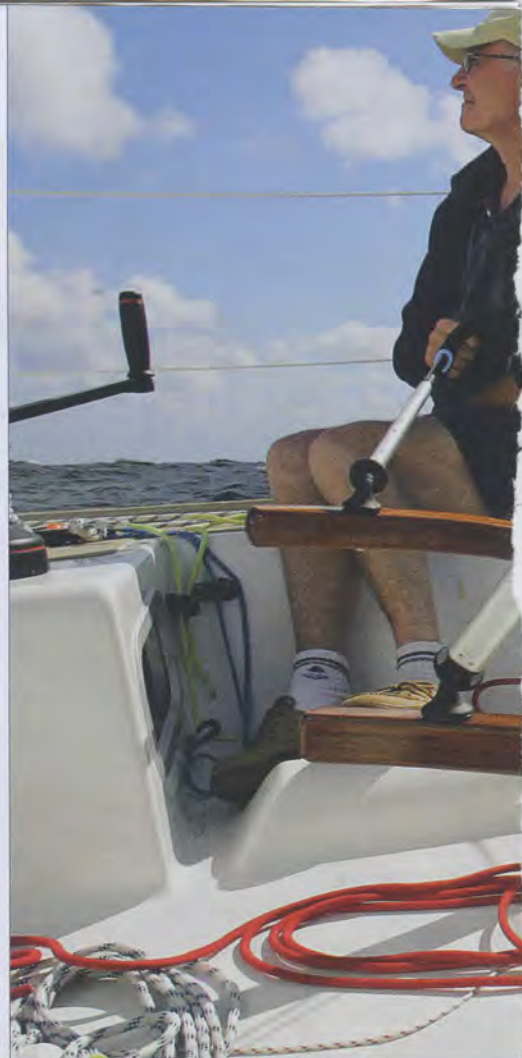


Tous les secrets du palan

Etudier l'anatomie d'un palan est essentiel pour calculer sa charge. Les dessins et les tableaux permettent de comprendre facilement la notion de démultiplication, les forces de frottements, les systèmes de cascades, etc. Vous avez toutes les clés pour monter des palans efficaces à la mesure des forces en présence !

Texte : Cécile Hoynant. Dessins : François Denis et Gaël Elgoët.



LA FORCE DEVELOPPEE

par un palan, c'est comme le problème de la baignoire qui fuit : on n'est jamais sûr du chiffre qu'on avance ! Construire un système de palans efficace et faire un choix intelligent parmi plusieurs montages n'est pas si compliqué. Pour y parvenir, il suffit de poser sur le papier les différentes solutions possibles en utilisant les outils adaptés. La méthode la plus simple et la plus rapide consiste à faire un schéma représentant l'anatomie du palan puis à se servir d'un tableau pour faire les calculs de la charge, du rendement, de la course, etc. L'expert en ficelles Julien Barnet (Ino-Rope) vous propose de démêler le problème à partir de cinq cas concrets : une drisse mouflée, un palan d'écoute de catamaran de sport, une cascade simple, une cascade triple et un pataras de Figaro 2. Pas de stress, le devoir n'est pas noté, inutile de loucher sur la copie du voisin (la calculatrice est autorisée) !



▲ La perte de charge liée aux frottements est d'environ 10% par réa pour les poulies à friction et de 5% pour les poulies à roulements à billes.

QUELLE EST LA CHARGE D'UN PALAN D'ECOUTE DE CATA DE SPORT ?

L'écoute de grand-voile d'un catamaran de sport est souvent montée sur un palan composé de deux poulies à quatre réas. C'est donc un palan à huit brins. La démultiplication de huit pour un (8:1) permet de multiplier la charge par huit (cf. Les mots pour le dire). Pour calculer la force ou la charge d'un palan, adoptons la convention suivante : la traction d'un cordage à une main par un équipier volontaire et normalement constitué permet de développer une force de 25 kg. La charge du palan est donc de 8×25 kg, soit 200 kg. Ne posez pas si vite votre stylo ! Ce résultat correspond à la « charge théorique » car il ne prend pas en compte les forces de frottement du cordage sur les réas. La friction entraîne une perte de charge d'environ 10% par réa pour les poulies à friction classiques (elle n'est que de 5% pour les poulies à roulements à billes). Pour que le calcul de la force développée par le palan soit réaliste, il est indispensable d'y intégrer les forces de frottement. Le plus simple est de construire un tableau. La charge à l'entrée du palan est de 25 kg. A la sortie du premier réa, la charge est de 22,5 kg. La perte de puissance liée à la friction est égale à 2,5 kg (10% de 25). La force développée à la sortie du palan est de 128 kg.



