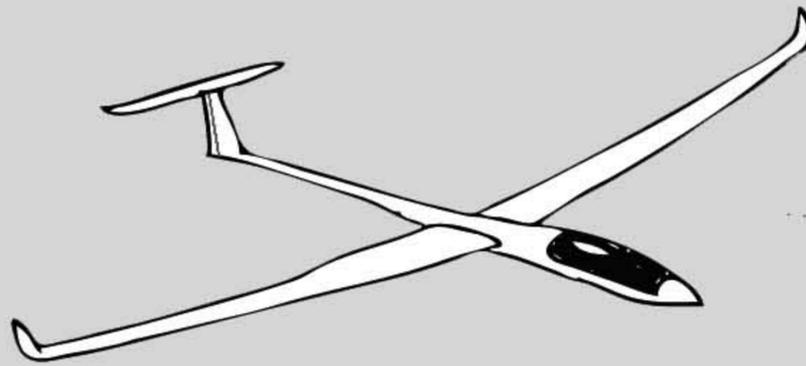




qu'entendent-ils exactement par «pompes»?

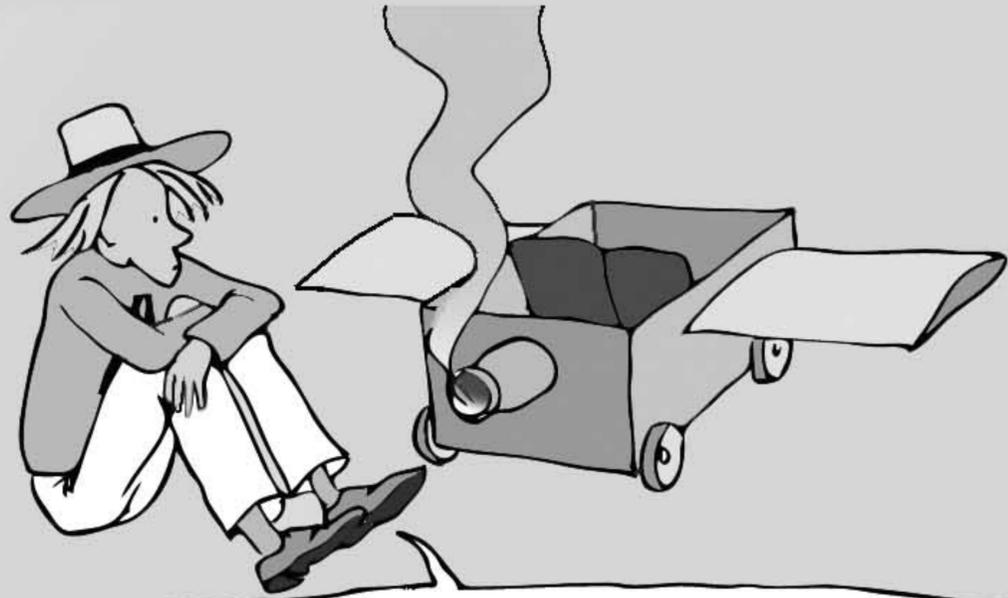


Jean-Pierre Petit

MECAVOL

2008

LE VOL PLANÉ



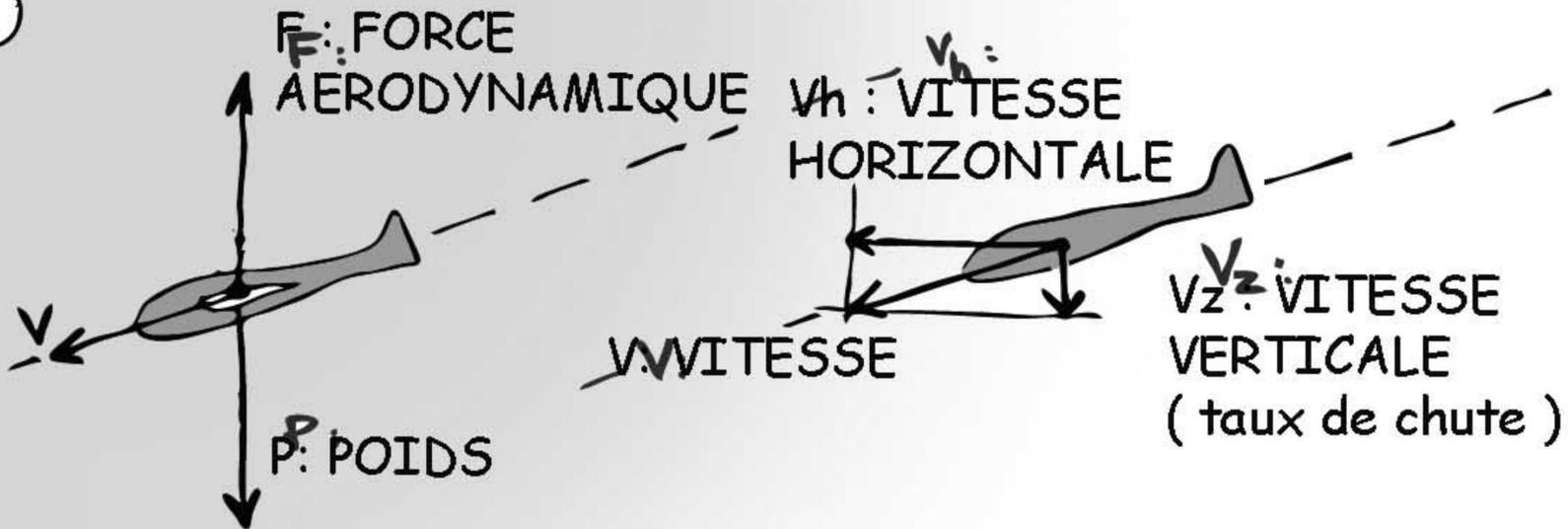
la propulsion par fusée, c'est quand même compliqué, polluant et tout. En attendant que j'ai un autre système de motorisation comment pourrai-je tenir en l'air ?

pourquoi ne pas utiliser la gravité ?



