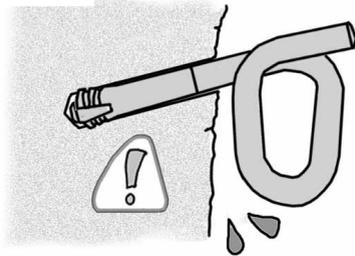


Fig. 96

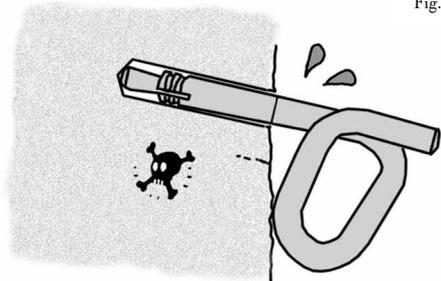


Fig. 97

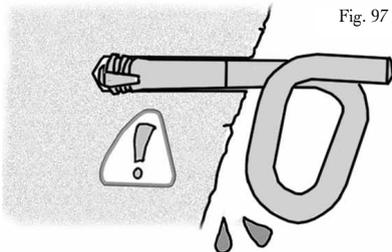
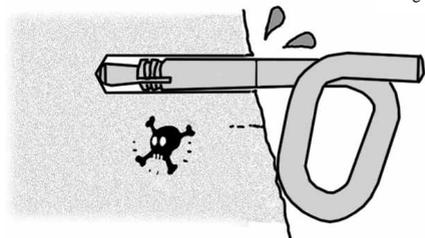


Fig. 98



LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

L'amarrages Startfix (fig. 99) sont conçus pour travailler sur un plan perpendiculaire à la surface du support suivant un angle qui peut varier de 0° à 90°. Toutefois, cet amarrage se comporte moins bien dans le cas d'un effort oblique et il est préférable de l'utiliser soit au cisaillement soit carrément en traction car la corde se place d'elle même au plus près de l'axe de l'ancrage. On peut donc s'en servir également en plafond. Par contre ils ne peuvent pas travailler à l'envers (fig. 100) car ils se déformeraient et ne sont pas prévus non plus pour travailler à l'équerre ou latéralement (fig. 101) car contrairement à une plaquette vissée ou boulonnée qui peut bouger, c'est l'ancrage qui va pivoter et prendre inévitablement du jeu. Il faut donc éviter absolument de les faire travailler latéralement par rapport à l'orientation de l'oeil. (fig. 102)

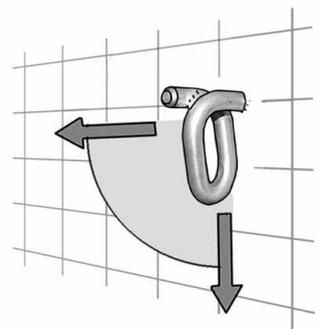


Fig. 99

Fig. 101

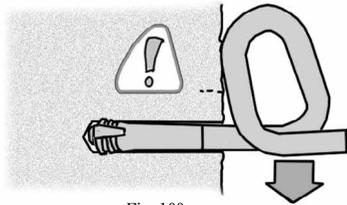
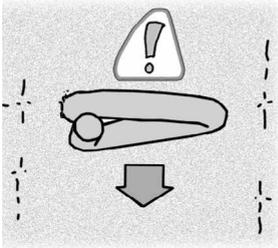


Fig. 100

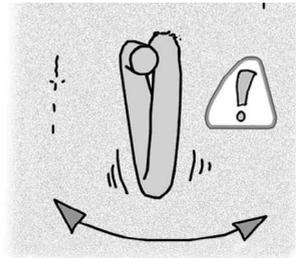
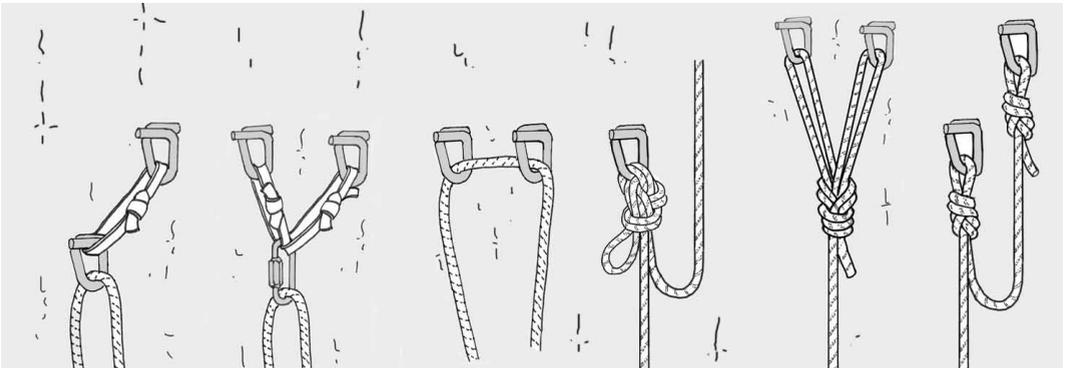


Fig. 102

Les ancrages Starfix Raumer sont indémontables et plus légers qu'un ensemble cheville/plaquette/maillon rapide. On ne peut donc pas les retirer avec tous les avantages et les inconvénients que cela comporte. Exemple d'utilisation (fig. 103).

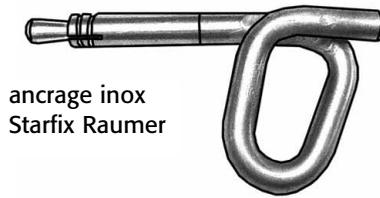
Fig. 103



LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Valeurs de résistance moyennes (à la rupture) des ancrages Starfix Raumer dans du calcaire compact dur (80 Mpa environ) d'après 6 tests.



ancrage inox
Starfix Raumer

		gabarit	acier	cause de rupture	résistance	10kN	15kN	25kN
	traction	9 x 38	inox	rupt. soudure	1669 daN	3 tests		
	cisaillement	9 x 38	inox	rupt. soudure	2560 daN	3 tests		

Remarque : ne pas confondre valeur de rupture et effort maximum admissible. Au cisaillement, les ancrages Starfix Raumer commencent à se déformer à partir de 1200 daN environ (fig. 104) et l'oeil de l'ancrage se retourne en traction à partir de 800 daN environ (fig. 105).

Fig. 104

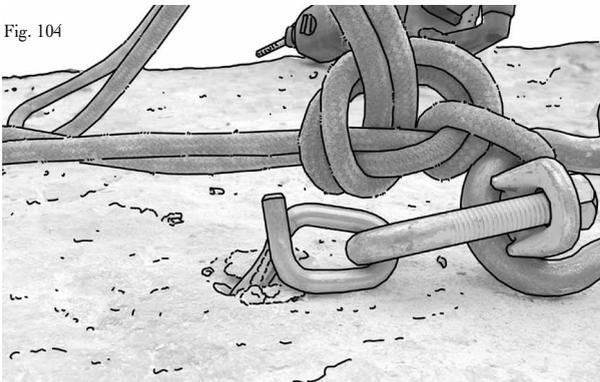
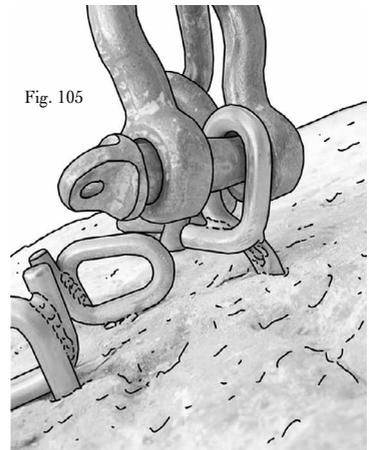


Fig. 105



LES GOUJONS À EXPANSION PAR VISSAGE

Présentation

Les goujons à expansion par vissage constituent le mode d'ancrage le plus répandu et le plus utilisé en canyon. Commercialisé par une vingtaine de marques (environ), ce type de produits est également le plus diversifié de tous les modèles d'ancrage, indépendamment de la longueur, du diamètre, de la nature de l'acier qui les constitue (fig. 106).



I.N.G.

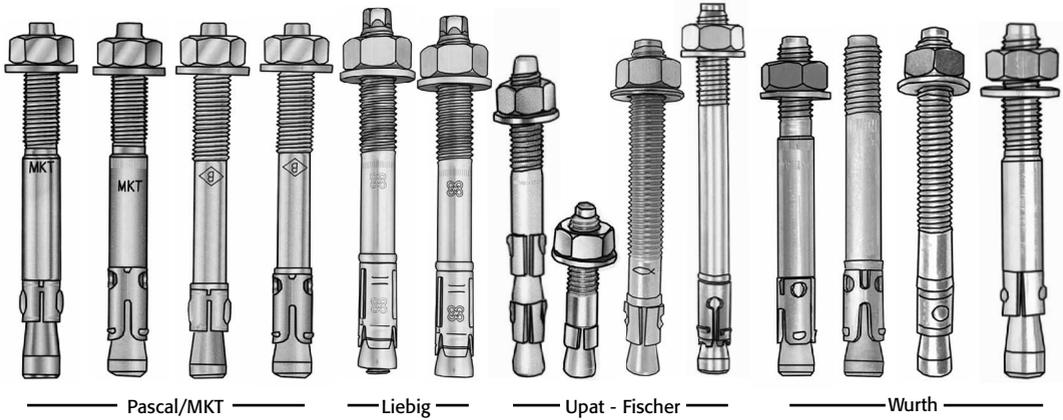
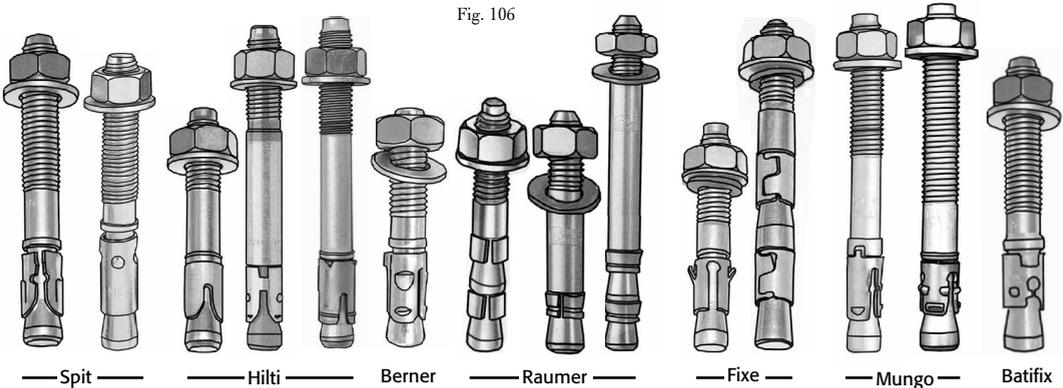
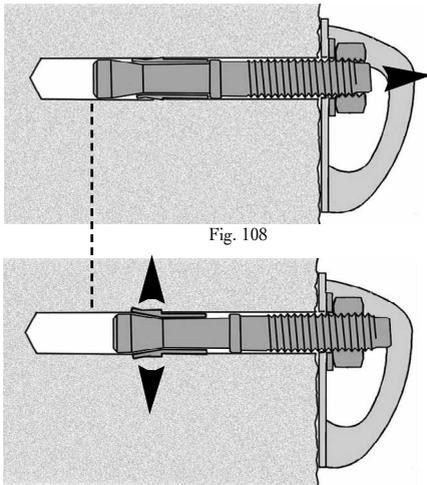
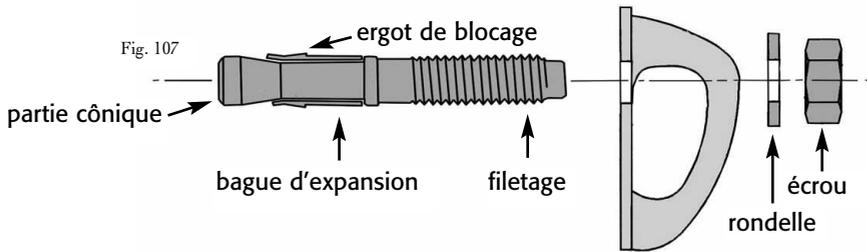


Fig. 106

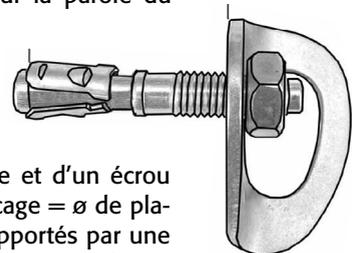


Les goujons sont tous fabriqués à partir d'une tige pleine en acier comportant une partie conique munie d'une bague d'expansion qui vient se loger au fond du trou et un filetage apparent à l'extérieur qui permet de bloquer le goujon et la plaquette au moyen d'un écrou (fig. 107).



l'expansion du goujon est obtenue par le biais d'un mouvement d'extraction de l'ancrage. En serrant l'écrou, le goujon ressort, la bague d'expansion pourvue d'ergots de bloquages reste coincée sur place, le cône d'expansion fini donc par comprimer la bague de plus en plus fort contre la paroi du trou et immobilise le goujon et la plaquette (fig. 108).

La tenue d'un goujons d'expansion se fait donc par compression et friction de la bague d'expansion sur la paroi du trou.



Le goujon (fig. 109) constitué d'une tige filetée et d'un écrou s'avère vraiment simple d'utilisation (\varnothing de perçage = \varnothing de plaquette = \varnothing goujon = \varnothing filetage). Les efforts supportés par une pièce pleine formant un axe unique de bout en bout et l'absence de partie creuse (fragile), ou de vis (porte à faux, usure) lui confère une très grande résistance. A noter que les goujons peuvent s'installer directement au travers de la pièce à fixer ; c'est parfois utile lorsqu'il sagit de fixer une pièce comportant plusieurs trous de fixation comme une jauge ou une pancarte.

La grande diversité des goujons s'explique encore actuellement par la mise en place rescende de l'Agrément Technique Européen qui a entraîné une évolution de ce type de produit pour tenir compte des différents cas de fissuration du béton.

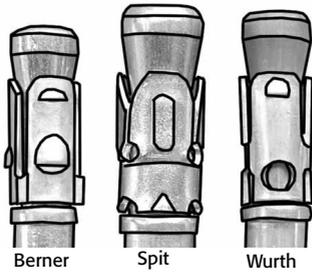


Fig. 110

L'évolution la plus visible se remarque au niveau de la bague d'expansion plus volumineuse, plus sophistiquée ; elle comporte trois parties plutôt longues permettant de rattraper la tension dans une éventuelle fissure (fig. 110) alors que précédemment, souvent plus petite, elle s'ouvrait en deux parties (fig. 111).

Se cotoient donc encore, aujourd'hui, les deux gammes de produits et il est probable que le coût engendré par cette évolution est occasionné une augmentation des tarifs de vente pour les fabricants concernés.

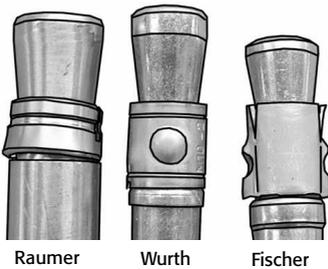


Fig. 111

A noter qu'il semble, d'après les observations faites lors des essais, que les bagues les plus volumineuses, dont la surface de contact avec la roche est plus importante, ont davantage tendance à glisser (déchaussement) contrairement aux bagues courtes comme celles des goujons Raumer qui, plus agressives, se verrouillent plus efficacement dans les roches dures. Dans une roche tendre par contre les bagues, dont la surface de contact est réduite, accentuent le risque d'usure et vont sans doute prendre du jeu plus rapidement.

Quoi qu'il en soit, la bague est un élément déterminant pour la tenue dans le temps d'un goujon; c'est la partie la plus petite et celle qui est susceptible de se corroder le plus rapidement. Tous les goujons, même estampillés CE n'ont pas forcément une bague en inox . Même si les bagues sont d'apparences identiques, il existe plusieurs options dans l'ATE (Agrément Technique Européen) des goujons et certaines autorisent les bagues en acier. Pour l'équipement des canyons (en première notamment), à défaut d'utiliser des goujons tout inox il faut impérativement utiliser des goujons à bague en inox.

