Syllabus d'accueil SusPendus

Préambule :

Ce syllabus se veut être une sorte de synthèse des nombreuses questions qu'un spéléo normalement constitué est amené un jour ou l'autre à se poser dans les différents domaines qui vont fatalement l'intéresser au fil de son évolution. En général trouver les réponses à ces questions est une dure tâche, qu'il faut aller chercher un peu partout, dispersées sur le WEB notamment, et il est souvent bien difficile de se faire idée claire, d'autant que beaucoup de choses évoluent au fil du temp et il est parfois difficile de retracer l'historique dans l'ordre.

Il est important lorsqu'on arrive dans notre club de lire toute la partie « Fonctionnement du club ». Là est rassemblé l'essentiel à connaître.

Ce syllabus est complété de différents chapitres, les uns qui intéresserons, les autres pas. Peu importe, en ratissant large chacun est susceptible d'y trouver son bonheur ou le renseignement qu'il cherche (chacun/chacune… bien entendu)

ce document est loin d'être exhaustif et est appelé à évoluer au fil du temps et au fil des mises à jours, en fonction des progrès techniques et des remises en causes de principes. Et d'ailleurs il est conçu pour ça...

Ce travail de synthèse est personnel et est le fruit de ma propre expérience, mais pour pouvoir l'étayer et l'illustrer j'ai, entre-autre, copié, plagié, pillé sans vergogne dans pleins de documents. Les documents en question sont tous des sources solides, ce qui est décrit ici peut être considéré comme référentiel. Bien entendu, les parties qui ne sont pas de moi sont créditées de leur auteur, sauf pour la plupart des photos trouvées au hasard du web.

La plupart de ces photos sont sans « valeur artistique » (pardon pour les auteurs des illustrations) et sont pour la plupart trouvables en accès libre, soit en bibliothèque ou sur le Web, mais probablement souvent protégés par des droits d'auteur. J'avoue n'avoir pas demandé systématiquement l'autorisation de les utiliser, mais nous restons de toutes manières dans un cadre d'utilisation privée et à titre informatif. En principe, rien d'illégal là-dedans.

Ce Syllabus est à réserver à un usage privé, interne au club et ne doit bien évidement pas être vendu et/ou distribué publiquement.

Définition de la spéléologie

La spéléologie est une activité pluridisciplinaire à forte plus-value éducative, elle allie à la fois des aspects scientifiques, environnementaux, sportifs et de loisirs. Elle a pour objectif l'exploration du karst et des milieux souterrains, naturels, artificiels ou anthropiques afin de contribuer de manière active à l'étude, la connaissance et la conservation des terrains de pratique de la spéléologie, tout en tenant compte des éléments du patrimoine de surface.

Le milieu souterrain est constitué de formes et paysages variés (salles, méandres, galeries, puits, etc.) avec ou sans présence permanente d'eau (sous forme de torrents, ruisseaux, rivières, gorges, cascades, vasques, biefs, etc.), et avec ou sans présence de glace. Il comprend également les sites artificiels (mines, carrières, etc.)

Le milieu extérieur se présente sous forme d'affleurements, de dépressions, de falaises et de gorges.

La spéléologie exige une progression et des franchissements pouvant faire appel, selon les cas, à la marche en terrain varié, à la reptation, à la nage, à la plongée subaquatique, aux glissades, à l'escalade et la désescalade, à la descente et à la remontée sur agrès fractionnée ou pas et à d'autres techniques d'évolution sur agrès (main courante, ligne de vie, tyrolienne, échelles fixes, etc.) pouvant nécessiter la mise en œuvre de techniques d'assurances de tous types. L'ouverture de certaines cavités et le franchissement de passages étroits peuvent amener à mettre en œuvre des techniques de désobstruction.

Conformément aux techniques spécifiques liées à la diversité des obstacles, la discipline requiert un matériel adapté, notamment, des descendeurs, des bloqueurs, des harnais, des longes, des casques de protection, des crampons, des dispositifs antichute, des dispositifs d'éclairage, des vêtements isothermes, des scaphandres autonomes, des cordes, des câbles, des connecteurs, etc.

Le club, notre histoire (en cours)

Genèse des SusPendus.

Fonctionnement du club

ROI du club.

Le RGPD du club.

Formulaire de décharge parentale

Premiers pas

Approche sécurité

Notion d'irréprochabilité en spéléo

La spéléo et la sécurité.

Danger et risque, définition
approche psychologique
profils types

Fiches sécurité

-l'hypothermie
-hypoglycémie
-syndrome d'épuisement
-Syndrome du harnais

EPC (équipement de protection collectif)

1-Textile ; corde, dyneema, type L, sangles

2-Quincaillerie

3-Ancrage

4- classe boulonnerie, mélange de métaux, compatibilité métaux/roche

EPI (équipement de protection individuel).

1-Baudrier

2-longe,

3- amarrages

Quelques normes utiles à connaitre

- Textile ; EN1891A et EN1891B
-Connecteurs, EN 12275
-Longes spécifiques via ferrata, EN 958 révision 2017
-Casques, EN 397

Pédagogie de la spéléo

Définition

Progression sur corde

-Notion d'équipement

- Les noeuds

annexes

-définition énergie
-définition force
-c'est quoi une force-choc
-qu'est ce qu'un Facteur de chute
-Calcul de hauteur de chute par lancer de caillou (ou autre)
-Recommandations fédérales Françaises, gestion EPI, prêt ou location
-test longe
-Un peu de karsto pour les spéléos.

Gènèse du club :

Le club trouve son origine de la scission d'une majorité des membres d'un autre club, dont nous tairons le nom et dont vous ne saurez rien (sauf si vous tombez dessus par Hazard) suite à de profonds désaccords entre ces membres et le président dudit club. Désaccords qui d'ailleurs ont valus dans un premier temps aux membres scissionnaires d'être suspendus de services fédéraux.

Vous aurez donc compris d'où notre club a tiré son inspiration pour trouver sa dénomination. Il s'agissait d'une sorte de « pied de nez » à tous leurs contradicteurs et de plus ça sonnait bien…

début

Règlement d'ordre intérieur

Mise à jour le mardi 29 décembre 2020

Le R.O.I. est le règlement d'ordre intérieur qui règlemente toute une série d'actes au sein de notre A.S.B.L Celui-ci peut être modifié par le C.A. en fonction des évènements.

1. Organisation des réunions et divers

1.1) Les jours et heures des réunions sont fixés les vendredis à partir de 20h00 sauf avis contraire paru sur notre site WEB. Les services du club seront aussi disponibles auprès d'un administrateur au même moment.

1.2) Tous les membres adhérents et effectifs de l'association sont tenus de signer « le registre de l'association » où figure la formule suivante :
« Les membres, dont la signature suit, déclarent avoir reçu copie des statuts et du R.O.I. actualisés, et s'engagent à les respecter ». Après chaque mise à jour, des statuts ou du R.O.I., un exemplaire du ou des articles modifié sera fourni à chaque membre adhérent et effectif de l'A.S.B.L. via le journal du club.

1.3) L' inscription d'un mineur d'âge sera accompagnée de la décharge parentale et de la renonciation au droit à l'image.
Voir annexe N°…

1.4) L'âge minimum pour pouvoir participer normalement aux activités du club est de 15ans. Les membres d'un âge inférieur seront considérés comme « junior » et pour chaque activité devront impérativement être accompagnés d'une personne bien identifiée comme responsable du « junior ». Cette personne responsable pouvant être membre du club ou pas, parent du « junior » ou pas.
Voir annexe N°…

1.5) Tous les membres de notre association doivent impérativement, en cas de guidage ou d'initiation, s'assurer que les personnes guidées sont bien couvertes par une assurance RC couvrant l'activité.

1.6) Tous membres, adhérents ou effectifs désireux de pratiquer la spéléo et ses sports connexes au sein du club doit être en règle de cotisation et d'assurance et doit être en possession de sa carte de membre UBS de l'année en cours, jusqu'au 31 janvier de l'année suivante.

1.7) Chaque membre adhérent désirant être effectif doit en faire la demande par écrit au C.A, via le document ad hoc, au plus tard le 15 décembre qui précède l'assemblée générale. Ceci a pour but de préparer correctement les bulletins de vote. Pour qu' un membre adhérant puisse faire la demande de devenir un membre effectif, il devra avoir été affilié à ASBL "Les Suspendus" durant 12 mois précédent l'AG et sans interruption et être en ordre de cotisation club.

Sa demande devra arriver par courrier simple (adresse du siège social) ou par mail (les.sus.pendus@gmail.com) en remplissant le document « ad-hoc ». Cette candidature devra être acceptée à la majorité simple des membres effectifs présents lors de la prochaine assemblée générale. (Voir statuts de notre A.S.B.L. article 5).

1.8) Chaque membre effectif désirant être candidat à l'élection au poste d'administrateur doit en faire la demande par écrit au C.A, via le document ad hoc, au plus tard le 15 décembre précédant l'A.G. qu'il soit ou non déjà administrateur. Ceci a pour but de préparer correctement les bulletins de vote. Pour qu'un membre effectif puisse se présenter au poste d'administrateur de l'ASBL, il devra avoir été affilié à ASBL "Les Sus pendus" durant 12 mois précédent l'AG et sans interruption, être en ordre de cotisation club.

Sa demande devra arriver par courrier simple (adresse du siège social) ou par mail (les.sus.pendus@gmail.com) en remplissant le document « ad-hoc ». Cette candidature devra être acceptée à la majorité simple des membres effectifs présents lors de la prochaine assemblée générale. (Voir statuts de notre A.S.B.L. article 5)

2. Organisation des activités

2.1) Toute activité demandant des autorisations officielles ou engageant l'ASBL doit être autorisée par le Conseil d'Administration.

2.2) Les prix pratiqués lors d'activités sont appliqués aux taux suivants :
Enfant de 0 à 10 ans = Repas à 100%
Gîte à 50%
Frais de transport gratuit.
A partir de 10 ans tout est à 100%.

2.3) Tout compte-rendu, photos ou vidéos, après éventuelle correction, pourront être diffusés sous toutes formes et tous supports connus et inconnus à ce jour dans le monde entier, sans limitation. Tout média diffusé devra respecter l'esprit du club et devra donc avoir reçu l'approbation par un administrateur.

2.4) **Frais de déplacement de véhicule** : à l'étranger 0,10 € du Km par voiture plus les péages plus le carburant et à diviser par le nombre d'occupants. Pour plusieurs voitures il est vivement conseillé de communautariser les frais. Les 0,10 € du Km couvrent l'usure du véhicule et les différents problèmes s'il devrait y avoir (crevaisons, bris de vitres, accident, etc...). Par contre, les PV sont à charge du responsable du délit.

En Belgique, les frais de déplacement sont laissés à l'appréciation du chauffeur.

2.5) L'organisateur de l'activité est responsable de la comptabilité. En outre, la comptabilité sera archivée par le club pendant 5 ans minimum.

2.6) L'organisateur d'une activité peut, si jugé nécessaire, demander un acompte après accord du CA. Cet acompte sera versé directement sur le compte de l'organisateur.

Le club se porte garant des sommes versée en cas de dol de la part de l'organisateur. A charge pour le club d'utiliser ensuite tous les recours jugés nécessaire pour récupérer les sommes dues.

3. Prêt de matériel

3.1) Le prêt de matériel au sein de notre association est gratuit pour toute activité de notre A.S.B.L. Pour une autre activité, le prêt ou la location de matériel peut être envisagé. Les modalités sont à déterminer par le C.A.

3.2) Une fiche de sortie de matériel est remplie lors de chaque emprunt. Le matériel sera rendu propre et en bon état. La responsabilité du nettoyage est à charge de l'emprunteur.
Voir annexe N°….

3.3) La perte, le vol ou la détérioration de matériel doit être notifiée sur la fiche d'emprunt et signalé à un membre du CA par l'emprunteur ou le responsable de l'activité. En cas de perte, de vol ou de détérioration importante, le CA se réserve le droit de réclamer un justificatif et/ou, le cas échéant, un dédommagement proportionné à l'emprunteur.

3.4) La durée de la sortie du matériel sera estimée sur la fiche de sortie et ne pourra excéder 15 jours sans motif valable après le retour de l'activité ou de l'expédition.

3.5) En cas de prêt ou location à un tiers, la caution éventuelle, ainsi que le solde éventuel sera versé par virement bancaire sur le compte du club.

3.6) Sauf avis contraire du CA, seuls les membres effectifs peuvent emprunter du matériel et ceci pour une activité club exclusivement mise à l'agenda.

début

RGPD

1.0 Introduction

Le spéléo club « Les SusPendus » collecte et traite certaines données personnelles relatives aux membres, dans le but de gérer les cotisations, inscriptions auprès de la fédération qui nous chapeaute, ainsi que pour faciliter la communication entre les membres.

Nous nous engageons à être transparents sur la manière dont nous collectons et utilisons ces données afin de respecter nos obligations en matière de protection des données.

2.0 Quelles données collectées ?

Nous collectons et traitons une série de données de nos membres. Cela comprend :

- votre nom, adresse et coordonnées; votre adresse e-mail; votre numéro de membre; votre numéro de téléphone; votre date de naissance.
- des informations sur les qualifications sportives.
- des détails du compte bancaire.
- des informations sur vos conditions médicales ou de santé, strictement limité à la pratique de la spéléologie.

Le spéléo club « Les SusPendus » collectes ces données essentiellement à partir des formulaires remplis par les propres soins du membre lors de l'inscription, ou des différentes mises à jours à la demande du membre concerné.

Les données sont stockées dans une base de données accessible seulement aux membres du club, qui ont la faculté de modifier leurs données personnelles et de rendre confidentielles leurs identifications.

3.0 Pourquoi ces données sont collectées?

Le spéléo club « les SusPendus » doit collecter ces données afin de :

- pouvoir mettre le membre en ordre de cotisation et d'assurance responsabilité civile, qui est une obligation de notre fédération sportive et conditionne les subventions reçues par l'ADEPS.
- -Afin de pouvoir bénéficier de tous les services offerts par le club, ainsi que par la fédération, tel que prêt de matériel, bibliothèque,…
- assurer une administration générale efficace du spéléo club « les SusPendus ».

4.0 Qui a accès aux données ?

Certaines données seront partagées avec la fédération qui nous chapeaute et, le cas échéant, avec l'ADEPS.
Nous partageons certaines de vos données avec des tiers qui traitent des données pour notre compte en relation avec la paie, la fourniture d'avantages et la fourniture de certains services de santé au travail.

5.0 Comment sont protégées les données ?

Le spéléo club « les SusPendus » utilise des espaces sécurisés, la zone membres du club (est compatible RGPD)

6.0 Combien de temps les données sont-elles conservées?

Les données sont conservées durant le temps d'affiliation du membre au club et aussi longtemps que des motifs légitimes le justifierons.

Les données seront retirées dès que celles-ci ne seront plus nécessaires à la bonne marche de l'association ou à la demande de la personne concernée.

7.0 droits

Le membre, en tant que sujet des données, dispose d'un certain nombre de droits

 accéder et obtenir une copie des données personnelles.
 exiger la modification des données incorrectes ou incomplètes.
 exiger la suppression des données dès que celles-ci ne sont plus nécessaires aux fins du traitement ;
 S'opposer au traitement des données personnelle lorsque le club prétend l'utiliser pour atteindre des intérêts non fondés.

Si le membre souhaite exercer l'un de ces droits, celui-ci doit prendre contact avec la personne de contact désignée dans le RGPD du club, en l'occurrence le secrétaire du club.

Si le membre estime que le spéléo club « les SusPendus » n'a pas respecté ses droits en matière de protection des données, celui-ci peut s'en plaindre auprès de l'autorité de l'information concernée.

8.0 en cas de refus de donner des données personnelles ?

Les données personnelles du membres décrites au chapitre 2 sont essentielle et nécessaires pour le fonctionnement du club et pour que celui-ci puisse répondre à toutes ses obligations.

Il est donc évident que si un membre refuse de donner ces informations, celui-ci ne pourra être membre du club.

début

Décharge parentale

ASBL « Les Sus Pendus »

Document concernant la décharge parentale et le droit à l'image pour les enfants de moins de 18 ans

Décharge parentale (* biffer les mentions inutiles)

Je soussigné,……....* parent (s) – grand (s) parent (s)– tuteur (s) de ……..…(nom et prénom de l'enfant), *né(e) à ……..…., le ……..(date) mandate ……...…(nom et prénom du membre en ordre d'affiliation à l'Union Belge de Spéléologie, en résumé UBS) d'être * le parrain / la marraine de mon enfant lors des activités organisées par l'ASBL « Les Sus Pendus ». Je déclare avoir confiance en cette personne qui prendra les dispositions nécessaires pour assurer la sécurité de mon enfant quand il pratique la spéléologie avec l'ASBL « Les Sus Pendus ». Je suis conscient que la spéléologie est un sport à risque non négligeable. * Il / elle sera garant(e) de l'intégrité éthique, physique et morale de mon enfant. Ce * parrain / marraine ne peut pas être tenu responsable si un incident, un accident arrivaient à mon enfant, sauf si sa responsabilité est clairement démontrée. Je déclare que mon enfant est en ordre d'assurance à l'UBS via son affiliation annuelle.

Lorsque le ou les parents participent aux activités, l'ASBL « Les Sus Pendus » avec leur enfant, la décharge parentale de ce document est considérée comme nulle et non avenue. Il ne faut considérer dans ce cas que le droit à l'image décrit ci-dessous.

Droit à l'image

Autorise à titre gracieux, l'ASBL « Les Sus pendus » à photographier mon enfant et à utiliser son image.

En conséquence de quoi, et conformément aux dispositions relatives au droit à l'image en Belgique (Loi du 30 juin 1994 relative au droit d'auteur et aux droits voisins. (MB. 27.07.1994)) et aux droits de la personnalité, j'autorise l'ASBL « Les Sus Pendus » à reproduire et à communiquer au public les photographies prises dans le cadre des activités du club.

Les photographies pourront être exploitées et utilisées dans le cadre des actions d'information et de communication de l'ASBL « Les Sus Pendus » dans le cadre de ses activités auprès des différents publics, directement par le club, ou être cédé(e) à des tiers, sous toute forme et tous supports connus et inconnus à ce jour, dans le monde entier, sans aucune limitation, pour une durée de 10 ans, intégralement et par extraits, et notamment :

- lors de projections publiques,
- dans des expositions,
- par télédiffusion, par tous les réseaux de transmission (en analogique ou numérique)
- par tous les réseaux de communication électronique, tels qu'Internet,
- dans des publications papier
- sur CD-Rom, DVD, Blu-Ray, clé USB,…
- et plus généralement par tous les moyens existants ou à venir.
-

L'ASBL « Les Sus Pendus » s'interdit expressément de procéder à une exploitation des images et les enregistrements susceptibles de porter atteinte à la vie privée ou à la réputation, à la dignité ou à l'intégrité de l'enfant.

Je certifie que mon enfant n'est pas lié par un contrat exclusif relatif à l'utilisation de son image ou de son nom.

Fait à , le en deux (2) exemplaires

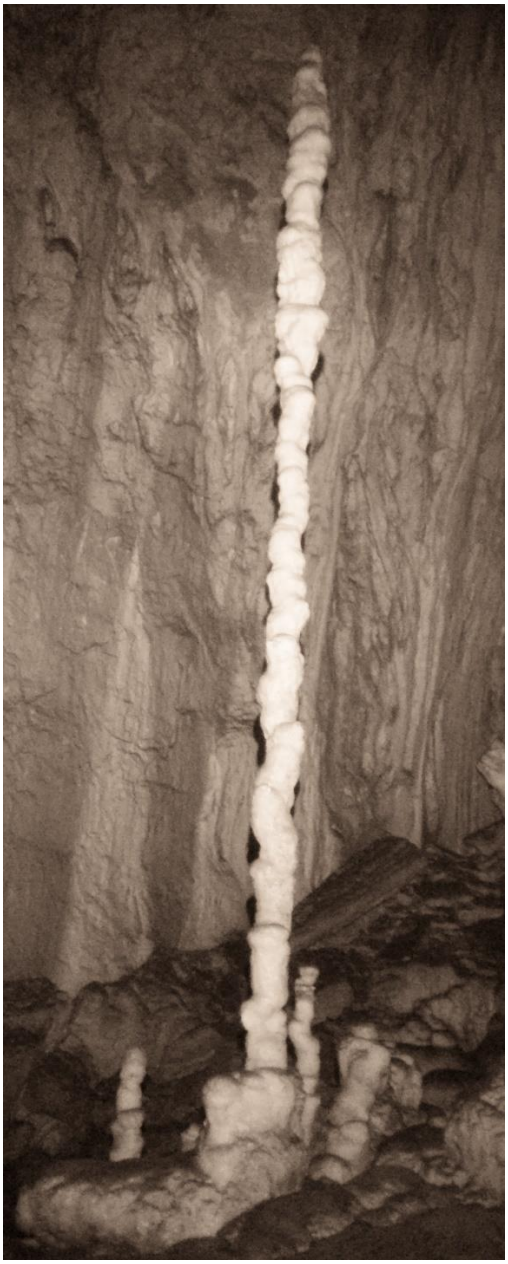
Signatures :

* parent (s) – grand (s) parent (s)– tuteur (s) * le parrain / la marraine

Mes premiers pas en spéléologie

Auteur : Pierre Cuvelier

Septembre 2020



Les Ordons

Préambule :

Les activités physiques de pleine nature permettent de vivre pleinement des expériences individuelles et collectives. Quoique l'on en dise ou on en pense, la spéléologie est une des activités les moins accidentogènes des sports de pleine nature. Que le réseau exploré soit facile ou difficile, horizontal ou vertical, qu'il y ait des rivières souterraines ou non, le spéléologue est un explorateur conscient et responsable. Le débutant encadré par un moniteur, spéléologue expérimenté, pourra progresser à son rythme dans l'apprentissage des techniques et de la connaissance du milieu. La spéléologie peut être pratiquée dès le plus jeune âge. Le débutant ou le spéléologue averti respectera la nature et son environnement, anticipera les obstacles et les difficultés et sera prêt, physiquement, mentalement, techniquement et matériellement. Alors le séjour sous terre restera une expérience épanouissante et inoubliable. La spéléologie c'est aussi l'utilisation de grands espaces, de merveilleux terrains, la maîtrise des risques et de l'autonomie, et enfin l'épanouissement, l'entraide et les émotions partagées, le tout réalisé avec un maximum de sécurité.

Ce manuel illustre le matériel de base du spéléologue et apporte quelques explications sur son usage. Aussi, il apporte quelques informations pour préparer les premières sorties sous terre. Quelques techniques sont expliquées afin de pourvoir évoluer en sécurité lors des premières découvertes du milieu souterrain. La lecture d'ouvrages plus complets permettra aux jeunes spéléos d'apporter des réponses pour aller plus loin.

Pour écrire ce manuel, l'auteur a bénéficié de son expérience personnelle et des différents stages, brevets, conseils des « vieux » spéléo. Il a aussi été chercher des renseignements dans des différents manuels techniques de spéléologie. Les illustrations du matériel sont issues de documents glanés sur des sites commerciaux. Les photos ont été réalisées par l'auteur. Ce manuel est réservé à un usage privé et n'est pas considéré comme un référentiel pour la sécurité en spéléologie.

Table des matières

I. Equipement individuelle du spéléologue 14

1. Le casque : 14
2. La lampe : 15
3. Les vêtements : 16
4. Les bottes ou chaussures : 17
5. Les gants : 18
6. Le baudrier : 18
7. Le MAVC : 19
8. Les longes : 19
9. Le bloqueur ventral : 21
10. Le descendeur : 22
11. Le torse ou sangle de poitrine : 23
12. La poignée pédale : 23
13. Le pantin : 25

II. Equipement collectif 26

1. Les mousquetons : 26
2. Les amarrages : 27
3. Les cordes : 27
4. Les câbles en acier : 28

III. Que dois-je prendre comme collation 28

1. Pourquoi s'hydrater et s'alimenter : 28
2. Avant : 28
3. Sous terre : 29
4. Après : 29

IV. Avant de se lancer 29

1. La notion du groupe : 29
2. Météo : 29
3. Grottes écoles : 29
4. Connaitre la durée de l'activité : 29
5. Evaluation de la difficulté et état physique : 29
6. Renoncer, faire demi-tour : 30
7. Vérification de son matériel personnel : 30
8. Une fois équipé : 30
9. L'éclairage : 30
10. Double check : 30
11. Si ça ne va pas : 30

V. Le BABA du nœud 31

1. L'anse : 31
2. La boucle : 31
3. La ganse : 31
4. La ganse fermée (le double huit) : 31
5. Le nœud de chaise : 32

VI. Découvertes des premières techniques sur corde 33

1. Se mettre en sécurité : 33
2. Se longer : 33
3. Le facteur de chute : 33
4. La clé d'arrêt : 34
5. Descendre à l'aide d'une corde : 35
6. Passage d'un fractionner : 37
7. Monter à l'aide d'une corde : 39
8. Passage d'une main courante : 39

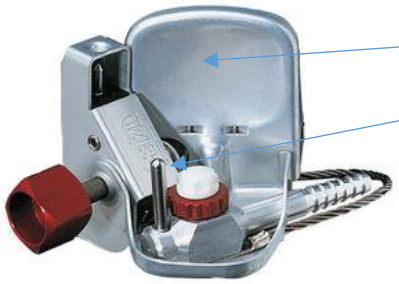
I.Equipement individuelle du spéléologue

1. Le casque :

Le casque sert à protéger la tête des petits chocs et la chute d'objets légers. En aucun cas il ne protège contre la chute d'un gros cailloux, rochés ou d'un spéléologue. Il est important de vérifier que le casque soit bien ajusté et que la jugulaire soit bien fermée. Il serait fâcheux de perdre le casque avec la lampe dans un puits. Il sert aussi comme troisième main pour fixer la lampe. Le casque doit être porté dès l'entrée dans la cavité et jusqu'à la sortie. Certains spéléologues profitent de ce casque pour y placer une couverture de survie.

2. La lampe :

Tête de lampe à acétylène



Réflecteur

Gicleur

Lampe casque à LED

Frontale

Les anciens spéléologues utilisaient des lampes alimentées à l'acétylène. Ce gaz était produit par une réaction chimique entre l'eau et le carbure de calcium. Ces lampes ne peuvent plus être utilisées et sont maintenant alimentées électriquement par des batteries ou des piles. Afin de diminuer la consommation électrique, les lampes à incandescence ont été remplacées par des systèmes utilisant des LED (Light-Emitting Diode). En utilisant des composants électroniques, il est maintenant possible d'avoir des éclairages puissants et avec une autonomie importante. Comme sécurité, il est conseillé d'avoir une lampe de secours autour du cou du type lampe frontale. Pour débuter, il n'est pas nécessaire d'avoir une lampe très puissante, avec une grande autonomie. Elle doit être étanche à -1 mètre pendant 30 minutes (IP 67). Il faut s'assurer qu'elle soit chargée et que les piles ou batteries sont en bon état de fonctionnement. Il est recommandé d'avoir des piles ou une batterie de rechange sur soi ou dans son kit. Se retrouver sans éclairage est fâcheux, dans ce cas il faut compter sur les équipiers. L'entretien de la lampe est important, la nettoyer à l'eau claire après la sortie

permet d'éviter que la boue ne bloque les organes de commande. Recharger les batteries après la sortie est un bon principe à adopter.

3. Les vêtements :

Combinaison spéléo

Sous combinaison

La température dans les grottes correspond à la valeur moyenne annuelle des températures qu'il fait dans la région en surface. Ces températures peuvent varier de quelques degrés à plus de 20 degrés. En Belgique, la température moyenne des grottes est d'environ 12 degrés. En ce qui concerne l'humidité, il y a des grottes de types sèches, mais bien souvent on se trouve dans un milieu très humide en approchant des 100% d'humidité. Pour la pratique de la spéléologie en Belgique, il suffit d'avoir une sous combinaison et une salopette résistant assez bien à l'abrasion. Les fabricants de matériel apportent beaucoup de possibilités pour le confort du spéléologue. Pour commencer la spéléologie en Belgique, un pantalon de sport en toile et deux couches de vêtements qui laisse respirer le corps suffisent. Un autre ennemi du spéléologue est l'hypothermie, cela arrive très peu souvent. Lors d'une longue attente, si le corps est mouillé ou si l'on reste trop longtemps dans de l'eau, la température du corps va baisser. C'est pour cette raison que chaque spéléologue a, une ou plusieurs couverture(s) de survie afin de couvrir un équipier qui présente des symptômes d'hypothermie.

4. Les bottes ou chaussures :

Dans le temps, les bottes étaient très souvent utilisées. Maintenant avec de nouvelles matières utilisées pour fabriquer des chaussures de randonnées, de canyoning, de plus en plus de spéléologues les utilisent. Comme chaussettes, on utilise des chaussons en néoprène de 2 ou 3 mm, c'est très confortable pour maintenir les pieds chauds.

5. Les gants :

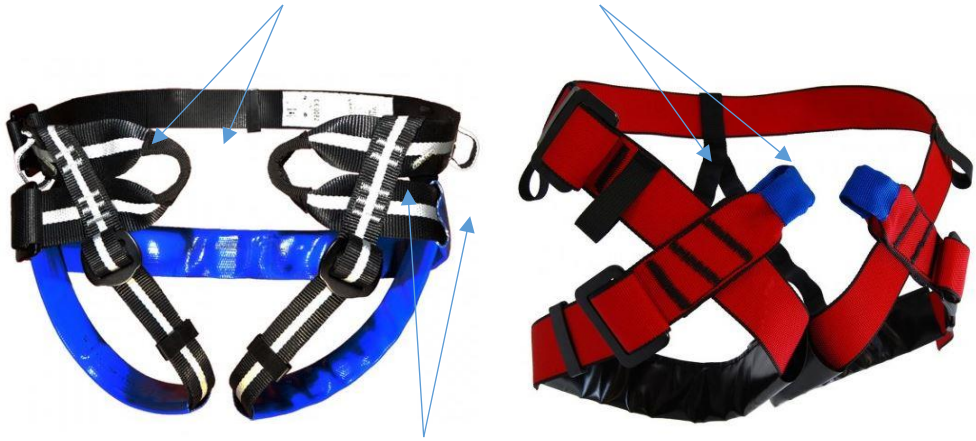
En caoutchouc

En tissu recouvert d'un revêtement anti abrasif

Ils sont là pour protéger les mains lorsque la corde coulisse dans la paume de la main. Ils protègent du froid et des échauffements lors du contrôle de la descente. Ils existent dans des matières plus fines, confortables et efficaces et résistantes à l'usure.

6. Le baudrier :

Boucles de fermeture



Lichettes

C'est le fauteuil du spéléologue. Il doit être confortable et bien ajusté. Le baudrier se ferme en passant les deux boucles dans le MAVC ou le Delta. Il est important de vérifier et contrôler la fermeture du MAVC, sur soi et ses équipiers. Vérifier que toutes les boucles des sangles soient coiffées. Pour ce faire, il faut repasser la sangle dans la boucle afin que l'on ne puisse plus lire l'inscription « DANGER »

DANGER

Un baudrier mal ajusté peut créer des lésions internes lors d'une chute. N'oubliez pas que le baudrier c'est votre sécurité et celle des autres. Des lichettes en sangles permettent d'accrocher des mousquetons et une multitude de matériel pour évoluer avec des cordes. Il ne faut jamais utiliser ces lichettes pour accrocher le descendeur, les longes, tout autre matériel qui est relié à la corde. Pour accrocher le ou les kits de transport, il est recommandé de l'accrocher au MAVC. Ne jamais l'accrocher à une lichette car en cas de chute du kit, la lichette peut casser, alors le kit tombe avec toutes les conséquences fâcheuses, comme la perte du kit dans une étroiture impénétrable, un équipier qui le reçoit sur lui, il faut redescendre le chercher…

Si le baudrier présente des traces d'usures importantes ou qu'il a plus de 10 ans (cas des EPC), il doit être découpé et mis au rebus.

7. Le MAVC :

MAVC à vis Delta auto lock Delta à vis

Le MAVC referme le baudrier. Il permet d'accrocher les longes, le descendeur et le « Croll ». Sa forme dessine la lettre « D », c'est pour cette raison qu'il est aussi appelé « Le Delta ». La partie arrondie du « D » permet que la traction se fasse dans toutes les directions. On peut y accrocher un « kit » avec du matériel. Il fait partie des éléments de sécurité. De temps en temps, il faut contrôler sur soi et sur les équipiers qu'il soit bien fermé. Sur le modèle à visser, il est possible que l'écrou de fermeture tourne de temps en temps ou que l'on oublie de le fermer lorsqu'on l'a ouvert sous terre. Sur certains modèles à vis, il y a une bande rouge qui indique que le doigt n'est pas verrouillé. Le système auto-lock apporte plus de sécurité, bien qu'il faille aussi vérifier la fermeture, le doigt pouvant ne pas être verrouillé, et parfois la boue empêche le système de se verrouiller. Les modèles en alliage d'aluminium « zicral » ne peuvent plus être utilisés.

Lorsqu'il est monté sur soi, le matériel suivant doit être placé de gauche à droite. Les longes, le mousqueton du descendeur, le bloqueur de poitrine « Croll ». La vis de fermeture du MAVC ou l'ouverture du doigt doit être à gauche, on dit qu'il s'ouvre côté cœur.

8. Les longes :

Petite longe

Grande longe

Composées d'un bout de corde d'environ 2 m et de deux mousquetons. Il y a deux longes, une petite et une grande. Pour qu'elles soient bien ajustées, il faut que quand les longes sont accrochées au MAVC, en tirant sur les mousquetons, celui de la grande longe soit en face du front et que le sommet du mousqueton de la petite longe arrive au bas du mousqueton de la grande longe. Ensuite, c'est une question de réglage personnel. Dans la plupart des cas, la petite longe est utilisée pour se vacher dans la ganse fermée de l'amarrage et la grande longe est connectée à la poignée/pédale. Les longes sont réalisées en corde dynamique. Suivant l'utilisation, elles doivent être changées environ chaque année car la corde perd son pouvoir d'amortissement. Si elles présentent des traces de frottement sur la gaine extérieur, il faut les changer. On apportera aussi une attention particulière à l'usure des mousquetons, surtout si les mousquetons sont en alliage d'aluminium. On trouve des longes déjà confectionnées dans les magasins spécialisés. Les confectionner soi-même n'est pas compliqué, de ce fait elles peuvent être faites sur mesure.

Les longes, c'est la vie, n'hésitez pas à les changer.

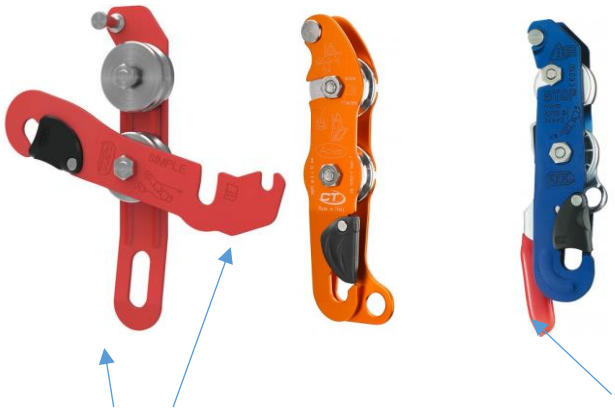
9. Le bloqueur ventral :

Bloqueur ventral « Croll » Bloqueur ventral came ouverte

Il permet de ne pas redescendre sur la corde. Un dispositif mobile en acier muni de picots appelé came, bloque la corde lors qu'il y a un mouvement du haut vers le bas. Pour le désolidariser de la corde, un système de gâchette avec une sécurité, permet de faire pivoter la came vers le bas. Il est utilisé dans l'axe de la corde. Il ne peut pas être utilisé seul pour être suspendu à la corde car il a tendance à sauter de la corde, ce qui pourrait arriver en cas de glissade à un fractionné ou à la rupture d'un amarrage en amont.

Le nom de « Croll » vient de son inventeur, Fernand Petzl, habitant Grenoble et ayant exploré le réseau de la dent de Crolles.

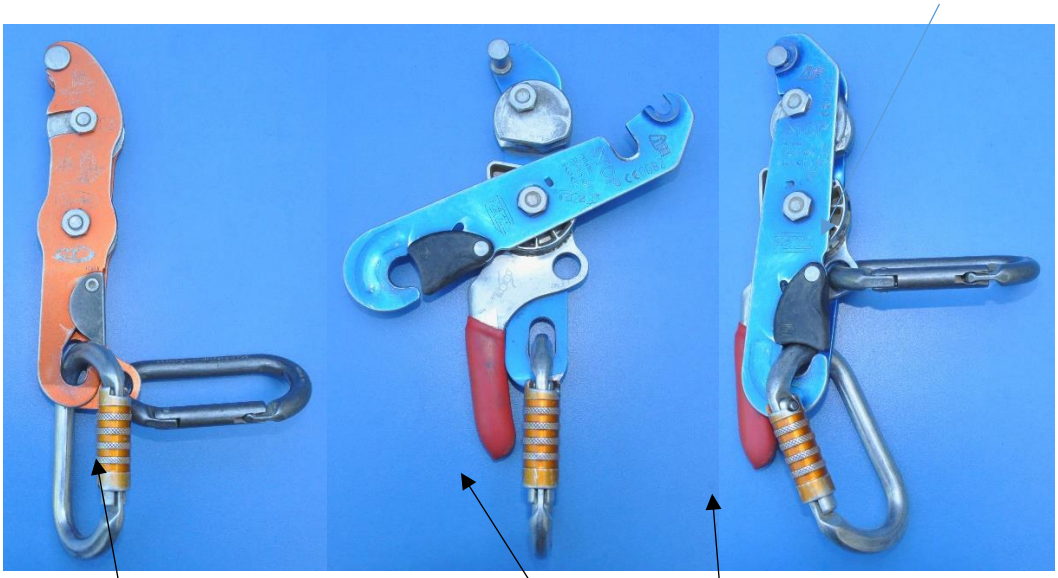
10. Le descendeur :



Descendeur classique

Descendeur avec poignée

Neutralisation



Classique avec mousqueton de frein

Avec poignée

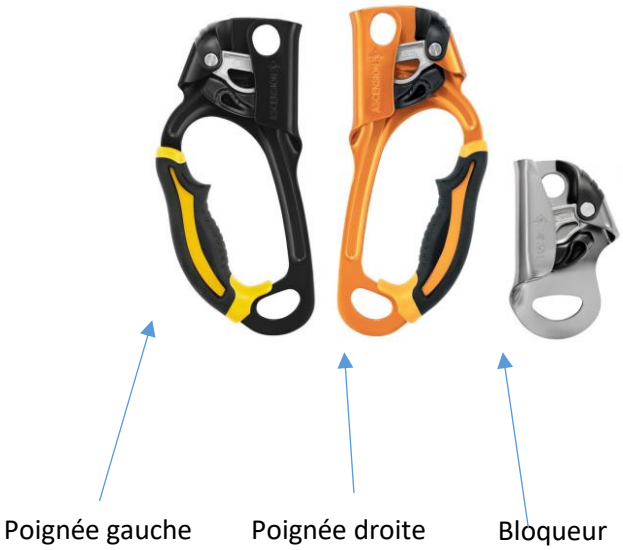
Le descendeur est connecté au MAVC ou « Delta » avec un mousqueton à virole ou auto-lock. Il est toujours au centre entre le « Croll » et les longes. Il est composé de 2 galets fixes sur lesquels la corde va glisser. Le modèle avec un frein à une poignée rouge qui permet de pincer la corde entre les deux galets, ce qui a pour effet d'augmenter la friction de la corde entre les deux galets, jusqu'à l'arrêt de la descente si la corde n'est pas trop boueuse. La poignée rouge permet de libérer le pincement de la corde, elle ne peut en aucun cas être utilisée comme régulateur, c'est pour cette raison qu'elle doit être serrée au maximum pour libérer la corde. Pour ce faire, on empoigne de la main gauche le descendeur et la poignée rouge. Le freinage s'effectue comme pour le descendeur classique, c'est-à-dire le passage de la corde dans le mousqueton en acier. Le rappel du schéma du passage de la corde est indiqué sur la flasque du descendeur que l'on peut voir lorsque le descendeur est monté dans le bon sens. La corde du haut va tourner autour du galet du bas et fait un « S »,

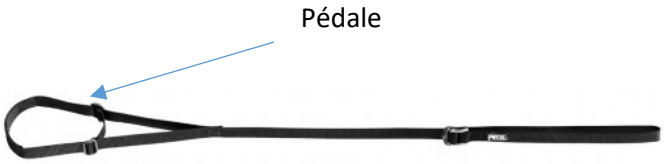
comme le serpent. Elle repasse au-dessus sur le galet supérieur. Pour terminer, la corde passe dans le mousqueton de frein en acier qui est attaché au descendeur, soit dans le trou prévu à cet effet ou au mousqueton qui attache le descendeur au « MAVC ». Ne jamais attacher le mousqueton frein dans le « MAVC », le mousqueton frein peut passer au-dessus du descendeur, c'est ce que l'on appelle le montage en « vertaco ». Il est possible de neutraliser la poignée du descendeur frein en plaçant un mousqueton acier dans le trou prévu, comme sur la photo.

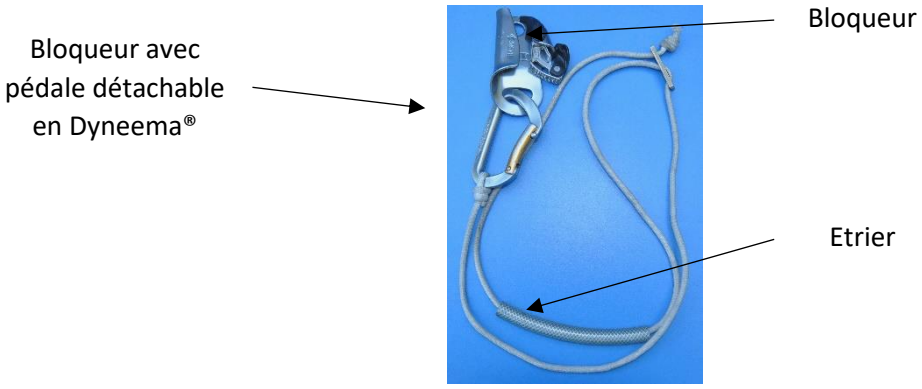
11. Le torse ou sangle de poitrine :

Il permet de positionner verticalement le bloqueur de poitrine. Accessoirement, on peut y attacher quelques petits accessoires, comme un couteau, une cordelette pour faire un Prusik »… On peut y suspendre quelque matériel d'équipement comme des sangles, mousquetons, plaquettes… A la montée, il faut souvent le retendre pour positionner le bloqueur de poitrine contre le torse. Pour le confort lors de la progression normale il peut être détendu.

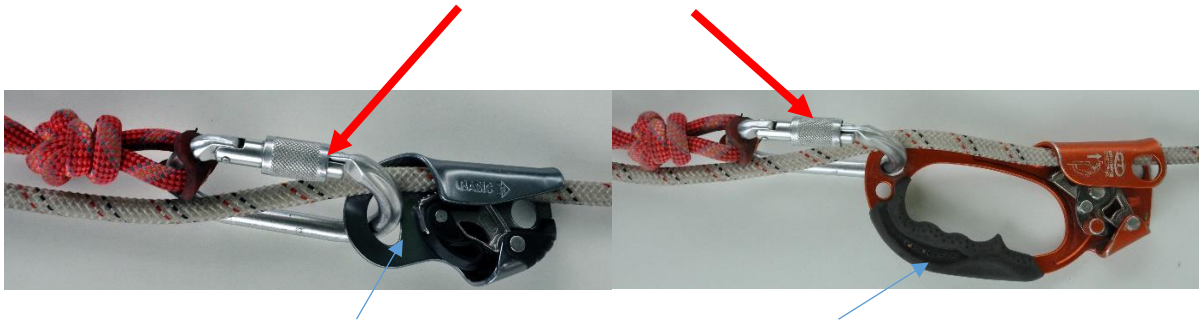
12. La poignée pédale :







Appelé parfois la poignée « Jumar », elle permet à l'aide d'une cordelette avec au bout une boucle qui sert d'étrier. La pédale permet d'aider à faire monter le spéléologue sur la corde en s'aidant des jambes. Elle peut posséder deux étriers, dans ce cas on monte à l'aide des deux jambes, comme une grenouille. En utilisation normale, la poignée est solidaire de la grande longe. Le trou au-dessus de la poignée permet de placer un mousqueton afin d'éviter que la corde libère la came coinceur si la position de la poignée n'est pas utilisée en progression verticale, c'est ce que l'on appelle coiffer la poignée. Une autre technique consiste à crocheter la corde dans le mousqueton de la grande longe, pour la maintenir dans l'axe du bloqueur.



Avec un bloqueur Avec une poignée

La poignée « Jumar » peut être remplacée par un bloqueur.

13. Le pantin :

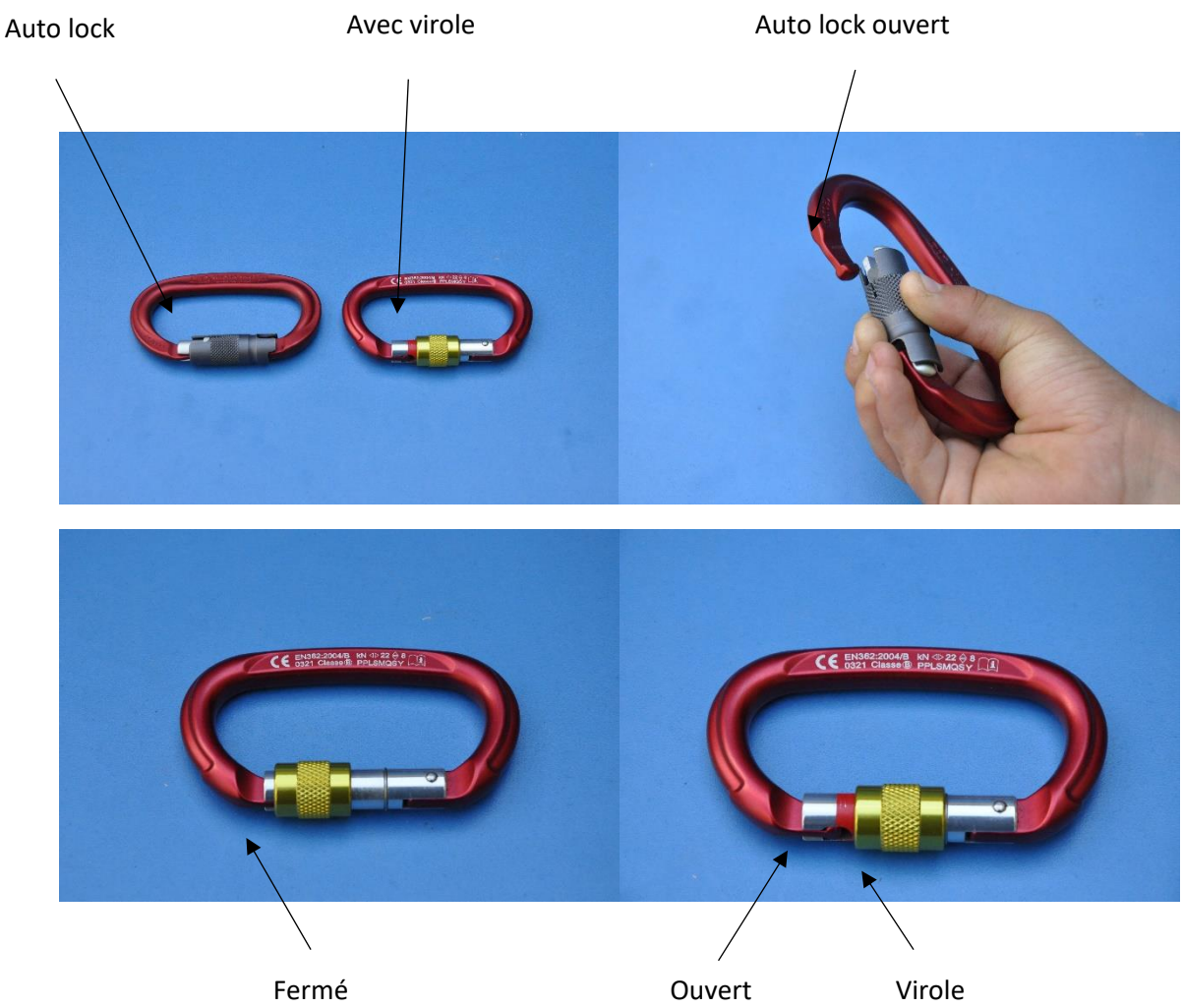
Pantin pied gauche

Came non verrouillable

Le pantin est un accessoire qui se place soit au pied droit ou au pied gauche. Il permet de faciliter l'ascension sur corde en utilisant la technique de l'escalier. Le spéléologue pousse alternativement sur une jambe et puis l'autre, ce qui fait penser à un pantin animé par des ficelles. Il ne peut être utilisé qu'avec une pédale simple. Il est très pratique pour tendre la corde de progression vers le bas afin qu'elle coulisse facilement dans le bloqueur ventral. Lors de la descente ou quand on marche, il est préférable de ne pas le placer au pied, ça use inutilement la sangle qui passe sous le pied. On le range sur le baudrier.

II.Equipement collectif

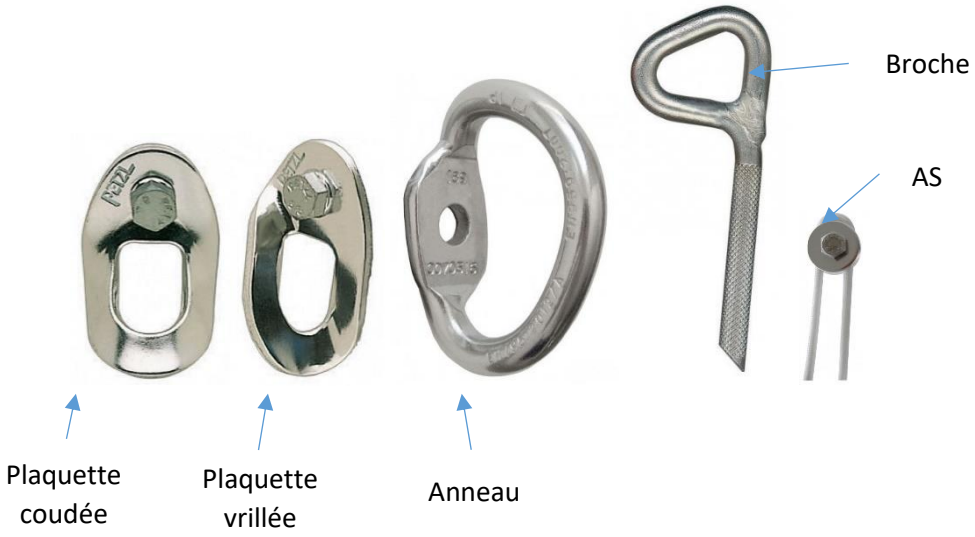
1. Les mousquetons :



Ils peuvent-être en acier ou alliage léger. Il a une kirielle de formes et de couleurs. Il faut les utiliser en fonction de l'usage, des données du constructeur. Ils n'ont pas de date de mise au rebus. Ils doivent être détruits si l'on voit qu'ils présentent des traces d'usures importantes, demandez conseil. S'ils tombent d'une grande hauteur, il faut les considérer comme étant abimés et doivent être détruits. Les mousquetons sont

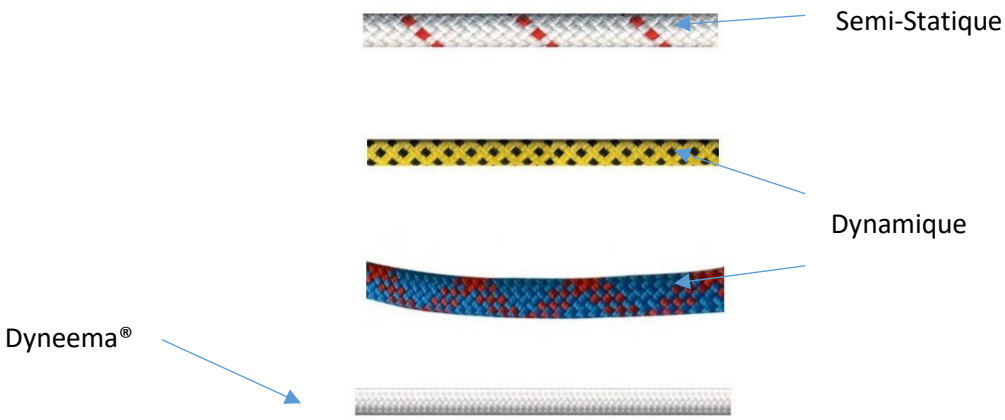
considérés comme des EPC, il est préférable de connaitre l'histoire de leur utilisation. Ne pas utiliser des mousquetons non CE pour la spéléologie ou de fabrication inconnue.

2. Les amarrages :



Ils peuvent être naturels comme une concrétion (stalagmite, colonne, rocher…), un arbre bien vivant inspirant confiance, …ou artificiels comme les plaquettes, les broches, les sangles et tout autre système pour réaliser des points d'encrage artificiels.

3. Les cordes :



Il y a deux grandes familles de cordes utilisées en spéléologie, les semi-statiques et les dynamiques. La gaine des cordes semi-statiques est généralement à dominante blanche, tandis que la gaine des cordes dynamiques est de couleurs vives, colorées. Les cordes pour les équipements de progression sont semi-statiques. Pour les longes, on utilise de la corde dynamique qui permet un amortissement lors de la chute. Les diamètres de cordes les plus souvent rencontrés sont 9 mm et 10 mm. Une attention particulière sera portée lors du nettoyage des cordes, c'est pour cette raison qu'il ne faut pas laver les cordes avec un jet d'eau à haute pression car la pression de l'eau fait pénétrer les cristaux de calcite et les argiles dans la corde, ce qui contribue à la détérioration lente des fibres. Nettoyer les cordes à l'eau claire, sans détergent, ni savon. La bonne pratique, c'est de nettoyer les cordes dès le retour d'activité ou laisser tremper les cordes dans une bassine par exemple. La corde est ensuite débarrassée des boues au moyen d'une petite brosse ou avec un accessoire spiralé, prévu à cet effet. La rincer une dernière fois, la lover et la suspendre à l'ombre pour la faire sécher.

Un troisième type de corde que l'on peut rencontrer sous terre est la cordelette « Dyneema® ». Elle est utilisée essentiellement pour réaliser des amarrages, appelés aussi « AS », ou pour confectionner une pédale.

