

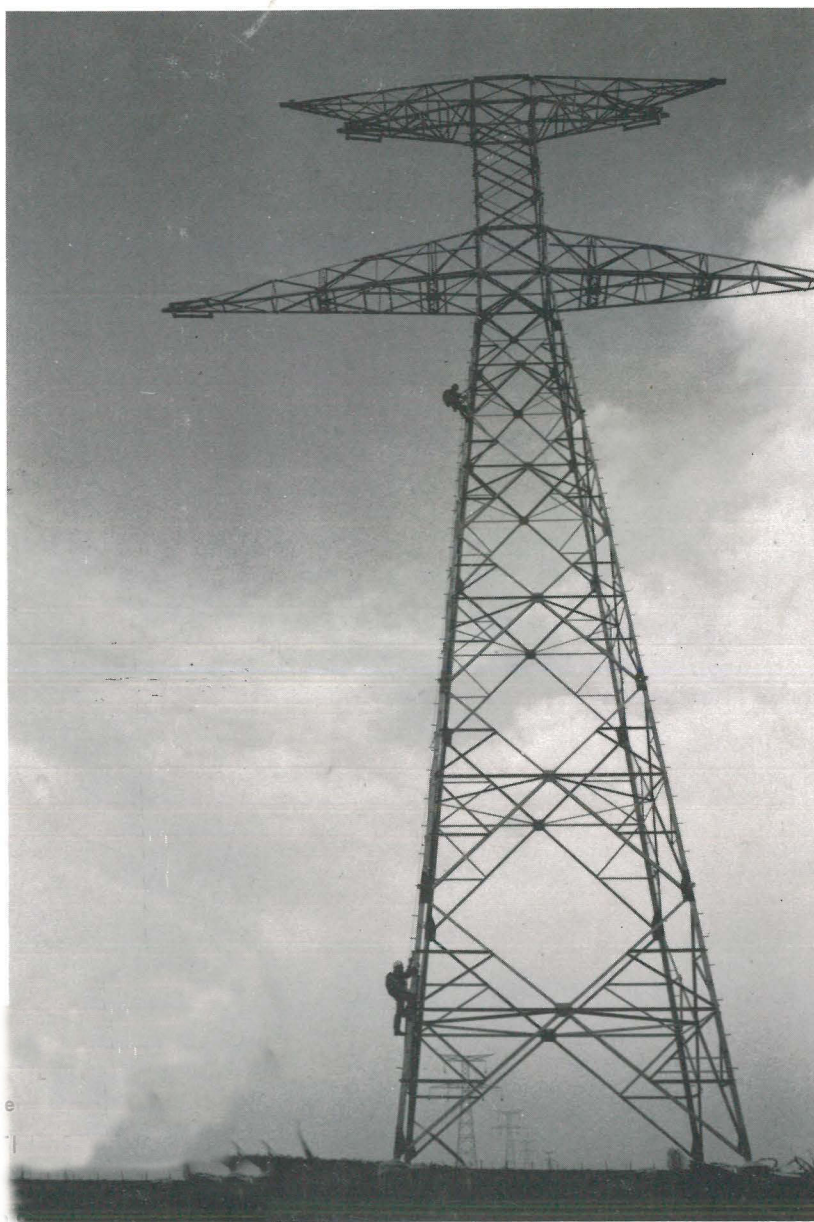
# LES CAHIERS

# DE L'E.F.S.



ISSN : 0990 ~ 9060

NUMÉRO SPÉCIAL - 1991



## TECHNIQUES ALPINES ET TRAVAUX ACROBATIQUES

*LES CAHIERS DE L'E.F.S.*

T E C H N I Q U E S

A L P I N E S

e t

T R A V A U X

A C R O B A T I Q U E S

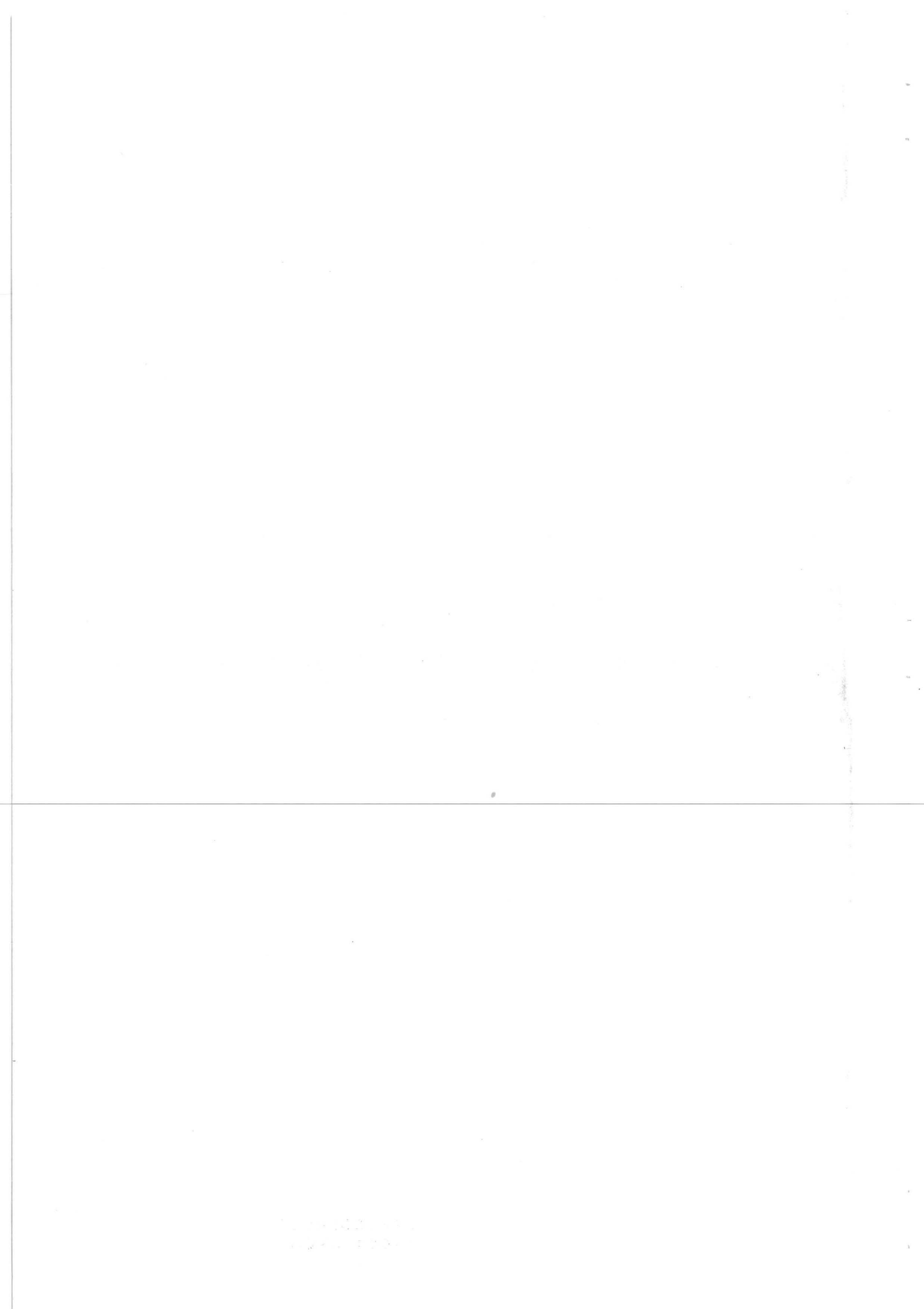
\* \* \* \* \*

Adolphe CASTILLA

Marc DUHAMEL

*NUMÉRO SPÉCIAL - 1991*

ECOLE FRANCAISE DE SPELEOLOGIE  
23 rue de Nuits - 69004 LYON



# SOMMAIRE

AVERTISSEMENT	p. 2
INTRODUCTION	p. 3
1. EQUIPEMENT PERSONNEL	
1.1. Le casque	p. 4
1.2. Le harnais	p. 5
1.3. Le mousqueton à vis de ceinture	p. 7
1.4. Les longes	p. 7
1.5. Le descendeur	p. 7
1.6. Le poulie-bloqueur	p. 7
1.7. Les pédales	p. 8
2. PROGRESSION	
2.1. Progression sur câbles	p. 9
2.2. Progression sur nappes de grillages	p. 9
2.3. Le prussik	p. 9
2.4. Technique des deux cordes	p. 11
2.5. Les descendeurs	p. 12
2.6. Méthode de la corde tendue	p. 12
2.7. Progression sur toiture à deux pentes	p. 14
2.8. Ascension par lancer de corde	p. 15
3. EQUIPEMENT	
3.1. Equipement sur câbles	p. 16
3.2. Travail en surplomb	p. 17
3.3. Le pendule	p. 18
3.4. La déviation	p. 18
3.5. Amarrages artificiels	p. 19
3.6. Amarrage particulier	p. 20
3.7. Fractionnements	p. 20
3.8. Protège-cordes	p. 22
3.9. Chèvre pour terrasse d'immeuble	p. 23
3.10. Fractionnements baladeurs	p. 24
3.11. Amarrages sur bâtiments pointus	p. 24
3.12. Accès aux voûtes	p. 25
4. SECOURS-RECHAPPE	
4.1. Système de contrepoids	p. 28
4.2. Dégagement sur tyrolienne	p. 31
4.3. Méthode de la corde tendue	p. 32

\*\*\*\*\*

## AVERTISSEMENT

Ce fascicule est le résultat d'un travail de recherche entrepris par Adolphe CASTILLA et Marc DUHAMEL, dans le cadre du cycle de formation d'Instructeur Fédéral de l'Ecole Française de Spéléologie.

Le document original, réalisé en 1989, se compose de 93 pages manuscrites et 45 photographies en couleur.

Les auteurs sont tous deux des spéléologues pratiquant depuis de nombreuses années, maintenant professionnels dans le domaine des travaux acrobatiques. Les techniques et méthodes présentées ci-après sont donc le fruit de leur expérience spéléologique et professionnelle.

Mais ils ne prétendent pas détenir la vérité universelle ni la solution idéale à tous les problèmes. Comme ils l'écrivent très justement, il s'agit d'un travail d'approche qui n'a rien de définitif, et qui devrait susciter des critiques et des améliorations ultérieures.

D'ailleurs l'Ecole Française de Spéléologie met en place actuellement, en collaboration avec des entreprises de travaux acrobatiques, des formations spécifiques pour répondre à cette demande. Ces formations devraient donner lieu à des recherches et expérimentations approfondies, et aboutir à la publication d'un document substantiel, le présent fascicule constituant une base de réflexion.

C'est donc bien ainsi que doit être considérée cette publication, dont le contenu n'engage bien évidemment que ses auteurs.

Rémy LIMAGNE,  
Président EFS

## INTRODUCTION

Que recouvrent à notre sens les termes "techniques alpines" et "travaux acrobatiques" ?

Nous nommons ici "technique alpine" toute technique ou procédé issu des techniques de l'alpinisme et de la spéléologie, utilisant les agrès et le matériel mécanique de progression et d'équipement.

Les travaux acrobatiques utilisent les techniques alpines pour parvenir à leurs fins. Ils s'appliquent dans les cas d'accès difficile, en alliant rapidité et sécurité par rapport à d'autres méthodes.

Le propos de cette recherche est de présenter des méthodes de progression et d'équipement issues des techniques alpines et adaptées aux travaux acrobatiques.

Le premier chapitre est consacré au matériel individuel minimum constituant la panoplie du technicien.

Les deuxième et troisième chapitres traitent des stratégies d'équipement, en distinguant progression et équipement d'accès. Cette distinction, pas toujours évidente à faire, s'efface devant la réalité de la situation de travail où bien sûr progression et équipement s'interpénètrent dans ce qu'on peut appeler les stratégies d'accès.

Le quatrième chapitre découle des précédents, puisque l'introduction d'une méthode particulière implique la connaissance d'une méthode de réchappe appropriée.

Deux remarques importantes :

- 1) Nous estimons que le minimum de sécurité exige 2 personnes, voire parfois 3, pour la réalisation de ces travaux.
- 2) Ce travail d'approche n'a rien de définitif.

Adolphe CASTILLA

Marc DUHAMEL

## 1. EQUIPEMENT PERSONNEL.

### 1.1. Le casque.

Le port du casque est obligatoire. Comme en spéléologie, le fait de se servir d'une corde est associé au danger qu'elle représente, à savoir :

- décrochement d'éléments instables par frottements,
- rupture d'amarrage pouvant entraîner un choc contre une paroi.

Il faut éviter les casques de chantier car ils ne sont pas testés à l'abrasion. Actuellement, le seul casque qui soit conforme aux normes de sécurité spéléo-escalade et bâtiment-travaux publics est le casque Ecrin de PETZL (norme UIAA et AFNOR S.71020). Le casque Ultra-light d'EDELRID est plus léger ; c'est un bon avantage mais il n'a pas la norme AFNOR. D'autres casques présentent les mêmes caractéristiques techniques que ce dernier (norme UIAA) : GALIBIER, BIBOLLET...

Le casque anti-bruit peut se fixer directement sur le casque ECRIN.



## 1.2. Le harnais.

Il doit permettre la progression sur corde fixe et la progression libre ou artificielle. Faible encombrement et légèreté ne sont pas les qualités essentielles ; on recherchera plutôt le confort, car la position de travail est souvent statique.

Les ensembles cuissard-ceinture de spéléo ne sont pas conçus en général pour encaisser les chutes. Les harnais d'escalade ne sont généralement pas prévus pour la remontée aux bloqueurs car le point d'attache est trop haut. Il faut pourtant réunir ces deux conditions. Certains harnais d'escalade sont polyvalents : le cuissard Presles avec ceinture, de TSA, ou le Choucas modifié de PETZL (voir N.B.). On s'orientera donc vers un harnais de ce type.

