

L'ART DE LA VRILLE



GLOSSAIRE

Vrillage et dévers

Un profil de voile a une forme hélicoïdale avec l'altitude : le vrillage correspond à la torsion donnée par le régleur pour que la chute de la voile s'ouvre progressivement vers le haut. Le dévers indique l'importance du déplacement de la chute sous le vent par rapport à la corde de la bordure.

Le profil des voiles étant modulable pour s'adapter à la force du vent et à l'état de la mer, le régleur dispose de plusieurs éléments pour modifier l'amplitude du creux et sa position, l'angle d'attaque du vent apparent et la forme du profil en altitude. Selon le vrillage et la puissance des voiles, la différence est conséquente en termes de vitesse et de cap... TEXTE DOMINIC BOURGEOIS, ILLUSTRATIONS CHARTY

La navigation à la voile est avant tout un compromis... Une adaptation permanente au vent et à la mer. Que ce soit en réglant les voiles ou en modifiant le cap (à la barre ou par le pilote automatique), l'objectif reste d'optimiser le rendement aérodynamique pour conserver une bonne vitesse, bien passer dans le clapot, suivre une route la plus courte possible et, surtout en croisière, maintenir un confort de navigation suffisant. Certes, si sur un voilier de course-croisière en régate le but est avant tout de devancer ses concurrents, une traversée en croisière est toujours plus agréable si le « moteur » est bien réglé. Pour ce faire, les voiliers ne dessinent pas leurs voiles de la même manière selon le programme de navigation : performantes et nombreuses à bord d'un racer, elles sont plus polyvalentes et plus simples à régler sur un croiseur. En croisière, le jeu de voile se résume à une grand-voile, un génois sur enrouleur et un spi asymétrique, parfois une trinquette et un gennaker. En course, on atteint rapidement dix, voire douze voiles !

Moduler la puissance

Les profils d'une voile (génois et grand-voile) sont en fait optimisés pour un angle d'attaque du vent réel compris entre 35° et 50° pour rester en écoulement laminaire. Ensuite, l'équipage doit déporter le profil en jouant sur le chariot de grand-voile et sur une extériorisation du point de

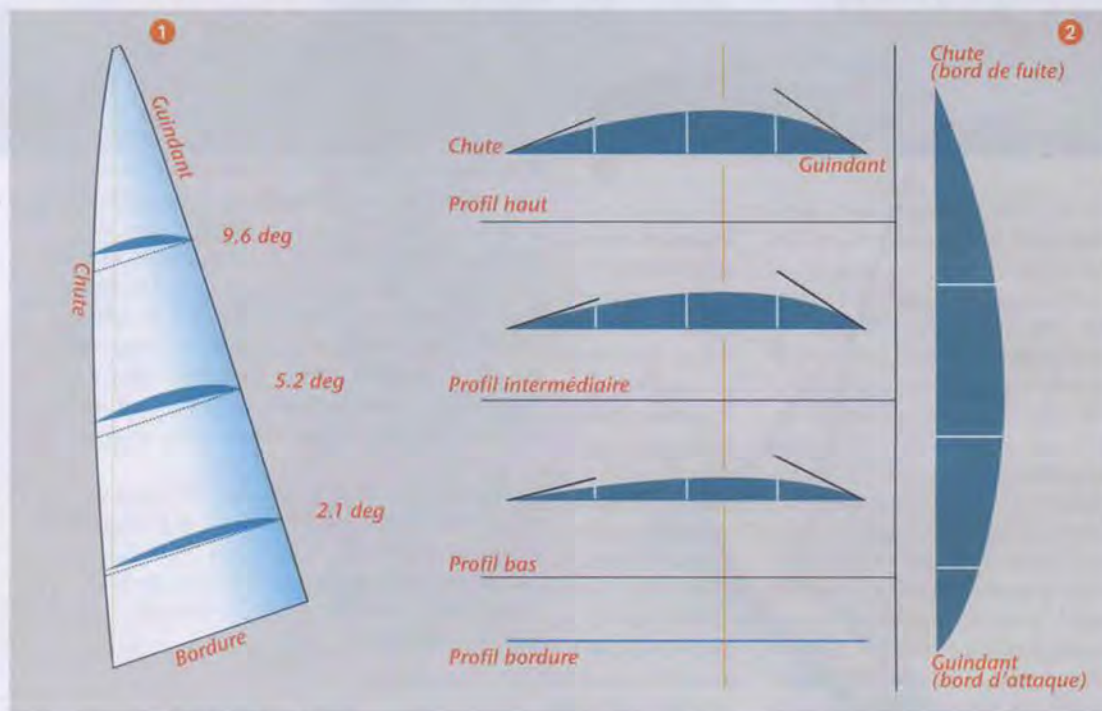
tire du génois par un barber-hauler : jusqu'à 80° à 90° du vent apparent, la voile peut encore être en écoulement majoritairement laminaire, mais après on passe en mode turbulent (voir Bateaux n° 622). Le creux, par sa position et son importance, est le modulateur de la puissance, mais il faut aussi que ce profil évolue avec l'altitude et soit adapté à la carène, au déplacement du bateau et à son plan de voilure. De même, il faut qu'il y ait un équilibre entre les formes de génois et de grand-voile pour prendre en compte l'interaction