4. Les câbles en acier :

En acier inoxydable ou galvanisé. Le câble est composé de fils et de torons, l'ensemble forme le câble. Ils sont placés en fixe pour sécuriser une zone fixe. Çà peut être des vires, des rappels guidés, des passages aériens…Dans la pratique de la spéléologie, lorsque le câble est mis en place pour passer une vire, le mousqueton qui coulisse sur le câble doit être en acier. Si vous n'avez pas sur votre matériel un mousqueton en acier, il faut utiliser le mousqueton acier utilisé comme frein au descendeur. Lors de l'utilisation en rappel guidé ou passage aérien, il faut utiliser une poulie double pour l'acier. L'utilisation d'un mousqueton acier pour remplacer la poulie est interdite.

III. Que dois-je prendre comme collation

1. Pourquoi s'hydrater et s'alimenter :

La spéléologie est une activité physique. L'essentiel des pertes d'eau du corps viennent de la respiration, la transpiration et les urines. Les pertes hydriques sur 24 heures peuvent varier entre 2 litres, jusqu'à 5 ou plus litres lors d'une activité sportive. L'effort musculaire consomme deux types de carburants, l'oxygène et les glucides. Le premier est facilement transportable, le deuxième est apporté par l'alimentation. En fonction de la durée et l'intensité de la sortie, il faudra évaluer les quantités de nourritures à prendre. L'hypoglycémie est un faux ami. Si dans le groupe une personne est diabétique, il suffit de le savoir et de connaitre ce qu'il faut faire.

2. Avant :

Mieux vaut avant l'activité manger et boire un peu. Faire « pipi » ou plus, avant de mettre sa combinaison et son baudrier avant d'entrer sous terre.

3. Sous terre :

Deux petites bouteilles d'eau en plastique de 500 ml, des berlingots de jus. J'évite de prendre du matériel qui casse, comme un thermos. Je vérifie que le système de fermeture des bouteilles soit bien étanche. Quelques barres de céréales, fruits secs, mes tartines… J'emballe le tout dans un sac de congélation afin que ma nourriture ne soit pas mouillée. Le tout peut être mis dans un bidon étanche qui sera placé dans un kit de transport. Durant l'activité, je pense à boire un peu de temps en temps. Lors d'arrêt prolongé ou programmé dans l'activité, je mange un peu. Lors des arrêts, j'éviter de me coller à la paroi, rester dans un courant d'air, rester dans les embruns d'une cascade, … de prendre froid. Je garde quelques collations dans le cas où le temps de sortie serait plus long.

4. Après :

Des vêtements de rechange, chaussettes et chaussures. Un essuie et des sous-vêtements, si je suis mouillé. Boire après l'effort est nécessaire, en petite quantité et avec modération suivant le contenu de la bouteille.

IV. Avant de se lancer

1. La notion du groupe :

Pour qu'une sortie sous terre reste de beaux souvenirs, on doit toujours penser que chaque spéléologue évolue individuellement dans un groupe. On prend le temps d'attendre pour garder le groupe le plus homogène. Pour les premières sorties on essaye de garder les mêmes places dans le groupe.

2. Météo :

Pour les premières découvertes le moniteur aura consulté les différents bulletins de météorologie. Il aura choisi une cavité qui n'est pas soumise à des crues. Le jour de l'activité, celle-ci peut être annulée si le risque d'eau qui rentre dans la cavité est jugé dangereux ou inconfortable dès le début de l'activité.

3. Grottes écoles :

Les réseaux écoles sont parfaitement connus et adaptés à l'apprentissage des premières techniques. C'est dans ces cavités que le jeune spéléologue va faire ses premiers pas, premiers rampings, découvertes de la boue et de la verticalité.

4. Connaitre la durée de l'activité :

Pour les premiers découverts sous terre le temps de la sortie sera d'environ 3 à 4 heures.

5. Evaluation de la difficulté et état physique :

Evaluer la difficulté en demandant des informations au moniteur, spéléologue confirmé, sur la cavité que l'on va visiter. Est-on en état physique d'assumer l'activité ?

6. Renoncer, faire demi-tour :

Lors des premières expériences dans la découverte du milieu souterrain on ne sait jamais bien ce que l'on va découvrir. Faire confiance au moniteur, aux spéléologues expérimentés vous permettra de vaincre l'inconnu en toute sécurité. Mais parfois il est nécessaire de faire demi-tour ou de renoncer. Ce n'est pas un échec.

7. Vérification de son matériel personnel :

Avant d'enfiler son baudrier, d'installer sa quincaillerie, il faut vérifier soigneusement l'intégrité de tout son matériel EPI. En effet, avoir un problème sous terre avec sa pédale, baudrier de poitrine, n'impacte pas directement sa sécurité, mais c'est malgré tout à éviter. Une inspection doit être faite de son matériel et de celui des équipiers, l'usure du baudrier, des longes, des mousquetons.

8. Une fois équipé :

A vérifier, la fermeture du MAVC, la fermeture de toutes les boucles du baudrier, que le matériel est correctement positionné. Pour les points principaux, le MAVC est placé correctement (doigt fermant côté cœur), les longes bien à gauche du « Croll », absence de mousquetons non EPI sur soi, baudrier bien ajusté… Vérifier que le « Croll » est monté dans le bon sens (blocage avec la came dans le sens de la montée) et qu'il soit parallèle au ventre.

9. L'éclairage :

Doit fonctionner, batterie chargée et avoir un éclairage de secours sur soi ou sur le casque.

10. Double check :

Une fois qu'on s'est inspecté, on cross-check sa/son/ses partenaires.

11. Si ça ne va pas :

Union Belge de Spéléologie Commission Spéléo Secours

En Belgique, le spéléo secours est parfaitement formé aux différentes techniques pour aider une victime et connait presque toutes les cavités sur notre territoire. Souvent, ce n'est rien de grave, un peu de fatigue, un petit bobo…Il faut juste le temps que l'ensemble des procédures se mette en place et ensuite çà va tout seul. Des entrainements semestriels permettent de garder des équipes prêtes à intervenir dans toutes les conditions. La spéléologie est d'abord un sport d'équipe, il ne faut pas l'oublier.

Comment signaler un accident sous terre

Appelez le 04 257 66 00 (Protection Civile - 5e Unité Permanente d'Intervention - Crisnée). Spécifiez bien "Accident Spéléo". Donnez un maximum de renseignements utiles sans exagération et un numéro de téléphone portable joignable. Attention, parfois le réseau téléphonique est faible ou non joignable, pensez à bien vous positionner. Attendre l'appel du conseillé technique avant de bouger et prendre d'autres décisions. Le temps parait long en cas d'incident, accident, il faut laisser la chaine de commandement du secours se mettre en place.

V.Le BABA du nœud

1. L’anse :

Partie en demi-cercle plus grande qu’un demi-cercle

2. La boucle :

La boucle : ganse croisée

3. La ganse :

La ganse : changement de direction dans la corde ou boucle ouverte non croisée.

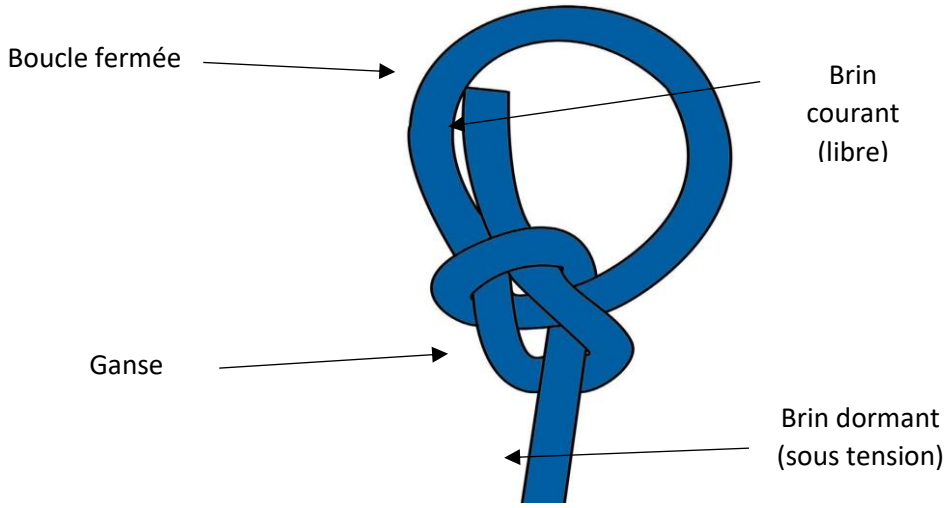
4. La ganse fermée (le double huit) :

Boucle dont les extrémités ne sont pas libres. Exemple, nœud double huit.

5. Le nœud de chaise :

Le brin courant : partie de la corde qui sert à la confection du nœud.

Le brin dormant : partie de la corde que l'on n'utilise pas lorsque l'on confectionne un nœud.



VI.Découvertes des premières techniques sur corde

1. Se mettre en sécurité :

Un des premiers risques en spéléologie est de glisser, de tomber. Je dois toujours assurer mes appuis, mes prises, c'est pour cette raison que je ne saute jamais. Je ne suis pas un bouquetin ! Je vais toujours essayer d'utiliser au minimum trois points, comme :

- Deux pieds et une main
- Deux mains et un pied
- Un pied, une main, un postérieur
- ….

2. Se longer :

Dès que je vois une corde, je me sécurise en crochetant un mousqueton de longe dans la corde de la main courante. Pour passer d'un secteur à l'autre, je crochète d'abord le deuxième mousqueton sur la corde fixée entre deux points avant d'enlever le premier mousqueton.

Quand le spéléologue se longe, il se met en sécurité pour progresser ou s'arrêter dans une zone nécessitant une assurance (main courante, fractionnement…). De façon générale (mais ce n'est pas une règle absolue), la petite longe sera utilisée pour se mettre en tension sur un point de fractionnement, tandis que la grande longe sera utilisée pour se sécuriser en gardant une certaine liberté de mouvement. Le spéléologue se trouve toujours en dessous de l'amarrage, de la main courante afin que le facteur de chute soit inférieur à 1 (voir le facteur de chute). Dans la plupart des situations, la grande longe est toujours accrochée à la poignée. Il est impératif de vérifier que le mousqueton de longe soit correctement fermé et emprisonne la corde de la main courante, la ganse fermée. Le doigt de fermeture du mousqueton de longe doit être tourné vers soi afin d'éviter une ouverture accidentelle de celui-ci en cas de contact avec la paroi. Pour ne pas se tromper, on crochète le mousqueton dans le sens de la paroi vers soi.

3. Le facteur de chute :

En spéléologie on peut simplifier le facteur de chute en disant que c'est le rapport entre la hauteur de chute et la longueur de la longe. Il doit toujours être inférieur à 1. Lors d'une chute, la longe en corde dynamique absorbera une partie de l'énergie avant l'arrêt de la chute.

$$Fchute = \frac{Hchute}{Llonge}$$

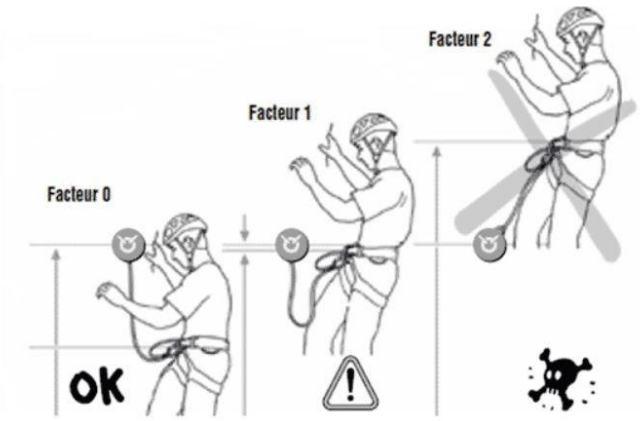
Exemple :

Je me trouve en dessous de l'amarrage : Hchute: 0.3 m / Llonge : 0.5 m $Fchute = \frac{0.3}{0.5} = 0.6$

Je me trouve à la hauteur de l'amarrage : Hchute: 0.5 m / Llonge : 0.5 m $Fchute = \frac{0.5}{0.5} = 1$

Je me trouve au-dessus de l'amarrage : Hchute: 0.7 m / Llonge : 0.5 m $Fchute = \frac{0.7}{0.5} = 1.4$

L’illustration suivante montre où le spéléologue est en facteur de chute supérieur à 1.



La rupture d’un factionner sur la corde de progression n’est pas expliquer dans ce manuel.

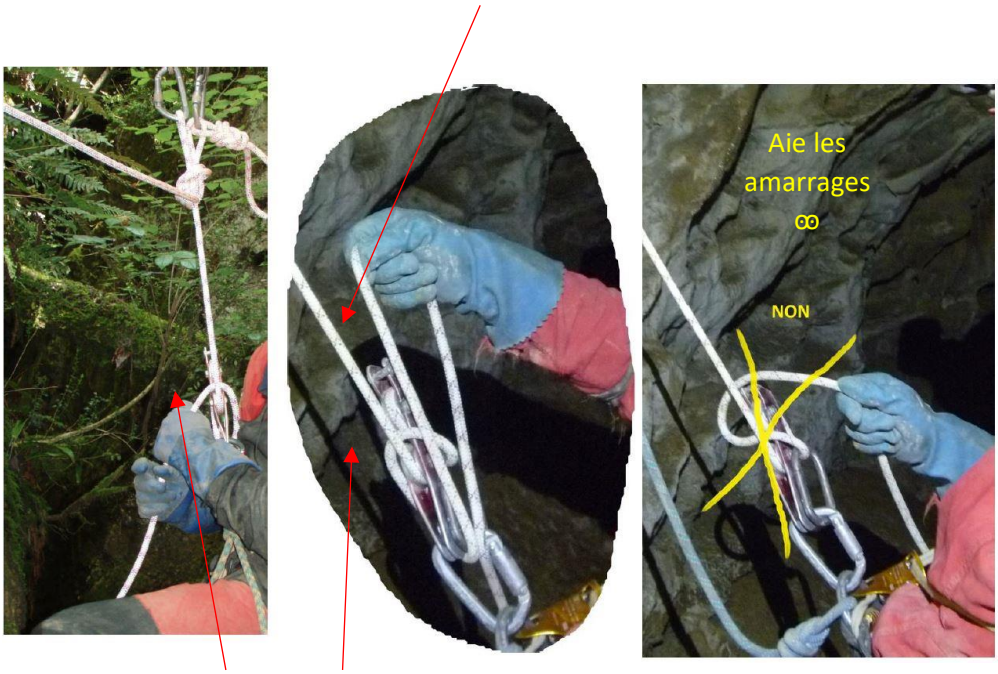
4. La clé d’arrêt :

La clé d’arrêt est une technique qui permet de s’immobiliser sur la corde afin de libérer ses mains, exemple pour équiper. Cette technique n’est pas un moyen d’assurance lors d’un passage de fractionnement car en cas de chute, il y a un risque de déformation du descendeur. Comme la longueur de corde chargée est petite, en cas de rupture d’amarrage, la force du choc serait élevée. Pour le passage d’un fractionnement, on se limite à la demi-clé.

- Je place la corde qui descend dans le puits dans le descendeur et je le referme
- Ensuite, je passe la corde dans le mousqueton de freinage.
- Je prends la corde sortant du mousqueton de freinage dans la main droite.
- Je tire sur la corde de la main droite pour que le descendeur soit le plus près possible du nœud de l'amarrage, on dit que l’on avale le mou.
- Je passe la corde qui sort du mousqueton frein entre la corde qui vient du haut et le descendeur, on dit que l’on fait une demi clef.
- Je fais une ganse avec la corde en la passant dans le mousqueton qui relie mon descendeur à mon MAVC. Ensuite, avec la ganse, je viens coiffer le descendeur, on dit que l’on fait une clef complète.
- Je suis en sécurité

Pour défaire la clé d’arrêt, je procède en sens inverse. Je tiens toujours de la main droite la corde qui sort du mousqueton frein. Avec la main gauche, je viens serrer la corde venant du haut et le descendeur. Je peux utiliser mes deux mains pour libérer la demi clé. Il est important que lorsqu’on libère la corde de la demi clef, la corde soit maintenue en tension avec la main droite ou les deux mains. On ne lâche en aucun cas la corde de la main droite.

Clef complète



Demi-clef

Je continue ma descente en la contrôlant.

5. Descendre à l'aide d'une corde :

Descendre dans des puits, c'est se régaler en gérant parfaitement la glisse tout en prenant le temps de regarder autour de soi.

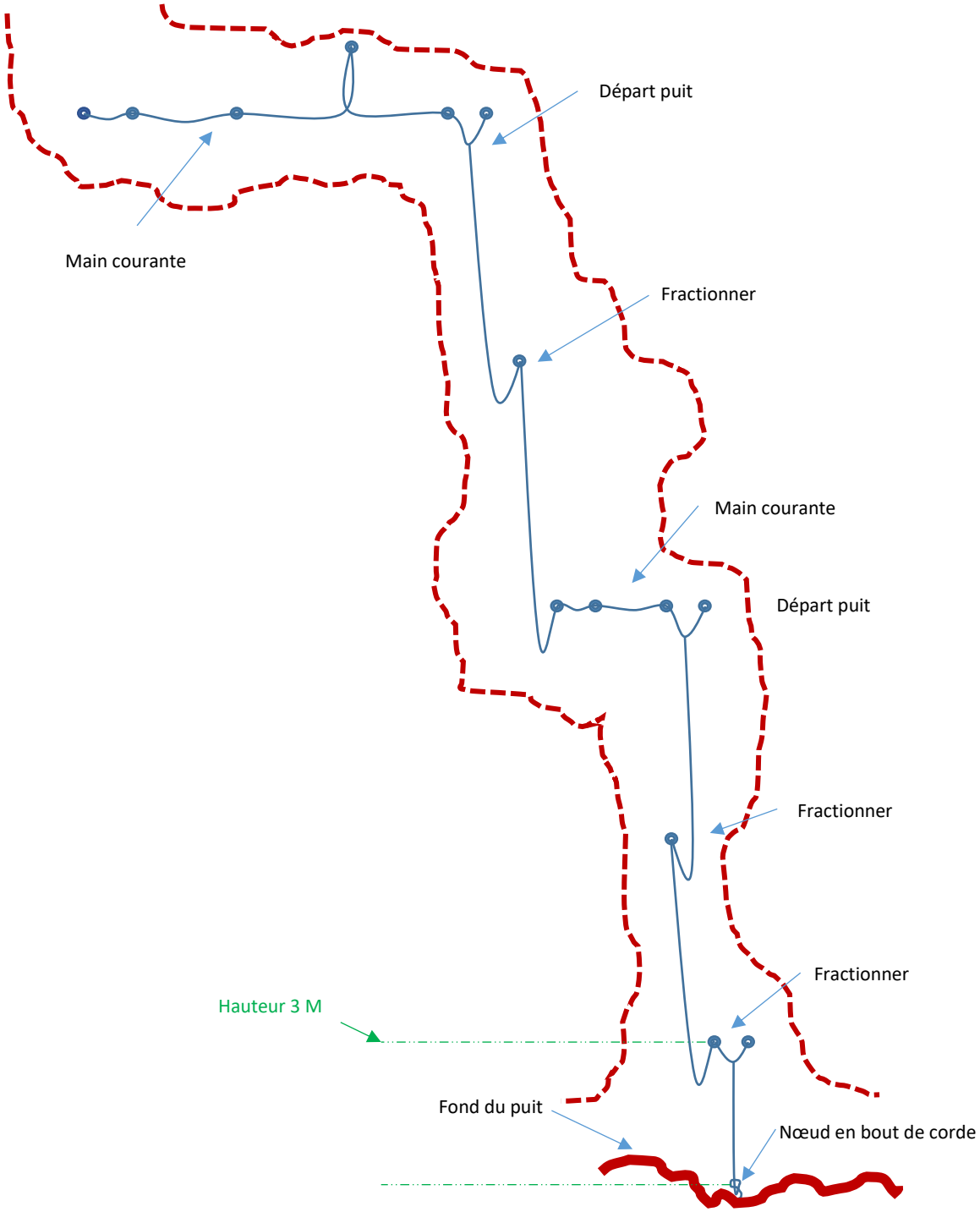
- Départ du haut d'un puits, accès aisé sur margelle :
- Je suis longé sur la main-courante d'approche.
- Je place mon descendeur sur la corde qui descend dans le puits (le plus près possible du nœud de l'amarrage), je le referme. Ensuite, je passe la corde dans le mousqueton de freinage.
- Je prends la corde sortant du mousqueton de freinage dans la main droite.
- Je tire sur la corde tenue dans la main droite, remonte le descendeur vers le nœud d'amarrage, on dit que l'on avale le mou.
- Je passe la corde qui sort du mousqueton frein entre la corde qui vient du haut et le descendeur, on dit que l'on fait une demi clef.
- Je vérifie que mon descendeur est correctement monté et positionné. Je m'assois doucement dans mon baudrier pour mettre en tension la corde.
- Je retire la demi clef en gardant bien la corde sortant du mousqueton frein dans ma main droite. Cette manœuvre peut se faire avec les deux mains si nécessaire.
- Je me délonge de la main gauche.
- J'entame la descente en abaissant ma main droite qui tient la corde, l'autre main reste disponible au cours de la descente. Je peux aussi utiliser les deux mains pour faire coulisser la corde qui sort du mousqueton de frein.
- Je régule ma vitesse en montant ma main pour freiner ou en l'abaissant pour accélérer. Ne jamais mettre une main sur la corde au-dessus du descendeur. C'est une erreur à corriger c'est la main en aval du descendeur qui est déterminante pour le freinage.
- Plus l'angle formé par la corde dans le mousqueton de freinage est fermé, plus le freinage est efficace.
- Arrivé en bas du puits je n'oublie pas de me longer s'il y a une main courante. Je retire la corde du descendeur et je crie « libre ».
- Si je dois passer un factionné, j'attends d'avoir commencé la descente sur le tronçon suivant pour crier « libre ».
- Je ne reste jamais en-dessous d'un puits car il peut y avoir des cailloux qui tombent, je reste en sécurité en haut du puits.

6. Passage d’un fractionner :

- Au niveau du fractionnement, je m'arrête (main droite haute, au besoin en saisissant la corde venant du haut).
- Je place le mousqueton de ma petite longe avec ma main gauche dans la ganse fermée reliée par un mousqueton à l'amarrage. Si l’amarrage est double, il faut que mon mousqueton de longe prenne les ganses. En fonction des situations on pourrait se vacher dans le mousqueton d’amarrage ou dans la ganse la plus courte. Cette situation est à éviter et doit être évaluée. Se vacher dans la où les ganses fermées de la corde permet d’éviter d’ajouter un élément supplémentaire à la chaine de sécurité.
- Si nécessaire, je me vache avec ma grande longe dans l’anse de la corde venant du dessus.
- L'usage de cette grande longe permet une progression plus sécurisante pour les débutants ou pour un passage de fractionnement délicat. En effet, lors du retrait de la petite longe, s'il y a une erreur avec le placement du descendeur, de manipulation ou d’une prise de pied qui glisse, le spéléologue qui lâcherait la corde du descendeur se retrouverait pendu sur sa grande longe et non pas en chute libre vers le bas du puits.
- Je poursuis ma descente pour venir en tension sur ma petite longe,
- Je retire la corde du mousqueton de freinage, puis du descendeur,
- Je replace mon descendeur et mon mousqueton de freinage sur la corde au-dessous du fractionnement, le plus près possible de l'amarrage ("avaler le mou"), je fais une demi clef (voir clé d’arrêt).
- Je vérifie que mon descendeur est correctement monté et positionné. Je m'assois doucement dans mon baudrier pour mettre en tension la corde qui vient du haut.
- Je me soulève pour retirer ma petite longe de la main gauche.
- Comment me soulever pour me délonger ?
    - En utilisant les aspérités de la paroi, ou en opposition entre deux parois
    - En posant le pied (ou le genou) dans la boucle de la corde venant du dessus
    - Si nécessaire, en utilisant ma pédale accrochée à ma poignée.
- Je remets doucement mon poids sur le descendeur.
- Je retire la demi clef en gardant bien la corde tendue sortant du mousqueton frein dans ma main droite. Cette manœuvre peut se faire avec les deux mains si nécessaire.

- Si j’ai utilisé ma grande longe pour me sécuriser dans l’anse de la corde venant du dessus, je n’oublie pas de la retirer. Je lâche le nœud d'amarrage en gardant bien la corde servant à la descente dans ma main droite.
- Je poursuis ma descente prudemment en appréciant le paysage.

Exemple de placement d’une corde de progression

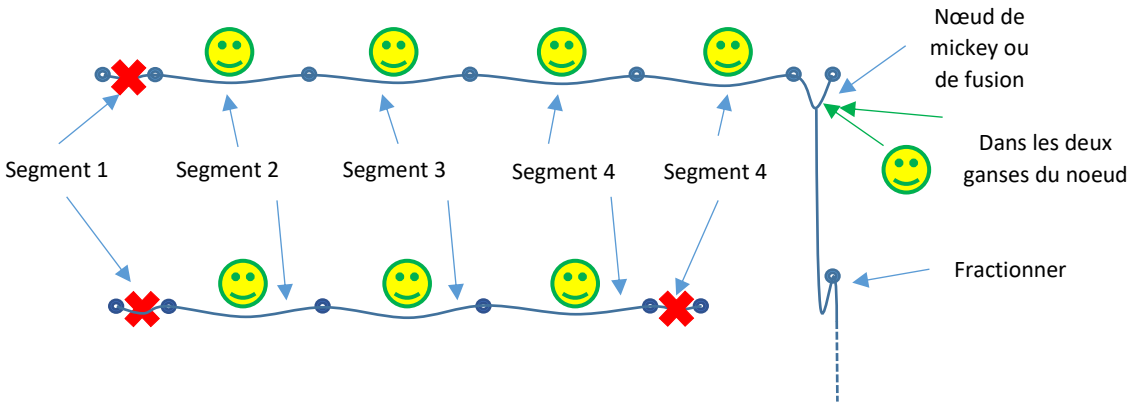


7. Monter à l'aide d'une corde :

- Je place ma grande longe sur ma poignée/pédale ou bloqueur/pédale. La grande longe et la poignée est souvent un couple inséparable.
- Je place ma poignée sur la corde. Et ensuite mon bloqueur de poitrine « Croll »
- A l'aide de la pédale, je pompe pour mettre sous tension la corde qui vient du haut.
- Je monte ma poignée/pédale d'environ 40 cm. Je pousse sur ma jambe pour amener mon « Croll » contre ma poignée/pédale.
- Pour faciliter le glissement de la corde dans le « Croll », j'essaye d'avoir le dos droit, si nécessaire je resserre un peu mon harnais de poitrine. Après avoir décollé du sol, je place la corde qui va vers le bas sur l'extérieur du pied qui se trouve dans l'étrier de la pédale.
- Je n'oublie pas que je monte avec la force des jambes et pas des bras.
- Avec une main, je dois parfois aider la corde à coulisser dans le « Croll ».
- Je regarde le paysage et je poursuis mon effort jusqu'au prochain fractionnement.
- Arrivé au fractionnement, je me vache avec ma petite longe dans la ganse fermée reliée par un mousqueton à l'amarrage. Si l'amarrage est double, il faut que mon mousqueton de longe prenne les deux ganses. En fonction des situations on pourrait se vacher dans le mousqueton d'amarrage ou dans la ganse la plus courte. Cette situation doit être évaluée. Se vacher dans la où les ganses fermées de la corde permet d'éviter d'ajouter un élément supplémentaire à la chaine de sécurité. Je fais attention qu'il reste un espace d'environ 4 doigts entre le haut de ma poignée et le nœud de l'amarrage.
- Je place ma poignée sur la corde qui vient du haut.
- J'enlève mon « Croll » et je le replace sur la corde qui vient du dessus si la montée continue.
- Je vérifie qu'il n'y a pas de touillette avec la longe de la poignée et la corde de progression. Un moyen simple pour éviter les croissements de matériel est de penser de passer mon matériel entre moi et la corde de progression.
- Je continue ma montée. Au niveau du fractionnement que je passe, je retire ma longe, et je poursuis mon effort jusqu'au prochain fractionnement.
- En sortant du puits, je fais attention de ne pas faire tomber des petits des cailloux vers le bas.

8. Passage d'une main courante :

Une main courante est l'équipement d'une corde horizontale qui permet de franchir une vire, une margelle, accéder au départ d'un puit, le passage d'une paroi oblique ou verticale.



- Une main courante c'est un début d'une corde ou un changement de direction dans la progression.
- Une main courante commence et se termine toujours par deux points d'encrage.
- Je crochète de préférence le mousqueton de ma petite longe dans le deuxième segment de la corde.
- Je ne peux pas me longer dans le premier segment qui se trouve entre les deux premiers amarrages (danger).
- Avec l'autre longe, je crochète le mousqueton dans le segment suivant et ainsi de suite.
- Arriver au bout de la main courante, je ne me longe pas dans le dernier segment.
- Si c'est un départ de puit, j'applique la règle pour se longer en tête de puit. Soit se vacher en prenant les deux ganses du nœud de mickey ou si les ganses ne sont pas trop longes dans la ganse la plus courte. Evaluer l'état de l'amarrage où je vais crocheter la ganse.

Si je n'ai pas de margelle, pour faciliter mon déplacement de segment en segment je procède comme suit :

- Bien assit dans le baudrier, j'essaye de garder les jambes tendues, bien appuyée contre la paroi.
- Pour aller à droite, je pousse sur ma jambe gauche pour me déplacer vers la droite.
- Je cochette mon mousqueton de longue dans le segment à droite.
- Je pousse sur ma jambe droite pour retirer le mousqueton de longe du segment précédant.
- Et je continue ainsi de suite. Je m'aide des bras pour tirer sur le segment.
- Je dois toujours laisser un segment de libre entre deux spéléologues.
- C'est à force de passer des mains courantes et de pratique que l'on trouve des trucs, il n'y a pas de secret.

début

Elément irréprochable, qu'est-ce que c'est ?

1 : notion générale :

En spéléo , un élément irréprochable est un élément ou une chaîne d'éléments reliant un ancrage au spéléo et sur lequel celui-ci peut se suspendre et confier sa sécurité sans aucune ambiguïté.

On va considérer en première approche que la limite inférieure de résistance d'un élément irréprochable devrait être celle du corps humain. Même raisonnement pour les systèmes d'absorption de force choc, qui sont conçus de telle sorte à réduire la force choc d'une chute à une valeur compatible avec celle du corps humain. Cette dualité résistance des éléments et système d'absorption des chocs rend l'ensemble irréprochable.

En fonction de tests effectué il y a de nombreuses années par l'armée américaine, il semble que dans l'absolu, la résistance maximum du corps humain se situe aux alentours d'une « force choc » de 1500kg/force (15 kN). Une force choc supérieure doit absolument être évitée sous peine du risque de causer des traumatismes importants.

Par principe, pour pouvoir fabriquer des équipement de protections efficaces, c'est-à-dire garder l'intégrité physique d'un utilisateur lambda intact, un coefficient de sécurité est appliqué. Coefficient de sécurité qui servira à créer des normes que chaque fabricant sera tenu de respecter. La cohérence des normes entre résistance minimum des ancrage et force choc maximum subi sur ledit ancrage doit être assurés. Ca ne servirait à rien de par exemple garantir une force choc max de 600 daN ou 600 kg/force) par un système d'absorption de choc, si un des éléments de la chaine d'amarrage casse à une force choc inférieure.

On va donc considérer que pour pouvoir être classé irréprochable, chaque élément d'équipement doit garantir de résister à une force choc de minimum 10kN et que les systèmes d'absorption de la force choc doivent garantir une force chocs de max 6kN. Un élément d'amarrage dont on ne peut pas avoir une certitude absolue devra être systématiquement doublé. Bien entendu on fait entrer dans l'équation les techniques de progression, qui doivent elles-aussi garantir la sécurité du spéléo.

En EPC (**E**quipement de **P**rotection **C**ollectif) et EPI (**E**quipement de **P**rotection **I**ndividuel), coexiste des normes en vigueur dans le milieu professionnel et sportif, qui ne seront pas forcément en tous points identiques. Dans le milieu sportif s'ajoute par exemple les recommandations de l'UIAA (**U**nion **I**nternationale des **A**ssociations d'**A**lpinisme), car il est vrai qu'il y a des différences parfois notables entre les règles d'utilisation professionnelle et sportive d'un EPC et EPI.

Ceci étant précisé (et c'est important, on le verra plus loin), un EPC ou EPI doit correspondre à des normes communes qui définissent, entre autres points communs, une « force choc » max admissible de 6kN, ou 600daN pour les systèmes d'absorption des chocs.

Bien entendu, l'idéal est de faire en sorte lors de l'utilisation d'éviter les risques d'exposition à un important facteur de chute et donc à une force choc importante et/ou d'exposer le matériel au risque de le faire travailler dans des conditions pour lequel il n'est pas conçu. Il est possible d'atteindre cet objectif en maîtrisant bien l'art de l'équipement et en respectant les règles de progression et/ou d'(auto)assurage sur corde.

Ce qui fait du spéléo un élément important dans la chaine de sécurité. Son comportement devrait lui-aussi être irréprochable, mais un humain reste un humain et un humain, c'est faillible ! En aucun cas un humain ne peut être considéré comme élément irréprochable.

Et pourtant, certaines techniques dites « légères » flurtent parfois aux limites du concept sécurité…

De quoi parle t'on ?

Essayons d'y voir clair :

Les différents types d'EPC et EPI:

- Textiles.
- Quincaillerie métallique.
- Facteurs comportemental, formation, utilisation.

Les différentes catégories :

- A - Le matériel de progression et de sécurité collectif, EPC
- B - Le matériel de progression et de sécurité personnel, EPI
- C - Les amarrages (types d'ancrage)

Trois classes de protection

Classe 1 :

protègent contre les risques légers (lésions réversibles et superficielles), par exemple des gants, les masques de plongée. Le matériel doit porter le marquage CE

Classe 2 :

protègent contre les risques graves (lésions irréversibles), par exemple les casques, les vêtements de plongée. Le matériel doit porter le marquage CE plus l'année de fabrication (CE 05)

Classe 3 :

protègent contre les risques mortels, par exemple les cordes, les connecteurs, les détendeurs. Ce type de matériel doit porter le marquage CE plus l'année de fabrication, plus le numéro du laboratoire agréé certificateur (CE 05 999).

A) Matériel de progression et sécurité collectif :

Même si ça sort un peu du cadre, il est important de rappeler avant tout que la mise à disposition de matériel collectif en parfait état est une obligation pour tous les clubs, ainsi que pour les cadres fédéraux. Et ce, quel que soit le sport, par ailleurs.

Les clubs ont la responsabilité du maintien en état du matériel collectif mis à la disposition des membres, ou assimilés. En ce qui concerne la gestion des EPI mis à disposition des membres (mutualisation) et EPC, Il est recommandé la mise en place d'un registre de suivi du matériel, qui formalise le cas échéant les contrôles effectués, ainsi que la périodicité de ceux-ci.

Ce registre comporte les « fiches de vie » (fiches de suivi) et les « notices fabriquant » pour chacun des éléments du matériel mis à disposition des membres. D'autre part, il est nécessaire d'avoir au sein de chaque club une « personne compétente » désignée officiellement.

Il faut en général éviter l'achat et/ou l'utilisation de n'importe quel EPI ou EPC d'origine inconnue ! (matériel d'occasion trouvé sur « le bon coin », imitation « chinoise » venant d'aliexpress, et autres…)

1 - Textiles

a) Les cordes

début

Il existe différents types de cordes, possédant chacune des caractéristiques les spécialisant dans une discipline particulière.

Les cordes utilisées en spéléologie sont de type « semi-statique », conception adaptée aux exigences de l'activité. C'est-à-dire la progression sur corde.

Deux catégories sont homologuées et normées et peuvent être considérées comme irréprochables. Corde de Type A* et type B*. Il existe également un troisième type de corde, le type L* (pour léger).

Comme conditions d'irréprochabilité, une corde devra bien entendu également être en bon état, pas de « tonche », pas de marque d'usure, effilochage, pas souillée avec des produits chimique, par exemple marquage des cordes uniquement avec feutres adapté sans solvant. Le nœud pratiqué sur la corde devra être conforme à la situation, reconnu et validé.

La durée de vie d'une corde est de 10 ans max, ou 5 ans d'utilisation. En pratique il est souvent très difficile d'estimer la durée d'utilisation effective d'une corde. Dans un club, la durée de chômage d'une corde est important et de ce fait on peut raisonnablement considérer une durée de vie par défaut de 10 ans d'utilisation en bon père de famille, sauf cas exceptionnel.

A remarquer que certains manufacturiers acceptent le déclenchement de la durée de vie à partir de la première utilisation. Ce qui d'un côté prolonge la durée de vie potentielle (corde neuve stockée plusieurs mois avant la première utilisation) par contre rend plus tendu le suivi de la vie de la corde.

Irréprochable :

-Type A : La plus résistante, adaptée aux collectivités et charges lourdes. Correspondance à la Norme EN 1891A

-Type B : Moins résistante et plus sensible que le type A, par contre plus légère et moins encombrante. Sera plutôt réservée aux expéditions et/ou sorties club. Correspondance à la Norme EN 1891B

Standards Characteristics	EN 1891 Type A	EN 1891 Type B
Characteristics	Ropes intended for use as safety ropes for working at heights (in combination with the relevant equipment) and as rescue ropes. Diameter 8.5–16 mm. Test weight dynamic test 100 kg.	Ropes of smaller diameter and lower strength than Type A. Test weight dynamic test 80 kg. Usually used in combination with specially developed abseiling equipment according to EN 341 (Descenders).
Diameter	Ø 8.5 to 16 mm	Ø 8.5 to 16 mm
Capacity for knotting	k < 1.2 D	k < 1.2 D
Sheath Slippage	**≤ 30 mm**	**≤ 15 mm**
Dynamic Performance	**M = 100 kg** 2 m rope, 0.60 m fall **F < 6kN**	**M = 80 kg** 2 m rope, 0.60 m fall **F < 6kN**
Static Strength without Termination	**≥ 22 kN**	**≥ 18 kN**
Static Strength with Termination	**≥ 15kN**	**≥ 12kN**
Extension at 150kg	≤ 5%	≤ 5%

Pourquoi des cordes de type B, alors que celles du type A sont plus résistantes ?

L'intérêt est clairement un gain de poids et d'encombrement. Le but étant d'améliorer l'efficacité du transport de cordes en expédition. la diminution du diamètre de la corde se faisant sur sa surface la plus grande, une petite variation de diamètre aura comme résultat une grosse diminution du couple poids/encombrement.

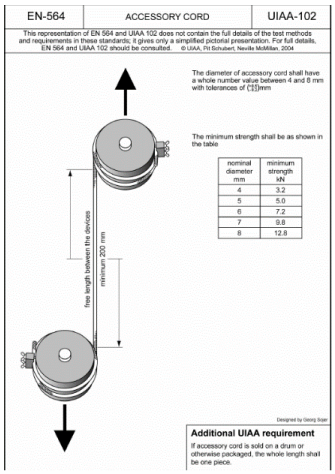
N'est pas irréprochable:

-**Corde de type L** ou cordelette. Correspondance à la norme EN564.

Le fait de placer la corde de type L dans le matériel non irréprochable (en tout cas en Belgique) est un choix de l'auteur de ces lignes et va en faire réagir plus d'un, mais :

C'est en France qu'est apparu le type L, à l'initiative des spéléos.

Le but est bien entendu un énorme gain de place et de poids. Une cordelette de 8mm est 20% plus légère qu'une 9mm, mais c'est surtout le gain de volume qui est appréciable. A volume équivalent, la capacité de transport augmente de 60%.



Caractéristiques		Unités
Poids	14	g/m
Résistance	12 (en simple)	KN
	14 (à double)	KN
Diamètre	5	mm

Par contre, à strictement parlé ce type de corde ne peut pas être considéré comme élément irréprochable, étant donné que l'irréprochabilité est dans ce cas-ci déterminée par d'une part le couple spéléo/corde et non pas par la corde seule et d'autre part le coefficient de sécurité diminue factuellement de trop. Rappelons le autant de fois que nécessaire, un humain est par nature faillible, c'est-à-dire que **par sa nature même, l'humain fait des erreurs et ne peut jamais être considéré comme élément irréprochable de sécurité**. Lors d'une analyse de risque, une barrière de sécurité pourra être une procédure ou une méthode, mais pas la mise en œuvre de celles-ci.

En supposant l'usure de la totalité de la gaine, d'une épaisseur de 1mm, sur une corde de 10mm de diamètre (5mm de rayon):

La section passe de $(\pi \cdot (5)^2)$mm² à $(\pi \cdot (4)^2)$mm²

Soit un abaissement de 36% de la résistance. Elle passe de 2500 daN à 1600 daN, valeur encore importante.

En supposant l'usure de la totalité de la gaine, d'une épaisseur de 1mm, sur une corde de 8mm de diamètre (4 mm de rayon):

La section passe de $(\pi \cdot (4)^2)$mm² à $(\pi \cdot (3)^2)$mm²

Soit un abaissement de 44% de la résistance. Elle passe de 1800 daN à 1000 daN seulement.

L'humain n'étant pas irréprochable, on double la sécurité grâce au « partner check ». D'usage courant en escalade, devrait être systématique également en spéléo. Et ceci avant et pendant l'activité, à chaque instant lors de la progression. A tout moment une erreur humaine peut être commise, par chaque équipier, quel que soit son niveau.

Qui parmi les organisateurs de sortie club ou régionale, n'a jamais constaté une corde, pourtant neuve au départ , tonchée à mort au bout de deux jour, ou « cirée » pour cause d' échauffement ?

Techniquement parlant, une corde de type L reste une cordelette, ni plus ni moins. Pour obtenir le label « type L » la manufacturier lui fait subir un test en dynamique dans le respect d'un cahier des charges établi par les spéléos français et reconnu par leur assureur, ce qui leur permet de justifier l'utilisation de cette corde, **dans des conditions particulières**. Mais quand est-il en Belgique, aux yeux de notre assureur? espérons ne jamais avoir à connaitre la réponse…

Car, insistons sur le fait que même estampillée type L, le fabriquant ne s'engage pas plus loin que la norme EN564 et que à ma connaissance il n'y a pas d'accord avec les assureurs belges concernant une exception à l'utilisation d'un EPC . **Ce type de corde est donc utilisable, mais à réserver exclusivement à des équipes spéléo expérimentées et dans un cadre strict d'utilisation et ne doit certainement jamais être utilisée dans un cadre collectif.**

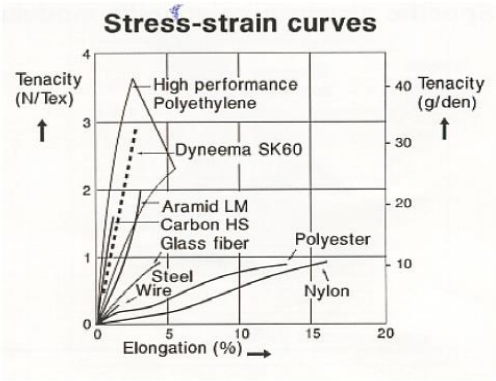
Notre club ne devrait pas avoir de corde de type L dans son matériel collectif, le risque étant qu'elle soit utilisée à mauvais escient ou par des spéléos non avertis. Il faut au minimum les placer à l'écart et/ou les garder sous clés avec conditions strictes d'accès et d'utilisation. (qualification des utilisateurs) et d'utilisation (c'est-à-dire quand le jeu en vaut vraiment la chandelle).

Cas particulier : Cordelette Dyneema.

début

La **cordelette** 5mm Dyneema dans sa déclinaison moderne est régulièrement utilisée en spéléo dans des applications qui sont normalement interdites à du matériel non EPC. A savoir assurer la sécurité. Pourquoi ?

Parce que la fibre synthétique à la base de sa fabrication est tout à fait particulière et lui confère des propriétés de résistance mécanique et à l'abrasion tout à fait extraordinaire en ratio diamètre/résistance.



Glass fiber : fibre de verre
Steel wire : fil d'acier

Caractéristiques	Dyneema	Aramide	Nylon	Unités
Densité	0.97	1.44	??	g/cm^3
Allongement maximum	3.5	3.7	16	%
Force de rupture	2.9	2	1	N/Tex

Nœud de fermeture	Traction Glissement daN	Traction Rupture daN	Facteur 0,5 Nb de chocs tenus	Force choc daN (1er choc)
Vache plein poing	200	498 (Echappe)	1 (Glissement)	420
Huit plein poing	806	1054 (Echappe)	2,4 (Rupture ou glissement)	740
Huit tressé	916	1195	3,4 (Glissement)	875
Pêcheur double		1282	2 (Rupture)	1059
Tisserand simple dans vache avec butée simple	100	867 (Echappe)	/	
Tisserand simple dans vache avec butée double	100	1268	2 (Rupture ou glissement)	767
Tisserand double dans vache avec butée simple	495	1213	2,6 (Rupture ou glissement)	772

Histoire résumée ;

La fibre « Dyneema » (marque déposée) est fabriquée de manière industrielle depuis le début des années 80, constituée de polyéthylène haute performance de type HMPP (Hight Modules Hight Performance Polyéthylène). A l'origine deux fabricants se partageaient le marché. Spectra (Etats unis) et Dyneema (Hollande). Aujourd'hui il semble que Spectra ait disparu, en tout cas en Europe.

Jusque dans les années 90, les cordelettes fabriquées à partir de cette fibre n'avaient que l'âme en Dyneema et la gaine en Nylon.

C'est au début des années 90 que sont apparues à l'initiative des spéléos (français, encore eux décidément) de l'époque les premières cordelettes entièrement Dyneema. cette fibre étant six fois plus résistante à l'abrasion et trois fois plus en force de rupture que le Nylon, ça avait un intérêt direct pour eux. Les caractéristiques les rendaient à l'époque idéales pour confectionner des pédales (et encore aujourd'hui du reste).

C'est la société Beal qui s'est lancée la première dans cette fabrication et ils sont resté longtemps leader du marché.

Début des années 2000, se généralise en France l'utilisation de la cordelette Dyneema dans la confection des AS (Amarrage souple), variation d'une idée vieille de plus de 20 ans à l'époque, mais très peu utilisée jusqu'alors car était jusque-là constitué d'un câble rigide en acier, ce qui rendait le système en fait pas très souple et peu ergonomique.

La cordelette Dyneema à véritablement simplifié le processus de confection et d'installation de ce type d'amarrage et à en faire exploser l'utilisation. Nous sommes au début de l'ère des compromissions avec la notion de sécurité et le début de la prise en compte de la compétence et du comportement du spéléo dans le calcul du coefficient de sécurité. On était au début de l'ère des « Techniques légères « , dont l'enjeu est de gagner toujours plus d'efficacité lors des grosses expéditions tout en gardant une marge « raisonnable » de sécurité…

Bien sûr, tout n'est jamais parfait dans ce monde ingrat. Cette cordelette souffre malgré tout de quelques faiblesses, et pour en citer les principales ;

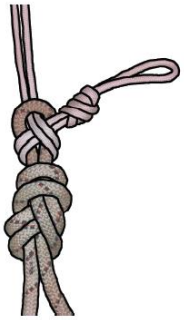
-Elle n'est pas EPC !

-Du fait qu'elle est hyperstatique, un choc même léger (relativement) ne sera pas du tout amorti et la limite de la résistance de la cordelette sera vite atteint. Donc très sensible aux chocs.

-La gaine d'une cordelette en fibre dyneema est très glissante, ce qui empêche la confection de n'importe quel nœud. Il faut faire très attention au type de nœud et de la manière de le faire. De plus, idéalement il faudrait défaire le nœud après chaque utilisation car un nœud pas trop serré absorbe malgré tout une fraction de l'énergie en se serrant sous choc procurant ainsi un certaine « élasticité » à la cordelette.

-Cette fibre est en polyéthylène, T° de fusion aux alentours de 145°C. T° vite atteinte au moindre frottement dynamique corde sur corde.

Elle a beau bénéficier d'un ratio diamètre/résistance à la rupture exceptionnel, elle doit quand même être TOUJOURS utilisée en double, c'est-à-dire en anneau. De plus il faut ne l'utiliser que dans un cadre assez réduit (expé, spéléo expérimentés), comme toute techniques légère, en fait.



Tisserand simple à double avec butée double

Tisserand simple à double avec clef Serfati

Nœud plat dans Diju

Exemples d'amarrage correct :

Le plus ergonomique, facile à mettre en œuvre en restant satisfaisant d'un point de vue sécurité est le tisserand simple avec butée double passé dans la ganse du noeud.

On peut faire un tisserand double avec butée double si l'anneau en cordelette est assez long.

Les autres nécessitent de tisser l'anneau dans la boucle du nœud avant de le confectionner dans l'AS, ce qui oblige l'équipeur à faire l'anneau sur place.

Bien sûr, ce ne sont que des exemples. Toutes les configurations sont bonnes pour autant qu'elles respectent les conditions de sécurité. C'est une des raisons qui font que ce type d'amarrage ne doit être réalisé que par un spéléo expérimenté. Ne pas laisser faire par toutes les mains.

b) les sangles :

Indispensables, les anneaux en sangle servent à beaucoup de choses en spéléo. « Sangle à frotter », déviation, etc... Toutefois, les sangles ne peuvent jamais être considérées comme éléments irréprochables et devront être systématiquement doublées lorsque utilisées pour l'équipement. Au même titre par ailleurs qu'un ancrage artificiel.

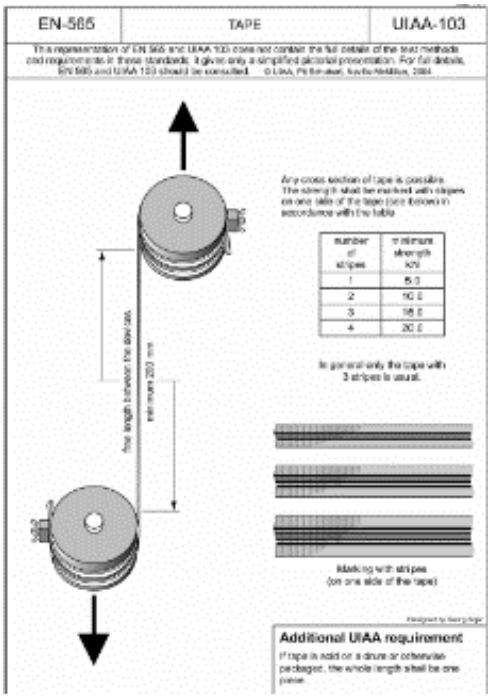
De plus, il faut tenir compte du fait qu'une sangle n'a en général pas une grande résistance en dynamique (aux chocs) et donc c'est un élément à garder à l'esprit lors de l'équipement et de l'utilisation (toujours sangle tendue).

Deux catégories , tubulaire (sangle « américaine ») ou plate. Peuvent être Constituées de polyamide , ou un mélange de polyamide et Dyneema (polyéthylène haute densité), ou même de Dyneema pure. Le mélange de différentes matières induit des caractéristiques différentes, en fonction des besoins.

La sangle peut être une sangle en anneau cousu d'usine en différents diamètres, ou vendue au mètre. Dans ce cas, l'anneau sera fabriqué selon les besoins au moyen d'un nœud conforme. Un nœud de sangle de préférence car c'est le plus résistant sur une sangle.

La sangle au mètre conforme à l'utilisation spéléo aura une résistance de 15kN min et correspondra à la norme EN 565 (mise à jour 2017). L'indice de résistance est repéré par le nombre de filets contrastés cousus au centre d'une des faces. Un filet par 5kN. Une sangle à usage spéléo aura donc nécessairement au moins trois filets.

Les sangles en anneau cousu doivent répondent à la norme EN566, résistance de 22kN. Les plus utiles en usage spéléo sont souvent composée de Dyneema, ont comme avantage d'être d'une largeur limitée à 10mm et très souple. Par contre, elles ont l'inconvénient du Dyneema d'avoir une sensibilité particulièrement forte aux forces chocs. Paramètre à prendre en compte lors de l'utilisation. Toujours sangle tendue.



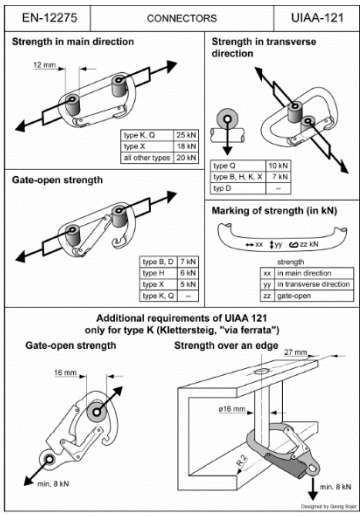
Dans tous les cas, il faudra veiller à ce qu'elle soit en bon état, coutures saines, pas de marque d'usure, d'effilochage, pas souillée avec des produits chimique, par exemple marquage des sangles avec feutres adapté sans solvant.

La durée de vie d'une sangle est plus courte que celle d'une corde. On considère 5 ans max, ou 3 ans d'utilisation. En pratique il est très difficile d'estimer la durée d'utilisation effective d'une sangle. Dans un club, la durée de chômage d'une sangle est importante et de ce fait on pourra envisager une durée de vie par défaut de 5 ans, sauf cas exceptionnel. Elle sera stockée à l'abri de la lumière solaire, car les UV provoquent un vieillissement accéléré des fibres qui les composent en tout ou partie (la fibre polyamide est très sensible aux UV)

2 - Quincaillerie

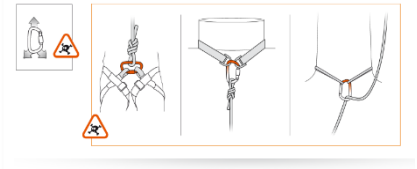
début

Irréprochables :



-Les mousquetons avec virole ou pas, alliage ou acier, à condition qu'ils soient aux normes EN12275 et marqués CE.

Comme condition d'irréprochabilité, il faut également veiller à utiliser le mousqueton adapté à l'usage qui en est fait. Par exemple, un MAVC (**M**ousqueton **A** **V**is de **C**einture) sera exclusivement constitué d'un mousqueton ou d'un maillon rapide de type OMNI.



Comme condition d'irréprochabilité, il faudra bien entendu également que ce mousqueton soit intact, pas de trace d'usure, pas de marques suspectes. Il est nécessaire de les inspecter régulièrement, soigneusement et de ne pas hésiter à mettre au rebus un mousqueton « suspect ».

A mettre au rebus également les mousquetons identifié par des lettres ou chiffres « à frapper ». Un mousqueton ainsi traité n'est plus aux normes. De même que n'importe quelle autre quincaillerie métallique EPI…

Admis pour identifier un mousqueton : gravure, gaine thermo, bande autocollante, peinture…

Sur certains mousquetons, une lettre isolée est marquée et apporte une information supplémentaire sur le type de mousqueton. Toutefois, ce marquage n'est pas obligatoire **sauf pour les mousquetons HMS**.

