

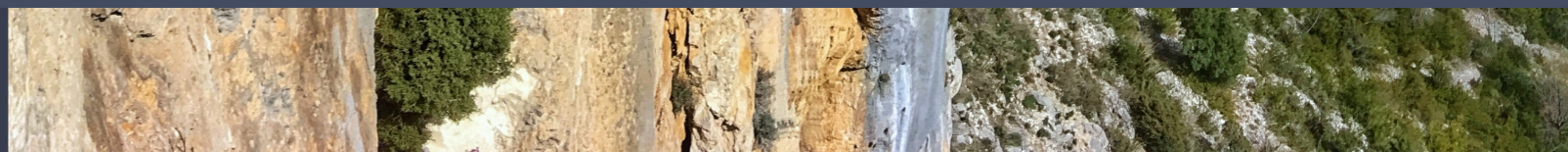


# LES FICHES PRATIQUES



N°2

UN PEU DE THÉORIE EN ESCALADE





# SOMMAIRE

## Les différentes notions physiques :

### I. L'effet poulie (p.3)

#### 1. Présentation

#### 2. C'est quoi l'effet poulie ?

#### 3. A quoi ça sert de le savoir ?

### II. Le facteur de chute (p.6)

#### 1. L'absorption de la corde

#### 2. Le facteur de chute

#### 3. A quoi ça sert de le savoir ?

### III. La Force de choc (p.11)

### IV. L'angle de triangulation

### V. Des liens utiles (vidéos,...)

En Escalade, il y a différents phénomènes et notions de physique qui entrent en jeu.

L'objectif de cette fiche est d'aborder ces différents phénomènes, afin de les comprendre, et d'adopter un bon comportement dans divers situations. **Chacune de ces notions peuvent avoir un impact important sur la résistance du matériel et sur la sécurité du grimpeur....**

Ces notions sont, dans un premier temps , à comprendre pour passer le **Niveau 3** (*Je suis autonome au mur d'escalade*) de votre livret FFCAM



Elles sont par contre, à parfaitement intégrer et connaître par coeur, à partir du **Niveau 5 et +** (*Grimper en grande voie*) voir même avant !



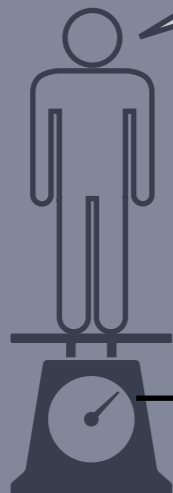
# I. L'EFFET POULIE

L'effet poulie est le premier phénomène physique à **comprendre** lorsque l'on pratique l'escalade.

Il explique tout simplement comment réagissent les forces, lorsque le grimpeur est pendu dans la corde.

*Pour comprendre facilement comment ce phénomène fonctionne nous allons prendre un exemple :*