Que demande-t-on au harnais sur le plan du confort ?

- 1) Qu'il ne coupe pas la circulation sanguine au niveau des cuisses ("fourmis" dans les jambes).
- 2) Qu'il maintienne les reins de façon à ce que la colonne vertébrale ne plie pas au niveau de la jonction lombaires-dorsales.
- 3) Que la ceinture ne comprime pas l'os iliaque.

Certains harnais d'escalade et de spéléo (par exemple le baudrier TMS) répondent au premier point provisoirement. Mais lors d'une position statique prolongée, le problème réapparaît. La solution consiste en l'utilisation d'une planchette ( 1.2.1).

Pour le deuxième point, nous conseillons l'utilisation d'une ceinture large et d'un baudrier de torse. Ce dernier a plusieurs fonctions. Il sert pour la remontée aux bloqueurs, comme en spéléo. Il sert aussi à se maintenir près de la corde (attache avec un mousqueton au dessous du descendeur) pour éviter de basculer en arrière. On évitera donc le baudrier de torse fabriqué à partir d'une simple chambre à air ! Il faut veiller en plus à ce que le baudrier de torse ne comprime pas la poitrine. L'idéal serait le baudrier de torse d'escalade, s'il était réglable.

Pour le troisième point, seule l'utilisation de la planchette est une solution satisfaisante.

N.B : La modification du Choucas se fait au niveau des sangles de jonction entre la ceinture et les boucles des cuisses qui sont trop longues. Il est judicieux de les raccourcir par une couture, ce qui permet d'abaisser le point d'attache.

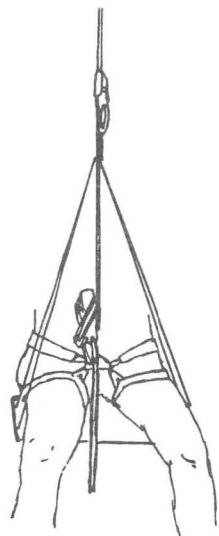
### 1.2.1. L'utilisation de la planchette.

C'est l'outil alliant au mieux confort et rapidité de progression. Il existe plusieurs types d'utilisation de la planchette. Nous avons testé les deux suivants.

1) La planchette est reliée au bloqueur ( grande longe pour le réglage de la hauteur). Le technicien est sur descendeur.

Avantage : pas de compression au niveau du col du fémur et des muscles de la cuisse.





Inconvénients : trop de manoeuvres pour y monter et en descendre, et pour les déplacements sur corde (il faut enlever le bloqueur chaque fois qu'on descend) - Le bloqueur est mobilisé.

- Tendance à basculer en arrière (point d'équilibre sous les fesses)
- Nécessité d'utiliser le baudrier de torse pour se maintenir près de la corde.

2) Nous avons pour notre part opté pour la méthode suivante: la planchette est reliée directement au MAVC (ou mousqueton).

Avantages :

- Le technicien peut monter ou descendre.
- La planchette est indépendante ; pas de mobilisation de matériel, pas de gêne dans les déplacements, même pour la marche.

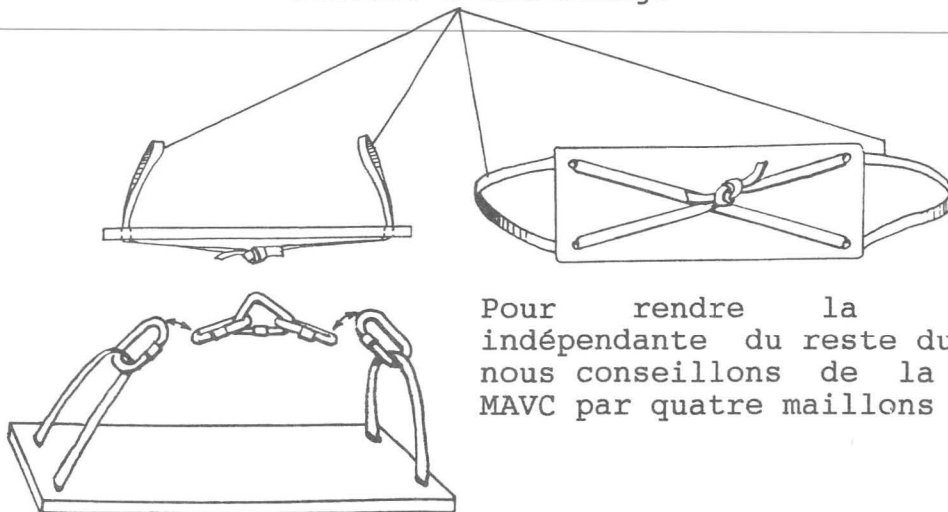
Inconvénients :

- La compression du col du fémur et des muscles des cuisses empêche d'écarter les jambes pour des positions d'équilibre, et devient douloureuse à la longue.
- Légère tendance à basculer en arrière, d'où l'intérêt d'utiliser le baudrier de torse.

#### 1.2.2. Fabrication de la planchette.

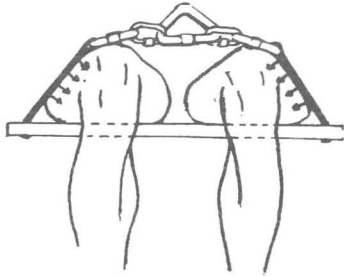
Prendre un siège de balançoire en plastique ou en bois (20 X 55), percé aux quatre coins à 3 cm des bords. Faire passer une sangle (largeur optimale 17 mm) par les quatre trous de façon à obtenir deux boucles d'accrochage.

boucles d'accrochage

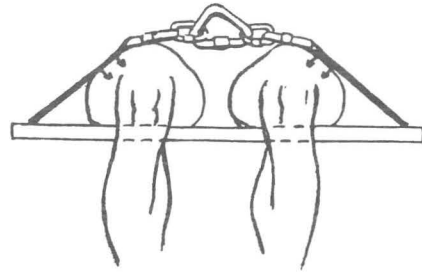


Pour rendre la planchette indépendante du reste du matériel, nous conseillons de la fixer au MAVC par quatre maillons rapides.

Pour réduire la compression des sangles sur les cuisses et augmenter la mobilité des jambes, nous conseillons de fabriquer la planchette avec une planche 20 X 55 (ou même 20 X 60), plutôt qu'avec un siège de balançoire ne mesurant que 20 X 45.



planchette 20 X 45



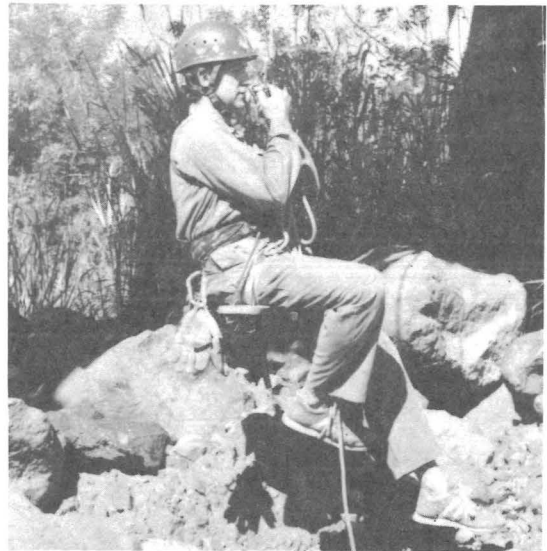
planchette 20 X 60

### 1.2.3. Réglage de la planchette.

Tendre la sangle de façon à ce que la planchette étant placée sur la ceinture, les boucles d'accrochage soient tendues.

Le mou existant entre le MAVC et le cuissard (réel puisqu'il s'agit d'un cuissard d'escalade) est supérieur au mou existant entre le MAVC et la planchette.

Celle-ci remplace de fait le cuissard en supprimant la compression des cuisses.



### 1.3. Le mousqueton à vis de ceinture (MAVC).

Appelé également maillon delta de par sa forme triangulaire. Il doit être choisi en acier de préférence ; il peut être remplacé par un mousqueton à vis en acier.

### 1.4. Les longes.

Il convient de choisir une corde dynamique, de 11 mm de diamètre de préférence (usure moins rapide). Nous conseillons 3 longes : une longue pour le bloqueur, et deux courtes de taille identique (la troisième peut être une sangle fixée au MAVC par une tête d'alouette).

### 1.5. Le descendeur (voir 2.5).

Nous conseillons d'avoir toujours des gants pour la descente, et un mousqueton de dérivation en acier.

### 1.6. Le poulie-bloqueur.

Il fait généralement partie du matériel du spéléologue. Pour le technicien acrobate, c'est une obligation. Il se compose d'une poulie, d'un bloqueur (PETZL), et de 1 ou 2 mousquetons. Ces éléments peuvent servir ensemble ou séparément.

### 1.7. Les pédales.

Nous conseillons d'utiliser 2 pédales en cordelette de 7 mm de diamètre. En cas de besoin, l'une d'elle peut servir de prussik.

#### L'EQUIPEMENT PERSONNEL



casque Ecrin

casque anti-bruit

torse réglable en  
sangle 20 mm

ceinture TSA

cuissard Presles

mousqueton en acier  
de dérivation

descendeur simple

sangles supplément.

pédale double

longe courte et  
mousqueton acier

gants

poulie-bloqueur

planchette

## 2. PROGRESSION.

### 2.1. Progression sur câbles.

L'usage de câbles doublant nos cordes d'équipement est fréquent dans nos travaux, dans le double but de diminuer l'effet dynamique de l'élasticité de nos cordes, et d'assurer une sécurité plus grande dans le cas d'équipements de longue durée.

Nous conseillons l'usage exclusif de mousquetons en acier sur les câbles.

Dans le cas d'une progression sur un réseau de câbles disposés en quadrillage, le technicien se fera assurer par un collègue, et installera ses points d'assurance aux intersections des câbles, en y plaçant des anneaux de sangle sur tête d'alouette. La rupture accidentelle d'un des câbles porteurs ne supprimera alors pas le point d'assurance. Il faut éviter un cheminement trop anguleux, les frottements gênant la progression. Dans le cas d'un réseau de câbles disposés en un plan horizontal, le problème lié à la sécurité de la progression est plus complexe, surtout en cas de doute sur l'état des câbles et des fixations. Il convient de veiller à la distance séparant l'équipier du sol tout au long de sa progression, à l'élasticité et à la longueur de la corde déroulée.

En cas de danger important, d'autres moyens d'accès sont envisageables, tels les tyroliennes...

### 2.2. Progression sur nappes de grillage de protection.

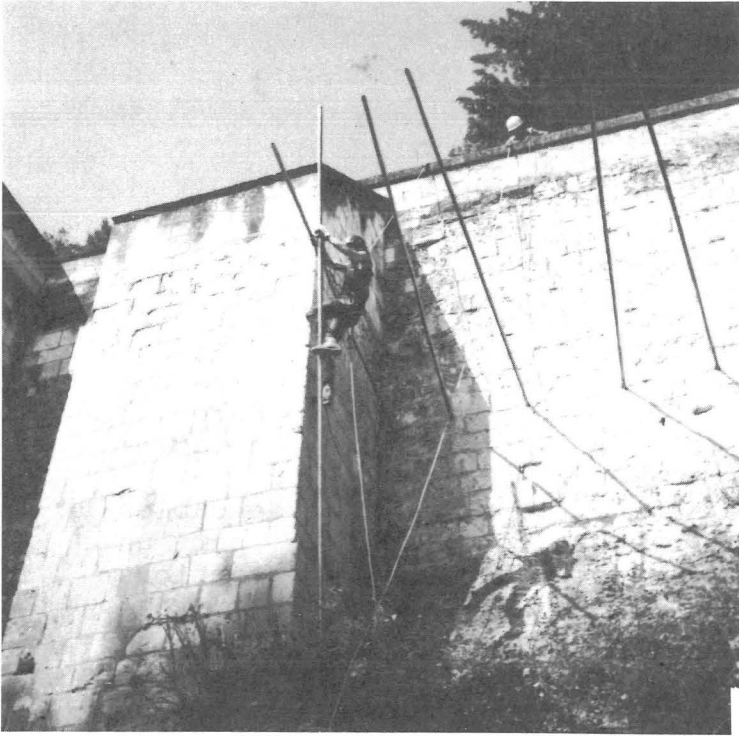
Sur de telles nappes de grillage anti chutes de pierres (voir 3.7), posées sur des escarpements en bordure des voies de communication, on peut en l'absence de corde d'équipement et pour une intervention rapide de quelques mètres, être amené à progresser uniquement avec ses longes d'assurance. Celles-ci sont munies pour les mêmes raisons que précédemment de mousquetons en acier. Malgré la résistance du grillage double torsion, il convient d'utiliser ses trois longes, et de rester vigilant surtout si l'installation est ancienne : la chute d'un bloc ou un micro glissement de terrain a pu endommager le grillage en cisillant une maille.