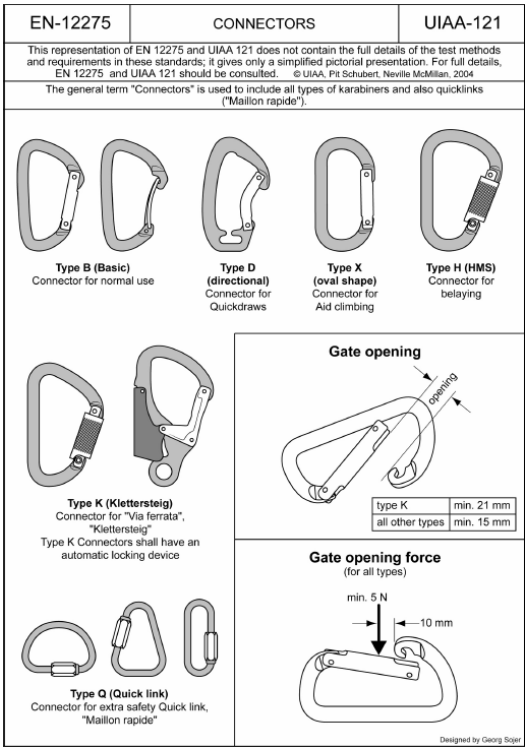
B: Mousqueton de type B, symétrique, avec ou sans virole de sécurité. Mousquetons de base. Mousqueton type d'amarrage.

D: Mousqueton de type D. asymétrique, avec ou sans virole.

X: Mousqueton de type X. Avec ou sans virole de sécurité. De forme ovale.

K: Mousqueton de sécurité grande ouverture type via ferrata (Klettersteig = via ferrata en allemand). Peut servir de mousqueton sur les longes spéléo.

Q : Mousqueton de type maillon rapide.



H: Mousquetons HMS type poire. Attention au bon usage de ce type de mousqueton. On le voit souvent utilisé en dépit de la sécurité !

Un mousqueton HMS symétrique est destiné exclusivement à l'assurage sur demi-cabestan ou couplé à un frein au travers duquel passent les cordes coulissant sur le mousqueton. Il doit être réservé à l'usage pour lequel il est conçu, à l'exclusion de tout autre. La forme particulière du HMS fait qu'il travaille toujours dans une position défavorable, de nombreux tests le démontrent. Voir les préconisations de la norme UIAA-121/CE-12275 sur ce point particulier.

- Mousqueton de type H

Utilisés pour l'assurage sur demi-cabestan (HMS = Halb Mastwurf Sicherung = demi-cabestan, en allemand), ils doivent avoir une forme large en poire et plus ou moins symétrique pour permettre le bon fonctionnement du demi-cabestan. La résistance demandée en doigt ouvert a été ramenée à 6 kN, puisqu'ils servent essentiellement à l'assurage dynamique dont on sait que l'effort maximum est alors de 2.5 kN.

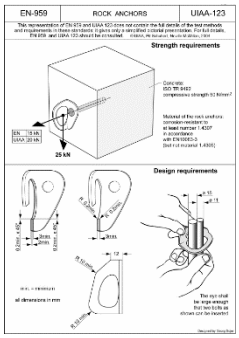
- Maillons rapide.

Peut être de type OMNI pour servir en MAVC ou symétrique, à condition qu'ils soient aux normes EN 12275, frappés CE et idéalement le diamètre du fil est de 8mm minimum. Il en existe d'autres types (delta, carré, vrillé…) d'utilité peu fréquente en spéléo.

Ne jamais acheter de maillons rapide en GSB et/ou non normés et de ce fait non conformes en EPI pour la pluparts.

- plaquettes.

Vrillées, coudées, en alliage, acier ou inox. Correspondance à la norme EN 959.



Le choix de la matière et de la forme lors de l'utilisation sera guidé par les impératifs d'équipement à respecter.

Par exemple, une plaquette coudée sera requise contre parois, de façon à ce que le nœud se positionne correctement parallèle à celle-ci et ne frotte pas sur le rocher

Une plaquette est normée en équipement de protection, il est possible, en technique légères par exemple, de pratiquer le nœud directement dedans. Il faut veiller par contre aux arêtes coupantes. Cette technique demande une certaine préparation et une bonne réflexion, comme tout ce qui concerne les techniques légères. Qui ne doivent pas être prisent à la légères…

Les conditions d'irréprochabilité induisent qu'une plaquette ne doit pas être abimées, déformée, trou ovalisé par usure.

-Visserie début

-Toute visserie répondant à la norme EN 8839 (acier) et EN 3506 (inox), à condition d'utiliser la classe et le diamètre minimum recommandé en EPC et/ou EPI.

En effet, il faudra veiller à ce que la visserie qui relie la corde à l'amarrage soit d'une résistance minimale supérieure à 600N/mm² en limite élastique.

Une visserie acier devra être 8.8 minimum en classe de résistance.

Marquage des têtes	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Classe de résistance	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Limite élastique Re (en N/mm²)	180	240	320	300	400	480	640	720	900	1080
Limite à la rupture Rr (en N/mm²)	330	400	420	500	520	600	800	900	1040	1220
Relation entre marquage des têtes, Re et Rr en N/mm2	S.Y		$R_r = 100.S$		$R_e = 10.S.Y$					

Un visserie inox sera en minimum classe A2 - 80.

Nuances d'acier avec codification de leur utilisation	A1 – A2 – A3 – A4 – A5		
Classes	50	70	80
Limite élastique Re (en N/mm²)	210	450	600
Limite à la rupture Rr (en N/mm²	500	700	800

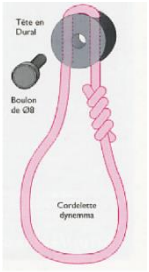
Le diamètre minimum de la vis sera de 8mm.

Diamètre nominal d (mm)	Pas P (mm)	Clef (mm)	Diamètre du noyau de la vis d3 (mm)	Section résistante As (mm²)
8	1.25	13	6.466	36.6
10	1.5	17	8.160	58.0
12	1.75	19	9.853	84.3

Ce qui donne une résistance à la limite élastique de environ 36.6mm² x 600N/mm² = 21960 N, ou 2190 daN (ou 21.9kN) à la traction.

En cisaillement, il faut multiplier la résistance à la traction par 0.6, ce qui nous donne environ 13kN de résistance.

- Tête du AS.



Un AS est composé d'un noyau, ou d'une tête, en alliage, percé de deux trous latéraux permettant le passage du câble, ou plus justement aujourd'hui de la cordelette Dyneema, et d'un trou central dans lequel passe une vis de 8mm de diamètre qui va permettre de visser l'AS dans un ancrage (cheville « spit »).

Pas irréprochables :

-Mousqueton de type « fader »

Utilisés parfois dans les techniques légères par des équipes « ultra ». Ne sont pas normés et ne sont pas CE. Sont en principe justes bons pour servir de porte-clés, ce qui est par ailleurs leur utilité principale. **Ne doit en aucun cas faire partie d'un matériel collectif club. Par ailleurs, ne devraient pas être utilisés du tout en équipement de sécurité, technique légère ou pas.**

D'ailleurs, si la justification de diminuer le coefficient de sécurité dans certaines condition en utilisant de la corde de 8mm est bien cadrée et rationnelle, en ce qui concerne le choix de ce type de mousqueton on passe du côté absurde de l'efficacité. Il suffit de comparer le poids et l'encombrement d'un mini mousqueton normé UIAA avec un fader, pour se rendre compte qu'il s'agit là d'une prise de risque non maitrisé bien peu rentable…

Comparons donc un mousqueton de ce type avec un mini mousqueton normé. Celui-ci, en plus d'être aux normes EN12275, est plus léger !

Le désavantage étant qu'il n'a pas de virole de sécurité. Mais à tout prendre, il est de loin préférable de confier sa vie à un mousqueton normé sans virole qu'à un porte-clés…

D'autant plus qu'il existe des alternatives comme les **A**marrage **S**ouple (AS) qui offrent de bien meilleures garanties de sécurité qu'un Fader.

-Mousqueton normé mais abimé, corrodé, usé, identifié par lettre ou chiffre « à frapper ».

-Cas particulier, mousquetons acier ou alliage, avec sécurité ou pas, normes EN362.

Normé comme équipement de protection dans le milieu professionnel, il sont conformes, mais il est malgré tout préférable de les éviter en utilisation sportive.

Norme EN 362 vs EN 12275

- La norme EN 362 concerne les mousquetons utilisés en milieu professionnel, c'est-à-dire tous les travaux sur corde que ce soit pour l'élagage ou sur un chantier. Cette norme exige que le mousqueton soit capable de résister à une charge de 15 KN si le doigt est ouvert et à une charge de 20 KN si le doigt est fermé. Cette résistance doit durer au minimum 3 minutes + 3 secondes. A la fin de ce test de résistance, le doigt doit rester fermé. Cela permet de vérifier que le mousqueton sera assez solide pour supporter le poids du grimpeur en cas de chute de celui-ci.

- La norme EN 12275 est spécifique aux activités d'escalade, de spéléologie, d'alpinisme, etc. Elle a pour but de définir la résistance à la rupture minimale du mousqueton quand le doigt est ouvert et quand il est fermé mais aussi de préciser la résistance à la rupture du petit axe (pour les mousquetons de sécurité). Ainsi, un mousqueton doit posséder :
    - Résistance à la rupture de 700 -1000 daN doigt ouvert
    - Résistance à la rupture de 2200-3000 daN doigt fermé
    - Résistance à la rupture de 800 -1100 daN petit axe.

-Maillon rapide non normé ou d'un fil d'un diamètre inférieur à 6mm.

-Visserie non conforme, non classée, non normée ou normée mais d'une classe insuffisante.

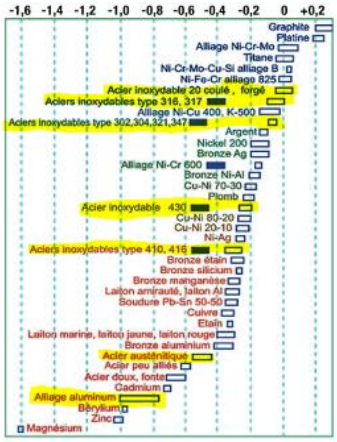
-Echelle spéléo

Pour rappel, une échelle spéléo **n'EST PAS un EPI**. Ceci étant, l'usage de l'échelle se perd et c'est bien dommage. Un spéléo digne de ce nom devrait être capable de gérer les manœuvres d'échelle en sécurité (auto-assurance, assurage du haut).

-Mélange de métaux sur équipement en fixe début

1- Associer différents métaux sur un amarrage de manière permanente induit un gros risque de corrosion par différence de potentiel par le métal ayant le potentiel le plus positif (anode). En gros, lorsque deux métaux de nature différentes sont en contact, il y a entre les deux métaux un échange d'électrons. Le métal au potentiel électropositif (déficit en électrons, anode) arrache des électrons à l'autre (électronégatif, cathode). Phénomène très commun, connu sous le doux nom de corrosion galvanique. Et oui, l'aluminium se corrode, et même très vite et très facilement !

Cette corrosion est accélérée du fait de la présence de boue et d'humidité permanente dans une cavité, cette boue humide jouant le rôle d'électrolyte, favorisant l'échange d'électrons, et par ce fait accélérant la corrosion.



En regardant le tableau, on s'aperçoit que l'aluminium est un des meilleur métal pour faire de la protection cathodique, battu seulement par le zinc et le magnésium (ne parlons pas du bérylium peu utilisé du fait de sa toxicité)

Grand classique :
-Corrosion d'un mousqueton alliage sur broche inox. Résultat au bout de quelques semaines seulement.

2- lorsqu'un des deux éléments est en acier (inox ou pas) et l'autre en alliage, se produit également une usure rapide de l'élément le plus tendre par frottement.

Ici combinaison d'usure par frottement et corrosion galvanique sur un même mousqueton. Les deux pour le prix d'un…

- Cas particulier ; Incompatibilité entre l 'inox et la nature du rocher.

Ca n'est jamais arrivé en spéléo car la roche calcaire des grottes n'en contient pas, mais on relève de nombreux cas de rupture d'ancrage inox installé dans une roche contenant des chlorures (roche marine). L'humidité ionise les chlorures présents dans la roche et libère des ions cl_2 (chlore). La plupart des alliages d'inox classique, en tout cas qui rentrent dans la fabrication des broches, sont très peu résistant au chlore.

Dans le cas qui nous occupe, il s'agit d'un phénomène typique de « corrosion sous contrainte »(CSC). Les broches inox sont soit soudées ou pliées lors de leur processus de fabrication, provoquant des contraintes, ou des tensions, dans le métal. Les ions cl_2 pénètrent le métal via les « canaux » créés par les contraintes et l' attaque par l'intérieur (corrosion intergranulaire). Vu de l'extérieur, la broche à l'air neuve, et pourtant elle est complètement rongée à l'intérieur et peut casser sans signe extérieur préalable. De nombreux cas dans des roches salines en Italie, notamment.

B)Le matériel de progression et de sécurité personnel (**E**quipements de **P**rotections **I**ndividuels)

En ce qui concerne l'utilisation d'un EPI, chaque utilisateur est personnellement responsable du maintien en ordre de fonctionnement optimal de son matériel. Il ne pourra pas le prêter, le mettre à disposition de la collectivité ou le louer car devient de ce fait préteur ou loueur de matériel.

Légalement il y a de grosses différences de responsabilité entre les EPI, où seul le propriétaire utilisateur est responsable de son matériel et des conséquences en cas de défaillance, et les EPC, dont le maintien en ordre est sous la responsabilité pénale du préteur (ou loueur). A savoir que les EPC et EPI mutualisés de classe > 1 sont légalement soumis à une vérification périodique qui, en Belgique est obligatoirement un organisme agréé et non pas une personne compétente, comme en France, par exemple.

Actuellement en Belgique, on est un peu dans un « flou légal ». Les clubs prête à leurs membres, la fédé prête à ses membres (les clubs affiliés) sans que le matériel ne soit contrôlé périodiquement par un organisme agréé, le modus est que tant qu'on reste entre pratiquants, on n'est pas dans le loisir actif et donc en dehors du cadre légal… ? Mais ça reste à voir… de plus les clubs organisent parfois des activités pour des personnes non affiliées et non assurées (pensez aux Potirons par exemple)

Pour clarifier, la France a émis une norme (AFNOR, NF S72-701), qui explicite et fixe le cadre des modalités de mise en collectivité du matériel EPI (prêt, location). La fédération française de spéléo a été partie prenante de l'élaboration de la norme et l'a traduit sous forme de recommandation fédérale. Voir un extrait de cette recommandation section « divers » du syllabus.

Il n'y a pas d'équivalent belge ou européen et la norme française ne pourrait pas être utilisée telle quelle en Belgique, le cadre légal étant un peu différent. Mais les spéléos belge feraient bien de s'inspirer des recommandations française dans la gestion des EPI qu'ils prêtent ou qu'ils louent à leurs membres.

1-Textile

début

Irréprochable

-Baudrier cuissard spéléo. Attention qu'il existe différents types de baudrier, selon la spécialité. Il faudra veiller à utiliser un baudrier adapté à l'activité spéléo, aux normes EN12277

L'utilisation d'un baudrier non adapté, à la morphologie mais surtout à l'activité, peut provoquer au minimum une gêne et peut même s'avérer dangereux dans certains cas. Par exemple ne jamais utiliser un baudrier spéléo pour pratiquer l'escalade, surtout en tête, pour la raison que le point d'attache ventral d'un baudrier spéléo est situé sous le centre de gravité du corps. En cas de chute, gros bobos potentiels aux reins ou basculement et éjection du baudrier, ou , pourquoi pas, un mix des deux !

Comme tous les textiles, la durée de vie d'un cuissard spéléo est limité et vu l'utilisation très exposée et intensive, il est considéré qu'un baudrier doit être remplacé tous les 5 ans et même moins en cas de trace d'usure, coutures effilochée,…

A noter que le baudrier de torse n'est pas un EPI et ne doit donc pas être utilisé comme tel. Le rôle du baudrier torse est de maintenir le croll en place et éventuellement, selon les modèles, servir de porte-matériel. Il ne faut jamais les utiliser comme baudrier cuissard (on l'a déjà vu)…

-Longe de fabrication homemade en corde dynamique diamètre 9 mm et nœuds conformes. début

Une corde dynamique diamètre 9mm à la norme EN892 est suffisant et il s'agit même du choix recommandé. Il faut par contre l'inspecter avant chaque utilisation et ne pas hésiter à la remplacer souvent . Au moins une fois par an et plus en cas de traces d'usure.

Les nœuds conformes pour une longe peuvent être le demi pêcheur double (nœud de scafold), nœud de vache, nœud de huit, association de plusieurs ces nœuds, en fonction des coutumes locales et des habitudes de chacun. Tant qu'ils sont bien faits.

-Longe manufacturée.

Elle ont comme avantages d'être entièrement manufacturées et normées.

Attention qu'il n'existe pas de norme spécifique spéléo pour les longes manufacturées. On trouve les normes EN354, EN355, EN358, correspondant chacune à une utilisation bien ciblée. Il faut surtout éviter l'utilisation d'une longe à la norme EN358. Longe de maintien au travail, qui est en fait longe statique sans absorbeur de choc.

Une longe spéléo doit respecter la norme EN354, qui est celle correspondant au plus près à cet usage.

Le choix devra se porter sur une longe en corde dynamique, pouvant se régler par un nœud effectué « au bon endroit », de telle sorte à obtenir les deux longueurs de brins désirés, relié au MAVC. L'inconvénients étant qu'on ne choisit pas les longueurs totales des longes (petite + grande), les nœuds de terminaisons étant déjà faits.

Le nœud au niveau du MAVC pourra être un cabestan, ce qui permet des modifications de longueurs des longes à la volée à la condition qu'il ne soit pas serré. Attention cependant qu'une fois serré, un cabestan ne coulissera plus très facilement dans le MAVC, ce qui deviendra vite un gros inconvénient plutôt qu'un avantage.

Les longes en sangles cousues sont par contre fortement déconseillées pour la pratique spéléo. (force choc très important en cas de chute de facteur >1). Certains fabriquant intègrent une zone sacrificielle qui va faire office d'absorbeur en cas de choc. Mais, comme la sangle est statique, l'absorbeur intégré risque de vite se déclencher

Et si cet évènement se passe au fin fond du fond d'une grotte verticale, bonjour l'ambiance pour sortir…

En résumé, même si certaines longes manufacturées sont acceptables, de manière globale elles ne sont pas idéales et ne seront donc pas conseillées. En fait, différents tests menés par la FFS tendent à montrer qu'en réalité ce sont les longes « homemade » en corde 9mm répondant à la norme EN892 qui présentent les meilleures garanties d'usage et de sécurité pour l'utilisateur.

Non irréprochable

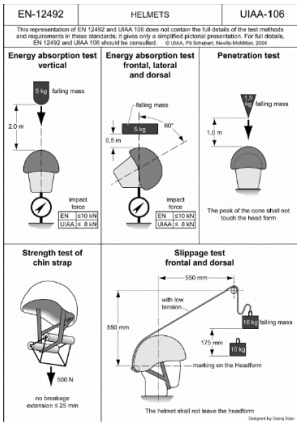
-Baudrier cuissard « homemade », fabriqué avec des sangles genre ceinture de sécurité, ou cordes d'origines diverses et variées…

Ne pas rire car on voit ça encore de nos jours…

-Longes « homemade », fabriquée à base de cordelette, de câble en acier, en sangle ou en corde non normées, ou en n'importe quel autre matériaux, genre ceinture de sécurité...

Ne pas rire, car etc…

Cas à part, le casque :



Le casque de sécurité est un EPI de classe 2 et doit donc être fabriqué dans les normes correspondantes. En plus de la norme de base EN397, un casque spéléo qui se respecte se devra de respecter la norme complémentaire EN12492 (spécifique travaux en hauteur).

Néanmoins, un casque personnel à usage spéléo ne peut pas être considéré comme élément irréprochable pour la simple raison que la grande majorité des casques en usage ne sont plus aux normes. Pourquoi ?

-Modification pour installer l'éclairage frontal.

Un équipement EPI ne peut pas être modifié de quelque manière que ce soit par l'utilisateur. Hors, pour pouvoir installer l'éclairage de son choix sur le casque de son choix, l'utilisateur ne l'a pas vraiment, le choix, à part acheter un casque déjà foré d'usine et de faire l'installation via une plaque d'adaptation la plupart du temps « homemade ». Ce qu'aucun spéléo ne fait car un casque, ça doit rester léger !

-Durée de vie du casque.

La durée de vie d'un casque aux normes EPI est très courtes en général. Ca dépend de la matière du casque, s'étend De 36 à 96 mois pour les plastics les plus « durable ». Les spéléos ne remplacent pas leur casque aussi souvent. Et même, pour les heureux propriétaires d'un casque « écrin » de chez Petzl par exemple, font toute leur carrière avec le même casque…

Risque t'on sa vie alors, docteur ?

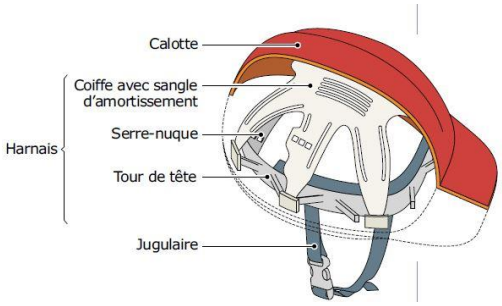
Pour répondre à cette question, d'abord rappelons que en ce qui concerne les EPI « personnel » (non mis en location ou prêté), chacun est responsable de son matériel. Ce qui veut dire que chacun est « libre » d'apporter des modifications à son matériel sans encourir de peine de prison. Par contre, en cas d'accident, l'assurance en responsabilité civile risque de ne pas fonctionner, il vaut donc mieux éviter de tomber sur un pauvre innocent... Ce qui, en ce qui concerne le casque, n'est pas très confondant, le port d'un casque pas aux normes ne risque en principe pas de porter nuisance à autrui…

Ensuite, si on remonte dans les statistiques d'accidentologie en spéléo, le nombre d'accidents lié au port d'un casque modifié et plus aux normes est égal à zéro. Donc, on peut se risquer sans risque à considérer que voilà un EPI qu'on peut se permettre de bricoler (presque) à sa guise…

Et enfin, casque qui aux normes n'est plus, ne veut absolument pas dire casque foutu. Pour la durée de vie par exemple, la grosse majorité des casques pour travaux en hauteur sont en ABS, plastic thermo-fusible très stable et non biodégradable. Dans la nature et soumis aux pire tortures climatiques, on évalue à plusieurs centaines d'années le temps d'élimination naturelle de cette matière. Ce qui est par ailleurs un des gros problèmes des matières plastique en général. Pourquoi une fois moulé en casque et bien entretenu, sa durée de vie se réduirait à 48 mois ?

En ce qui concerne la perte d'intégrité du casque parce que deux trous de 4mm de diamètre ont étés forés dedans, pas de commentaires…

Comment vérifier son casque en restant rationnel ?



-Inspection visuelle :

Pas de fissure visible sur la calotte, pas de déformation, pas de trou non désiré causé par un objet contondant, coiffe et « tour de tête » en bon état, jugulaire OK, système de largage de la jugulaire en ordre et fonctionnel, tour de tête avec réglage fonctionnel.

-Inspection auditive :

Presser les bords latéraux vers l'intérieur du casque et écouter si bruits de craquements. Il ne doit pas y en avoir Ensuite, étirer les bords latéraux vers l'extérieur, comme pour élargir le casque, et écouter si bruits de craquements. Il ne doit pas y en avoir non plus.

Des bruits de craquements sont le symptôme d'un plastic durci et fragilisé, soumis une longue période au UV solaire. Dans ce cas il est préférable de s'en séparer car potentiellement il n'a plus la résistance d'origine, mais bon...

2- Quincaillerie

Irréprochable

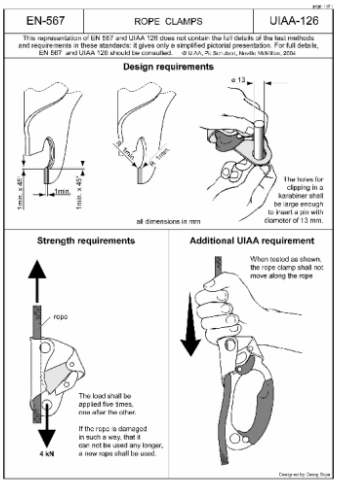
-Mousquetons avec ou sans virole, alliage ou acier.

Mêmes caractéristiques que le mousquetons en matériel collectif du point de vue normes et utilisation.

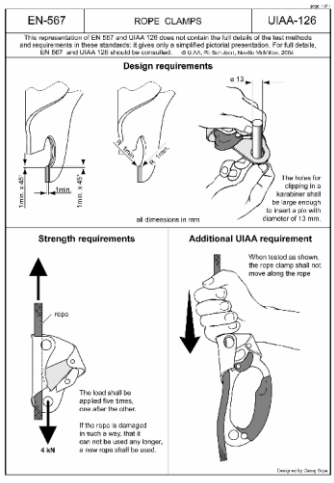
Attention, pour rappel un mousqueton personnel placé sur un amarrage voit sa fonction passer de EPI à EPC, les responsabilités changent.

Également, il est fortement déconseillé de porter sur soi un mousqueton non Normé, type Fader par exemple. Le risque est grand qu'un jour où l'autre il soit utilisé pour assurer sa sécurité (ou pire, celle d'un collègue). La règle de base est que tous les mousquetons constituants le matériel personnel soit capable d'assumer la sécurité de l'utilisateur.

-Quincaillerie de progression



Bloqueur, descendeur, poignée bloqueur, bloqueur de poitrine, poulie,… pour autant qu'ils soient frappés CE (et pas China Export !) et qu'il correspondent aux normes en vigueur.



Le CROLL en questions :

1- Il existe deux versions du croll de chez Petzl.

- CROLL S : bloqueur léger et compact. Cette version intègre un renfort de protection anti-usure, en acier inoxydable, pour les environnements très agressifs.
- CROLL L : bloqueur avec large passage de corde pour une excellente fluidité à la remontée.

- Certification(s): CE EN 567, CE EN 12841 type B
- Les normes concernant les bloqueurs couvrent partiellement le risque de chute sur une longe détendue.
  Norme EN 12841 type B (bloqueurs pour le travail) : test de chute sur longe dynamique, bloqueur sur corde semi-statique à 1 m de

l'ancrage. Test avec la masse inscrite sur le bloqueur (140 kg pour ASCENSION, BASIC, CROLL sur diamètres de cordes compatibles supérieurs à 10 mm).

- Norme EN 567 (bloqueurs pour le sport) : pas de test de chute.
  Les tests internes Petzl complètent ces exigences normatives en se basant sur des cas d'usage réalistes.
  Ces tests permettent de s'assurer que les bloqueurs ne déchirent pas la corde dans les cas les plus défavorables (chute de la hauteur de la longe, à 1 m de l'ancrage, mannequin de 80 kg, cordes aux diamètres compatibles).

En usage spéléo en tout cas, il faut éviter le Croll S, le renfort de protection en inox « anti usure » s'use en fait vite ce qui provoque la mise au rebus rapide du Croll car lorsque ce renfort est usé, il devient très coupant et un outil coupant sur corde tendue, c'est dangereux…

2 -Communication de PETZL sur les nouveaux bloqueurs (2014)

Vous trouverez ci-dessous quelques éléments de réponse aux questions qui nous sont le plus fréquemment posées au sujet de la nouvelle gamme de bloqueurs. Certains points ont été évoqués ensembles ou relevés sur les forums de la fédé, plus d'autres questions complémentaires venant d'autres utilisateurs.

Mini bloqueurs 2013 – Nouvelles versions du BASIC et du CROLL :

La résistance des appareils est-elle aussi bonne que celle des anciennes versions ?

Petzl considère la résistance du bloqueur lui-même, mais aussi la résistance des cordes dans le bloqueur.

Ces deux points sont des critères prioritaires lors de la conception. Bien que plus légers, les nouveaux bloqueurs sont tout aussi résistants que les anciens, voir plus sur certains aspects.

En particulier, la résistance des cordes de petits diamètres et leur guidage dans l'appareil ont été améliorés.

La butée de gâchette a été supprimée car la nouvelle géométrie du corps et de la gâchette la rendait inutile. Elle ne participe pas aux performances du bloqueur.

Les résultats de tests de résistance ont été partagés avec les membres du GET et de l'EFS le 23 mai 2014.

Pourquoi un seul trou supérieur sur le BASIC ?

La suppression du trou a permis de compacter le bloqueur. A l'usage, cela présente des avantages et quelques inconvénients dans des utilisations secondaires du BASIC.

En particulier, le trou unique est plus facile à clipper avec un mousqueton de longe petit et asymétrique, par exemple lors d'un passage de nœud, pour ne plus avoir à clipper uniquement la corde au-dessus du Basic. A noter que même sur l'ancien Basic, pour le passage de nœud, Petzl n'a jamais recommandé de mousquetonner uniquement la corde au-dessus du Basic, car un trop gros mousqueton pourrait passer au travers du basic.

Les autres utilisations du trou de connexion supérieur restent possibles avec le trou unique : connexion courte dans un mouflage, lest du bloqueur pour améliorer le ravalage automatique en mouflage, accroche d'un élastique de dragonne pour la remontée en alternatif…

Pour rappel, ces techniques ne sont pas les usages principaux de l'appareil, c'est pourquoi ils ne sont pas décrits dans la notice technique. Une description plus détaillée des usages secondaires des appareils peut se retrouver sur petzl.com sur le document « product experience » ou dans la littérature technique spéléo.

Le passage à un seul trou de connexion supérieur diminue l'équilibre du mousqueton en auto-assurage, par exemple pour les remontées à l'échelle.

Pourquoi un grand trou inférieur sur le BASIC ?

Cela facilite l'installation de la longe et de la pédale dans le même trou, sans empêcher une utilisation classique. Lors de nos tests d'usage, le trou agrandi a été perçu comme « plus pratique », par exemple pour l'utilisation « vertaco » avec le mousqueton de longe du BASIC clippé sur la corde.

Peut-on utiliser un seul bloqueur en auto-assurage en spéléo ?

L'auto-assurage avec un seul bloqueur est couramment admis et enseigné en spéléo. Il est important de comprendre les risques que cela représente. Pour la progression le long d'une corde fixe **en spéléo**, on peut différencier deux cas :

– **Progression peu raide et/ou facile**, l'utilisateur n'a pas les mains sur le rocher : l'équilibre de l'utilisateur est son premier élément d'assurage (pieds en appui). Dans ce cas l'utilisation du BASIC en bout de longe est possible, l'utilisateur pourra faire défiler la corde au fil de sa progression pour la garder tendue. Le BASIC sert à la fois d'appareil de contre-assurage et d'aide à la progression.

– **Escalade raide**, l'utilisateur a les deux mains sur le rocher : Avec le BASIC en bout de longe, si l'utilisateur ne fait pas suivre le bloqueur sur la corde, il crée une boucle de mou très dangereuse en cas de chute. Petzl recommande d'utiliser le CROLL car le défilement de la corde est meilleur (et d'utiliser de préférence deux bloqueurs, même si ce n'est pas l'usage courant, voir Remarque 2).

Remarque 1 *:* La spéléo est bien exclue du document sur l'auto-assurage sur petzl.com, dédié à l'escalade (http ://www.petzl.com/fr/outdoor/product-experience/auto-assurage/introduction).

Remarque 2 : **Confier l'assurage à un seul bloqueur, en mouvement sur la corde, n'est pas sans risque.**
– Il y a risque de libérer la corde : L'ouverture accidentelle du taquet est possible lors d'un mouvement de remontée.
– Il y a risque de glissement du bloqueur sur la corde : Boue sur la corde, maintien de la gâchette ouverte (main mal positionnée, plis de la combinaison sur le taquet du CROLL), dents usées…
– Il y a risque de déconnecter la longe du bloqueur, en cas d'ouverture du mousqueton (frottements).
L'utilisation d'un seul bloqueur est à réserver aux situations où ces risques seront maitrisés.

Il convient de rappeler que l'usage normal est d'utiliser deux bloqueurs, ou un autre système de redondance pour la sécurité (par exemple un bloqueur + une corde de contre-assurage)

Remarque 3 : **Il n'y a pas de problème de résistance lors de l'utilisation d'un seul bloqueur.**
Tous les tests de certification, et les tests internes Petzl, sont faits sur un seul bloqueur.

Remarque 4 : **Lorsqu'un bloqueur est chargé en tension sur la corde, il est presque impossible de provoquer son ouverture ou son coulissement.** C'est la décharge du bloqueur et/ou le mouvement du bloqueur sur la corde, qui provoquent des risques de non blocage ou de libération de la corde.

La notice indique « maxi 140 kg ». Comment utiliser le BASIC en secours, pour un décrochement ?
Les charges indiquées dans la notice technique concernent les tests et certification pour l'industrie en tant qu'EPI (Equipement de Protection Individuelle). Le secours n'entre pas dans le cadre de la directive EPI. La charge maximum d'utilisation du BASIC en secours, en particulier pour un décrochement d'équipier est 200 kg, la règle étant qu'aucun choc ne peut être toléré lors de manœuvres sous une telle charge.
Pour une mise et tensions de tyrolienne, une charge Maxi du Basic de 250 kg est admissible

Rédacteur : Alain MAURICE Responsable BE produit métalliques PETZL

Pas irréprochable

Pantin.

Aussi indispensable soit-il, Le pantin n'est pas un EPI et il ne faut absolument pas lui confier sa vie…

C) ancrage

début

Un ancrage peut se définir comme l'installation d'un moyen de progression qui relie la corde à la roche, dans lequel l'amarrage est fixé. Il y a deux type d'ancrages :

- Naturel, lorsque la configuration permet de s'amarrer directement sur la paroi sans utilisation de moyen artificiel

-artificiel, lorsque l'amarrage se fait au moyen d'un ancrage artificiel.

L'ancrage artificiel doit répondre à la norme EN795. Dans notre cas, il s'agit de la classification A1 :

EN 795 A1 : Ancres structurelle prévues pour être fixées verticales, horizontales ou inclinées.

doit être réceptionné par une « personne compétente » (pas forcément par un organisme agréé en belgique) et doit, en principe selon la norme, subir un test de résistance à l'extractometre de 5kN pendant 15 secondes.

A noter que la notion « personne compétente » en ce qui concerne un brochage en grotte par exemple, est assez large et floue. En effet, tant que l'on reste entre membres spéléos affiliés ; la « personne compétente » sera de facto celle qui réalisera l'ancrage ET tous les utilisateurs de cette ancrage !

D'où l'importance de ne jamais faire l'impasse pour le spéléo équipeur de s'assurer de l'intégrité de l'ancrage en question AVANT de l'utiliser.

Petite remarque d'un « vieux », ce sont des réflexes qui ont tendance à se perdre depuis la généralisation du brochage en grotte. Une partie de la transmission des compétences entre génération se perd… (Ha, la belle époque du stress de déterminer le « bon spit » dans une paroi constellée de ceux-ci, plus ou moins pourris…)

-Ancrage artificiel :

A diviser en deux catégories, ancrage temporaire et ancrage permanent.

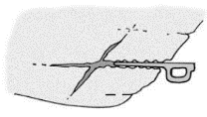
Du fait de sa conception, un ancrage artificiel ne peut jamais être considéré comme élément irréprochable. Même une broche scellée dans la roche sera systématiquement doublé. De manière générale mais particulièrement vrai dans le cas d'une broche, un des risques est l'inconnue de la qualité de la roche ou du pan rocheux dans lequel cet ancrage est fixé.

Bien entendu, il va sans le dire que doubler un ancrage ne sera fait que dans le respect des règles de bonnes pratiques, sinon ça ne sert à rien. De plus, l'intégrité d'un ancrage artificiel sera systématiquement vérifié AVANT de s'installer dessus.

1- Ancrage temporaire :

Ancrage qui se place juste comme moyen de progression et de sécurité et qui peut facilement s'enlever.

-Piton, coinceur. Habituellement utilisés en escalade mais parfois aussi en équipement spéléo.



Le piton est un ancrage de bonne qualité, par contre très rarement utilisé en spéléo, pour plusieurs raisons. La principale étant que ce type d'ancrage exploite ce qu'offre comme possibilités la roche, mais l'emplacement des éventuelles fissures exploitables sont rarement compatibles avec les impératifs d'équipement. La priorité est l'installation la plus efficace et sécuritaire (éviter les frottements, limiter les fractionnements). Néanmoins on en croise parfois, ce n'est pas une faute de sécurité que de les utiliser. Après avoir soigneusement vérifié leur intégrité bien entendu.

-Barre d'acier coincée, planche en bois, …

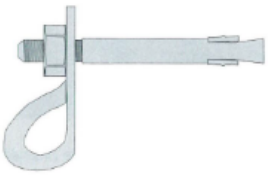
A analyser au cas par cas la solidité…

2- Ancrage permanent :

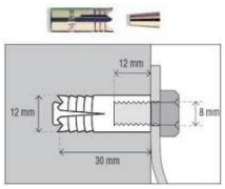
fixé dans la roche, généralement par forage.

Pour pousser le concept jusqu'au bout, on peut encore subdiviser l'ancrage permanent en deux catégories :

-A durée de vie limitée.



Constitué en général d'un gougeon à expansion diamètre 8mm minimum, ou d'un « spit », qui est en fait un gougeon à expansion qui a comme avantage de pouvoir être foré manuellement.



Ces ancrages ont une durée de vie limitée car ils s'abime à l'usage, sous les sollicitations. Au bout d'un moment ils deviennent inutilisables et doivent être remplacés. En général en en installant un nouveau à côté de l'ancien.

Dans certaines cavité classiques, on peut ainsi contempler certaines parois constellées de toutes sortes d'ancrages de ce type, la plupart bien souvent inutilisables. Ce qui présente un autre danger, celui de fragiliser l'ensemble du pan de paroi à force de forer des trous dedans.

-A durée de vie illimitée.

4 types de broches inox à coller de diamètre 10 mm. Percage à 12 mm. De gche à dr. : Piton " Fixe ", " Superstar "Raumer, "Collinox ", "Petzl", "Adriana " EMS ".

Constituée d'une broche en inox, scellée au moyen de résine ou, plus rarement mais ça arrive, de ciment à prise rapide. Beaucoup plus solide qu'un gougeon ou spit, une broche scellée bien ancrée ne bougera jamais sous les sollicitations et peut donc être considérée comme ancrage permanent à durée de vie illimitée. Il en existe plusieurs modèles.

Une tendance qui s'est généralisée est d'équiper les cavités classique de broches de façon à améliorer la sécurité, et on évite également de « défigurer » ces cavités au fil du temps et des plantés de spits. L'emplacement de chaque broche étant soigneusement étudié (en principe…)

L'inconvénient majeur au brochage des cavités est le fait qu'on dé-apprend ainsi à nos jeunes générations l'art de l'équipement. Il faut en tenir compte lors de l'initiation.

-Cas particulier, le multi-monti

Ils ont l'originalité de se visser directement dans la roche préalablement forée à un diamètre légèrement inférieur.

Facile d'utilisation, forage de petit diamètre et donc économe en énergie, il commence à avoir un certain succès dans l'équipement de voies d'escalade artificielle. De plus, présente une bonne résistance mécanique, aussi bien au cisaillement qu'à l'arrachement.

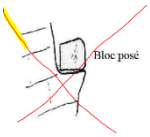
Malheureusement, ils sont à usage unique, ou presque ! Pas envisageable d'utiliser ce type d'ancrage pour faire de l'équipement spéléo car ne peut pas être considéré comme ancrage permanent et il n'est pas possible de forer un nouveau trou à chaque descente.

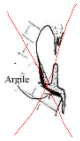
-Amarrage naturel :

Un amarrage naturel pourra être considéré comme élément irréprochable, à condition évidemment… qu'il le soit !

Le problème étant que l'irréprochabilité est laissé en fait à l'appréciation du spéléo, et il faut qu'il soit certain de ne pas se tromper. Parfois c'est évident, mais il y a de nombreux pièges dont il faut se méfier. C'est une question de bon sens.

NOTA, un tronc d'arbre n'est pas un amarrage agressif pour une corde, contrairement à une croyance populaire…





A noter qu'il faudra éviter de fixer la corde directement sur un amarrage naturel agressif pour elle (arêtes, rugosité), il faudra dans ce cas utiliser une sangle, « sacrificielle » (sangle à frotter) pour exercer la traction, rendant cet amarrage naturel de facto non irréprochable et donc, nécessite de le doubler..

Il faut pour bien faire réserver quelques sangles à cet usage et ne pas hésiter à les éliminer lorsque apparaissent les premiers signes d'usure.

début

Notions d'équipement

Les nœuds

Nous allons nous concentrer ici sur la définition qui se rapporte à l'utilisation spéléologique, car ce mot à différentes significations en fonction du contexte (et en excluant aussi toute expression argotique…). Il n'est pas question ici d'apprendre à les faire, mais bien de déterminer lesquels sont à connaître en priorité.

Donc un nœud, c'est quoi ?

En finalité, c'est tout simplement le moyen d'utiliser une corde, soit parce qu'il permet de raccorder la corde à un amarrage (nœud d'amarrage) , de rallonger une corde trop courte (nœud de raboutage) , de sécuriser une progression (nœud de fractionnement, nœud d'arrêt, nœud de réduction de tonche) et même de progresser sur une corde (nœud autobloquant).

Un même nœud peut avoir plusieurs noms, en fonction de la discipline qui les utilise et plusieurs usages également. Nous allons ici leur donner le terme et l'usage usuel en spéléo.

Comment ça marche ?

Le nœud est constitué d'une ou plusieurs boucles, de telle sorte à ce que sous tension les boucles se resserrent et frottent entre-elles tellement fort que l'énergie utilisée par le frottement soit entièrement convertie en chaleur (raison pour laquelle un nœud mis sous tension chauffe). Les boucles ne vont donc pas pouvoir glisser entre-elles et finir par se défaire. L'inconvénient principal d'un bon nœud est qu'il diminue inéluctablement la résistance totale de la corde, pour différentes raison. Dont les principales sont l'angle de boucle du nœud et angle de la ganse du nœud dans l'amarrage (effet « canif »).

Surtout sur certains nœuds (glissement important) et certaines matières de cordes (Dyneema par exemple), la mise en tension du nœud à comme effet de provoquer une génération importante de chaleur, susceptible potentiellement de détériorer la corde.

Caractéristique d'un bon noeud

-Garder à la corde une résistance résiduelle suffisante que pour assurer la sécurité.

Pour autant que la corde respecte les normes 1891A ou B, une résistance résiduelle de 60% est considérée comme suffisante pour couvrir tous les cas de figures.

-Avoir un coefficient de frottement supérieur à la résistance résiduelle de la corde (éviter le glissement). A noter que certains nœuds nécessiterons une clé d'arrêt pour éviter ce risque.

-Pouvoir être défait après avoir été mis sous tension.

Les nœuds essentiels à connaitre

Il n'est pas nécessaire de connaitre des centaines de nœuds pour pouvoir se débrouiller en toutes circonstances dans la pratique de la spéléo. Par contre, il faut connaitre les nœuds essentiels, qu'ils soient de base ou dans leurs déclinaisons, et les maîtriser parfaitement.

Structure d'un nœud

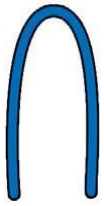
Nous allons reprendre ici comme référentiel quelques extraits du **« Guide des nœuds et des amarrages dans les travaux sur cordes »**. L'ouvrage est très bien fait, édité par le DPMC (Développement Promotion Métiers sur Cordes) et décrit le résultat d'une campagne de tests de résistance des nœuds principaux dans différentes configurations.

Composition d'un nœud :

L'anse ; Partie en demi-cercle plus grande qu'un demi-cercle

La boucle ; Ligne courbe qui se referme. Le brin libre (courant) et le brin dormant se croisent.

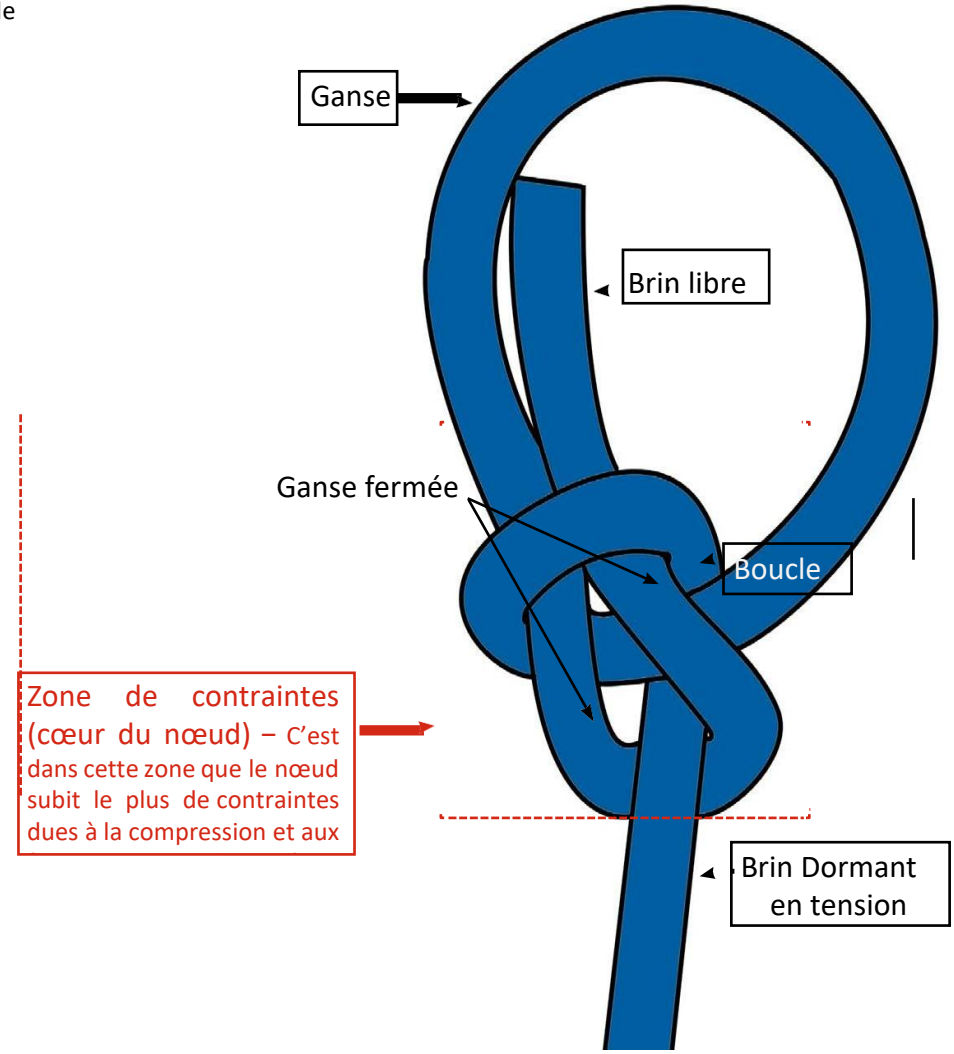
La ganse ; boucle ouverte dont le rayon de courbure est le même qu'une boucle .



La ganse fermée ; boucle dont les extrémités ne sont pas libres

Tour(s) mort(s) ; tours supplémentaire d’une boucle pour la multiplier.

Exemple avec un nœud de chaise ;



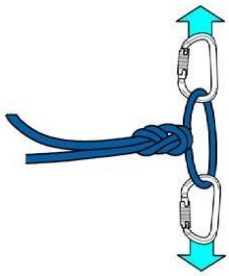
Remarques générales et préliminaires :

- Ne sont listés ici que les nœuds essentiels et quelques autres dont soit gagnent à être connus soit sont à éviter.
- il est préférable de confectionner chaque nœud correctement, pas de croisement de corde, tous les brins bien serrés. Même si un nœud « mal fait » ne sera en général pas moins résistant, contrairement à ce qu'on entend parfois, il sera par contre dans la plupart des cas plus difficile à « lire » et surtout à défaire.
- Le choix du nœud sera fait en fonction de l'usage. On définit donc le nœud en fonction du fait qu'il sera destiné à faire un amarrage, nœud milieu de corde (sur une main courante par exemple), un nœud d'arrêt (bout de corde), nœud de raboutage (prolongation d'une corde), nœud autobloquant, nœud de freinage, nœud d'arrêt ou de blocage…
- Les nœuds que nous allons ici passer en revue peuvent pour la plupart servir à plusieurs usages, en fonction de leurs déclinaisons.
- Chaque nœud est présenté avec un tableau de bord qui reprend ses caractéristiques de résistance résiduelle dans les configuration présentées ici-bas.

Attention, les tests sont réalisés avec une corde à la norme EN1891A et des sangles aux normes EN565. Les résistances résiduelles ne seront pas forcément représentatives de toutes les normes et il y a lieu d'interpréter les résultats.

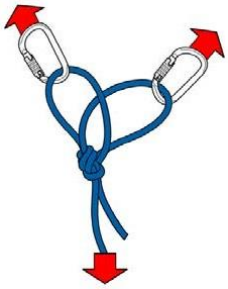
A : Amarrage,

B : longé dans le nœud ;



C : sur une vire

A : Nœud double ;



B : longé dans une seule ganse d'un nœud double ;

D : longé dans une ganse avec rupture d'amarrage

C : sur une vire, nœud double

Nœuds essentiels

Nœud de huit et déclinaisons :

- **Huit plein poing**

utilisation : amarrage

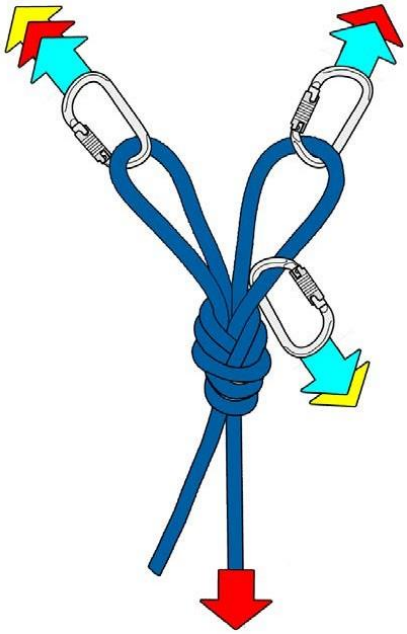
Résistance résiduelle : 65%

	Test statique	Test dynamique
A	Rupture à 2150 daN	Bonne tenue Fc > à 12 kN
B	> 3000 daN	
C	Rupture à 1500 daN	La ganse se résorbe en partie

- **Mickey**

Utilisation : amarrage

Résistance résiduelle : 70%



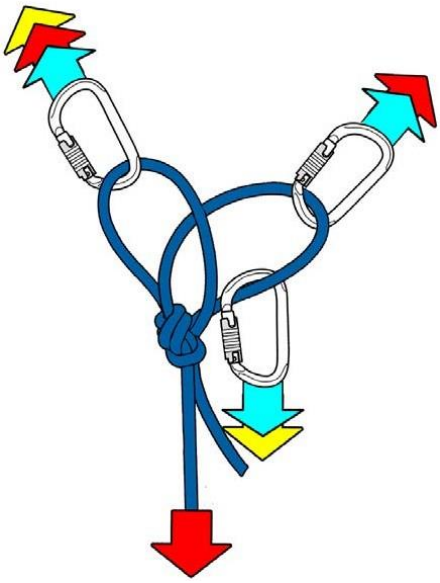
	Test statique	Test dynamique
A	Rupture à 2000 daN	
B	> 3000 daN	Bonne tenue
D	Rupture à 2300 daN	Bonne tenue

Remarque : Tests réalisés avec un angle de ganses à 120°.

- **Fusion (cas à part, entre un huit et un nœud de chaise)**

Utilisation : amarrage

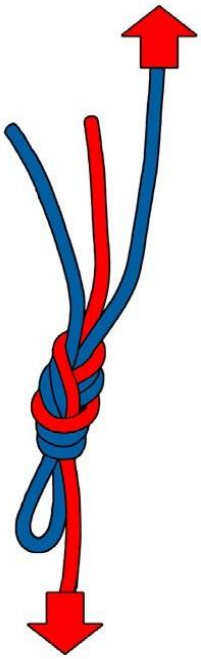
Résistance résiduelle : 65%



	Test statique	Test dynamique
A	1750 daN	Bonne tenue
B	2800 daN	
D	1600 daN	Bonne tenue

- **huit gansé**

Utilisation : raboutage
Résistance résiduelle : 60%



	Test statique	Test dynamique
	Rupture à 1700 daN	Bonne tenue

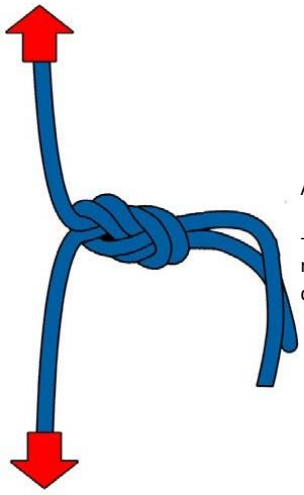
A privilégier pour le raboutage. Permet le longeage, se défait relativement facilement.

remrques :

- La ganse du nœud de 8 n'est pas sous tension si le spéléo n'est pas longé dedans.
- Laisser au moins 15cms de brin libre.

- **Huit de jonction**

Utilisation : nœud de butée.
Résistance résiduelle : 55%



	Test statique	Test dynamique
	Rupture à 1550 daN	Bonne tenue

Attention :

- Contrairement à ce que son nom semble le laisser croire, il n'est pas du tout indiqué comme nœud de raboutage. Sous tension des brins dormants dans cette configuration, glisse à partir de 6kN, de plus a tendance à se défaire par retournement à partir de 8kN.

- **Huit simple, boucle en huit.**

Utilisation : nœud de sécurité en bout de corde

	Test statique
	Rupture à 1450 daN

début

Nœud de chaise et déclinaisons :

Au vu de la littérature écrite à son sujet et les différentes interprétations des nombreux tests de résistances qui sont parues dans différents médias à différentes époques et qui parfois se contredisent, le nœud de chaise mériterait un bouquin à lui tout seul.

On va tenter ici de débroussailler, parce que le nœud de chaise est un des meilleurs nœud qui puisse exister si il est utilisé à bon escient et correctement fait, alors que sa réputation a fortement décliné ces dernières années. Et c'est bien dommage.

Avantages :

Pour ses principaux avantages il est rapide à faire, multi usages, peut être fait « à l'aveugle », d'une seule main, peut servir de nœud d'amarrage, de milieu de corde, ne « mange » pas beaucoup de corde, à une résistance résiduelle très élevée et se défait facilement même après avoir été mis fortement sous tension.