Ce qui différencie les goujons

Les goujons se caractérisent essentiellement par :

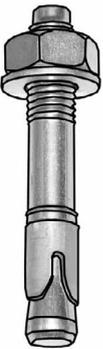
- le procédé de fabrication ;
- la longueur du filetage ;
- la longueur du goujon ;
- le diamètre du goujon ;
- le nombre de bagues d'expansion ;
- la nature de l'acier.

Procédé de fabrication

Au niveau du filetage, on distingue :

- les goujons emboutis dont le filetage est réalisé par roulage
- les goujons dont la forme et le filetage sont réalisés par décolletage.

Fig. 112



La majorité des goujons utilisés pour l'équipement en canyon (fig. 112) sont formés ou matricés à froid. Certains fabricants disent également qu'ils sont emboutis. Pour être plus précis, on dit également qu'ils sont "roulés" ce qui est plus réaliste car le filetage des goujons est réalisé par des molettes (fig. 113) en acier traité qui tournent en pressant la surface de la tige lisse du goujon. Cette compression entraîne une déformation plastique de la matière qui flue parallèlement aux surfaces d'appui des molettes et forme les filets. Il existe différents procédés de roulage des filetages, comportant deux ou trois molettes en fonction des caractéristiques du filetage à réaliser et du support. Le roulage des filets a pour effet d'augmenter (fig. 114) le diamètre initial de la tige, et de modifier la structure cristalline ainsi que les caractéristiques mécaniques originales de l'acier.

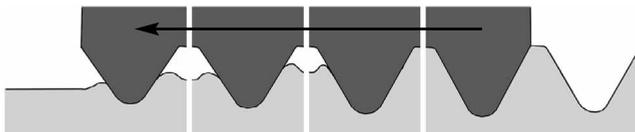
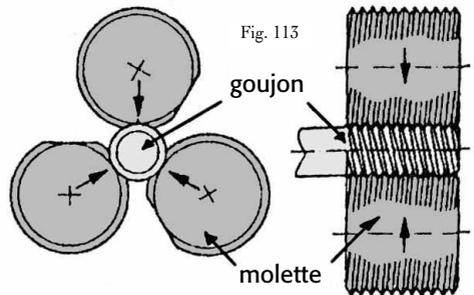


Fig. 114

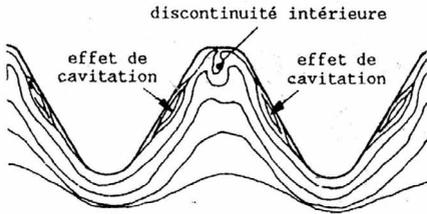
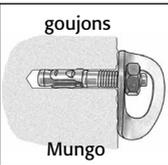


Fig. 115

Cette technique évite la coupe du métal qui favorise les amorces de ruptures ; par contre, elle occasionne un fibrage particulier (fig. 115), peu homogène au niveau des surfaces travaillées qui peut poser des problèmes dans le cadre de certaines applications industrielles. En général, les goujons roulés sont plus résistants que les goujons décollétés.

Le test de résistance des goujons acier M8 Mungo proposés à une époque en version décollété avant d'évoluer vers une version emboutie est un exemple révélateur.

produit	travail	dimensions	acier	type	résistance	
 Mungo	cisaillement ▼	8 x 60	zingué	décollété	1175 daN	3 tests
		8 x 60	zingué	emboutis	1757 daN	3 tests
	traction ▶	8 x 60	zingué	décollété	669 daN	3 tests
		8 x 60	zingué	emboutis	1910 daN	3 tests

La plupart des goujons sont réalisés sur la base d'une tige emboutie (permettant d'obtenir le cône d'expansion) puis roulé afin de réaliser le filetage. Le diamètre initial de la tige est donc inférieur à celui du filetage (fig. 116). Le filetage peut dans ce cas être partiel (il couvre uniquement l'extrémité de la tige du goujon) ou total (il se prolonge jusqu'au niveau du cône d'expansion). Certains goujons (fig. 117) sont réalisés avec une tige comportant deux diamètres différents ; le corps du goujon possède un diamètre identique à celui du perçage ; il se prolonge par une partie plus fine sur laquelle est roulé le filetage qui de fait est forcément partiel (fig. 118).



Fig. 117

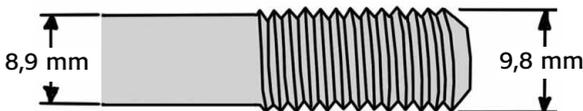


Fig. 116

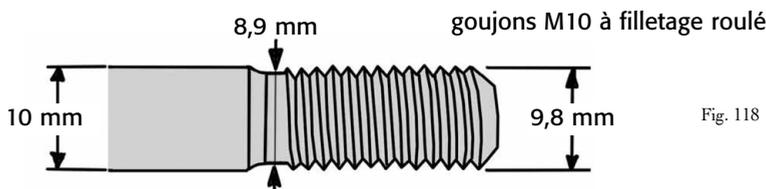


Fig. 118

Les autres goujons (Raumer, Wurth, Upat etc...) sont entièrement réalisés par décolletage c'est-à-dire en retirant du métal sur la tige (fig. 119). Taillé dans la masse la finition des filets est plus précise et de meilleure qualité. Le diamètre extérieur du filetage est dans ce cas légèrement plus petit que celui de la tige initiale (fig. 120). La différence est également visible au niveau du cône d'expansion qui présente des arrêtes franches. On remarque que Les goujons emboutis sur une tige à deux diamètres ainsi que les goujons décolletés se ressemblent beaucoup.



goujon
décolleté

Fig. 119

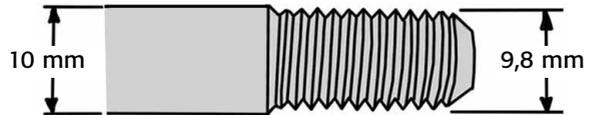


Fig. 120

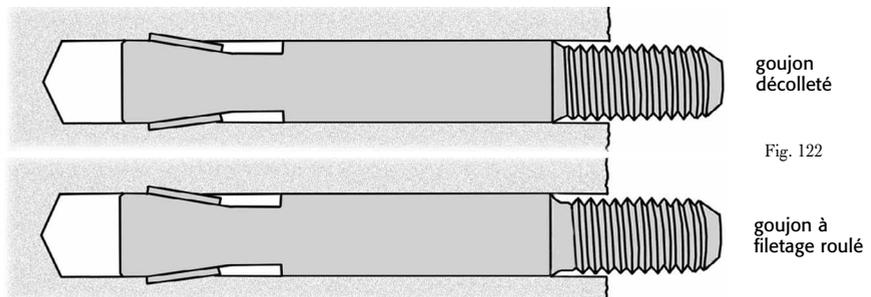
goujon décolleté

La longueur du filetage

La pluparts des goujons décolletés et a fortiori ceux qui sont emboutis sur une tige à deux diamètres ont des filetages partiels donc plutôt courts (fig. 121). Le filetage partiel impose à l'utilisateur de respecter la profondeur d'ancrage faute de quoi il risque de ne pas pouvoir bloquer la plaquette; c'est donc une garantie pour le fabricant. Lors d'un effort de cisaillement, c'est la tige, lisse, plus grosse que le filetage qui prend appuis sur le rocher et épouse parfaitement la surface du trou ce qui minimise les risques de prise de jeux (fig. 122). Dans l'industrie, on à également recours à ce type de goujons (fig. 127 page 56) pour minimiser le risque de jeux et accroître la précision de la fixation car dans ce cas, le diamètre de la tige du goujon est rigoureusement identique au diamètre de perçage du support et de la pièce à fixer.



Fig. 121



goujon
décolleté

Fig. 122

goujon à
filetage roulé

Les goujons emboutis sur une tige de diamètre unique, peuvent présenter soit des filetages courts (fig. 123) soit des filetages longs (fig. 124). Soumis à un effort de cisaillement, c'est le filetage qui prend appui sur le bord du trou. Dans une roche tendre, le contact du filetage sur la roche est susceptible d'occasionner, à la longue, une prise de jeux par phénomène d'usure du rocher d'autant que, dès le départ, le filetage est légèrement plus petit que le diamètre du trou ce qui accentue ce risque. Cependant, plus le filetage est long (fig. 125) meilleure sera la répartition des efforts (avant usure) ; en outre, les filetage long autorisent plusieurs ressérages éventuels en cas de prise de jeux. Avec un goujon embouti sur une tige de diamètre unique mais à filetage court (fig. 126), le nombre de filets en appui sur la roche est moins important ; donc encore plus problématique car l'usure du rocher n'en sera que plus rapide sachant aussi que la capacité de ressérage du goujon sera limitée en raison du faible nombre de filets en réserve. C'est donc le moins adapté de tous les modèles de goujons.

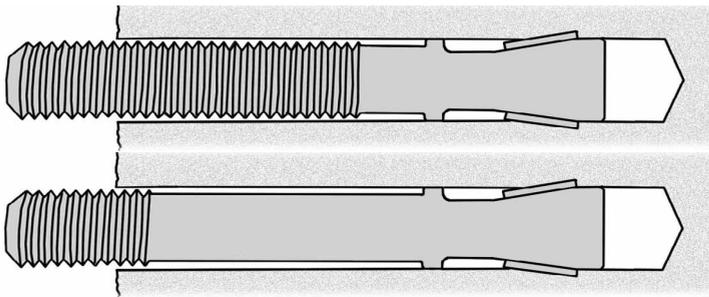


Fig. 125

Fig. 126

Cela dit, Il ne faudrait pas s'imaginer que tous les goujons emboutis sur une tige de diamètre unique vont systématiquement finir par prendre du jeu car dans les roches dures, la plupart des gros goujons placés hors crue, sont capables de tenir sans broncher malgré des années d'utilisation. En outre, si on est contraint de resserrer un goujon régulièrement c'est mauvais signe car cela signifie que l'ancrage est mal adapté à la résistance de la roche. Or si la roche est trop fragile, en resserrant le goujon, l'effet est pervers car on le fait sortir un peu plus à chaque fois et on réduit d'autant le volume de la roche encaissante ; le phénomène ne peut qu'aller en s'accroissant. La réserve de filets dans ce cas ne résout pas le problème.



Fig. 123



Fig. 124

La longueur des goujons

Les différentes longueurs des goujons permettent soit d'adapter l'ancrage à l'épaisseur de la pièce à fixer (fig. 127) ; soit de déporter la pièce à fixer par rapport au support (fig. 128) ; soit d'augmenter dans certains cas particuliers, la profondeur de l'ancrage (fig. 129).

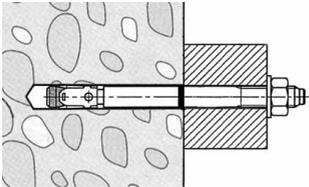


Fig. 127

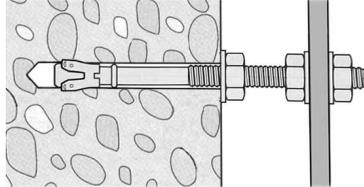


Fig. 128

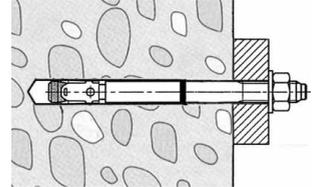


Fig. 129

Les goujons longs à filetage partiel (fig. 130) sont donc destinés à la fixation des pièces épaisses ; les goujons longs à filetage longs sont destinés à la fixation des pièces épaisses et à la fixation des pièces déportées. Pour l'équipement des canyons, les goujons sont quasiment toujours associés à une plaquette de 4mm d'épaisseur au maximum ; les différentes longueurs des goujons nous permettent donc d'adapter la profondeur de l'ancrage en fonction de la résistance mécanique de la roche. La longueur minimum d'un goujon est proportionnelle à son diamètre. Dans les roches homogènes dures (granites quartzites), les goujons (fig. 131) les plus courts (10 x 60) pourraient en principe suffir et les essais de résistance en traction et au cisaillement dans un calcaire de 80 Mpa réalisés pour ces cahiers, se soldent normalement par la rupture du goujon sauf pour le maintien des anneaux (fig. 132) qui sont beaucoup plus épais (9 mm pour les anneaux de diamètre 10).

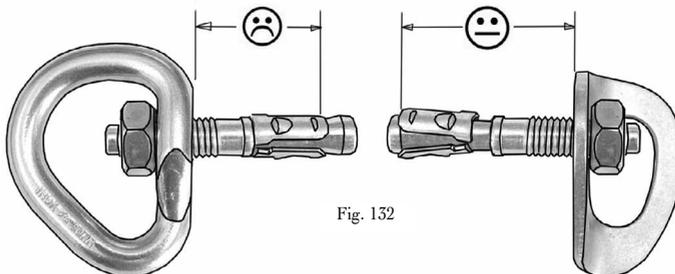


Fig. 132

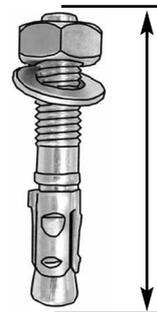


Fig. 131

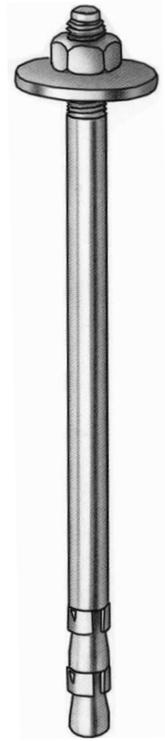
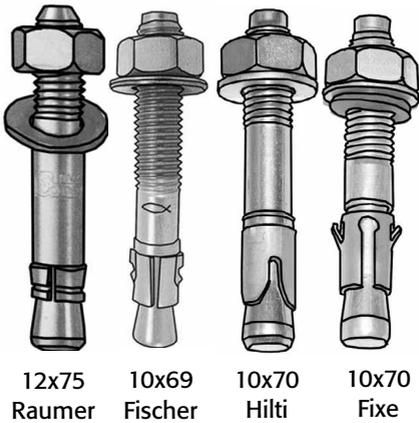


Fig. 130

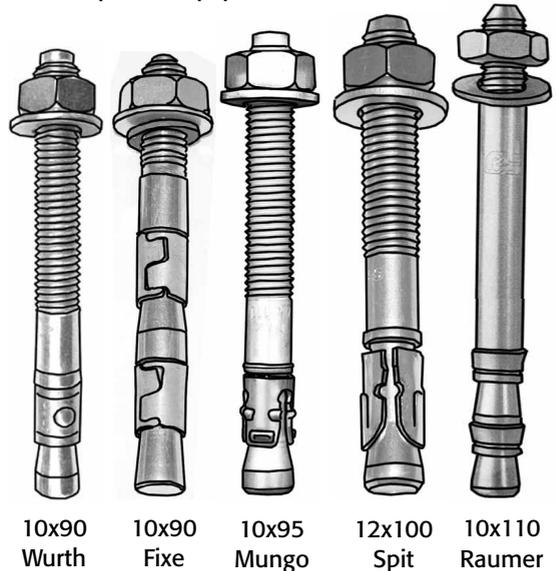


Toutefois, dans la mesure où il est difficile de connaître précisément la résistance d'une roche qui de surcroît est susceptible de présenter des faiblesses localisées telles que des altérations de surface comme des micro-fissures, qui ne sont pas forcément visibles, il est préférable même dans les roches dures, d'utiliser systématiquement des goujons un peu plus longs (fig. 133). La tenue dans le temps n'en sera que meilleure et l'investissement supplémentaire en coût et en énergie pour la pose ne vaut pas la peine de s'en priver.