PALAN 8:1 CATA SPORT

Charge sortie réa 1	22,5 kg
Charge sortie réa 2	20,3 kg
Charge sortie réa 3	18,2 kg
Charge sortie réa 4	16,4 kg
Charge sortie réa 5	14,8 kg
Charge sortie réa 6	13,3 kg
Charge sortie réa 7	12 kg
Charge sortie réa 8	10,8 kg
Charge sortie palan	128 kg

Au-delà de six brins,
le rendement chute beaucoup...
La solution peut consister à
monter une cascade de palans.

QUELLE EST LA DEMULTIPLICATION D'UNE DRISSE MOUFLEE?

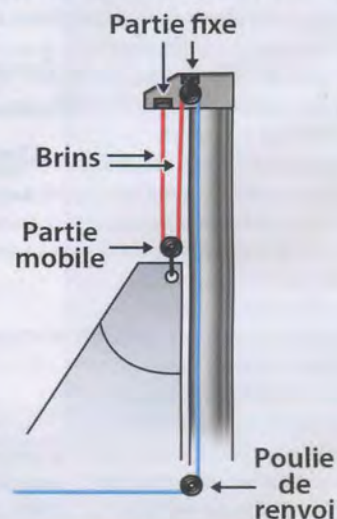


▲ Une drisse mouflée est un palan à deux brins dont la partie mobile est la tête de grand-voile.



▲ Inconvénient du système : une drisse deux fois plus longue à récupérer en pied de mât!

Drisse Mouflée (Palan 2:1)



▲ Attention, subtilité : la partie de la drisse qui circule dans le mât n'est pas un brin du palan.

Avant d'attaquer le problème, il faut comprendre l'énoncé. Pourquoi dit-on « mouflée » ? Hisser une drisse avec des moufles n'est guère pratique ! Moufle est en fait un synonyme de palan. Un brin de culture ne fait pas de mal, surtout quand on parle de palans. Pour connaître la démultiplication, il faut d'abord identifier la partie fixe et la partie mobile du palan. Cette étape permet de ne pas se tromper en comptant le nombre de brins (cf. lexique page suivante). Dans le cas de la drisse mouflée, la tête de grand-voile correspond à la partie mobile. La partie fixe correspond au point d'ancrage et à la poulie en tête de mât. Les brins sont représentés en rouge sur le dessin. Un premier brin circule entre le point d'ancrage sur la tête de mât et la poulie de tête. Un second part de la poulie de tête et remonte vers la poulie de pied de mât. Attention, il y a un piège : la section de cordage entre la poulie de tête de mât et la poulie en pied de mât n'est pas un brin ! La poulie en pied de mât ne fait pas partie du palan. C'est une poulie de renvoi dont la fonction est de dévier le cordage (retour de la drisse au piano). La drisse mouflée est donc un palan à deux brins : sa démultiplication est de deux pour un (2:1).

COMMENT AMELIORER LE RENDEMENT D'UN PALAN ?

Un palan d'écoute 8:1 de cata de sport offre un rendement très moyen : 64%. La perte de puissance par rapport à la charge théorique est de 72 kg, ce qui est énorme ! Les frottements entraînent une déformation du palan : celui-ci « vrille » car la répartition de la charge est trop déséquilibrée entre les huit brins. Et dans les petits airs, on a souvent du mal à choquer car la friction dans les réas « retient » la voile. Il est donc conseillé d'éviter de monter des palans à plus de six brins pour éviter ces désagréments. Pour améliorer le rendement en conservant la même démultiplication (8:1), il faut monter le palan en cascade (voir lexique). Une solution consiste à monter un palan à quatre brins (4:1), représenté en vert sur le dessin, sur une cascade (2:1), représentée en rouge. A démultiplication égale ($4:1 \times 2:1 = 8:1$), on obtient un palan à six brins et dont le rendement est meilleur. Le cordage passe dans moins de réas, ce qui permet de diminuer les forces de frottements. La charge à la sortie du palan 4:1 est égale à 77,4 kg. La poulie du palan 2:1 entraîne une perte de puissance supplémentaire de 10%. La charge à la sortie de la cascade est de 147 kg. Le rendement de cette cascade simple est donc de 73,5%, soit un gain de quasiment 10% par rapport au palan à huit brins.