Inconvénients :

Un peu difficile à apprendre (ce foutu serpent qui tourne autour de l'arbre…), à tendance à glisser dans certaines configuration, peut même s'avérer dangereux dans certaines configurations ET mal utilisé. La documentation à son sujet a évolué au fur et à mesure des retours d'expériences et il est assez difficile de savoir quelle est l'info est la plus récente.

Nœud de chaise simple

Il y a deux façons de confectionner un nœud de chaise simple.

Brin libre à l'intérieur de la ganse

Les deux façons de faire le nœud sont correcte, mais il existe des différence sur la tenue du nœud.

-Le nœud avec brin libre extérieur (photo droite) aura MOINS tendance glisser. En fait tests de résistance à l'appui, un nœud de chaise confectionné avec brin libre à l'extérieur ne glisse dans aucun cas de figure.

- La façon conventionnelle de confectionner le nœud c'est de le faire Avec brin libre à l'intérieur (photo gauche). Dans cette configuration il glisse un peu lors du serrage, mais mis en tension en utilisation nœud d'amarrage, il ne se défait pas, même sans clé d'arrêt.

Mais attention, PAR CONTRE ce nœud s'avère dangereux sans clé d'arrêt si on se longe dans la ganse !

brin libre à l'extérieur de la ganse

Donc, pour éviter toutes confusion et par soucis de simplifier les règles on va considérer qu'un nœud de chaise simple sera confectionné avec le brin libre à l'intérieur et sécurisé par une clé d'arrêt dans tous les cas de figures, afin de garantir la sécurité du nœud quel que soit les circonstances. On doit considérer que c'est une faute d'équipement que de le faire autrement.

La clé d'arrêt peut être un « yosémite » (le plus élégant) ou un demi-pécheur double. Peu importe.

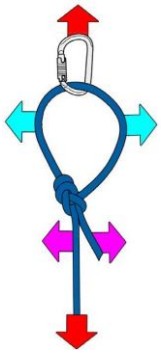
Une clé yosémite ne peut se confectionner « élégamment » que sur un nœud de chaise avec brin libre à l'intérieur de la ganse. A noter qu'il est possible de le faire également avec brin libre extérieur, mais il y a dans ce cas-là croisement de corde, ce qui rend le nœud plus difficile à lire et apporte trop de confusion.

Un demi pécheur double verrouille aussi bien le nœud de chaise qu'un yosémite.

Il est montré ici avec brin libre extérieur.

Utilisation : amarrage, encordement.

Résistance résiduelle : 70%



	Test statique	Test dynamique
A	Rupture à 2000 daN	Bonne tenue
B	mini 2600 daN	
C	Rupture à 1500 daN	La ganse totalement résorbée

- Test avec Brin libre à l'intérieur

		Test statique	Test dynamique
A	Sans nœud d'arrêt	2000 daN	Bonne tenue
A	Avec clef yosémite	2050 daN	Bonne tenue
A	Avec nœud double d'arrêt	1900 daN	
B	Sans nœud d'arrêt	**Glissement total à 280 daN**	
B	Avec nœud double d'arrêt	2950 daN	
B	Avec clef yosémite	2700 daN	

- Test avec brin libre à l'extérieur

		Test statique	Test dynamique
A	Sans nœud d'arrêt	1950 daN	Bonne tenue
B	Sans nœud d'arrêt	2600 daN	

Nœud de chaise double

Utilisation : Nœud de milieu de corde

ATTENTION

Il y a des retours d'expérience dans l'utilisation du nœud de chaise double qui mettent en lumière une occurrence où ce nœud est effectivement dangereux, car il peut glisser jusqu'à se défaire complètement sous une très faible charge !. Probabilité faible, mais elle existe.

On peut se prémunir de ce problème, mais le plus simple donc le mieux est de ne pas l'utiliser comme « mickey » en nœud d'amarrage en départ de puits. Par contre ce nœud en fractionnement « de confort », en mettant les deux ganses ensembles dans le mousqueton d'amarrage, facilite le longeage dans les ganses.

Dans certains cas de techniques légères il pourra également être utilisé en double, mais ce n'est pas le propos de ce syllabus.

Communiqué FFS en 2011

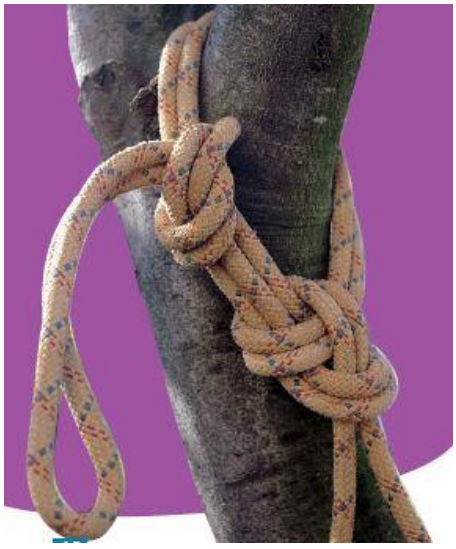
Suite à une campagne de tests récemment réalisée, il apparaitrait que dans certaines situations, le nœud de chaise double puisse glisser jusqu'à se défaire. Compte tenu du fait que l'usage de ce nœud est largement répandu, il est important, en l'attente de tests complémentaires, de faire une mise au point technique.

Cette dernière campagne de tests a été réalisée par le DPMC (Développement et Promotion des Métiers sur Cordes). Le test qui nous intéresse avait pour objectif de valider l'utilisation d'un amarrage en Y à l'aide d'un nœud de chaise double. Le nœud était réalisé avec 30 cm de brin libre. Lors d'une mise en poids progressive d'une gueuse longée dans une des oreilles, les 30 cm de brin libre ont glissé, défaisant totalement la ganse.

Toutefois, ceci n'a pas été constaté lors de la campagne de test de l'EFS de juin 2006 dont les résultats publiés dans Spelunca n°105 de 2007 permettaient d'affirmer que :

- le nœud d'arrêt n'est pas obligatoire.
- le fait de se longer dans une boucle n'a aucune incidence.

A ne pas confondre avec le nœud de chaise simple en double, qui lui garde toute son utilité. L'avantage ici étant qu'il y a une ganse disponible pour se longer.



Nœud de cabestan

Utilisation : amarrage, fractionnement, milieu de corde (main courante par exemple)

Résistance résiduelle : 65%, avec clé d'arrêt, demi pécheur double.

	Test statique	Test dynamique
A	Rupture à 1800 daN	Non réalisé

-Attention que sans nœud d'arrêt, risque de glisser en dynamique sous une charge faible (200daN) et glissement total possible à partir de 700daN.

-Serré sur un connecteur, il maintient le connecteur dans le bon axe de travail, par contre parfois difficile à défaire.

Demi cabestan (test avec clé de mule)

Utilisation : contrôle d'une charge à la descente, descendeur de fortune.

Résistance résiduelle (avec clé de mule) : >65%

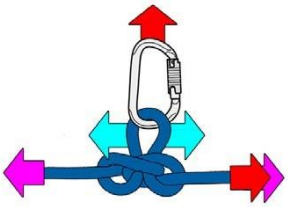
	Test statique	Test dynamique
	Rupture à 1550 daN	Bonne tenue

Préférable d'utiliser un mousqueton HMS.

Nœud papillon

Utilisation : amarrage, nœud de milieu de corde, réduction de tonche.

Résistance résiduelle : 70%



	Test statique	Test dynamique
A	Rupture à 1950 daN	Léger glissement brin courant
B	2750 daN	
C	Rupture à 1800 daN	Bonne tenue

-Peut aussi servir de nœud de raboutage, excellent résistance résiduelle, très fiable. Juste veiller à laisser 20cms de brins libre car léger glissement au serrage / Par contre, même inconvénient que le pécheur double, pas de ganse disponible pour se longer.

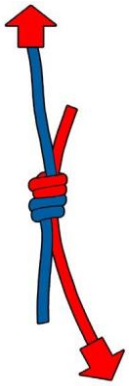
Attention toutefois, ne pas confondre avec le « faux papillon », nœud très similaire dans son « look » et son utilisation, mais qu'il faut éviter dans la fonction réduction de tonche car la ganse peut sauter. Il se transforme alors en nœud coulant et il se défait. Les boucle du nœud papillon se croisent et se bloquent entres-elles, alors que dans le faux papillon elles se superposent.

Nœud de pécheur double

Utilisation : raboutage de corde

Résistance résiduelle : 70%.

	Test statique	Test dynamique
	Rupture à 1900 daN	Très bonne tenue



-Seul nœud fiable pour relier deux cordes de diamètres et/ou texture différents.

-Attention, deux inconvénients majeurs, il se défait très difficilement après mise sous tension, surtout avec deux cordes de diamètres différents et pas possible de faire une ganse fermée pour se longer.

Demi pécheur double, appelé aussi capucin ou scafold, en fonction de l'utilisation.

Utilisation : Nœud de butée, clé d'arrêt, de blocage, de fin de corde.

	Test statique
	Rupture à 1450 daN

Résistance résiduelle : 60%

Idéalement, doit être collé au nœud qu'il sécurise pour avoir le glissement le plus limité possible.

Le glissement d'un nœud amorti la chute, mais provoque un échauffement important (transformation d'énergie cinétique en chaleur)

Nœuds «secondaires » à connaître

Certains nœud, pour autant non essentiel, sont intéressants à connaître et maîtriser, peut parfois faciliter la vie de l'équipeur.

Tisserand en double

Utilisation : Amarrage sur sangle ou As.

Résistance résiduelle : 60%

Tests réalisés avec une élingue de levage CMU 1T		
	Test statique	Test dynamique
A	Non testé	Bonne tenue

Il a comme avantage de se défaire très facilement, c'est pas du luxe sur une sangle.

Attention,

Toujours avec nœud d'arrêt. Risque de glissement. On peut profiter du nœud d'arrêt pour faire une ganse (longeage)

Tisserand double

Utilisation : Amarrage sur sangle ou As

Résistance résiduelle : 60%

Tests réalisés avec une élingue de levage CMU 1T		
	Test statique	Test dynamique
A	Rupture à 1700 daN	Bonne tenue

On peut faire le tisserand de cette manière également, mais dans cette configuration il n'y a pas de ganse pour le longeage.

début

Nœuds «secondaires » dont on peut se passer

Intéressants d'un point de vue intellectuel, la non maitrise de ces nœuds n'empêche pas une longue carrière complète sans accident en spéléo. La connaissance de ces nœuds n'apporte pas grand-chose pour la sécurité.

Romano

Utilisation : nœud de milieu de corde, réduction de tonche

Résistance résiduelle : 70%

	Test statique dans l'axe de travail	Test dynamique
	Rupture à 1900 daN	Bonne tenue dans le bon sens
	Rupture à 1800 daN	Bonne tenue

Attention :

-il s'agit d'un nœud directionnel, un peu comme un huit suivi, il y a un problème de fiabilité de ce nœud si la ganse est sollicitée dans le mauvais sens.

-Très difficile à mémoriser et de plus rarement fait (sinon jamais),

En résumé avantageusement remplacé par le nœud papillon, qui a les avantages sans les inconvénients de ce nœud.

Nœud de 9

Voici bien le nœud BOF dans toute sa splendeur. Il ne présente aucuns avantages par rapport au nœud de 8, au contraire il est parfois (souvent…) plus difficile à défaire une fois serré et il bouffe plus de corde.

A proscrire nœud pas fiable:

- **Huit directionnel**

attention

- Sous charge et même dans le bon axe de travail, glisse à partir de 8kN, rupture à 14kN.

- A l'envers dans la ganse, il se retourne sous une tension de 0.4kN et la plupart du temps à 1kN (100daN, ou 100kg, comme on dit vulgairement) il se dénoue complètement !

début

Equipement

Parlons d'abord de sécurité de base.

la pratique de la spéléo est une activité à risques ayant comme particularité que les risques objectifs sont connus et maîtrisables. Dans 99% des cas, un accident en grotte sera dû à une erreur humaine ou, plus grave, à une négligence.

La différence entre une erreur et une négligence est simple. Une erreur est un évènement accidentel survenant parce que c'est la nature humaine de faire des erreurs, **une négligence est une faute commise consciemment, dans un but précis (le plus souvent « gagner du temps »).** La différence en terme de responsabilité civile est identique à, par exemple, au fait d'attraper un accident de roulage à jeun pour cause d'un moment de distraction par exemple, ou sous l'influence d'une drogue quelconque. Ca ne sera pas interprété de la même façon par les autorité, les assurances,…

Et à juste titre ! une négligence, qui peut même sembler insignifiante au premier abord, est la cause principale d'accidents avec souvent de graves conséquences. Accidents qui auraient tous pus être évités…

Avant de se lancer :

Soi-même par rapport aux difficultés de l'activité.

-La plupart du temp, on peut évaluer la difficulté à l'avance et on sort par l'entrée. Est-on en état physique d'assumer l'activité ?

Vérification de son matériel personnel

-Avant d'enfiler son baudrier, d'installer sa quincaillerie, il faut vérifier soigneusement l'intégrité de tout son matériel, EPI ou pas. En effet, avoir un problème sous terre avec sa pédale, sangle du pantin, baudrier de poitrine, n'impacte pas directement sa sécurité, mais c'est malgré tout vachement chiant. L'inspection doit être rapide, mais elle doit être faite. Surtout les textiles comme les longes personnelles, baudrier. Vérification des coutures, traces d'usure, tonches. Il ne faut pas risquer sa vie pour économiser quelques euros.

-Une fois équipé, il est essentiel de vérifier que tout est OK. Pour les points principaux, le MAVC est placé correctement (doigt fermant côté cœur), les longes bien à gauche du Croll, absence de moustif non EPI sur soi, baudrier bien ajusté, mousquetons bouts de longes pas usés,…

-L'éclairage, évidement, doit fonctionner, batterie chargée et avoir un éclairage de secours sur soi ou sur le casque.

Double check.

-Une fois qu'on s'est inspecté, on cross-check sa/son/ses partenaires.

Nœud en bout de corde

-Même si les kits sont prêts, on les vide et on les « ré-enkite » en vérifiant que l'ordre « d'enkitage » est bon **et qu'il y a un nœud en bout de chaque corde.**

Remarque importante concernant le nœud en bout de corde :

On ne compte plus le nombre d'accident, trop souvent fatal, dus au fait qu'il manquait ce nœud.

Alors, base de la base, il faut systématiquement faire un nœud en bout de corde, environ 1m du bout.

Boucle en huit, nœud de capucin, huit gansé en bout de corde, deux nœuds en série, peu importe en fait. Il en faut au moins un. Seules les circonstances du moment (corde 50cms trop courte par exemple) de façon réfléchie (analyse de risque) et en toute connaissance de cause pourrait amener le spéléo équipeur à défaire ce nœud.

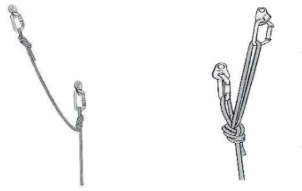
Pendant la progression :

-respect des règles de progressions

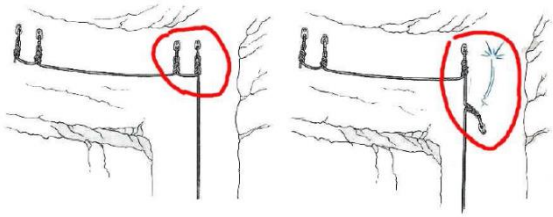
-Anticiper la difficulté

-Pas de précipitation

Amarrage :



Doubler un amarrage peut se faire soit par le principe du double amarrage, soit et de préférence en répartissant l'effort sur deux points d'amarrage à l'aide d'un nœud de type « mickey ». Les deux méthodes sont correctes, le mickey donnant de meilleures garanties en cas de rupture d'un ancrage. De plus, le double amarrage induit quelques pièges à éviter lors de l'équipement.



Exemple de piège classique, il faut veiller à éviter le risque de chute en facteur supérieur à 1 et lors de la progression éviter de se longer entre les deux points d'attaches du double amarrage. Il y a d'autres pièges plus subtils qui impactent la sécurité si mal connu, ce qui concourt à rendre le mickey plus sûr et plus facile à établir.

De même, sur un mickey il faut éviter de se longer entre les ganses du double nœud mais soit, par ordre de préférence, dans les deux ganses, dans la ganse située le plus bas, dans le connecteur de la ganse située le plus bas.

Par contre, inutile de consommer beaucoup d'énergie à s'obstiner à se longer dans les deux ganses, qui est le « nice-to-have », lorsque la configuration de l'amarrage rend une des autres possibilités plus simple, plus facile ou plus confortable. Une bonne devise devrait être qu'à toutes choses égales par ailleurs, au plus simple au mieux.

Se longer dans la ganse la plus basse ou dans le connecteur, pour autant que celui-ci soit normé et que ce soit possible bien entendu, assure déjà la sécurité du pratiquant et est donc suffisant d'un point de vue sécurité, quoi que un peu moins confortable en cas de rupture d'amarrage, ce qui est quand même dans le domaine des probabilités relativement faible. Dans certaines circonstances, le mieux devient l'ennemi du bien.

début

Divers

NOTA :

Petite notions de physique très simplifiées et superficielles. Il est par exemple impossible en quelques lignes de décrire et démontrer ce que par exemple est l'énergie vu par un physicien. Il va falloir accepter les postulats de départs sans se poser de questions.

Car, pour pouvoir commencer à comprendre ce qu'est l'énergie, ou une force, il faut commencer par avaler et comprendre les deux premiers principes de la thermodynamique, comprendre beaucoup de concepts un peu velu et/ou contre-intuitifs. Comme le concept de gravité vu par Albert Einstein, par exemple. Le fait que la gravité ne soit en elle-même pas une force mais une déformation par la masse de la terre du tissu de « l'espace-temps » (pour Einstein le temps n'est, en résumé, qu'une illusion généré par notre esprit pour intégrer la manifestation accessible à nos sens d'une quatrième dimension de l'espace) et que en fait, dans son propre référentiel ce n'est pas le corps qui « tombe », attiré vers le centre de la terre, le corps ne subit aucune force (la gravité n'en étant pas une) Et donc il faut considérer « comme si » (principe d'équivalence) le corps est immobile dans l'espace et c'est le sol sous les pieds qui accélère vers le haut, il faut bien reconnaitre qu'on a du mal à se l'imaginer de cette manière-là. Et pourtant, c'est sur cette idée (ou concept) de base, certes fortement résumé, que Einstein a mis en équation des théories qui lui ont valu plusieurs prix Nobel et qui ne s'est pas encore démentie à ce jour…

Énergie, définition

L'énergie, que se cache t'il donc derrière ce mot ? En fait tout le monde sait ce que c'est sans pouvoir pour autant l'expliquer. Aujourd'hui, la définition la plus « claire » qu'on peut en faire est celle-ci :

L'énergie est la grandeur physique qui qualifie les changements d'états.

On ne peut pas « créer » d'énergie (énergie libre, mon C…), il est possible de l'utiliser en faisant changer d'état celle qui est présente sur terre et surtout fournie par le soleil. 99% de l'énergie disponible sur terre nous vient du soleil, sous forme radiative (il s'agit d'une toute petite fraction de l'énergie totale émise par notre astre), qu'elle soit « fossile » ou dite « renouvelable » (même si en toute rigueur ça n'existe pas non plus, l'énergie renouvelable…).

Par contre, on ne peut pas la consommer non plus, l'énergie est « indestructible », si on peut dire. On peut donc transformer une forme d'énergie en une autre et c'est comme ça qu'elle est utilisable pour faire un travail, exercer une force. A force de se transformer d'une forme à une autre, de changer d'état, l'énergie ne se perd pas, mais se dissipe dans des formes qui deviennent de plus en plus difficile à utiliser (phénomène appelé entropie, principe premier de la thermodynamique). La forme ultime d'énergie, la plus dissipée et qu'on ne pourra plus utiliser dans un système fermé, c'est la chaleur. Sur terre, nous sommes en quelque sorte dans système ouvert et nous pouvons sous certaines conditions utiliser la chaleur, mais inexorablement celle-ci finira par se dissiper dans l'atmosphère et ne sera donc plus récupérable, ou transformable.

Il y a de multiples formes d'énergies « utilisables ». Par exemple, énergie chimique, radiative, électrique, mécanique, élastique,…

En plus d'être utilisable ou non utilisable, L'énergie peut être « potentielle » ou « cinétique ». En fait, tout est énergie, la masse elle-même est constituée de matière, qui n'est autre chose qu'une forme d'énergie sous forme potentielle. L'énergie potentielle est l'énergie contenue dans un corps (quelconque) et qui ne s'exprime pas. Un litre d'essence par exemple, contient une grosse quantité d'énergie potentielle sous forme chimique. Elle attend patiemment qu'on la change d'état…

L'énergie est également définie comme la « capacité d'un corps ou d'un système à produire du travail mécanique ou son équivalent ». L'unité d'énergie, quelle que soit son état, s'exprime en joule.

Force, définition :

Modélisation d'une action mécanique exercée par un corps sur un autre et capable d'imposer une accélération à celui-ci. L'unité de force s'exprime en Newton.

Tout corps massique **au repos sur le sol** exerce du fait de la « force d'attraction » terrestre, une force sur ce sol, communément appelé poids et exprimé usuellement en kg, mais qui devrait s'exprimer en kN ou daN. **Le poids est une force**, résultant du produit de la masse d'un corps (= quantité de matière, s'exprime en kg) par une accélération, qui sera au minimum l'interaction de la masse avec le champ de pesanteur (sur terre = 9.81m/s²).

1 Newton est égal au produit d'une masse de 100gr par 9.81m/s² (accélération due à la gravitation terrestre)

En effet, ce qui est mesuré par une balance n'est en réalité pas directement la masse en elle-même (quantité de matière), mais la force exercée par cette masse sur le sol, ce qui est une nuance importante. Une balance indique le poids en kg par abus de langage, mais en toute rigueur ce sont des Newtons. Le fait est que sur terre la masse et le poids d'un corps au repos sur le sol sont équivalents, l'un ayant servi à définir l'autre et vice-versa, et de ce fait se confondent.

En gros, sur terre un corps d'une masse de 80kg, par exemple, exercera au repos sur le sol une force (ou autrement dit aura un poids) de 8000N(Newtons), ou 0.8kN(kilonewtons) ou 80daN (décaNewtons) ou encore une autre façon de l'exprimer, 80kg/force.

La différence entre une masse et un poids se marquera lorsque un jour un spéléo ira exercer sa passion sur la lune, par exemple (rêvons un peu). Là-bas sa masse, qui restera de 80kg, exercera une force 6 fois moins forte sur le sol lunaire que sur terre, dû à l'attraction gravitationnelle de la lune beaucoup plus faible que sur terre. Et donc, pour une masse de 80kg, il ne pèsera plus que 14 daN (une balance terrestre indiquerait 14kg)…

On dit que la masse est intrinsèquement lié au corps, alors que le poids va dépendre de son interaction avec l'environnement dans lequel il se trouve et de son accélération.

Force choc.

début

Un corps au repos sur le sol exerce une force sur celui-ci, et le sol exerce lui-même en retour une force équivalente sur le corps. Par exemple un corps humain au repos sur le sol exerce son propre poids sur le sol et le sol fait la même chose en exerçant lui-aussi une force équivalente sur le corps. C'est l'équilibre de ces forces qui fait que ni le corps ni le sol ne bougent.

Lors d'une chute libre, un corps massique subi une accélération et augmente continuellement sa vitesse. Le corps n'est plus au repos, il transforme une partie de son « énergie potentielle de pesanteur » en énergie cinétique. L'atterrissage de cette masse, va avoir deux effets majeurs.

- D'abord l'énergie cinétique va se transformer en d'autres formes d'énergie (essentiellement énergie thermique, en chaleur)
- La vitesse acquise au moment de l'arrêt va libérer une force directement proportionnelle au produit de la vitesse par la masse au repos (l'énergie cinétique du corps se transforme en masse). Une balance positionnée sous le corps enregistrera juste au moment de l'arrêt une force (un poids) forcément plus élevé qu'au repos. Ça s'appelle la « force choc ». Rappelons que cette force choc s'appliquera aussi bien sur la balance que sur la masse.

Par exemple, une masse de 80kg chutant d'une hauteur de 1m sans absorption aura au moment de l'impact au sol un poids (la force choc sera) de 4.6kN, ou 460daN. La balance indiquera 460kg une fraction de seconde. Le corps pèsera donc 460kg pendant une fraction de seconde pour parler une un langage usuel. En quelque sorte, l'énergie cinétique du corps se transforme en masse au moment du contact avec le sol, cette masse exerce une force sur le sol et le sol exerce lui aussi une force sur la masse.

Compilons donc ces différentes notions par une (petite) expérience de pensée sans prétention ;

Admettons un corps d'une masse de 100kg placé à une hauteur de 100m du sol, sur le bord d'une falaise. Ce corps contient de l'énergie sous forme potentielle. Un petite partie de cette énergie potentielle est composée « d'énergie potentielle de pesanteur », qui correspond à la quantité d'énergie nécessaire pour déplacer ce corps jusque-là. Parce que oui, l'énergie nécessaire à ce déplacement ne s'est pas perdue, mais transformée en « énergie potentielle de pesanteur ».

Une simple poussée va le faire basculer dans le vide et il va chuter avec une accélération due à la gravitation. L'énergie potentielle de pesanteur contenue dans le corps se transforme en différentes autres formes d'énergies. Notamment énergie cinétique due au mouvement accéléré, énergie thermique due aux frottement du corps dans l'atmosphère, etc…

Imaginons que le corps soit relié à un amarrage par une corde et équipée d'un système de freinage ;

-Si le système de freinage n'est pas actif, le corps n'est pas freiné et accélère en continu jusqu'au contact avec le sol. Le poids du corps au moment de l'impact sera le produit de sa masse multiplié par sa vitesse due à l'accélération de la chute.

La « force choc », donc le poids, sera très important. Le sol, vachement plus inertiel que le corps qui le percute, ne va pas bouger et retransmettre au corps toute la force choc sans amortissement. Le corps va faire PAF.

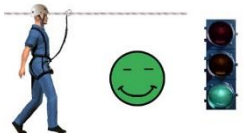
-Si cette masse est freinée, on notera une diminution de la vitesse pour cause de transfert d'énergie cinétique en d'autres formes d'énergies. Principalement énergie thermique, ce qui causera une augmentation de la T° des éléments qui frottent (frein et corde), mais aussi énergie potentielle élastique due à l'allongement de la corde sous l'effet de la force (du poids) du corps en mouvement (Produit de sa masse X sa vitesse).

Si la masse est freinée jusqu'à l'arrêt complet, par exemple au moment du contact avec le sol ou lorsque le freinage est assez puissant pour stopper la chute, le moment du « stop » aura pour conséquence une augmentation du poids du corps, proportionnel à la vitesse résiduelle. Autrement dit, une « force choc ». Qui devra idéalement être inférieure à 600daN pour éviter tout risque pour le corps si celui-ci s'appelle Ernest, ou Jules…

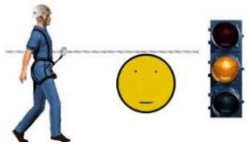
Facteur de chute début

Le facteur de chute représente le rapport qu'il y a entre la longueur de la chute potentielle et la longueur de la corde qui relie le corps à l'amarrage.

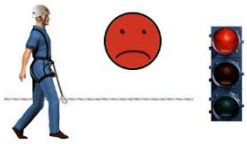
Dans les trois exemple ci-dessous, **imaginons que la longe de sécurité du spéléo soit de 1m**



Chute de 0 à 30cm : Facteur de chute de 0 à 0.3. Pas de risque. Le corps n'a pas une accélération suffisante que pour impacter réellement. Le spéléo progresse en sécurité.



Chute de 1m, la longueur de la longe : Facteur de chute de 1. La force choc est importante et peut atteindre environ 460daN si aucun amortissement. Si la longe en est équipée, le système de sécurité ne se déclenche pas, mais le choc est rude. Le spéléo doit être vigilent lorsqu'il est dans ces conditions de progression.



Le facteur de chute dépasse 1, jusque deux fois la longueur de la longe : facteur de chute de 2. La force choc sans amortissement peut dépasser allègrement 1000daN. Si la longe est équipée, le système antichute se déclenche. Normalement, une longe conforme en corde dynamique répondant à la norme EN894 va absorber une partie de l'énergie en s 'allongeant (énergie potentielle élastique) et en chauffant, limitant la force choc.

Néanmoins, il faut éviter la progression dans ces conditions, même si le système antichute est prévu pour limiter la force choc à 600daN le cas échéant.

A noter qu'il n'y a pas de limite au facteur de chute, contrairement à ce que l'on pense généralement. On peut très bien se retrouver avec un facteur de chute de 4, 5 et plus. Progression verticale dans une via ferrata mal équipée par exemple. Lorsque le risque existe, il faut un système antichute spécifique via ferrata aux norme EN 958 (rev 2017). Un système antichute classique ne suffira pas.

Calcul de la vitesse et du temps de chute par rapport à la hauteur : début

On pose,
-Accélération due à l'attraction terrestre = 9,81 m/s², on arrondi à 10 m/s² = la constante « **g** ». 1/2g est donc arrondi à 5m/s².
-La hauteur « **h** », en mètre
-La vitesse « **v** » en mètre/seconde

La vitesse : $v = \sqrt{2gh}$

On isole la hauteur par transformation de la formule (je passe la démonstration) ;

h = t²*1/2 g (1/2g = 4.905m/s², arrondi à 5m/s²)

t s	t min	t h	h m	h km	V m/s	V km/h
1			4,9		9,8	35,3
2			19,6		19,6	70,6
2,831			39,3		27,8	100,0
3			44,1		29,4	105,9
4			78,5		39,2	141,3
4,515			100,0		44,3	159,5
5			122,6		49,1	176,6
6			176,6		58,9	211,9
7			240,3		68,7	247,2
8			313,9		78,5	282,5
9			397,3		88,3	317,8
10			490,5		98,1	353,2
10,19			509,3		100,0	359,9
60	1		17 658,0	17	588,6	2 119,0
	2			70	1 177,2	4 237,9
	10			1 765	5 886,0	21 189,6
	30			15 892	17 658,0	63 568,8
	60	1		63 568	35 316,0	127 137,6
		2		254 275	70 632,0	254 275,2
		5		1 589 220	176 580,0	635 688,0

Cette formule peut être utilisée pour évaluer la profondeur d'un puits d'une hauteur inconnue par « lancer de caillou », mais à remarquer que c'est très approximatif, surtout les premières secondes. En effet, la première seconde le caillou à fait 5m (1s * 1s * 5m/s² => 1*1*5m), la deuxième seconde le caillou est à 20m (2*2*5m), la troisième seconde 45m, etc… Pas évident !
De plus, pour les puits plus profond il faut compter avec la vitesse que met le son pour remonter jusqu'à l'oreille du lanceur. Qui est d'une vitesse fixe d'environ 330m/s. Donc, imaginons un puits de 330m de profondeur, le temps de chute libre du caillou sera d'environ 8 secondes, auquel il faut ajouter une seconde pour que le lanceur, resté en haut du puits, entende le son. Car si c'est le lanceur qui chute, évidement qu'il ne mettra pas une seconde avant de constater qu'il est au fond du puits…

Pour affiner l'évaluation, on peut compter les secondes en égrainant un mot de trois ou quatre syllabes avec une cadence de 1 seconde par mot (il faut s'entraîner un peu). Ce qui fait que le temps de chute peut être affiné par autant de secondes qu'on aura compté de fois le mot entier plus la fraction de seconde par le nombre de syllabes.
Par exemple, à titre personnel j'utilise les trois syllabes du mot « CRO CO DILE », à la cadence infernale de 1/3 de seconde par syllabe. Donc, un **CRO CO DILE + CRO CO (paf)** = 1.6 secondes, c'est-à-dire (1.6*1.6*5) = 12.8m, donc on peut considérer entre 10 et 15m, en gros. Ce qui est déjà une approche plus précise qu'entre 5 et 20m…

Quelques normes :

début

EN 564

De 4 à 8 mm de diamètre, les cordelettes n'ont pas les caractéristiques élastiques des cordes. Seule, leur résistance statique est testée : elles doivent résister (en daN) à 20 fois le carré de leur diamètre exprimé en mm : $R_{ésistance} = 20\ d^2$
Ex. pour Ø 4 mm : $R_{ésistance} = 20 \times 4^2 = 20 \times 16 = 320$ daN

Cordelette spéléo 8mm, homologuée selon EN 564. Peut être conforme aux spécifications de la « **corde légère** de spéléologie de type « L » » définie par la Fédération Française de Spéléologie, pour la pratique de la spéléologie par des **équipes expertes**. **A ne pas mettre dans toutes les mains.**

Exemple :

cordelette spéléo Antipodes 8 mm Beal (répond au cahier des charges FFS) :

- Charge de rupture : 1800kg.
- Nombre de chute facteur 1 : 2 (80kg).
- Force de choc facteur 0.3 : 4 kN.
- Allongement 50/150 kg : 6.5%.
- Glissement de la gaine : 0% .
- Pourcentage de gaine : 41%.
- Retrait à l'eau : 4%.
- Poids au mètre 41 g.

EN 1891 B

Corde de semi-statique légère, maniable et souple, excellent rapport poids/résistance à l'abrasion.

Exemple :

Corde 9 mm Béal :

- Charge de rupture : 1900 kg.
- Résistance avec un noeud en huit : 1350 kg.
- Nombre de chute facteur 1 : 8 (80kg).
- Force de choc facteur 0.3 : 4kN.
- Allongement 50/150 kg : 3.6%.
- Glissement de la gaine : 0.3%.
- Pourcentage de gaine : 43%.
- Retrait à l'eau : 4%.
- Poids au mètre 51 g.
- Couleur Rouge.

EN 1891A

Corde de semi-statique **légère**, **maniable** et **souple**, **excellent rapport poids/résistance à l'abrasion,** idéale pour la **spéléologie**.

Exemple :

corde 10 mm Béal :

- Charge de rupture : 2400 kg.
- Résistance avec un noeud en huit : 1700 kg.
- Nombre de chute facteur 1 : 6 (100kg).
- Force de choc facteur 0.3 : 4,3kN.
- Allongement 50/150 kg : 4,4%.
- Glissement de la gaine : 0%.
- Pourcentage de gaine : 43%.

- Retrait à l'eau : 4%.
- Poids au mètre : 62 g.

Connecteurs :

début

Normes EN12275 et UIAA 121

Les trois principaux tests de résistance statique :

- Résistance selon le Grand Axe, doigt fermé : 20 kN

Le cas le plus défavorable de charge d'un mousqueton est lorsque celui-ci est utilisé en point de renvoi. Pour la chute la plus défavorable, on peut avoir 12 kN sur le brin du chuteur (valeur maximale : voir norme corde), les frottements et énergie de déformation de la corde, réduisent au 2/3 de cette valeur l'effort nécessaire sur le brin de retenue soit 8 kN. Le mousqueton se trouve donc sollicité au maximum par 12 + 8 = 20 kN.

- Résistance selon le Grand Axe, doigt ouvert : 7 kN

On a mesuré l'importance de la valeur de cette résistance lorsque, à la fin des années 80, cette valeur est passée de 9 kN (UIAA) à 6 kN (DIN). De nombreux accidents dus à des ruptures de mousqueton ont alors été constatés. En effet, de manière intempestive et à l'insu du grimpeur, le mousqueton peut se trouver en position ouverte lors de la chute (choc contre le rocher, retour brutal de la dégaine, vibration du doigt due aux vibrations de la corde qui se tend : voir articles ci-après)

La valeur de 600 daN définie alors dans la Norme DIN provenait de l'étude sur l'assurage dynamique avec demi-cabestan, huit ou tube qui démontrait que la tension côté assureur était au maximum de 250 daN (conjugaison du freinage de l'appareil et du freinage de la main de l'assureur), soit 350 daN côté chuteur et donc 250 + 350 = 600 daN maximum sur le mousqueton de renvoi. Cette valeur était trop limite et en tenant compte de tous les frottements (rocher, mousquetons intermédiaires) on sait aujourd'hui que les 600 daN sont généralement largement dépassés, d'où les accidents observés.

Arguant que pour la forme optimale du mousqueton que représente la forme en D, la valeur de résistance doigt ouvert est environ le tiers de celle doigt fermé, les normalisateurs se sont finalement mis d'accord pour une résistance de 7 kN en doigt ouvert. Il faut avoir à l'esprit que cette valeur reste faible et n'exclut pas la rupture possible du mousqueton. Des valeurs supérieures de 8 ou 9 kN sont donc conseillées.
Valeurs obtenues soit par optimisation de la forme (forgeage – plus cher ti) ou augmentation de la section (plus lourd).

- Résistance transversale, charge sur le doigt : 7 kN

Dans certaines conditions, heureusement extrêmement rares, le mousqueton peut se retrouver chargé transversalement lors de la chute du grimpeur. Cette valeur de 7 kN a été décidée avec les mêmes arguments que pour le doigt ouvert : assurage dynamique et très faible probabilité de cette configuration.

- Mousqueton de type X

Il s'agit d'un mousqueton de type symétrique utilisé en escalade artificielle (USA, principalement) qui permet de recevoir 2 mousquetons sans que l'un gène l'autre comme c'est le cas pour les formes en D. Leur forme symétrique permet difficilement d'obtenir les valeurs normales de résistance, aussi, considérant qu'en escalade artificielle il y a de toute façon de nombreux points d'assurage, les valeurs de résistance demandée sont de 18 kN (doigt fermé) et de 5 kN (doigt ouvert).

- Mousqueton de type H

Utilisés pour l'assurage sur demi-cabestan (HMS = Halb Mastwurf Sicherung = demi-cabestan, en allemand), ils doivent avoir une forme large en poire et plus ou moins symétrique pour permettre le bon fonctionnement du demi-cabestan. La résistance demandée en doigt ouvert a été ramenée à 6 kN, puisqu'ils servent essentiellement à l'assurage dynamique dont on sait que l'effort maximum est alors de 2.5 kN.

- Mousqueton de type K (Klettersteig, en allemand = via ferrata).

L'ouverture du doigt doit permettre le passage d'une tige de 16 mm de diamètre et la résistance grand axe doigt fermé doit être au minimum de 25 kN. L'UIAA demande un test complémentaire de résistance de 8 kN lorsque celui-ci est placé en porte à faux sur une arête tranchante.

Modifications de la norme EN 958/2017 pour longe de via ferrata:

début forcechoc

1. Test de la charge dynamique
Le test de chute nouvelle version s'effectue avec deux poids différents. Les masses d'acier de 40 kg, respectivement 120 kg, sont lâchées d'une hauteur de 5 mètres. La force de choc- soit la force agissant sur le corps humain au moment du choc- ne doit pas dépasser 3,5 kN pour la masse de 40kg, respectivement 6 kN pour celle de 120 kg.
La longueur de déploiement de la sangle explosive ne doit pas dépasser 2.20 m

Avec l'ancienne norme, le poids de test était uniquement de 80 kg, la force de choc max. 6kN et le longueur de déploiement max. 1.20 m

2. Test de charge dynamique à l'état mouillé
Le test de chute est maintenant effectué sur un set qui a préalablement été immergé dans l'eau pendant 1 heure. Avec le poids de 120 kg, la force de choc ne doit pas dépasser 6 kN et la distance de déchirement ne doit pas dépasser les 2.20 m de la norme (ce test n'existait pas dans l'ancienne norme).

3. Test de la force statique du frein à déchirement
La force statique d'un absorbeur doit dépasser 1.3 kN avant déclenchement lorsque le ferratiste est pendu au repos dans sa longe (ancienne norme 1.2 kN).

4. Test de la résistance statique du système complet
Après le test de charge dynamique avec 120 kg, le set est placé sur une machine de tension. Le set doit résister à une tension progressive jusqu'à 12 kN. (ancienne norme 9 kN).

5. Test de charge statique sur les bras non-élastiques
Les bras non-élastiques du set de via ferrata sont testés comme les sangles cousues (selon EN 565). Sur une machine de tension (entre 2 plots de test) les bras sont étirés avec une vitesse constante et doivent tenir une force de 15 kN (ce test n'existait pas dans l'ancienne norme).

6. Test de la résistance statique de la sangle d'encordement
La sangle d'encordement (pour autant qu'il y en ait une) est testée selon le schéma de chute dynamique. Cette sangle doit résister à une force progressive d'au minimum de 12 kN (ce test n'existait pas dans l'ancienne norme).

7. Test de fatigue des bras élastiques
Suite au rappel de matériel de montagne probablement le plus important de l'histoire, ce test de fatigue pour les bras élastiques a été ajouté. Un bras élastique est placé sur une machine cyclique qui charge et décharge 5 kg. La fréquence est de 0.5 Hz – soit 30 charges de 5 kg par minute. Après 50.000 cycles, la force résiduelle de l'échantillon est testée comme au point 5 (bras non-élastiques), et la résistance doit atteindre au moins 12 kN. (ce test n'existait pas dans l'ancienne norme).
(Source Bergsteigen.com & BergZeit Magazin)

Puis-je continuer à employer ma longe avec l'ancienne norme EN 958 sans risques?
La réponse est oui.
La nouvelle norme apporte un réel plus pour les personnes sous les 50 kg fatidiques, et pour ceux et celles qui dépassent les 100 kg. Pour tous les autres, l'ancien standard reste encore valable, même s'ils n'avaient pas encore été testés aussi durement que le sont les nouveaux sets.
Toutefois, il faut absolument tenir compte de la date de fabrication et de la fréquence à laquelle la longe est employée. Tous les fabricants sont de l'avis que la durée d'utilisation d'une longe de via ferrata est fortement réduite par un usage régulier, voire intensif. Les tests effectués en 2012-13 l'ont clairement démontré. Il ne faut donc pas hésiter à la changer suffisamment tôt, et à réformer de manière absolument irrévocable l'ancienne, en la découpant par exemple! Cela évitera la tentation bien humaine de l'employer encore « juste une dernière fois », celle de trop… Mieux vaut retarder l'achat du nouveau sac à dos ou de la nouvelle tablette, et changer à temps cette pièce tellement importante pour sa sécurité en via ferrata!

Les normes EN 397 (travaux au sol), EN 1078 (renforcé), EN12492 (spécifique pour les casques travaux en hauteur et alpinisme).

début
casque

Base :

- Une capacité d'absorption des chocs jusqu'à 5 kN, 500kN (EN397)
- Une résistance à la pénétration
- Une résistance à la flamme
- Une résistance de la jugulaire jusqu'à 25 daN

Complémentaire :

- L'isolement électrique : Le casque doit posséder une isolation électrique pour protéger des risques électriques.
- La résistance à la pénétration à températures extrêmes (basses et hautes) : Le casque doit avoir une certaine résistance face aux risques de pénétrations à températures extrêmes, qu'elles soient très froides ou extrêmement chaudes.
- La résistance à la déformation latérale
- La résistance aux projections de métaux en fusion

Pour avoir des informations claires et précises sur le casque, notamment sa date de fabrication, le nom du fabricant ou encore le type de protection, des informations essentielles sont affichées sur le casque. On y retrouve notamment le marquage règlementaire CE pour les produits répondant aux exigences de certification et qui atteste que les caractéristiques du produit sont conformes à la norme EN 397 ainsi qu'aux spécifications complémentaires.

Marquage casque obligatoire :

- Nom du fabricant
- Année et trimestre de fabrication
- Type du casque
- Taille du casque en centimètres
- Abréviation du matériau de la calotte

La norme additionnelle EN 12492

La norme additionnelle EN 12492 définit des exigences minimales de sécurité ainsi que les méthodes d'essai pour les casques d'alpinisme. Elle possède un plus haut niveau de protection contre les chocs, et est donc destinée aux casques utilisés pour les travaux en hauteur par exemple ou en alpinisme (ou en spéléologie).

Il n'existe pas nécessairement une période d'obsolescence fixe. C'est pourquoi il est important de régulièrement contrôler l'état de votre casque d'EPI. Plusieurs signaux peuvent vous alerter de l'usure de votre casque de protection :

- Changement de couleur
- Détériorations causées par les UV ou l'exposition à des produits chimiques.
- Déformations
- Fissures et défibrages

- -Extrait des recommandations FFS concernant la norme NF S72-701

début

-
-
-
-
-
-

CADRE REGLEMENTAIRE ET NORMATIF :

La plupart des équipements de protection : casques, baudriers, mousquetons, cordes, bouteilles,

Le certificat de conformité

La norme propose d'inclure le certificat de conformité imposé par la réglementation dans la fiche de vie sous la forme suivante :
« Le responsable de la vente, location, cession, mise à disposition sus signé déclare que l'EPI

Gestion :

Gestion globale
Lorsqu'un **ensemble d'éléments a été acquis et mis en service en même temps** (par exemple trente mousquetons identiques), nous conseillons une **gestion par lot.**

Ce type de gestion n'exige pas avoir d'identification individuelle de chaque matériel et de ce fait résout une partie du problème de marquage sur les équipements métalliques.
Les mises au rebut apparaissent dans la fiche de vie du lot. Annexe 4.Pour les amarrages, connecteurs, as, cordelettes, sangles, nous conseillons une fiche de vie pour un même lot sans identification individuelle de chacun des éléments du lot. Ainsi, lorsqu'un élément défectueux est mis au rebut, il suffit de préciser sur la fiche de vie que le lot comprend une unité de moins.

En cas de nouvelles acquisitions la création d'une nouvelle fiche de vie est obligatoire.

Identification de chaque élément du lot :
Lorsque l'on possède un lot de casques, de harnais, de descendeurs, de bloqueurs, de longes et leurs connecteurs, nous conseillons de réaliser une fiche de vie pour le lot. Dans ce cas, **une numérotation individuelle de chaque EPI est indispensable**. Le repérage individuel permet d'indiquer sur la fiche de vie la réparation effectuée sur un élément précis. Annexe 2

Cas particulier des cordes et cordelettes

Il est préférable d'utiliser une gestion individuelle pour chaque longueur de corde mise en service (Annexe 3) ; c'est-à-dire une fiche de vie par corde, la tâche en sera facilitée.
Une gestion du matériel par lots est possible, si ces cordes ont été mises en service au même moment.

Si une corde doit être coupée, il faudra faire deux nouvelles fiches de vie. On joindra l'ancienne fiche à chacune des deux nouvelles (afin de permettre leur suivi).

Les cordes semi-statiques d'un diamètre de 8 mm classées en **cordelette** par la norme, sont considérées comme des cordes de type L par la FFS. (cf. chapitre DII Mémento du dirigeant : recommandations FFS concernant le matériel de progression (cordes et connecteurs))
Le **mode de gestion** est alors **identique à celui des cordes de type A ou B**. Seul le marquage diffère.

L'utilisateur doit être informé du type de corde (semi statique A, B ou L, à simple, à double…) et de sa longueur.
Les cordelettes doivent être identifiées de façon à permettre leur suivi.

D'après les établissements BEAL, les opérations de découpe et de trempage ne sont pas considérées comme une utilisation de la corde mais comme une préparation avant utilisation. La durée d'utilisation d'une corde commence au moment de la première utilisation en activité.

Le harnais :

En spéléologie classique, parmi le matériel mis à disposition de personnes, seul le cuissard est concerné par la norme. La partie baudrier de torse n'est qu'un outil destiné à maintenir le bloqueur ventral en position verticale, mais pas à assurer la sécurité du spéléologue.
Pourtant, dans certains cas, un dispositif anti-retournement peut être nécessaire (baudrier de torse d'escalade). Les procédures de contrôle s'appliquent alors à ce type de matériel.

MATERIEL CONCERNE PAR LA NORME

Absorbeurs d'énergie d'escalade	Crampons
Absorbeurs d'énergie de via ferrata	Harnais
Broches à glace	Longes

Gestion :

Gestion globale
Lorsqu'un **ensemble d'éléments a été acquis et mis en service en même temps** (par exemple trente mousquetons identiques), nous conseillons une **gestion par lot.**

Ce type de gestion n'exige pas avoir d'identification individuelle de chaque matériel et de ce fait résout une partie du problème de marquage sur les équipements métalliques.
Les mises au rebut apparaissent dans la fiche de vie du lot. Annexe 4.Pour les amarrages, connecteurs, as, cordelettes, sangles, nous conseillons une fiche de vie pour un même lot sans identification individuelle de chacun des éléments du lot. Ainsi, lorsqu'un élément défectueux est mis au rebut, il suffit de préciser sur la fiche de vie que le lot comprend une unité de moins.

En cas de nouvelles acquisitions la création d'une nouvelle fiche de vie est obligatoire.

Identification de chaque élément du lot :
Lorsque l'on possède un lot de casques, de harnais, de descendeurs, de bloqueurs, de longes et leurs connecteurs, nous conseillons de réaliser une fiche de vie pour le lot. Dans ce cas, **une numérotation individuelle de chaque EPI est indispensable**. Le repérage individuel permet d'indiquer sur la fiche de vie la réparation effectuée sur un élément précis. Annexe 2

Cas particulier des cordes et cordelettes

Il est préférable d'utiliser une gestion individuelle pour chaque longueur de corde mise en service (Annexe 3) ; c'est-à-dire une fiche de vie par corde, la tâche en sera facilitée.
Une gestion du matériel par lots est possible, si ces cordes ont été mises en service au même moment.

Si une corde doit être coupée, il faudra faire deux nouvelles fiches de vie. On joindra l'ancienne fiche à chacune des deux nouvelles (afin de permettre leur suivi).

Les cordes semi-statiques d'un diamètre de 8 mm classées en **cordelette** par la norme, sont considérées comme des cordes de type L par la FFS. (cf. chapitre DII Mémento du dirigeant : recommandations FFS concernant le matériel de progression (cordes et connecteurs))
Le **mode de gestion** est alors **identique à celui des cordes de type A ou B**. Seul le marquage diffère.

L'utilisateur doit être informé du type de corde (semi statique A, B ou L, à simple, à double…) et de sa longueur.
Les cordelettes doivent être identifiées de façon à permettre leur suivi.

D'après les établissements BEAL, les opérations de découpe et de trempage ne sont pas considérées comme une utilisation de la corde mais comme une préparation avant utilisation. La durée d'utilisation d'une corde commence au moment de la première utilisation en activité.

Le harnais :

En spéléologie classique, parmi le matériel mis à disposition de personnes, seul le cuissard est concerné par la norme. La partie baudrier de torse n'est qu'un outil destiné à maintenir le bloqueur ventral en position verticale, mais pas à assurer la sécurité du spéléologue.
Pourtant, dans certains cas, un dispositif anti-retournement peut être nécessaire (baudrier de torse d'escalade). Les procédures de contrôle s'appliquent alors à ce type de matériel.

La spéléologie un sport à risque ?

La formation assurée par la Fédération Française de Spéléologie (FFS), dans ses stages et dans ses clubs, prépare le pratiquant à être autonome dans sa progression en milieu souterrain.

Que le réseau exploré soit facile ou difficile, horizontal ou vertical, qu'il y ait des rivières souterraines ou non, le spéléologue est un explorateur conscient et responsable.

Le débutant est encadré par une équipe compétente. Il pourra progresser à son rythme dans l'apprentissage des techniques et de la connaissance du milieu naturel.

La spéléologie est une des activités les moins accidentogènes des activités de pleine nature

Elle peut être pratiquée dès le plus jeune âge.
Tous les handicaps ou pathologies chroniques sont compatibles avec une pratique raisonnée.

La Fédération Française de Spéléologie est présente partout en France et regroupe près de 8000 pratiquants licenciés. Un club existe forcément près de chez vous.
La FFS est agréée par la Sécurité civile et le Ministère de l'Environnement.
Sa commission médicale, la CoMed, est pilotée par une équipe de médecins et personnels de santé.

Les milieux naturels

L'être humain est fragile et inadapté à la vie prolongée en milieu naturel

Respectez la nature et votre environnement.

Anticipez les obstacles et les difficultés.

Préparez-vous
- matériellement,
- techniquement,
- physiquement,
- mentalement,

pour que votre séjour dans la nature reste une expérience épanouissante et inoubliable.

Contact

Fédération Française de Spéléologie :
28 rue Delandine, 69002 LYON
04 72 56 09 63
www.ffspeleo.fr

Commission médicale FFS :
http://comed.ffspeleo.fr

4S Sport Santé Sécurité Spéléo Canyon

DÉSHYDRATATION

Fait soif !

C'est quoi ?
Quels risques ?
Comment la prévenir ?
Comment agir ?

Fédération Française de Spéléologie

C'est quoi ?

L'activité physique en général, et la pratique sportive en particulier, font perdre à l'organisme humain beaucoup d'eau.
Cette perte vient essentiellement de trois mécanismes :

La respiration

Elle évacue de la vapeur d'eau (bien visible en hiver), environ 750 ml par jour en conditions normales, mais beaucoup plus quand l'activité sportive entraîne une hyperventilation.

La transpiration

Elle sert à évacuer l'excès de chaleur produit par l'activité sportive mais elle n'est efficace que si la transpiration peut s'évaporer à la surface de la peau. Sinon il y a une surproduction sudorale et donc une perte excessive d'eau.

Les pertes urinaires

Elles sont destinées à évacuer les déchets toxiques issus de l'activité musculaire, et sources de crampes musculaires douloureuses.

La perte d'eau corporelle sera encore plus importante si l'activité sportive est faite dans trois situations particulières :

Une température ambiante chaude

Une hygrométrie ambiante forte

Un équipement vestimentaire inadapté retenant la chaleur ou ne permettant pas l'évaporation de la transpiration.

les risques ?

Le corps est fait de 70 % d'eau, ce qui lui laisse une certaine marge de sécurité.
Mais celle-ci est vite débordée car on dépense rapidement notre eau.

Les pertes hydriques sur 24 heures

peuvent représenter 2 litres dans une journée standard mais peuvent dépasser 5 litres lors d'une activité sportive intense.

Les signes cliniques :

sensation de soif
bouche sèche
crampes musculaires
fatigue intense
malaise général
maux de tête
état de confusion
incoordination motrice
épuisement
baisse de l'élimination urinaire

Une perte de 5 % du poids du corps entraîne une perte de la performance musculaire de 50 %

la prévenir ?

La prévention doit jouer sur les deux facteurs de la déshydratation
- l'apport d'eau
- les pertes

Pour réguler l'apport

- **Ayez une ration hydrique suffisante** au quotidien (1,5 litre par jour)
- Ne partez pas en exploration sans être hydraté
- **Buvez de l'eau** tout au long de l'effort sans attendre d'avoir soif

Pour réguler les pertes

- **Adaptez le niveau** de l'exploration à votre niveau technique et votre forme physique
- **Ménagez-vous** des temps de repos
- **Buvez de l'eau** tout au long de l'effort
- **Ayez une tenue vestimentaire adaptée** à l'activité et à la température locale

Comment agir ?