### 2.3. Le prussik.

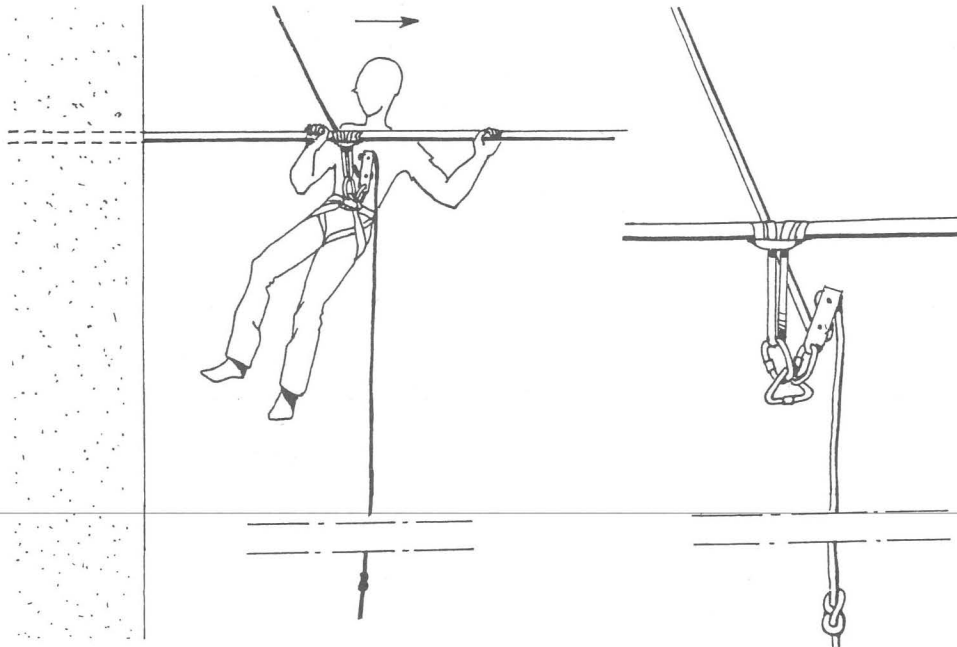
#### 2.3.1. Progression sur barres .

Nous avons été amenés plusieurs fois à utiliser des barres comme support à la progression. L'outil idéal s'est révélé être le prussik.

Nous avons testé le prussik le plus souvent avec de la sangle plate (largeur 17 mm) pour des sections de barres de 4 à 15 cm, et de la cordelette pour des sections inférieures.



Les barres étant disposées subhorizontalement, le technicien procède comme suit : à l'aide d'une corde amarrée le plus haut possible, il atteint la barre et y place son prussik qu'il mousquetonne à son MAVC ; toujours relié à la corde par son descendeur, il avance le long de la barre en poussant le prussik.



Ce système fonctionne également sur une barre verticale. Deux prussiks sont alors nécessaires : l'un très court remplaçant le bloqueur ventral, l'autre au-dessus et assorti d'un étrier permettant de se rétablir. La progression est analogue à la méthode «DED». Le technicien se munira d'une corde de rappel pour la descente. Au besoin, il pourra assurer sa progression. Le rappel pourra être posé sur un ou deux prussiks noués sur la barre.

### 2.3.2. Autres utilisations du prussik.

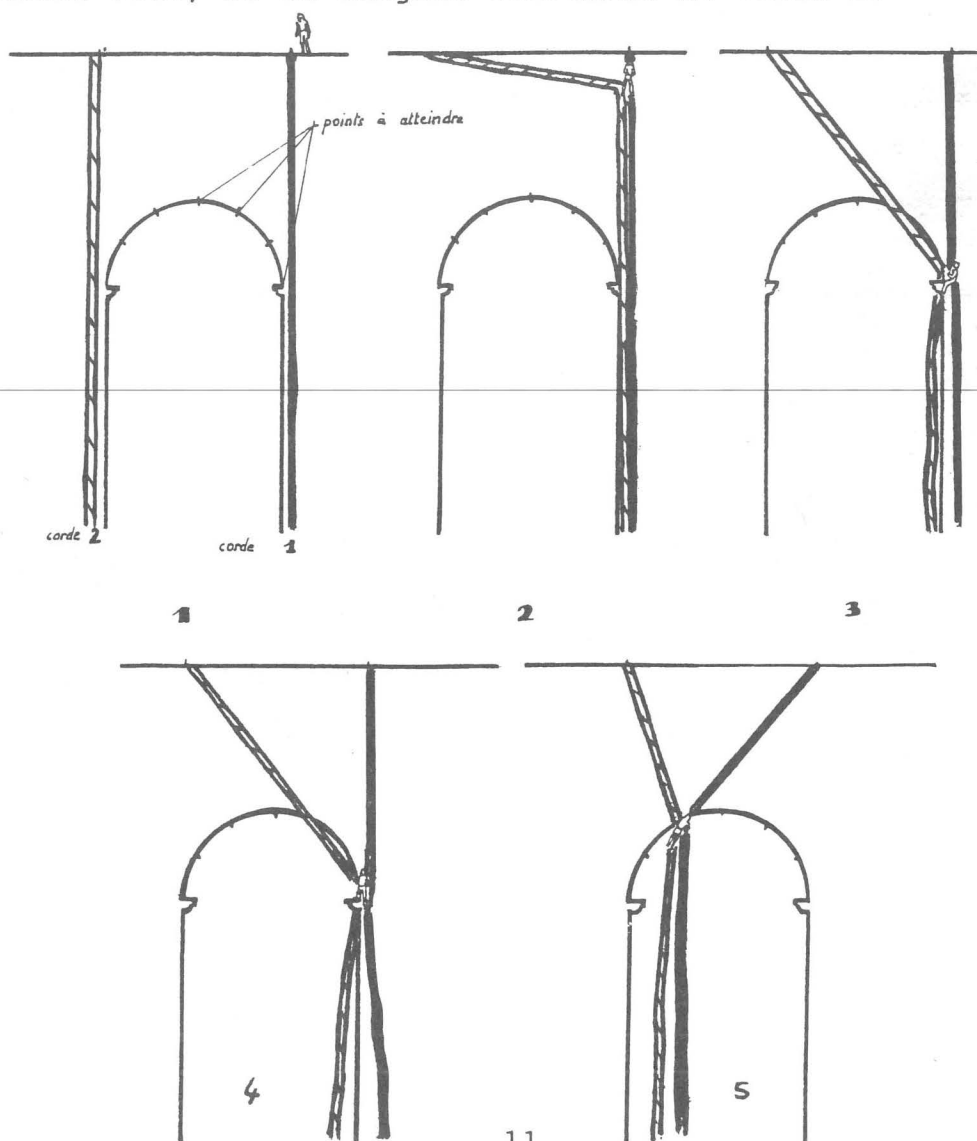
Le prussik fonctionne également sur câble métallique (attention à l'usure). On l'utilise aussi pour hâler des objets de profil tubulaire dans le vide à l'aide d'une corde.

## 2.4. Technique des deux cordes.

Voici une technique que nous avons couramment pratiquée pour pouvoir rayonner au maximum sur une façade sans avoir à remonter pour modifier l'équipement ou atteindre les recoins inaccessibles surplombants sur certains bâtiments. Nous doublons l'équipement de progression par une corde distante jusqu'à une dizaine de mètres de l'aplomb de la corde de travail. Le technicien peut à tout moment se tracter dessus à l'aide d'un bloqueur supplémentaire en bout de sa troisième longe.

Méthode de progression (schéma ci-dessous).

- 1) Le technicien équipe deux cordes, de chaque côté de l'arche.
- 2) Il descend sur la corde 1 en gardant la corde 2 sur lui.
- 3) Parvenu à une extrémité du filet, il effectue une conversion et passe sur bloqueurs sur la corde 1.
- 4) Il remonte progressivement sur la corde 1, tout en se tractant sur la corde 2 par un bloqueur supplémentaire en bout de longe. Sa trajectoire est alors déviée de la verticale.
- 5) Parvenu au sommet de l'arc de voûte, il passe sur descendeur sur la corde 2, ôte son croll, et replace le bloqueur supplémentaire sur la corde 1. Il peut terminer le travail en descendant de l'autre côté, et en largant doucement la corde 1.



## 2.5. Les descendeurs.

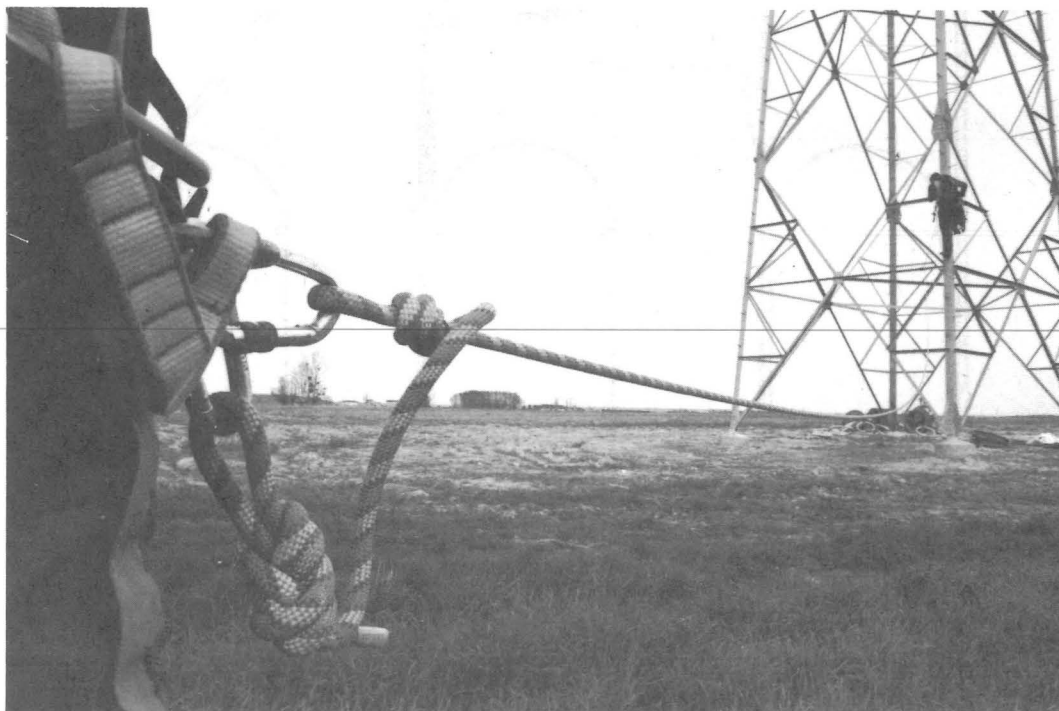
Nous avons surtout utilisé 3 types de descendeurs : le descendeur spéléo PETZL à poulies simples, modèle classique et modèle autobloquant ; et le descendeur en 8 pour des manoeuvres d'assurance ou pour tirer un rappel sur une corde en double.

Pour ce genre d'utilisation, l'autobloquant présente plus d'inconvénients que d'avantages. Dans le cas d'un équipement nécessitant une progression semi-horizontale, l'autobloquant même débrayé avec un mousqueton, ne permet pas de tirer le mou sans aider la corde. Cela mobilise une main indispensable ailleurs. Seul l'emploi d'une corde très souple (corde dynamique neuve) permet son utilisation dans ce cas de figure. Mais nos cordes sont statiques et de fort diamètre.

D'autre part, il semble que le système autobloquant ne fonctionne pas en toutes circonstances (corde statique neuve, poulies usées...). On est alors amené à faire une clé d'arrêt ; l'autobloquant ne présente donc plus beaucoup d'avantages.

En revanche, pour l'installation de mains-courantes, particulièrement en plafond, l'autobloquant se révèle très pratique : il permet de libérer du mou ou d'en ravalier instantanément.

## 2.6. Méthode de la corde tendue.



Prenons le cas de 2 techniciens se rendant à leur poste de travail au sommet d'un pylône EDF. Encordés chacun à une extrémité d'une corde de 25 m, ils progressent simultanément en veillant à garder la corde tendue entre eux. Le premier place des points d'assurance (anneau de sangle en tête d'alouette sur une cornière, avec mousqueton), passe la corde dans le mousqueton et continue à monter.

Lorsque le premier grimpeur parvient en bout de console (poste de travail), il installe un relai, s'y auto-assure et fait monter son équipier en l'assurant à l'aide d'un descendeur en 8 ou d'un noeud italien.

Le second en grim pant ôte la corde des points d'assurance, mais laisse ceux-ci en place pour la descente.

Quand le second arrive sur la console, les deux équipiers peuvent créer une main-courante en amarrant la corde à leurs niveaux respectifs ; cette main-courante étant soulagée par les points d'assurance posés par le premier dans sa progression.



La descente s'effectue de la même façon. Il va sans dire que cette méthode requiert de la vigilance de sorte que les deux grimpeurs soient coordonnés.

Une précaution importante : à la montée comme à la descente, le plus léger sera le premier des deux équipiers.

N.B. Nous avons amplement développé cette technique dans un manuel et sur une cassette vidéo, destinés aux techniciens travaillant sur les pilônes.

Au chapitre "réchappe", nous exposerons brièvement les techniques que nous avons dû mettre au point.

Plutôt que d'utiliser la technique de la corde tendue, il peut être intéressant de progresser en auto-assurance sur des structures composées de cornières et autres poutrelles. Un assortiment de trois ou quatre anneaux de cordes et de sangles de longueurs inégales, reliés au MAVC, permet l'autonomie du technicien en déplacement lent.