tu n'es pas obligé de tomber comme une pierre. En PLANANT tu peux descendre en prenant ton temps

qu'entends-tu par PLANER ?

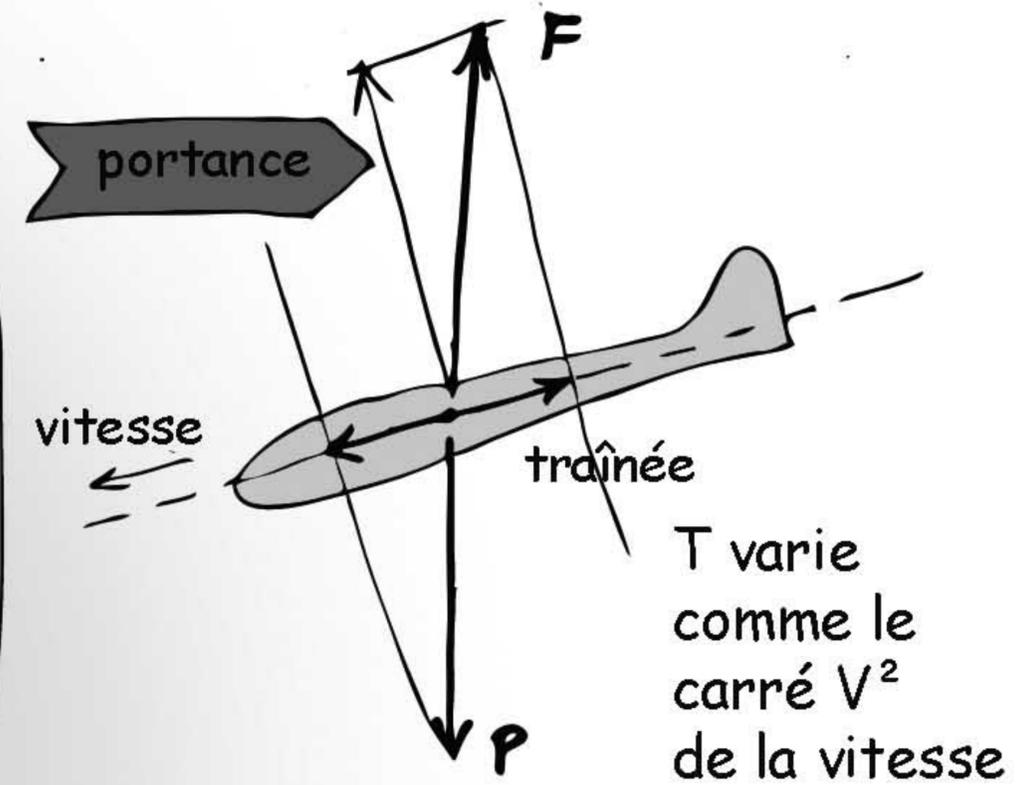


avec des AILES on peut, si on se déplace à une vitesse V , créer une FORCE AERODYNAMIQUE F proportionnelle au carré V^2 de cette vitesse.

si je comprends bien ton dessin, le poids P est directement opposé à la force F . Mais par quel miracle en est-il ainsi ?