Salut,  
je m'appelle Jean-Pierre.  
J'adore l'escalade et  
**je pèse 50kg**

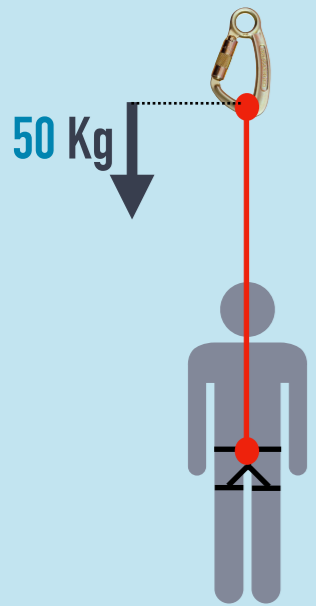


50 Kg





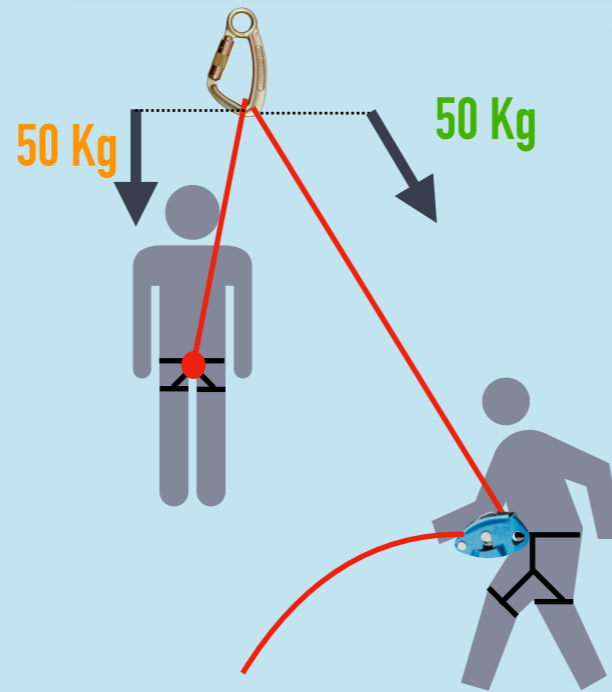
## Que ce passe t'il si on accroche Jean-pierre?



Si on accroche Jean-pierre au bout d'une corde,  
Un peu comme si il descendait tout seul en rappel, ou qu'il était tout simplement pendu *immobile* dans sa longe.

Il applique une force de **50 Kg** dans le mousqueton.

## Mais que ce passe t-il si c'est quelqu'un qui le retient?



Si cette fois Jean-Pierre est retenu par quelqu'un,  
Un peu comme si c'était un assureur qui le retenait, pendant qu'il fait de l'escalade.

Il y a **2 Forces qui s'appliquent.**

La force de Jean-Pierre + La force de son assureur qui fait contrepois

Soit environ :

**50 Kg + 50 kg = 100 Kg** dans le mousqueton

## CE QU'IL FAUT SAVOIR EN RÉALITÉ :

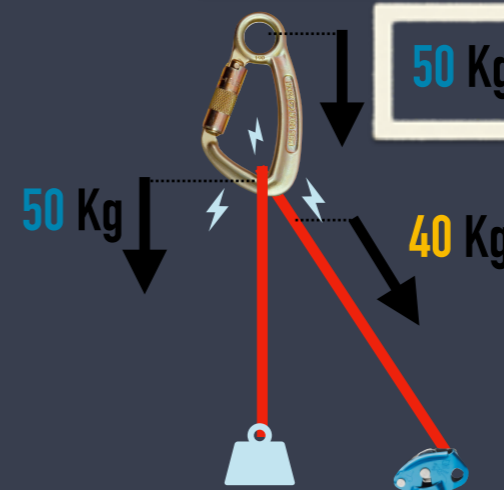
Dans mon exemple, *on ne prend pas en compte les frottements* :



En effet, le mousqueton - *grâce aux frottements* - absorbe une partie de l'énergie, et donc le poids de l'assureur

C'est notamment ce qui explique pourquoi il est possible d'assurer quelqu'un *d'un peu plus lourd* que soi.

*Ces frottements peuvent varier en fonction :*  
De la corde utilisée (diamètre, état,...), du maillon ou du mousqueton dans lequel passe la corde, de si le grimpeur chute ou non,...



**50 Kg + 40 kg = 90 Kg**

Mais on peut estimer que le mousqueton subit, lors d'un assuage, *entre 1,6 et 1,9 fois le poids du grimpeur*



# OK, MAIS ÇA SERT À QUOI DE SAVOIR ÇA?

**L'effet poulie est un des principes de base de la physique en escalade.**

Grâce à lui on pourra comprendre d'autres notions importantes, mais en attendant, on pourra déjà en déduire facilement les choses suivantes :

**- La raison pour laquelle le matériel d'escalade a besoin d'être aussi résistant (pour rappel tout le matériel est normé pour résister à plus de 2 tonnes) :**

*Lors de la chute d'un grimpeur, celui-ci va prendre de l'énergie cinétique, et Jean-pierre n'appliquera malheureusement plus 50kg sur le mousqueton au bout de 6m de chute, mais environ 400kg rien que pour sa propre énergie, qu'il faudra alors additionner avec l'énergie retenue par celle de son assureur qui fait contrepoids...*