Fig. 133

Dans les roches moins dures comme le calcaire et les grès moyens dont la résistance à la compression est comprise entre 50 et 80 Mpa), on choisit de préférence des goujons de 80 à 90 mm de long (fig. 134) afin d'augmenter le volume du cône d'arrachement et les appuis du goujon. Dans les roches compactes de résistance inférieure à Mpa ; (qu'il est possible de tailler facilement à la pointe du marteau) les goujons très longs M10 et M12 peuvent être utilisés pour l'équipement des canyons dans la mesure où la roche est homogène. Ceux qui possèdent une double expansion sont encore mieux adaptés, notamment aux efforts de traction, car la surface de compression et de friction sera doublée. En revanche, les goujons, même longs et munis d'une double expansion, ne sont pas adaptés aux roches très fragiles ou friables (marne, mollasse, conglomérat ou certaines roches argileuses ou schisteuses) où il finissent par prendre du jeu.

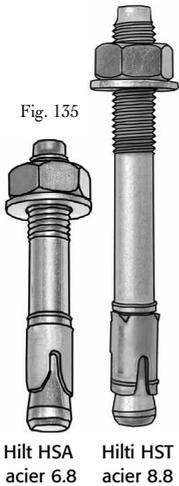
Fig. 134



La nature du traitement de surface ou de l'acier

Dans l'ordre croissant de longévité on trouve :

- les goujons zingués (gris clairs, brillants, aspects lisses)
- les goujons zingués bichromatés (dorés, brillants, lisses)
- les goujons galvanisés (gris clairs, mouchetés, mats, rugueux)
- les goujons traités Dacromet (gris clairs, unis, mats, granuleux)
- les goujons en inox A4
- les goujons en acier inox haute résistance à la corrosion.

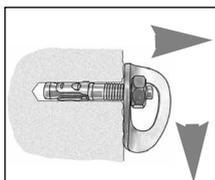


Les goujons en inox (A4) très répandus sont de loin plus performants en terme de longévité que ceux en acier mais ils sont en moyenne trois fois plus chers. Les goujons acier sont le plus souvent de classe 8,8, toutefois il existe des goujons en acier de classe 6,8. Certains fabricants comme Hilti proposent deux gammes d'acier (fig. 135). Parmi les marques citées, seul Mungo propose des goujons traités Dacromet ; la résistance de ces goujons à la corrosion est deux fois meilleure que ceux en acier zingué. L'acier galvanisé est disponible notamment chez Spit, Hilti, Mungo et MKT ; les goujons en acier zingué ou zingué bichromaté sont à peu près identiques en termes de protection.

Fig. 136

Remarque : les goujons en acier 6.8 sont moins résistants que les goujons en acier 8.8, mais ils sont un peu plus souples. A l'inverse, les goujons en acier 8.8 sont plus résistants mais plus cassants aussi.

Avec des plaquettes, au cisaillement c'est la résistance de l'acier qui fait la différence. Par contre, en traction, le bras de levier occasionné par la plaquette provoque (fig. 136) une déformation du goujon et c'est l'acier le plus souple qui semble être le mieux adapté. Avec des anneaux ce phénomène disparaît puisque l'axe de traction est aligné avec l'axe du goujon.

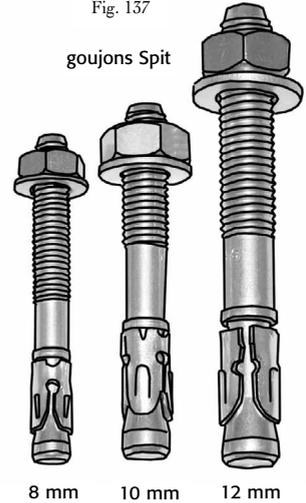


traction sur plaquette Coeur Petzli	10 x 68	zingué	Hilti HSA (6,8)	2668 daN	3 tests
	10 x 90	zingué	Hilti HST (8,8)	2532 daN	3 tests
cisaillement sur plaquette Coeur	10 x 68	zingué	Hilti HSA (6,8)	2390 daN	3 tests
	10 x 90	zingué	Hilti HST (8,8)	3207 daN	3 tests

Le diamètre des goujons

Les goujons sont fabriqués suivant des diamètres pouvant aller de 6 mm à 20 mm. Pour l'équipement des canyons, en fonction du contexte, on utilise des goujons de diamètres 8, 10 ou 12 mm (fig. 137). En dessous de 8 mm la résistance est insuffisante, au delà de 12 mm la résistance intrinsèque du goujon est démesurée par rapport aux efforts à supporter et à la résistance des plaquettes ; dans les deux cas de figure, il n'existe pas de plaquette adaptée. Les goujons de diamètre 8 mm sont réservés à un usage particulier (reconnaissance, ouverture, réchappe). Les goujons de diamètre 10 mm sont les plus utilisés ; ils permettent de réaliser des équipements de bonne qualité susceptibles de durer. Les goujons de diamètre 12 mm sont mieux adaptés pour des équipements permanents de site ou lorsque la roche est de résistance moyenne. Plus le goujon est gros, plus il est solide et durera dans le temps mais plus il est cher et plus il nécessitera de l'énergie pour réaliser le trou.

Fig. 137
goujons Spit



Remarque : la résistance des goujons en inox de 10 mm et des goujons en acier de 12 mm est globalement très proche de celles des plaquettes en inox et toujours supérieure à celle des plaquettes en acier. On ne peut donc pas améliorer la résistance d'un ancrage en utilisant des goujons en inox de 12mm mais uniquement sa tenue dans le temps.

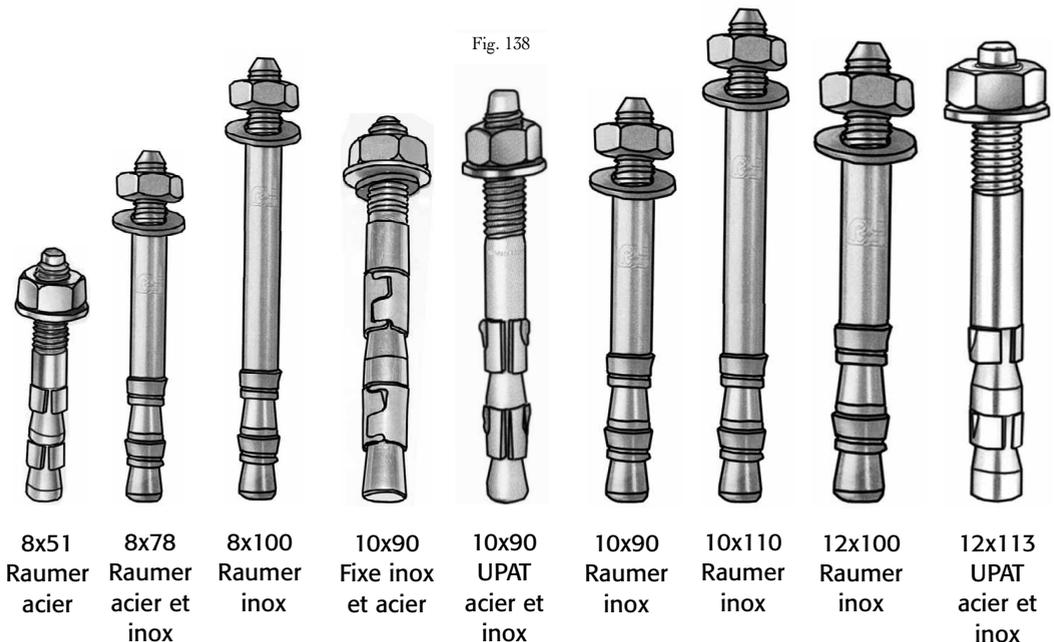
	gabarit	acier	marque	résistance	10kN	15kN	25kN
<p>traction</p>	10	inox	8 marques	3235 daN	22 tests		
	12	zingué	3 marques	3457 daN	13 tests		
	plaquette Coeur inox Petzl			3185 daN	23 tests		
<p>cisaillement</p>	10	inox	8 marques	3489 daN	21 tests		
	12	zingué	3 marques	3724 daN	7 tests		
	plaquette Coeur inox Petzl			3656 daN	17 tests		

Le nombre de bagues d'expansion

La majorité des goujons ont une seule bague d'expansion. Certaines marques comme Fixe, Raumer ou encore UPAT par le biais de Fischer commercialisent des goujons avec deux bagues d'expansion (fig. 138). Upat propose 20 modèles de goujons à double expansion qui couvrent les dimensions 8x60 à 12x258; Raumer propose un peu moins d'une dizaine de goujons de longueurs différentes dans les diamètres 8 à 12 mm ; Fixe propose un seul goujon polyvalent de dimensions 10x90.

Les goujons à double bague d'expansion sont un peu plus chers à la fabrication mais leur tenue, surtout à l'arrachement dans les roches de faible résistance, est nettement meilleure. La surface comprimée, en contact avec le rocher, est doublée et les zones comprimées sont réparties sur la longueur du goujon, ce qui favorise sa tenue dans le temps. Dans une roche très résistante, la double bague (tout comme la longueur excessive du goujon) est superflue ; elle n'augmente pas la résistance de l'ancrage ; car c'est le plus souvent la résistance intrinsèque du goujon qui constitue le point faible.

Fig. 138



Mise en place

Perçage

Choisir une surface plane ; éliminer les picots rocheux avec la pointe du marteau. Respecter au mieux les conditions de distance entre deux goujons et en bordure de bloc compte tenu des informations fournies par les fabricants, même s'il est vrai qu'elles ont été établies pour du béton et qu'elles sont parfois complexes à appréhender sur certains cahiers des charges. Exemple de tableau simplifié permettant de se faire une opinion globale des distances optimales d'implantation de certains produits.

	entreaxe en mm			bordure en mm			épaisseur en mm		
	M8	M10	M12	M8	M10	M12	M8	M10	M12
Spit Fix acier/inox	100	130	155	100	125	150	100	100	100
Fischer FBN acier	192	200	280	96	100	140	100	100	140
Hilti HSA acier	100	125	150	105	127	150	100	100	140
Würth W-FA/S acier	180	260	340	90	130	170	130	140	180
Würth W-FA/Z acier/inox	160	200	240	120	150	180	100	120	130

Percer perpendiculairement à la paroi pour que la plaquette puisse prendre appui et plaquer parfaitement sur le rocher. On évite ainsi les défauts d'appui qui fragilisent l'ancrage ou qui provoquent un desserrage rapide de la plaquette (exemples fig.139 et 140).

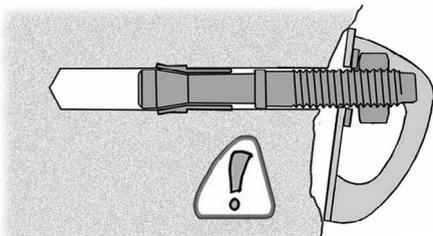


Fig. 139

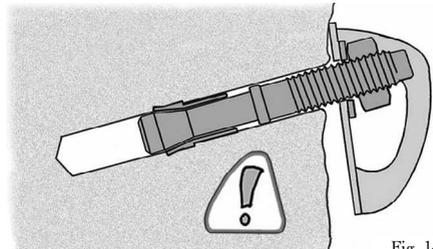


Fig. 140

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Respecter le diamètre de perçage préconisé pour le goujon. Un forage trop court peut entraîner une réduction préjudiciable de la profondeur d'ancrage (fig. 141) et la vis peut gêner l'utilisation de la plaquette. L'idéal étant de forer au moins autant que la longueur du goujon, même si cette précaution peut paraître excessive car gourmande en énergie ; c'est une sage précaution. Elle permet ultérieurement de réformer un goujon ayant pris du jeu, qui s'avère mal placé, ou qui doit être remplacé par un scellement chimique en l'enfonçant (fig. 142) complètement (dans la mesure où le filetage n'a pas été endommagé par les crues et qu'il est possible de dévisser l'écrou). A défaut, si le trou n'est pas suffisamment profond il faudra éventuellement sectionner le goujon pour ne pas prendre le risque de lui permettre de blesser quelqu'un. Le goujon peut ensuite être complètement masqué avec un peu de résine.

Fig. 141

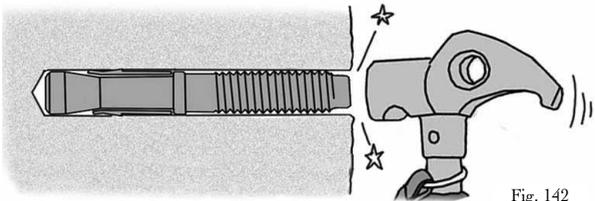
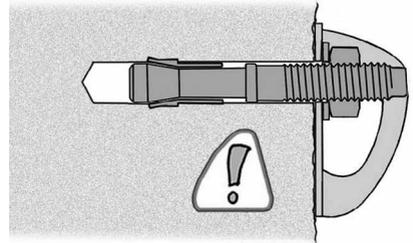


Fig. 142



Remarque : Liebig commercialise un modèle de goujon (fig. 143) dont le cône d'expansion est vissé sur le goujon et dont le bossage pourvu d'une tête hexagonale permet de faire tourner le goujon. Il est alors possible de démonter le goujon en dévissant le cône qui reste au fond du trou en même temps que la bague d'expansion. Cela permet aussi de rattraper le jeu de la bague en vissant le goujon dans le cône d'expansion avant de bloquer l'écrou.

Autre particularité : Spit commercialise un modèle de goujon à expansion par frappe (fig. 144) qui s'effectue selon le même principe que les chevilles femelles Raumer. Ce modèle de goujon, très utile notamment en escalade artificielle, présente un inconvénient dans la mesure où la profondeur du trou doit être ajustée et qu'elle ne permet pas d'enfoncer le goujon devenu inutilisable. De plus, en cas de prise de jeux le resserrage ne fait que déplacer le goujon sans modifier l'expansion.



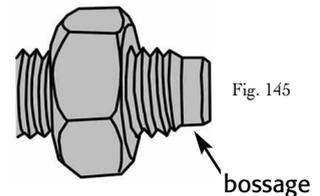
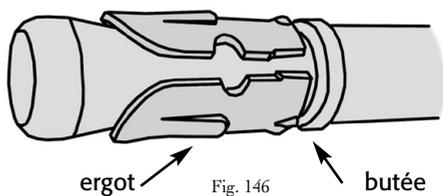
Fig. 143



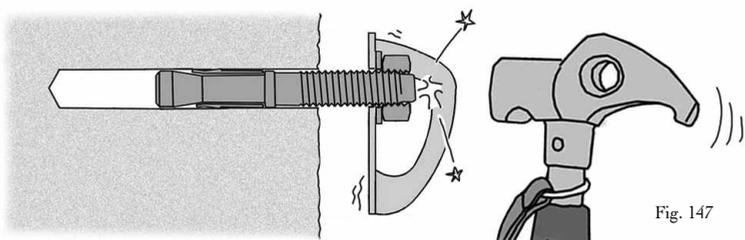
Fig. 144

Installation

Le trou doit être débarrassé des débris de roche et méticuleusement soufflé (la poussière favorise le déchaussement du goujon). Il est préférable de monter la plaquette ou l'anneau sur le goujon avant de le mettre en place. Cela permet d'optimiser l'enfoncement du goujon sans prendre le risque qu'il soit trop enfoncé et de ne plus pouvoir visser la plaquette (on peut facilement se faire surprendre surtout avec les anneaux très épais). Utiliser la rondelle et l'écrou d'origine. Inutile de visser entièrement l'écrou ; quelques filets suffisent pour amorcer le serrage qui se fait à vide au départ. Tous les goujons disposent à leur extrémité d'un bossage (fig. 145) destiné à protéger le filetage des coups de marteau. Il faut donc impérativement laisser dépasser ce bossage pour ne pas frapper sur l'écrou, ce qui risque d'endommager les filets.



Lors de la mise en place, la bague accompagne le goujon en prenant appui (fig. 146) sur une butée prévue pour cette fonction. Une fois en place, la bague d'expansion ne peut plus ressortir car elle est conçue pour se verrouiller automatiquement dans son logement. Pour ce faire, elle dispose soit d'ergots de blocage soit elle se comprime ; dans les deux cas, elle est au départ légèrement plus grosse que le diamètre du trou et c'est pour cette raison que le goujon doit être introduit avec un marteau (fig. 147).