de ces deux profils dans l'écoulement de l'air. C'est pourquoi le creux de la grand-voile est toujours plus reculé dans la partie basse qu'en altitude, où il s'avance. Surtout sur les gréements en tête avec un grand recouvrement de génois : il ne faut pas de creux en bas de la grand-voile parce que le génois renvoie l'air au niveau de la bôme.

Pour les parcours banane, les génois sont assez ronds d'attaque et plats en sortie parce que la capacité à pointer dans le vent est essentielle. Mais sur les bateaux typés océaniques, les >

1 Sur cette grand-voile, le logiciel permet d'apprécier l'importance du creux, le vrillage optimal et l'angle d'attaque du vent qui augmente avec l'altitude.

2 La voile est coupée en tranches pour définir les volumes, plus importants et plus reculés en haut, et le logiciel lisse les profils pour obtenir la forme globale de la voile.



**LE VRILLAGE EST LE MOYEN LE PLUS SIMPLE,
LE PLUS RAPIDE ET LE PLUS EFFICACE
POUR LIBÉRER LE SURCROÎT DE PUISSANCE**

De l'importance du vrillage

Vrillage et cambrure déterminent la puissance d'un profil de voile : selon la force du vent et l'état de la mer, ces deux paramètres jouent sur le rendement aérodynamique, donc sur la vitesse et le cap.



3 Les repères sur un profil sont : la corde de la voile (A-B), l'angle de débordement par rapport à l'axe du bateau (T), le creux du profil (C), l'angle de sortie de chute sur le bord de fuite, c'est-à-dire l'angle entre la tangente à la chute et l'axe du bateau (L)

3 Sur les gréements auriques comme celui de *Mariquita*, le gui déverse naturellement sous le vent pour vriller la chute.

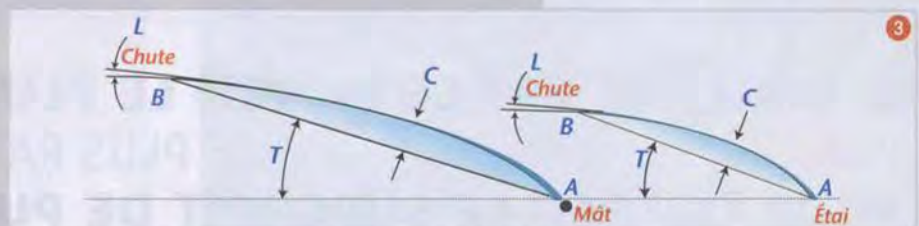


MARC DE TIENDA/DIPI

Sur les gréements auriques comme celui de *Mariquita*, le gui déverse naturellement sous le vent pour vriller la chute.

maîtres voiliers recherchent plutôt la polyvalence et choisissent donc des profils plus tolérants : les génois ne doivent pas trop vriller quand on choque les écoute, parce que lors des bords de débridé, il faut que le profil reste modérément creux aux positions médianes et se maintienne lorsque le régleur déborde le point de tire.

Sur un génois à enrouleur de croisière, les formes sont optimisées pour des vents moyens d'une quinzaine de nœuds : ce sont donc des profils avec peu de volume devant car, lors de l'enroulement, une voile creuse se transforme en sac... Les sorties de génois sont donc assez rondes parce que ce sont des bateaux plutôt lourds qui ont besoin de puissance, les équipages ne sont pas en permanence aux écoutes, le cap est moins fondamental. C'est pourquoi certains croiseurs de plus de 40 pieds ont des étais largables pour installer une tringlette : les génois sont alors conçus pour être ou totalement





Au large aussi, la tension de la chute de grand-voile est un élément déterminant pour le contrôle et la vitesse.

déroulés ou entièrement enroulés, et les profils sont plus performants avec des entrées un peu plus rondes et des sorties un peu plus plates. A noter que les tissus Dacron sont moins bloqués que sur des voiles de régate : le creux a donc tendance à reculer et à se creuser dans le temps.