**- La raison pour laquelle je peux assurer quelqu'un de plus lourd que moi (dans une certaine mesure, évidemment...)**

*Et si la personne est trop lourde il me suffira alors de créer plus de frottements pour compenser son poids (comme avec le Ohm\* d'Edelrid)*

**- Ce qu'il faut faire si j'arrive sur un relai ou un point qui me paraît peu solide :**

*Pas besoin de solliciter ce mauvais point en se faisant prendre sec. Il vaudra par exemple mieux se vacher, (ou bien descendre en rappel si c'est un relai) pour ne pas ajouter le poids de mon assureur.*

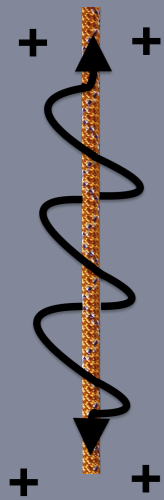




# II. LE FACTEUR DE CHUTE

**Le facteur de chute est une notion très importante à comprendre, quand on commence à grimper en tête**

Il explique les phénomènes qui entrent en jeu, lorsque un grimpeur tombe en escalade, et ainsi, le rôle que la corde et l'assureur prennent dans une telle situation.



La première chose à comprendre c'est que **les cordes d'escalade sont Dynamiques** (autrement dit elles sont élastiques)

Cela dépend évidemment de la corde utilisée, (du type de la corde (à simple, double,...) de son ancienneté, de la marque,...) mais en moyenne,

Si il y a la base **50m** de corde déployée

## L'ALLONGEMENT STATIQUE

Si le grimpeur est juste pendu dans sa corde :

La corde va s'étirer d'un peu moins de **10%**

Et finira par faire environ

**53m**



## L'ALLONGEMENT DYNAMIQUE

Si le grimpeur chute,

La corde va s'étirer d'un peu moins de **40%**

Et finira par faire environ

**65m**





# SI LES CORDES S'ALLONGENT, C'EST POUR ABSORBER UNE GRANDE PARTIE DE LA CHUTE DU GRIMPEUR.



Imaginons que Jean-Pierre fasse une chute de

5m

Si il est à 50m du sol, la corde va s'allonger d'environ 17m pour amortir sa chute



Si il est à 10m du sol, la corde va s'allonger d'environ 3m pour amortir sa chute



## ON IMAGINE FACILEMENT QUE LA CHUTE SERA PLUS « BRUTALE », SI IL Y A MOINS DE CORDE POUR AMORTIR SA CHUTE

## LE FACTEUR DE CHUTE, C'EST TOUT SIMPLEMENT ÇA...

Plus il y a de corde déployée pour nous amortir, et plus la chute sera « douce »

*Cela peut évidemment varier en fonction du type de corde (type, usure,...) de l'assurage (si la chute est dynamisée,...),...*

Mais cela peut aussi varier en fonction de la hauteur de la chute

*On imagine assez facilement que si Jean-Pierre tombe de 3m ou de 20m, le choc ne sera pas exactement le même...*

Et ça peut facilement le calculer :

$$F_c = \frac{\text{Hauteur de chute}}{\text{Nombre de mètres qui amortis la chute}}$$

Le **Facteur de chute** est égal à la **Hauteur de la chute**, divisée par le **nombre de mètre de corde déployée** pour nous amortir.





# ET DONC, PLUS LE FACTEUR DE CHUTE EST FAIBLE, MIEUX C'EST POUR LE GRIMPEUR :

Imaginons comme tout à l'heure que Jean-Pierre fasse une chute de **5m**

Si il est à

**50m**

Il y aura un **Facteur de chute**

**5m**

égal à :

**50m**



Fc = **0,1**

Si il est à

**7m**

Il y aura un **Facteur de chute**

**5m**

égal à :

**7m**



Fc = **0,7**

**AU DESSUS D'UN FACTEUR DE CHUTE = À 1, LA CHUTE COMMENCE À ÊTRE « VIOLENTE » ET DONC MAUVAISE POUR LE MATÉRIEL ET POUR LE GRIMPEUR**



OK, MAIS ÇA SERT À QUOI DE SAVOIR ÇA?