## 2.7. Progression sur toiture à deux pentes.

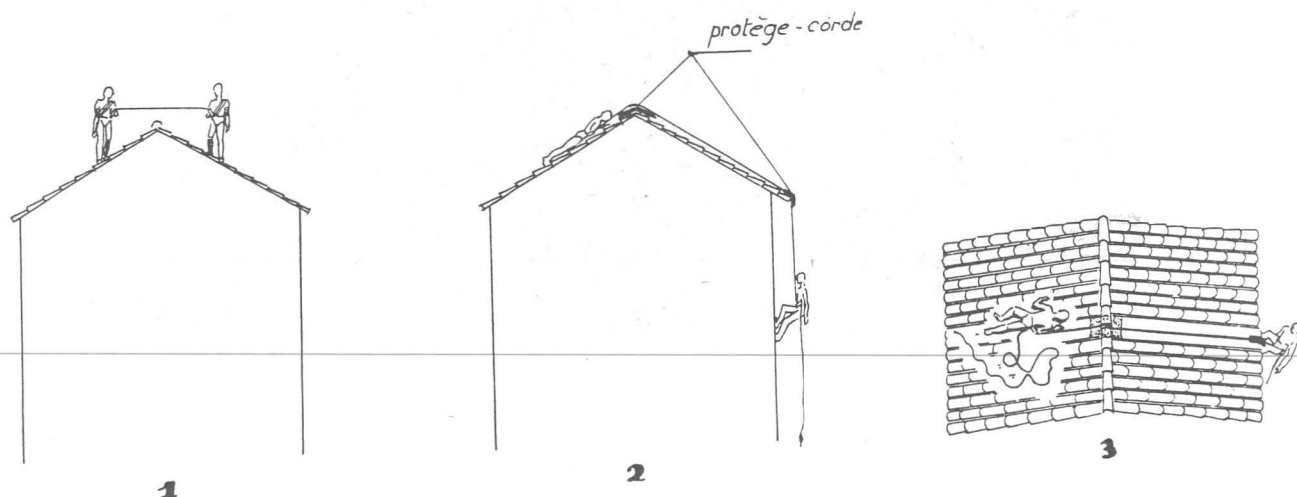
Pour une intervention rapide, si la pente n'est pas considérable, deux équipiers et une corde peuvent faire l'affaire.

Ils sont encordés court (environ 3 m) l'un à l'autre. La corde est reliée à chacun d'entre eux par l'intermédiaire de leur descendeur, sur lequel ils auront fait une clé d'arrêt.

Après avoir atteint le faîte du toit, ils progressent sur celui-ci, ou de chaque côté en maintenant la corde tendue entre eux (1). Il est préférable que les deux équipiers soient pratiquement du même poids.

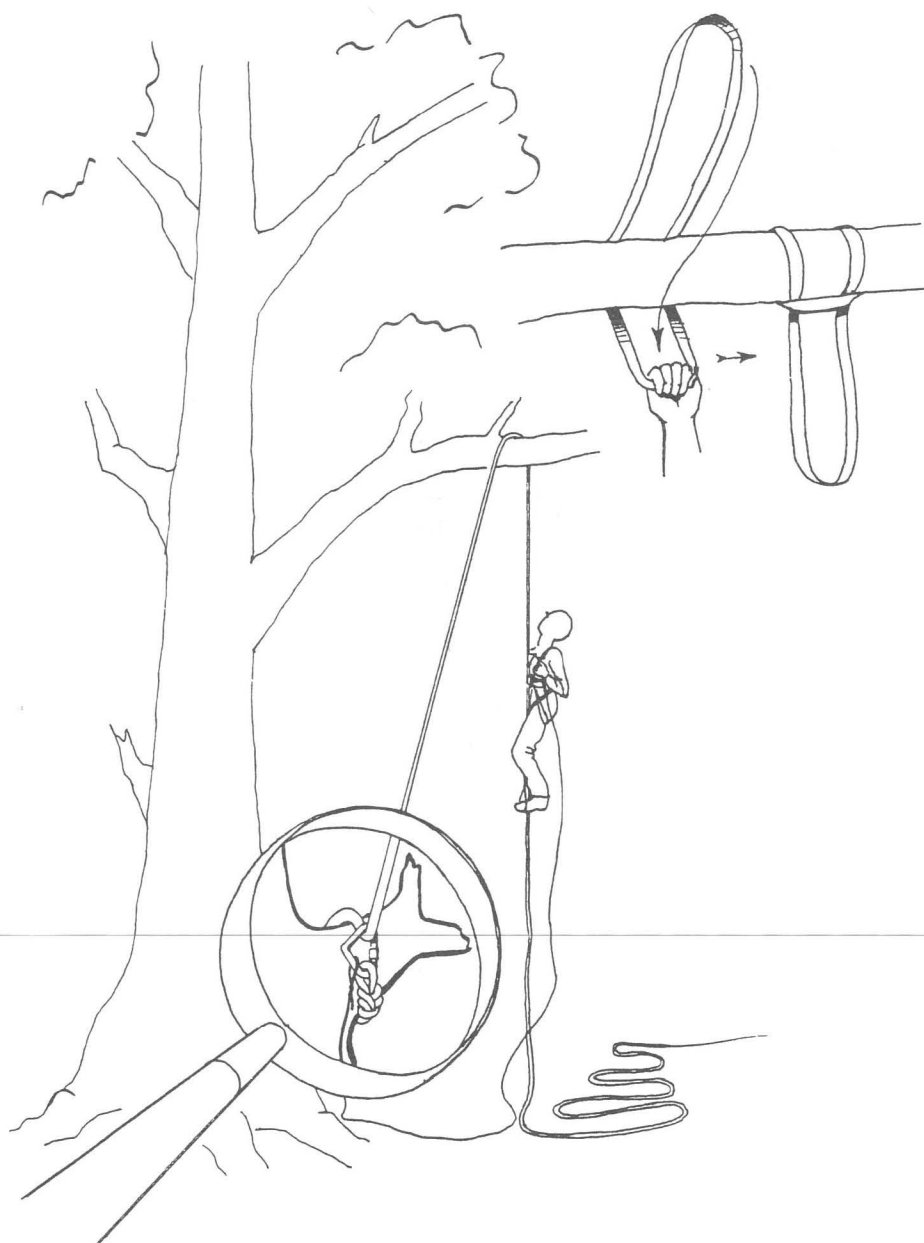
Arrivés à l'aplomb du poste de travail, le premier se plaque derrière la corniche de façon à servir d'amarrage. Le second défait la clé de son descendeur, franchit le bord du toit en plaçant un protège corde, puis peut descendre le long de la façade en veillant à ne pas donner d'à-coups (2-3).

La corde doit être suffisamment longue pour que, en cas d'incident, le premier équipier puisse faire descendre le second jusqu'en bas, sur son propre descendeur.



N.B. S'il s'agit de travailler juste au bord du toit (gouttière...), et si la pente le permet, on peut travailler allongé tête en bas, assuré par un équipier sur l'autre pente du toit.

## 2.8. Ascension par lancer de corde.



Cette méthode présente un gain de temps appréciable par rapport à l'escalade artificielle classique. Un grand arbre ou une structure métallique dépourvue d'arêtes coupantes peuvent se prêter, du moins en partie à ce type de progression attrayant.

Au sol, on doit choisir une longueur de corde égale à trois fois l'écart le plus grand à franchir. Le technicien amarre au sol par un noeud coulant (autour d'une branche par exemple) une extrémité de la corde et lance l'autre extrémité, sans la lester, pour diminuer les risques d'accrochage.

Le technicien monte alors en contre-poids sur le brin qui redescend, emportant avec lui une cordelette qu'il aura fixé au noeud en huit du noeud coulant.

Une fois arrivé au niveau de la branche, il fixe un anneau de sangle servant d'étrier et d'auto-assurance, se hisse sur celle-ci, et peut rappeler la corde en tirant sur la cordelette.

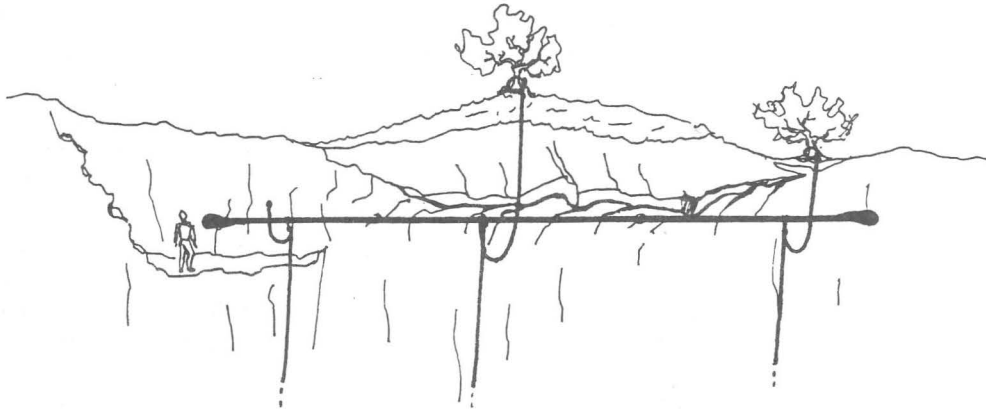
Ensuite, il renouvelle l'opération jusqu'au sommet où il aura tout loisir d'équiper la descente en cordes fixes. Il faut prévoir de la corde de hissage pour le matériel à faire suivre.

### 3. EQUIPEMENT.

#### 3.1. Equipement sur câbles.

##### 3.1.1. Fractionnements sur câbles.

En falaise, sur talus, pour divers travaux tels la purge d'éléments instables, de végétation...), il est souvent utile de déplacer horizontalement la corde de travail. Si les amarrages naturels manquent au niveau d'une rupture de pente imposant un fractionnement anti-frottement, on peut tendre un câble horizontalement à ce niveau. Il sera solidement ancré à ses extrémités, et repris par des amarrages intermédiaires pour limiter la flèche. Nous avons utilisé de telles installations jusqu'à deux mois durant, en les vérifiant quotidiennement.



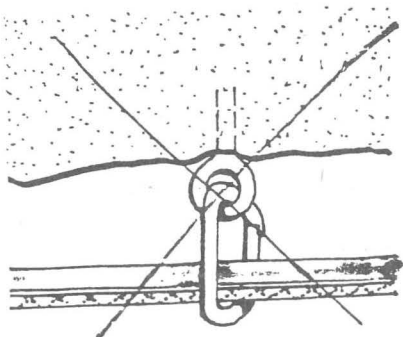
Plusieurs cas de figure peuvent se présenter :

- Soit on peut accéder au câble sans utiliser les agrès, et le câble sera alors souvent l'amarrage principal de la corde de travail, avec au-dessus un amarrage naturel ou artificiel de contre assurance.
- Soit le câble sert de point de fractionnement et l'amarrage principal se situe plus haut.

Dans les deux cas, la liaison corde-câble se fait avec un mousqueton ou un maillon rapide acier, ou pour éviter le coulisement, avec un anneau de sangle à tête d'alouette sur le câble.

##### 3.1.2. Câbles et tyroliennes.

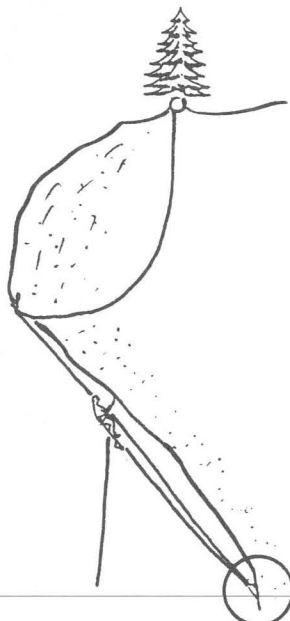
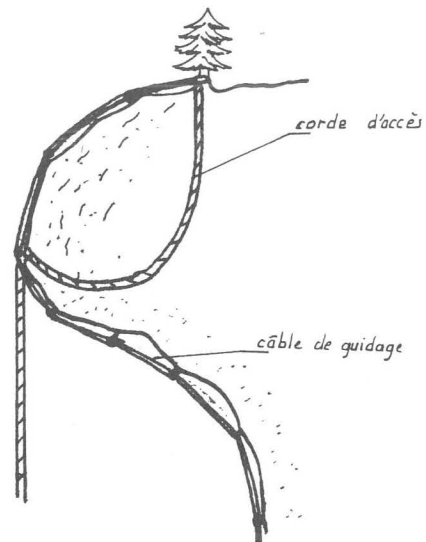
Pour les tyroliennes, il sera fréquemment fait appel au câble, évidemment doublé de la corde de travail. Pour une longue portée, la tension s'effectue au tire-fort. Pour la progression, ne pas oublier les gants et les mousquetons de longe en acier.



Le câble procure une grande rigidité de l'équipement ; et rien n'empêche pour une main-courante de reprendre câble et corde dans des amarrages intermédiaires. il est alors conseillé, afin d'éviter l'écrasement de la corde, de la reprendre dans un mousqueton indépendant du câble.

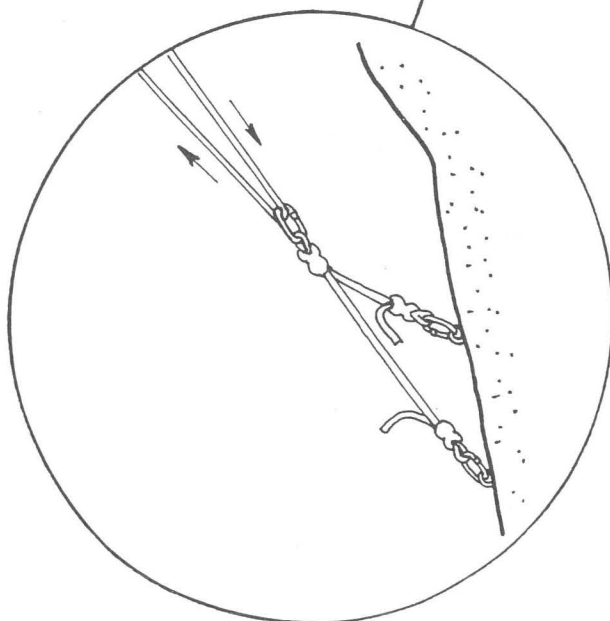
### 3.2. Travail en surplomb.

Il est souvent possible de tendre une corde ou un câble ancrés au sommet de la paroi et à la base du surplomb, et repris par des déviations intermédiaires. La corde d'équipement, fractionnée à la lèvre du surplomb, permet au technicien qui est longé très court, de progresser au plus près de la paroi surplombante.