Réhydratez

la personne avec des boissons par petites quantités répétées selon la tolérance gastrique
- froides ou chaudes selon la température ambiante
- sucrées si possible.

L'hypoglycémie

C'est quoi ?

L'effort musculaire consomme deux types de carburants, amenés par la circulation sanguine :

- l'oxygène, venant de la respiration
- les glucides, venant de l'alimentation

Le taux de sucre circulant dans le sang, la glycémie, est régulé en permanence en fonction de la dépense énergétique et des apports alimentaires.

Tous les glucides contribuent au maintien de la glycémie, même si leur assimilation est variable d'un aliment à l'autre.

Un excès de la consommation du muscle et/ou un manque d'apport alimentaire de glucides vont faire baisser ce taux.

On parle alors d'hypoglycémie

En dessous du taux normal de 1 g/litre,
chacun peut ressentir des signes d'hypoglycémie à des taux différents.

**En dessous de 0,50 g/litre,
il y a un danger très réel.**

Un testeur de glycémie est utile dans certaines circonstances comme les sorties longues ou engagées, les expéditions, les secours.

Quels risques ?

Les glucides sont nécessaires aux muscles, mais également au cerveau.

Une baisse importante de la glycémie entraîne une déficience physique générale par épuisement de la fonction musculaire, mais aussi une altération des fonctions cérébrales :

- fatigue intense
- malaise général
- sueurs profuses
- incoordination motrice
- état d'épuisement
- troubles du comportement (très variables entre une apathie totale et un état d'excitation pouvant être violent)
- perte de connaissance

Le décès peut survenir si la glycémie ne remonte pas rapidement.

À noter que

l'hypoglycémie peut donner la fausse impression que la personne est sous l'emprise d'alcool ou de stupéfiants.

Il faut donc être prudent dans l'interprétation des signes cliniques.

Comment la prévenir ?

La prévention repose sur la régulation de l'apport alimentaire des glucides et sur leur consommation durant l'effort.

Pour réguler l'apport

- Ayez une alimentation équilibrée au quotidien
- Ne partez pas en exploration à jeûn
- Prennez des aliments glucidiques tout au long de l'effort
- Assurez une bonne hydratation

Pour réguler la consommation

- Adaptez le niveau de l'exploration à votre niveau technique et à votre forme physique
- Ménagez-vous des temps de repos
- Prennez des aliments glucidiques tout au long de l'effort

Comment la traiter ?

- Mettez la personne au repos
- Donnez-lui des glucides assimilables facilement, solides ou liquides (jus de fruit, gâteaux, chocolat, pâte d'amandes, pain)
- Réhydratez-la et réchauffez-la
- Attendez la récupération avant de reprendre l'activité, une trentaine de minutes au maximum

Attention à l'hypoglycémie réactionnelle qui peut suivre une charge trop importante en glucides.

Le syndrome d'épuisement

C'est quoi ?

Le syndrome d'épuisement a été très étudié en spéléologie dans les années 80, suite à des accidents mortels non expliqués, heureusement très rares.

Ce syndrome associe à des degrés divers trois états cliniques :

**la déshydratation
l'hypoglycémie
l'hypothermie**

Ces états sont souvent rencontrés au stade non clinique dans les activités de pleine nature, seuls ou associés.
Ils sont donc très souvent non reconnus par le pratiquant, ou tout du moins négligés, car n'entraînant pas de symptômes gênants.

Lors de l'effort sportif, surtout quand il est prolongé, l'organisme consomme de l'eau et du sucre.

- La déshydratation et l'hypoglycémie (baisse du sucre dans le sang circulant) vont altérer la performance de l'organisme sur plusieurs plans et dégrader brutalement l'état de santé.

- Si les conditions atmosphériques sont froides (température, vent, humidité) ou si la personne reste immobile trop longtemps, l'hypothermie va compléter le tableau.

Consultez les fiches spécifiques à chaque risque !

Quels risques ?

Le syndrome d'épuisement est grave pour l'individu car il entraîne une altération profonde et durable de la santé, entraînant un risque vital immédiat.

C'est une urgence véritable

Les différentes composantes de chacun des trois états cliniques vont s'ajouter en se potentialisant.

Les signes cliniques associent :

- fatigue intense
- malaise, nausées
- crampes musculaires
- incoordination psychomotrice
- ralentissement psychique, apathie
- tachycardie, troubles du rythme cardiaque
- perte de connaissance
- coma mortel

Le syndrome d'épuisement peut induire un syndrome du harnais.

Comment le prévenir ?

La prévention de ces trois états pathologiques est indispensable

- Désydratation
- Hypoglycémie
- Hypothermie

Comment le traiter ?

Les règles de base du secourisme s'appliquent, les « 5 R »

Reposer
Réchauffer
Réhydrater
Réalimenter
Rassurer

Ce traitement s'appliquera au mieux dans un « point chaud », installé à l'abri d'un sur-risque éventuel (éboulement, crue), isolé au calme, loin de l'eau et du vent.
La présence permanente de sauveteurs s'impose jusqu'à la sortie.
Une médicalisation est en général nécessaire à ce stade avec pose de perfusion.

-Syndrôme du harnais

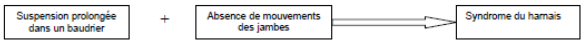
début

LE SYNDROME DU HARNAIS

Bussienne Frédéric

INTRODUCTION

Peu connu des pratiquants de la montagne et des urgentistes, le syndrome du harnais constitue une véritable urgence médicale.
Le syndrome du harnais (sdh) est la conséquence physiopathologique d'un corps suspendu dans un baudrier associée à une absence de mouvement des membres inférieurs. Ce syndrome aboutit en quelques minutes à la perte de connaissance, et en l'absence de prise en charge, au décès. Cette manifestation peut survenir chez n'importe quel sujet soumis à ces deux conditions.
Si sa gravité est actuellement bien déterminée, aucune hypothèse physiopathologique n'a pu être vérifié scientifiquement.



Le sdh concerne l'ensemble des individus qui évoluent dans des milieux où l'utilisation d'un baudrier est indispensable :

- Utilisation professionnelle
  - Travailleurs acrobatiques (bâtiment, edf, armée de l'air, élagage…)
  - Secouristes (pghm, crs, grimp)
- Utilisation ludique
  - Spéléologues
  - Alpinistes (escalade, canyoning, cascade de glace, acrobranche…)

Décrit depuis 1978 par le Dr Amphoux [1], ce sujet a fait l'objet de recherches et d'expérimentations réalisées en 1984 et 1986 par le Dr Bariod à Besançon [2].

HISTORIQUE

Dès les années 1970, des pertes de connaissance survenues à la suite de suspensions dans des baudriers avaient été notifiées lors d'études militaires [3]. En 1972, le décès survenue en montagne de 137 alpinistes de 1957 à 1968 a été étudié. 11 d'entre eux se sont retrouvées suspendues à une corde à la suite d'une chute. 6 de ces personnes sont décédées des suites de la chute (traumatisme, strangulation…). L'autopsie des 5 autres personnes a permis de retrouver des signes d'ischémie et de lésion cellulaire au niveau du foie et du cœur suggérant un autre mécanisme pathologique [4].
Une autre étude de la même année faisait état du décès de 3 grimpeurs victimes de suspension sur corde survenue immédiatement après leur décrochage. Cette étude mentionnait également le décès de trois autres victimes survenues 5 à 11 jours après leur prise en charge [5].
Dès 1979, le risque de lésion cérébrale à la suite d'une suspension prolongée était supposé, mais aucune explication physiopathologique n'était évoquée [6].
C'est sous l'impulsion de la Commission Médicale de la Fédération Française de Spéléologie que la réalité et la gravité du sdh ont été évoquées. Leur travail a permis d'isoler une série particulière de 15 spéléologues décédés sur corde sans que la cause du décès puisse être clairement définie [1,7]. Deux expérimentations ont été réalisées à Besançon sur des volontaires sains prouvant la rapidité d'installation du malaise : 6 minutes seulement pour la survenue du premier malaise avec perte de connaissance !

EPIDEMIOLOGIE

Aucune étude ne permet de déterminer le risque ou la prévalence du sdh.
Pour l'équipe du Dr Bariod, le risque de survenue d'un sdh par rapport au nombre d'heures de pratique spéléo est faible [1].
Aussi, il existe peu de données précises concernant la morbidité et la mortalité de ce syndrome. Les décès étant, par manque de connaissance, souvent mis sur le compte d'autres phénomènes, constituant en fait des facteurs aggravants de survenue d'un sdh.

PHYSIOPATHOLOGIE

Si la réalité de ce syndrome est aujourd'hui totalement confirmée [1], les explications dans ce domaine sont succinctes et restent à confirmer.

LES FAITS

L'ensemble des études retrouvées dans la littérature effectuées depuis les années 1970 retrouve des délais de survenue de malaise très variables (tableau 1) :

Tableau 1 : durée exprimée en minute correspondant à la survenue d'un malaise au cours des expériences effectuées sur le syndrome du harnais.

NOM	DATE	DUREE	REF
Dr Amphoux	1978	3min50s	[11]
Dr Bariod Dr Therry	1984	30min et 7min	[1]
Dr Bariod Dr Therry	1986	10, 12 et 30 min	[2]

Une autre étude réalisée par le Dr Brinckley [8] mettait en évidence le délai de suspension de 13 volontaires en fonction du type de harnais utilisé. L'arrêt de l'expérience se faisait sur des critères médicaux ou sur décision du volontaire. Les délais variaient de 35 secondes à 30 minutes !

CLINIQUE

EXAMEN CLINIQUE

L'ensemble des expérences réalisées montre des manifestations cliniques identiques dans la plupart des cas [1] :

- Sensation de malaise générale
- Sueurs
- Nausées
- Vertiges
- Bouffées de chaleur
- Sensations d'oppression thoracique
- Augmentation de la fréquence cardiaque et apparition de troubles du rythme
- Augmentation très importante de la tension artérielle
- Perte de connaissance

FACTEURS FAVORISANT LA SURVENUE D'UN SDH

- Facteurs internes
  - Coup de chaleur
  - Hypoglycémie
  - Hypothermie
  - Epilepsie
- Facteurs externes
  - Problèmes techniques
  - Incompétences techniques
  - Conditions climatiques
  - Chutes de pierres

FACTEURS AGGRAVANTS

- Effet tourniquet
- Coup de chaleur
- Lésions traumatiques
- Deshydratation
- Hypothermie
- Epuisement
- Impossibilité de bouger

PRISE EN CHARGE

Le sdh constitue une urgence absolue. Tout individu suspendu sans mouvement doit être décroché de toute urgence par ses coéquipiers. Cela suppose donc des différents pratiquants et intervenants la connaissance d'une part, de cette pathologie et de la gravité qui en découle et d'autre part, des techniques de décrochage de la victime.

PRISE EN CHARGE INITIALE

C'est la phase de sauvetage qui vise à décrocher au plus vite toute personne en situation à risque. Cette phase impose des différents pratiquants une connaissance parfaite du matériel de progression sur une corde et des techniques de secours en parois (cordes débrayables, sécurisation des fractionnements, utilisation d'un couteau…).
Cette étape sera également l'occasion de déclencher les secours.
Deux cas de figure peuvent se présenter :

- La victime est consciente :
  - Les autres membres de l'équipe doivent garder un contact permanent afin de rassurer la victime et afin de détecter les signes prémonitoires du malaise [5].
  - La victime doit également s'efforcer de bouger ses membres inférieurs afin de retarder l'apparition d'un malaise.
  - Une fois détachée, la victime doit être descendue au sol et doit rester debout ou tout du moins en position assise ou accroupie.
  - La prise en charge ultérieure dans ce cas va dépendre du temps de suspension sur corde et de la présence ou non des signes de malaise.
    - En cas d'un délai supérieur à 30 minutes, la victime doit être transportée dans un hôpital doté d'un centre de dialyse [1].
    - Si ce délai est inférieur à 30 minutes et en l'absence de signes évocateurs d'un sdh, il ne semblerait pas utile de poursuivre une prise en charge particulière.
- La victime est inconsciente :
  - La prise en charge est dans ce cas très controversée. Le positionnement de la victime est discutée du fait des risques d'une part, liés à la perte de connaissance (risque d'inhalation en particulier) et d'autre part à ceux liés à un retour sanguin massif vers le ventricule droit à l'origine pour certain d'un arrêt cardio-respiratoire[10]. Les recommandations suivantes doivent donc être prises avec circonspection.
  - En cas d'arrêt cardiorespiratoire, une réanimation cardio-pulmonaire doit être entreprise sans délai.
  - En présence d'une respiration autonome, la victime doit être descendue au plus vite et placée dans une position assise dans un endroit chaud (point chaud).
  - La prise en charge préhospitalière et hospitalière sont ici indispensables.

PRISE EN CHARGE PRE HOSPITALIERE

Les conséquences dramatiques d'une suspension prolongée sur corde sont de trois ordres : celles qui surviennent très rapidement (en quelques minutes), celles qui surviennent lors de la prise en charge par les secouristes et celles à court terme.

CONSEQUENCE IMMEDIATE

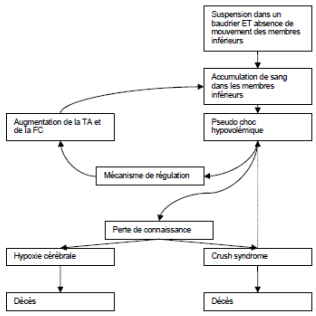
L'hypothèse avancée la plus communément admise, mais non validée, est basée sur la survenue et l'aggravation d'un malaise de type orthostatique, conséquence d'une position verticale prolongée et d'une absence de mouvement des membres inférieurs. Ces deux conditions réunies provoquent une diminution du retour veineux et une accumulation de sang dans le système veineux des jambes. Ce pseudo choc hypovolémique provoque une tachycardie et une hausse de la tension artérielle afin de maintenir un débit cérébral suffisant. Ces mécanismes de régulation augmentent l'accumulation de sang dans les veines, aggravant ainsi le retour veineux et aboutissant inexorablement à la perte de connaissance en quelques minutes seulement.

CONSEQUENCE LORS DE LA PRISE EN CHARGE

Une fois secourue et détachée, la victime pour certain ne doit jamais être allongée, même pas en position latérale de sécurité [9]. Pour d'autre, installer le patient en position fœtale serait acceptable [9]. Allonger une victime horizontalement pourrait lui être fatal du fait d'un arrêt cardiaque consécutif au retour sanguin brutal [10]. Des cas de décès survenant juste après le décrochage de la victime ont déjà été décrits [9].

CONSEQUENCE A COURT TERME

Les conséquences à court terme sont en rapport avec les toxines accumulées dans le sang. La physiopathologie est identique à celle du *crush syndrome* comprenant un risque d'hyperkaliémie, d'insuffisance rénale aigue et de syndromes des loges. La mortalité, une fois ces mécanismes de lésion cellulaires mise en place est, de 10 à 40% [11].



AUTRES THEORIES

En dehors de cette théorie hémodynamique, d'autres hypothèses ont été émises.

- Théorie vaso-vagale par nocioception.
- Théorie micro-circulatoire.
- Réflexe paradoxal de Von Bezold-Jarish.

Si le respect de la « golden hour » dans la prise en charge de ce type de patient doit être un des objectifs des soignants, les contraintes imposées par le milieu peuvent modifier cette règle en particulier en spéléologie.

- Prise en charge non spécifique [12]
  - Identification des détresses vitales (respiratoire, circulatoire, neurologique)
  - Bilan lésionnel complet (maxillo-facial, thorax, abdomen, orthopédique, parties molles)
  - Analgésie et sédation au besoin
  - Régulation et contrôle de la température corporelle
  - Mise en condition (Oxygène, scope TA, SaO2…)
- Prise en charge spécifique
  - La crainte initiale est dominée par la survenue d'un arrêt cardiovasculaire du fait d'un retour brutal du volume sanguin jusqu'à alors contenu dans les jambes : la victime ne doit pas être allongée immédiatement. Elle doit être allongée progressivement sous surveillance stricte de paramètres vitaux (fréquence respiratoire, saturation, fréquence cardiaque et tension artérielle).
  - La crainte secondaire est dominée par l'apparition d'un *crush syndrome*. Une perfusion de soluté cristalloïde polyionique accompagnée d'un traitement diurétique est recommandée dans certaines études [9].
  - L'hypoglycémie fréquente dans ce genre de situation doit être prévenue et traitée.
  - L'orientation doit se faire au plus vite vers un centre hospitalier doté d'un service de dialyse.

PRISE EN CHARGE HOSPITALIERE

La prise en charge hospitalière est impérative une fois le syndrome du harnais évoqué. Le risque majeur d'un syndrome de détresse multiviscéral et d'une insuffisance rénale aigue doivent être précocement envisagé.

PREVENTION

Elle est dans ce domaine primordiale et doit concerner l'ensemble des individus amenés par leur pratique professionnelle ou ludique à utiliser un baudrier et l'ensemble des médecins amenés à effectuer des secours en milieu périlleux. L'ignorance de cette pathologie peut tuer à tous les niveaux de prise en charge.
La prévention dans ce domaine se fait à deux niveaux. Dans le cadre de règlementation concernant lune utilisation professionnelle. Et dans le cadre de formation plus ou moins formelle concernant une utilisation individuelle (CAF, FFME, ENSA…).

- Article R233-13-20 du décret 2004-924 de septembre 2004 [13] : « lorsqu'il est fait d'un tel usage de protection individuelle, un travailleur ne doit jamais rester seul afin de pouvoir être secouru dans un temps compatible avec la préservation de sa santé ».
- Le Dr Jean Bariod, dans son article publié dans une revue adressée au spéléologue, conseillait [1] :
  - Pas de baudrier bricolé inadapté au corps et à la technique spéléologique.
  - Pas de remontée seul dans un puits, sans coéquipier capable d'intervenir.
  - Pas de remontée de grands puits en situation d'épuisement.
  - Connaissance parfaite des techniques de réchappe par tous.
  - Connaissance souhaitée des techniques de décrochage d'un équipier par le haut et par le bas.
  - Anticiper les situations !

CONCLUSION

Le syndrome du baudrier constitue une urgence médicale absolue, rare et donc méconnue.

- Immédiate, nécessitant un décrochage le plus rapide possible de la victime.
- Secondaire avec un risque d'arrêt cardiovasculaire imposant une mise en condition de la victime stricte et adaptée.
- A court terme par le risque de survenue d'un syndrome de défaillance multiviscéral.

A ce jour, la prévention par une diffusion à un large public (professionnel et amateur) des informations médicales et techniques, reste la garantie d'une meilleure prise en charge. Rappelons qu'aucune des hypothèses physiopathologiques citées dans cet article n'ont pu être vérifiées avec la rigueur scientifique que cela exige et que les propositions de prise en charge n'ont jamais fait la preuve de leur efficacité.

BIBLIOGRAPHIE

1-Amphoux Maurice. *Hanging after a fall : an extremely urgent rescue*. International fall protect symposium, Wuppertal Germany, 1996.
2-Bariod Jean et Thery Bruno. *Le point sur la pathologie induite par le harnais*. Speiunca n°55 1994 pages 39-42.
3-Orzech M A. *Test program to evaluate human response to prolongated motionless suspension in three types of fall protection harnesses*. 1987.
Harry G Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory, Wright Patterson Air Force Base, Ohio, USA
4-Patscheider H. *Pathologico-anatomical examination results in the case of death caused by hanging on the rope 1972*. Papers of the second international Conference of Mountain Rescue Doctors (Austria).
5-Stulinger W et al. *Circulatory and renal function changes in fet subjects suspended from the upper half of the body*. 1972. Papers of the second international Conference of Mountain Rescue Doctors (Austria).
6-Nelson B. Climbing harnesses. *How long can you safely hang in your harness ?* 1979. Off belay magazine (USA-august 1979)
7-Bariod Jean. *Sendibilisation à la pathologie induite par le harnais*. Actes de la conférence Européenne de Spéléologie, 1992.
8-Brinckley J W. *Experimental studies of fall protection equipment*. Fundamentals of fall protection (1991) section 1:6. International society for Fall Protection, Toronto, Canada.
9-Seddon P. *Harness suspension : review and evaluation of existing information*. Health and safety executive. Contract research report 45/2002.
10-David Halliwell *Suspension trauma*.. Head of education. South Western Ambulance service.
11-Raull Ph. *Compression, incarcération, crush syndrome*. Disponible le 26 octobre 2006 sur http://www.adrenaline112.org. Mis en ligne en 1999 et complété en 2002.
12-Savary Dominique. *Guide pratique du secours en milieu périlleux*. Estem 2006.
13-*Décret n°2004-924 du 01/09/2004. Article R233-13-20* . Journal Officiel de la République Française.
14-Kaneko Yves. La pathologie du baudrier. Disponible le 26 octobre 2006 sur le site Internet de la commission médicale de la fédération française de spéléologie. http://comed.ffspeleo.fr /
15-Amphoux Maurice. *Le point sur les harnais de sécurité*. Revue de médecine su travail, tome IX, n°1, 1981, p.67
16-Sheehan Alan. *Suspension trauma*. Senior Vertical Rescue Instructor, NSW SES.
17-Greenfield John. *Suspension trauma*. High access rescue team. 59 Forrieshall Cres, Springburn, Glasgow, UK. Institue of Occupational and Health. 08 octobre 2002.
18-Site internet disponible le 26 octobre 2006 : http://www.suspensiontrauma.info

-Un peu de karsto pour les spéléos

début

Jacques Bauer

La petite histoire du « Karst en 12 leçons »

Connaissez-vous les belles histoires de « oncle Jacques » ? C'est une question en version spéléo directement inspirée d'une BD que certains on peut être lu dans leur jeunesse (« les belles histoires de l'oncle Paul » Spirou).Si vous ne les connaissez pas nous vous proposons de les découvrir progressivement sur plusieurs numéros de Info EFS.

L'idée de cette réédition est venue lors d'une réunion de la DN EFS, lorsque nous évoquions la nécessité d'un document de référence destiné aux futurs initiateurs ; document contenant les bases culturelles incontournables. Lors d'un stage Judicaël Arnaud avait été conquis par les talents de conteur géologique de Jacques Bauer, auteur du « Karst en 12 leçons ». A l'origine il s'agit d'une suite d'articles de vulgarisation traitant de la karstologie, destinés aux spéléos des Pyrénées Atlantiques. Une version expurgée avait été publiée dans Spelunca n°86.

Bonne lecture à tous en espérant que chacun puisse y trouver du plaisir et des connaissances utilisables lors de nos balades ou explorations souterraines.

P-M Abadie

Jacques Bauer a écrit de nombreux articles sur le sujet, pour ceux qui désirent aller plus loin la lecture des «Principes de karstologie physique » (Jacques BAUER les cahiers de l'EFS N°7) constitue un bon départ.

Chapitre 1 : LE KARST OU LE PAYS KARSTIQUE

a- Paysage façonné dans une roche soluble.

Pour nous, spéléos, la roche soluble est le calcaire. Sachons simplement ici que le calcaire, très peu soluble dans l'eau pure, l'est nettement plus dans une eau contenant du dioxyde de carbone (ou gaz carbonique=CO2) dissous. Ce gaz carbonique est prélevé un peu dans l'air mais très majoritairement dans le sol végétal qui en contient 10 à 100 fois plus en raison de l'action de champignons et de bactéries qui décomposent la matière organique. Un karst est donc un paysage façonné dans une roche calcaire. «Karst» est à l'origine la version allemande d'une province de l'ancienne Yougoslavie. Le nom a été retenu par les géographes pour désigner toutes les zones calcaires présentant plus ou moins les mêmes particularités paysagères.

Mais il existe en France et ailleurs d'autres types de roches solubles: le gypse (pierre à plâtre), très soluble à l'eau pure, forme des paysages comparable au karst dans les Alpes (1), en Espagne (2), en Argentine (3)... A l'opposé, sous certaines régions (tropical très humide par exemple), même des roches en apparence très peu solubles comme les quartzites (grès fortement cimentés, compacts, du type de ceux que l'on trouve associés à la mine de Banca au Pays Basque) peuvent produire avec la durée des paysages mimant le karst : Vénézuela (4), Afrique (Burundi)(5)...

(1)- Karstologia n°17 et 21
(2)- Karstologia n°6 et 16
(3)- Karstologia n°20
(4)- Karstologia n°5
(5)- Karstologia n°29 (voir aussi dans ce même numéro les «phénomènes pseudokarstiques dans les roches plutoniques et métamorphiques du sud cameroun»

b- Un pays très spécial où l'eau ne s'écoule plus en surface mais dans les profondeurs.

En raison de sa solubilité et de la fracturation plus ou moins intense qui l'affecte, le pays calcaire favorise l'infiltration quasi-immédiate de l'eau des rivières qui l'abordent et des précipitations qui l'arrosent. Les cours d'eau organisés sont essentiellement souterrains, de même que tout écoulement plus diffus pénétrant le massif.

L'écoulement organisé est donc pratiquement inexistant en surface. S'il se produit localement, il ne se maintient guère au-delà de quelques dizaines de mètres, sauf pluies torrentielles capables de saturer momentanément un talweg. Cette perméabilité «en grand» du calcaire fracturé et la nature de sa solubilité sont à l'origine d'une grande variété de formes originales et spécifiques que façonnent de concert le contexte géologique et le climat. D'où la diversité des Karts (haute montagne, causses, tropical humide...) :

• Le lapiaz désigne les surfaces où le calcaire est à l'affleurement. Il peut être nu (pas ou très peu de sol) ou couvert partiellement (sol forestier) et présente des formes variées de dissolution du calcaire, fonction de la fracturation et du couvert végétal éventuel. • Une vallée sèche ou morte a été creusée initialement

par un cours d'eau permanent, à une époque où le débit était suffisant pour ne pas être entièrement absorbé (contextes géographiques et/ou climatiques différents de l'actuel. Son tracé et sa forme sont donc «hérités» d'un autre temps.

• Les autres dépressions du karst sont généralement des dépressions fermées. Les plus simples sont des dolines, en entonnoir, baquets, etc... Des dolines jointives forment des ouvalas («grappes» de dolines). Une doline de soutirage se forme souvent sous une couverture argileuse surmontant une zone particulièrement fracturée du calcaire, où la dissolution est plus efficace. Les dolines sont métriques à décamétriques mais peuvent dépasser 100m de diamètre.

• Un polje est une plaine en milieu calcaire, élargie progressivement par recul de ses bords sous l'effet d'une dissolution provoquée par une inondation périodique (montée de la nappe phréatique imprégnant les calcaires sous-jacents), d'où un fond régulier et plat généralement tapissé d'alluvions fins. Une vallée aveugle se termine en aval contre un «butoir» dont la nature et l'origine peuvent être variées, mais contre lequel s'est ouverte une perte. Pour le reste, on consultera la figure ci-dessous.

Formes du Karst :
1:Lapiaz
1a: lapiaz nu
1b: lapiaz couvert (forestier)

2: Vallée sèche ou morte

3: Polje (plaine plus ou moins inondable à soubassement calcaire)

4: Vallée aveugle

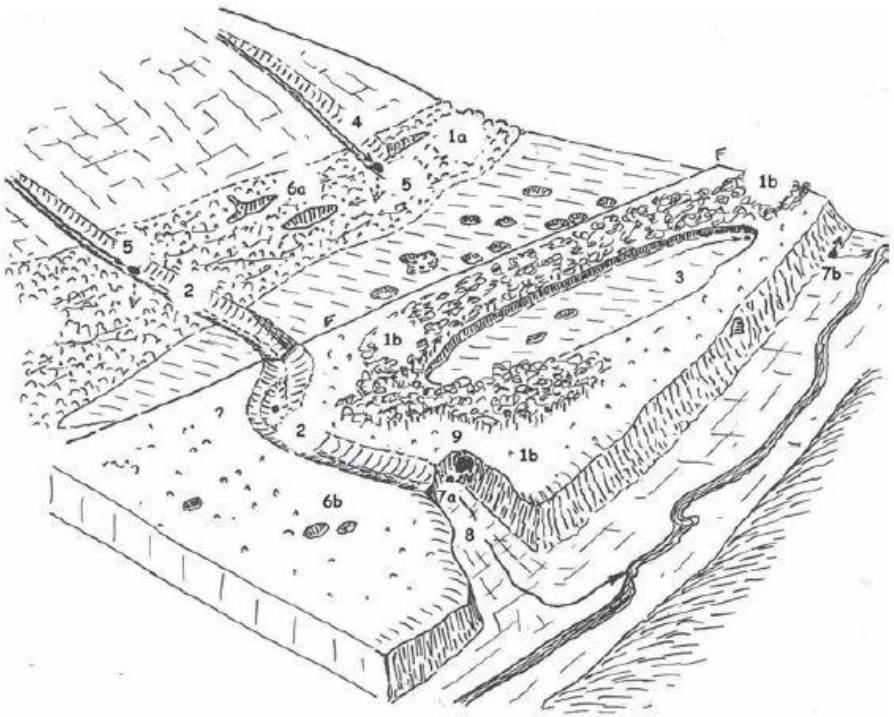
5: Perte ou ponor

6:Dolines
6a: d'effondrement dans le lapiaz/
6b: de soutirage

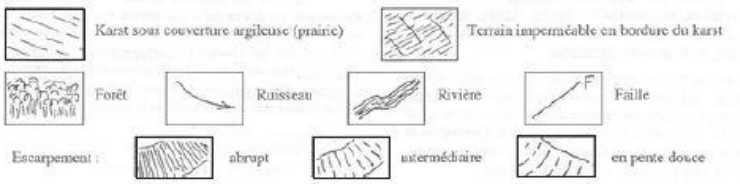
7: Emergences
7a: résurgence (réapparition d'un cours d'eau enfoui en amont)
7b: exsurgence (source alimentée par l'infiltration
diffuse dans le lapiaz)

8: Reculée

9: Porche perché (ancienne émergence asséchée par l'abaissement général du niveau des sources)



Formes du Karst :
1:Lapiaz 1a: lapiaz nu 1b:lapiaz couvert (forestier)
2: Vallée sèche ou morte
3: Polje (plaine plus ou moins inondable à soubassement calcaire)
4: Vallée aveugle
5: Perte ou ponor
6: Dolines 6a: d'effondrement dans le lapiaz/ 6b: de soutirage
7: Emergences 7a: résurgence (réapparition d'un cours d'eau enfoui en amont) 7b: exsurgence (source alimentée par l'infiltration diffuse dans le lapiaz)
8: Reculée
9: Porche perché (ancienne émergence asséchée par l'abaissement général du niveau des sources)



Chapitre 2 **: CALCAIRES ET DOLOMIES :** début

a- Sédiments-roches sédimentaires.

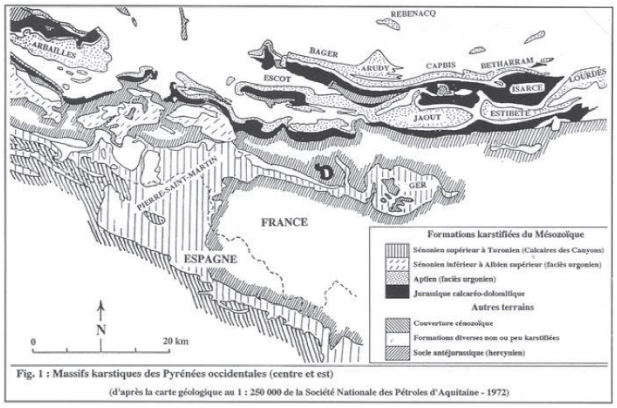


Fig. 1 : Massifs karstiques des Pyrénées occidentales (centre et est)
(d'après la carte géologique au 1 : 250 000 de la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine - 1972)

L'eau des précipitations qui tombe sur les terres émergées provoque l'altération des roches en place et l'usure des reliefs. Le phénomène s'appelle l'érosion. Les produits de l'érosion sont déblayés par l'eau de ruissellement, puis transportés par les torrents les rivières et les fleuves jusqu'à ces grands réservoirs d'eau que sont les lacs, les mers et surtout les océans qui couvrent à eux seuls plus de 70% de la surface du globe.

L'Ere secondaire (Trias - Jurassique - Crétacé) fut une période particulièrement propice au développement de plates-formes carbonatées dont sont construits la plupart des karsts pyrénéens. Le Jurassique moyen et supérieur (entre - 180 et - 135

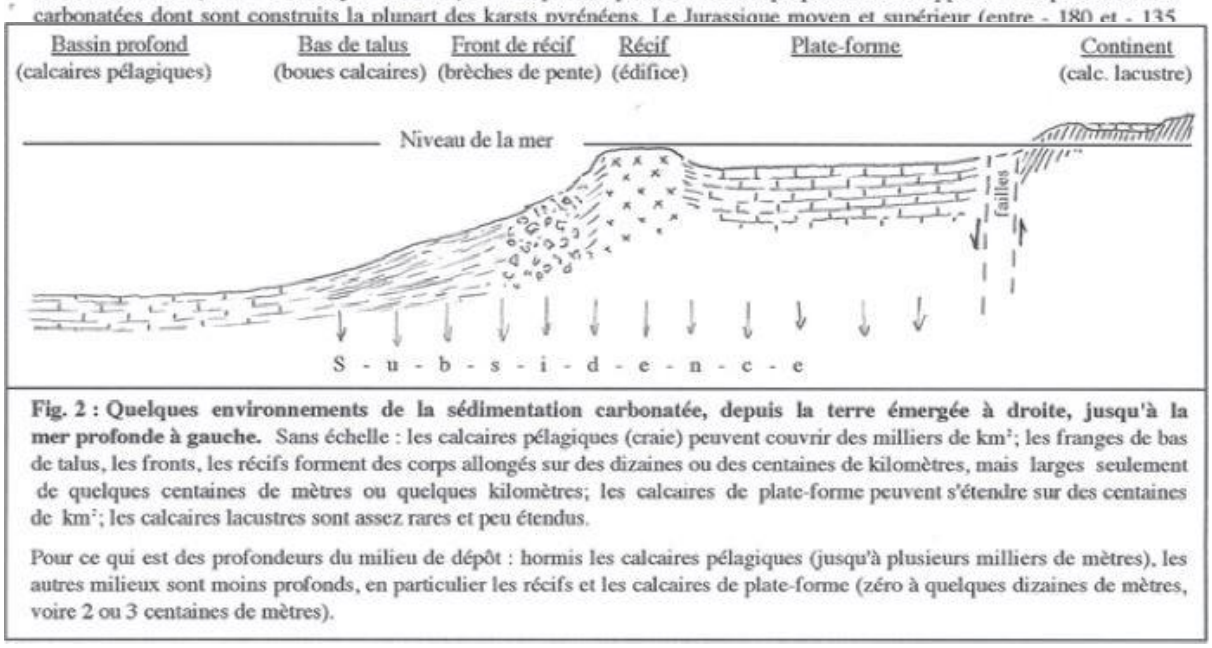


Fig. 2 : Quelques environnements de la sédimentation carbonatée, depuis la terre émergée à droite, jusqu'à la mer profonde à gauche. Sans échelle : les calcaires pélagiques (craie) peuvent couvrir des milliers de km²; les franges de bas de talus, les fronts, les récifs forment des corps allongés sur des dizaines ou des centaines de kilomètres, mais larges seulement de quelques centaines de mètres ou quelques kilomètres; les calcaires de plate-forme peuvent s'étendre sur des centaines de km²; les calcaires lacustres sont assez rares et peu étendus.

Pour ce qui est des profondeurs du milieu de dépôt : hormis les calcaires pélagiques (jusqu'à plusieurs milliers de mètres), les autres milieux sont moins profonds, en particulier les récifs et les calcaires de plate-forme (zéro à quelques dizaines de mètres, voire 2 ou 3 centaines de mètres).

Les produits de l'érosion ainsi véhiculés le sont soit sous forme dissoute (sels, bicarbonate de calcium), soit sous forme solide (particules argileuses, sable, gravier, galets,...). Arrivés dans un lac ,la mer ou l'océan, ils s'y déposent sous forme de sédiments, en couches plus ou moins régulières :

• Les sédiments détritiques ou clastiques proviennent de la désagrégation mécanique des reliefs (par l'altération chimique responsable d'un «pourrissement» des roches, le gel, les variations brutales de température...). Ce sont les argiles, les silts ou pélites (sables extrêmement fins), les sables, etc...

• Les sédiments chimiques résultent de la précipitation de sels (sel gemme, gypse,...) dans un bassin sous climat chaud et sec, en régime d'évaporation intense (pays du golfe persique par exemple).

• Les sédiments organiques comprennent toutes les accumulations de matériaux produits par la vie végétale ou animale : déjections (comme le guano de chauve-souris), cadavres de petites bestioles ou restes de végétaux tapissant le fond de bassin...

• Les sédiments, généralement meubles à l'origine, se transforment sous certaines conditions (précipitation d'un ciment, compaction,...) en roches sédimentaires plus ou moins indurées, consolidées. Ainsi les argiles deviennent des argilites, les sables deviennent des grés ou des quartzites et, s'il contiennent des galets, des conglomérats ou des poudingues. Une évolution plus poussée sous forte pression transforme les argilites en

schiste ou en ardoise.

• Les sédiments organiques végétaux deviennent sous des conditions très spéciales : tourbe, lignite, houille, et même du pétrole ou du gaz, des phosphates...

• Les sédiments carbonatés résultent en général d'un processus vital apte à générer ou à précipiter du carbonate de calcium en combinant le calcium dissous dans l'eau et le gaz carbonique produit par le métabolisme de l'animal ou de la plante : coquille de mollusque, tests d'oursin, coraux, squelettes d'organisme divers, algues calcaires...

b- Carbonates - roches carbonatées.

Les roches sédimentaires carbonatées étant dans leur grande majorité le produit de processus vitaux, on les trouve associés aujourd'hui comme par le passé à des milieux surtout marins où la vie peut ou pouvait proliférer. Il s'agit essentiellement de zones peu profondes (quelques dizaines à 200 ou 300 mètres) où pénètre une partie du rayonnement solaire et où la nourriture est suffisante : mers intérieures, comme le furent le bassin parisien ou l'Aquitaine; marges d'océans; plates-formes ou hauts fonds marins (Bahamas d'aujourd'hui, Pierre-Saint-Martin du Crétacé).

Les calcaires sont donc formés essentiellement de carbonate de calcium (calcite). Lorsqu'ils contiennent une certaine proportion d'argile, on passe à des calcaires marneux (5 à 35% d'argile) et à des marnes (35 à 65% d'argile).

Les récifs coralliens sont des édifices calcaires construits par des animaux. On en trouve des vestiges dans les Arbailles (Pic d'Elsarré). Il existe ailleurs des récifs d'algues calcaires. Sur certaines plates-formes prolifèrent des mollusques dont les tests s'accumulent dans une boue carbonatée, produit ultime de la désagrégation d'organismes calcaires dans les vagues.

Le calcaires aptien des chaînons nord-pyrénéens en est un bel exemple. Il est truffé de débris de coquilles pris dans un ciment massif à grain très fin. Mais des calcaires peuvent également se déposer en plein milieu de l'océan, en eaux profondes : ils sont alors le produit d'une «pluie» continue de cadavres d'organismes microscopiques à squelette calcaire appartenant au plancton. Ce processus fonctionne essentiellement sous climat chaud, équatorial ou tropical. Il concerne aujourd'hui une grande surface dans le Pacifique et fut responsable au Crétacé de vastes accumulation de craies. Ces calcaires des mers profondes sont dit pélagiques = « de la haute mer ».

Sous certaines conditions, les calcaires peuvent se trouver imprégnés par des eaux riches en magnésium.
Les eaux marines en contiennent d'autant plus qu'elles sont concentrées en sels. Le magnésium se combine alors au carbonate de calcium pour donner un carbonate de calcium et de magnésium : la dolomite. Les dolomies sont des carbonates formés essentiellement de ce minéral, tandis que les calcaires dolomitiques en contiennent une proportion plus ou moins importante. Comment des calcaires ou des dolomies ont-ils pu s'accumuler sur des centaines de mètres d'épaisseur dans des mers peu profondes ? La cause est dans subsidence : c'est le phénomène qui conduit le soubassement d'un bassin à s'enfoncer sans cesse tandis que s'accumulent les sédiments. La tranche l'eau varie peu alors que l'épaisseur cumulée des dépôts sédimentaires peut dépasser le millier de mètres.

Chapitre 3 **: DISPOSITIONS STRUCTURALES DES MASSIFS CARBONATÉS : DIFFÉRENTES FORMES DU KARST.**

a- Karst à la naissance

Dès qu'un massif carbonaté est soumis à l'atteinte des précipitations, il est soumis à des phénomènes de dissolution qui attaquent la roche. C'est le cas (entre autres) des récifs calcaires portés à l'émersion soit par abaissement du niveau de la mer, soit par surrection du fond du bassin. Un karst peut donc être très précoce. C'est ce que l'on observe au sein de certaines formations calcaires comme les entablements urgoniens (crétacé) des Alpes. On peut y déceler de discrètes et passagères interruptions dans la sédimentation, soulignées par des altérations de natures karstiques. De tels indices existent également dans les Arbailles. Nathalie VANARA et Richard MAIRE en auraient identifié un dans le grand puits d'Aphanicé (à confirmer).

Comme nous l'avons déjà expliqué, les carbonates de plates formes se déposent fréquemment en milieu très peu profond. Il suffit donc parfois d'un abaissement relatif de quelques dizaines de mètres du niveau de la mer pour provoquer une émersion accompagnée de karstification.

b- Régions tabulaires, régions plissées

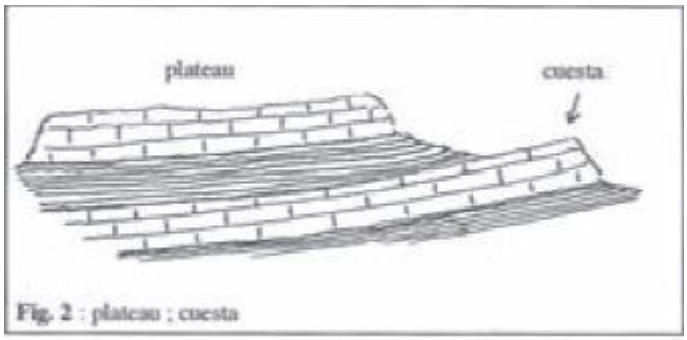


Fig. 2 : plateau ; cuesta

Une fois déposée et indurée, une formation calcaire sera donc portée tôt ou tard hors de l'eau. Si elle arrive telle quelle sous le soleil et la pluie sans aucune couverture imperméable (argile ou marne), elle sera immédiatement la proie de l'érosion et de la karstification. Si elle est protégée par une couverture efficace, elle attendra le plus souvent (mais pas toujours - car même les meilleures couvertures ont parfois des trous...) d'être libérée avant d'être touchée par l'infiltration. Mais en tout état de cause, en fonction des déformations d'ensemble quelle aura subies dans son histoire, mais aussi de l'érosion, elle sera amenée à adopter dans le contexte géographique des attitudes qui influeront dans la forme générale et le fonctionnement hydrologique du karst quelle aura induit.

On sait que la surface des continents se partage entre zones non plissées (=tabulaires) et zones plissées (chaîne de montagnes). En région tabulaire (fig. 2), les formations calcaires forment des plateaux ou entablements horizontaux ou légèrement basculés(causses), des «cuestas» ou arêtes dissymétriques (couches plongeant vers le cœur d'un bassin, comme dans l'est du bassin de Paris).

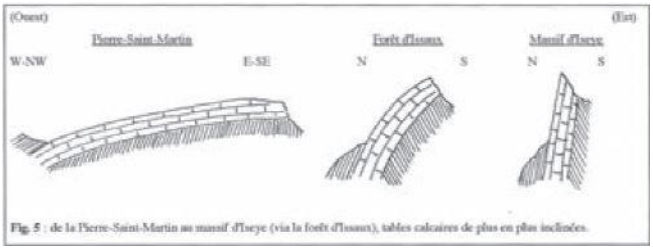


Fig. 5 : de la Pierre-Saint-Martin au massif d'Iseye (via la forêt d'Issaux), tables calcaires de plus en plus inclinées.

En pays plissés, les couches sont plus perturbées, redressées parfois à la verticale ou presque (fig 5, massif d'Iseye),

ployées en synclinal (pli en U, comme le Jaout) ou en anticlinal (U inversé- fig.3).

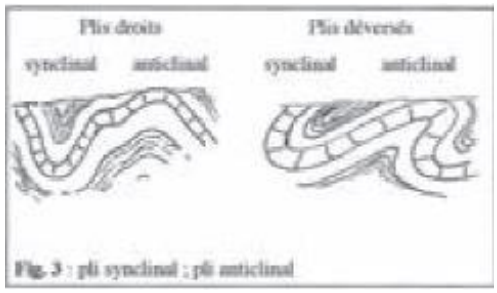


Fig. 3 : pli synclinal ; pli anticlinal

L'érosion, minant les reliefs, détruit généralement les parties hautes de plis, crevant l'axe des anticlinaux pour n'en laisser que des flancs. Ceux-ci subsistent sous forme de barres plus ou moins puissantes plongeant profondément dans le sous-sol(fig.4).

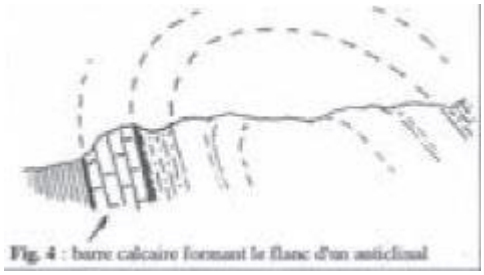


Fig. 4 : barre calcaire formant le flanc d'un anticlinal

Mais même dans les zones montagneuses on trouve des massifs tabulaires.
Exemple :la Pierre-Saint-Martin, nantie d'un entablement calcaire incliné vers le nord-est, non plissé dans sa disposition générale et cependant bien affecté dans le détail par le plissement pyrénéen. Au demeurant, la Pierre se poursuit en continuité géologique vers l'est jusqu'au massif de l'Iseye, via la forêt d'Issaux, par des calcaires de plus en plus inclinés vers le nord jusqu'à devenir subverticaux (fig5).

c- Karst perché, karst barré

Il ne s'agit pas d'énumérer toutes les formes de karsts liées aux différentes attitudes des formations calcaires. Pour la suite de ce cours succinct on se contenteras de trois types représentant l'essentiel des karsts de notre région.

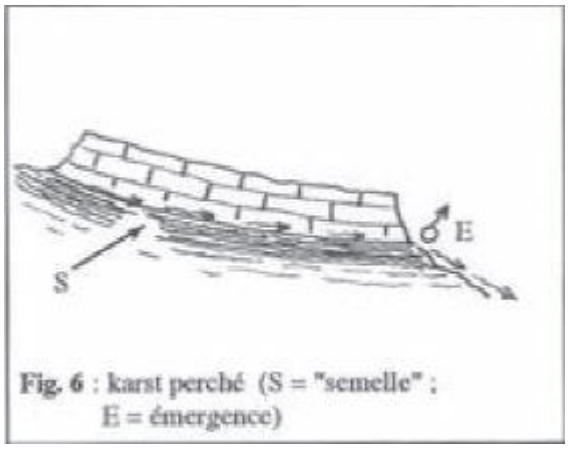


Fig. 6 : karst perché (S = "semelle" ; E = émergence)

Dans le karst perché (fig.6), la formation calcaire (tabulaire ou plissée) repose sur une semelle imperméable pentée dont le point le plus bas, point de confluence et d'émergence des eaux souterraines s'écoulant à la surface, est situé bien au-dessus de la vallée ou de la plaine attenante. L'exutoire est donc perché (cascade a la sortie).

Dans le karst barré (fig.7), la formation carbonatée est enracinée plus ou moins profondément et barrée du côté où convergent les eaux souterraines par une formation imperméable formant un barrage. L'exutoire principal ce type de karst est situé au niveau d'une échancrure ou du point le plus bas de ce barrage (Capbis, Mélat-Bétharram).

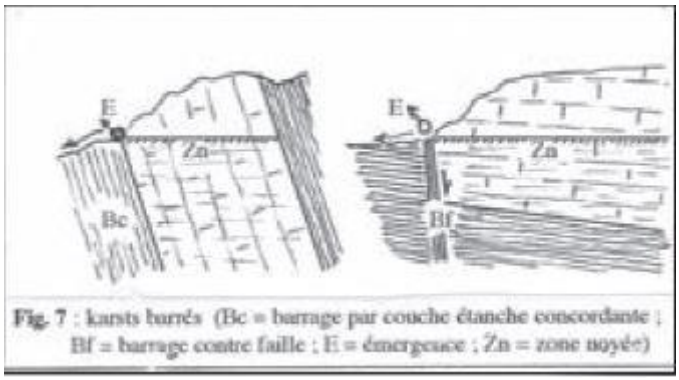


Fig. 7 : karsts barrés (Bc = barrage par couche étanche concordante ; Bf = barrage contre faille ; E = émergence ; Zn = zone noyée)

Alors que le karst perché n'a pas (ou très peu) de zone noyée, le karst barré peut être pourvu d'une zone noyée importante : toute la partie du calcaire située sous le niveau de la source principale est saturée d'eau.

Un troisième type est représenté par les grandes barres calcaires traversées en cluses par les vallées d'Ossau et d'Aspe (exutoire au niveau des vallées :Trou des Fées au pont d'Esquit , Oasis près de Béon en vallée d'Ossau). C'est en quelque sorte une variante du karst barré avec, comme ce dernier, une zone noyée conséquente.

Les Arres d'Annie constituent essentiellement un karst perché: rivières coulant sur une semelle de terrains primaires imperméables. En son extrême aval, ce karst est barré et possède une petite zone noyée légèrement rehaussée artificiellement par le barrage de Sainte-Engrâce.

Le synclinal du Jaout se partage entre deux types de karst: l'un perché coulant vers l'est, vers la source d'Aygue Blanque dominant le haut de la vallée de l'Ouzom, l'autre correspondant au troisième type, coulant vers l'Ouest, vers les sources de Béon et d'Oasis qui sourdent au niveau de la cluse en vallée d'Ossau.

Chapitre 4 **: LES VOIES DU CHEMINEMENT DE L'EAU: DISCONTINUITÉS DANS UN MASSIF CALCAIRE.** début

a- Perméabilité « en grand ».

Dans la plupart des cas, les formations carbonatées sont imperméables dans leur masse. Quelques calcaires et dolomies font exception, présentant une perméabilité dite intergranulaire» ou «intercristalline»(fig.1).

Nous n'en parlerons pas ici: ils sont peu représentés dans les massifs carbonatés qui font nos terrains d'exploration privilégiés. (Note: le sable présente une perméabilité intergranulaire).

Fig. 1 : perméabilité intergranulaire.

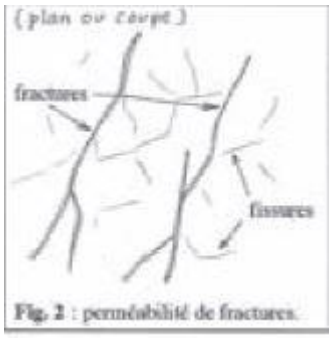


Fig. 2 : perméabilité de fractures.

Donc, pour que l'eau puisse s'infiltrer et circuler au sein d'un massif carbonaté au point d'en faire un karst, il faut un réseau de voies de pénétration interconnectées, faites d'un assortiment de discontinuités affectant la masse rocheuse : joints de strates, fissures, fractures, diaclases, failles...Par opposition à la perméabilité intergranulaire que l'on peut qualifier de perméabilité «en petit». On parle dans ce cas d'un réseau de discontinuités (ou réseau de fissures ou de fractures),qui confère une «perméabilité en grand»(fig.2).

b- Joints de strates et fissuration précoce.

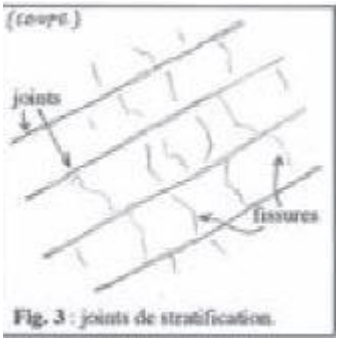


Fig. 3 : joints de stratification.

Les joints de strates (ou de stratification-fig.3) sont les interruptions entre bancs, ou limites de bancs. Chaque banc correspond généralement à un même «évènement» de sédimentation ou de dépôt. Chaque joint intermédiaire souligne un arrêt momentané du phénomène.

Durant la consolidation du sédiment, des fissures peuvent apparaître au sein des bancs, comme dans un ciment mal dosé. Ce sont le plus souvent des fissures de retrait. Parfois, des mouvements précoces affectant la jeune roche sédimentaire peuvent y générer des fractures.

La différence entre fissures et fractures est une question qualitative d'échelle laissée à l'appréciation de l'analyste. Mais un réseau de fractures est à priori plus grossier, et plus ouvert à l'écoulement qu'un réseau de fissures.

c- Discontinuités d'origine tectonique.

La tectonique est à la fois l'étude des déformations des roches de l'écorce terrestre (susceptibles d'aboutir à la formation de chaînes de montagnes) et l'ensemble des phénomènes et mécanismes provoquant ces déformations (voir «tectonique des plaques» et dérive des continents, souvent à l'honneur à la télé).

Au sein d'un massif rocheux soumis à de fortes contraintes (compression, plissement...) des fissures et des fractures apparaissent, par exemple dans l'axe des plis (fractures dites d'extrados-fig.4).

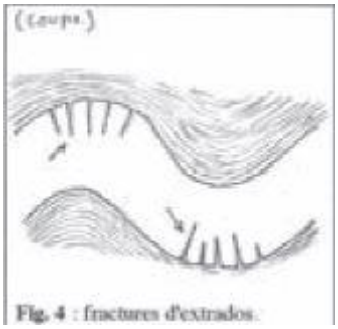


Fig. 4 : fractures d'extrados.

Fig. 5 : fentes de détente sur versant.

Ailleurs, au sein d'une formation rocheuse portée en altitude par la surrection du massif et libérée par l'érosion d'une ancienne couverture pesante, des fentes ou diaclases de détente ou de décompression peuvent s'ouvrir, en particulier sur les versants abrupts (fig.5).

Par définition, une diaclase est une grande fracture au niveau de laquelle les deux compartiments de roche qu'elle sépare ne se sont pas déplacés l'un par rapport à l'autre suivant ce plan de rupture (fig.6).

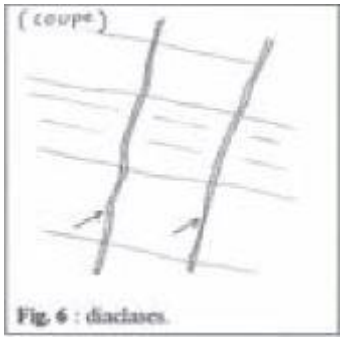


Fig. 6 : diaclases.