LE FACTEUR DE CHUTE EST UNE NOTION PRIMORDIALE À CONNAITRE. IL EXPLIQUE LES FACTEURS ET LES CONSÉQUENCES D'UNE CHUTE EN ESCALADE

Et ce, même si en y réfléchissant 2 secondes, ça ne change pas grand chose si on fait uniquement de la salle ou de la falaise...

Et oui, on a dit que le facteur de chute est **problématique** au dessus d'un facteur 1

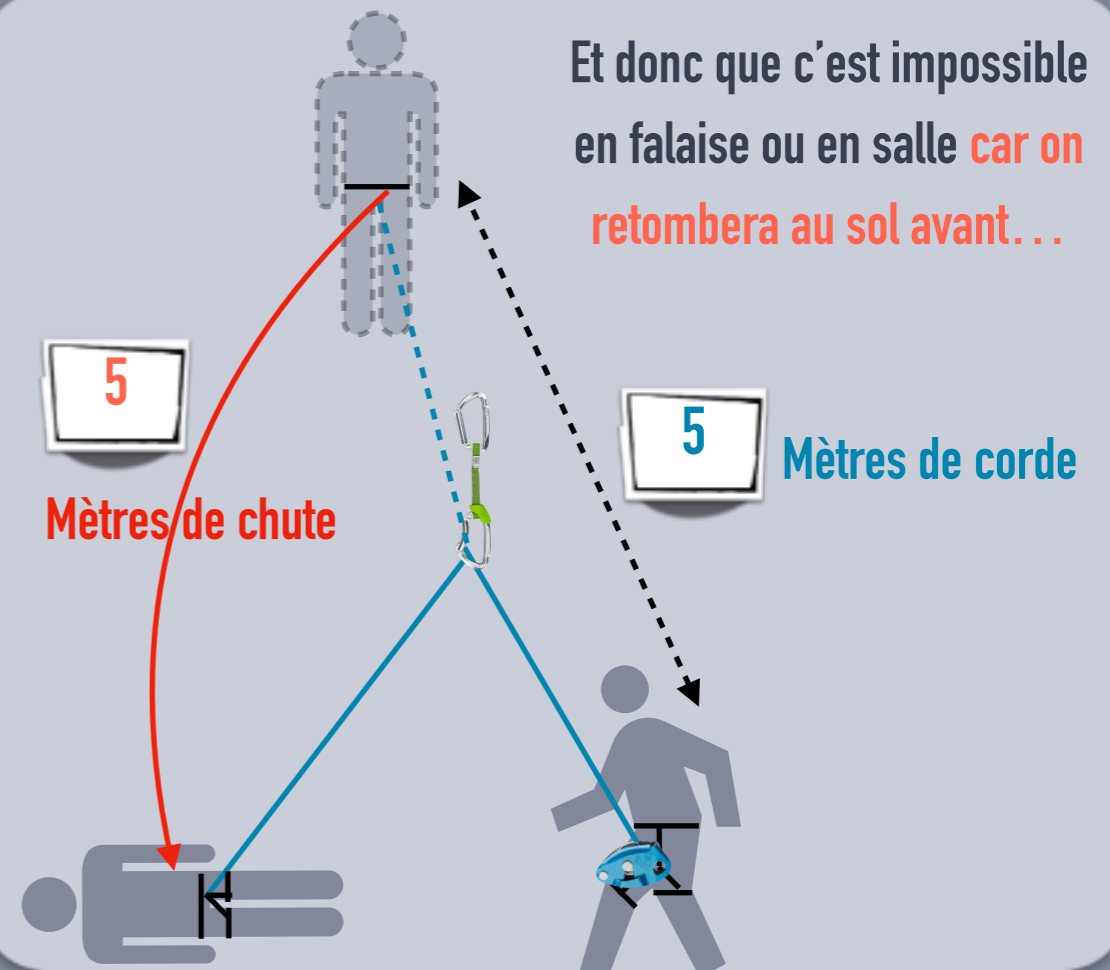
Hors on a compris que pour atteindre :

$$F_c = 1$$

Cela signifie faire autant de **mètre de chute**, qu'il y a de **corde pour nous amortir**

Par exemple :

$$F_c = \frac{5 \text{ Mètres de chute}}{5 \text{ Mètres de corde}}$$





# ALORS DU COUP ÇA SERT À QUOI DE SAVOIR ÇA !?

Et bin malgré tout à plein de trucs !