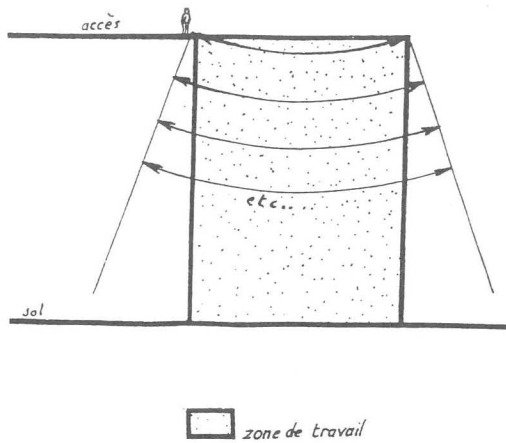


Une autre solution consiste à utiliser sa propre corde, et à effectuer un renvoi sur un amarrage solide à la base du surplomb.

Le technicien se tracte alors lui-même au brin renvoyé à l'aide d'un bloqueur en bout de longe.



### 3.3. Le pendule.



La technique du pendule permet au technicien, avec un équipement d'après des plus simples, d'accéder à une vaste surface de travail.

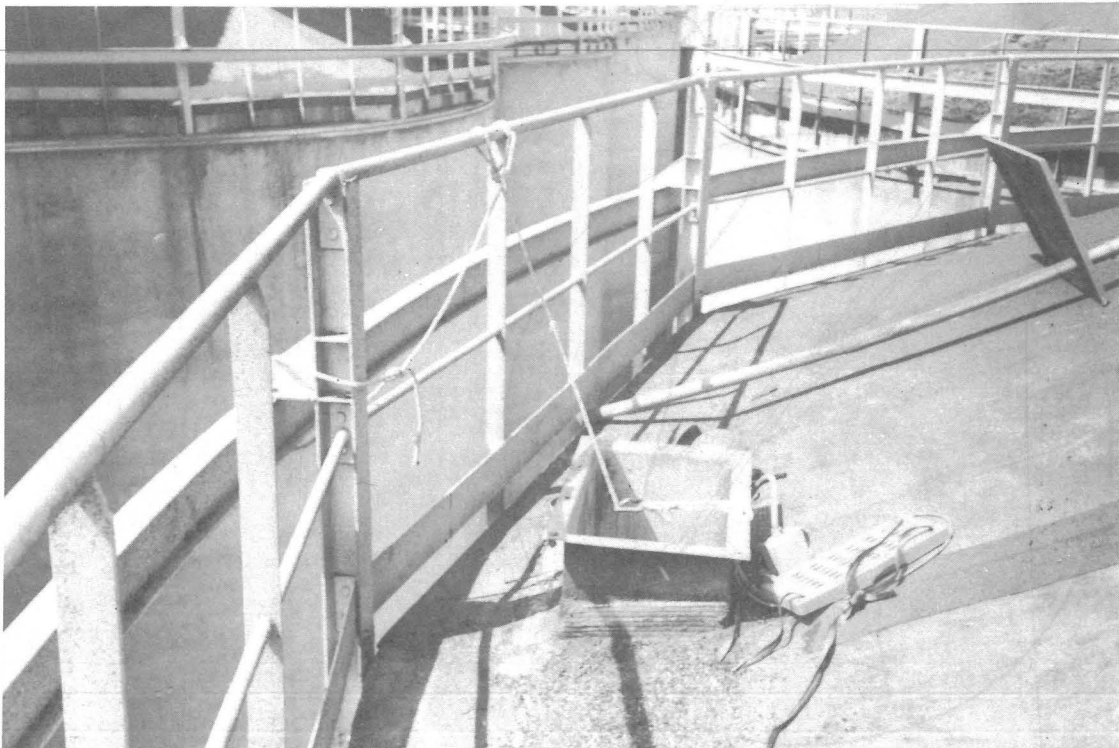
La zone de travail détermine l'amplitude du pendule; et donc l'emplacement idéal de l'amarrage, axe de rotation. Celui-ci sera placé plus haut que pour un équipement normal de descente.

Le "crochet goutte d'eau" relié au MAVC par une cordelette, est un objet qui rend souvent service dans les pendules. Sur bâtiment, il peut être remplacé par toutes sortes de crochets adaptés à la structure (fer à béton recourbé par exemple...).

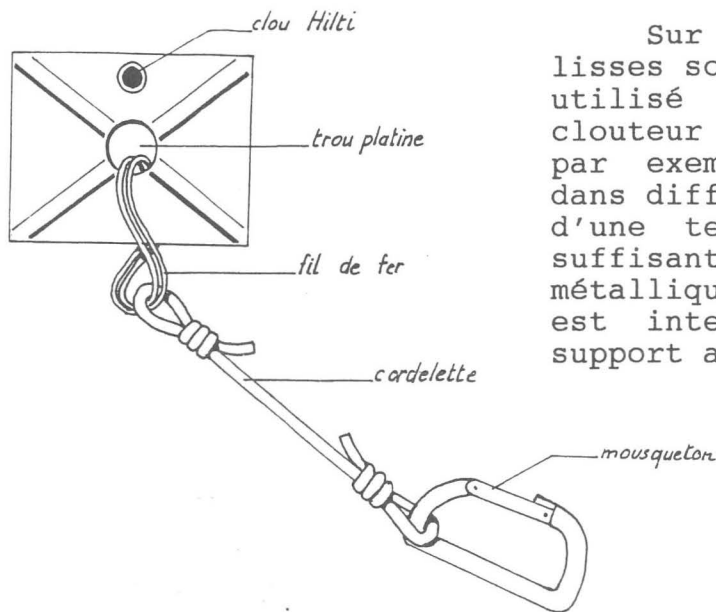
### 3.4. La déviation.

Sous terre, elle permet d'éviter un obstacle sur le trajet vers le bas du puits. Elle sert aussi à guider le spéléologue dans sa progression vers une lucarne aperçue dans un puits, loin de l'aplomb de la corde.

On retrouve ces deux fonctions dans les travaux acrobatiques ; mais le rôle de guide est plus fréquent du fait de la configuration des lieux et du but poursuivi: le poste de travail.



En falaise, toutes sortes d'amarrages naturels permettent de placer des déviations, il suffit de trouver des moyens de fixation. Nous nous sommes fabriqué une batterie de grosses cornières avec de la tôle galvanisée de récupération, qui conviennent à bon nombre de grosses fissures, après quelques coups de marteau. Percées d'un trou, elles permettent le passage d'un anneau de cordelette de 7 mm de diamètre.



Sur bâtiment, les parois lisses sont fréquentes. Nous avons utilisé avec succès le pistolet clouteur à amorce (DX 450 HILTI, par exemple) qui permet de planter dans différents supports des clous d'une tenue à l'arrachement bien suffisante. Une platine de bardage métallique percée d'un trou central est interposée entre le clou et le support au moment de la fixation.

Elle est assortie de plusieurs tours de fil de fer torsadés ensemble, et d'une cordelette munie d'un mousqueton, qui constitue une déviation très valable.

### 3.5. Amarrages artificiels.

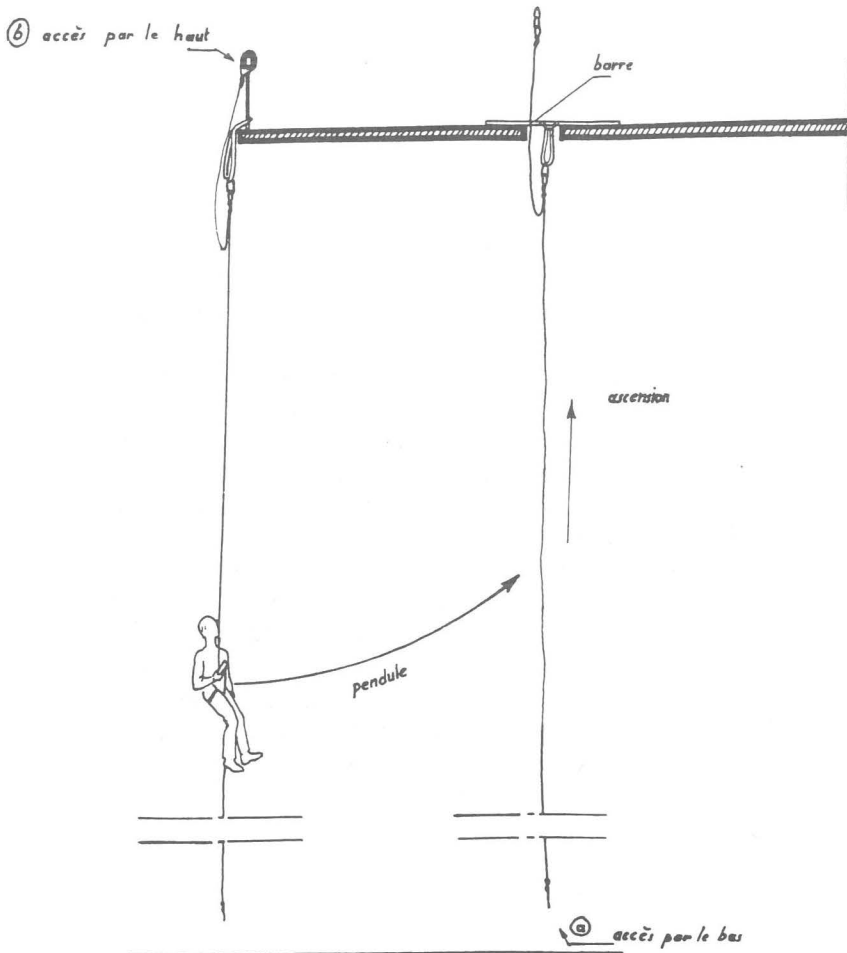
L'utilisation soit du secteur soit des accus, nous a permis de forer électriquement des trous d'un diamètre et d'une profondeur plus importants qu'avec un tamponnoir manuel classique.

- Dans les grès, calcaire, béton, nous utilisons les chevilles à expansion HILTI HSL. Longueur 10 cm, et diamètre de 12 à 14 mm. Nous ignorons la résistance de la tête des tiges filetées, mais nous n'avons jamais eu de cas de rupture. Les plaquettes classiques spéléo s'adaptent sur la tige filetée. Le tamponnoir est inutile : il suffit de taper sur la tête de la vis.

- Dans les bétons et calcaires plus durs, nous utilisons la cheville HILTI HKD à cône imperdable. Un tamponnoir est fourni pour l'expansion de la cheville, avec l'ensemble vis + plaquette qui s'adapte dessus.



### 3.6. Amarrage particulier : pied de biche ou barre.

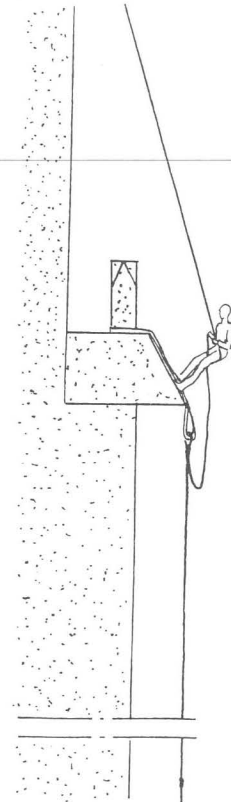


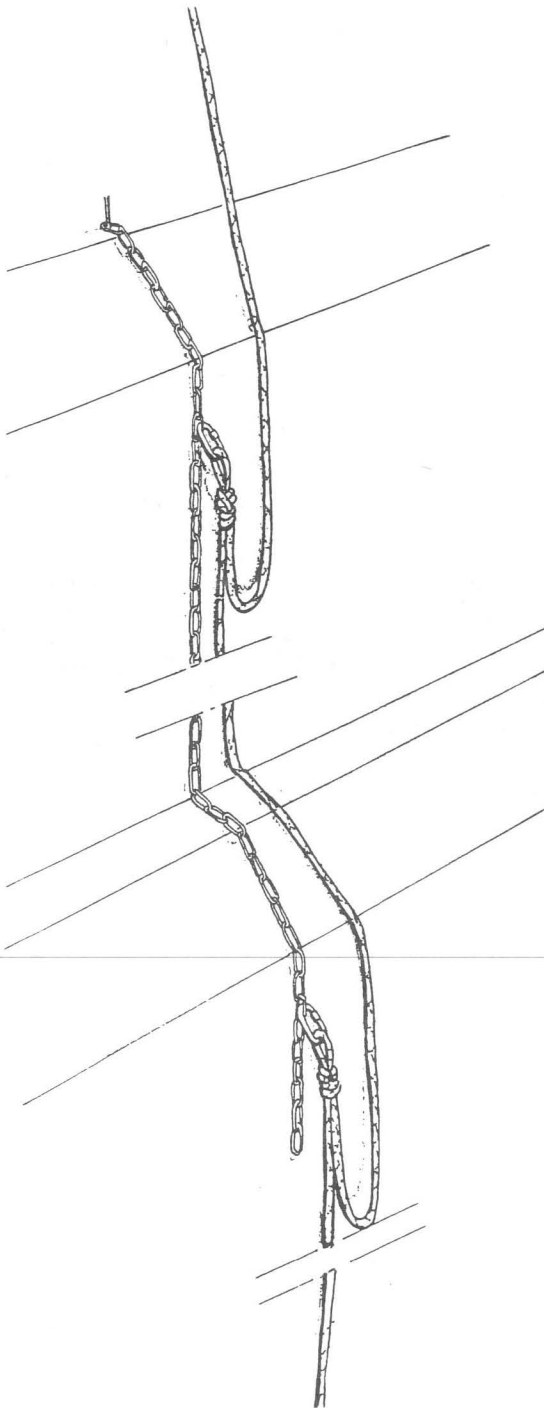
L'intérêt de cet équipement est de pouvoir atteindre par le bas un poste de travail difficilement accessible par le haut. En utilisant une barre de fer (pied de biche par exemple) coincée en travers d'un trou, on fractionne la corde depuis le haut en contrassurant au dessus. L'accès se fait soit par le haut (b) soit par le bas (a).