Serrage

Une fois que l'ancrage est plaqué contre la paroi, quatre à cinq tours de clef sont nécessaires avant d'arriver progressivement au couple de serrage adéquat garantissant l'expansion du goujon. Les valeurs de serrages préconisées par les fabricants, sont indiquées en Nm dans la notice d'utilisation de chaque produit. Cependant, en canyon on utilise rarement une clef dynamométrique mais plutôt une clef plate à oeil (de 18 cm environs) avec laquelle il va falloir se familiariser. Une fois le goujon serré, plusieurs filets apparaissent à la sortie de l'écrou et témoignent (fig. 149) que l'expansion a bien été réalisée.

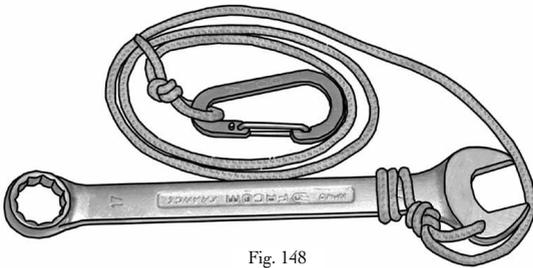


Fig. 148

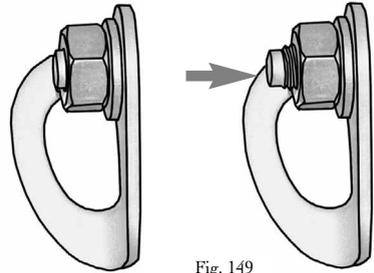


Fig. 149

couple de serrage	D8	D10	D12
Spit Fix acier	10 Nm	12 Nm	15 Nm
Mungo M2 acier	15 Nm	30 Nm	50 Nm
Mungo M2 inox	10 Nm	20 Nm	35 Nm
Wurth W-FA/S acier	15 Nm	30 Nm	50 Nm
Wurth W-FA/Z acier/inox	20 Nm	35 Nm	55 Nm
Hilti HSA acier	15 Nm	30 Nm	50 Nm
Fischer FBN acier	15 Nm	30 Nm	50 Nm

Rappel : (Nm = Newton mètre ; 1 Newton = poids d'une masse de 100 grammes). Un couple de serrage de 10 Nm équivaut à un effort de 1Kg au bout d'une clef de 1 mètre de long!!! soit encore : 5 Kg sur une clef de 20 cm de long (longueur standard des clefs plates : 18 cm).

Les clés à oeil (fig. 150) sont indispensables pour fixer les anneaux et en particulier lorsqu'on fait usage des goujons de 12 mm de diamètre, car les clés plates sont inutilisables.

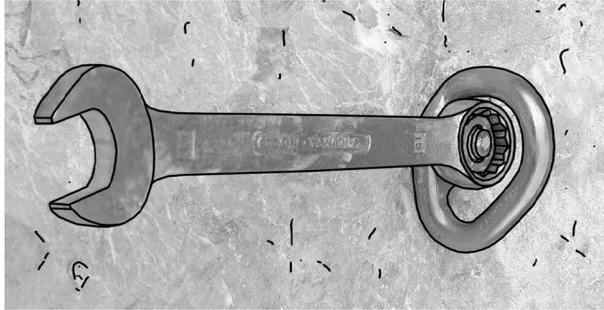


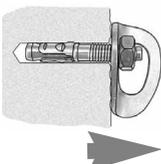
Fig. 150

Le serrage initial des goujons de diamètre 10 et surtout ceux de diamètre 12 nécessite un effort conséquent (27 kg au maximum avec une clef de 18 cm de long pour la plupart des goujons M12). Les clés plates à oeil standard (fig. 148) sont les mieux appropriées. Toutefois pour les goujons de huit il faut doser sa force avec retenue car il est facile de dépasser le couple de serrage préconisé (environ 5 Kg avec une clef de 18 cm de long). Plus le rocher est tendre plus l'expansion du goujon tardera à aboutir ; dans un rocher vraiment trop fragile, il est même possible de finir par extraire le goujon avec sa bague d'expansion en voulant le serrer et de parvenir en fin de filetage. Si on insiste, c'est alors le goujon entier qui se met à tourner. Ce n'est pas la peine non plus de serrer "à mort" un goujon, car on comprime fortement et inutilement la roche et on fragilise le goujon en provoquant une contrainte permanente supplémentaire avant même de l'utiliser. L'objectif étant simplement d'immobiliser le goujon dans son logement, ainsi que la plaquette. Du reste, contrairement aux autres modèles d'ancrage, le goujon est d'autant plus sûr qu'une fois en place, même si, à la limite on oublie de procéder à l'expansion, elle se réalisera d'elle-même dès que la plaquette va tirer sur le goujon ; il ne peut donc pas ressortir (par contre dans ce cas, c'est la plaquette qui risque de bouger et l'écrou de se dévisser complètement à l'usage). Il est donc possible de resserrer, même à plusieurs reprises, une plaquette qui a pris du jeu contrairement à d'autres modèles d'ancrage où la marge de manoeuvre est plus limitée.

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Valeurs de rupture moyennes des **goujons à expansion** montés sur plaquette Coeur Petzl à la traction (calcaire compact).

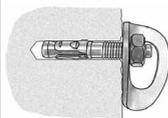
	gabarit	acier	marque	résistance	10kN	15kN
 <p>traction sur plaquette Coeur Petzl</p>	8 x 52	zingué	Berner S-KA	1209 daN	3 tests	
	8 x 58	zingué	Fischer FBN	1324 daN	3 tests	
	8 x 75	zingué	Würth W-FA/S	1655 daN	3 tests	
	8 x 51	zingué	Raumer H.F.	894 daN	3 tests	(modèle décollé) ! !
	8 x 70	zingué	Spit Fix II	1493 daN	3 tests	
	8 x 60	zingué	Mungo	669 daN	3 tests	(modèle décollé) ! !
	8 x 60	zingué	Mungo M2	1910 daN	3 tests	
	8 x 95	zingué	Hilti HST	1971 daN	3 tests	
	8 x 75	inox	Hilti HST-R	1903 daN	3 tests	
	10 x 62	zingué	Berner S-KA	1897 daN	3 tests	
	10 x 69	zingué	Fischer FBN	2225 daN	3 tests	
	10 x 80	zingué	Würth W-FA/S	2186 daN	3 tests	
	10 x 70	zingué	Fixe	2358 daN	3 tests	
	10 x 82	zingué	Pascal/MKT bu	1004 daN	3 tests	(modèle décollé) !
	10 x 70	zingué	Mungo M2	2752 daN	3 tests	
	10 x 76	zingué	Spit Fix II	1911 daN	3 tests	
	10 x 68	zingué	Hilti HSA	2668 daN	3 tests	
	10 x 90	zingué	Hilti HST	2532 daN	3 tests	
	10 x 62	inox	Berner S-KAH	2671 daN	3 tests	
	10 x 89	inox	Fischer FBN	3514 daN	3 tests	
	10 x 90	inox	Würth W-FA/Z	3405 daN	3 tests	
	10 x 66	inox	Raumer H.F.	2831 daN	3 tests	
	10 x 66	inox	Pascal/MKT b	3448 daN	1 test	
	10 x 77	inox	Spit Fix II	3207 daN	3 tests	
	10 x 71	inox	Mungo M2r	3221 daN	3 tests	
	10 x 110	inox	Hilti HST-R	3584 daN	3 tests	
	12 x 110	zingué	Mungo M2	3444 daN	3 tests	
	12 x 100	zingué	Spit Fix II	3096 daN	3 tests	
12 x 115	zingué	Hilti HST	3833 daN	7 tests		
12 x 74	inox	Raumer H.F.	3634 daN	3 tests	3 ruptures plaquettes !! !	

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Valeurs de rupture moyennes des **goujons à expansion** montés sur plaquette Coeur Petzl au cisaillement (calcaire compact).

gabarit	acier	marque	résistance	10kN	15kN	25kN
8 x 52	zingué	Berner S-KA	1185 daN	3 tests		
8 x 58	zingué	Fischer FBN	1089 daN	3 tests		
8 x 75	zingué	Würth W-FA/S	1469 daN	3 tests		
8 x 51	zingué	Raumer H.F.	1345 daN	3 tests	(modèle décollé) !	
8 x 70	zingué	Spit Fix II	1511 daN	3 tests		
8 x 60	zingué	Mungo	1175 daN	3 tests	(modèle décollé) !	
8 x 60	zingué	Mungo M2	1757 daN	3 tests		
8 x 95	zingué	Hilti HST	2114 daN	3 tests		
8 x 75	inox	Hilti HST-R	1967 daN	3 tests		
10 x 62	zingué	Berner S-KA	2229 daN	3 tests		
10 x 69	zingué	Fischer FBN	2412 daN	3 tests		
10 x 80	zingué	Würth W-FA/S	2420 daN	3 tests		
10 x 82	zingué	Pascal/MKT bu	1813 daN	3 tests	(modèle décollé) !	
10 x 68	zingué	Fixe	2276 daN	3 tests		
10 x 76	zingué	Spit Fix II	2583 daN	3 tests		
10 x 70	zingué	Mungo M2	3107 daN	3 tests		
10 x 68	zingué	Hilti HSA	2390 daN	3 tests		
10 x 90	zingué	Hilti HST	3207 daN	3 tests		
10 x 62	inox	Berner S-KAH	2883 daN	3 tests		
10 x 89	inox	Fischer FBN	3373 daN	2 tests		
10 x 90	inox	Würth W-FA/Z	3500 daN	3 tests		
10 x 66	inox	Raumer H.F.	3213 daN	3 tests		
10 x 85	inox	Pascal/MKT b	3500 daN	3 tests	2 ruptures plaquettes !	
10 x 77	inox	Spit Fix II	3574 daN	3 tests		
10 x 71	inox	Mungo M2r	3743 daN	3 tests		
10 x 110	inox	Hilti HST-R	4126 daN	1 test		
12 x 110	zingué	Mungo M2	3769 daN	3 tests	1 rupture plaquette !	
12 x 100	zingué	Spit Fix II	3209 daN	3 tests		
12 x 115	zingué	Hilti HST	4194 daN	1 test		
12 x 74	inox	Raumer H.F.	3685 daN	4 tests	4 ruptures plaquettes !!	

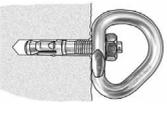


cisaillement sur plaquette Coeur

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Valeurs de rupture moyennes des **goujons à expansion** montés sur anneau Raumer (calcaire compact).

	gabarit	acier	marque	résistance	10kN	15kN	25kN
 <p>traction sur anneau Raumer</p>	8 x 52	zingué	Berner S-KA	1531 daN	4 tests		
	8 x 70	zingué	Spit Fix II	2023 daN	3 tests		
	10 x 62	zingué	Berner S-KA	2121 daN	3 ruptures rocher !		
	10 x 80	zingué	Wurth W-FA/S	2675 daN	3 tests		
	10 x 76	zingué	Spit Fix II	2580 daN	3 tests		
	10 x 70	zingué	Mungo M2	3240 daN	3 tests		
	10 x 68	zingué	Hilti HSA	2720 daN	3 tests		
	10 x 62	inox	Berner S-KAH	2162 daN	4 ruptures rocher !		
	10 x 90	inox	Wurth W-FA/Z	3360 daN	4 tests		
	10 x 66	inox	Raumer H.F.	2860 daN	4 t. (2 rupt. rocher fissuré)		(modèle décollé)
	10 x 77	inox	Spit Fix II	3567 daN	3 tests		
	10 x 71	inox	Mungo M2r	3128 daN	3 ruptures rocher !		
	12 x 100	zingué	Spit Fix II	3696 daN	3 tests		
	12 x 110	zingué	Mungo M2	4116 daN	3 tests		
	 <p>cisaillement sur anneau Raumer</p>	8 x 52	zingué	Berner S-KA	1663 daN	3 tests	
8 x 70		zingué	Spit Fix II	1752 daN	3 tests		
10 x 62		zingué	Berner S-KA	1978 daN	3 tests		
10 x 80		zingué	Wurth W-FA/S	2942 daN	3 tests		
10 x 76		zingué	Spit Fix II	2750 daN	3 tests		
10 x 70		zingué	Mungo M2	2982 daN	3 tests		
10 x 68		zingué	Hilti HSA	3226 daN	3 tests		
10 x 62		inox	Berner S-KAH	3253 daN	3 tests		
10 x 90		inox	Wurth W-FA/Z	3850 daN	2 tests		
10 x 66		inox	Raumer H.F.	3188 daN	3 tests		(modèle décollé)
10 x 77		inox	Spit Fix II	3627 daN	3 tests		
10 x 71		inox	Mungo M2r	4045 daN	3 tests		
12 x 100		zingué	Spit Fix II	4188 daN	3 tests		
12 x 110		zingué	Mungo M2	5396 daN	3 tests		

LES CHEVILLES À EXPANSION PAR VISSAGE

Présentation

Les chevilles à expansion par vissage (fig. 151) sont constituées d'un corps cylindrique creux sur lequel prend appui la plaquette ou l'anneau. Une longue vis (ou une tige filetée accompagnée d'un écrou) se trouve à l'intérieur, elle permet de maintenir la plaquette en place et de procéder à l'expansion de la cheville dans son logement. La plupart des grandes marques proposent plusieurs gammes de chevilles à expansion par vissage.

On distingue deux types de produits :

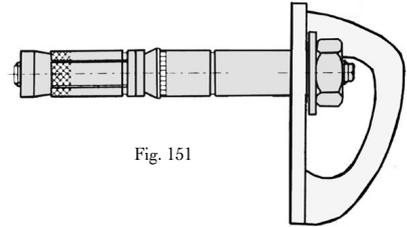


Fig. 151

les chevilles destinées aux charges moyennes, fabriquées le plus souvent au moyen de tôles cintrées et de vis de qualité d'acier 6,8, ont dans l'ensemble une résistance inférieure aux goujons en acier de diamètre équivalent mais supérieure aux chevilles femelles fines (à perçage de plaquette identique). Cette catégorie de chevilles (fig. 152) essentiellement en acier zingué est inadaptée pour l'équipement permanent des sites. Elles peuvent, éventuellement, être utiles à titre personnel en reconnaissance de site car elles sont moins onéreuses que les goujons. Les modèles munis d'un corps monopièce et d'un écrou sont démontables et peuvent être retirés en totalité de leur logement (en vue d'un rééquipement éventuel). Il suffit

dans ce cas d'agrandir le trou et de procéder à un scellement chimique ou à la mise en place d'un gros goujon. Les chevilles de diamètres 8 et 10 mm sont susceptibles de présenter des valeurs de résistance faibles. Leur domaine d'utilisation est donc très limité et son emploi ne peut se faire qu'en connaissance de cause et pour un usage adapté, compte tenu des caractéristiques du modèle choisi. A utiliser en privilégiant l'axe de travail au cisaillement,

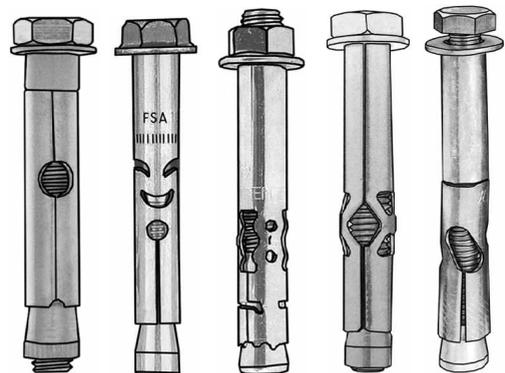


Fig. 152

Fischer
FMS

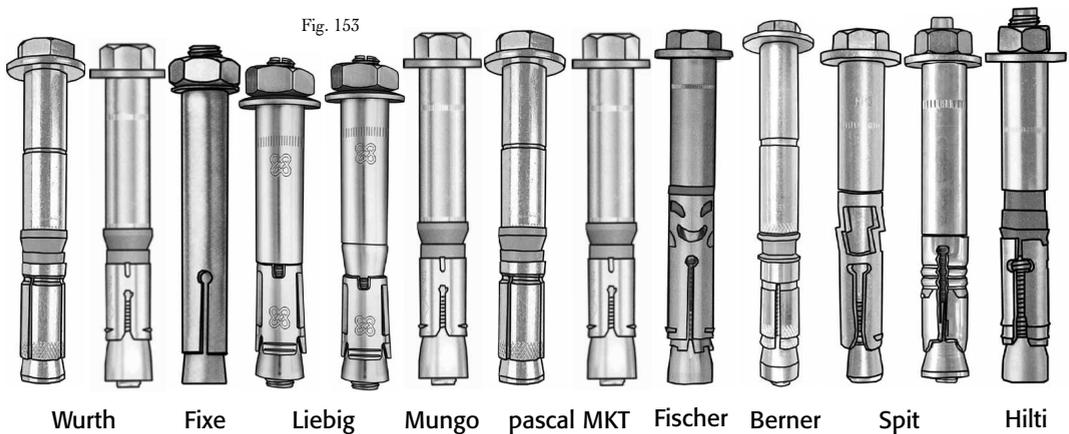
Fischer
FSA

Mungo
MHA-B

Hilti
HLC-H

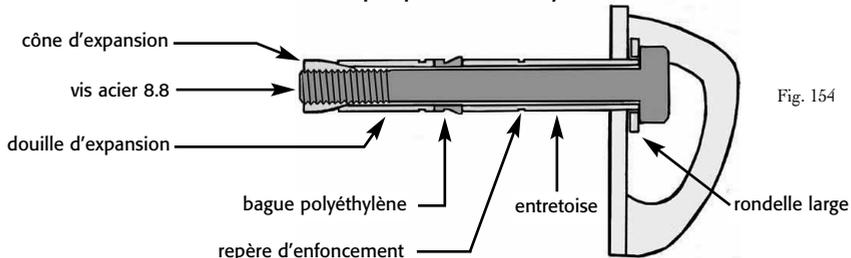
Spit
Bolt

les chevilles de sécurité destinées aux charges lourdes : de conception différente et de bien meilleure qualité, ces chevilles, qui ne sont pas souvent utilisées en canyon, sont néanmoins mieux adaptées à l'équipement en canyon. Une dizaine de marques environ commercialisent ce type de chevilles en France (fig. 153). Certains modèles de chevilles apparemment similaires semblent commercialisées par plusieurs marques.