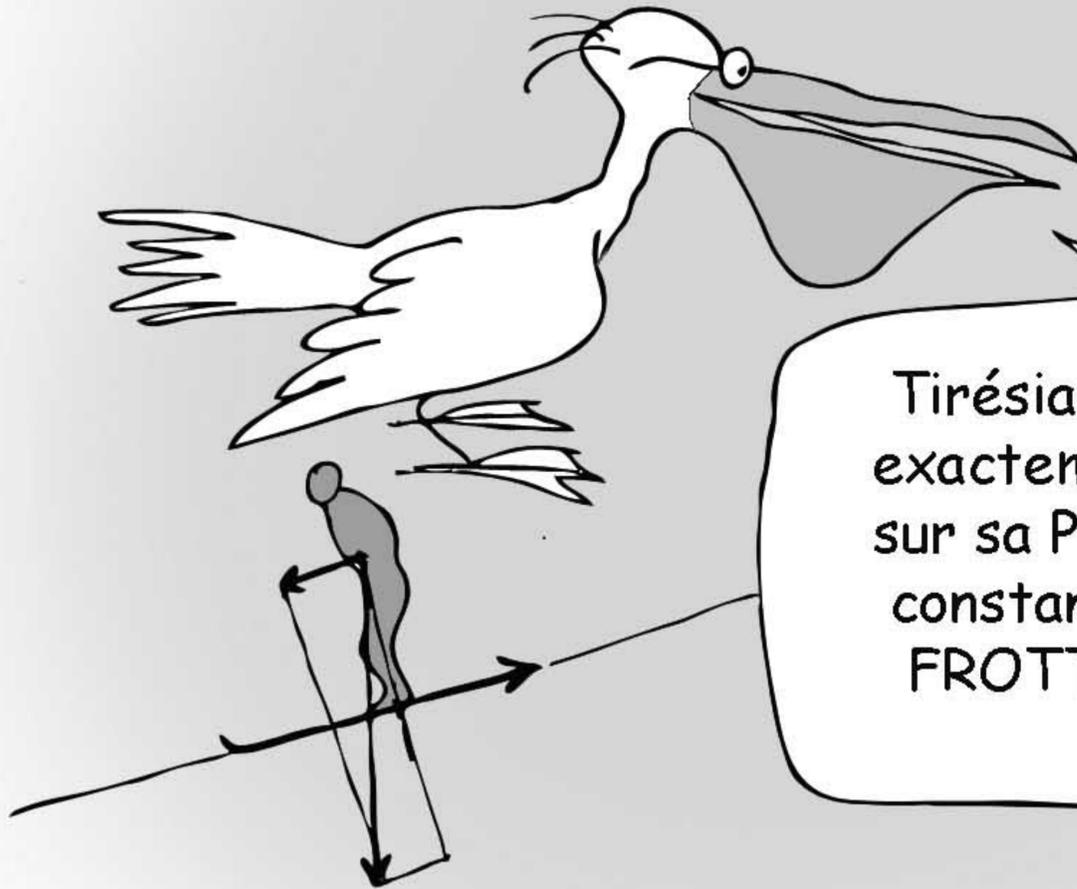
réfléchis : le dessin correspond à un VOL STABILISÉ, à une vitesse V constante, correspondant à un ANGLE DE DESCENTE α . Le mouvement de ton PLANEUR (*) s'accompagne d'une force de TRAÎNÉE qui équilibre la composante propulsive du POIDS.



en somme c'est le poids qui fait avancer. C'est proprement miraculeux.