### 3.7. Fractionnements.

Il peut arriver, lorsqu'on doit réaliser un fractionnement sur une corde d'accès, de ne trouver aucun amarrage convenable, ou que le planté d'ancrage artificiel soit prohibé (monument, structure en verre...), ou encore rendu impossible par la qualité du support.

Une bonne solution consiste alors à utiliser un amarrage situé au-dessus de l'emplacement idéal du fractionnement, rallongé par une corde, une sangle ou même une élingue métallique, comme sur le schéma ci-contre.





Bien sûr ces fractionnements s'usent vite. Pour une mise en place de longue durée, il faut envisager d'autres solutions.

Nous avons pensé à utiliser des tronçons de chaîne métallique à maillons longs de 7 mm de diamètre. C'est un matériau quasi-inusable, sur lequel on peut fractionner, se longer, ou accrocher du matériel à tous les niveaux. De plus, la mise en place est instantanée.

L'inconvénient majeur est bien sûr le poids, interdisant à une personne d'en porter et d'en manipuler une longueur de plus de 6 mètres. On y remédie en tronçonnant cette chaîne en éléments ne dépassant pas 3 m, qu'on peut au besoin "rabouter" avec des maillons rapides en acier.

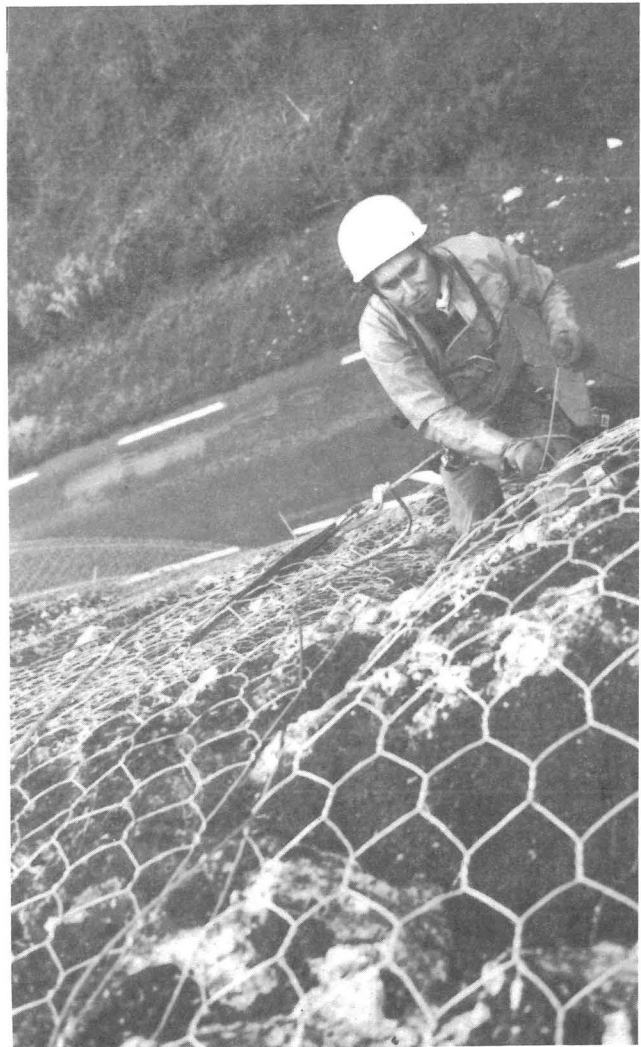
En cas de pendule, attention aussi à un éventuel écrasement de la corde par la chaîne.



Il est possible également d'utiliser des fractionnements sur du grillage de protection. Il s'agit du grillage à double torsion protégeant les voies de communication des éboulements. Ce grillage est conditionné en rouleaux constituant des bandes que l'on joint ensemble après les avoir déroulées in-situ.

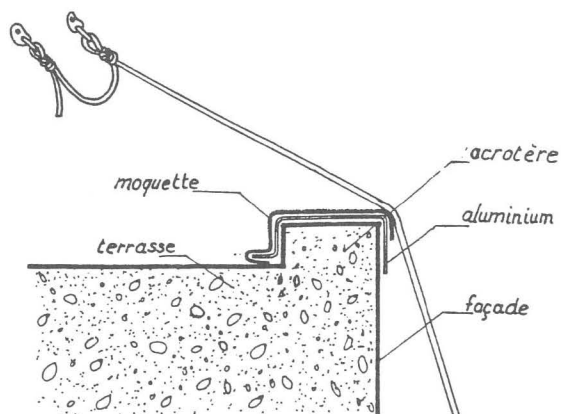
Lors du déroulement d'une bande de grillage depuis le haut, un équipier guide le rouleau en équipant directement sur la bande de grillage précédente déjà posée.

Si la morphologie de la paroi oblige à fractionner, l'amarrage se fait directement sur le grillage, soit avec un mousqueton acier à vis (risque d'ouverture du doigt sur une maille du grillage), soit mieux avec un anneau de sangle prenant plusieurs maillons ensemble.

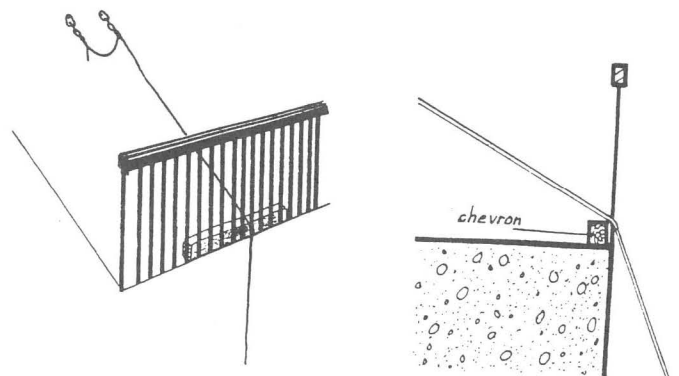


### 3.8. Protège-corde.

Il est souvent plus rapide d'utiliser un protège-corde plutôt que de chercher à fractionner ou dévier la corde. Ceux du commerce sont très utiles : rectangles de texair repliés sur la corde et maintenus par velcro. Un prussik relié au protège-corde l'empêche de glisser. On peut en fabriquer de toutes sortes, comme sur les schémas ci-dessous.



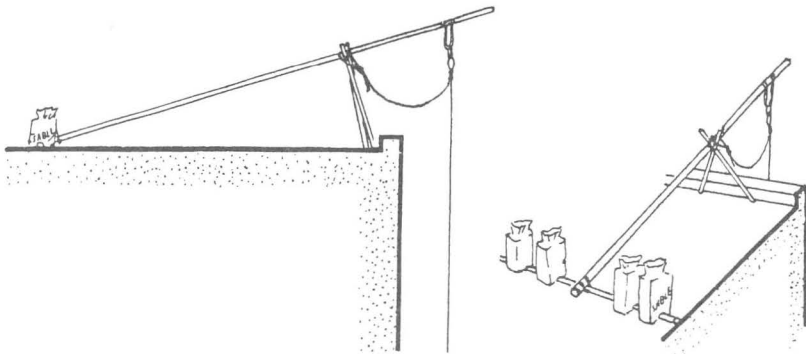
Plaque d'aluminium profilé sur l'acrotère d'une terrasse.



Chevron ou tube en acier lisse calé derrière une rembarde.

### 3.9. Chèvre pour terrasse d'immeuble.

Le client impose souvent au professionnel de ne pas planter d'ancrage sur le bâtiment ou encore de ne pas prendre appui sur l'acrotère bordant la terrasse.

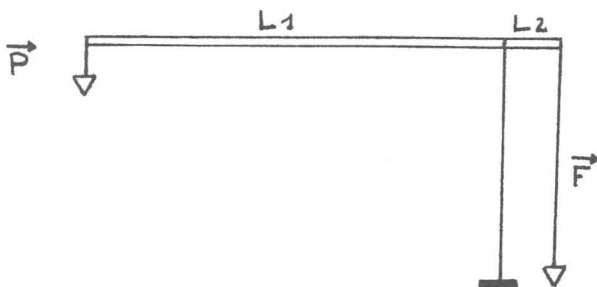


Nous avons confectionné une chèvre facilement transportable à deux personnes. Elle est assemblée sur place. Elle se constitue de tubes légers en acier de 50 mm de diamètre, reliés par colliers d'assemblage articulés pour échafaudages. 4 sacs de 25 kg de sable servent de contre-poids.

Si on assimile le point de liaison barre porteuse-croisillon à l'axe d'un mouvement de rotation, le moment de la force de traction maximale sur l'amarrage principal doit être inférieur au moment de la force résultant du contrepoids. Dans ce cas le bâtiment s'opposant à la rotation de l'ensemble, la chèvre est en équilibre. Il reste à déterminer précisément le seuil d'équilibre c'est à dire l'axe de rotation pour calculer la marge nécessaire (augmentation du bras de levier, ou du contrepoids). D'autre part la liaison croisillon-barre porteuse sera assurée par un collier d'assemblage, et le croisillon sera légèrement incliné vers l'arrière pour lui donner plus d'assise.

Dans la pratique, supposons une barre porteuse de 3 m, une force de traction maximale de 800 kgf, un contrepoids de 100 kgf.

On écrit :  $L_1 + L_2 = 3 \text{ m}$  ;  $F = 800 \text{ kgf}$  ;  $P = 100 \text{ kgf}$



Où se situe le croisillon sur la barre porteuse, pour que celle-ci soumise à des forces antagonistes soit en équilibre ?

On suppose la barre en équilibre,

on écrit alors :  $F \times L_2 = P \times L_1 \iff F / P = L_1 / L_2$

donc :  $L_1 / L_2 = 800 / 100 = 8 \iff L_1 = 8 L_2$

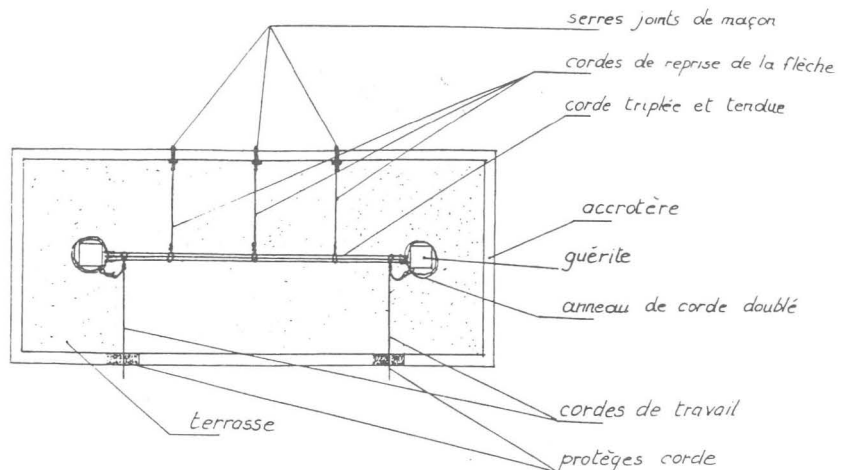
donc :  $L_1 + L_2 = 3 \text{ m} \iff 9 L_2 = 3$

$\iff L_2 = 3 / 9 \text{ m} = 0,33 \text{ m}$

### 3.10. Fractionnements baladeurs.

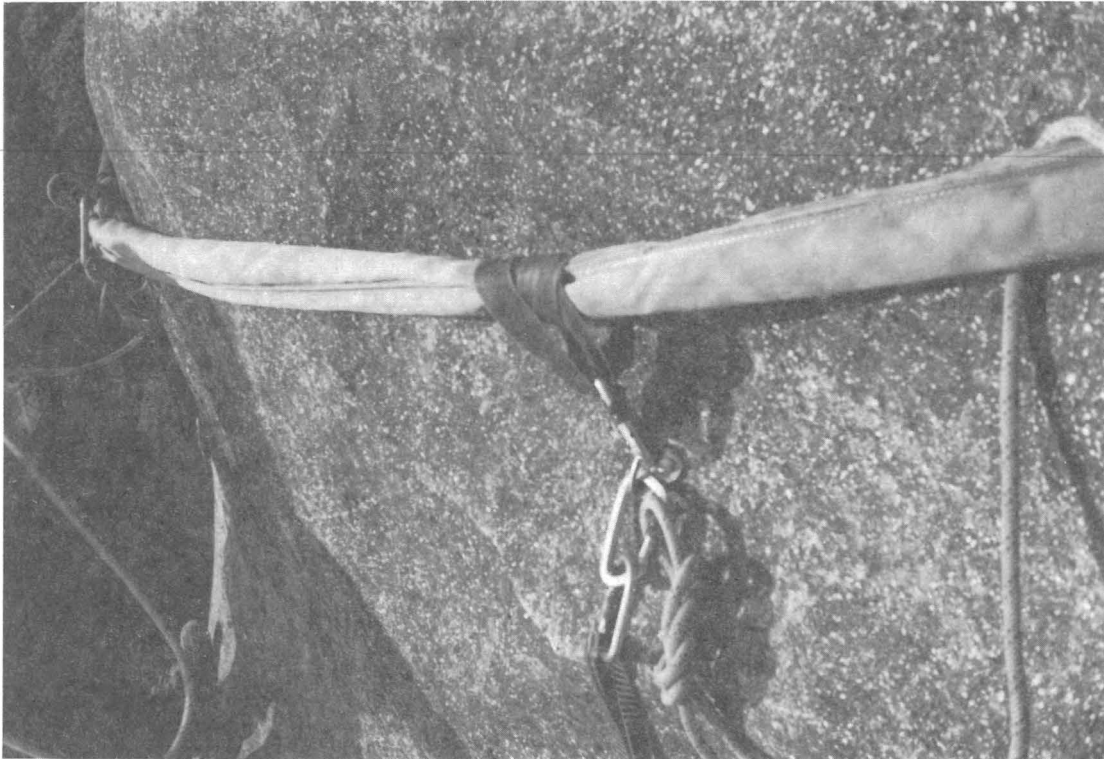
Entre des guérites sur une terrasse d'immeuble, ou des conduits de cheminée sur une toiture, on tend plusieurs cordes parallèlement à la surface de travail.