Les éléments de réglage

Hors des écoute et des chariots de grand-voile et de génois qui permettent essentiellement de moduler l'angle d'incidence du vent apparent sur le profil, ce

dernier peut être aussi modifié par deux manœuvres courantes et deux éléments d'accastillage. La tension de drisse (et/ou le cunningham) fait en effet avancer le creux en diminuant son amplitude tandis que la tension de bordure aplatit la partie basse de la voile. D'autre part, le pataras permet non seulement de tendre l'étai, donc de diminuer et d'avancer le creux du génois, mais joue aussi sur le cintre du mât dans la partie haute en ouvrant la chute de la grand-voile. Enfin, le halebas de bôme tend la chute et, en compressant le mât au niveau du vit-de-mulet, contribue à cintrer l'espar dans sa partie basse : le creux de la grand-voile est ainsi diminué.

Sur les grand-voiles des bateaux performants, les régleurs peuvent jouer sur le cintre du mât avec le pataras et le rond de guindant est

ainsi plus important que sur les voiliers de croisière. De plus, avec les grand-voiles entièrement latées, qui deviennent majoritaires en croisière à partir d'une certaine taille, il ne faut pas trop de rond de guindant car le volume est donné par les lattes. Sur les voiles Kevlar ou carbone, les sorties de chute sont très droites car, quand le creux est avancé avec des sorties fines, la grand-voile a une capacité à vriller tout en étant tendue à la chute. L'équipage cherche plutôt à faire d'abord vriller le haut de la grand-voile au niveau de la latte forcée. D'autre part, sur un gréement fractionné, le génois participe à la régulation des filets d'air et, au niveau du capelage, il y a en permanence un tourbillon qui fait décrocher les voiles. Il est donc difficile de maintenir les écoulements sur l'extrados : en vrillant, ➤

**LES RÉGLAGES SONT DIFFÉRENTS
DANS LA MER FORMÉE:
IL FAUT DE LA PUISSANCE,
DONC DU CREUX**



JEAN-MARIE LIOT/DPPI

Dans la forte brise, ouvrir les chutes et aplatir les profils permet de tenir la toile même dans un grain.

on aide à ventiler cette partie haute qui s'autorégule plus facilement, sans perdre de puissance et la capacité à faire du cap.

Jouer sur le vrillage

Ainsi, la partie haute de la grand-voile sur un gréement fractionné doit avoir du creux, ce qui permet d'avoir de la puissance dans le médium : en souquant le pataras, la voile s'affine et la puissance se libère. Le meilleur rendement d'une voile étant toujours sur le tiers avant du profil, il faut essayer de lui

conserver une régularité sur le reste, donc rester tendu sur les sorties de chute. Ainsi, il ne faut pas que la latte du haut revienne au vent ! Quand on choque l'écoute, le creux avance et le point d'écoute a tendance à monter, donc la voile vrille. Et la partie basse d'une grand-voile étant dans les turbulences à cause d'un vortex de la circulation des écoulements, il vaut mieux être tendu de bordure dans le petit temps mais peu souqué sur la chute.

Ainsi, quand le vent est faible ou que la voile est envoyée sur une plage d'utilisation basse, il faut d'abord mollir de la drisse jusqu'à obtenir de légers plis

horizontaux le long du guindant : le creux recule ainsi pour donner plus de puissance et plus de tolérance. Au fur et à mesure que le vent monte, on tend la drisse pour bloquer le profil et pour avancer le volume. Au niveau du point d'écoute, le point de tire du génois ne doit pas être trop avancé afin de ne pas augmenter le creux et ouvrir la chute dans le petit temps. Quand le vent monte, il devient possible d'avancer le roller, puis, si cela force encore, il faut de nouveau reculer le chariot pour permettre de vriller la voile et libérer la puissance avant de changer de voile d'avant ou de rouler partiellement le génois.

Enfin, notons qu'en croisière, rouler le génois rend le profil moins performant et qu'il est souvent préférable de vriller la chute avant de prendre plusieurs tours ; en effet, il faut savoir que plus on prend de tours, plus le génois fait poche : le cap au près devient médiocre. Mais les régatiers le démontrent à chaque course : la même voile est réglée différemment selon l'équipage et le barreur, car certains apprécient de faire du cap, d'autres préfèrent la puissance ou la vitesse... Pour un même résultat à l'arrivée ! Parce qu'une voile est un profil souple tenu par trois points (écoute, amure, drisse), il est possible de moduler sa forme en 3D selon les desiderata des équipages. ↴

DANS LE PETIT TEMPS: APLATIR LA GRAND-VOILE, CREUSER LE GÉNOIS, VRILLER LES CHUTES...