Les chevilles à expansion par vissage adoptent toutes le même principe de fonctionnement (fig. 154) et comportent des éléments communs :

- un tube creux (l'entretoise) plus ou moins long en fonction de l'épaisseur de la pièce à fixer ;
- une douille d'expansion fendue en deux, trois ou quatre ;
- un cône d'expansion taraudé, traversé par une vis ou une tige filetée de qualité d'acier 8.8 ;
- une vis ou un écrou permettant de déplacer le cône d'expansion et de maintenir la plaquette sur le cylindre creux.



fonctionnement et détails de fabrication

Le serrage de la vis ou de l'écrou, en appui sur l'entretoise, entraîne un mouvement de translation du cône d'expansion vers la douille d'expansion qui s'ouvre en force (fig. 155), comprime fortement la paroi du trou et immobilise la cheville dans son logement. A la différence d'un goujon, le serrage ne se fait pas en appui sur le rocher et ne provoque pas l'extraction de l'ancrage. La bague d'expansion est généralement pourvue d'ergots ou de stries afin d'éviter qu'elle ne tourne lors du serrage et accessoirement pour accroître la tenue de l'ancrage. La plupart des chevilles (fig. 156) disposent d'une partie déformable ou d'une bague en polyéthylène (plastique) déformable qui s'écrase lors du serrage. Elle est destinée à plaquer la pièce à fixer contre le rocher et à immobiliser les différentes parties de la cheville lors du serrage pour lui éviter de tourner dans son logement.

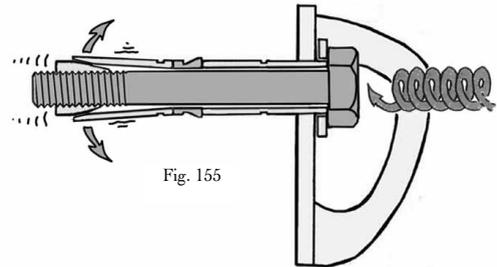


Fig. 155

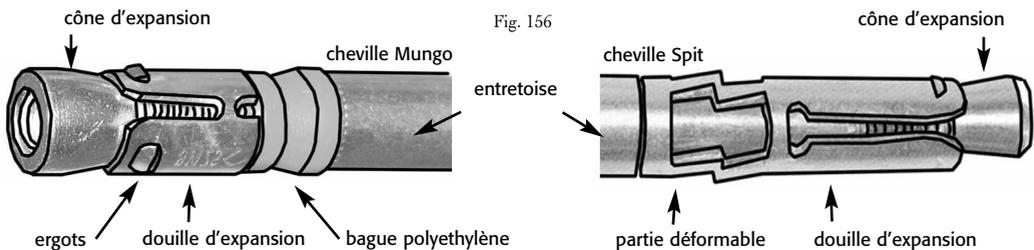


Fig. 156

Avec les chevilles munies d'une partie déformable ou d'une bague en plastique, le serrage s'effectue donc en deux phases: dans un premier temps, le cône d'expansion écarte la douille qui se bloque en prenant appui sur la paroi du trou. Puis, la partie déformable, ou la bague en plastique, s'écrase. S'il subsiste un léger jeu entre la plaquette et la paroi, il va disparaître car la cheville va s'enfoncer dans son logement de quelques millimètres. Si la tête de vis et la plaquette sont en appui sur la paroi, c'est alors la bague d'expansion qui va avoir tendance à s'extraire avant d'être définitivement stoppée et écartée en force.

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques



Remarque : Lièbig commercialise une cheville de sécurité à expansion par vissage munie d'un double cône d'expansion inversé permettant d'écarter la bague d'expansion de façon cylindrique (fig. 157). La surface de compression de la bague est plus grande et la force de compression mieux répartie, comparativement à une cheville classique, afin d'optimiser l'adhérence par frottement et limiter la prise de jeu. Ce modèle de cheville existe également en version double bague d'expansion (fig. 158). A noter que cette cheville est montée avec une rondelle bombée qui s'aplatit lorsque l'on parvient au bon couple de serrage (fig. 159) ; l'ancrage est opérationnel quand la rondelle est plane.

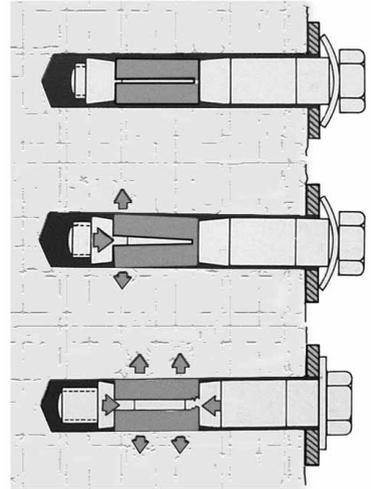


Fig.157



Fig.159

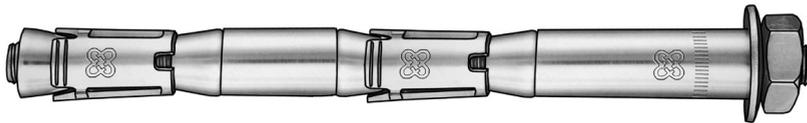


Fig. 158

Les chevilles à expansion par vissage sont des ancrages plutôt longs. Chaque modèle de cheville est proposé avec des entretoises de différentes longueurs afin de pouvoir fixer des pièces plus ou moins épaisses (c'est pour cette raison que la douille d'expansion est séparée de l'entretoise). Sur l'entretoise figure un repère d'enfoncement : des rayures (fig. 160) ou un moletage (fig. 161) permettent de vérifier que la profondeur d'ancrage minimum est respectée. Le repère des chevilles les plus courtes correspond à l'épaisseur des anneaux Raumer. Elles sont donc largement assez longues pour les plaquettes. Les différentes longueurs d'entretoise permettent cependant d'augmenter la profondeur de l'ancrage lorsque le support rocheux est peu résistant.

Fig. 161

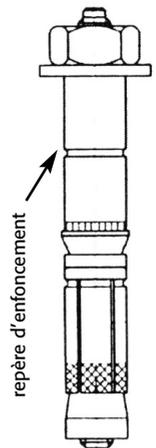
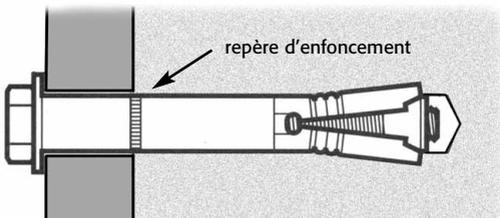


Fig. 160

Les chevilles à expansion par vissage (fig. 162) sont fabriquées soit en version vis à tête hexagonale, ou fraisée soit en version tige filetée accompagnée d'un écrou. Elles existent en acier zingué, bichromaté ou en inox (environ cinq fois plus cher).

Les chevilles à expansion par vissage munies d'une vis à tête fraisée sont conçues pour le maintien des pièces épaisses pourvues d'un perçage présentant une partie rectiligne lui permettant de s'appuyer sur l'entretoise et d'une partie chanfreinée permettant à la tête de la vis de s'encaster. Elles ne

sont pas adaptées aux anneaux ni même aux plaquettes chanfreinées comme ont pu l'être certaines plaquettes Coeur inox de Petzl fabriquées autrefois (ou que l'on pourrait chanfreiner aujourd'hui) car elles ne sont pas suffisamment épaisses. La tête de la vis, beaucoup plus épaisse que la plaquette, dépasserait inévitablement et la plaquette beaucoup trop mince ne disposerait pas d'un appui suffisant sur l'entretoise (fig. 163).

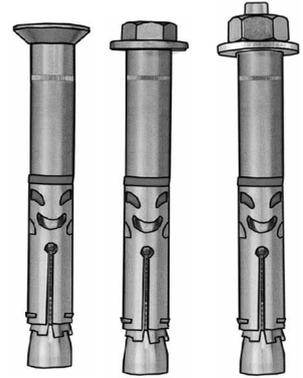


Fig. 162

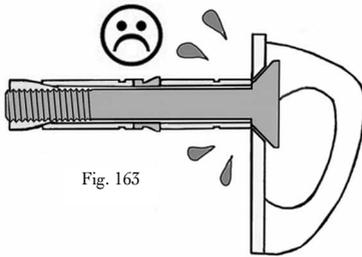
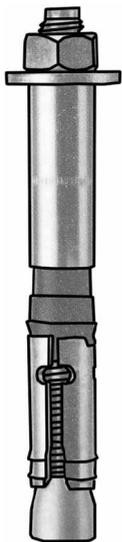


Fig. 163



cheville Hilti

Fig. 164

Les chevilles munies d'un écrou (fig. 164) autorisent le remplacement de la plaquette ou de l'anneau (tant que la vis n'est pas endommagée). L'extrémité de la tige comporte une "fente tourne vis" (fig. 165) permettant de régler la longueur utile de la tige et éventuellement de l'immobiliser lors du serrage. Les chevilles pourvues d'une partie déformable telle que les bagues en plastique, présentent le même inconvénient que les goujons : la tige filetée, qui sort de l'écrou, dépasse beaucoup, car le serrage de la cheville nécessite des tours supplémentaires destinés à comprimer cette partie déformable. Avec une plaquette, la vis qui dépasse de l'écrou peut être gênante ; il faut donc l'ajuster préalablement. Avec un anneau, elle peut devenir problématique car elle encombre inévitablement l'oeil de l'anneau (fig. 166). A noter également que ce modèle de cheville est un peu moins résistant lors d'efforts de traction sur plaquette (test de rupture) car la vis qui se déforme casse plus facilement en raison du filetage.

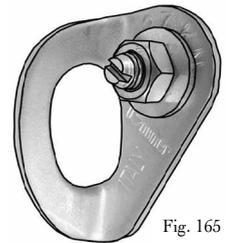


Fig. 165

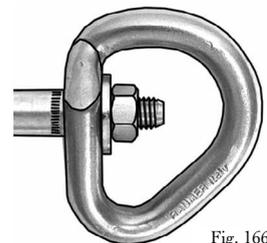


Fig. 166

les chevilles munies d'une tête hexagonale n'ont pas l'inconvénient de la tige filetée qui dépasse sur la version écrou et la vis est plus résistante lors d'efforts de traction avec plaquette. Par contre, le remplacement de la plaquette n'est pas possible car, pour y parvenir, il faut que le cône d'expansion demeure coincé dans la douille d'expansion et que l'on parvienne à replacer la vis sans le chasser... Par ailleurs, même si la cheville peut être mise en place au travers de la pièce à fixer, il est plus pratique d'assembler la cheville sur la plaquette avant de la positionner dans le trou en raison des ergots de blocage ; c'est de toute façon indispensable avec les anneaux (fig. 167) car on ne peut pas engager la cheville dans l'anneau sans la démonter.

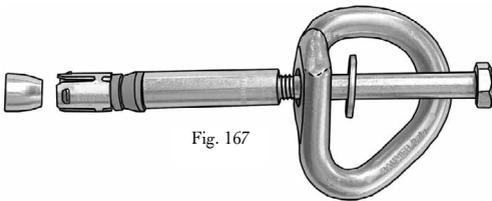


Fig. 167

Pour l'équipement en canyon, on peut utiliser des chevilles de diamètre 10 ou 12 mm. La vis ou la tige filetée étant respectivement de 6 et 8 mm. Lors des efforts de cisaillement (cas le plus fréquent) c'est l'entretoise qui supporte toute la charge (fig. 168, 169 et 171) et qui absorbe les efforts transversaux. Le contact entre la cheville sur les parois du trou ainsi que le contact de la plaquette sur l'ancrage s'effectue donc par le biais d'une pièce métallique lisse qui minimise le risque d'usure (comparativement à la tige filetée d'un goujon). L'épaisseur de l'entretoise permet aussi de compenser les éventuelles irrégularités du trou liées au forage ou aux particularités de la roche.

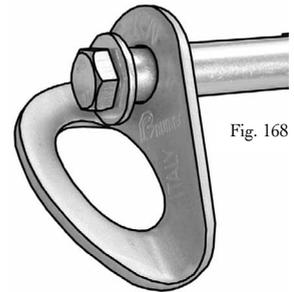
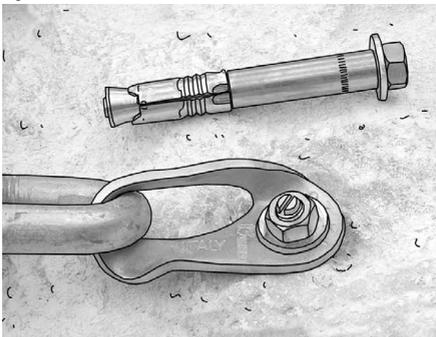


Fig. 168

Fig. 169



plaquette Raumer et cheville Spit acier D12
effort de cisaillement : 3240 daN

Contrairement au goujon, la tige filetée est protégée à l'intérieur de l'entretoise et ne supporte pas la charge. Tout du moins tant que l'entretoise ne se déforme pas (fig. 170). De par leur conception les chevilles à expansion par vissage semblent mieux adaptées aux roches très tendres, que les goujons car les pièces en appui sur le support sont lisses et leur bague d'expansion de grande dimension leur confère une surface de contact plus importante.