En revanche, une faille correspond à une cassure suivant laquelle il y a eu un déplacement relatif entre les deux compartiments. On distingue

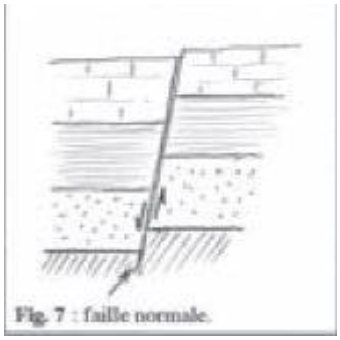


Fig. 7 : faille normale.

•Les failles normales dues à un mouvement
d'expansion, de distension, d'étirement : l'un des compartiments est effondré par rapport à l'autre
(fig.7).

Fig. 8 : faille inverse.

• Les failles inverses ou chevauchantes dues a un mouvement de compression, l'un des compartiments étant en quelque sorte poussé sur son voisin (fig.8).

Une faille chevauchante faiblement inclinée par rapport à l'horizontale est qualifiée de chevauchement (fig.9). Dans certains cas, le déplacement du compartiment chevauchant peut atteindre des centaines de mètres, voire des dizaines de kilomètres. On parle alors de charriage (c'est le cas du Lakhoura à la Pierre-Saint-Martin).

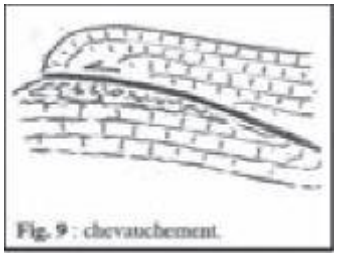


Fig. 9 : chevauchement.

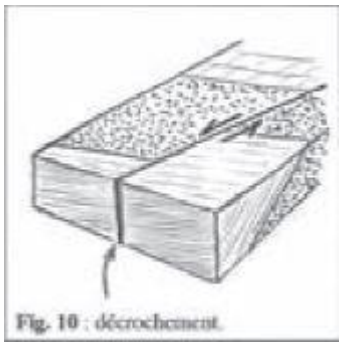


Fig. 10 : décrochement.

Une faille décrochante ou coulissante (qualifiée aussi de décrochement) est une cassure subverticale par rapport au plan dans lequel le sens du déplacement relatif des compartiments opposés avoisine l'horizontale (fig.10)

On qualifie souvent un chevauchement ou une faille d'accident tectonique ou de contact anormal.

d- Discordances, accordances.

Lorsqu'une formation de roches sédimentaires repose sur un ensemble plus ancien en faisant un
angle avec les couches de ce dernier, cela signifie que l'ensemble ancien a subi une déformation et a été partiellement érodé avant le dépôt de la formation sus-jacente: on parle de discordance stratigraphique, ou de discordance angulaire entre les deux (fig.11). Une discordance angulaire peut être discrète au point de n'être identifiable qu'à la suite d'un levé géologique précis.

Quoiqu'il en soit, lorsqu'il y a discordance, c'est qu'une partie de la succession sédimentaire a été enlevée par l'érosion. On parle de lacune(fig.11 et 12).

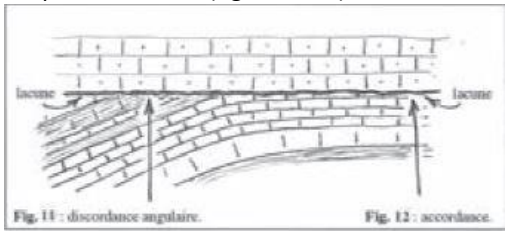


Fig. 11 : discordance angulaire. Fig. 12 : accordance.

En certains endroits, dans un contexte régional de discordance stratigraphique, il arrive que localement, parfois sur quelques centaines de mètres carrés, les deux ensembles se trouvent en contact «parallèle». On dit alors qu'il y a accordance, attitude locale trompeuse qui peut masquer à l'examen hâtif l'existence effective d'une lacune (fig.12).

Chapitre 5 **- LE RÉSERVOIR KARSTIQUE : SA DUALITÉ ET SON ORGANISATION.** début

a- Le réservoir de fissures ou de fractures : première condition à l'établissement d'un karst

A l'origine, les discontinuités au sein des ensembles carbonatés forment un réseau de fissures et de fractures. C'est cet état «intime» du massif qui rend la roche vulnérable à l'infiltration d'une eau corrosive (voir plus loin).Ainsi le massif calcaire se comporte un peu comme une éponge rigide, incompressible bien sûr, mais laquelle ayant la capacité à retenir et emmagasiner de l'eau. On peut donc parler de réservoir de fissures ou de fractures, que l'on dit en conséquence «capacitif». Pour un massif dont le volume global est 1km3 (soit un milliard de m3), un réseau de fractures totalisant 2% de ce même volume (ce qui est commun) correspond à 20 millions de m3 vides, ou de réserve en eau s'il est saturé.

b- Du réservoir de fractures au réservoir karstique: l'action interne de l'érosion

Si l'eau contenu dans le réservoir fissuré reste immobile, rien ne se passe et le réservoir fissuré n'évolue pas. Si l'eau est mise en mouvement et se renouvelle sans cesse (suivant un processus que nous analyserons au chapitre n°6) et si d'autre part elle est agressive (corrosive) vis à vis du milieu qu'elle pénètre, certaines discontinuités (joints de strates, fractures, failles, et même surfaces de discordance) seront sélectionnées d'une façon ou d'une autre pour être élargie par l'érosion en drains spacieux. L'action de l'érosion à l'intérieur du massif est la troisième condition à l'établissement d'un karst (si l'on peut considérer que, comme nous le verrons au chapitre 6, l'existence d'un «moteur» pour la mise en mouvement de l'eau est l'indispensable seconde condition). Supposons donc l'eau en mouvement continu et sans cesse renouvelée à travers le système de fractures.

c- Érosion chimique.

Le processus de karstification est lié à la solubilité du calcaire ou de dolomie au contact d'eaux chargées en dioxyde de carbone (le gaz carbonique). Ce dioxyde de carbone peut être puisé dans l'atmosphère (qui peut en contenir cent fois plus, du fait de la décomposition de la matière organique). L'eau chargée de dioxyde de carbone tend à dissoudre le carbonate au contact des discontinuités qu'elle pénètre, élargissant progressivement ses vides pour en faire des petites cavernes, des petits conduit où le liquide pourra circuler plus librement (fig.1). Il s'agit là d'un processus d'érosion essentiellement chimique, ou processus de corrosion.

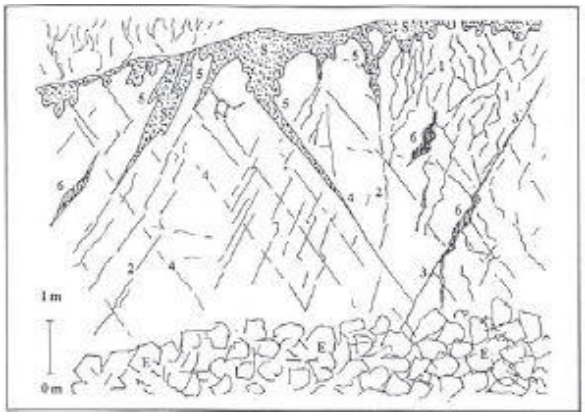


Fig. 1 : discontinuités dans un massif calcaire (réseau de fissures et de fentes.

(D'après un exemple réel : la carrière d'Asson, Pyrénées Atlantiques).

1 : fissures (en haut à droite).
2 : diaclase.
3 : faille (remarquer le décalage des joints de stratification (4).
4 : joints de stratification.
5 : fentes élargies par la dissolution, colmatées par le sol.
6 : petites cavités de dissolution plus ou moins colmatées.
S : sol végétal , E : éboulis

d- Erosion mécanique

Mais une fois les conduits suffisamment élargis, une eau plus abondante peu circuler, charriant surtout, en régime de crue, des particules insolubles dures (sables, graviers,...). Celles-ci exerceront sur les parois des conduits une action abrasive, mécanique, qui s'ajoutera ou même supplantera l'action chimique :on parle d'érosion mécanique.

e- La dualité et l'organisation du réservoir karstique :hiérarchisation des conduits.

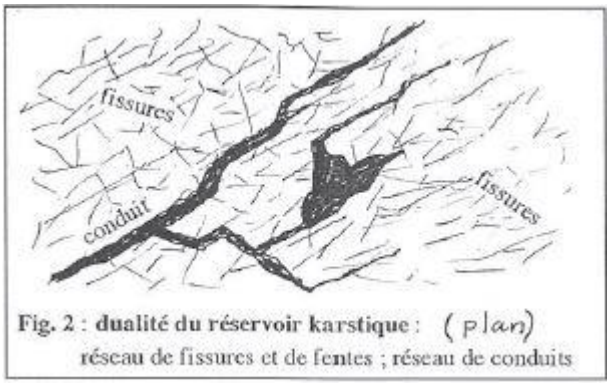


Fig. 2 : dualité du réservoir karstique : (plan)
réseau de fissures et de fentes ; réseau de conduits

En définitive, le réservoir de fractures se trouve pourvu d'un ensemble de drains spacieux interconnectés susceptibles, à la manière d'une tuyauterie organisée, de recueillir l'eau en s'écoulant des fractures pour la canaliser vers l'exutoire. Le réservoir karstique comprend donc deux sortes de vides : les étroites discontinuités formant réseau de fissures et de fractures d'une part (formant « l'éponge rigide ») et d'autres part, un système ou réseau de conduits ou de drains, que nous appellerons « réseau spéléologique » (ou réseau de cavernes). Il existe donc une dualité du système de vides au sein d'un réservoir karstique (fig.2). Mais si le réseau de fractures est capacitif, en ce qui concerne les réserves en eau, le réseau de conduit, dont le volume cumulé ne fait que quelque % du volume cumulé des fissures et fractures, est qualifié quant à lui de « transmissif », ne faisant guère que canaliser vers l'exutoire l'eau collectée.

f- Hiérarchisation des conduits .

L'installation d'un réseau spéléologique n'a rien d'anarchique: elle obéit à un principe de base selon lesquels les discontinuités les plus propices à l'écoulement souterrain sont sélectionnées: ce sont à priori les plus ouvertes, mais surtout celles se trouvant les mieux orientées vers le lit théorique du courant (fig.3) tel que le déterminent les lois de la pesanteur. Cette influence primordiale de la pesanteur, le moteur du karst, fera l'objet du chapitre 6. Dans l'ensemble, les conduits tendent à s'agencer au sein du karst un peu comme un réseau hydrographique de surface, avec un drain principal (le collecteur) aboutissant à l'exutoire et, en progressant vers les amonts, les affluents de plus en plus nombreux. Les rivières sous la Pierre Saint Martin en donne une splendide illustration (fig.4). On dit que les conduits sont hiérarchisés d'amont en aval. Ils se hiérarchisent également dans le temps, au cour de l'évolution du karst, les plus actifs prennent petit à petit le pas sur les moins efficaces (fig.5).

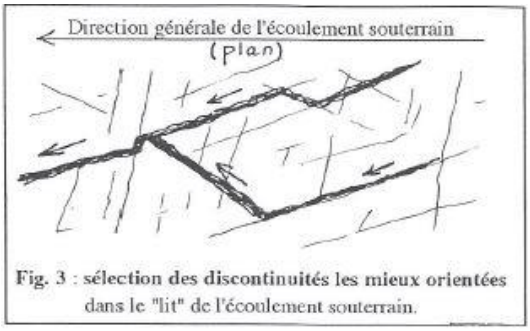


Fig. 3 : sélection des discontinuités les mieux orientées
dans le "lit" de l'écoulement souterrain.

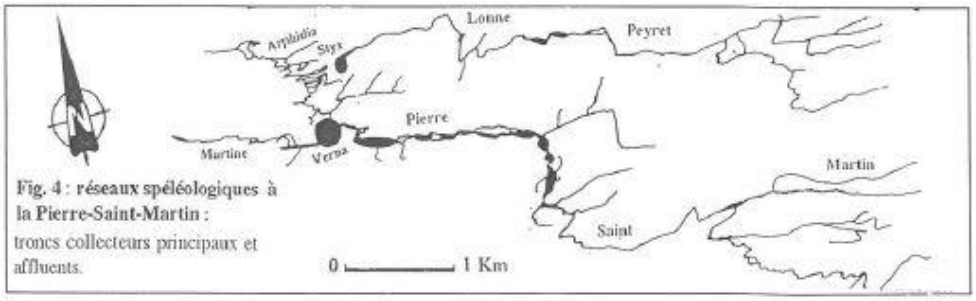


Fig. 4 : réseaux spéléologiques à la Pierre-Saint-Martin :
troncs collecteurs principaux et affluents.

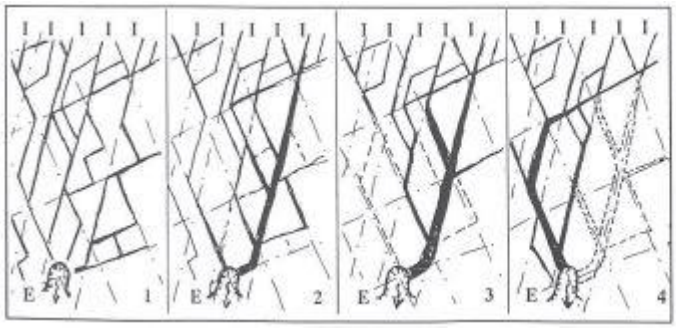


Fig. 5 : hiérarchisation progressive des conduits dans l'établissement d'un réseau spéléologique. (plan)
Systèmes de fractures (trois directions majeures).
I : aire d'infiltration amont.
E : exutoire unique.
Au stade "4" le drain principal a changé de "lit", suite au basculement du massif vers la gauche.

Chapitre 6 - **LE MOTEUR DU KARST : LA PESANTEUR -PENTE OU PRESSION** début

Trois principes œuvrant vers un même résultat:

a- Vulnérabilité de la roche (fissuration et solubilité-notions abordés au chapitre 4 et 5)

Présence d'un vecteur (l'eau) causant une érosion d'abord purement chimique (eau + dioxyde de carbone) puis chimique + mécanique (notion abordé au chapitre 5). Enfin, une cause motrice (la pesanteur mise en action par une dénivelée) et dynamique (débit de l'écoulement).C'est ce troisième principe que nous allons considérer ici.

b- Force motrice: l'action de la pesanteur.

L'eau circule sous effet des forces de pesanteur. Au sein d'un massif calcaire fissuré clos de tous côtés par des formations

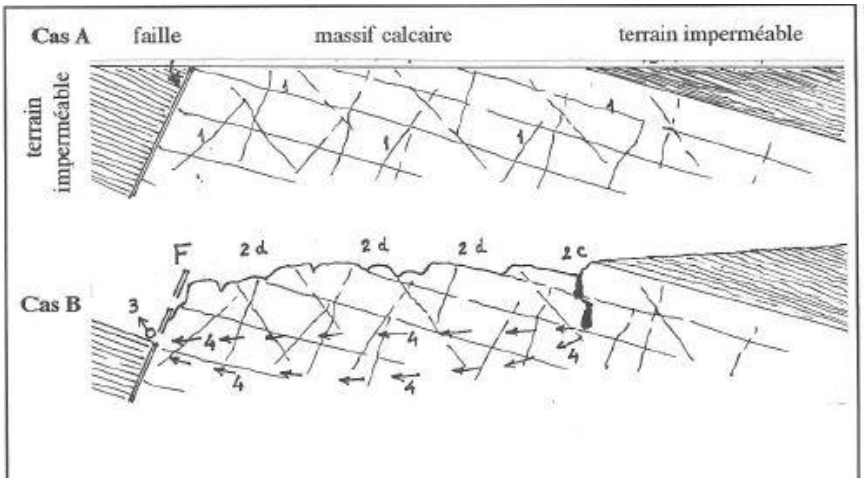


Fig. 1 : conditions pour que s'établisse un écoulement dans un massif calcaire : réseau de fissures et dénivelée.

Cas "A" : présence d'un réseau de fissures (1) sans dénivelée. Pas d'écoulement.

Cas "B" : une vallée se creuse et une dénivelée s'installe.

2 : infiltration de l'eau, diffuse par les fissures (d) ou concentrée dans des pertes (c).

3 : exutoire (émergence).

4 : lignes d'écoulement.

imperméables et sans dénivelées, l'eau ne peut se mouvoir. Le contexte est celui d'un récipient horizontal. Perçons ce récipient vers la base : il se vide.

Creusons une échancrure dans l'enceinte étanche du massif : l'eau fissurale se met en mouvement vers le point bas de l'entaille (fig.1). Au sein d'un réservoir fissuré ou karstique, l'eau circule en raison de son poids, soit d'un point haut vers un poids bas, soit un point de pression élevé vers un point de pression plus basse (c'est l'image du château d'eau) : le mouvement gravitaire (lié à la gravité c'est à dire la pesanteur). D'un karst perché, c'est la pente du soubassement imperméable qui commande (fig.2). C'est le cas le plus courant des rivières de la Pierre Saint-Martin. Dans la zone noyée d'un karst barré, l'eau s'écoule sous l'effet d'un régime de pressions que nous allons définir en faisant appel d'abord à la notion de niveau de base.

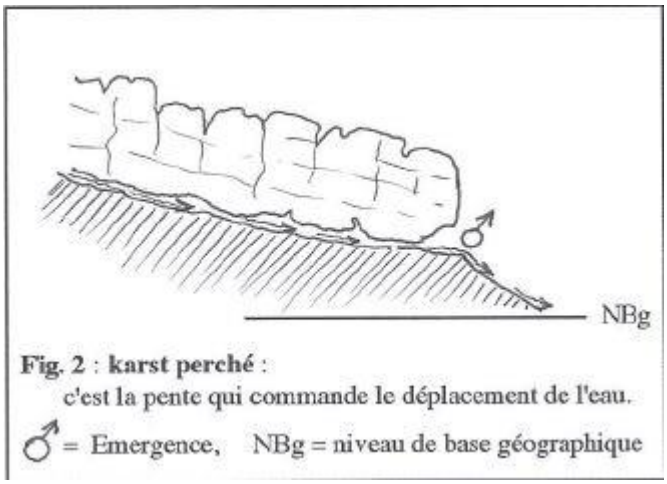


Fig. 2 : karst perché :
c'est la pente qui commande le déplacement de l'eau.
♂ = Emergence, NBg = niveau de base géographique

c- Niveau de base.

Le niveau de base le plus général est le niveau moyen des mers : c'est vers lui que coulent tous les fleuves. Dans un karst, le niveau de base est celui auquel aboutit l'écoulement souterrain. Ce niveau est définit par la cote des sources pérennes les plus basses. S'il correspond au niveau de la plaine ou d'une large vallée de faibles pentes au fonds plats, on le dit régional ou géographique (fig.3 cas des sources de Béon ou d'Oasis en vallée d'Ossau). En revanche, si la source pérenne la plus basse domine de quelques mètres au moins le niveau de la plaine ou de la vallée (fig.4), on parle de niveau de base local ou karstique. C'est le cas de nombreux karsts barrés (Mélat- Bétharram). L'exutoire d'un karst perché ne correspond pas à un niveau de base au vrai sens du terme (même karstique). C'est la vallée en contrebas qui joue ce rôle (fig.2).

d-Pente ou pression

Nous avons déjà vus que dans un karst perché, comme dans les rivières de surface, c'est la pente du substratum étanche qui induit et contrôle le mouvement de l'eau (fig2). Au sein de la zone noyée d'un Karts barré, on ne peut plus invoqué de pente : il faut faire appel à la pression de l'eau, tout comme dans un château d'eau. En effet, l'eau qui percole en saison pluvieuse au sein des fissures et des fractures du réservoir karstique ne peut, en raison de l'exiguïté des vides et malgré la grande transmissivité des conduits spéléologiques, s'écouler librement vers l'exutoire. Elle s'accumule en amont de celui-ci , de telle sorte que le niveau de la zone saturée
d'eau (zone noyée) s'élève bien au-dessus du niveau de base : le réservoir karstique se met en charge. En période de sécheresse, ces réserves continuent de s'écouler vers la source, mues par la pression de l'eau emmagasinée. Cette pression se concrétise par la hauteur du volume des réserve au-dessus du niveau de base (fig.4). La surface de la zone noyée est matérialisée par la surface piézométrique, qui s'élève ou s'abaisse selon les mises en charge ou vidange du réservoir. La pression de l'eau est fonction de la hauteur atteinte. Lorsque la surface s'élève la pression suit et, en conséquence, le débit et la force du courant augmentent. Lorsqu'elle s'abaisse, c'est l'inverse. Si elle venait à s'abaisser au point de se confondre avec le niveau de base la pression deviendrait nulle et l'écoulement cesserait. C'est l'image du château d'eau.

e- Alimentation du karst

L'alimentation en eau du karst peut n'être due dans beaucoup de cas (Pierre St Martin - Arbailles – sauf Cent-sources -, Jaout) qu'au produit des précipitations. Celles-ci peuvent être suffisamment abondantes et bien réparties dans l'année pour que même un karst perché, sans zone noyée mais noté d'un bon réseau de fissures capacitif, puisse alimenter une source pérenne (partie Est du massif du Jaout). Dans certain karst de montagnes, les ressources sont stockées dans des centaines ou milliers de puits à neige qui restituent au compte-gouttes leurs réserves au fil du printemps, de l'été et de l'automne, réussissant à joindre sans désemparer les hivers successifs (Pierre-St-Martin). Ailleurs, le karst peut être alimenter partiellement (Betharram) ou majoritairement (Oueil du Neez près de Rébénacq) par des pertes de cours d'eau « étrangers ».

f- Importance du débit et de la dénivelée.

Débit et puissance de l'écoulement sont les facteurs essentiels de la karstification, ce qui implique une alimentation conséquente et une dénivelée importante entre la zone d'infiltration ou de mise en charge (surface piézométrique) et le niveau de base. Les agents chimiques ou mécaniques de l'érosion ont un rôle indispensable mais subordonné. Ils sont des outils.

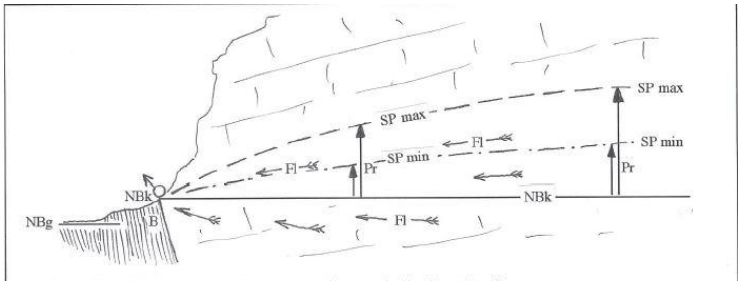


Fig. 4 : écoulement de l'eau au sein d'une zone noyée (exemple d'un karst barré) :

B = barrage par formation étanche, NBg = niveau de base géographique, NBk = niveau de base karstique.
SP = surface piézométrique (SP max = position haute en périodepluvieuse, SP min = position basse en période sèche).
Note : la SP, de position plus ou moins élevée à l'intérieur du massif, se raccorde vers l'aval au niveau de base (NBk).
O = émergence, ↑ Pr = Pression de l'eau au sein de la zone noyée, illustrée par la hauteur de l'eau au dessus de NBk (= longueur des flèches). ←« Fl = lignes de flux ou d'écoulement de l'eau. On remarquera que dans la partie profonde de la zone noyée le courant tend à remonter vers l'exutoire, ce que l'on note dans les émergences "vauclusiennes".

Chapitre 7 - **LE SYSTEME KARSTIQUE : UNITÉ DE DRAINAGE AU SEIN D'UN KARST** début

a- Le bassin versant aire d'alimentation

Nous avons vu (chap.6) qu'au sein d'un karst l'eau circule sous l'action de la pesanteur, soit le long d'une pente, comme tout cours d'eau de surface, soit sous l'effet d'un régime organisé de pressions. Dans tous les cas l'eau se meut depuis l'aire d'alimentation ou de mise en charge, jusqu'à un exutoire (généralement unique - et comparable à un bec verseur - pour un système de drainage donné). La zone d'alimentation est vaste et correspond en principe à toute la surface du karst soumise à l'infiltration des précipitations :
- Si les infiltrations alimentent (en partie seulement) certains karsts par l'enfouissement local (perte) partiel ou total d'un cours d'eau de surface, on parle dans ce cas d'infiltration concentrée (fig. 1).
- Si cette infiltration concerne l'ensemble des fentes de surface, elle est dite diffuse (fig. 2).

b- Système karstique unité de drainage

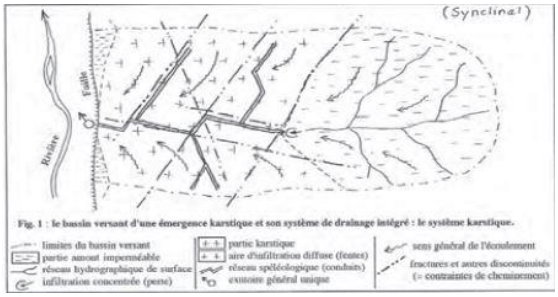


Fig. 1 : le bassin versant d'une émergence karstique et son système de drainage intégré : le système karstique.

A une émergence donnée, ou à un exutoire complexe jouant le rôle de «bec verseur» unique, correspond un même système de drainage général intéressant l'ensemble du bassin versant (fig. 1). Un même karst peut cependant comprendre plusieurs bassins versants, donc plusieurs systèmes de drainage séparés, connectés chacun à un exutoire (fig. 3). Le massif des Arbailles illustre cette situation, d'où le grand nombre de sources karstiques réparties sur son pourtour. Un système karstique se définit comme l'unité de drainage d'un bassin versant alimentant une même source karstique. Ce système comprend :

1) L'ensemble des fissures et des fentes favorisant l'infiltration des précipitations;

2) L'ensemble des conduits spéléologiques actifs ou semi-actifs drainant les fissures et les fentes vers un même exutoire;

3) Eventuellement le réseau hydrographique de surface intégré au même bassin versant (fig. 1). Par exemple, la partie Ouest du karst de la Pierre-Saint-Martin comprend deux systèmes karstiques majeurs : le système Saint-Vincent aboutissant à l'émergence Bentia, le système Saint-George aboutissant à Illamina. Donc, autant de systèmes karstiques que de sources hydrologiquement distinctes. L'inventaire et l'analyse du fonctionnement des émergences karstiques intégrées à un massif donné sont donc une indication du nombre et de la variété des unités de drainage du système karstique que l'on peut envisager. Couplées avec une certaine connaissance du contexte géologique (carte B.R.G.M. au 1 : 50 000), ces données peuvent même conduire à une première esquisse des contours des bassins versants souterrains et à mieux appréhender en conséquence les résultats de colorations.

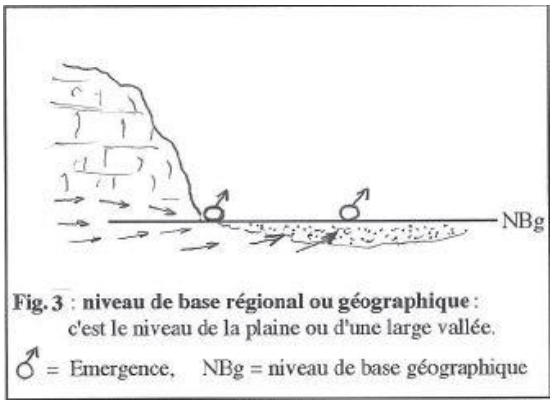


Fig. 3 : niveau de base régional ou géographique : c'est le niveau de la plaine ou d'une large vallée.
♂ = Emergence, NBg = niveau de base géographique

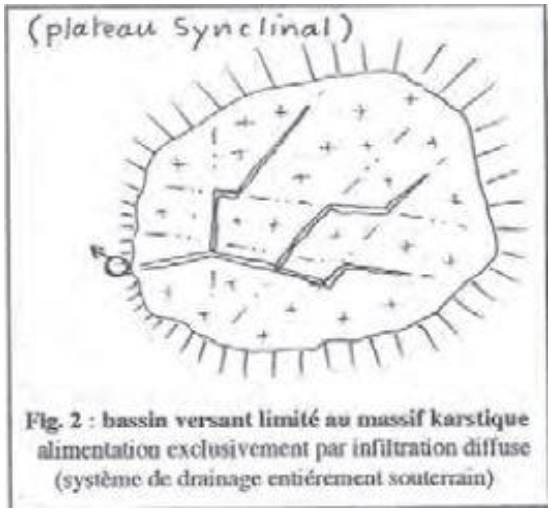


Fig. 2 : bassin versant limité au massif karstique alimentation exclusivement par infiltration diffuse (système de drainage entièrement souterrain)

c- Réseau spéléologique

On ne doit pas confondre système karstique et réseau spéléologique. Le second se définit comme l'ensemble des conduits spéléologiques interconnectés (puits et galeries) compris le plus souvent -mais pas nécessairement- dans les limites d'une même unité de drainage.

d- Retour au réservoir karstique

Après révision des chapitres 4 (discontinuité dans un massif), 5 (nature du réservoir karstique) et 6 (moteur du karst), et avec un brin de connaissance du cadre géologique, on peut se faire une première idée de l'orientation (possible) des conduits actuellement actifs. Je précise : « actuellement » car on doit tenir compte du contexte géographique actuel. Il est très difficile de faire des suppositions sur les géographies passées partiellement désorganisées par l'érosion. D'abord, il ne faut jamais oublier que c'est le moteur qui commande. L'orientation de la fracturation vient après !

- Les drains actifs ou récents suivent de préférence les discontinuités contemporaines les mieux orientées par rapport au sens de l'écoulement induit par la pesanteur (chap. 5,Fig. 3).
- Suivant le contexte géographique et la géologie, les forces de pesanteur s'exercent soit par l'intermédiaire d'une pente (hors zone noyée), soit par un régime de pression (en zone noyée). Cette question a été abordée au chapitre 6.
- En résumé l'écoulement est orienté par les forces de pesanteur mais canalisé par les discontinuités les mieux orientées. L'eau cherche sa voie en suivant d'aussi près que possible la voie programmée par la gravité, tout en se conformant aux contraintes de cheminement imposées par l'agencement des discontinuités.

Mais attention :
La disposition du bassin versant souterrain n'a le plus souvent aucun rapport avec le relief de surface (fig 4).
La connaissance de ces principes permet parfois de deviner l'organisation interne d'un karst.

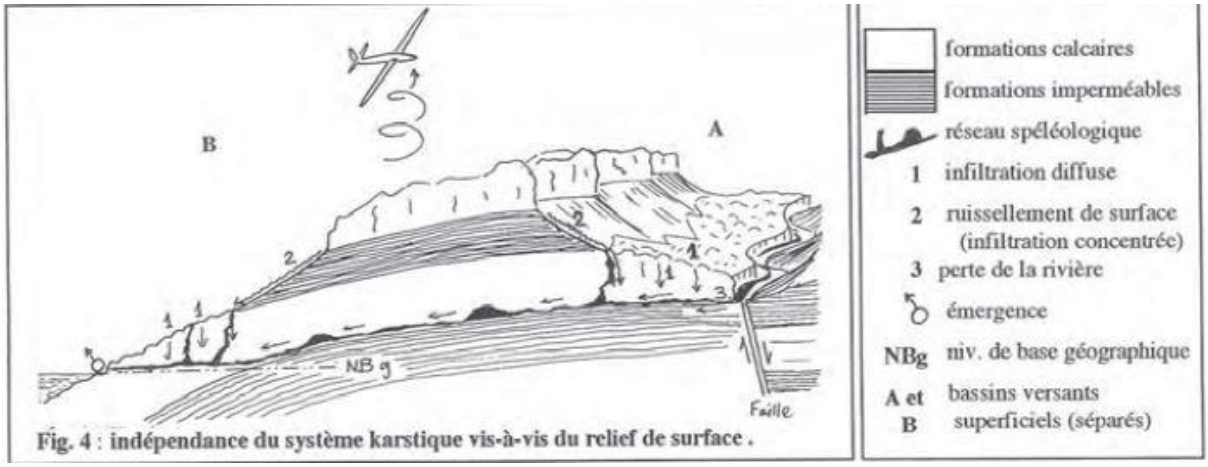


Fig. 4 : indépendance du système karstique vis-à-vis du relief de surface .

Chapitre 8 **- EVOLUTION ET ADAPTATION DU RÉSEAU SPÉLÉOLOGIQUE** début

a- Une géographie changeante.

Les paysages changent. Là où il y eut jadis la mer se dresse aujourd'hui la montagne. Mais ces changements aux résultats ultimes, parfois drastiques - de la mer à la montagne puis retour à la mer - qui, pour s'achever, se déroulent sur des dizaines, voire des centaines de millions d'années, se font par phases successives plus courtes étalonnées plutôt en milliers d'années. A l'échelle des temps géologiques, le karst est un milieu extrêmement souple vis-à-vis des modifications de la géographie locale, celles-ci pouvant avoir des causes géologiques et / ou climatiques. Les phénomènes géologiques ayant le plus d'impact sur le karst sont ceux qui entraînent des soulèvements ou des abaissements de compartiment de l'écorce terrestre. Les changements climatiques peuvent agir quant à eux sur le creusement ou le remblaiement des vallées (alluvions ou glaciers). Ces processus de surrection ou d'affaissement, de creusement ou de comblement induisent des variations relatives du niveau de base géographique. Les changements du niveau de base sont entrecoupés de périodes de stabilité plus ou moins longues au cours desquelles s'opère une réadaptation du système de drainage karstique qui tend à se raccorder au nouveau niveau. Une période de stabilité longue de quelques dizaines de milliers d'années seulement suffit en principe pour que s'établisse à ce niveau un nouveau réseau spéléologique. Ainsi doué d'une capacité d'adaptation rapide, le karst est en mesure d'enregistrer les mouvements géologiques ou les fluctuations climatiques qui ont affecté sa région au cours des âges de la Terre.

b- Conséquences immédiates des variations du niveau de base (fig.1).

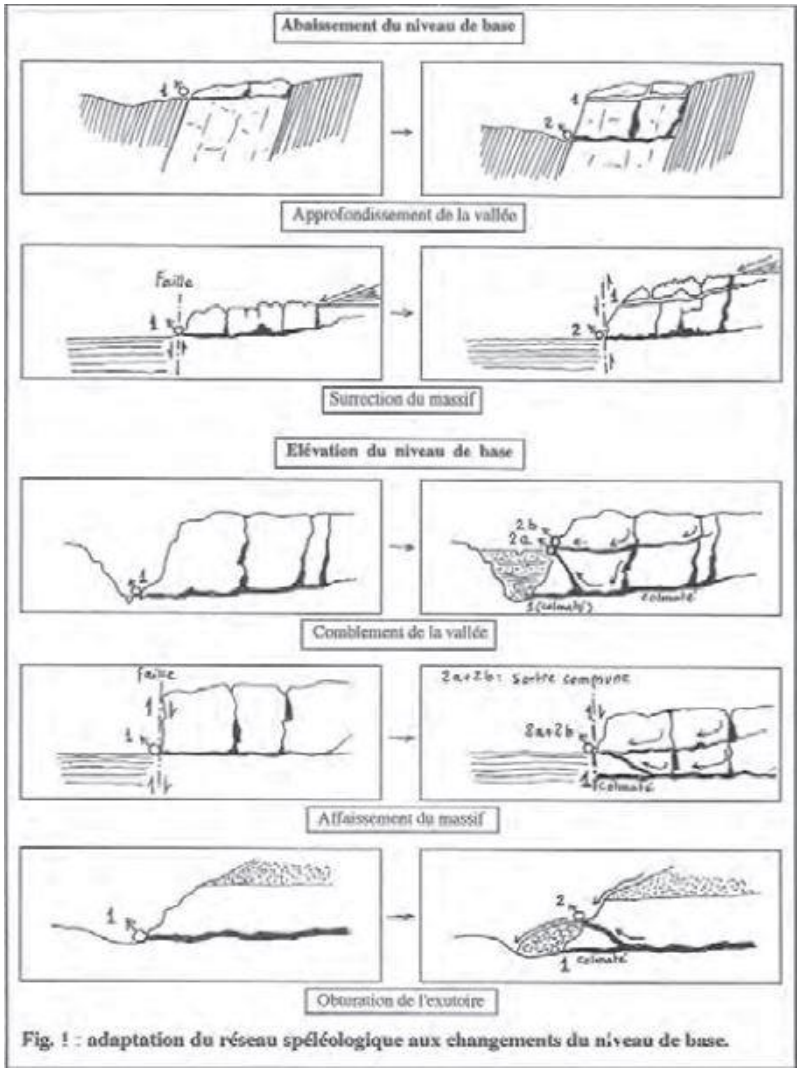


Fig. 1 : adaptation du réseau spéléologique aux changements du niveau de base.

- Abaissement relatif :

Enfouissement du réseau spéléologique qui, pour rester raccordé au niveau de base, doit se reconstituer plus

bas, abandonnant un étage désormais «perché».

- Elévation relative :

Colmatage au moins partiel des anciens conduits, qui passent dans la zone noyée. Un nouveau système de drainage s'établit au-dessus. Certaines pertes anciennes peuvent se mettre à fonctionner en émergences remontantes. Le résultat d'adaptations successives est le développement de réseaux spéléologiques étagés dont l'un des plus classiques est le réseau Trombe (massif d'Arbas, Haute-Garonne). De tels réseaux sont dits «polyphasés» car ils sont l'aboutissement de plusieurs phases distinctes de creusement correspondant chacune à un niveau de base particulier. Ces réseaux polyphasés peuvent redevenir actifs momentanément dans les niveaux supérieurs à l'occasion de crues exceptionnelles (fig. 3).

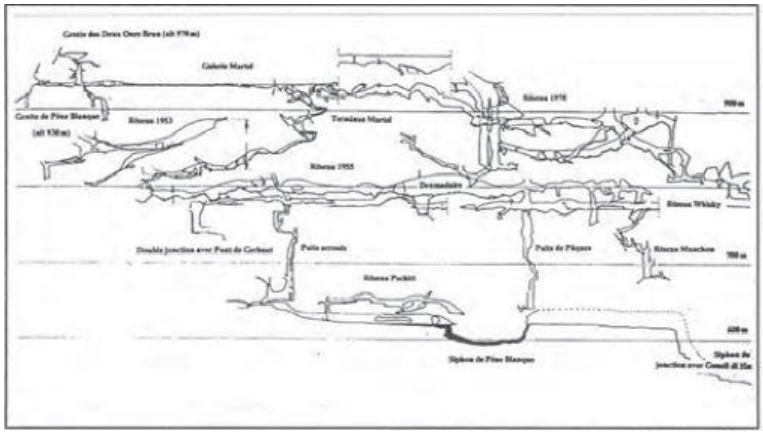


Fig. 3 : étagement de réseaux dans un karst polyphasé

(Réseau Félix Trombe)

Extrait de l'ouvrage :
" *La Coumo d'Hyouernedo* "
de Maurice Duchène et
Pierre-André Drillat,
(Groupe Spéléologique
des Pyrénées)
Toulouse - 1982

- Emergences «fossiles» perchées :

Les exutoires «fossiles» aujourd'hui perchés bien au-dessus du niveau de la vallée soulignent donc d'anciennes positions relatives du niveau de base. Ils revêtent de ce fait une importance primordiale dans l'analyse de l'évolution du karst. En conséquence, ils ne doivent jamais être négligés dans les inventaires de cavités et leur cote doit être relevée systématiquement avec précision, même lorsqu'ils sont impénétrables. En effet, certains conduits spacieux peuvent juste avant l'émergence «éclater» en ramifications de faible section, sortant au jour sous la forme de «griffons» étroits multiples. Les étagements actuels de ces émergences «fossiles» peuvent coïncider parfois avec des surfaces géographiques anciennes d'érosion qui leur sont contemporaines.

c- Diffluences (fig.2)

Lors d'une opération de traçage, il n'est pas rare de voir sortir le colorant en plusieurs endroits distants de plusieurs centaines ou milliers de mètres. On dit qu'il y a eu diffluence. Ce terme désigne un processus d'évolution et d'adaptation plus local du réseau spéléologique. Une diffluence résulte en principe d'une capture : la perte partielle d'une rivière est un cas classique. Les captures souterraines sont souvent difficiles à discerner et à localiser si elles ne sont pas directement observables, les colorations seules en gardant le secret.

En fait, il existe une multitude de degrés dans le phénomène que l'on peut qualifier de capture, celui-ci étant évolutif, donc épisodique avant de devenir permanent. On peut reconnaître ainsi un état initial, simple débordement temporaire de crue d'un drain actif pérenne dans un conduit de «trop-plein». C'est peut-être l'amorce d'un processus de capture destiné à se développer. A l'autre extrémité de l'éventail, on a diffluence établie lorsqu'une partie du débit d'un drain, ou même sa totalité, est détournée de façon permanente au profit d'un autre conduit. Dans un même système karstique, il peut exister des diffluences entre deux sous-systèmes voisins dont l'un tend à prendre progressivement l'avantage sur l'autre en raison d'un basculement d'ensemble du massif. En conclusion, toute diffluence peut être considérée comme la manifestation d'un processus de capture dans un milieu en constante évolution, en constant réajustement.

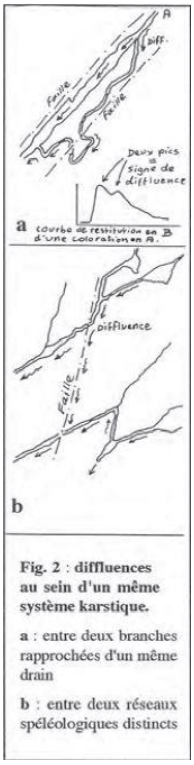


Fig. 2 : diffluences au sein d'un même système karstique.

a : entre deux branches rapprochées d'un même drain

b : entre deux réseaux spéléologiques distincts

Chapitre 9 - LA STRUCTURE INTERNE DU KARST : L'EXEMPLE D'UN KARST BARRÉ

Ce neuvième chapitre est à la fois un récapitulatif des chapitres précédents et la synthèse sommaire de ce qu'a déjà observé un bon nombre de spéléologues pratiquant régulièrement leur activité dans des contextes géologiques et karstologiques variés. L'exemple du karst barré de Piémont a été choisi parce qu'il est, en principe, le plus complet, comportant tous les étages du karst, y compris la zone noyée importante généralement absente dans un karst perché (fig.1). S'il existe une dénivelée suffisante entre le sommet du massif calcaire

et le niveau de base défini par l'exutoire pérenne le plus bas, la structure interne du réservoir (ou aquifère) karstique comprend normalement trois zones superposées séparées par des espaces de transition plus ou moins développés :

a- l'épikarst

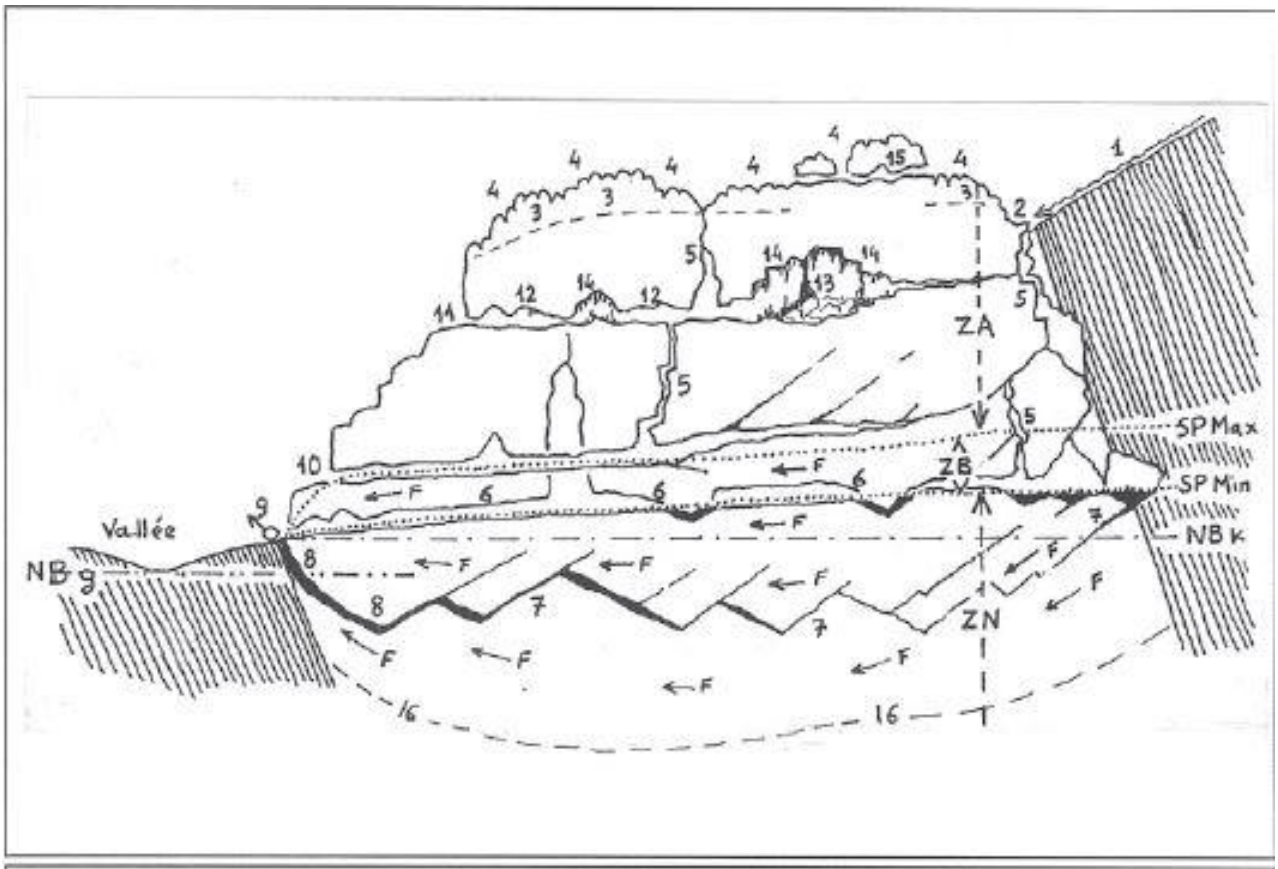


Fig. 1 : coupe synthétique très schématique d'un karst barré (qui comprendrait idéalement tous les éléments du karst).

Il est l'enveloppe supérieure de l'aquifère karstique, immédiatement sous-jacente au lapiaz. Il est caractérisé, à l'approche de la surface, par un dense réseau de fentes ouvertes résultant de la détente tectonique d'infiltration. Libérées par l'érosion de la masse rocheuse qui les tenait relativement fermées, les fissures "éclatent" à l'air libre et s'ouvrent en nombre.. L'épikarst, épais parfois de plusieurs mètres, peut donc constituer un aquifère perché. C'est à travers lui que transite l'eau de percolation. S'il existe un fort contraste entre la densité de son réseau de fentes et de celle du réseau de fissures du réservoir karstique profond, l'épikarst peut retenir au sein de son aquifère d'importantes réserves d'eau dont l'infiltration, ainsi retardée, peut s'étaler sur de longues périodes.

b- **La zone aérée, ou "non saturée" ou "vadose"**

Elle est celle des galeries, des "méandres" et des puits à la faveur desquels l'eau s'infiltre plus ou moins verticalement. C'est, avec l'épikarst qui la coiffe, la zone d'infiltration ou de transfert vertical (de l'eau infiltrée). C'est aussi la zone de

l'écoulement dit libre, directement régie par la gravité, c'est à dire par la pente du conduit. C'est dans cette zone que le réservoir (ou aquifère) karstique exprime avec la plus de netteté sa dualité "réseau de fissures - réseau de conduits". Car si le transfert vertical de l'eau se fait bien en milieu aéré dans les conduits et les fractures les plus ouvertes, la percolation dans les fissures les plus fines se fait au sein d'un réseau (ou "chevelu") saturé d'eau : l'eau suinte parfois de partout dans certaines galeries aux parois éternellement humides. Dans la zone aérée, l'eau en écoulement "libre" ouvre parfois à la faveur de fractures des passages rectilignes plus ou moins pentus, souvent étroits et hauts, qualifiés à tort par certains spéléologues de "méandres". Il faut se souvenir qu'un vrai méandre se caractérise d'abord, tout comme dans les rivières de surface, par la sinuosité de son cours. La zone aérée peut être épaisse de plusieurs centaines de mètres. Elle est alors fréquemment le cadre de galeries horizontales perchées, étages inactifs marquant d'anciennes positions du niveau de base

c- La zone noyée, ou saturée, ou phréatique

Sa limite supérieure est définie par la surface piézométrique basse ou d'étiage (chapitre 6), est le domaine des "conduites forcées" par lesquelles l'eau est drainée vers l'exutoire. C'est la zone de transfert horizontal dite zone de l'écoulement forcé directement régie par l'organisation des pressions entre l'aire de mise en charge et l'exutoire (chapitre 6 et 7). Dans ce milieu entièrement saturé d'eau, l'attitude des drains peut être quelconque: les "galeries remontantes" (dans le sens du courant) ne sont pas rares, à l'image de la conduite d'adduction d'eau qui remonte tous les étages d'un immeuble sous la pression existant au départ dans le château d'eau. Dans un karst, une émergence branchée sur un conduit remontant des profondeurs est dite vauclusienne, du nom de la Fontaine de Vaucluse. La limite inférieure de la zone noyée est le plus souvent inconnue. On la suppose marquée par une transition très progressive vers le réservoir fissuré non karstique.

d- La zone de battement de nappe, dite aussi zone "épinoyée"

Elle est l'intervalle au sein duquel l'écoulement est alternativement libre ou forcé : un espace compris entre les positions de crue et la position d'étiage de la surface piézométrique (chapitre 6). C'est l'étage des grandes galeries horizontales semi-actives (actives seulement en crue). Le profil en long d'une grande galerie horizontale se conforme à peu près au profil de la surface piézométrique, descendant doucement en direction de l'exutoire. Au-dessus de la galerie semi-active, un conduit perché, marque d'une ancienne position de base, peut fonctionner à l'occasion en émissaire de crue. Ces grandes galeries horizontales sont le "pain" quotidien des spéléologues caussenards mais il en existe aussi dans les karsts de montagne (Pène Blanque dans le massif d'Arbas, Haute Garonne (fig.3 du chapitre 8); galerie Aranzadi, réseau de la Pierre-Saint-Martin ; et même, si l'on "lisse" un peu son profil long, la galerie axiale du réseau du Larrandaburu ou Arresteliako Ziloua, également à la Pierre (fig.2).

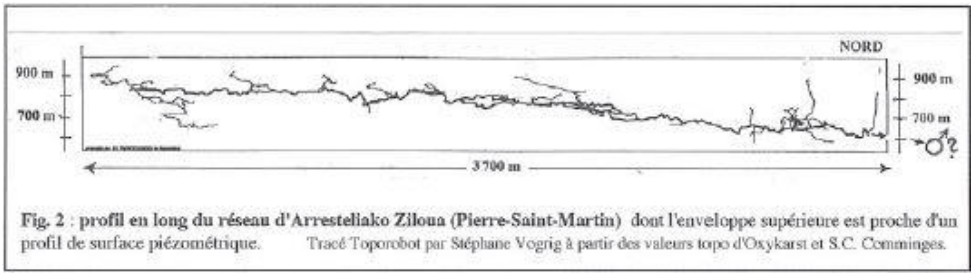


Fig. 2 : profil en long du réseau d'Arresteliako Ziloua (Pierre-Saint-Martin) dont l'enveloppe supérieure est proche d'un profil de surface piézométrique. Tracé Toporobot par Stéphane Vogrig à partir des valeurs topo d'Oxykarst et S.C. Comminges.

Chapitre 10 - LE CREUSEMENT DES GALERIES : UN TEMOIGNAGE D'UN REGIME D'ECOULEMENT

Il ne sera question ici que des conduits non verticaux (on ne parlera pas des puits). Comme les remplissages, dont il sera question aux chapitres 11 et 12, les formes de galeries sont des indicateurs essentiels du fonctionnement actuel ou passé du karst et de ses réseaux spéléologiques.

a- En milieu noyé permanent ou dominant

La corrosion est prédominante. Philippe Renault (« La formation des cavernes » page 65 -P.U.F – Collection « Que sais-je » - 1970) distingue le creusement syngénétique et le creusement paragénétique :

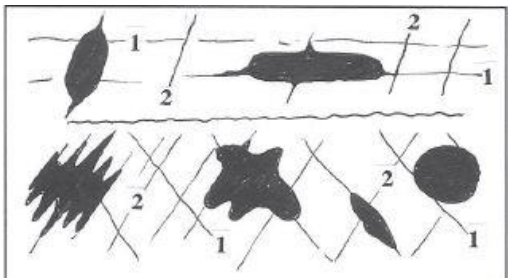


Fig. 1 : sections transversales de conduitts syngénétiques.
1 : joints de stratification ; 2 : fracturation

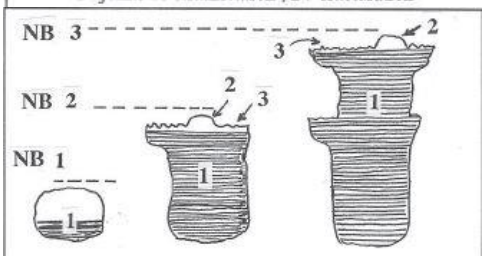


Fig. 2 : évolution d'une galerie paragénétique.
1 : remplissage ; 2 : chenal de voûte ; 3 : anastomoses ; NB1... 2... 3... : niveaux de base succesifs (en élévation).

• Syngénétique : l'écoulement est trop rapide pour que puissent se déposer des sédiments fins. La corrosion agit donc sur toute la section du conduit qui se façonne plus ou moins en fonction des discontinuités de la roche, pour autant que celles-ci soient assez ouvertes (fig. 1). C'est un régime propice au creusement de conduites forcées, dont la section n'est pas toujours celle d'un « tuyau ». Si le courant est très rapide, les parois des conduits sont lisses. Par courant plus lent, peuvent apparaître des coups de gouge (voir ci-après).

• Paragénétique : l'écoulement relativement lent permet le dépôt d'un matériel fin que le courant ne peut plus déloger par la suite. Le colmatage progressif de la galerie force l'eau à se frayer un passage en corrodant la voûte. Une élévation du niveau de base entraîne la poursuite du creusement ascendant (fig. 2). Ce phénomène peut aussi se produire par colmatage soudain (coulée de boue). Lorsque l'espace entre remplissage et plafond tend à se resserrer, un « chenal de voûte » se grave dans l'axe du courant tandis que sur les marges l'eau s'insinue à travers toutes les fissures, sculptant des anastomoses ou « lapiaz de voûte » (fig. 3). Les « pendants de voûte » (qui ne sont pas des concrétions !!!) sont comparables à des anastomoses géantes.