LA SEULE FAÇON DE FAIRE UN FACTEUR DE CHUTE SUPÉRIEUR À 1, SIGNIFIE TOMBER PLUS BAS QUE SON ASSUREUR.

ET ÇA, C'EST PAS POSSIBLE EN FALAISE OU EN SALLE, C'EST POSSIBLE QUE EN GRANDE VOIE...

**Plus on est haut dans une voie en falaise, moins la chute sera « violente »**

C'est contre intuitif, car plus on est haut, plus le vide nous impressionne, donc plus on a peur... Pourtant la chute au sol devient impossible et le facteur de chute devient très faible... Une bonne raison d'avoir moins peur!



**On comprend pourquoi il ne faut pas utiliser n'importe quelle longe**

Certaines personnes se longent avec une sangle. Hors c'est méga-super-dangereux : Les sangles (variable en fonction du modèle : dynema, nylon,...) peuvent exploser à partir d'un facteur 1 (voir moins pour certaines !). Ça signifie que si vous êtes longé à une sangle, et que vous faites 60cm de chute (si vous avez le baudrier au niveau du relai au moment de la chute), la sangle peut exploser. Certains font même un noeud au milieu de la sangle. Très mauvaise idée : ça divise la résistance de la sangle par 2...



**La via-Ferrata c'est plus dangereux que ce que l'on croit**

En via-ferrata on peut assez facilement faire 4-5m de chute, mais on a que 1m de longe pour nous retenir. Ça, ça fait facteur 5... C'est juste énorme! La chute y est donc complètement interdite, et on utilisera toujours un absorbeur de choc (longe spéciale via-ferrata) pour amortir le choc si malheureusement ça devait arriver!

*L'idéal restant quand même de s'encorder*



**Ça permet de mieux comprendre les notices d'utilisations**

Vous vous êtes probablement jamais « amusé » à regarder la notice d'une corde, mais celles-ci sont annoncées à 7-8 chutes maximum! Oui, mais à un facteur 1,7... Autrement dit, facteur impossible à atteindre en falaise. Donc vous avez la marge !

**On comprend que, en grande voie, le moment le plus « dangereux, c'est au départ du relai**



Et oui, si on tombe et que l'on atterrit au même niveau que son assureur, c'est facteur 1, mais si on tombe plus bas, on passe à + de 1 (jusqu'à un maximum de  $F_c = 2$ ). Donc on est très vigilant en début de longueur ou alors, si c'est possible, on fait descendre un peu l'assureur pour rajouter de la corde pour réduire le facteur de chute



# III. LA FORCE DE CHOC

Maintenant qu'on a compris le facteur de chute, il ne reste plus qu'à voir la dernière notion importante :  
**la force de choc.**

Et c'est bien plus facile à comprendre !

*Jusqu'à maintenant je vous ai parlé de choc « doux », « violent », « brutale » après une chute. La force de choc, c'est tout simplement ça.*

**LA FORCE DE CHOC EST LA FORCE QUE SUBIT LE GRIMPEUR ET QU'EMMAGASINE LE MATÉRIEL, AU MOMENT OÙ LA CHUTE EST ARRÊTÉE PAR L'ASSUREUR**

Et du coup, plus la force de choc sera faible, plus votre grimpeur sera content !

En gros :

Une force de choc importante = choc brutale pour le grimpeur

Une force de choc faible = choc « doux pour le grimpeur





# LA FORCE DE CHOC DÉPENDRA DES FACTEUR SUIVANT :

## En premier : du facteur de chute

On ne va pas entrer dans les détails mathématiques car ça peut ressembler à ça :

$$F = Mg \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2RSe}{Mg}} \right)$$

Mais il faut comprendre que la Force de choc (exprimé en Newton), dépend en grande partie du Facteur de Chute

*Si vous avez bien compris, plus le facteur de chute est faible, plus la force de choc le sera aussi*

## De l'assurage

Vous en avez peut être déjà fait l'expérience, mais si l'assureur dynamise ou sèche (amorti ou bloc net) votre chute, on ne ressent pas du tout « l'atterrissage » de la même façon.