*Remerciements à
Ronan Floch de la voilerie
Incidences de Lorient*



FREDERIC AUGENDE/DPPI

OBSERVER SES VOILES

Si la théorie nous éclaire sur l'importance des écoulements et l'optimisation de l'angle d'incidence d'une voile, en pratique il faut pouvoir visualiser ces effets. En plus de la girouette pour connaître la direction du vent apparent, penons, bandes et adhésifs facilitent les réglages. TEXTE DOMINIC BOURGEOIS

Il est impossible d'appréhender le vent sans indicateur. Le premier d'entre eux est la girouette qui, avec deux barrettes fixes angulées à 25°-30° par rapport à l'axe du bateau (selon les capacités du voilier à remonter au vent), permet déjà d'observer les variations du vent apparent. Mais pour ce qui est des écoulements, rien n'est plus efficace que des penons (ou faveurs) ou des brins de laine (de préférence effilochée pour ne pas coller au tissu). Manfred Curry, père de l'étude sur l'aérodynamisme de la voile (*L'Art de*

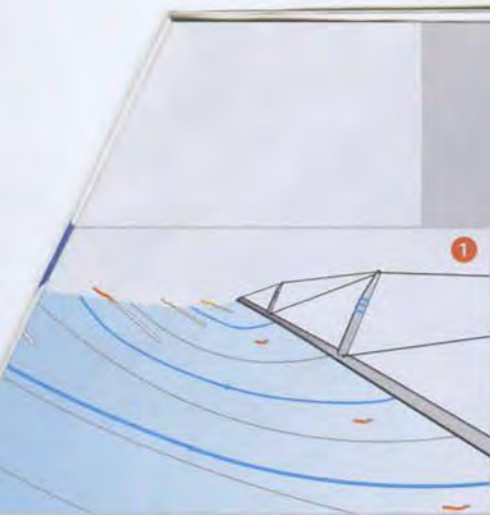
gagner des régates, 1925), et les chercheurs utilisant les souffleries, disposaient de colorants pour analyser les flux et installaient de multiples brins de laine pour visualiser les turbulences.

Sur un génois, il faut coller les brins de laine avec une pastille adhésive en Nylon à 20-30 cm du guindant, suffi-

samment loin des coutures pour ne pas qu'ils s'y accrochent : il est préférable de les décaler en hauteur sous le vent et au vent pour mieux les visualiser et choisir des pastilles et des laines vertes pour tribord, rouges pour bâbord. Le premier penon est positionné à deux trois mètres de hauteur, le second à la moitié de la longueur

du guindant, le troisième au dernier tiers de la longueur. Il en est de même pour la grand-voile, mais plutôt à 50 cm du guindant pour limiter les effets de perturbation du mât. Ces penons de guindant donnent une excellente indication de la fluidité de l'écoulement sur la voile : si la voile est bien réglée en altitude, les trois penons flottent

LES PENONS SUR LE GUINDANT DE GÉNOIS ET LA CHUTE DE GRAND-VOILE PERMETTENT DE VISUALISER LES ÉCOULEMENTS



1 REPÈRES DE GRAND-VOILE

Les faveurs derrière les lattes indiquent une chute régulière, légèrement ouverte (village de 5° environ). La grand-voile est bien réglée sur le guindant avec ses penons horizontaux. La bande de visualisation haute indique un creux de 8 % à 52 %, celle du milieu un creux de 6 % à 50 %, la bande basse un creux de 4 % à 48 % : c'est un réglage de mer plate dans du vent médium avec peu de clapot, le barreur privilégiant la vitesse au cap...



2 REPÈRES GÉNOIS

Les bandes de visualisation placées aux trois tiers de la voile permettent d'apprécier la répartition et la position du creux, le petit trait vertical indiquant la moitié de la section horizontale. Sur ce génois, la chute est bien réglée car les faveurs flottent horizontalement et le réglage est correct puisque les trois penons de guindant sont aussi horizontaux.