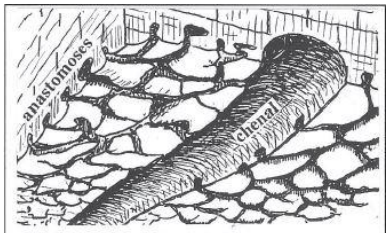


Fig. 3 : chenal de voûte et anastomoses

b- En milieu semi-noyé (zone de « battement de nappe »)

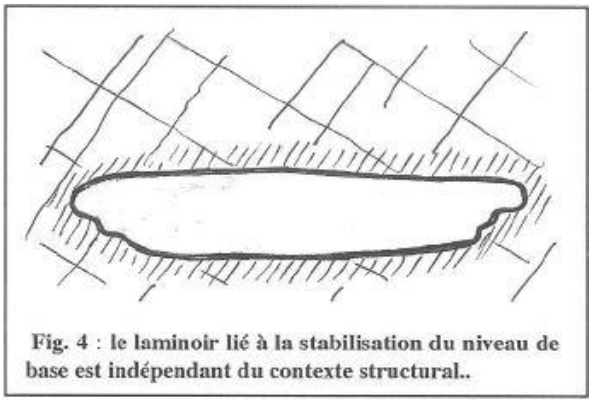


Fig. 4 : le laminoir lié à la stabilisation du niveau de base est indépendant du contexte structural..

Dans ce domaine privilégié des galeries horizontales, l'érosion mécanique et la corrosion agissent de concert,
la première pouvant prévaloir en régime de crue. La section transversale d'une galerie creusée dans cet espace dépend de la hauteur de l'intervalle de fluctuations des niveaux de crues (« battement de nappe »). En principe, cette section est plutôt isométrique (aussi haute que large) et les parois de la galerie avoisinent la verticale. Pour une stabilité prolongée du niveau de base et de faibles fluctuations de la surface piézométrique, la rivière tend à s'étaler en érodant ses bords, à la manière d'un fleuve divaguant entre ses rives. Ainsi se façonnent de larges laminoirs horizontaux (fig. 4), établis sans aucune relation apparente avec les discontinuités présentes : ils dépendent exclusivement de la position de la surface piézométrique.

c- Formes de corrosion en milieu noyé et semi-noyé (rivières souterraines).

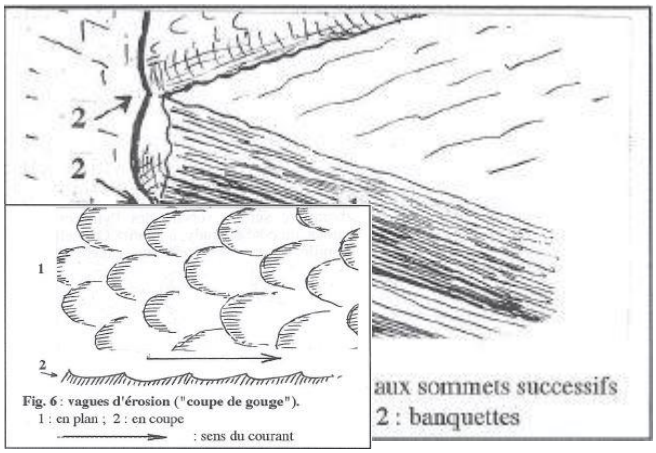


Fig. 6 : vagues d'érosion ("coupe de gouge").
1 : en plan ; 2 : en coupe
: sens du courant

Outre le chenal de voûte et les anastomoses dont il vient d'être question, banquettes (ou épaulements) et vagues d'érosion (ou coups de gouges) sont des indices importants de l'évolution passée du réseau.
Remarquons d'abord que les banquettes sont des formes de parois habituelles des rivières souterraines de karst tabulaires (Causses) où elles matérialisent l'alternance de bancs horizontaux de sensibilités différentes à l'érosion. Mais dans de nombreux cas, en pays plissé surtout, les

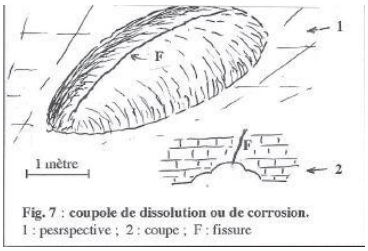


Fig. 7 : coupole de dissolution ou de corrosion.
1 : pesrspective ; 2 : coupe ; F : fissure

banquettes n'ont rien à voir avec l'attitude de strates : elles marquent simplement des niveaux de stabilisation temporaire de l'écoulement. Si on les observe dans les galeries paragénétiques où elles soulignent souvent d'anciennes surfaces du remplissage détritique (fig. 5), on les trouve aussi dans certains méandres ou canyons de la zone aérée où elles dessinent les traces étagées d'anciennes positions du lit de la rivière en cours d'enfouissement (« Faille » de Bétharram). Les vagues d'érosion ou « coups de gouge » (fig. 6) sont des « microformes » de paroi – ou de plafond ! – liées à un écoulement turbulent en régime noyé ou semi-noyé. Elles indiquent le sens du courant qui les a façonnées (amont du côté creux le plus prononcé) et donnent une idée de sa vitesse (courant d'autant plus lent que les vagues sont plus larges). Elles permettent souvent d'identifier d'anciens conduits vauclusiens (grotte Napia dans le massif d'Issaux, Pyrénées-Atlantiques). A ne pas confondre avec les cupules de corrosion, alvéoles dues à la corrosion par aspersion. Les coupoles de corrosion sont dues à l'action chimique localisée, au plafond ou sur les parois de conduits noyés, d'une eau ponctuellement plus corrosive que celle du milieu ambiant. Une fissure axiale très mince leur est souvent associée (fig. 7). Elles n'ont rien à voir avec les marmites d'érosion situées exclusivement au plancher de galeries du milieu vadose de régime torrentiel.

d- Le milieu aéré ou vadose

C'est le milieu où domine l'incision verticale de régime plutôt torrentiel, où l'érosion mécanique prévaut souvent (surtout durant les crues) sur la corrosion. C'est le domaine des canyons et méandres étroits et hauts, des marmites de plancher, des parois marquées de banquettes étagées (Faille de Bétharram …). Ce milieu d'eaux rapides et de cascades se développe avec l'abaissement du niveau de base. Le courant impétueux recreuse les alluvions anciennes puis surcreuse la roche en place (fig. 8) pour s'enfoncer toujours plus bas et rattraper le niveau de base qui se dérobe sans cesse sous son lit …

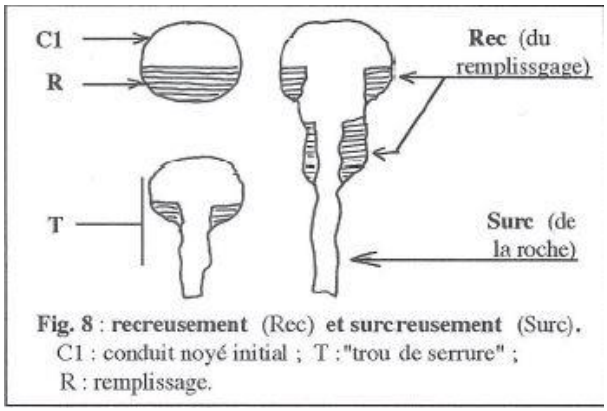


Fig. 8 : recreusement (Rec) **et surcreusement** (Surc).
C1 : conduit noyé initial ; T : "trou de serrure" ;
R : remplissage.

Chapitre 11- REMPLISSAGES DÉTRITIQUES : DÉBRIS DU DÉMANTÈLEMENT DES RELIEFS début

a- Remplissages de « tous bords »...

Les remplissages sont tous les dépôts de matière venue combler plus ou moins les cavités, soit lors du creusement, soit juste après, soit bien après. On distingue les remplissages détritiques terrigènes dont il sera question ici, les remplissages chimiques, dont on parlera au prochain chapitre, les remplissages organiques ou biologiques, comme le guano des chauves-souris, les débris végétaux ou les phosphates et enfin la neige et la glace qui obstruent parfois les trous de haute montagne.

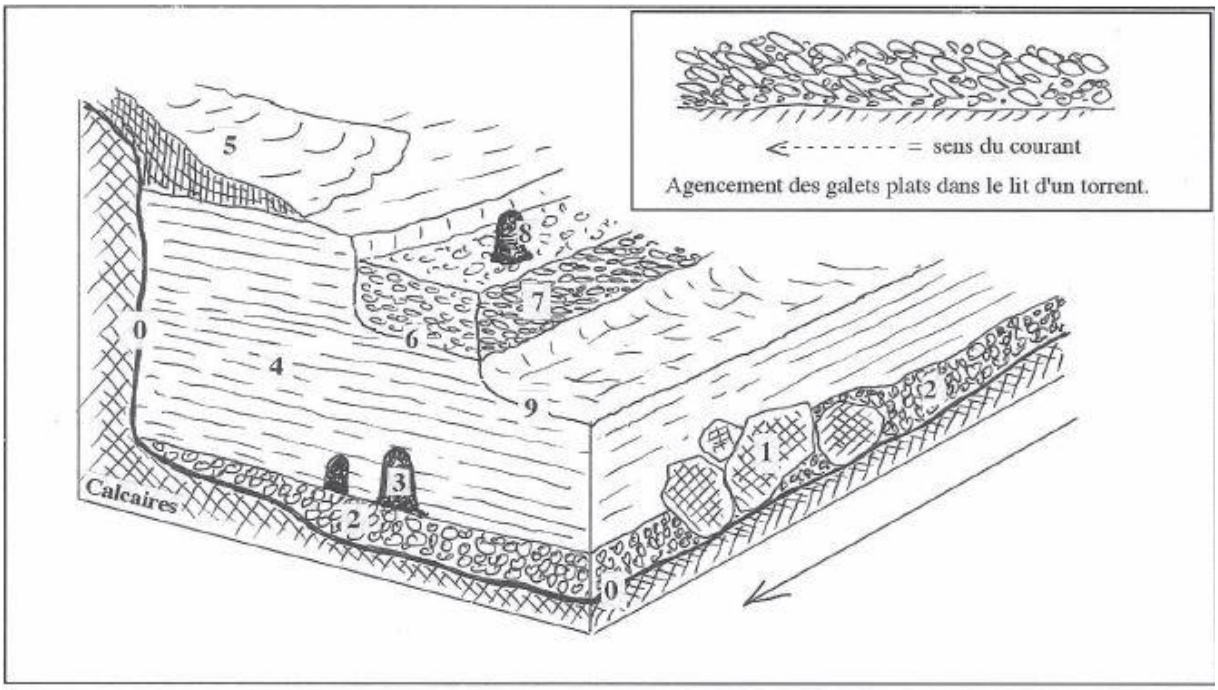


Fig. 1 : Schéma synthétique d'une galerie imaginaire dans laquelle se sont succédé plusieurs phases de remplissage et de recreusement. Le remplissage terrigène domine mais il s'y intercale des évènements associés à un remplissage chimique (concrétionnement - voir chapitre 12). ———————— = axe de la galerie.

0 : creusement initial de la galerie ; 1 : de gros éboulements se produisent. Les blocs gigantesques sont enrobés dans les alluvions de la phase 2 ; 2 : fonctionnement de la galerie en rivière souterraine avec alluvions torrentielles faites de gros galets ; 3 : dépôt de concrétions à la surface des alluvions : leur âge est de 220 000 ans. Les alluvions "2" sont donc antérieures à 220 000 ans ; 4 : un épais ensemble de dépôts de décantation "varvés" envahit la galerie suite à l'obstruction de son exutoire ; 5 : au terme de cet épisode, une coulée stalagmitique (chapitre 12) recouvre partiellement le dépôt "4". Son âge est de 95 000 ans. Le sédiment "4" s'est donc accumulé entre - 220 000 ans et - 95 000 ans.

6 : un recreusement torrentiel des alluvions "4" se produit, immédiatement suivi par le dépôt d'un lit de galets (7). L'âge de cet évènement est antérieur à celui de la stalagmite qui le surmonte (8), datée de 32 000 ans. Enfin, un nouveau recreusement survient (9).

La disposition statistique des galets du remplisage "7" indique que le sens du courant était vers la gauche : dans le lit d'un torrent, les galets plus ou moins plats sont imbriqués de telle sorte que leur partie relevée indique l'aval de l'écoulement, comme l'illustre le médaillon en haut de la figure (<———— = sens du courant).

b- Remplissages détritiques terrigènes

Détritique = fait de débris ; débris terrigènes = débris produits par l'action de l'érosion mécanique sur les roches et le relief. Les remplissages détritiques terrigènes, ou plus simplement « terrigènes », constitués de tels débris, sont donc le produit de l'érosion mécanique. Certains proviennent du karst même, surface ou intérieur : on les dit « autochtones », car « indigènes » à leur milieu de dépôt. D'autres sont venus d'ailleurs, transportés depuis les amonts du bassin versant non karstique ou de beaucoup plus loin : étrangers à leur milieu de dépôt, ils sont dits « allochtones ».

- ***L'utilité de l'étude des remplissages***

En premier lieu, ces remplissages sont le témoignage de conditions passées dans l'évolution du karst :

conditions dynamiques de dépôt (vadose ou noyé, fig. 1), climatiques ou tectoniques (périodes de calme ou au contraire de reprise de l'érosion, surrection du massif et variation du niveau de base …). Plus précisément, ils peuvent aider à reconstituer les géographies anciennes ayant présidé à l'évolution du karst. Ensuite, ils livrent parfois des fossiles d'animaux ou des vestiges d'industries humaines donnant une idée des environnements biologiques ou culturels de la préhistoire dont l'âge exact peut, avec quelque chance, être déterminé par la présence d'intercalations stalagmitiques datables (voir chapitre 12).

• ***Remplissages autochtones :***

Dans l'origine de tout remplissage, on distingue trois étapes : la production du matériel par l'érosion, son transport (en général par les eaux courantes) et son dépôt. Le matériel peut être produit sur place, il n'est pas ou peu transporté : ce sont les produits d'effondrement, éboulis de pente et amoncellements de blocs (formant des « trémies »). A l'entrée de certaines grottes, l'alternance gel –dégel débite la roche fissurée dont les éclats s'entassent sous le porche. Les fragments calcaires suffisamment légers pour être déplacés par le courant d'une rivière sont roulés, façonnés, arrondis par l'eau, devenant galets et graviers. Le transport reste intérieur au karst : on le démontre par l'étude du matériel transporté, en provenance exclusive du karst.

Le dépôt d'argile ne se produit que par décantation dans des eaux extrêmement calmes, en milieu noyé permanent ou en milieu semi-noyé, à l'occasion d'une lente décrue. Car les argiles sont transportées essentiellement en régime de crue (les eaux se troublent). Mais si l'argile se dépose en régime de courants très lents, pour la déplacer à nouveau il faut des courants de haute énergie car ses particules microscopiques adhèrent très fortement entre elles, d'où les colmatages de nature très fine et généralement difficiles à remobiliser. Le diagramme de la figure 2 établi par un certain Hjulstrom en rend compte.

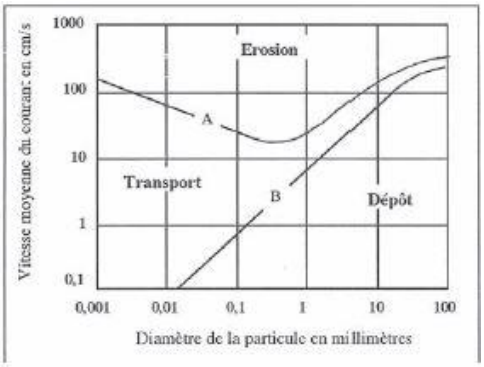


Fig. 2 : Diagramme de Hjulstrom, donnant les relations entre l'érosion, le transport et le dépôt des particules sédimentaires en fonction du diamètre de celles-ci et de la vitesse du courant.

Ce diagramme expérimental (car réalisé à partir de l'observation directe) est divisé par les courbes A et B en trois plages où interviennent respectivement l'érosion, le transport et le dépôt. Prenons par exemple un grain de sable de 1 mm de diamètre : il se dépose dans un courant de moins de 10 centimètres par seconde et pour le redéplacer un courant de 20 cm/s suffit. En revanche, prenons une particule d'argile de diamètre inférieur à 1/100 de mm : elle se dépose dans un courant de vitesse inférieure à 1 mm/s mais pour la déloger, il faut un courant de 80 cm/s.
Le sable est donc plus facile à déloger que l'argile.

D'où viennent ces argiles? On parle parfois d'argiles de décalcification (résidus de dissolution du calcaire).

Il faut savoir à ce sujet que beaucoup de calcaires massifs ne contiennent que des traces d'argiles. En conséquence, ils ne peuvent donner que des quantités infimes de résidus de décalcification qui n'expliquent pas les colmatages massifs. Les argiles des grottes sont donc souvent, soit le produit du démantèlement d'une couverture argileuse du karst, entraîné par les eaux de ruissellement dans les fentes et les gouffres (dolines), soit celui d'un transport plus lointain, de provenance extérieure au karst.

La galerie Aranzadi du réseau de la Pierre-Saint-Martin recèle un épais dépôt de sédiments fins constitués de « farine calcaire » faite de particules arrachées au massif par l'action de glaciers aujourd'hui disparus. Ce sédiment déposé dans un lac souterrain est fait de lits centimétriques à millimétriques, dits « lamines » ou « varves », dont l'alternance « clair-foncé » témoigne d'une alternance des conditions de dépôt, (saisonnière ?) caractéristique d'une période glaciaire.

• ***Remplissages allochtones :***

Ce sont tous les dépôts de provenance plus ou moins lointaine, en tout cas extérieurs au karst. Torrents et rivières souterrains déposent en régime vadose les mêmes alluvions que leurs homologues de surface (galets, graviers, sable, limons …). L'analyse des cailloux contenus dans ces dépôts permet de situer le bassin versant d'origine. C'est particulièrement important dans le cas d'un vieux karst coupé, au cours de son évolution géographique, de son plus ancien bassin d'alimentation : une question majeure que pose justement le secteur de Camou dans le massif des Arbailles. Certaines cavités peuvent être envahies par des coulées de boue et de blocs anguleux (grotte de Sare et d'Isturitz-Oxocellaya). Ces invasions plus ou moins massives indiquent un climat froid et humide avec un fort contraste saisonnier (gel–dégel).

Chapitre 12- REMPLISSAGES CHIMIQUES : LE CONCRÉTIONNEMENT

Ce chapitre s'inspire essentiellement d'un article explicite et concis de Paul Dubois intitulé « Approche d'une organisation « dynamique » du concrétionnement en grotte », paru dans les actes de la cinquième rencontre d'octobre du Spéléo-Club de Paris, tenue à Orgnac, les 30 septembre–1er octobre 1995.

a- Un processus de précipitation chimique

Depuis les puissants massifs stalagmitiques jusqu'aux plus fines excentriques, le concrétionnement résulte toujours de la précipitation chimique de sels dissous dans l'eau, le carbonate de calcium étant de très loin prédominant (calcite en tête, aragonite en seconde position). Il existe aussi des concrétions de gypse (sulfate de calcium). Ce processus est lié à l'eau et à son mode de transit depuis la surface jusqu'à son dépôt en grotte. On distingue trois étapes (fig. 1):

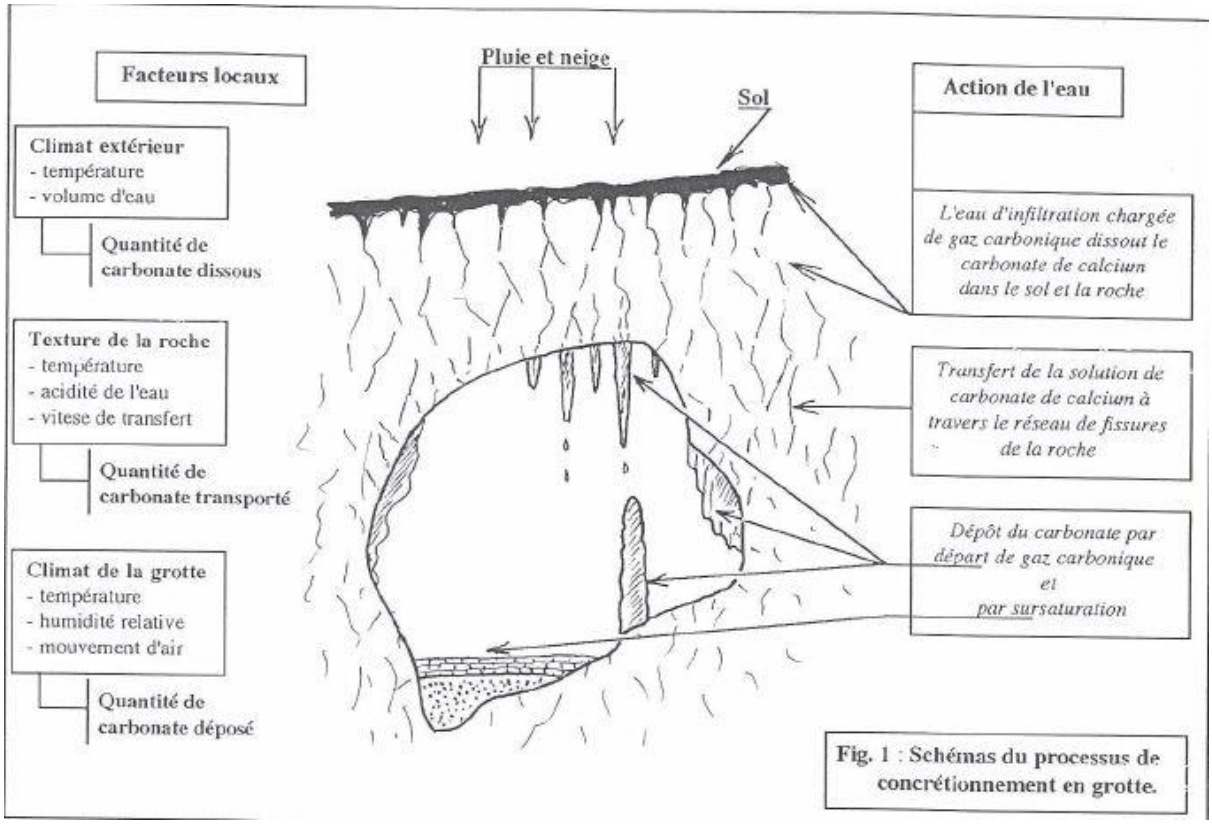


Fig. 1 : Schémas du processus de concrétionnement en grotte.

- la dissolution initiale du carbonate, surtout dans la partie supérieure du karst ;

- le transfert de la solution à travers le réseau de fentes et de fissures ;

b- L'écoulement est responsable des formes de concrétionnement (fig. 2)

On distingue deux types principaux d'écoulement :

• ***Ecoulement normal sous l'influence des forces de pesanteur :***
le débit et la vitesse sont très variables. Le concrétionnement lié à ce type d'écoulement comprend les concrétions à croissance verticale ou oblique (stalactites, stalagmites, draperies) et les formes horizontales stratifiées (planchers) :

- écoulement goutte à goutte : stalactites, stalagmites, dépôts de parois et colonnes ;

- écoulement laminaire (= non turbulent) : mêmes formes mais plus puissantes (draperies …);

- les excès d'eau font des planchers stalagmitiques, des microgours… L'éclaboussement par une eau tombant d'un plafond élevé produit des piles d'assiettes ou des palmiers ;

- les fistuleuses (macaronis) sont des stalactites monocristallines (= faites d'un seul cristal) fines à large canal central et à croissance rapide ;

- l'écoulement sous pression en fissures laminaires provoque parfois la formation de disques ;

- l'écoulement continu produit presque exclusivement du concrétionnement sur parois (coulées, cascades …) et sur le sol (planchers stalagmitiques, grands gours avec leur cortège de cristallisations sous l'eau, calcite flottante …).

• ***Ecoulement sous l'effet de forces indépendantes de la pesanteur,***
comme par exemple la capillarité (capacité de l'eau à s'élever, en dépit de la pesanteur, dans un très fin tube capillaire). Ce type de processus est favorisé par les milieux confinés à très faible perméabilité où la circulation d'eau est extrêmement réduite, avec tendance à l'assèchement. La nature du support de ce concrétionnement est primordiale: celui-ci doit être très finement poreux pour favoriser la percolation capillaire, à la manière d'un filtre aux orifices microscopiques. Il n'est donc plus question ici de perméabilité de fissures.

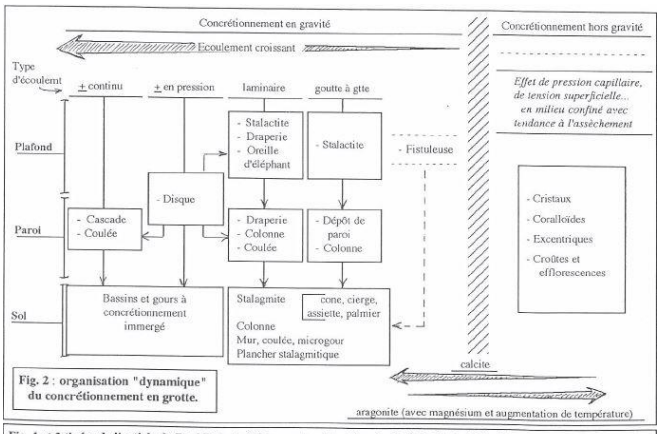


Fig. 2 : organisation "dynamique" du concrétionnement en grotte.

Fig. 1 et 2 tirées de l'article de Paul Dubois (5è rencontre d'octobre du Spéléo-Club de Paris) , texte légèrement modifié pour le rendre plus compatible avec les expressions utilisées dans ce cours.

- le dépôt dans le réseau spéléologique. Dans le processus interviennent aussi (fig. 1) :

- le climat local (précipitations et température qui contrôlent la quantité de carbonate dissous) ;

- la perméabilité de fissures qui contrôle le débit de l'eau et la vitesse de transit ;

- le climat interne de la grotte qui intervient sur les échanges entre l'air ambiant et l'eau sortant des fissures : avec le départ du gaz carbonique dissous, l'eau devient sursaturée et le carbonate précipite. Dans tout cela, c'est le débit de l'eau qui est le facteur essentiel (alimentation et transfert, vitesse de l'écoulement).

Cet environnement spécifique est celui des croûtes et des cristaux, des excentriques, des efflorescences, baguettes et filaments. L'alimentation en eau se fait sous pression à partir du réseau poreux (et non plus de fissures) de la roche ou même des concrétions jouant le rôle de support. La croissance se fait autour d'un très fin capillaire.

c- Le concrétionnement, mémoire du passé.

Le concrétionnement étant influencé par le climat extérieur est donc porteur d'une mémoire géologique. On sait par exemple qu'un plancher stalagmitique compris entre deux ensembles détritiques peut suggérer – à confirmer par analyse – un réchauffement temporaire du climat entre deux périodes plus froides. Sous climat glaciaire ou de haute montagne, les concrétions sont rares à inexistantes. Elles sont abondantes sous un climat chaud et humide. D'autre part, des concrétions fortement corrodées peuvent traduire une remontée passagère du niveau de base avec réennoiement de la cavité. Enfin, les concrétions de calcite contiennent souvent des traces d'uranium qui permettent de mesurer leur âge exact en milliers d'années. C'est ce que l'on appelle la datation radiométrique : connaissant l'âge de la plus vieille concrétion d'une salle ou d'une galerie, on peut évaluer l'époque du début du creusement de celle-ci (chapitre 11, figure 1).

début

La spéléo et la sécurité

Danger/risque, définition :

Les sources des chapitres sur le risque subjectif sont essentiellement extraites de la synthèse de Didier Delignières (laboratoire de Psychologie du Sport, INSEP). de son livre « Cognition et performance » (ed Famose). Ce livre est passionnant à lire, mais dans le cadre de ce syllabus, seul quelques passages nous concerne. Et que j'ai donc adapté, en y ajoutant l'un ou l'autre éléments pour remettre dans le contexte spéléologique. Il s'agit donc en quelque sorte d'une synthèse de synthèse, mâtinée de mon expérience personnelle…

Préambule ;

Par soucis de simplicité, nous allons, via une petite métaphore établir les notions de **danger** et de **risque objectif.** Sachant qu'ensuite nous allons aborder les définitions de la grande famille des **risques subjectifs**, objet de ce chapitre.

Imaginons un gros chien de 80kgs capable de broyer un os à moelle d'un seul coup de mâchoire…

Danger :
Le danger c'est le chien, qu'on en soit éloigné, proche, que ce chien soit gentil ou méchant, enfermé dans son chenil ou en liberté. Intrinsèquement, un tel chien est dangereux.

Risque Objectif:
En règle générale, si les dangers sont inhérent à l'objet ou au milieu considéré, les risques n'apparaissent qu'en cas d'interaction avec celui-ci. Que cette interaction soit accidentelle ou voulue.

Les risques objectifs représentés par ce chien sont sa mâchoire, son poids, sa vitesse. En fait ce sont les risques objectifs qui définissent la dangerosité du sujet, et par extension du milieu, étudié.

Maîtrise du risque :
On ne peut pas considérer que, quoi que l'on fasse et quelle que soit les précautions que l'on prennent, le risque soit à zéro absolu. Il y a toujours une part de risque non maîtrisable. Ce qu'on peut faire, c'est mettre en place un ou plusieurs processus, que nous allons appeler « barrières de prévention » et « barrières de protection », dans le but de diminuer la probabilité de survenance d'un accident, ou la gravité de ses conséquences.

Ca passe par une « analyse de risques objectifs » et les barrières qu'on va définir ont pour objectifs de diminuer le niveau du risque jusqu'à un niveau de « risque acceptable ».

Risque acceptable :

Un risque acceptable est un risque dont soit la probabilité est de ou est descendue à 10^{-7} (c'est-à-dire une probabilité de faire un 6 au LOTO) et/ou dont la gravité résiduelle est faible

Matrice de risque

		Fréquence				
		F1	F2	F3	F4	F5
Gravité	G1	R1	R1	R1	R1	R2
	G2	R1	R1	R2	R2	R3
	G3	R1	R2	R2	R3	R3
	G4	R2	R3	R3	R3	R3

Analyse des risques objectifs :

Soit on analyse une situation potentiellement dangereuse afin d'en évaluer les risques et d'en établir le niveau de danger. On parle alors d'**évènement redouté.** Qui est un fait indésirable (une perte)que l'on imagine découlant d'une perte de contrôle (cause).
Il existe plusieurs méthodes d'analyses, (comme par exemple l'analyse par nœud papillon, HAZOP, What-if,…) mais grosso-modo le processus reste le même.

Le but du jeu étant bien entendu **la maîtrise du risque.**

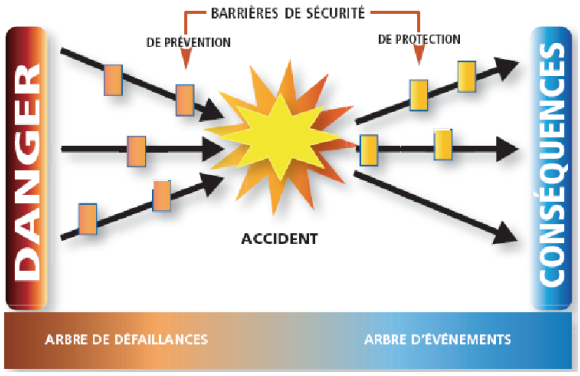
1- On dresse une liste, la plus exhaustive possible, d'évènements redoutés et on établit les causes avec les probabilités de survenances, ainsi que les effets.

2- On détermine les probabilités de survenance. En général, sont éliminées les causes qui ont une probabilité faible (10^{-7}, ou un évènement tous les trois ans)
3- On détermine les effets, avec leur gravité. En général sont éliminés les effets avec une gravité faible.

Ca donne une matrice probabilités (en fonction de l'analyse on parle de fréquence, mais on ne va pas entrer dans les détails sinon on n'est pas sorti)/gravités, définissant une limite entre le risque acceptable et les actions à prendre pour le rendre qu'il faut rendre acceptable. Pour rendre un risque acceptable on peut/doit agir sur les deux dimensions, diminuer la probabilité (prévention) et/ou diminuer la gravité (protection). La priorité sera toujours donnée aux barrières de prévention. Il est toujours mieux de diminuer la probabilité de survenance d'un évènement redouté que de se protéger de ses effets.

« Barrières de préventions »

1- Barrières placées entre la cause étudiée et l'évènement redouté. Ces barrières diminue la probabilité. Parfois plusieurs barrières en série devront être placées pour diminuer la probabilité jusqu'à un risque acceptable



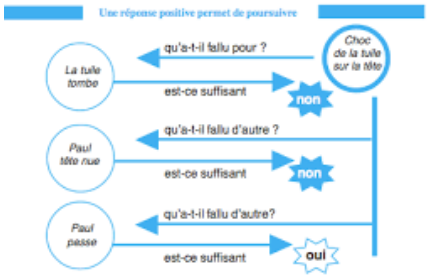
«Barrières de protection »

1- Parfois, les barrières de préventions ne permettent pas de diminuer suffisamment le risque, alors sont étudiées des barrières de protection qui s'intercalent entre l'évènement redouté et les effets, ce qui diminue la gravité.

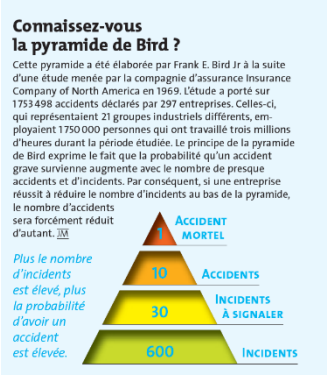
Analyse d'accident

Aussi important, sinon plus, que les analyses de risque, les analyses d'incidents/accidents améliorent grandement la sécurité dans une activité à risque comme la spéléo. Hélas, bien peu d'accident sont analysés, pour pleins de « raisons », qui n'en sont pas vraiment.
Soit il n'y a pas de conséquences, alors on en rigole, soit les conséquences sont tragiques et alors on essaie d'oublier, soit on se sent ridicule et on passe sous silence,…

Une analyse d'accident est une leçon qu'il est important d'apprendre et de retenir. Le but est simple, il faut l'analyser, comprendre les circonstances et mettre en place une amélioration dans le but est d'éviter une répétition de cet accident.
Là aussi plusieurs méthodes d'analyse, dont la plus connue est probablement l'analyse « **par arbre des causes** »



Le « presque accident »



Base de la pyramide, un « presque accident » est un évènement qui aurait pu conclure à une perte (par exemple pour ce qui nous concerne chute d' objet, rupture d'amarrage…), mais qui n'a par chance pas eu de conséquence.

En réalité, c'est en travaillant sur ces presque accidents qu'on peut diminuer la probabilité d'un accident plus grave

Risque subjectif :

Alors là, on rentre dans le vif du sujet. Un risque subjectif n'est pas du tout à considérer comme un risque objectif. Explication ;

Posons comme postulat de départ que la pratique de la spéléo implique une démarche volontaire du participant.

Pourquoi ?

Parce qu'il y a une différence notable de perception du risque pour une même personne, si cette personne s'expose par une démarche volontaire ou de manière accidentelle. Cette distinction est importante pour la raison que parfois un équipier qu'on croit connaitre, avec lequel on fait des activités depuis parfois des années et même renommé par sa maîtrise technique peut se transformer tout-à-coup en un parfait étranger, devenir un loup solitaire et avoir des réactions tout à fait inattendues lorsqu'il se retrouve dans une situation imprévue de stress.

L'explication tiens au fait que tant l'éducation au risque, que la formation et l'expérience forment autant de couches successives qui masquent la **psychologie de base** d'un individu face au risque. Une situation de stress important à comme effet de gommer ces couches et faire ressurgir les pulsions primaires. Voyons voir si il y a une explication…

Décomposition de la notion de risque subjectif :

D'abord on postule que ;

-Le risque subjectif ne doit pas être considéré comme le résultat d'une multiplication explicite des estimations des probabilités et des gravités (ça, comme on l'a vu plus haut, c'est le risque objectif), mais comme une notion plus globale, représentant le niveau de danger ressenti par l'individu.

-L'évaluation du risque ne nécessite pas une attention consciente de la part de l'individu, tout comme on n'est pas normalement conscient de sa température corporelle, de son rythme cardiaque, de son niveau d'activation ou des conditions d'éclairage, sauf si l'on est questionné à leur sujet ou qu'il subissent des modifications brusques

Risque préférentiel et risque perçu :

le choix d'un comportement dans un but, dans une situation risquée, est subordonné à la confrontation de deux représentations entièrement subjectives: le **risque préférentiel** d'une part, et le **risque perçu** d'autre part.

A- Le risque préférentiel

est défini comme le niveau subjectif de risque où le sujet estime que le rapport entre les bénéfices escomptés et les coûts prévisibles liés au comportement adopté est maximal. On parle également de risque attendu, ou de niveau optimal de risque subjectif.

Le niveau de risque préférentiel est déterminé par ;

1- quatre types d'utilités subjectives:

(a) les bénéfices escomptés liés à l'adoption de comportements risqués. (*par exemple la descente d'un puits*)
(b) les coûts prévisibles de l'adoption de ces comportements. (*la chute dans le puits*)
(c) les bénéfices escomptés liés à l'adoption de comportements sûrs. (*arriver entier au bas du puits*)
(d) les coûts prévisibles de l'adoption de ces comportements sûrs. (*par exemple, prendre plus de temps pour arriver entier au bas du puits*)

2- son parcourt d'éducation au risque, sa formation de base et son expérience.

B- Le risque perçu

Si le risque préférentiel est une anticipation des coûts et bénéfices de comportements futurs, **le risque perçu** relève d'une construction différente, et renvoie à l'évaluation de la dangerosité actuelle. Le sentiment de risque dépend de la probabilité subjective d'occurrence d'un accident, ainsi que de sa gravité subjective. La contribution de ces deux facteurs à l'élaboration du risque perçu n'est pas systématique. Certains travaux de recherche (Howarth, 1988; Robaye, Hubert et Decroly, 1963; Blomart, 1963) laissent à penser que le risque perçu, en tant que variable décisive du choix d'un comportement, dériverait plutôt de la valence (=gravité) de l'échec dans les situations nouvelles, et de sa probabilité d'occurrence dans les situations familières (= expérience), Delignières, 1991).

C- Prise de risque :

La prise de risque est liée au risque subjectif et est le fruit d'un choix. Pour revenir à la métaphore, si on s'approche du chien, dans le but de le caresser par exemple, on s'expose aux risques objectifs induits par le chien et qu'on interprète, en quelque sorte (risque perçu). La prise de risque est le fruit du risque subjectif et du niveau de risque perçu (= **Le risque préférentiel)**.

Prise de risque et risque perçu, par rapport au risque objectif.

La prise de risque objectif (donc le risque réellement couru) dépend de la précision avec laquelle le sujet est capable d'évaluer la dangerosité de la situation. De cette précision dépendra en effet l'adéquation entre le niveau de risque espéré (subjectif) et le risque réellement encouru (objectif).

Pour un niveau de risque préférentiel donné, une sous-estimation du risque réel entraînera l'adoption de comportements dangereux, et une surestimation à l'inverse des comportements plus sûrs, mais pouvant aller jusqu'à l'inhibition de l'action. Ces fluctuations du niveau de risque perçu peuvent provenir de sur- ou sous-estimations par le sujet de la difficulté de la tâche ou de son habileté propre (habileté spécifique et habileté de sécurité). Qui sont autant de biais cognitifs**.**
Il semble qu'un objectif important d'un apprentissage de la sécurité serait de permettre aux sujets d'évaluer le plus objectivement possible les caractéristiques des situations auxquelles ils sont confrontés.

Divers travaux ont pu montrer que la précision de l'évaluation des risques était liée à l'expertise et à la psychologie de base des sujets.

si l'évaluation réalisée par les experts d'une discipline corrèle avec les statistiques objectives d'accidents, les sujets naïfs et/ou inexpérimentés (même s'ils possèdent par ailleurs une expertise dans une autre discipline à risque), sont extrêmement influencés par certains aspects de la tâche, comme la vitesse, le caractère impressionnant, vertigineux, ou le contact physique (Potgieter & Bisschoff, 1990; Rossi & Cereatti, 1992). Des résultats de ce type ont également été mis en évidence dans le cadre de la perception de la difficulté et de l'effort (Delignières, 1990; Winborn, Meyers & Mulling, 1988). Par ailleurs, il semble que le risque tend à perturber l'évaluation des exigences de la tâche, du moins tant que les sujets n'ont pas acquis un certain degré d'expertise (Durand, 1987; Delignières, 1990).

On peut faire l'hypothèse que l'amélioration de la précision dans l'évaluation du risque passe par la confrontation des sujets à des situations à risque réel, et par l'acquisition de compétences significatives dans leur maîtrise. Néanmoins il semble difficile de faire l'hypothèse d'une habileté globale, transversale, à évaluer les dangers dans les situations risquées.

Prise de risque et personnalité début

Selon Zuckerman, le comportement de prise de risque est directement lié à la recherche de stimulation. Par exemple, ***Le « sensation seeker »***, est un type de personnalité qui, dans le but d'assouvir son besoin d'expériences et de sensations fortes, est prêt à prendre des risques, tant physiques que sociaux. L'auteur a mis au point un questionnaire spécifique (**Sensation**(sensation)**Seeking**(recherche)**Scale**(échelle)**, SSS**), permettant de calculer pour chaque sujet un score de recherche de sensation (Zuckerman, Eysenck & Eysenck, 1978). On retrouve ce type de personnalité dans les sports les plus à risque. Ce besoin de sensations fortes peut dans les cas extrêmes agir comme une drogue et faire prendre au sujet des risques non calculés, conduisant à l'accident. Avec fins Souvent mortels.

Diverses recherches ont ainsi pu montrer que des sportifs pratiquant des activités à risque présentaient des scores SSS significativement plus élevés que des sujets ne pratiquant pas ce type d'activité. La littérature à ce sujet ne manque pas. (Connolly, 1981; Fowler, von Knorring & Oreland, 1980; Gomà i Freixanet, 1991; Heyman & Rose, 1980; Hymbaugh & Garrett, 1974; Potgieter & Bisschoff, 1990; Rossi & Cereatti, 1992; Straub, 1982; Zaleski, 1984). Il y a corrélation

probablement par le fait que les sujets ayant un haut score SSS de départ, se dirigent plus volontiers vers ce type de sport, sans cependant que ce ne soit un critère strict...

Rossi et Cereatti (1992) indiquent également que les scores SSS sont d'autant plus élevés que l'activité pratiquée est objectivement dangereuse. Ils mettent en outre en évidence, au niveau des quatre sous-échelles constitutives de la SSS, des configurations de score spécifiques de chaque discipline sportive étudiée, et liées tant à leur dangerosité qu'à leur niveau d'exigences informationnelles.

Approche biologique de la personnalité (développé par Eysenck). début

Ce modèle s'organise autour de trois dimensions, isolées par analyse factorielle (Eysenck et Eysenck, 1975):
-l'extraversion.
-le névrosisme.
-le psychosisme.

Une analyse théorique du modèle permet de réaliser certaines prédictions quant au profil de personnalité des sujets enclins à la prise de risque. Les dimensions extraversion et névrosisme, au-delà de leurs expressions manifestes (l'ouverture sociale pour l'extraversion, l'instabilité émotionnelle pour le névrosisme), reposent plus fondamentalement sur les caractéristiques du système activateur.

Extraversion ; D'une manière générale, les extravertis présentent des niveaux d'activation plus faibles que les introvertis et auront généralement un score SSS plus élevé.

Le névrosisme ; renverrait pour sa part à l'évolution du niveau d'activation en situation stressante. Les sujets à tendance névrotique seraient caractérisés par une forte capacité d'activation, c'est-à-dire qu'en cas de stimulation intense, leur niveau d'activation a tendance à s'élever plus rapidement que chez les sujets émotionnellement stables. Si, comme le suggèrent les travaux de Berlyne, le risque préférentiel est lié à un certain optimum d'activation, on peut faire l'hypothèse que l'estimation du risque préférentiel sera meilleur chez les sujets extravertis que chez les introvertis, meilleurs chez les sujets stables que chez les névrotiques. Gomà i Freixanet (1991) vérifie ces hypothèses:

les pratiquants d'activités risquées se caractérisent donc par leur extraversion et leur stabilité émotionnelle. En outre, c'est chez les sujets les plus engagés dans le risque (alpinistes de haut-niveau) que l'on retrouve les plus hauts scores d'extraversion et les plus faibles de névrosisme. Eysenck et Eysenck (1978) postulent par ailleurs l'existence d'un trait primaire de personnalité, qu'il dénomment **audace**. L'audace se caractériserait par la recherche de sensation et la prise de risque, et les auteurs estiment que ce trait est similaire à la *sensation seeking* de Zuckerman.

Le psychosisme ; caractérisée par l'agressivité, l'autorité, la combativité, la masculinité, on peut penser qu'elle déterminera surtout le choix de comportements de risque asociaux.
Si Eysenck, Nias et Cox (1982) estiment qu'à côté de l'extraversion et de la stabilité émotionnelle, les sportifs de haut-niveau se caractérisent par de hauts scores de psychosisme, en revanche Gomà i Freixanet (1991) ne met en évidence aucune différence selon cette dernière dimension entre les pratiquants d'activités sportives à haut risque et les sujets du groupe témoin.

Enfin ; on doit noter que ces différences de profils de personnalité n'apparaissent le plus souvent qu'à la comparaison de groupes nettement différenciés (par exemple des alpinistes et des sujets non-sportifs). Lorsque l'on compare des sujets aux pratiques plus voisines, ces différences tendent à s'atténuer grandement (Potgieter & Bisschoff, 1990).

Didactique de la sécurité : début

Prenons donc le milieu souterrain et définissons d'abord si il s'agit d'un milieu dangereux, pour voir quel est le niveau de prise de risque et le profil psychologique « standard » pour un spéléo. Pour pouvoir l'établir, nous avons vu qu'il faut définir les risques objectifs du milieu à considérer :

-Obscurité totale
-Humidité permanente

-Froid
-Grands vides, hauteurs importantes
-Roches glissantes
-Etroitures
-risques de crues selon changement des conditions météo.
-Engagement important.
-etc…

Conclusion ; Ben oui, le milieu souterrain est un milieu objectivement et intrinsèquement dangereux !

Facteurs de gestion des risques.

Une gestion des risques par un sujet revient donc à faire une analyse la plus objective possible de la situation de façon à ce que le risque préférentiel qu'il va choisir soit en adéquation avec le risque objectif.

Au-delà de la psychologie du sujet (indice SSS et niveau d'activation émotionnelle), qui pourra influencer son comportement en cas de stress important (gestion de crise, évènement imprévu et/ou indésiré), plusieurs éléments entrent en ligne de compte dans la manière dont il va évaluer le risque et choisir son risque préférentiel.

-Etat psychologique de départ :
Comme décrit plus haut, un indice SSS de base élevé, mais pas trop, et un indice émotionnel faible fera prendre de meilleures décisions dans le choix du risque préférentiel d'un sujet inexpérimenté. Dans une activité à risque, il est clair qu'il existe des sujets prédisposés.

-Education :
De nombreuses études ont démontrés que l'éducation au risque était un facteur important d'augmentation globale de l'indice SSS. Cette éducation doit se faire le plus tôt possible en âge, alors que la personnalité est encore un peu malléable, soit par les responsables parentaux, soit via le programme éducatif (éducation sportive, EPS) dès l'enseignement fondamental. L'éducation au risque fait d'ailleurs partie du programme scolaire fondamental et secondaire, mais Il est à noter que beaucoup de pouvoir organisateur rechignent à le mettre franchement en place (activités accidentogènes, les assureurs n'aiment pas, d'où augmentation des primes, ce que le **P**$_{ouvoir}$ **O**$_{rganisateur}$ des écoles n'aiment pas…)

Notons que le team junior du club rempli pleinement cette fonction d'éducation au risque

Formation :
Ca parait évident, mais un cursus de formation spécialisé dans la discipline est un facteur important d'amélioration de gestion des risques pour l'individu. Plus il sera (bien) formé, plus il aura de l'expérience et de l'expertise, meilleurs seront ses choix de risques préférentiels.

Expérience :
La pratique régulière va confronter l'individu à de multiple situations qui aurons pour effet d'accroitre son expérience et donc sa maitrise (aller vers l'expertise).

L'ensemble de ces corollaires vont progressivement gommer les différences entre les sujets à faible score SSS et haut indice émotionnel de départ et ceux à haut score SSS et faible indice émotionnel, en tout cas dans tous les cas où l'exposition au risque est anticipé.

Par contre en phase de crise (évènement imprévu, accident,…), les différences de niveaux psychologiques (indice émotionnel surtout) risquent potentiellement de revenir à la surface. Dans une activité à risque et engagée comme l'est la pratique de la spéléologie, il est préférable que le leader de l'équipe soit celui qui saura garder la tête froide et prendre les bonnes décisions lorsque les circonstances l'exigent (indice émotionnel faible)…

La plupart du temps le leadership d'une équipe se fait naturellement sur le spéléo le plus expérimenté, mais ce n'est peut-être pas systématiquement le meilleur choix, du fait que la priorité en cas de crise est de garder sa capacité de réflexion et de prise de bonne décision. A ce moment-là il est préférable de confier l'analyse de la situation à un équipier

émotionnellement stable (indice émotionnel faible), même si ce n'est pas lui le plus expérimenté, car les natures profondes de chaque individu ressurgissent en cas de stress important.

Trois profils types (et pas si caricatural que ça) d'équipiers liés aux états de stress intenses (accident, évènement imprévu) :

-« Il pette un câble ». Instabilité émotionnelle. Doit être géré car risque de réactions inattendues.

-« Ne dit rien, suit et se soumet aveuglément au leader ». Comportement neutre. Si il n'y a pas de réel leader dans l'équipe, c'est potentiellement des problèmes pour le groupe.

-« Prend les commandes ». Au moins dans les grosses activités, il faut au minimum un équipier de ce profil par équipe.

D'où l'importance de se connaitre mutuellement dans une équipe. début

début

Campagne de tests sur les longes utilisées pour les déplacements sur cordes semi-statiques.

Chamonix

Juin 2006

Syndicat **F**rançais des
Entreprises de **T**ravaux en **H**auteur

École **F**rançaise
de **S**péléologie

Ces tests ont été réalisés par Sylvain BORIE, Gérard CAZES, Nicolas CLEMENT et José MULOT, du 26 au 29 juin 2006, dans le laboratoire de l'École Nationale de Ski et d'Alpinisme à Chamonix.

La synthèse a été réalisée par Sylvain BORIE.

Remerciements :

La société CAMP pour avoir confectionné spécialement pour cette étude différents prototypes de longes.

La société PETZL pour avoir fourni différents modèles de longes.

La société BEAL pour avoir fourni différents modèles de cordes.

L'ENSA pour la mise à disposition de son laboratoire.

Les sociétés MILLET et BACOU-DALLOZ pour leur participation.

Jean Franck CHARLET pour ses remarques et conseils lors de la réalisation de ces tests.

Les membres de la commission technique du DPMC et du comité directeur de l'EFS pour leur participation à la réalisation du protocole.

Xavier DELALLE pour ses relectures de ce document.

Sommaire :

I	Introduction	3
II	Protocole de tests	4
III	Résultats	
	Longes en sangle	9
	Longes cousues	10
	Longes mixtes (couture et nœud)	13
	Longes uniquement avec des nœuds	14
	Cas particuliers	18
	Tests répétés sur les mêmes longes	22
	Tests en traction lente	27
	Longes usagées	28
IV	Récapitulatifs	
	Comparaison des différentes terminaisons	30
	Comparaison des différents types de cordes	31
	Comparaison des différentes longueurs	32
V	Conclusion	33

Introduction

Il ressort de différentes réflexions menées d'une part par la commission technique du DPMC (commission réunissant des représentants des entreprises de travaux sur cordes, des centres de formations ainsi que des fabricants) et d'autre part par l'Ecole Française de Spéléologie une grande disparité du matériel utilisé actuellement pour se longer lors des déplacements sur cordes semi-statiques, ainsi qu'une difficulté à préconiser un matériel en particulier.

Bon nombre d'entreprises, clubs ou pratiquants individuels souhaitant utiliser du matériel entièrement manufacturé se tournent à l'heure actuelle vers des longes répondant à la norme EN 354. Or, il s'avère qu'en facteur 1 certaines de ces longes, et plus particulièrement celles en sangle cousue, semblent engendrer des forces de choc importantes.

Une autre possibilité consiste à utiliser des longes en corde avec terminaisons cousues en les reliant au harnais par un nœud (en leur milieu).

Enfin, certains continuent à se constituer eux-mêmes des longes en utilisant de la corde dynamique et en faisant trois nœuds, pratique très courante chez les spéléologues.

Cette campagne de tests a donc pour objectifs de mesurer les forces de choc générées par ces différents équipements, dans plusieurs configurations, d'identifier les longes qui peuvent générer des risques et recommander des pratiques avec le matériel existant.

Le protocole

Tous les nœuds ont été réalisés par la même personne, dans le respect des règles de l'art et sans aucun croisement de brins.

Les nœuds ont ensuite été pré-serrés en traction lente à 300 daN. Cette valeur correspond à ce qui est encaissé par une longe lors de la progression un peu

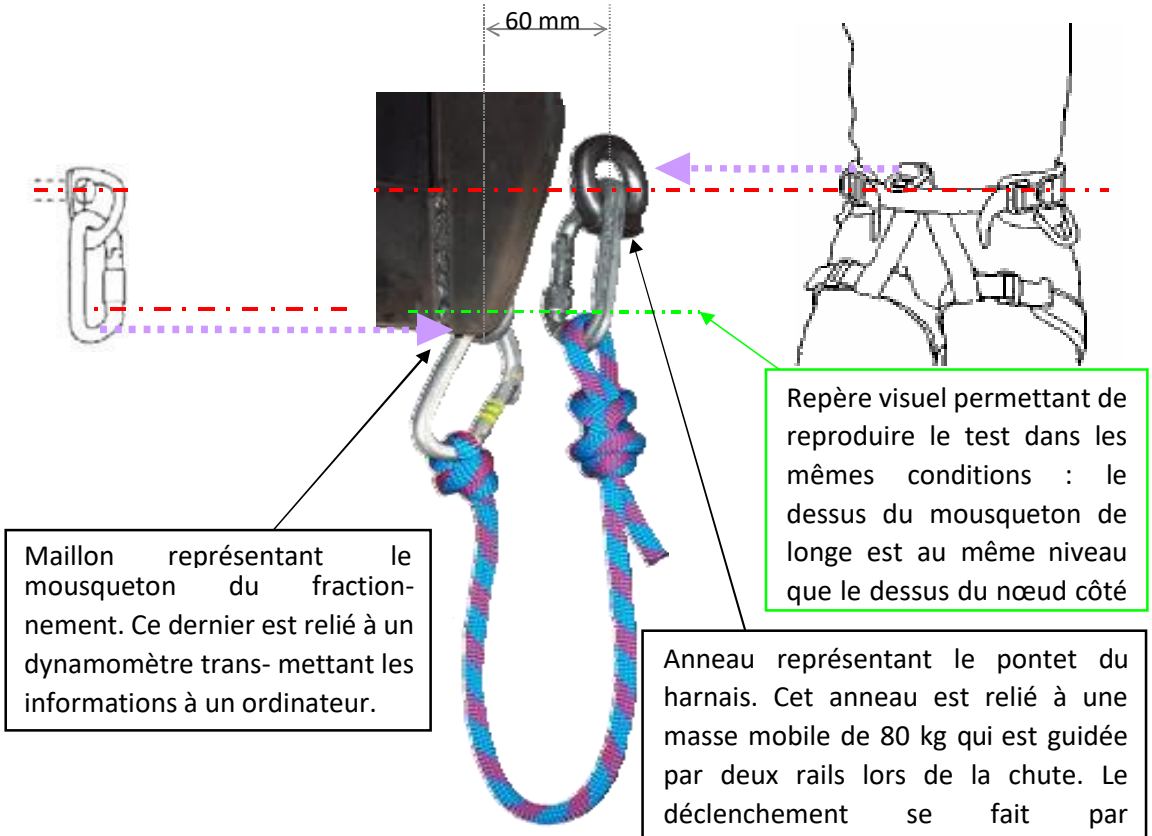
« brutale » d'une personne de 80 kg (cf. tests réalisés par le Spéléo Secours Français en 1994 et 1996).