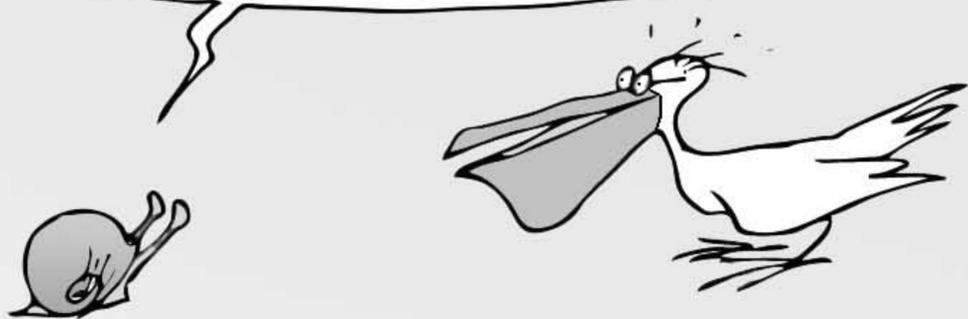


Tirésias, je sais que vous n'avez jamais fait de ski. Mais c'est exactement pareil. C'est la projection du vecteur poids du skieur sur sa PENTE qui le fait avancer. En descente équilibrée, à vitesse constante, cette force motrice est équilibrée par la force de FROTTEMENT des skis sur la neige, qui croît avec la vitesse V



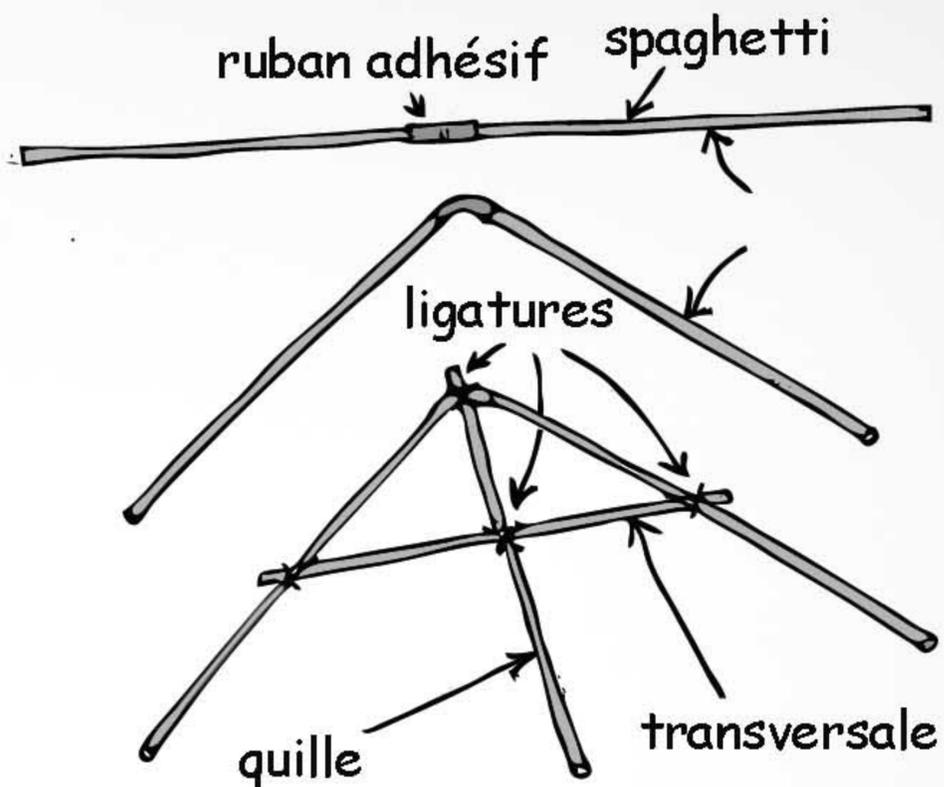
(*) que les anglo-saxons appellent GLIDER ou "glisseur"

mais, Léon, vous n'avez pas fait de ski non plus ?



regarde, Anselme, on va fabriquer une machine volante très simple avec du papier, du ruban adhésif, des spaghettis et une pince à linge.