L'assureur a donc un rôle important à jouer sur la force de choc !

*Évidemment cela dépendra des circonstances : poids du grimpeur par rapport à l'assureur, si il faut dynamiser ou sécher en fonction de la zone d'atterrissage (près du sol ou d'une vire),....*

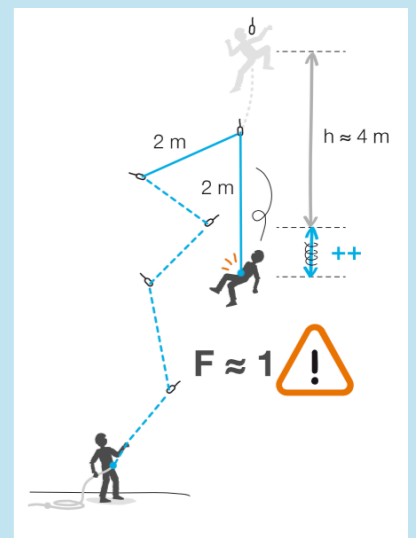
## Du matériel

Grimper avec une corde neuve / fine (9mm), ou une « vieille » corde / épaisse (10,5mm), modifie radicalement les effets sur l'assurage, et sur la manière dont sera amortie la chute du grimpeur et de la même façon : la force de choc.

Dans ces circonstances, il est important de connaître son matériel, et d'adapter celui-ci à son niveau de pratique. (Exemple : une corde très fine réduit certes la force choc, par contre il est beaucoup plus difficile d'assurer avec..., Ect)

## Des frottements

On en a pas parlé jusqu'à maintenant, mais plus il y a de frottements (dûs au rocher, ou à la corde qui fait plein de zigzague dans les dégaines (appelé alors « tirage »)) moins la corde pourra jouer de son élasticité et moins l'assureur pourra dynamiser. **Parfois même, cela augmentera de manière significative le facteur de chute** et donc la Force de Choc !



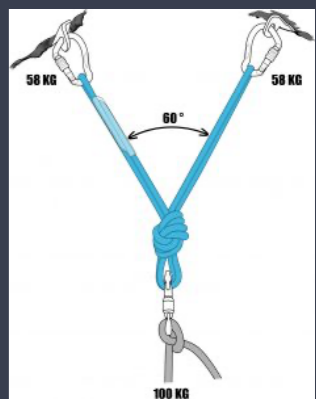


# IV. TRIANGULATION

Finis avec « l'étude des chutes de grimpeur » et parlons pour finir de la « triangulation des relais »

**EN GRANDE VOIE, LES RELAIS SONT DANS LA TRÈS GRANDE MAJORITÉ DES CAS NON RELIÉS (C'EST SIMPLEMENT DEUX POINTS, FIXÉS À QUELQUES DIZAINES DE CENTIMÈTRE L'UN DE L'AUTRE ) IL EST PAR CONSÉQUENT IMPORTANT DE LES RELIER.**