De plus, après plusieurs essais nous avons pu constater que cette valeur de 300 daN donnait des nœuds qui se rapprochaient le plus des nœuds que nous pouvions trouver sur des longes en service.

Les longes ont ensuite été mesurées et marquées.

Le test en facteur 1 :

Nous détaillons ici le protocole du test facteur 1 qui a représenté la grande majorité des tests que nous avons effectués. Cet appareil étant régulièrement utilisé pour des tests normatifs d'équipements sportifs, il est équipé d'une charge de 80 kg (et non 100 kg comme c'est le cas pour les normes d'équipements de travail).



Repère visuel permettant de reproduire le test dans les mêmes conditions : le dessus du mousqueton de longe est au même niveau que le dessus du nœud côté

Maillon représentant le mousqueton du fraction- nement. Ce dernier est relié à un dynamomètre trans- mettant les informations à un ordinateur.

Anneau représentant le pontet du harnais. Cet anneau est relié à une masse mobile de 80 kg qui est guidée par deux rails lors de la chute. Le déclenchement se fait par électroaimant.

Les différents tests dynamiques :

Le test décrit ci-dessus est celui qui sera appelé facteur 1 dans l'ensemble du document. Il correspond à la situation où le pratiquant se trouve au niveau de l'ancrage, c'est à dire lorsque son pontet ventral se trouve au niveau de la plaquette. C'est cette situation qui est généralement appelée facteur 1 car elle est facilement identifiable. Si l'on peut effectivement considérer que le facteur de chute dans ce cas précis est proche de 1 avec une grande longueur de corde ; nous allons voir que ce facteur de chute dans le cas qui nous intéresse, c'est à dire dans le cas d'une longe, est loin d'être un vrai facteur 1.

En effet, si nous reprenons le schéma de la page précédente, nous avons, dans le cas d'une longe de 36 cm, une hauteur de chute de :

La longueur de la longe = 36 cm

+

La longueur du mousqueton de longe = 9 cm

+

2 x la longueur du mousqueton côté harnais = 18 cm

=

63 cm

Ce qui nous donne un facteur de chute de : 63/36 = 1,75

Pour une longe de 60 cm ce facteur de chute est égal : 87/60 = 1,45

Le facteur de chute étant égal à la hauteur de chute divisé par la longueur de corde utile à l'arrêt de cette chute.

Ce facteur serait légèrement moins important si le nœud côté harnais était directement dans l'anneau (qui représente le pontet du harnais), toutefois il faudrait également prendre en compte le retournement du pontet et la plupart des mousquetons de longe font plus de 9 cm de longueur.

Certains tests sont intitulés « Facteur 1 réel », dans ce cas, nous avons mesuré la longueur de la longe, avons suspendu la masse à la longe dans l'appareil de test et avons relevé cette masse de la longueur de la longe. Ces tests correspondent donc bien à une chute de facteur 1. Pour les tests intitulés « Facteur 2 réel », nous avons procédé de la même manière mais en relevant cette fois

la charge du double de la longueur de longe.

Test 238

Les tests intitulés « Facteur 2 » correspondent à la situation qui est couramment décrite comme telle. C'est à dire lorsque le pratiquant se trouve au dessus de son point d'ancrage avec la longe tendue entre ce dernier et son pontet ventral. Nous avons pris comme repère pour ces tests, la position du mousqueton de longe, c'est à dire que nous avons relevé la charge jusqu'à ce que le mousqueton de longe soit vertical, mais sans que celui ne remonte le mousqueton de l'ancrage.

Hauteur de chute pour une longe de 36 cm :

2 x la longueur de la longe = 72 cm

+

2 x la longueur du mousqueton de longe = 18 cm

+

2 x la longueur du mousqueton côté harnais = 18 cm

=

108 cm

Ce qui nous donne un facteur de chute de : 108/36 = 3

Pour une longe de 60 cm ce facteur de chute est égal : 156/60 = 2,6

Les tests statiques ou tests en « Traction Lente » :

Ces tests sont effectués avec un vérin entraîné par un circuit hydraulique à la vitesse de 720 mm/min. La charge est donnée par la déformation d'un capteur métallique. L'appareil enregistre la crête de charge, c'est à dire l'effort le plus important ayant été tenu par le matériel testé.

Moyennes et écarts types :

Pour tous les tests répétés un minimum de 6 fois selon le même protocole, nous avons joint aux tableaux de résultats la moyenne de ces tests (en daN) ainsi que l'écart type en daN et en %, cette valeur en % correspond en réalité au coefficient de variation qui reflète la dispersion relative des résultats (il correspond au rapport entre l'écart type et la moyenne).

Ces données ne sont, bien entendu, d'un point de vue purement statistique, pas pertinentes pour un nombre de valeurs si faible. Elles donnent toutefois au lecteur une information supplémentaire.

Les Nœuds

S'il ne nous semble pas utile de présenter ici le nœud de huit ou bien la queue de vache, nous allons nous attarder sur un nœud qui devient de plus en plus utilisé dans le milieu de la spéléologie. Il n'a, à notre connaissance, pas encore de nom. Le nom qui correspond le mieux à ce nœud coulant est le « demi pêcheur double ». Il a le double avantage d'être compact et de serrer le mousqueton (sans qu'il soit nécessaire d'ajouter un accessoire), le maintenant ainsi dans la bonne position.

Ce nœud ne figure, à notre connaissance, dans aucune publication, il devenait donc important d'étudier son comportement aussi bien en dynamique qu'en traction lente.

Etape 1

Etape 2

Etape 3

Il peut arriver que le nœud viennent se figer sous le doigt du mousqueton (photo ci-contre), et ce plus particulièrement chez les personnes qui ont en permanence une poignée ou un basic dans leur mousqueton de longe.

Un des objectifs des tests sera également de savoir si ce phénomène peut engendrer un problème lors d'une chute.

Résultats

Longes en sangle :

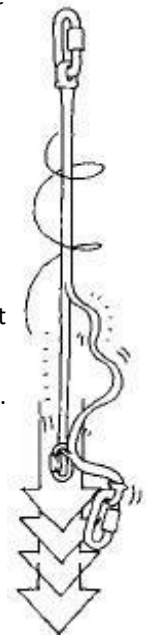
Le modèle testé est la longe Spélégyca de PETZL qui comporte une grande longe de 60 cm et une petite de 32 cm.

1	Spélégyca brin court	32 cm	Facteur 1	1145 daN
2				1163 daN
3	Spélégyca brin long	60 cm	Facteur 1	1041 daN
4				1047 daN
5	Spélégyca Avec les 2 longes accrochées		Facteur 1	1476 daN
6				1579 daN
7	Spélégyca	32 cm	Facteur 1 réel	1003 daN
8	Spélégyca	60 cm	Facteur 1 réel	918 daN
9	Spélégyca	32 cm	Facteur 0,5	557 daN
10	Spélégyca	60 cm	Facteur 0,5	595 daN

Données constructeur : *"La SPELEGYCA est une longe en sangle statique, elle dispose d'un système de coutures qui se déchirent pour dissiper l'énergie d'une chute. Ce système de dissipation par*

déchirement de coutures permet de respecter les mêmes exigences qu'une corde dynamique EN 892. Dans notre laboratoire, une chute facteur 2 sur une

SPELEGYCA pour une masse de 80 kg donne une force de choc maximum de 12 kN (exigence corde dynamique EN892 pour facteur 2 - 80 kg = Force choc inférieure à 12kN)."



Pour les tests 1-2-3-4-7 et 8, la couture de la longe non utilisée se découd complètement ce qui doit dissiper une partie de l'énergie.

Pour les tests 9 et 10 cette couture commence à se déchirer mais seulement sur quelques centimètres.

Pour les tests 5 et 6, la très importante force de choc enregistrée s'explique par le fait, que comme les deux longes sont connectées dans le point de fractionnement, la dissipation par déchirement ne peut

se faire que sur une quinzaine de centimètres.

Schéma PETZL

Longes cousues :

Trois modèles de longes entièrement manufacturés ont pu être testé :

- La longe Jane de PETZL, constituée avec de la corde dynamique d'un diamètre de 11 mm et des coutures de part et d'autre d'environ 4 cm chacune.

Longueur 60 cm :

11	PETZL Jane 11 mm	63 cm	Facteur 1	830 daN
12		63 cm		849 daN
13	PETZL Jane 11 mm	63 cm	Facteur 1 réel	616 daN

14	PETZL Jane 11 mm	63 cm	Facteur 2	1109 daN
15		62 cm		1203 daN
16		62 cm		1140 daN
17	PETZL Jane 11 mm	62 cm	Facteur 2 réel	973 daN

- Un prototype de longe CAMP, constitué avec de la corde dynamique d'un diamètre de 11 mm et des coutures de part et d'autre d'environ 8 cm chacune.
  Longueur 60 cm et 32 cm :

18	CAMP 11 mm	59 cm	Facteur 1	867 daN
19		59 cm		895 daN
20	CAMP 11 mm	33 cm	Facteur 1	954 daN
21		33 cm		1003 daN

22	CAMP 11 mm	60 cm	Facteur 2	1273 daN
23		60 cm		1267 daN
24	CAMP 11 mm	35 cm	Facteur 2	1337 daN
25		35 cm		1298 daN

La différence de 5 % qui existe entre les tests 11-12 et 18-19 est à pondérer par la différence de coutures entre ces deux matériels. Pour la Jane il reste environ 80 % de corde libre entre les deux coutures contre seulement 65 % sur le prototype constitué pour l'occasion par CAMP.

- Un prototype de longe CAMP, constitué avec de la corde dynamique d'un diamètre de 9 mm et des coutures de part et d'autre d'environ 10 cm chacune.
  Longueur 60 cm et 32 cm :

26	CAMP 9 mm	58 cm	Facteur 1	840 daN
27		58 cm		871 daN
28	CAMP 9 mm	33 cm	Facteur 1	942 daN
29		33 cm		959 daN

30	CAMP 9 mm	60 cm	Facteur 2	1228 daN
31		60 cm		1226 daN
32	CAMP 9 mm	35 cm	Facteur 2	1304 daN
33		35 cm		1294 daN

La différence entre le diamètre 11 mm et 9 mm (c'est-à-dire entre les tests 18 à 25 et 26 à 33) est dans le cas de ces longes entièrement cousues insignifiante puisqu'elle est de seulement 2,6 %.

Longes mixtes (couture et nœud) :

Nous avons utilisé pour ces tests des longes constituées d'un côté d'une couture (identique à celles décrites ci-dessus) et de l'autre différents nœuds :

- Couture – Nœud de huit

(Moyenne de ces 14 tests : 707 daN – Ecart type : 26 daN soit 4 %) :

34	CAMP 11 mm	60 cm	Facteur 1	698 daN
35		60 cm		720 daN
36	CAMP 11 mm	33 cm	Facteur 1	674 daN
37		33 cm		696 daN
38	CAMP 9 mm	58 cm	Facteur 1	708 daN
39		58 cm		725 daN
40	CAMP 9 mm	32 cm	Facteur 1	682 daN
41		32 cm		722 daN
42	PETZL Jane 11 mm	61 cm	Facteur 1	711 daN
43		62 cm		698 daN
44	PETZL Jane 11 mm	36 cm	Facteur 1	662 daN
45		37 cm		696 daN
46	MILLET 11 mm	36 cm	Facteur 1	746 daN
47		37 cm		759 daN

48	PETZL Jane 11 mm	60 cm	Facteur 2	929 daN

- Couture – Queue de Vache

(Moyenne de ces 14 tests : 750 daN – Ecart type : 33 daN soit 4%) :

49	CAMP 11 mm	60 cm	Facteur 1	737 daN
50		60 cm		702 daN
51	CAMP 11 mm	33 cm	Facteur 1	743 daN
52		33 cm		741 daN
53	CAMP 9 mm	57 cm	Facteur 1	763 daN
54		57 cm		777 daN
55	CAMP 9 mm	32 cm	Facteur 1	803 daN
56		32 cm		759 daN
57	PETZL Jane 11 mm	58 cm	Facteur 1	752 daN
58		62 cm		743 daN
59	PETZL Jane 11 mm	38 cm	Facteur 1	746 daN
60		37 cm		673 daN
61		33 cm		783 daN

62	MILLET 11 mm	33 cm	Facteur 1	782 daN

(Moyenne de ces 7 tests : 1027 daN – Ecart type : 10 daN soit 1 %) :

63	CAMP 11 mm	60 cm	Facteur 2	1033 daN
64		60 cm		1040 daN
65	CAMP 9 mm	60 cm	Facteur 2	1029 daN
66		60 cm		1016 daN
67	PETZL Jane 11 mm	60 cm	Facteur 2	1012 daN
68		60 cm		1033 daN
69		57 cm		1028 daN

- Couture – Cabestan

(Moyenne de ces 12 tests : 687 daN – Ecart type : 25 daN soit 4 %) :

70	CAMP 11 mm	60 cm	Facteur 1	712 daN
71		60 cm		706 daN
72	CAMP 11 mm	30 cm	Facteur 1	692 daN
73		30 cm		646 daN
74	CAMP 9 mm	60 cm	Facteur 1	706 daN
75		60 cm		726 daN
76	CAMP 9 mm	30 cm	Facteur 1	685 daN
77		30 cm		684 daN
78	PETZL Jane 11 mm	52 cm	Facteur 1	682 daN
79		54 cm		692 daN
80	PETZL Jane 11 mm	29 cm	Facteur 1	640 daN
81		32 cm		674 daN

- Couture – Demi pêcheur double

(Moyenne de ces 12 tests : 661 daN – Ecart type : 24 daN soit 4 %) :

82	CAMP 11 mm	60 cm	Facteur 1	665 daN
83		60 cm		644 daN
84	CAMP 11 mm	33 cm	Facteur 1	650 daN
85		33 cm		629 daN
86	CAMP 9 mm	57 cm	Facteur 1	690 daN
87		57 cm		680 daN
88	CAMP 9 mm	32 cm	Facteur 1	662 daN
89		32 cm		687 daN
90	PETZL Jane 11 mm	59 cm	Facteur 1	698 daN
91		56 cm		658 daN
92	PETZL Jane 11 mm	36 cm	Facteur 1	621 daN
93		36 cm		651 daN

94	PETZL Jane 11 mm	54 cm	Facteur 2	880 daN

Longes uniquement avec des noeuds :

Nous avons utilisé pour ces tests des longes constituées de nœuds de part et d'autre :

- Noeud de huit – Nœud de huit

(Moyenne de ces 18 tests : 583 daN – Ecart type : 25 daN soit 4 %) :

95	CAMP 11 mm	53 cm	Facteur 1	590 daN
96		53 cm		593 daN
97	CAMP 11 mm	43 cm	Facteur 1	561 daN
98		43 cm		554 daN
99	CAMP 9 mm	62 cm	Facteur 1	627 daN
100		62 cm		629 daN
101	CAMP 9 mm	38 cm	Facteur 1	587 daN
102		38 cm		597 daN
103	PETZL Jane 11 mm	60 cm	Facteur 1	531 daN
104		59 cm		596 daN
105	BEAL Appolo II 11 mm	58 cm	Facteur 1	588 daN
106		58 cm		589 daN
107	BEAL Flyer II 10,2 mm	60 cm	Facteur 1	595 daN
108		60 cm		579 daN
109	BEAL Verdon II 9 mm	60 cm	Facteur 1	595 daN
110		60 cm		556 daN
111	BEAL Ice Line 8,1 mm	59 cm	Facteur 1	567 daN
112		59 cm		551 daN

Les résultats de ces tests sont tous très proches les uns des autres, l'écart type n'est d'ailleurs que de 25 daN, alors que les cordes utilisées sont très différentes. Il semble donc que le serrage des nœuds ait beaucoup plus d'influence sur la force de choc que la nature même de la corde.

Nous avons donc, pour confirmer cette hypothèse, procédé au même test mais avec de la corde semi-statique :

113	BEAL Antipodes 9 mm neuve	50 cm	Facteur 1	846 daN
114		50 cm		756 daN
115	BEAL Antipodes 9 mm usagée (première utilisation : 2002)	61 cm	Facteur 1	706 daN
116		65 cm		623 daN

La moyenne de ces 4 tests (733 daN) est logiquement plus élevée qu'avec de la corde dynamique, mais dans des proportions toutefois bien relatives (et bien en deçà des forces enregistrées avec des longes entièrement manufacturées).

- Queue de Vache – Queue de Vache

(Moyenne de ces 18 tests : 635 daN – Ecart type : 27 daN soit 4 %) :

117	CAMP 11 mm	58 cm	Facteur 1	643 daN
118		58 cm		677 daN

119	CAMP 11 mm	35 cm	Facteur 1	633 daN
120		35 cm		642 daN
121	CAMP 9 mm	62 cm	Facteur 1	651 daN
122		62 cm		667 daN
123	CAMP 9 mm	38 cm	Facteur 1	652 daN
124		38 cm		664 daN
125	PETZL Jane 11 mm	52 cm	Facteur 1	627 daN
126		54 cm		678 daN
127	BEAL Appolo II 11 mm	58 cm	Facteur 1	632 daN
128		58 cm		619 daN
129	BEAL Flyer II 10,2 mm	55 cm	Facteur 1	634 daN
130		55 cm		616 daN
131	BEAL Verdon II 9 mm	60 cm	Facteur 1	597 daN
132		60 cm		595 daN
133	BEAL Ice Line 8,1 mm	53 cm	Facteur 1	604 daN
134		53 cm		599 daN

Les résultats de ces tests sont également très proches les uns des autres, l'écart type est de 27 daN.

Le même test mais avec de la corde semi-statique :

135	BEAL Antipodes 9 mm neuve	49 cm	Facteur 1	940 daN
136		51 cm		924 daN
137	BEAL Antipodes 9 mm usagée (première utilisation : 2002)	57 cm	Facteur 1	705 daN
138		63 cm		712 daN

La moyenne de ces 4 tests est de 820 daN.

Comme pour les tests 113 à 116, on constate une diminution d'environ 20

% de la force de choc avec de la corde usagée. Ce phénomène s'explique par le fait qu'avec le temps il y a rupture d'une partie des fibres de la corde, rendant ainsi cette dernière plus dynamique (mais également moins résistante).

- Nœud de huit – Demi pêcheur double

(Moyenne de ces 18 tests : 576 daN – Ecart type : 28 daN soit 5 %) :

139	CAMP 11 mm	59 cm	Facteur 1	542 daN
140		59 cm		557 daN
141	CAMP 11 mm	39 cm	Facteur 1	528 daN
142		39 cm		538 daN
143	CAMP 9 mm	55 cm	Facteur 1	590 daN
144		55 cm		595 daN
145	CAMP 9 mm	42 cm	Facteur 1	562 daN
146		42 cm		574 daN
147	PETZL Jane 11 mm	66 cm	Facteur 1	602 daN
148		55 cm		570 daN

149	BEAL Appolo II 11 mm	58 cm	Facteur 1	585 daN
150		58 cm		588 daN
151	BEAL Flyer II 10,2 mm	60 cm	Facteur 1	584 daN
152		60 cm		653 daN
153	BEAL Verdon II 9 mm	60 cm	Facteur 1	566 daN
154		60 cm		571 daN
155	BEAL Ice Line 8,1 mm	55 cm	Facteur 1	588 daN
156		55 cm		581 daN

157	BEAL Verdon II 9 mm	60 cm	Facteur 2	725 daN
158		60 cm		739 daN

- Queue de vache – Demi pêcheur double

(Moyenne de ces 18 tests : 597 daN – Ecart type : 23 daN soit 4 %) :

159	CAMP 11 mm	64 cm	Facteur 1	596 daN
160		64 cm		610 daN
161	CAMP 11 mm	41 cm	Facteur 1	555 daN
162		41 cm		563 daN
163	CAMP 9 mm	61 cm	Facteur 1	610 daN
164		61 cm		645 daN
165	CAMP 9 mm	38 cm	Facteur 1	593 daN
166		38 cm		578 daN
167	PETZL Jane 11 mm	48 cm	Facteur 1	605 daN
168		53 cm		609 daN
169	BEAL Appolo II 11 mm	58 cm	Facteur 1	607 daN
170		58 cm		571 daN
171	BEAL Flyer II 10,2 mm	60 cm	Facteur 1	605 daN
172		60 cm		626 daN
173	BEAL Verdon II 9 mm	60 cm	Facteur 1	590 daN
174		60 cm		567 daN
175	BEAL Ice Line 8,1 mm	54 cm	Facteur 1	616 daN
176		54 cm		600 daN

- Nœud de huit – Demi pêcheur double mal positionné

Une des craintes formulées à l'encontre du demi pêcheur double est que ce noeud auto-serrant vient souvent se placer, voire se figer, sous le doigt du mousqueton (voir photo p. 9) ; phénomène particulièrement courant chez les personnes ayant en permanence une *poignée* ou un *basic* dans le mousqueton de longe. Un effort important à cet endroit du mousqueton pourrait être problématique, particulièrement en spéléo où des mousquetons sans vis sont utilisés et où l'on ne peut exclure que ce doigt est ouvert au moment du choc.

Nous avons donc procédé à une série de tests pour lesquels, après pré- serrage à 300 daN, nous avons délibérément placé le noeud juste sous l'axe inférieur du doigt du mousqueton de longe (photo ci-contre).

(Moyenne de ces 8 tests : 570 daN – Ecart type : 12 daN soit 2 %) :

177	BEAL Appolo II 11 mm	58 cm	Facteur 1	588 daN
178		58 cm		568 daN
179	BEAL Flyer II 10,2 mm	60 cm	Facteur 1	563 daN
180		60 cm		581 daN
181	BEAL Verdon II 9 mm	60 cm	Facteur 1	560 daN
182		60 cm		550 daN
183	BEAL Ice Line 8,1 mm	53 cm	Facteur 1	576 daN
184		53 cm		575 daN

Les résultats sont quasiment identiques à ceux obtenus pour les tests 139 à 156 (570 daN de moyenne contre 576 daN). Mais ce qu'il est important de noter ici c'est qu'à chaque fois le nœud, lors du choc, est venu prendre sa place normale en bas du mousqueton.

- Idem : Huit – Demi pêcheur double mal positionné : facteur 2

(Moyenne de ces 11 tests : 765 daN – Ecart type : 36 daN soit 5 %) :

185	CAMP 11 mm	55 cm	Facteur 2	780 daN
186	CAMP 9 mm	55 cm	Facteur 2	814 daN
187		55 cm		787 daN
188	BEAL Appolo II 11 mm	55 cm	Facteur 2	804 daN
189		55 cm		775 daN
190	BEAL Flyer II 10,2 mm	55 cm	Facteur 2	761 daN
191		55 cm		790 daN
192	BEAL Verdon II 9 mm	55 cm	Facteur 2	724 daN
193		55 cm		695 daN
194	BEAL Ice Line 8,1 mm	55 cm	Facteur 2	744 daN
195		55 cm		743 daN

Comme pour les tests 177 à 184, à chaque fois le noeud lors du choc est venu prendre sa place normale en bas du mousqueton.

Cas particuliers

Après avoir bien cerné l'utilisation courante et normale qui est faite des longes (facteur 1) nous avons tenté d'imaginer les situations extrêmes et les particularités qui pouvaient être rencontrées.

Les nœuds mal faits :

Pour ces 2 séries de tests, les nœuds ont volontairement été mal faits, c'est-à-dire que les brins se chevauchent à plusieurs endroits du nœud. Ils ont ensuite été pré-serrés ainsi, comme pour les autres tests.

- **Noeud de huit – Nœud de huit**

(Moyenne de ces 6 tests : 569 daN – Ecart type : 13 daN soit 2 %) :

196	BEAL Flyer II 10,2 mm	60 cm	Facteur 1	578 daN
197		60 cm		591 daN
198	BEAL Verdon II 9 mm	60 cm	Facteur 1	571 daN
199		60 cm		559 daN
200	BEAL Ice Line 8,1 mm	60 cm	Facteur 1	558 daN
201		60 cm		558 daN

- Queue de Vache – Queue de Vache

(Moyenne de ces 6 tests : 619 daN – Ecart type : 20 daN soit 3 %) :

202	BEAL Flyer II 10,2 mm	60 cm	Facteur 1	649 daN
203		60 cm		633 daN
204	BEAL Verdon II 9 mm	60 cm	Facteur 1	622 daN
205		60 cm		613 daN
206	BEAL Ice Line 8,1 mm	60 cm	Facteur 1	602 daN
207		60 cm		597 daN

Si l'on compare ces tests « Noeuds mal faits » avec les mêmes tests

« Noeuds bien faits », c'est à dire 107 à 112 pour le noeud de huit et 129 à 134 pour la queue de vache, on constate que les différences sont insignifiantes. Ainsi pour le noeud de huit la moyenne est de 574 daN pour les noeuds bien faits contre 569 ici, soit moins de 1 % d'écart. Pour la queue de vache on passe de 608 daN à 619, soit un écart inférieur à

2 %. On peut donc dire que les noeuds jouent aussi bien leur rôle d'amortisseur bien faits que mal faits, c'est à dire avec des brins se chevauchant.

Début - Retour noeud

Les nœuds non pré-serrés :

- **Couture – Demi pêcheur double**

Pour les deux tests suivants, les noeuds de pêcheur n'ont absolument pas été pré-serrés ni à la machine, ni même à la main.

208	CAMP 11 mm	60 cm	Facteur 1	580 daN
209	CAMP 9 mm	60 cm	Facteur 1	593 daN

Comme l'on pouvait s'y attendre les forces de chocs enregistrées sont inférieures à celles enregistrées pour les mêmes tests avec noeuds pré- serrés. 580 daN ici contre 655 (moyenne des tests 82 et 83) soit – 11,5 % pour la 11 mm et 593 daN contre 685 (moyenne des tests 86 et 87) soit – 13,5 % pour la 9 mm. Mais ce qu'il est surtout intéressant de noter, c'est que le glissement du brin libre dans le noeud n'est pas significatif (entre 1 et 1,5 cm mesuré).

Deux longes connectées :

Il peut très bien arriver qu'au moment de la chute les deux longes soient connectées et que ces deux longes participent à l'arrêt de cette chute, probabilité plus importante avec des longes identiques ou très proches.

210	CAMP 11 mm Couture - Couture	60 cm	Facteur 1	995 daN
211		60 cm		992 daN
212	PETZL Jane 11 mm Couture – Vache	60 cm	Facteur 1	805 daN
213		60 cm		830 daN
214	BEAL Verdon II 9 mm Vache - Vache	54 cm	Facteur 1	680 daN
215		54 cm		743 daN
216		49 cm	Facteur 1	666 daN
217		49 cm		664 daN
218	BEAL Verdon II 9 mm Vache - Demi pêcheur double	54 cm	Facteur 1	730 daN
219		54 cm		740 daN
220		52 cm		609 daN

Pour la CAMP 11 mm si l'on compare ces tests aux tests 18 et 19 on constate une augmentation de 11 % de la force de choc. 9 % pour la Jane de PETZL. 13 % pour la Verdon II Vache – Vache et 17 % pour la Verdon II Vache – Demi pêcheur double. La force de choc augmente donc bien si la chute est arrêtée simultanément par les deux longes, toutefois cette augmentation est limitée.

Les chutes de facteur 2 :

Bien que la bonne pratique exclut ces situations, nous avons souhaité savoir ce qui se passait, sachant qu'il est très facile de se retrouver en facteur 2, volontairement ou involontairement.

Les tableaux suivants reprennent des tests figurant précédemment et gardent ainsi les mêmes numéros.

Longes cousues

(Moyenne de ces 11 tests : 1244 daN – Ecart type : 71 daN soit 5 %) :

14	PETZL Jane 11 mm	63 cm	Facteur 2	1109 daN
15		62 cm		1203 daN
16		62 cm		1140 daN
22	CAMP 11 mm	60 cm	Facteur 2	1273 daN
23		60 cm		1267 daN
24	CAMP 11 mm	35 cm	Facteur 2	1337 daN
25		35 cm		1298 daN
30	CAMP 9 mm	60 cm	Facteur 2	1228 daN
31		60 cm		1226 daN
32	CAMP 9 mm	35 cm	Facteur 2	1304 daN
33		35 cm		1294 daN

Longes mixtes (couture et nœud)

48	PETZL Jane 11 mm Couture - huit	60 cm	Facteur 2	929 daN

(Moyenne de ces 7 tests : 1027 daN – Ecart type : 10 daN soit 1 %) :

63	CAMP 11 mm Couture - Vache	60 cm	Facteur 2	1033 daN
64		60 cm		1040 daN
65	CAMP 9 mm Couture - Vache	60 cm	Facteur 2	1029 daN
66		60 cm		1016 daN
67	PETZL Jane 11 mm Couture - Vache	60 cm	Facteur 2	1012 daN
68		60 cm		1033 daN
69		57 cm		1028 daN

94	PETZL Jane 11 mm Couture - Demi pêcheur double	54 cm	Facteur 2	880 daN

Longes uniquement avec des noeuds :

- Huit – Demi pêcheur double

157	BEAL Verdon II 9 mm	60 cm	Facteur 2	725 daN
158		60 cm		739 daN

- **Queue de Vache – Demi pêcheur double**

(Moyenne de ces 11 tests : 765 daN – Ecart type : 36 daN soit 5 %) :

185	CAMP 11 mm	55 cm	Facteur 2	780 daN
186	CAMP 9 mm	55 cm	Facteur 2	814 daN
187		55 cm		787 daN
188	BEAL Appolo II 11 mm	55 cm	Facteur 2	804 daN
189		55 cm		775 daN
190	BEAL Flyer II 10,2 mm	55 cm	Facteur 2	761 daN
191		55 cm		790 daN
192	BEAL Verdon II 9 mm	55 cm	Facteur 2	724 daN
193		55 cm		695 daN
194	BEAL Ice Line 8,1 mm	55 cm	Facteur 2	744 daN
195		55 cm		743 daN

Tests répétés sur les mêmes longes

Afin, de voir ce qui se produisait lors d'un choc sur des longes ayant déjà servi à l'arrêt d'une chute nous avons reproduit certains tests sur les mêmes longes. Le deuxième test a été fait après au moins 24 heures lors desquelles les longes ont été laissées au repos. Les troisièmes et quatrièmes tests ont été effectués à intervalles d'au moins 10 minutes.

27	CAMP 9 mm Couture - Couture	58 cm	Facteur 1	871 daN
221	Répétition du test précédant			1040 daN

Augmentation de la force de choc : + 19 %

96	CAMP 11 mm Huit - Huit	53 cm	Facteur 1	593 daN
222	Répétition du test précédant			732 daN

Augmentation de la force de choc : + 23 %

99	CAMP 9 mm Huit - Huit	62 cm	Facteur 1	627 daN
223	Répétition du test précédant			758 daN

Augmentation de la force de choc : + 21 %

140	CAMP 11 mm Huit - Demi pêcheur double	59 cm	Facteur 1	557 daN
224	Répétition du test précédant			720 daN

Augmentation de la force de choc : + 29 %

145	CAMP 9 mm Huit - Demi pêcheur double	42 cm	Facteur 1	562 daN
225	Répétition du test précédant			719 daN

Augmentation de la force de choc : + 28 %

163	CAMP 9 mm Vache - Demi pêcheur double	61 cm	Facteur 1	610 daN
226	Répétition du test précédant			831 daN
227	Répétition du test précédant			911 daN

Augmentation de la force de choc entre le 1er et le 2ème test : + 36 % Entre le 2ème et le 3ème test : + 10 % (entre le 1er et le 3ème : 49%)

182	BEAL Verdon II 9 mm Huit - Demi pêcheur double	60 cm	Facteur 1	550 daN
228	Répétition du test précédant			693 daN
229	Répétition du test précédant			795 daN
230	Répétition du test précédant			835 daN

Augmentation de la force de choc entre le 1er et le 2ème test : + 26 % Entre le 2ème et le 3ème test : + 15 % (entre le 1er et le 3ème : 45 %) Entre le 3ème et le 4ème test : + 5 % (entre le 1er et le 4ème : 52%)

169	BEAL Appolo II 11 mm Vache - Demi pêcheur double	58 cm	Facteur 1	607 daN
231	Répétition du test précédant			708 daN
232	Répétition du test précédant			788 daN
233	Répétition du test précédant			817 daN

Augmentation de la force de choc entre le 1er et le 2ème test : + 17 % Entre le 2ème et le 3ème test : + 11 % (entre le 1er et le 3ème : 30 %) Entre le 3ème et le 4ème test : + 4 % (entre le 1er et le 4ème : 35%)

172	BEAL Flyer II 10,2 mm Vache - Demi pêcheur double	60 cm	Facteur 1	626 daN
234	Répétition du test précédant			705 daN
235	Répétition du test précédant			819 daN
236	Répétition du test précédant			872 daN

Augmentation de la force de choc entre le 1er et le 2ème test : + 13 % Entre le 2ème et le 3ème test : + 16 % (entre le 1er et le 3ème : 31 %) Entre le 3ème et le 4ème test : + 6 % (entre le 1er et le 4ème : 39%)

176	BEAL Ice Line 8,1 mm Vache - Demi pêcheur double	54 cm	Facteur 1	600 daN
237	Répétition du test précédant			743 daN
238	Répétition du test précédant Gaine de la corde entièrement déchirée suite à ce test			725 daN

Augmentation de la force de choc entre le 1er et le 2ème test : + 24 %

Le déchirement de la gaine lors du 3ème test explique le fait que la force de choc enregistrée soit plus faible que lors du test précédent.

L'augmentation moyenne de la force de choc entre le premier et le deuxième test est dans le cas de ces tests en facteur 1 de 23,5 %.

Répétition de tests en facteur 2

22	CAMP 11 mm Couture - Couture	60 cm	Facteur 2	1273 daN
239	Répétition du test précédant			1531 daN

Augmentation de la force de choc : + 20 %

23	CAMP 11 mm Couture - Couture	60 cm	Facteur 2	1267 daN
240	Répétition du test précédant			1356 daN

Augmentation de la force de choc : + 7 %

25	CAMP 11 mm Couture - Couture	35 cm	Facteur 2	1298 daN
241	Répétition du test précédant			1603 daN

Augmentation de la force de choc : + 23 %

30	CAMP 9 mm Couture - Couture	60 cm	Facteur 2	1228 daN
242	Répétition du test précédant : rupture d'une couture			

32	CAMP 9 mm Couture - Couture	35 cm	Facteur 2	1304 daN
243	Répétition du test précédant : rupture d'une couture			

33	CAMP 9 mm Couture - Couture	35 cm	Facteur 2	1294 daN
244	Répétition du test précédant			1500 daN

Augmentation de la force de choc : + 16 %

15	PETZL Jane 11 mm Couture - Couture	62 cm	Facteur 2	1203 daN
245	Répétition du test précédant			1453 daN

Augmentation de la force de choc : + 21 %

16	PETZL Jane 11 mm Couture - Couture	62 cm	Facteur 2	1140 daN
246	Répétition du test précédant			1325 daN

Augmentation de la force de choc : + 16 %

63	CAMP 11 mm Couture - Vache	60 cm	Facteur 2	1033 daN
247	Répétition du test précédant			1347 daN

Augmentation de la force de choc : + 30 %

64	CAMP 11 mm Couture - Vache	60 cm	Facteur 2	1040 daN
248	Répétition du test précédant			1355 daN

Augmentation de la force de choc : + 30 %

65	CAMP 9 mm Couture - Vache	60 cm	Facteur 2	1029 daN
249	Répétition du test précédant : rupture dans le nœud de vache			

66	CAMP 9 mm Couture - Vache	60 cm	Facteur 2	1016 daN
250	Répétition du test précédant : rupture dans le nœud de vache			

67	PETZL Jane 11 mm Couture - Vache	60 cm	Facteur 2	1012 daN
251	Répétition du test précédant			1291 daN

Augmentation de la force de choc : + 28 %

68	PETZL Jane 11 mm Couture - Vache	60 cm	Facteur 2	1033 daN
252	Répétition du test précédant			1280 daN

Augmentation de la force de choc : + 24 %

186	CAMP 9 mm Vache - Demi pêcheur double	55 cm	Facteur 2	814 daN
253	Répétition du test précédant : rupture dans le nœud de vache			
187	CAMP 9 mm Vache - Demi pêcheur double	55 cm	Facteur 2	787 daN
254	Répétition du test précédant : rupture dans le nœud de vache			

194	BEAL Ice Line 8,1 mm Vache - Demi pêcheur double	55 cm	Facteur 2	744 daN
255	Répétition du test précédant : rupture dans le nœud de vache			

195	BEAL Ice Line 8,1 mm Vache - Demi pêcheur double	55 cm	Facteur 2	743 daN
256	Répétition du test précédant : rupture dans le nœud de vache			

192	BEAL Verdon II 9 mm Vache - Demi pêcheur double	55 cm	Facteur 2	724 daN
257	Répétition du test précédant			1048 daN

Augmentation de la force de choc : + 45 %

193	BEAL Verdon II 9 mm Vache - Demi pêcheur double	55 cm	Facteur 2	695 daN

258	Répétition du test précédant : rupture dans le nœud de vache

191	BEAL Flyer II 10,2 mm Vache - Demi pêcheur double	55 cm	Facteur 2	790 daN
259	Répétition du test précédant			974 daN

Augmentation de la force de choc : + 23 %

189	BEAL Appolo II 11 mm Vache - Demi pêcheur double	55 cm	Facteur 2	775 daN
260	Répétition du test précédant			1031 daN

Augmentation de la force de choc : + 45 %

157	BEAL Verdon II 9 mm Huit - Demi pêcheur double	60 cm	Facteur 2	725 daN
261	Répétition du test précédant			1074 daN

Augmentation de la force de choc : + 48 %

Les cordes de diamètre inférieur à 10 mm ont toutes subies des ruptures lors du deuxième test en facteur 2, soit dans un nœud, soit à la couture.

Tests en traction lente

- #### Huit - pêcheur

Afin de valider l'utilisation du nœud de demi pêcheur double, nous avons souhaité tester sa réaction en traction lente pour cela nous l'avons associé au nœud de huit. C'est-à-dire que pour le test nous avons constitué une longe avec d'un côté le nœud de huit et de l'autre ce nœud de Demi pêcheur double.

262	Appolo II 11 mm	Traction Lente	1778 daN
263		Rupture :	1723 daN
264	CAMP 9 mm	Traction Lente	1296 daN
265		Rupture :	1335 daN
266	BEAL Ice Line 8,1 mm	Traction Lente	945 daN
267		Rupture :	980 daN

Lors de ces 6 tests la rupture s'est produite dans le noeud de huit. La résistance d'une longe (et de manière plus générale d'une corde) est donc meilleure avec ce noeud de Demi pêcheur double qu'avec un noeud en huit.

- #### Longes ayant subi des chocs 2 jours plus tôt

268	CAMP 11 mm	Traction Lente	1638 daN
269	Vache - Vache	Rupture :	1631 daN
270	CAMP 9 mm	Traction Lente	1150 daN
271	Vache - Vache	Rupture :	1170 daN
272	BEAL Appolo II 11 mm	Traction Lente	1538 daN
273	Vache - Vache	Rupture :	1569 daN
274	BEAL Flyer II 10,2 mm	Traction Lente	1326 daN
275	Vache - Vache	Rupture :	1315 daN
276	BEAL Verdon II 9 mm	Traction Lente	1035 daN
277	Vache - Vache	Rupture :	1052 daN
278	BEAL Ice Line 8,1 mm	Traction Lente	824 daN
279	Vache - Vache	Rupture :	801 daN
280	PETZL Jane 11 mm	Traction Lente	1801 daN
281	Vache - Vache	Rupture :	1781 daN

Longes usagées

De nombreuses longes spéléos avaient été collectées pour ces tests et nous tenons à remercier tous ceux qui avaient répondu à cet appel. Toutefois, face à l'incapacité d'exploiter les résultats, nous avons assez rapidement cessé ces tests. En effet, ces derniers se sont révélés incohérents dans le sens où des longes qui avaient été utilisées pendant plusieurs saisons et dont l'aspect était assez dégradé obtenaient des résultats bien meilleurs en tests dynamiques que des longes ayant été utilisées pendant seulement quelques sorties. Ces résultats s'inversaient au niveau des tests en traction lente. Ceci s'expliquerait semble-t-il assez simplement par le fait qu'avec le temps et les utilisations répétées des fibres de cordes viendraient à se rompre rendant les longes plus élastiques mais moins résistantes. Une étude plus poussée avec un historique très précis (nombre de sorties, type de sorties, poids de l'utilisateur …) pourrait peut-être répondre à cette question du vieillissement des longes.

Les résultats ci-dessous ne seront donc pas commentés.

- Longes utilisées pendant une saison (2004) en spéléo au CREPS de Chalain (longes clients)

282	BEAL Stinger 9,4 mm	34 cm	Facteur 1	516 daN
283	Vache - Demi pêcheur double	37 cm		515 daN
284	BEAL Stinger 9,4 mm	50 cm	Facteur 1	532 daN
285	Vache - Demi pêcheur double	48 cm		507 daN
286	BEAL Stinger 9,4 mm	39 cm	Facteur 2	674 daN
287	Vache - Demi pêcheur double	38 cm		685 daN
288	BEAL Stinger 9,4 mm	58 cm	Facteur 2	732 daN
289	Vache - Demi pêcheur double			
290	BEAL Stinger 9,4 mm	38 cm	Traction Lente	1022 daN
291	Vache - Demi pêcheur double	58 cm	Rupture :	990 daN

- **Longes utilisées pendant trois saisons (2004) en canyon par des professionnels (longes clients)**

292	BEAL Stinger 9,4 mm	46 cm	Facteur 1	580 daN
293	Vache - Vache	42 cm		596 daN
294	BEAL Stinger 9,4 mm	60 cm	Facteur 1	550 daN
295	Vache - Vache	72 cm		537 daN
296	BEAL Stinger 9,4 mm	45 cm	Facteur 2	750 daN
297	Vache - Vache	42 cm		767 daN
298	BEAL Stinger 9,4 mm	68 cm	Facteur 2	747 daN
299	Vache - Vache	64 cm		739 daN
300	Répétition du test précédant :rupture de la corde en milieu de longe			
301	BEAL Stinger 9,4 mm	48 cm	Traction Lente	750 daN
302	Vache - Vache	54 cm	Rupture :	770 daN

- **Longes utilisées pendant une année (2003) par les élèves d'un collège**

303	PMI 10,2 mm	40 cm	Facteur 1	516 daN
304	Huit - Huit	40 cm		526 daN
305	Test traction lente de la longe utilisée pour le test 303			1178 daN
306	Test traction lente de la longe utilisée pour le test 304			1363 daN
307	PMI 10,2 mm	55 cm	Facteur 1	524 daN
308	Huit - Huit	50 cm		561 daN
309	PMI 10,2 mm	40 cm	Facteur 2	772 daN
310	Huit - Huit	40 cm		753 daN
311	Répétition du test précédant			1007 daN
312	PMI 10,2 mm	45 cm	Facteur 2	636 daN
313	Huit - Huit	50 cm		713 daN
314	Répétition du test précédant			994 daN

- **Longes utilisées en spéléo et canyon (milieu professionnel)**

315	Longe canyon corde à simple	50 cm	Traction Lente	804 daN
316	Vache - Vache	50 cm	Rupture :	806 daN
317	Longe spéléo 9 mm	35 cm	Traction Lente	824 daN
318	Huit - Huit	50 cm	Rupture :	953 daN
319	Longe spéléo 9 mm	70 cm	Facteur 2	847 daN
320	Huit - Huit			
321	Répétition du test précédant : rupture de la longe			

- **Longe utilisée en travaux sur cordes pendant une année**

322	PETZL Jane 11 mm Couture - Vache	37 cm	Facteur 1	691 daN

Comparatifs

Comparaison des différentes terminaisons :

Afin de comparer uniquement les terminaisons nous avons fait ici les moyennes, pour chaque terminaison, des résultats des tests sur les longes constituées avec de la corde de 11 mm (CAMP 11 mm, PETZL Jane et BEAL Appolo II), sauf bien sûr pour la longe Spélégyca qui est en sangle. Les résultats sont classés du plus performant au moins performant et uniquement pour les chutes de facteur 1.

1	Noeud de Huit – Demi pêcheur double	564 daN
2	Nœud de Huit – Nœud de Huit	575 daN
3	Noeud de Vache – Demi pêcheur double	590 daN
4	Nœud de Vache – Nœud de Vache	644 daN
5	Couture – Demi pêcheur double	652 daN
6	Couture – Cabestan	681 daN
7	Couture – Nœud de Huit	730 daN
8	Couture – Nœud de Vache	734 daN
9	Couture – Couture	900 daN
10	Longe Spélégyca en sangle (brin long)	1099 daN

Le classement par type de longes est assez simple puisque les 4 meilleurs résultats correspondent aux longes constituées uniquement avec des noeuds, les 4 suivants correspondent aux longes constituées par un noeud d'un côté et une couture de l'autre, l'avant dernier correspond aux longes entièrement manufacturées en corde (avec coutures de part et d'autre) et les moins bonnes performances sont à attribuer aux longes entièrement manufacturées en sangle.

Seules les longes constituées à l'aide de noeuds de part et d'autres permettent d'obtenir des valeurs en dessous de la barre des 600 daN.

Nous n'avons pas fait suffisamment de tests en facteur 2, pour établir un classement de l'ensemble des terminaisons, toutefois l'ensemble des résultats, que nous avons, correspond au classement précédent :

- 1232 daN de moyenne pour les longes entièrement cousues
- 994 daN de moyenne pour les longes mixtes
- 786 daN de moyenne pour les longes constituées uniquement avec des noeuds

Comparaison des différents types de cordes :

Afin de comparer uniquement les types et diamètres de cordes nous avons fait ici les moyennes, pour chaque corde, des résultats des tests sur les longes de 60 cm constituées uniquement avec des noeuds (en prenant exactement les mêmes tests pour toutes ces longes), sauf bien sûr pour la longe Spélégyca qui est en sangle.

Les résultats sont classés du plus performant au moins performant et uniquement pour les chutes de facteur 1.

1	BEAL Verdon II 9 mm	580 daN
2	BEAL Ice Line 8,1 mm	588 daN
3	BEAL Appolo II 11 mm	597 daN
4	CAMP 11 mm	601 daN
5	PETZL Jane 11 mm	602 daN
6	BEAL Flyer II 10,2 mm	612 daN
7	CAMP 9 mm	627 daN

Les résultats sont tous très proches (moyenne de 601 daN et écart type de seulement 15 daN soit 2,5 %), alors que ces cordes ont des caractéristiques et des diamètres très différents.

Comparaison des différentes longueurs de longes:

Ces résultats correspondent toujours à des tests en facteur 1.

Spélégyca brin long (60 cm)	1044 daN
Spélégyca brin court (32 cm)	1154 daN

Longes CAMP Cousue - Cousue brin long (59 cm)	868 daN
Longes CAMP Cousue - Cousue brin court (33 cm)	964 daN

Longes mixtes brin long	682 daN
Longes mixtes brin court	688 daN

Longes CAMP avec 2 noeuds brin long	661 daN
Longes CAMP avec 2 noeuds brin court	586 daN

Les écarts ne sont pas très significatifs entre longes courtes et longes longues. Par contre il est intéressant de noter que pour les longes entièrement manufacturées (en sangle ou en cordes avec terminaisons cousues) la force de choc est plus faible avec la longe longue alors que c'est l'inverse avec les longes constituées avec 2 noeuds. Pour les longes mixtes les valeurs moyennes sont sensiblement identiques.

La notion de facteur de chute ne s'applique donc pas aux longes constituées avec un ou plusieurs noeuds. En effet, nous avons vu (p. 6) que ce facteur 1 correspondait en fait à un facteur 1,75 pour la longe courte et à un facteur 1,45 pour la longe longue. Hors nous constatons sur tous les tests effectués sur des longes comportant des nœuds que la force de choc est moins importante sur la longe courte que sur la longe longue. On a donc dans ce cas précis une force de choc moins importante pour un facteur de chute plus grand.

Ceci s'explique par le fait que, sur de si courtes distances, les nœuds jouent un rôle d'amortissement beaucoup plus important que l'élasticité de la corde. Hors cet amortissement par les nœuds est le même sur les deux longes. On peut donc supposer que la force de choc est moins importante avec la longe courte, simplement parce que l'énergie emmagasinée lors de la chute est plus faible.

Conclusion

Les longes entièrement manufacturées, proposées à l'heure actuelle sur le marché, qu'elles soient simples ou doubles, symétriques ou dissymétriques, ne conviennent pas aux pratiques ni de la spéléologie ni des travaux sur cordes. Les longes constituées à base de sangles cousues, très répandues chez les spéléologues comme chez les cordistes, peuvent en particulier constituer un danger. Les tests ont, en effet, montré que la force de choc en facteur 1 pouvait dépasser les 1500 daN (test 6) alors que le seuil d'occurrence lésionnel est à 600 daN.

Il est toutefois possible d'utiliser des produits manufacturés en les reliant au harnais par un nœud, ce dernier jouant un rôle d'amortisseur, rendant ainsi la force de choc pour une chute de facteur 1 acceptable. Différents fabricants proposent, en effet, des longueurs de corde dynamique, aux extrémités cousues. Il est donc assez simple avec une telle longe de longueur 150 cm de constituer une longe dissymétrique aux caractéristiques adaptées aussi bien à la spéléologie qu'aux travaux sur corde. La jonction peut se faire directement dans le pontet du harnais à l'aide d'un nœud de huit, d'un nœud simple (couramment appelé

« Queue de vache ») ou d'un nœud de cabestan.

Les longes réalisées avec de la corde dynamique et des nœuds de part et d'autre obtiennent les meilleurs résultats d'un point de vue de l'amortissement du choc. L'influence du diamètre ou du tressage sur cette force de choc n'est pas significative. De même, les résultats sont semblables que les nœuds soient bien ou mal réalisés, c'est-à-dire lorsque des croisements de corde sont observés, et qu'ils aient été préalablement serrés ou non. Cette configuration permet de plus d'adapter la longueur des longes à la morphologie du pratiquant. Côté harnais, comme pour les longes mixtes, les nœuds de huit, vache voire cabestan peuvent être choisis. Côté mousqueton, la terminaison peut être réalisée à l'aide d'un nœud de huit ou d'un nœud de vache, mais également d'un nœud de demi pêcheur double. Ce nœud, de plus en plus utilisé par les spéléos et qui a l'avantage de bloquer le mousqueton de longe en position, est en effet tout à fait sûr. C'est d'ailleurs le nœud qui obtient les meilleurs résultats aussi bien aux tests en traction lente qu'aux tests dynamiques.

Un des enseignements de cette campagne de tests est que l'hypothèse du facteur de chute comme seul modèle ne suffit pas pour appréhender la force de choc en ce qui concerne les longes. C'est en particulier les nœuds qui absorbent la plus grande partie de l'énergie accumulée lors de la chute et l'on observe, dans des configurations identiques, des forces de choc inversement proportionnelles aux facteurs de chutes (voir p. 33). On peut cependant continuer à enseigner qu'il ne faut pas se positionner avec de telles longes au-dessus de son point d'ancrage, situation qui a l'avantage d'être facilement identifiable. Les tests réalisés dans des configurations plus défavorables ont, en effet, donné des forces de choc bien au-delà de ce que peut accepter le corps humain et, avec du matériel usagé, des ruptures de longe on été observées dès le premier choc.

Début

Pédagogie

Qu'est ce que la pédagogie, définition

éducation au risque, différence enfant - adulte.

Le profil psychologique d'un individu se forme surtout dans l'enfance, les capacités d'apprentissages d'un enfant étant beaucoup plus malléables que celles d'un adulte. C'est vrai aussi pour l'apprentissage de la gestion du risque, qui est au premier plan la gestion de sa peur face au danger.

La peur est un sentiment noble qui est très utile et qui constitue la principale source de sécurité. A condition de la considérer pour ce qu'elle est, c'est-à-dire un outil qui favorise la réflexion plutôt que comme source de paralysie. Il est regrettable de constater que souvent on apprend aux enfants à « avoir peur d'avoir peur » en évitant de les confronter. Il sera plus facile a apprendre à un enfant à utiliser sa peur pour.

Bien entendu, une éducation ne remplacera jamais la psychologie de base d'une personne et, exposé au risque, chaque individu réagira à priori de façon différente, quelque-soit son âge. Raison pour laquelle une bonne éducation au risque dès la plus jeune âge est nécessaire pour cadrer aussi bien les plus timorés que les plus téméraires. Car, une fois passé l'adolescence l'éducation au risque va être acquise dans la personnalité de chaque individu et ça va devenir impossible de la faire évoluer, dans un sens ou dans l'autre. Ce qui peut provoquer de gros problème.

Par exemple, un adolescent de nature timorée qui aura été sur-protégé dans son enfance risque de développer une personnalité névrotique qui aura tendance à lui faire fuir les situations risquées qu'un adolescent ayant à la base un indice SSS élevé. Celui-ci, en l'absence d

Responsabilisation, prise de conscience, devenir acteur au lieu de consommateur.

Apprentissage moteur

Apprentissage culturel

Syllabus SusPendus, revision: 8

Auteur, Claude Drabben

ANNEXES