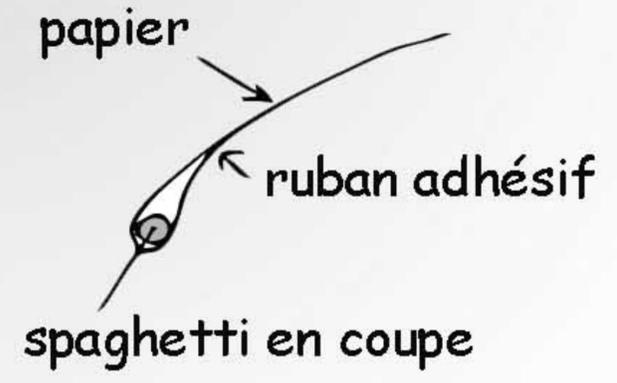
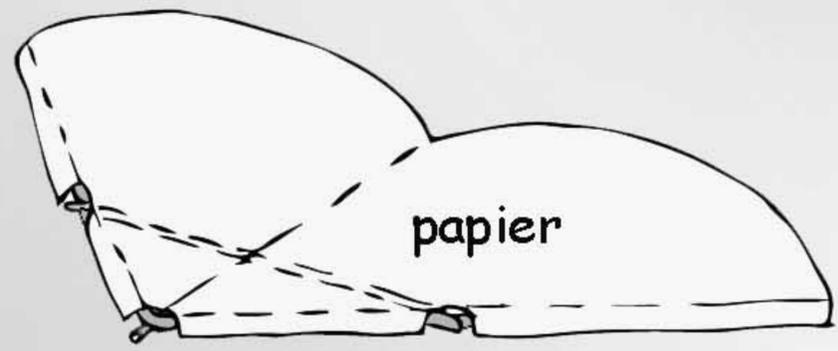
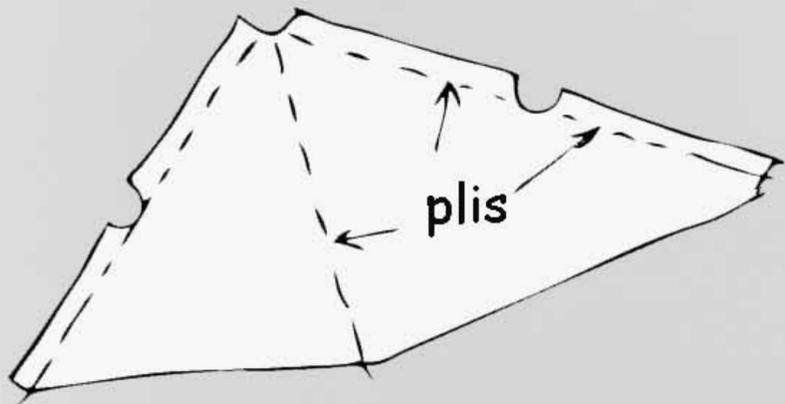
et une bobine de fil



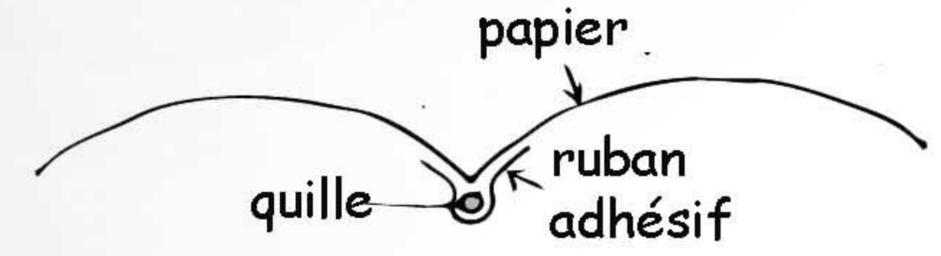
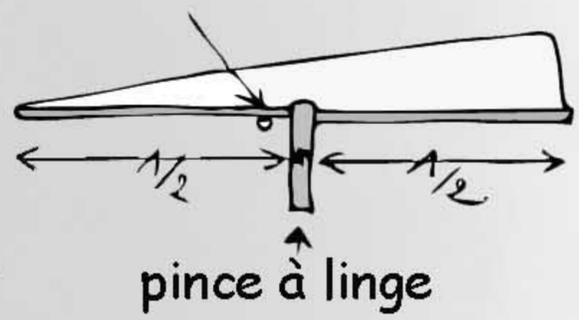
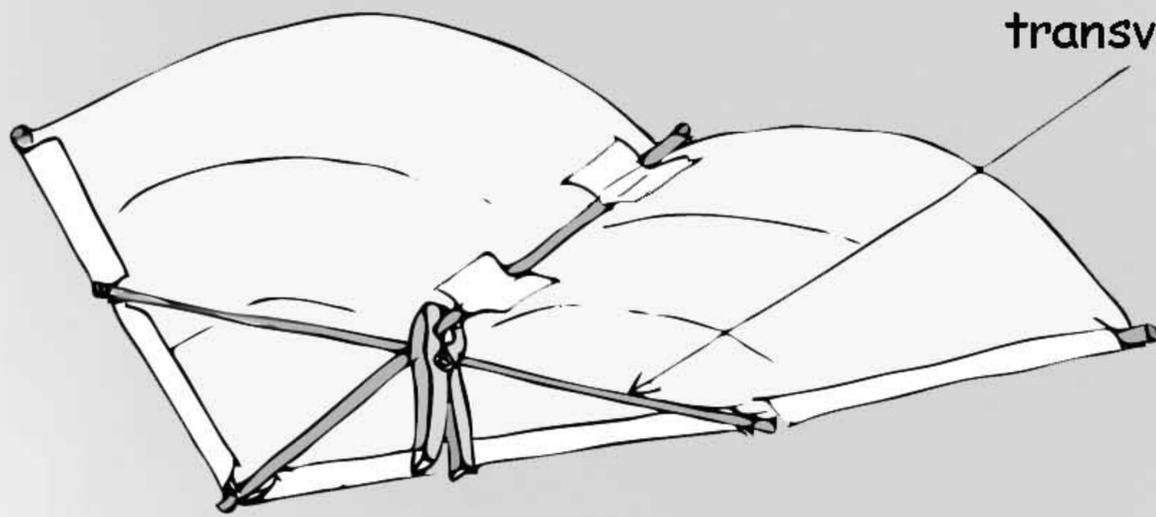
des trucs de bonnes femmes....