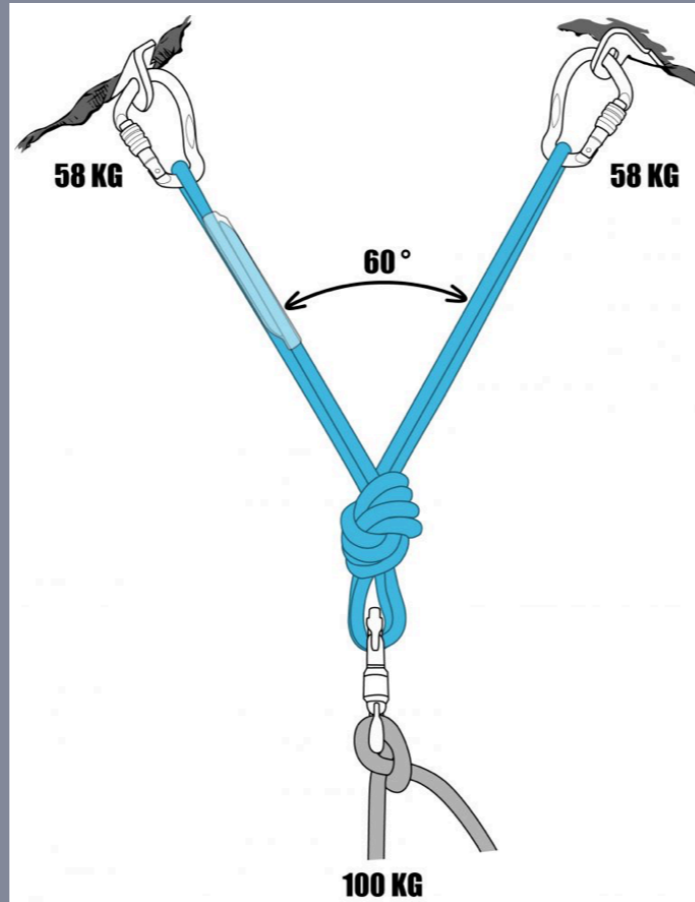
Pour cela l'idéal est de « trianguler les points », c'est à dire fixer une sangle ou idéalement un bout de corde sur chacun des points, et nouer celle ci afin de diviser les forces sur chacun des ancrages **comme sur ce schéma :**



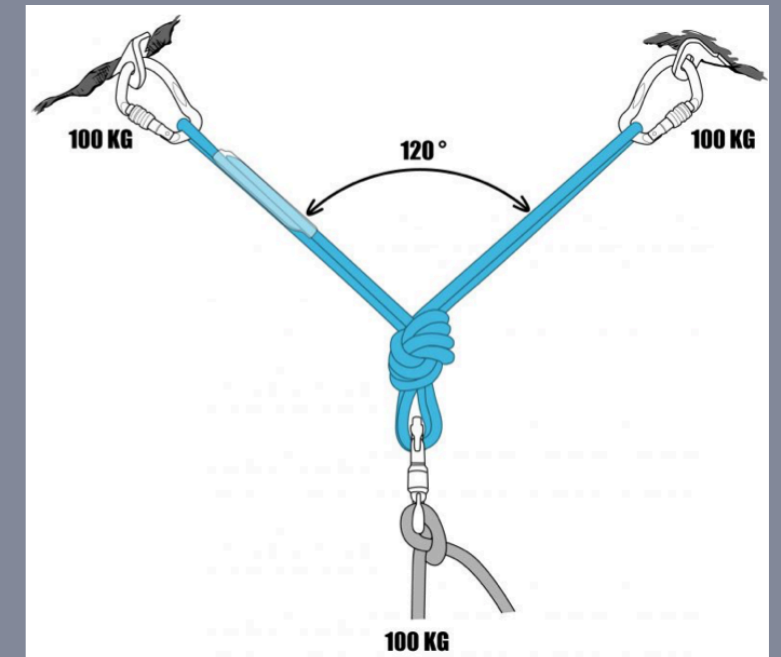
Hors un phénomène important entre en jeu : l'angle ainsi formé intervient directement dans la répartition des forces !