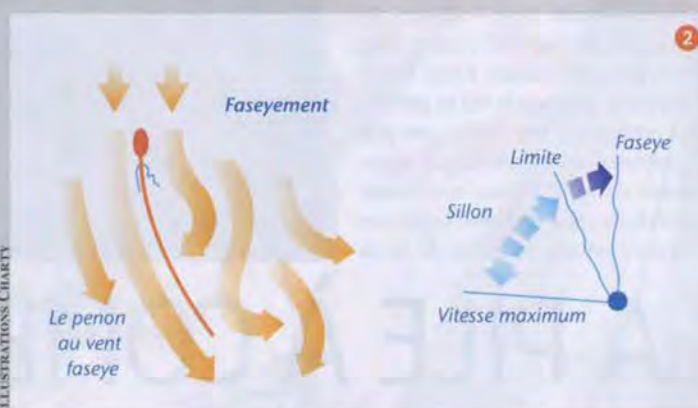
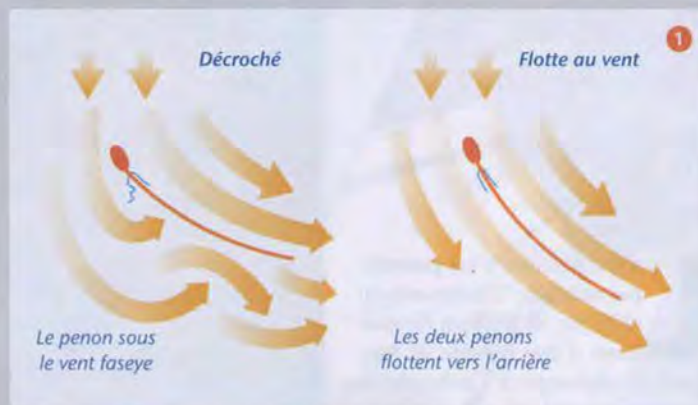
La bande de visualisation haute indique un creux de 10 % à 50 % du guindant, la bande milieu un creux de 11 % à 47 % du guindant, la bande basse un creux de 12 % à 45 % : la chute est plutôt tendue, la voile plus volumineuse dans le bas, ce qui laisse augurer de la puissance dans un petit clapot avec une volonté de faire du cap.

similairement; si le penon du haut décroche en premier, la voile est trop vrillée; si le penon du bas décroche en premier, la chute est trop fermée.

Des faveurs et des bandes

Très simples à mettre en œuvre par la voilerie, les bandes de visualisation sont le meilleur moyen d'appréhender la répartition du creux en altitude et son importance, ainsi que la valeur du vrillage. Trois bandes séparant équitablement la grand-voile horizontalement par rapport au guindant avec une marque verticale pour préciser la moitié de la section, offrent une bonne analyse à un observateur sous la bôme. De même, de minces bandes de tissu à spinnaker sont cousues à l'arrière des goussets de latte: l'écoulement de l'air doit les faire flotter horizontalement. Le réglage de la grand-voile s'effectue essentiellement par le débordement du chariot et la tension de l'écoute, mais l'influence sur le vrillage, donc sur l'écoulement au niveau de la chute, est aussi liée à la traction sur le pataras (tension = vrillage) et, dans une moindre mesure, à la reprise du hale-bas (tension = chute tendue).

Enfin, des adhésifs sur les barres de flèches permettent aussi de visualiser la rentrée des génois, c'est-à-dire la capacité à faire du cap, particulièrement sur les gréements poussants avec des génois sans recouvrement. La tendance sur les voiliers de course-croisière est en effet d'installer des « rentreurs », qui permettent de diminuer le couloir entre la chute du génois et la grand-voile. Il faut toutefois être attentif à ne pas trop abuser de cet accastillage, qui autorise certes un cap de quelques degrés plus haut, mais qui influe aussi grandement sur le vrillage et la force propulsive... Il reste cependant plein d'autres réglages à explorer pour tirer la quintessence d'un voilier! ⚓



PENONS 1 & 2

Sur le génois, le penon sous le vent est décroché tandis que le penon au vent flotte à l'horizontale: la voile est trop bordée ou le barreur est trop abattu. Si le penon au vent décroche, le barreur pointe trop dans le vent ou la voile n'est pas assez bordée. Il faut que les penons sous le vent et au vent soient à l'horizontale et ce sur toute la hauteur du guindant, indiquant que l'ensemble du profil est à son optimum. Si la voile est bien réglée, le barreur cherche à lofer de quelques degrés pour faire osciller son penon au vent, puis à abattre légèrement pour le remettre horizontal.

PENONS 3

Une bande de Nylon derrière les goussets de latte indique précisément la nature de l'écoulement. Si le penon est horizontal, le réglage de chute est idéal; si le penon décroche sous le vent, la voile est trop bordée; s'il décroche verticalement ou au vent, la voile est trop choquée. Si les penons n'ont pas le même comportement en haut et en bas de la chute, c'est soit qu'elle est trop vrillée (décrochage en haut = reprendre l'écoute), soit trop fermée (décrochage en bas = choquer le chariot et/ou l'écoute)