on crée cette charpente avec des spaghettis assemblés à l'aide de ruban adhésif et de ligatures de fil



assemblage de la "voilure" sur la charpente tubulaire

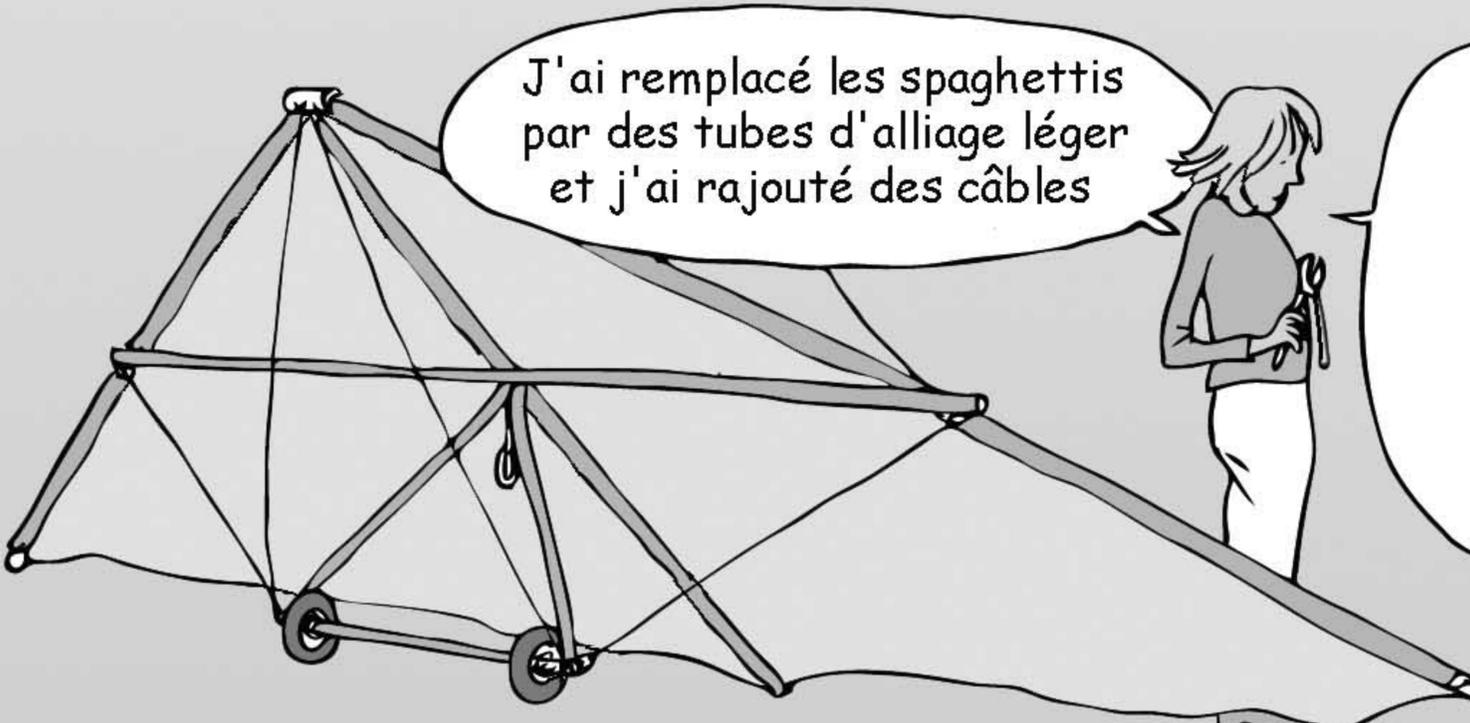


ça vole !



tu règles le **CENTRAGE** en avançant ou en reculant la pince à linge.