Puis on vient y fractionner les cordes d'accès par l'intermédiaire de prussiks sur les cordes sous tension. Ces prussiks évitent le coulisement des fractionnements sous le poids des techniciens et permettent un déplacement rapide des cordes de travail. Enfin, les cordes tendues sont maintenues par des cordes de reprise de flèche fixées sur l'acrotère de la façade opposée par des serre-joints de maçonnerie.



### 3.11. Amarrages sur bâtiments pointus.

#### 3.11.1 Amarrages coiffants.



Les édifices pointus permettent parfois la mise en place sur leur sommet de tels amarrages. Nous avons utilisé une sangle torique conçue pour le levage de lourdes charges. Elle est constituée d'un anneau de sangle tubulaire boudiné par un renfort intérieur, ce qui lui confère une résistance de plusieurs tonnes.

Convenablement installée, cette sangle est ensuite reliée à une série d'amarrages répartis sur le pourtour. Aucun risque de glissement de la sangle, qui sert d'amarrage commun à toutes les cordes de travail, ainsi que de main-courante.



### 3.11.2. Amarrages périphériques.

Si le bâtiment ne permet pas le coiffage, l'amarrage pourra être constitué d'un câble de 10 mm de diamètre, bouclé autour du sommet par des serre-câbles, et contrassurant une série de cordes fixes installées sur toutes les faces du bâtiment. Les amarrages principaux (chevilles HSL + plaquettes par exemple) sont reliés par une double main-courante circulaire. La liaison câble-amarrages principaux est assurée par des anneaux de sangles.

### 3.12. Accès aux voûtes.

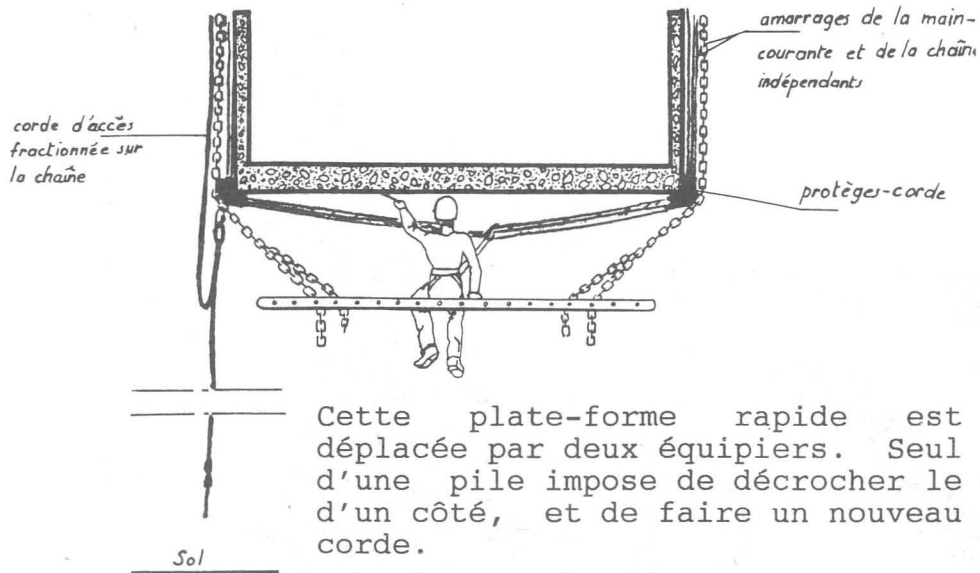
Plusieurs solutions sont envisageables en fonction de la configuration des lieux et du travail à effectuer. Pour simplifier, gardons pour les trois solutions présentées la voûte d'un pont comme terrain de manoeuvre exemplaire.

### 3.12.1. Plate-forme rapide : l'échelle métallique.

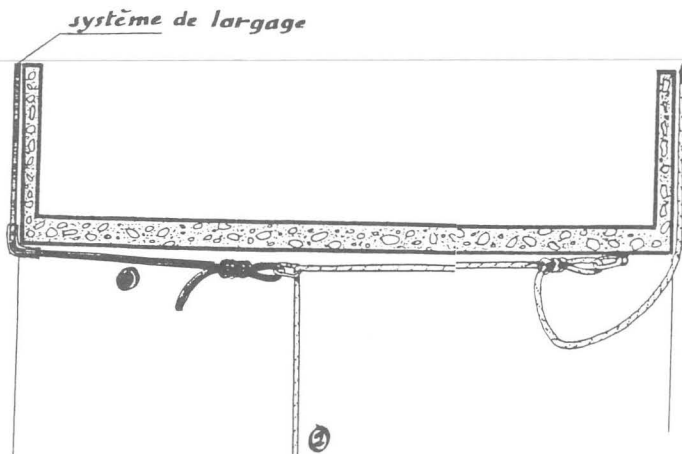
Elle nécessite deux équipiers pour une mise en place rapide, par lancer de corde.

Aux 4 extrémités de l'échelle, on attache des cordes amarrées sur le tablier du pont, ou mieux, des chaînes. Ces chaînes seront réglées au maillon près, de façon à disposer l'échelle horizontalement sous la voûte, et à permettre au technicien de travailler assis. D'un côté du pont, une corde d'accès sera fractionnée sur la chaîne. D'autre part, une main-courante doublée, amarrée indépendamment de l'échelle, permettra au technicien de s'auto-assurer à son poste de travail.

Pour plus de confort, on peut plancher cette échelle.



### 3.12.2. Le système "Gaëtan".



Ceci fait, B sur le pont règle la longueur de la corde 1 pour dévier la corde d'accès 2. A peut monter aux bloqueurs jusqu'au mousqueton. Par la suite, B peut larguer la corde 1 à la volonté de son collègue, qui peut ainsi se déplacer sous la voûte.

Mais ce système ne fonctionne que pour des tabliers de pont de largeur réduite. Sinon, il faudra soutenir la corde par des "guides" (chevilles plantées dans la voûte et mousqueton), ou chercher une autre solution.

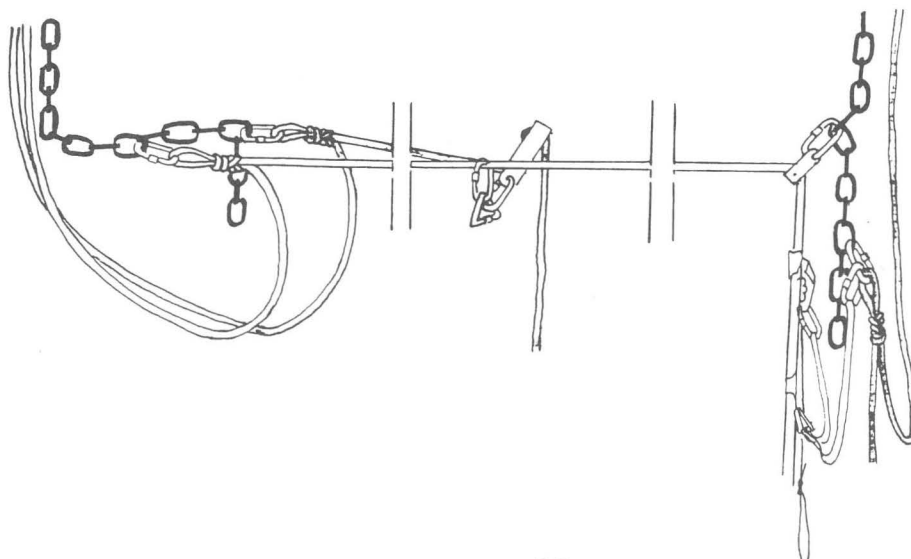
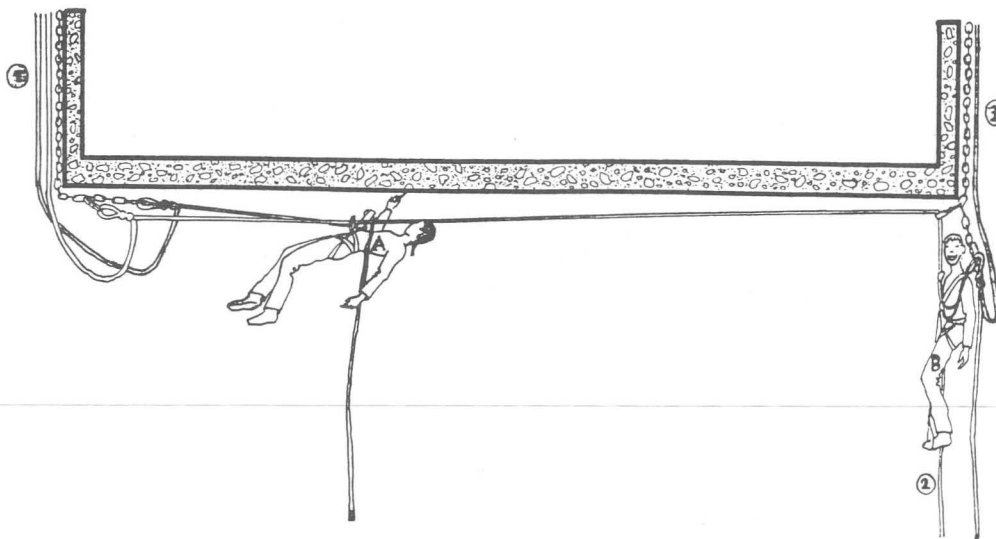
### 3.12.3. Système du contrepoids.

Il nécessite impérativement 2 techniciens (A et B). Chacun d'eux amarre de chaque côté du pont une chaîne et une corde d'accès fractionnée sur la chaîne, légèrement sous le seuil de la voûte (corde 1 pour A, et 3 pour B). A amarre de son côté une corde supplémentaire (2), fractionnée aussi sur la chaîne, descend se longer au fractionnement sur la corde 1, et lance la corde 2 à B.

B installe une poulie sur sa chaîne au ras de la voûte et y passe la corde 2, et se pend aux bloqueurs sur cette corde 2, en restant longé sur la corde 3.

A se trouve soulevé vers la voûte, et peut progresser le long de la corde 2 pour effectuer son travail, toujours relié à la corde 1 par son descendeur.

N.B. Il faut contrassurer la poulie impérativement, et utiliser de préférence des mousquetons qui s'ouvrent sous charge. Pour plus de confort, A peut installer ses étriers sur la corde 2 et y accrocher son torse ; B peut attendre sur sa planchette. A noter qu'on peut également travailler dans un plan vertical : il suffit à B de passer sur descendeur et laisser filer la corde.



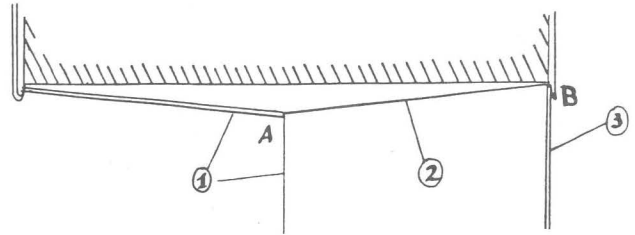
#### 4. SECOURS - RECHAPPE.

##### 4.1. Système du contreponds (voir chapitre 3.12).

##### 4.1.1. Cas où la largeur L de la voûte est inférieure à la hauteur H voûte-sol.

Nous avons vu A et B mettre en place une tyrolienne sous une voûte.

A est maintenant en poids sur la corde 2. B est en contreponds sur la corde 2 et longé sur la corde 3. Le problème posé à B est de remonter ou redescendre A, qui est inanimé.



Plusieurs cas peuvent se présenter suivant que A peut être descendu ou non, et qu'il a fait ou non une clé à son descendeur. Nous conseillons de toujours faire une clé ; en effet, en cas de rupture de la corde 2, A va penduler et filer sur la corde 1. S'il n'a pas le réflexe de freiner, il tombe au sol.

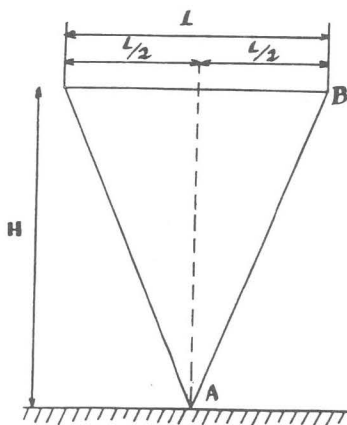
Nous allons étudier 4 hypothèses, à partir d'une largeur de voûte de 5 m pour une hauteur de 10 m.

1er cas : - A peut être descendu ;

- A n'a pas fait de clé sur son descendeur.

B installe son descendeur sur la corde 2, sous ses bloqueurs, et fait une conversion bloqueurs-descendeur. Ensuite, il fait descendre A jusqu'au sol. Il faut veiller à utiliser des cordes suffisamment longues lors de l'installation de la tyrolienne.

Voici le calcul des longueurs de corde théoriques. En situation finale, A est posé au sol.