RENDEMENT PALAN CATA SPORT

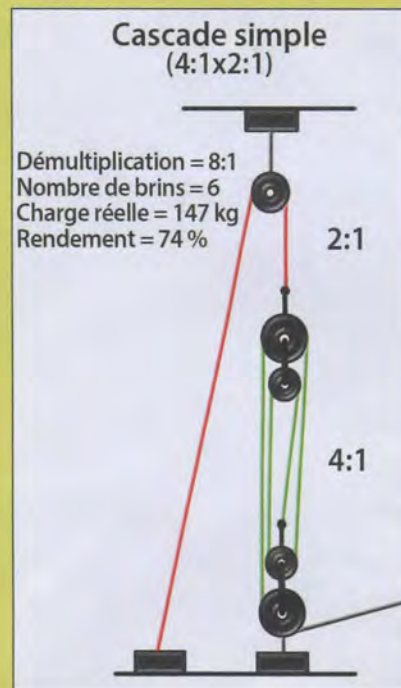
Charge théorique (8 x 25 kg)	200 kg
Charge réelle (avec frottements)	128 kg
Rendement	64%

RENDEMENT CASCADE SIMPLE

Charge théorique (8 x 25 kg)	200 kg
Charge réelle (avec frottements)	147 kg
Rendement	73,5%

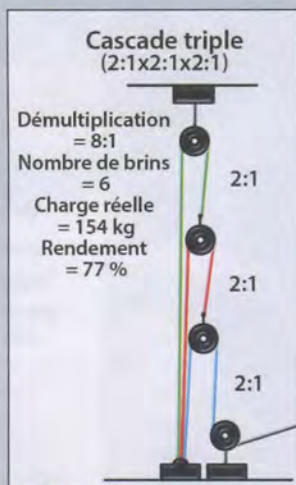
CASCADE SIMPLE (4:1 X 2:1)

Charge entrée palan (traction)	25 kg	
Charge sortie réa 1	22,5 kg	
Charge sortie réa 2	20,3 kg	
Charge sortie réa 3	18,2 kg	
Charge sortie réa 4	16,4 kg	
Charge sortie palan 4:1		77 kg
Charge sortie palan 2:1		70 kg
Charge sortie cascade		147 kg



QUEL EST LE RENDEMENT D'UNE CASCADE TRIPLE ?

Il est encore possible d'optimiser le rendement du palan. Il suffit de remplacer le palan à quatre brins par une cascade double, c'est-à-dire deux palans à deux brins montés l'un sur l'autre. On obtient ainsi une cascade triple (cf. Les mots pour le dire). Ce système de palans 2:1 superposés permet de conserver la même démultiplication ($2:1 \times 2:1 \times 2:1 = 8:1$). Le nombre de brins est équivalent (6) mais les frottements sont moins importants. La charge à la sortie de la cascade triple est de 154 kg pour un rendement de 77%. Pas mal non ?



▲ Trois palans à deux brins superposés forment une cascade triple.

CASCADE TRIPLE (2:1 X 2:1 X 2:1)

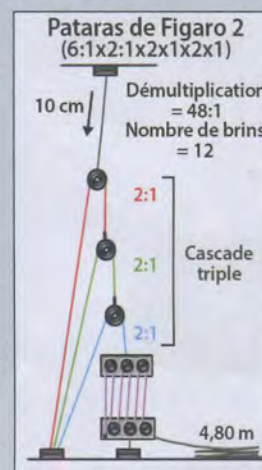
Charge entrée palan (traction)	25,0 kg		
Charge sortie réa 1	22,5 kg		
Charge sortie réa 2	20,3 kg		
Charge sortie palan 2:1		43 kg	
Charge sortie réa 3		38,5 kg	
Charge sortie cascade double			81 kg
Charge sortie réa 4			73,1 kg
Charge sortie cascade triple			154 kg

RENDEMENT CASCADE SIMPLE

Charge théorique (8 x 25 kg)	200 kg
Charge réelle (avec frottements)	154 kg
Rendement	77%

QUELLE EST LA COURSE DU PATARAS DE FIGARO 2 ?