DELTAPLANE



J'ai remplacé les spaghettis par des tubes d'alliage léger et j'ai rajouté des câbles

puisque ce truc vole, il n'y a qu'à remplacer la pince à linge. J'ai fabriqué une structure tubulaire avec un TRAPEZE que je tiendrai à deux mains. Comme ça je pourrai déplacer le lest, c'est à dire mon propre poids, vers l'avant, l'arrière, à droite ou à gauche, à volonté

est-ce qu'il ne vaudrait pas mieux.... attendre que Sophie donne son avis ?

mon Dieu, il est bien capable de s'accrocher sous ce bazar infernal

pauvre garçon....



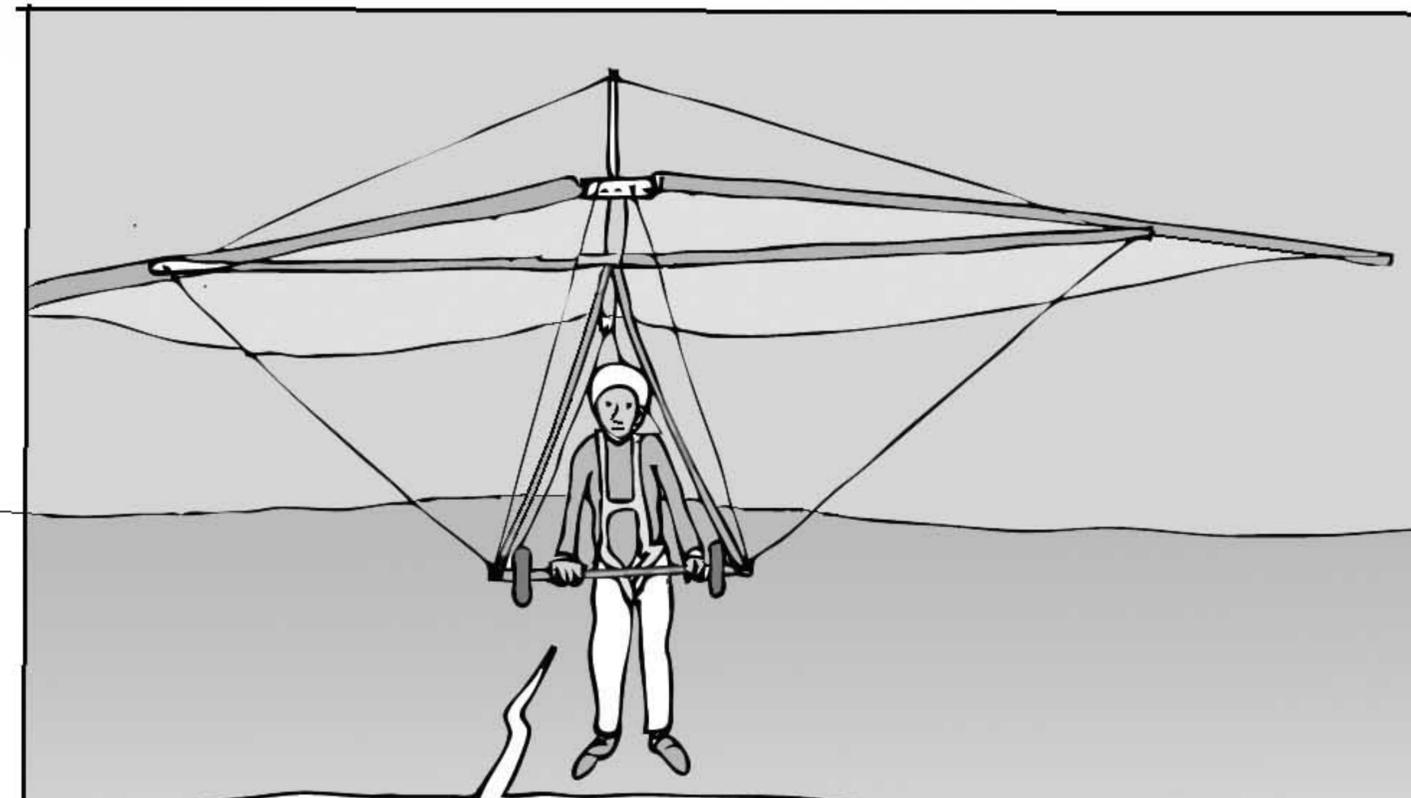
où est le problème ? . C'est
comme avec les spaghettis et
la pince à linge