En situation finale, on voit (A) arrivé au sol.

$$L_{\text{corde } \textcircled{1}} = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + H^2}$$

$$L_{\text{corde } \textcircled{2}} = 2\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + H^2}$$

$$L_{\text{corde } \textcircled{3}} = H$$

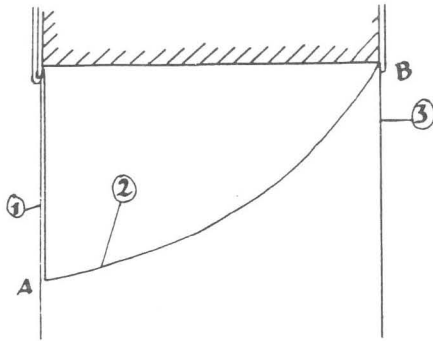
Exemple :  $H = 10\text{ m}$   $L = 5\text{ m}$

$$L_{c1} = \sqrt{\left(\frac{5}{2}\right)^2 + 10^2} = \sqrt{106,25} \approx 10,3\text{ m}$$

$$L_{c2} = 2\sqrt{106,25} \approx 20,6\text{ m}$$

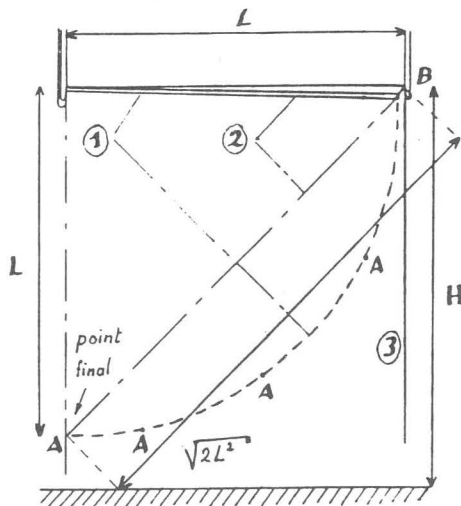
$$L_{c3} = 10\text{ m}$$

- 2ème cas : - A peut être descendu au sol.  
 - A a fait une clé de blocage sur son descendeur.



Même manoeuvre que précédemment : B fait descendre A ; celui-ci va finir par se retrouver en poids sur la corde 1.  
 B descend (ou remonte si c'est plus rapide) et rejoint A par la corde 1. Il libère la corde 2, puis effectue un dégagement classique vers le bas, très rapide car A est déjà sur son descendeur.

Pour le calcul des longueurs de corde, considérons le cas extrême où A a presque rejoint B.



$$\begin{aligned} L_{\text{corde 1}} &= H \\ L_{\text{corde 2}} &= H + \sqrt{2L^2} \\ L_{\text{corde 3}} &= H \end{aligned}$$

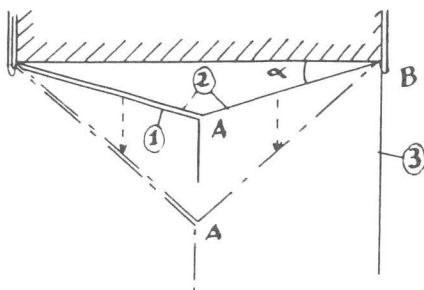
Exemple :  $H = 10 \text{ m}$   $L = 5 \text{ m}$

$$\begin{aligned} L_{c_1} &= 10 \text{ m} \\ L_{c_2} &= 10 + \sqrt{50} \approx 17,1 \text{ m} \\ L_{c_3} &= 10 \end{aligned}$$

- 3ème cas : - A ne peut pas être descendu ;  
 - A a fait une clé sur son descendeur.

B fait descendre A jusqu'à ce qu'il se trouve en poids sur la corde 1. B libère la corde 2 en ôtant sa poulie ; puis il remonte et effectue un dégagement vers le haut sur la corde 1 (balancier basque ou autre). Les longueurs de cordes sont identiques au second cas.

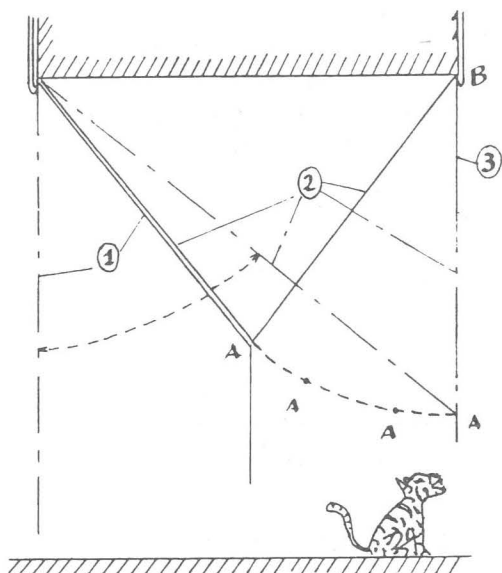
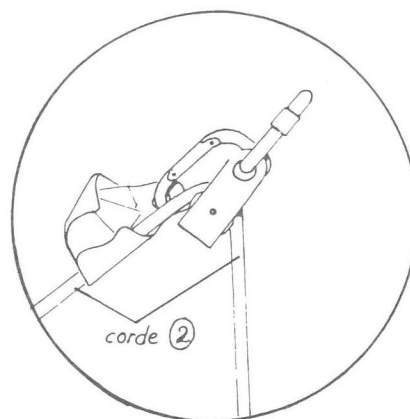
- 4ème cas : - A ne peut pas être descendu ;  
 - A n'a pas fait de clé sur son descendeur.



B fait descendre A au maximum, puis il bloque la corde avec son bloqueur supplémentaire, celui-ci étant placé avant la poulie.

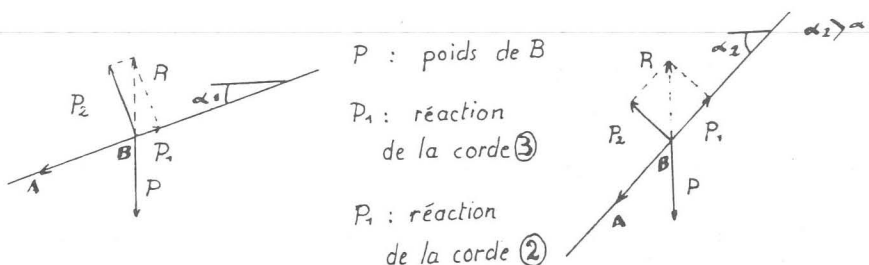


B descend sur la corde 3 en se longeant sur la corde 2 qui lui sert de guide. B attache A très court en dessous de lui avec la corde 3, puis libère A de son descendeur qui est placé sur la corde 1.



B remonte jusqu'au point de poulie, puis installe son descendeur sur la corde 2 pour faire descendre A. Celui-ci va être bloqué par la corde 3. Il va ensuite penduler jusqu'à l'aplomb de B. Il ne reste plus à B qu'à monter A en se servant de la corde 3.

N.B. Une petite explication relative au début de l'opération. Lorsque B redescend A "au maximum", l'angle alpha augmente. Par conséquent, la force exercée par B sur la corde 2 lors de sa descente diminue.

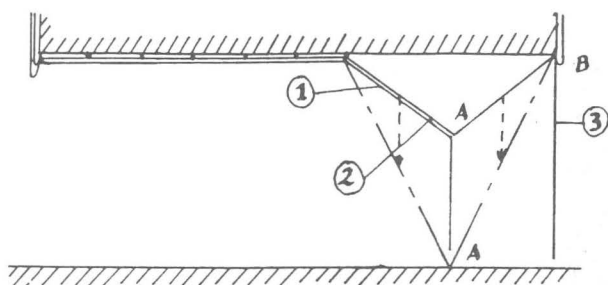


Cela est fait afin de diminuer les contraintes sur la corde 2, corde unique de tyrolienne supportant le poids de deux personnes. Attention néanmoins à ne pas descendre A trop bas s'il risque de heurter un obstacle en pendulant sur la corde 3.

4.1.2. Cas où la largeur L de la voûte est supérieure à la hauteur H voûte-sol.

Pour mettre en application la méthode du contrepoids, il est indispensable d'utiliser des ancrages intermédiaires servant de déviation, et d'y faire passer les cordes 1 et 2.

1er cas : A peut être descendu, et n'a pas fait de clé.  
Aucun problème : B fait descendre A comme au 1er cas précédent.



Longueur des cordes :

$$L_{c_1} = L - H + \sqrt{\left(\frac{H}{2}\right)^2 + H^2}$$

$$L_{c_2} = L - H + 2\sqrt{\left(\frac{H}{2}\right)^2 + H^2}$$

$$L_{c_3} = H$$

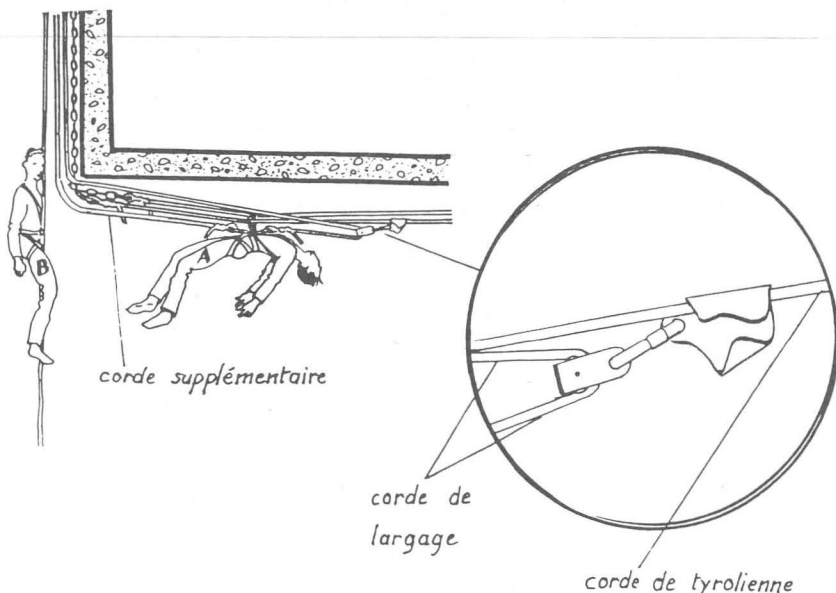
2ème cas : A peut être descendu, il a fait une clé.  
B procède comme au 2ème cas précédent. Mais les deux équipiers sont en poids sur la déviation, qui doit donc être solide.

3ème cas : Si A ne peut pas être descendu, il faut éviter cette méthode et mettre en place une tyrolienne.

4.2. Dégagement sur tyrolienne.

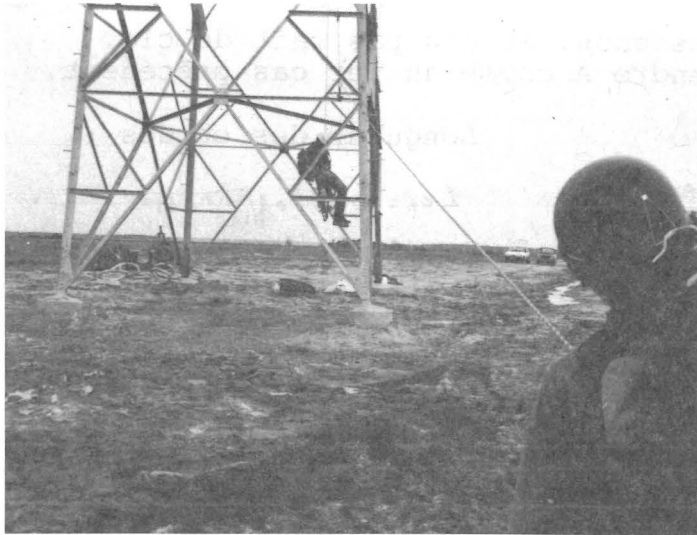
B rejoint A sur la tyrolienne et l'attache avec une corde supplémentaire. Puis il le tracte au plus près de l'extrémité de la tyrolienne. B amarre la corde supplémentaire au-dessus de lui.

Celle-ci va soutenir A quand B va couper les cordes de la tyrolienne. pour éviter à A un pendule brusque, B placera un bloqueur avec un mousqueton sur une des cordes de la tyrolienne. Il utilisera sa propre corde pour larguer A en douceur. Il faut donc prévoir un couteau dans le matériel. Lorsque les deux cordes de la tyrolienne sont coupées, B largue A. Celui-ci va venir à la verticale de la corde supplémentaire. Ensuite, B dégage A vers le bas.



4.3. Méthode de la corde tendue (voir chapitre 2.6).

4.3.1. 1er cas : chute du premier, second à terre.



Dès que le premier chute, le second se jette à terre, et le freinage se fait par frottement sur le sol. Une fois la chute stoppée, le second se relève, et fait redescendre le premier, par coulissement de la corde dans les mousquetons.

4.3.2. 2ème cas : chute du premier, second sur la structure.

Le second vient en butée sur la sangle la plus proche. Il double l'amarrage avec une sangle supplémentaire.

Il se longe, puis ôte un premier mousqueton de son encordement, qu'il accroche au double amarrage.

Il fait de même avec le deuxième mousqueton, puis descend sans assurance et va chercher du secours.



4.3.3. 3ème cas : chute du second, premier au sommet de la structure.



Le premier vient en butée sur la sangle la plus proche. Il double l'amarage puis se longe sur la corde qui va lui servir de guide à la descente. Ensuite, il ôte ses deux mousquetons d'encordement comme au deuxième cas, et les accroche au double amarrage. Le premier peut descendre jusqu'au second en restant longé sur la corde. Ensuite, la descente se fait sans assurance comme au deuxième cas.

4.3.4. Chute du second, le premier assure avec un descendeur en 8 depuis un relai.

En cas de chute de second, le premier bloque la corde, et confectionne un noeud de mule. Ensuite, il redescend lui-même comme au troisième cas afin d'aller chercher du secours.



Il est bien entendu que le but de ces manoeuvres est d'enrayer la chute. Le sauvetage sortant du cadre de cette étude n'a donc pas été envisagé.