La démultiplication permet d'augmenter la puissance dans la transmission d'un mouvement au détriment de la vitesse. C'est le même principe quand on grimpe une côte à vélo en utilisant les petites vitesses : il faut beaucoup mouliner pour gravir quelques mètres mais on a moins mal aux jambes ! Plus la démultiplication d'un palan est grande, plus la longueur de cordage à reprendre pour border est importante. Prenons un cas extrême mais très parlant : le pataras d'un Figaro 2. Ce dernier est composé d'une cascade triple montée sur un palan à six brins. Commençons par calculer la démultiplication : $6:1 \times 2:1 \times 2:1 \times 2:1 = 48$. La démultiplication est de 48 pour un (48:1) ! La force développée par le palan de pataras avec une traction de 25 kg est de 48×25 , soit 1 200 kg. Comme il s'agit d'un palan très puissant, sa course est très réduite (cf. Les mots pour le dire). Pour la calculer, il suffit de diviser 1 par 48 (la démultiplication est de 48:1) : quand on reprend un mètre de cordage, on tend le pataras de 2 cm. La course est donc de 4,80 m pour étarquer 10 cm de pataras !



PATARAS DE FIGARO 2 (48:1)

COURSE POUR DEMULTIPLICATION 48:1

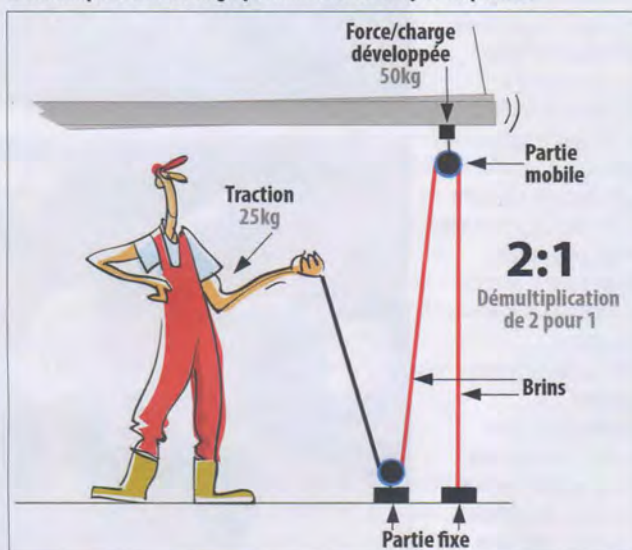
Longueur de pataras étarquée	Course
0,02	1,00 m
0,10	4,80 m



Premier point : ne bordez jamais avec les dents ! Deuxième point : pour éviter que le palan ne vrille, choisissez des poulies à billes.

Les mots pour le dire

PALAN : Le palan est un « appareil de levage utilisé pour déplacer verticalement une charge sur une course limitée ». A bord d'un voilier, le palan permet de démultiplier des forces pour faciliter les manœuvres. Il est composé d'un cordage (et non d'une corde !) et de poulies.



PARTIE FIXE : Un palan est composé d'une partie fixe et d'une partie mobile, chacune comportant une ou plusieurs poulies. La partie fixe est le point d'accroche du palan qui n'est pas en mouvement. La partie fixe d'un palan de hale-bas de bôme correspond au pied de mât.

PARTIE MOBILE : La partie mobile d'un palan est l'élément qu'on souhaite déplacer et sur lequel s'exerce la force. L'écoute de grand-voile ou le palan de hale-bas agissent sur la bôme par exemple.

BRIN : Un palan est composé au minimum de deux brins. Un brin est la section de cordage comprise entre la partie fixe et la partie mobile du palan. Le calcul de la force d'un palan prend en compte le nombre de brins qui le composent.

DEMULTIPLICATION : Un palan à deux brins permet de multiplier la force (ou la charge) développée par deux. Un palan à deux brins a donc une démultiplication de deux pour un (2:1). Un palan à quatre brins a une démultiplication de quatre pour un (4:1), un palan à six brins de six pour un (6:1) etc.

COURSE : Le palan est un système de démultiplication à course limitée. Lorsque la partie fixe et la partie mobile sont en butée (poulies contre poulies), le palan est en bout de course. La démultiplication et la course sont inversement proportionnelles. Dans le cas d'un palan 10:1, il faut reprendre 10 mètres de cordage pour déplacer l'objet de 1 mètre.

CASCADE : Une cascade est un palan à deux brins sur lequel est fixé un autre palan. Lorsque ce dernier a plus de deux brins, c'est une cascade simple. Un palan à deux brins monté sur un autre palan à deux brins est une cascade double. Trois palans à deux brins montés en cascade forment une cascade triple.