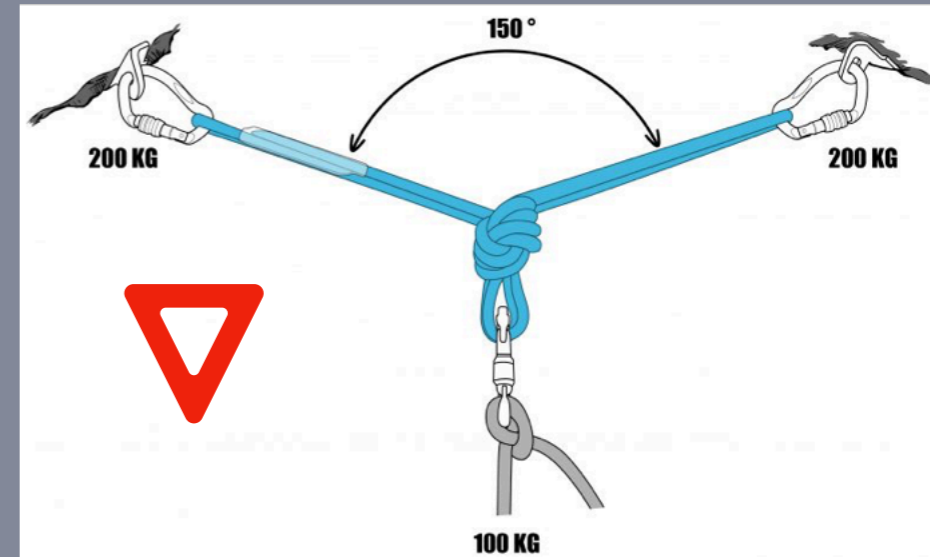
**AINSI, PLUS L'ANGLE FORMÉ EST GRAND, MOINS LES FORCES SONT RÉPARTIES ENTRE LES DEUX POINTS**



Angle à  $60^\circ$  : avec une charge de 100 kg on obtient 58 kg sur chacun des ancrages.



Avec un angle à  $120^\circ$  et une charge de 100 kg sur le point central, il n'y a plus de répartition mais 100 kg soit la totalité de la charge sur chaque point d'ancrage.



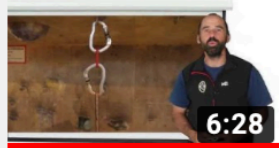
Avec un angle à  $150^\circ$  et une charge au point central toujours de 100 kg on reporte une charge doublée sur chacun des points d'ancrage, soit 200 kg sur chaque.

**IL EST AINSI IMPORTANT DE GARDER UN ANGLE INFÉRIEUR À  $120^\circ$  LORSQUE ON TRIANGULE DEUX POINTS !**





# V. LIENS UTILES



Physique et escalade

EmhmChamonix

6:28

[Quelques vidéos qui abordent les différents sujet](#)

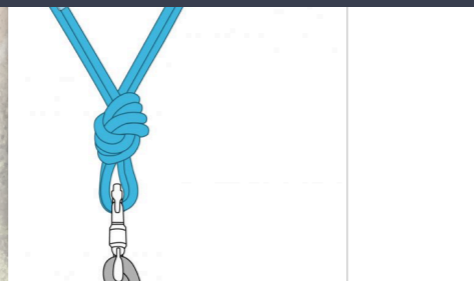


Quelle force s'exerce sur le r

C'est pas sorcier

Escalade 2:48

[Le site de Béal, qui explique parfaitement la triangulation des relais](#)

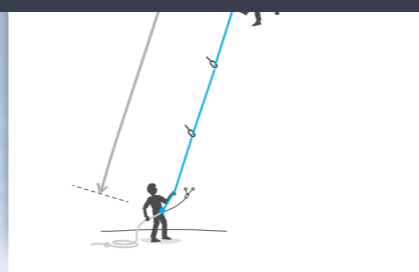


oc-normes).

facteur de chute théoriqu

le facteur de chute est souvent utilisé pour quanti  
est compris entre 0 et 2 en escalade.

[Petzl : des fiches biens faites sur le facteur de chute](#)



FACTEUR DE CHUTE ET LA FO

2

[Un calculateur de facteur de chute théorique en ligne](#)

in facteur de chute de 0.33 et une force de choc d

» FORCE D'IMPACT EN CAS DE CHUTE

Parlez-en!  

nt votre navigation sur notre site, vous acceptez

Le facteur de chute

Le facteur de chute c'est le rapport entre la hau  
 $R=H/L$

[Plus de détails sur les différents sujets](#)

[Ou ici](#)

CAS 2 :

La hauteur de chute étant toujours de 10m et le  
10m,  $R=10/10=1$  (la chute dans ce cas est un p

ssurage

chec...

CAS 3 :

La hauteur de chute étant encore de 10m et la  
5m,  $R=10/5=2$  (c'est le cas pire à éviter. De par  
le grimpeur).