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les scellements mécaniques



Fig.170

cheville Mungo et Wurth acier D12 + anneau Raumer :
rupture au cisaillement : 5002 daN



En traction, la résistance de la cheville est limitée par le diamètre de la vis ou de la tige filetée qui, bien que généralement de qualité très résistante, est nettement plus petite que le diamètre de la cheville. Avec les anneaux, la traction s'effectue dans l'axe de la cheville et c'est uniquement la vis qui le retient et qui finit (lors des tests) par casser en l'absence de déchaussement (fig. 172). Avec les plaquettes, l'axe de traction est désaxé mais c'est encore la vis qui supporte les plus grosses contraintes. Lors des tests d'arrachement, la vis finit par se déformer, la plaquette trop fine se dégage en grande partie de l'entretoise et la totalité des efforts se concentre sur la vis. En fonction du modèle de cheville, on peut alors observer soit un déchaussement de l'ancrage (fig. 173) soit une rupture de la vis ou de la plaquette (fig. 174). Les chevilles à expansion par vissage sont donc bien mieux adaptées aux efforts de cisaillement (fig. 169 à 171).



cheville Hilti D12 rupture
plaquette au cisaillement:
3192 daN

Fig.171

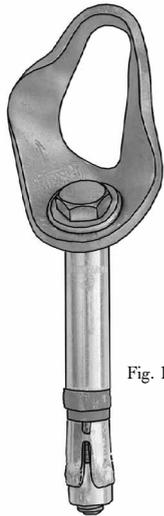


Fig. 173

cheville Mungo et Wurth
D12 déchaussement en
traction: 3800 daN



Fig. 174

cheville Spit acier D12 rupture plaquette Coeur
en traction: 2192 daN

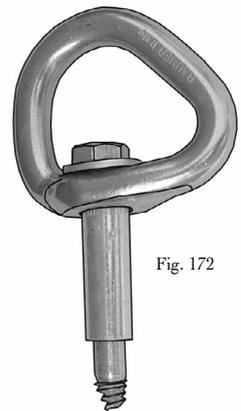


Fig. 172

cheville Mungo et Wurth
D12 rupture en traction:
3320 daN

Mise en place

Le trou se réalise au perforateur. Il doit être entrepris sur une surface plane et de façon perpendiculaire au support. S'assurer avant de percer que la plaquette dispose d'une assise dégagée lui permettant de plaquer parfaitement sur le rocher. Le diamètre de perçage (fig. 175) correspond à celui de la cheville et du trou de la plaquette soit : 10 ou 12 mm.

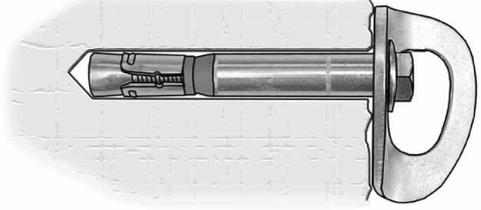


Fig. 175

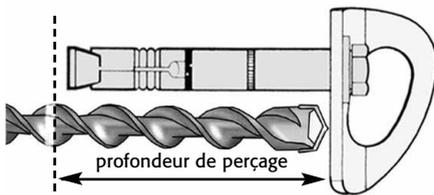


Fig. 176

Pour déterminer la profondeur de perçage, placer la plaquette sur la cheville légèrement serrée, la plaquer sur la rondelle et mesurer la longueur utile avec le foret (fig. 176). Rajouter 5 ou 6 millimètres pour être sûr que la cheville ne butera pas au fond du trou.

Avec les chevilles munies d'une tige filetée, visser au maximum la tige sur le cône d'expansion de façon à supprimer le jeu entre les différents éléments de l'ancrage et pour qu'elle dépasse le moins possible de l'écrou avant de l'engager dans le trou. On minimise ainsi la longueur de la tige apparente une fois la cheville serrée (fig. 177). Si après ajustement, la vis dépasse du cône d'expansion, s'assurer également que le trou est suffisamment profond.

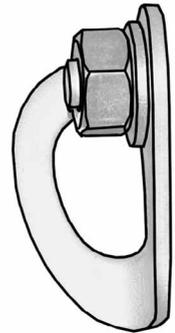


Fig. 177

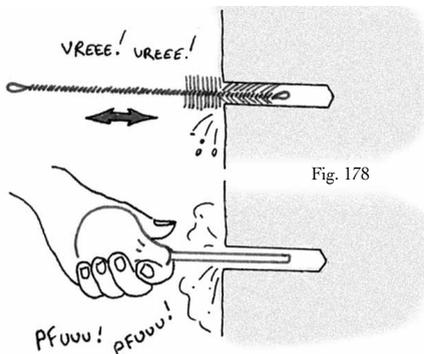


Fig. 178

Il est (fig. 178) d'autant plus important de nettoyer méticuleusement le trou (gratter au moyen d'un écouvillon si possible et souffler) que les bagues des chevilles à expansion par vissage sont plutôt grandes (ce qui favorise le glissement de la bague sur la paroi dans les roches dures). On optimise ainsi le phénomène de friction contre la paroi et on minimise le risque de déchaussement de l'ancrage.

Conditions d'implantation

Comme tous les ancrages à expansion, les chevilles à expansion par vissage, conçues pour le bâtiment, nécessitent des précautions d'implantation définies dans les notices d'utilisation des fabricants. Par rapport au bord de dalles ou à l'espacement des chevilles, les distances préconisées peuvent varier suivant la marque du produit et les paramètres de calcul pris en compte par le fabricant.

Pour l'équipement en canyon, les chevilles utilisées avec des plaquettes (peu épaisses) bénéficient d'un surenfoncement. Les conditions d'implantation sont surtout importantes lorsqu'on équipe dans une roche de faible résistance et à proximité d'une bordure. Dans une roche très résistante, comme le granit ou calcaire compact utilisé pour ces tests, les conditions d'implantation sont moins draconiennes, d'autant que les chevilles sont des ancrages plutôt longs. D'une manière générale, on se doit au minimum de prendre la précaution d'espacer au mieux les ancrages, (compte tenu du tableau ci-dessous) et de les éloigner systématiquement de toute fissure ou bordure de bloc.

Tableau simplifié (fig. 179) indiquant les distances idéales d'implantation de plusieurs modèles de chevilles de diamètre 12 mm en acier les plus courtes en tenant compte des angles de traction les plus contraignants.

Fig. 179

	entreaxe		bordure		épaisseur	
	D10	D12	D10	D12	D10	D12
Spit Méga acier Zingué		175 mm		190 mm		140 mm
Mungo HL-S acier Zingué	250 mm	300 mm	125 mm	150 mm	130 mm	150 mm
Hilti HSL		195 mm		195 mm		200 mm
Würth W-HL acier Zingué	360 mm	440 mm	130 mm	160 mm	110 mm	130 mm

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Serrage : le serrage de la cheville s'effectue en deux phases. Dans un premier temps, le cône d'expansion écarte la douille qui prend appui sur la paroi du trou. S'il subsiste un léger jeu entre la plaquette et la paroi, la partie déformable, ou la bague en plastique, s'écrase et la cheville s'enfonce dans son logement de quelques millimètres. Dès que la tête de vis et la plaquette sont en appui sur la paroi, c'est alors la bague d'expansion qui va accompagner le cône, en glissant sur la surface du trou, avant d'être définitivement stoppée et de se verrouiller en force. Le serrage des chevilles à expansion par vissage est donc minutieux et les fabricants préconisent tous l'emploi d'une clef dynamométrique. D'après les essais réalisés, il semble qu'un serrage trop fort exerce une contrainte excessive qui fragilise la vis ou la tige filetée, alors qu'un serrage insuffisant favorise un déchaussement de la cheville en traction (fig. 180).

	10 x 75	zingué	rupture vis	1606 daN	3 tests	serrage excessif
	10 x 75	zingué	rupture vis	952 daN	1 test	
	10 x 90	zingué	déchaussement	1178 daN	2 tests	serrage insuffisant
	10 x 90	zingué	rupture cheville	1928 daN	1 test	

Fig. 180

Un serrage insuffisant peut également provoquer du jeu au niveau de la vis (fig. 181). En effet, en traction, lors d'un effort important, la plaquette ou l'anneau tire sur la vis ce qui peut accroître l'expansion de la cheville et rendre la plaquette mobile. Les couples de serrage (exemple : fig. 182) sont à peu près identiques pour la plupart des chevilles. Un couple de serrage de 25 Nm correspond à une force de 14 Kg (environ) à l'extrémité d'une clef classique (fig. 183) longue de 18 cm.

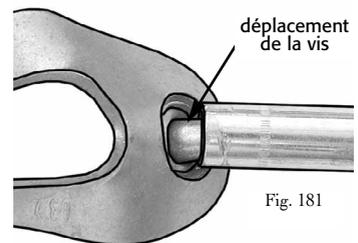


Fig. 181

Fig. 182	D10	D12
Spit Méga acier zingué		23 Nm
Mungo HL-S acier zingué	15 Nm	30 Nm
Hilti		25 Nm
Wurth W-HL acier zingué	10 Nm	25 Nm
Berner B-SL acier zingué	10 Nm	25 Nm



Fig. 183

Démontage

Lorsqu'elles ont pris du jeu, les chevilles à expansion par vissage peuvent se resserrer tant qu'il demeure des filets libres. La marge de manoeuvre est plus grande avec les chevilles munies d'une tige filetée mais la course du cône d'expansion reste néanmoins limitée. Parvenue en fin de course, une cheville qui bouge ou qui est endommagée, doit être réformée. Contrairement au goujon, il est possible de réformer une cheville à expansion par vissage en la démontant. Il suffit de la dévisser, de retirer la vis, puis l'entretoise, du bout des doigts ou au moyen d'une pince ; il n'est donc pas nécessaire de prévoir un trou plus profond comme c'est le cas avec les goujons que l'on peut en fin de vie enfoncer mais pas extraire. Par contre, la douille d'expansion et le cône d'expansion demeurent au fond du trou (fig. 184).

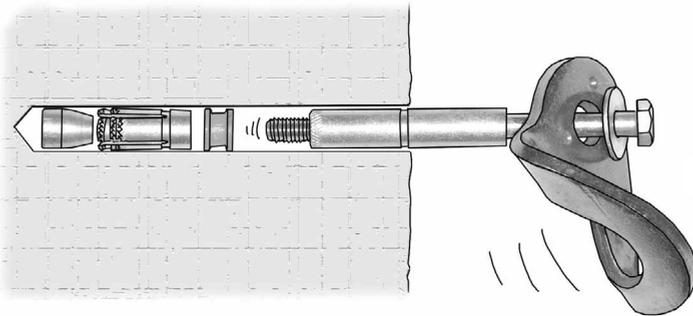


Fig. 184

Remarque : Fixe commercialise un modèle de cheville en inox parfaitement adapté pour l'équipement des canyons. Constitué d'un corps monopiece, cette cheville (fig. 185) est entièrement démontable. Pour la démonter, il suffit de dévisser complètement l'écrou, de débloquer la cheville en chassant le cône d'expansion, de retirer le corps de la cheville puis la vis avec le cône d'expansion. Le retrait du corps de la cheville est très facile car il est solidaire de la plaquette grâce à un épaulement (fig. 186). Autre avantage de cet épaulement, il contribue, lors d'efforts au cisaillement, à maintenir la plaquette sur le corps de la cheville, même en cas de déformation de la cheville.

Fig. 185

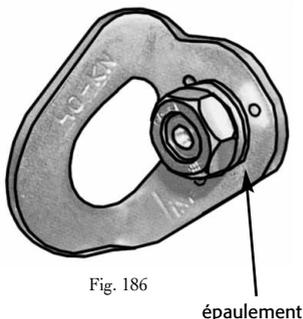
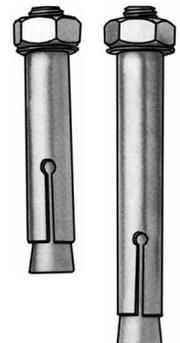


Fig. 186

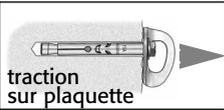
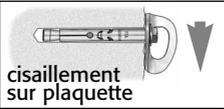
épaulement



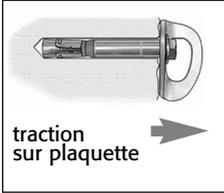
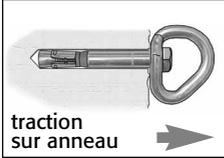
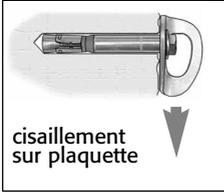
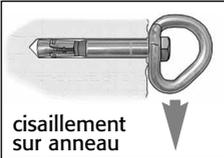
LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

Aperçu des valeurs de résistance moyennes obtenues lors des tests d'arrachement des **chevilles pour charge moyenne, à expansion par vissage**.

	gabarit	modele	marque	résistance	10kN	15kN	25kN
 <p>traction sur plaque</p>	8 x 67	zingué vis	Fischer FSA-S	1099 daN	4 tests		
	10 x 68	zingué vis	Fischer FSA-S	1071 daN	5 tests		
	12 x 84	zingué vis	Fischer FSA-S	1242 daN	2 tests		
 <p>cisaillement sur plaque</p>	8 x 67	zingué vis	Fischer FSA-S	1489 daN	4 tests		
	10 x 68	zingué vis	Fischer FSA-S	1706 daN	5 tests		
	12 x 84	zingué vis	Fischer FSA-S	2758 daN	2 tests		

Valeurs de résistance moyennes obtenues lors des tests d'arrachement de **chevilles hautes performances à expansion par vissage**.

 <p>traction sur plaque</p>	10 x 90	zingué vis	Berner B-SL	1907 daN	3 tests		
	10 x 75	zingué vis	Wurth-Mungo	1606 daN	3 tests		
	12 x 90	zing. écrous	Spit Méga	2469 daN	3 tests		
	12 x 90	zingué vis	Wurth-Mungo	3146 daN	3 tests		
	12 x 100	zing. écrous	Hilti HSL	1628 daN	3 tests		
 <p>traction sur anneau</p>	10 x 90	zingué vis	Berner B-SL	1428 daN	3 tests		
	10 x 75	zingué vis	Wurth-Mungo	1851 daN	3 tests		
	12 x 90	zing. écrous	Spit Méga	3019 daN	3 tests		
	12 x 90	zingué vis	Wurth-Mungo	3144 daN	3 tests		
 <p>cisaillement sur plaque</p>	10 x 90	zingué vis	Berner B-SL	2550 daN	3 tests		
	10 x 75	zingué vis	Wurth-Mungo	2633 daN	3 tests		
	12 x 90	zing. écrous	Spit Méga	3357 daN	3 tests		
	12 x 90	zingué vis	Wurth-Mungo	3590 daN	3 tests		
	12 x 100	zing. écrous	Hilti HSL	3296 daN	3 tests		
 <p>cisaillement sur anneau</p>	10 x 90	zingué vis	Berner B-SL	2987 daN	3 tests		
	10 x 75	zingué vis	Wurth-Mungo	2639 daN	3 tests		
	12 x 90	zing. écrous	Spit Méga	3552 daN	3 tests		
	12 x 90	zingué vis	Wurth-Mungo	4223 daN	3 tests		

Les ancrages à visser

LES VIS A BETON

Les vis à béton constituent un mode de fixation mécanique particulier du fait de l'absence de dispositif d'expansion. La plupart des grandes marques proposent une gamme plus ou moins variée de vis à béton de différentes longueurs et de diamètres compris entre 6 mm et 20 mm. Au final, il existe toutes sortes de vis à béton de qualité différente (fig. 187) et de formes dissemblables adaptées aux différents besoins du bâtiment (exemple avec les vis Fischer fig. 188).



Fig. 187

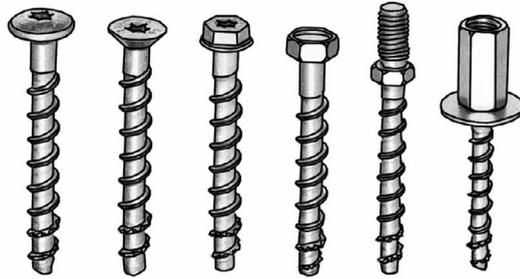
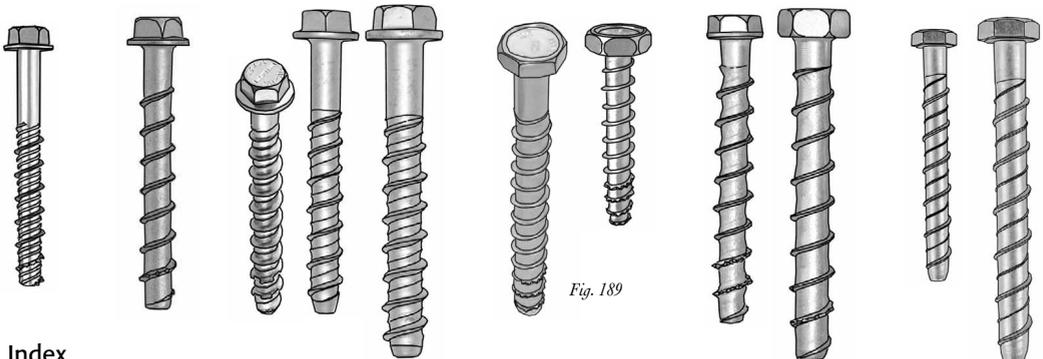


Fig. 188

Certaines de ces vis ont été testées par les praticiens et ont démontré leur aptitude pour la réalisation des amarrages en canyon; (exemple fig. 189). Ce n'est pas le cas de tous les modèles et il vaut mieux utiliser les produits dont on est sûr.



Index
(magner)

Spit tapcon

Hilti HUS

Heco Multi Monti

Fischer FBS

Mungo MUA

Présentation

Constituées d'une pièce métallique monobloc, les vis à béton sont simples d'utilisation. Elles ne requièrent pas de couple de serrage précis (tout du moins dans les roches dures) et il suffit d'immobiliser (fig. 190) la plaquette, pour que l'amarrage soit opérationnel. L'absence d'expansion minimise les contraintes mécaniques dans la roche environnante et simplifie les règles d'implantation notamment par rapport aux bords de dalles. Les vis à béton sont, par ailleurs, entièrement démontables et donc parfaitement adaptées aux équipements temporaires..

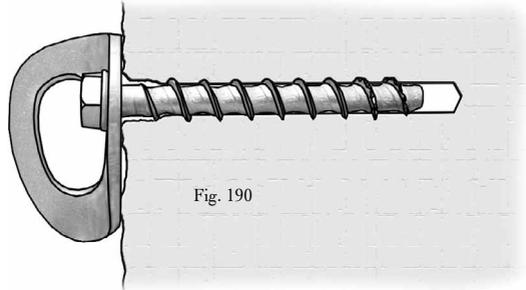


Fig. 190

Fig.191



Les vis à béton sont munies d'un filetage renforcé spécifique, capable de creuser la roche. L'optimisation entre le diamètre de forage et le diamètre du filetage a été étudiée de telle manière que la vis, lors de la mise en place, usine son propre taraudage (fig. 191) dans le rocher. Ce procédé permet d'obtenir un verrouillage de forme réparti sur toute la longueur de la vis et procure un excellent transfert de charge avec le support. Pour que le filetage des vis à béton puisse tailler la roche, ces vis comportent dans leur partie avant, une zone coupante et sont fabriquées dans un acier extrêmement dur (acier 10,9). La plupart des vis à béton ont également subi un traitement supplémentaire pour les rendre encore plus dures en surface. Pour pouvoir creuser le rocher sans le briser complètement, le filetage des vis à béton (fig. 192) est proéminent et d'un pas très espacé. Certaines de ces vis sont pourvues, dans la partie avant, d'une partie dentelée afin de faciliter encore plus la pénétration de la vis dans le support tout en réduisant l'effort nécessaire au vissage.

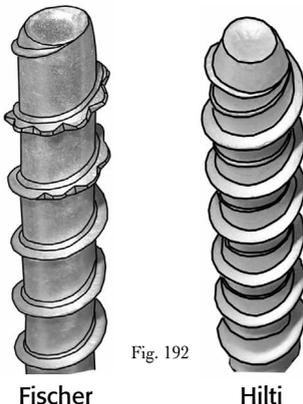


Fig. 192

Fischer

Hilti

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

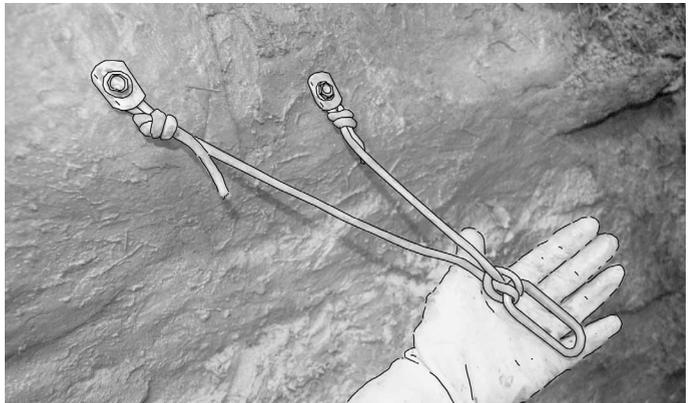
Les vis en acier sont traitées contre la corrosion selon des procédés plus ou moins sophistiqués suivant le fabricant; mais en général c'est rarement une simple zingage et certains traitements peuvent comporter trois couches successives. Ce regain de précaution s'explique en partie par le fait que les vis à béton sont particulièrement exposées aux phénomènes de corrosion car la partie du filetage qui a contribué à creuser le rocher sera d'autant plus usée que la roche est dure. Partout où le filetage a frotté, le traitement de surface sera plus ou moins altéré ce qui constituera un point d'amorçage pour la corrosion. Or, c'est justement le filetage qui permet à la vis de tenir. De plus, en canyon, les bordures du trou souvent détériorées laissent plus facilement entrer l'eau. A noter que certains fabricants proposent également des vis à béton en inox A4 et A5 qui n'ont pas ce problème; cependant ces vis sont moins répandues et leur

prix plus élevé ne se prête guère à l'usage auquel on destine généralement ce type de produit en canyon.

Pour l'équipement des canyons, on a essentiellement recours aux petites vis à béton pour les ouvertures de sites ou elles remplacent les goujons de 8mm. Ainsi, les vis (fig. 193) de 7,5 X 60mm; ne requièrent qu'un perçage de 6mm et permettent d'obtenir un ancrage susceptible de résister à 1600 dan au cisaillement et 2600 dan environ en traction avec des plaquette spécifiques.



Fig. 193



Dans tous les cas, les vis à tête hexagonale, (fig. 194) avec rondelle incorporée, sont les mieux appropriées car elles permettent à la clef de serrage de prendre appui (fig. 195). Dans le domaine du bâtiment, les vis à tête hexagonale sont presque systématiquement utilisées avec des boulonneuses et parfois des clefs à cliquet qui dans les deux cas sont munies de douilles calibrées en profondeur.

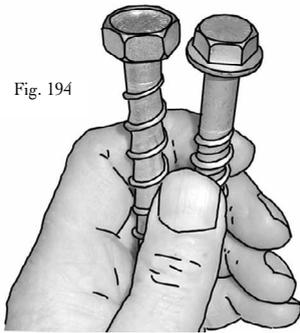


Fig. 194

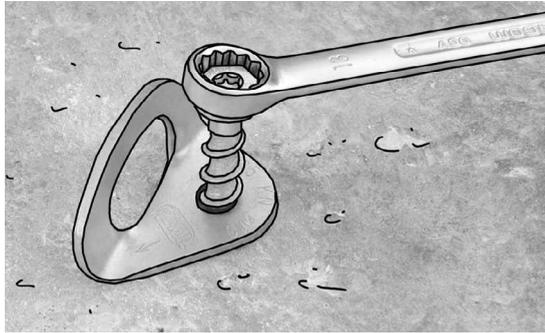


Fig.195

La deuxième raison pour laquelle il est préférable d'utiliser des vis à béton avec rondelle incorporée vient du fait que de par leur conception, la plupart des vis à béton présentent une différence de diamètre importante (fig. 196) entre l'axe qui forme la tige de la vis et le gabarit extérieur du filetage (cette différence peut atteindre 2,9 mm pour les vis de 8 Fischer).

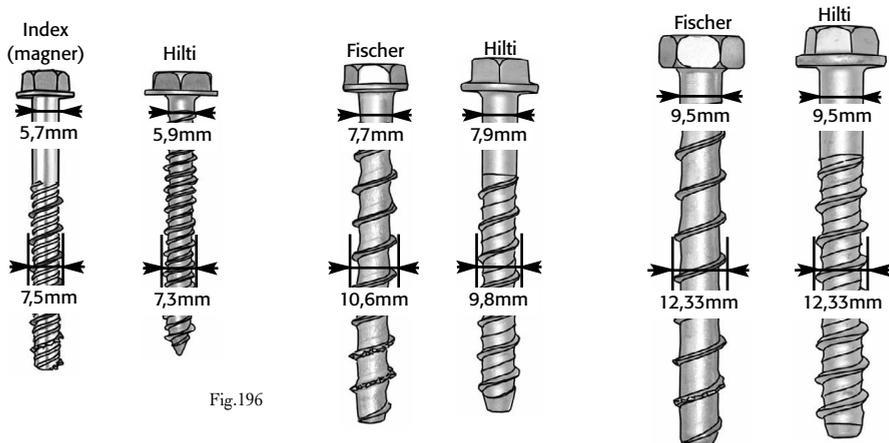


Fig.196

Avec des plaquettes conventionnelles, cette particularité occasionne (fig. 197 et 198) un jeu inévitable entre l'axe de la vis et le diamètre du trou de fixation des plaquettes percées à 8, 10 ou 12 mm. La rondelle incorporée a pour effet bénéfique, dans ce cas, de conforter l'assise de la tête hexagonale de la vis.

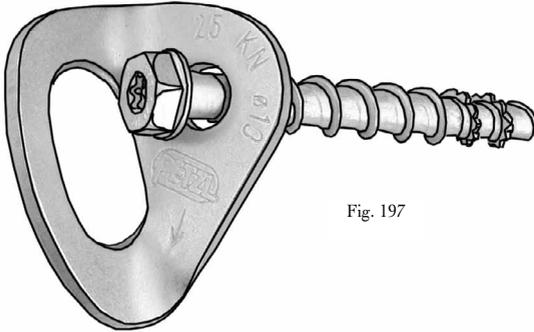


Fig. 197

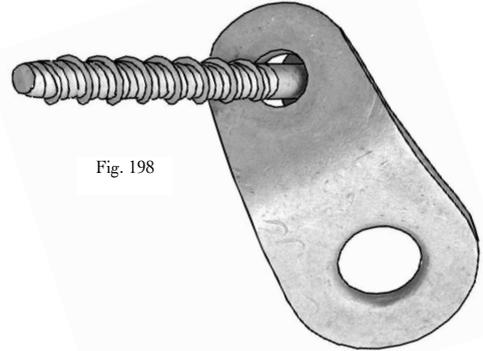


Fig. 198

Remarque : lors des tests d'arrachement en traction, on s'aperçoit que la différence de diamètre entre l'axe de la vis et le trou de perçage d'une plaquette conventionnelle, occasionne un décentrage inévitable de la vis susceptible d'affaiblir la plaquette. En effet, malgré la présence de la rondelle incorporée, il est possible d'arracher la plaquette en faisant passer de force la tête de la vis à travers la plaquette (fig. 199 et 200). Dans ce cas précis, les vis à béton sont probablement les seuls ancrages capables de provoquer une destruction de la plaquette par rupture du petit trou.

Fig. 199

Fig. 200

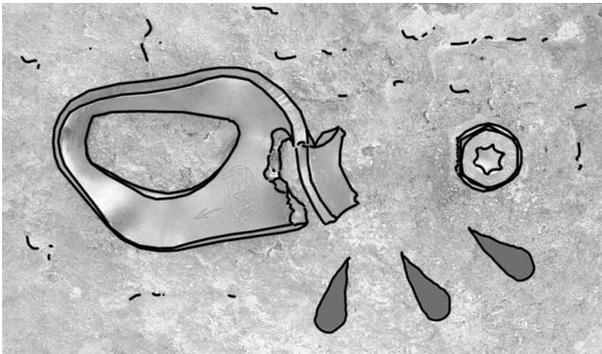




Fig. 201

Pour pallier au problème consécutif à la différence de diamètre entre l'axe de la vis et le gabarit extérieur du filetage la marque Fischer (entre autre) propose un modèle de vis dont la tête est munie d'une partie inférieure plus grosse et conique destinée à centrer la pièce à fixer et à supprimer le jeu (fig. 201).

On notera également que certains utilisateurs fabriquent leur propres plaquettes ce qui leur permet d'ajuster au mieux le diamètre de perçage en fonction du modèle de vis à béton.

Par ailleurs, on s'aperçoit que malgré le fait que les vis à béton de 10 et de 12 mm soient plus grosses (gabarit du filetage) que le diamètre de perçage des plaquettes de 10 et 12 mm, il est néanmoins possible de les assembler en vissant la vis sur la plaquette en raison de l'espacement important du filetage (fig. 202).

En revanche, la plupart des anneaux de gros diamètres percés à 10 et 12 mm sont difficiles à utiliser car l'épaisseur de l'anneau ne permet pas forcément le passage de la vis et d'autre part, l'oeil de certains anneaux étant aligné avec l'axe de perçage, les rares vis qui peuvent s'introduire dans ces anneaux coinent le plus souvent au niveau du passage de la tête de la vis (fig. 203).

Les anneaux dont l'oeil est excentré (fig. 204) ainsi que les anneaux de petit diamètre (fig. 205) percés à 8 mm sont, à priori, plus commodes d'utilisation.

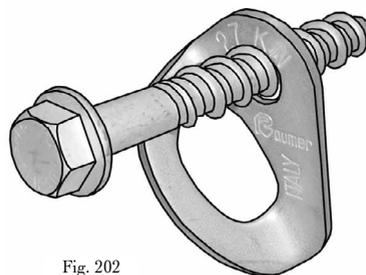


Fig. 202



Fig. 203



Fig. 204

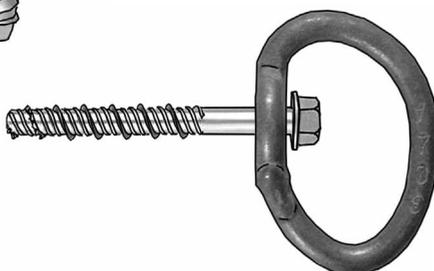


Fig. 205

Longueur des vis à béton

Les vis à béton sont commercialisées suivant différentes longueurs et le choix est assez important :

- 35 à 100 mm de long pour les vis de 7,5 mm
- 55 à 150 mm de long pour les vis de 10 mm
- 65 à 260 mm de long pour les vis de 12 mm

Au cisaillement avec plaquette, les vis de 40 mm sont à priori, suffisamment longues (les valeurs de ruptures des vis Muti-Monti observées dans les roches tendres sont à peu près identiques à celles observées dans les roches très résistantes). En revanche en traction, la résistance de l'ancrage varie beaucoup en fonction de la résistance mécanique de la roche et de la profondeur d'ancrage. C'est surtout avec les vis de petit diamètre avec lesquelles il faut être plus vigilant. Dans tous les cas, il est préférable d'ancrer au moins de 50 mm de profondeur dans les roches dont la résistance est au moins équivalente à 50 Mpa et ne pas hésiter à ancrer à 80 mm dans les roches tendres.

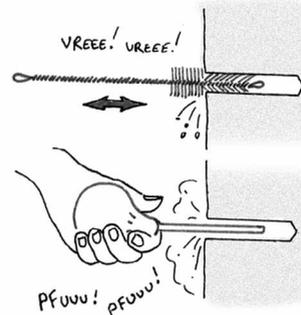
Installation des vis à béton

La simplicité apparente des vis à béton se complique avec le désagrément inéluctable lié à la difficulté de leur pose lorsqu'on ne dispose pas d'une boulonneuse électrique adaptée. Installer une vis à la main dans de la roche même préalablement trouée, s'avère moins commode que d'enfoncer un goujon dans son logement puis de l'immobiliser en le serrant progressivement.

Réalisation du trou :

Le diamètre de perçage doit être scrupuleusement respecté. Prévoir un trou un peu plus profond que la longueur de la vis pour pouvoir évacuer les débris de roche arrachés lors du vissage. Le trou doit être (fig. 206) méticuleusement soufflé car tout les débris restant à l'intérieur, contribueront à compliquer encore davantage la pose de la vis. L'absence d'expansion, des vis à béton permet de réaliser des fixations en bord de dalle ou avec de faibles entraxes. Dans une roche très tendre par contre, les distances d'implantation sont davantage influencées par le volume de la roche encaissante (cône d'arrachement).

Fig. 206



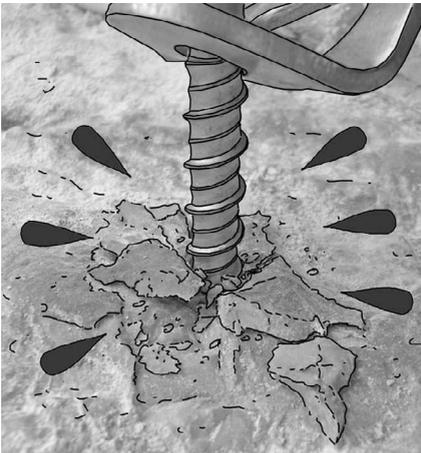
Mise en place

Les vis à béton portent bien leur nom ; elles sont avant tout conçues pour le bâtiment où on les utilise essentiellement pour la fixation de pièces métalliques sur du béton. Toutes les vis sont à fortiori aptes à être placées dans les supports de plus faible résistance comme la brique ou le béton cellulaire. En revanche, dans les roches beaucoup plus dures que le béton (au-delà de 100 Mpa), toutes les vis ne se valent pas ; certaines vis sont moins performantes au niveau de la résistance du filetage et d'autres deviennent difficiles à installer. Contrairement à un goujon, qu'il est possible de placer à bout de bras et d'une seule main, l'installation d'un vis à béton nécessite d'avoir les deux mains libres et de pouvoir travailler confortablement face à la paroi. En position acrobatique (pendu au bout d'une corde par exemple) ou bien à bout de bras, la mission devient délicate, voire même impossible parfois, car il faut souvent appuyer fortement sur la vis pour qu'elle puisse, au départ, attaquer le rocher. Dans tous les cas, le soin nécessaire au démarrage impose de pouvoir travailler en position stable et en appui sur le rocher.

Cela dit, toutes les vis ne se comportent pas de manière identique ; il existe des différences suivant le diamètre ou la marque de la vis. En effet, à diamètre de perçage identique, les vis n'ont pas toutes le même gabarit de filetage et sont plus ou moins faciles à installer. En général, plus le diamètre de la vis est

important moins on a de problème (la vis est moins souple donc elle répond mieux aux sollicitations, la clef de serrage est plus grande aussi et enfin, la profondeur du taraudage est proportionnellement plus réduite). Ainsi, les vis à béton Fischer, par exemple, de diamètre extérieur 12,33 sont nettement plus faciles à poser dans un trou de 10 mm que celles de diamètre 10,6 dans un trou de 8 mm. Plus la roche est dure plus l'amorçage du taraudage sera délicat car la bordure du trou est fragile et la roche friable ; la vis a tendance à bouger dans tous les sens et à attaquer le rocher de façon anarchique (fig. 207).

Fig. 207



Avec une clef à oeil, Il est bien rare que la vis accroche du premier coup, même lorsqu'on se place confortablement. Bien souvent, il faut s'y reprendre à plusieurs fois et à force de tourner, on finit par agrandir définitivement la bordure du trou (fig. 207). Les aléas liés à l'installation des vis à béton sont directement tributaires des qualités de la roche. Une roche tendre sera plus facile à équiper qu'une roche dure et cassante ou comportant de nombreuses micro fissures. Heureusement, à force de placer des vis

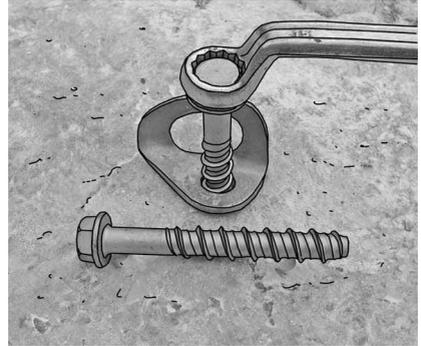


Fig. 208

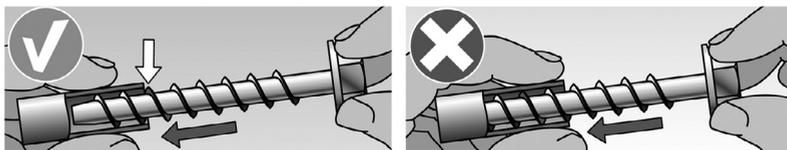
à béton, on finit par prendre " le coup de main". Une fois les premiers tours engagés, la vis s'aligne (fig. 208) et trouve sa place. Il n'est plus nécessaire de la guider; il suffit ensuite de tourner et c'est bien plus simple. Le vissage n'est jamais vraiment facile (comparativement à un goujon) ; disons qu'il est plus ou moins dur suivant le modèle de vis, la dureté de la roche, la taille de la clef et la position dans laquelle on se trouve. Avec les vis de petit diamètre, utilisées dans les roches extrêmement dures, l'effort de torsion appliqué sur la tête de la vis lors de la mise en place, peut être très élevé aux risques de l'endommager notamment si l'effort se prolonge ou s'il devait se répéter en cas de réutilisation de la vis. A l'inverse, dans une roche vraiment tendre, il convient d'ajuster la force avec laquelle on immobilise la plaquette car un serrage excessif peut endommager le taraudage dans le rocher.

A noter que dans la mesure où les vis sont entièrement démontables, il n'est pas exclu notamment avec les perçages de petits diamètres, que l'on puisse, ensuite, agrandir le trou et s'en servir pour réaliser un scellement chimique avec de la résine en cartouche (à condition que le trou soit bien placé). Dans tous les cas, les vis à béton sont parfaitement adaptées comme ancrages temporaires.

D'une manière générale, les vis à béton et plus particulièrement celles de petit diamètre ne sont pas adaptées, pour être utilisées à plusieurs reprises dans les roches dures. En effet, leur réutilisation occasionne d'une part, une usure rapide du filetage notamment au niveau de la zone de coupe qui ne permet pas de retrouver les performances d'origine de la vis et d'autre part le couple de torsion parfois important qu'elles subissent, peut

fragiliser localement une vis par un phénomène de fatigue du métal susceptible de fissurer la pièce. C'est d'autant plus problématique que le mal n'est pas forcément visible et que l'acier utilisé est cassant. De même, il n'est pas envisageable de réutiliser le même trou avec une autre vis car même si la vis est identique, l'action de revisser va affaiblir le taraudage dans la roche et si le modèle de vis n'est pas vraiment identique, c'est tout le taraudage dans le rocher qui risque d'être détruit.

Cependant, dans le bâtiment ou la fixation se fait essentiellement sur le béton (beaucoup plus tendre que la roche en général), certains fabricants autorisent néanmoins la réutilisation des vis à béton usagées tant que l'usure du filetage n'a pas atteint sa côte limite. Pour le vérifier, il fournit une douille calibrée (fig. 209) qui permet de contrôler l'aptitude à la réutilisation.



Max. 3 taraudages dans la douille.

Fig. 209

Résistance des vis à béton

A diamètre de perçage égal, les vis à béton sont plus résistantes que les goujons. Cela s'explique par la différence de qualité de l'acier qui est bien plus résistant et le fait que le diamètre des vis à béton ne présente pas de zone de faiblesse telle que la réduction du diamètre des goujons au niveau du cône d'expansion (fig. 210). Par ailleurs, le principe de maintien des vis à béton (fig. 211) qui se fait par creusement d'un taraudage hélicoïdal est plus performant que celui des goujons car les efforts sont répartis sur l'ensemble du filetage ; dans une roche dure, une vis ne peut pas se déchausser.

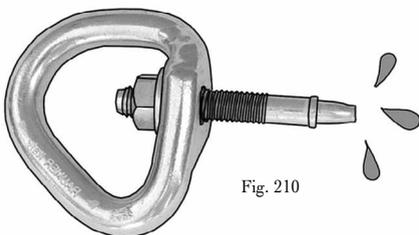


Fig. 210

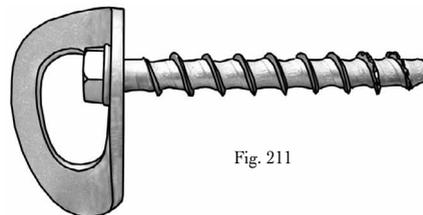
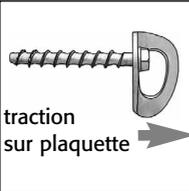


Fig. 211

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

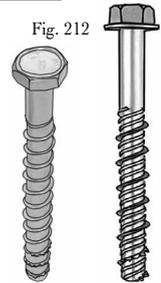
Tests d'arrachement des vis à béton Hilti et Fischer.

	diamètre perçage	type acier	marque	résistance	résistance	
					15kN	25kN
 <p>traction sur plaque</p>	6	zingué	Hilti	1209 daN	4 rupt. vis	
	8	zingué	Hilti	2195 daN	4 ruptures vis	
	8	zingué	Fischer	3256 daN	4 tests 1 rupture plaque	
	10	zingué	Hilti	2909 daN	4 ruptures vis	
	10	zingué	Fischer	3393 daN	4 ruptures plaquettes	
 <p>cisaillement sur plaque</p>	6	zingué	Hilti	1047 daN	4 rup. vis	
	8	zingué	Hilti	2528 daN	3 tests 1 rupt. plaq.	
	8	zingué	Fischer	2136 daN	5 ruptures vis	
	10	zingué	Hilti	3981 daN	3 ruptures vis	
	10	zingué	Fischer	3770 daN	4 ruptures plaquettes	



Remarque : les modèles de vis à béton testés ne sont pas les plus représentatifs des valeurs de résistance les plus élevées qu'il est possible d'obtenir avec ce type d'ancrage. D'autres produits comme les vis Heco Multi Monti ou Magner Index par exemple (fig. 212) permettent d'obtenir des valeurs de résistances supérieures notamment avec les vis de diamètre 7,5 (jusqu'à 1900 daN au cisaillement et 2600 daN en traction).

Fig. 212



Heco Multi Monti Index (magner)

vis à béton Fischer acier
FBS 10/5,
(gabarit : 12,4 x 98 mm)
rupture plaque :
3650 daN



vis à béton Hilti acier
HUS-S 10,5 X 75 mm
(perçage 8 mm)
rupture plaque au cisaillement
2868 daN



vis à béton Fischer acier FBS 8/5
(gabarit : 10,6 x 86 mm, perçage 8mm)
rupture systématique de la vis au cisaillement

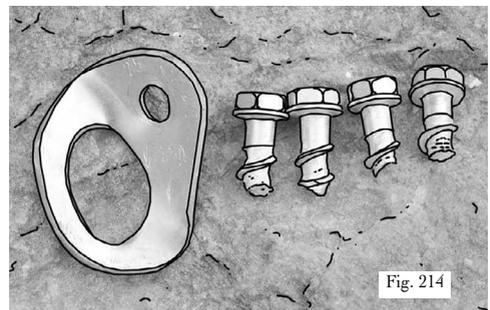


Fig. 214

LE MATÉRIEL D'ÉQUIPEMENT

Les ancrages mécaniques

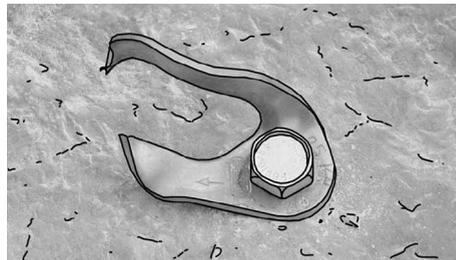
D'une manière générale, les vis à béton constituées d'un acier très dur sont plus cassantes que les autres modèles d'ancrage. Elles sont donc sujettes à des variations importantes de résistance. Ces écarts de résistance sont encore plus flagrants au cisaillement (fig. 213) car la bordure du trou a pu être plus ou moins endommagée lors de la mise en place de la vis. Il est fréquent d'ailleurs d'observer, lors des tests de résistance, des ruptures qui se produisent (fig. 214) à un ou deux centimètres à l'intérieur du trou. En outre, les domaines d'utilisation des vis à béton n'étant pas rigoureusement identiques selon le fabricant, il est possible de trouver des produits de qualités sensiblement différentes. Exemple de tests (fig. 215 à 217).

Fig. 217



vis à béton Hilti HUS-S 12,5 X 85 mm
(perçage 10 mm)
effort 3000 daN

En outre, les domaines d'utilisation des vis à béton n'étant pas rigoureusement identiques selon le fabricant, il est possible de trouver des produits de qualités sensiblement différentes. Exemple de tests (fig. 215 à 217).



vis à béton Fischer acier FBS 10/5
(gabarit : 12,4 x 98 mm)
rupture de la plaquette Coeur Petzl
au cisaillement à 4030 daN

Fig. 215

Fig. 216

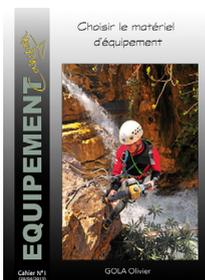


vis à béton Fischer acier FBS 10/5 (gabarit : 12,4 x 98 mm)
rupture systématique des plaquettes

Fig. 213



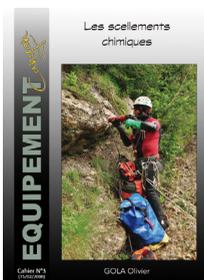
vis à béton Hilti HUS-S 10,5 X 75 mm
(perçage 8 mm) rupture au cisaillement 2480 daN



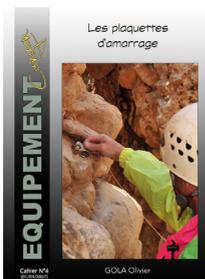
Cahier n°1



Cahier n°2



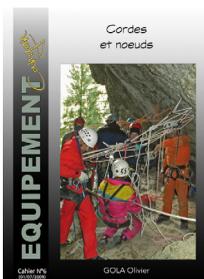
Cahier n°3



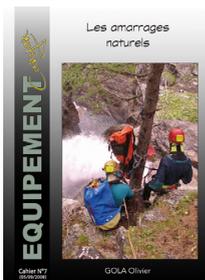
Cahier n°4



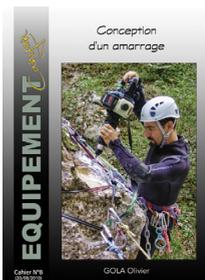
Cahier n°5



Cahier n°6



Cahier n°7



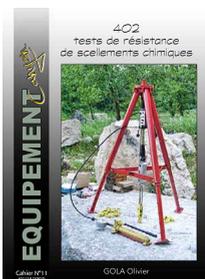
Cahier n°8



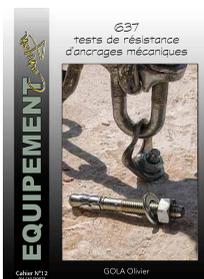
Cahier n°9



Cahier n°10



Cahier n°11



Cahier n°12

Liste des cahiers

Cahier n°1
Choisir le matériel d'équipement

Cahier n°2
Les ancrages mécaniques

Cahier n°3
Les scellements chimiques

Cahier n°4
Les plaquettes d'amarrage

Cahier n°5
Comportement des amarrages

Cahier n°6
Cordes et noeuds

Cahier n°7
Les amarrages naturels

Cahier n°8
Conception d'un amarrage

Cahier n°9
Equipement des sites

Cahier n°10
Les fournisseurs de matériel d'ancrage

Cahier n°11
402 tests de résistance de scellements chimiques

Cahier n°12
637 tests de résistance d'ancrages mécaniques

Bibliographie

- **Cahier de l'EFS n°11** : Mémento équipement permanent de cavités en ancrages permanents (Gérard CAZES, Nicolas CLEMENT, Pierre Bernard LAUSSAC)
- **Technique de la spéléologie alpine** (MARBACH Georges)
- **Les amarrages en plafond** GET – FFS (Gérard CAZES, Nicolas CLEMENT, Pierre Bernard LAUSSAC)
- **Aménagement et équipement d'un site naturel d'escalade** Daniel TAIPIN, Jean Pierre VERDIER – COSIROC FFME

Les ancrages mécaniques