sauf que la pince
à linge, c'est moi



Je m'accroche à la
quille avec ce mousqueton

J'ai prévu des roulettes
pour l'atterrissage

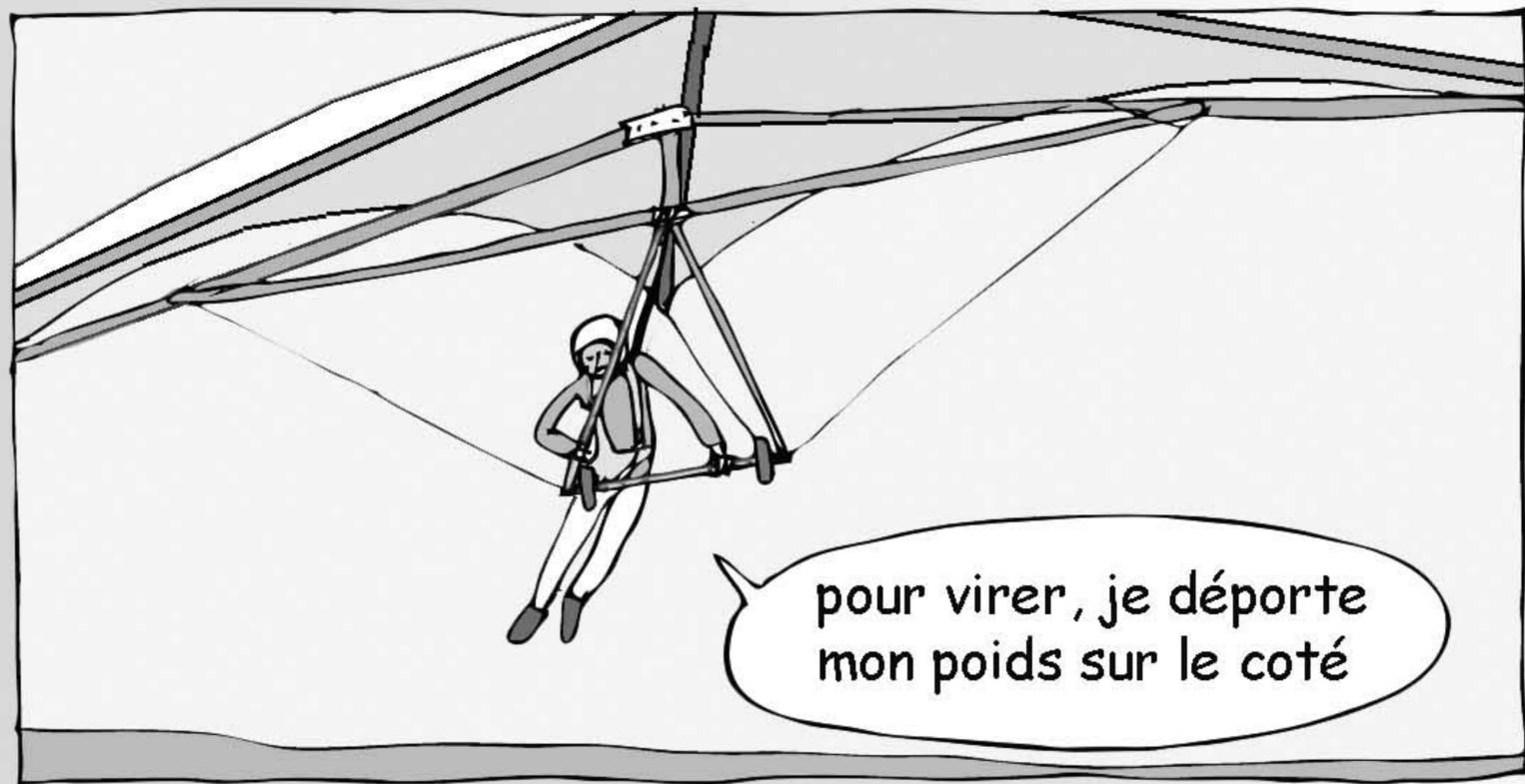


bon...cette pente a l'air sympathique,
il n'y a plus qu'à y aller



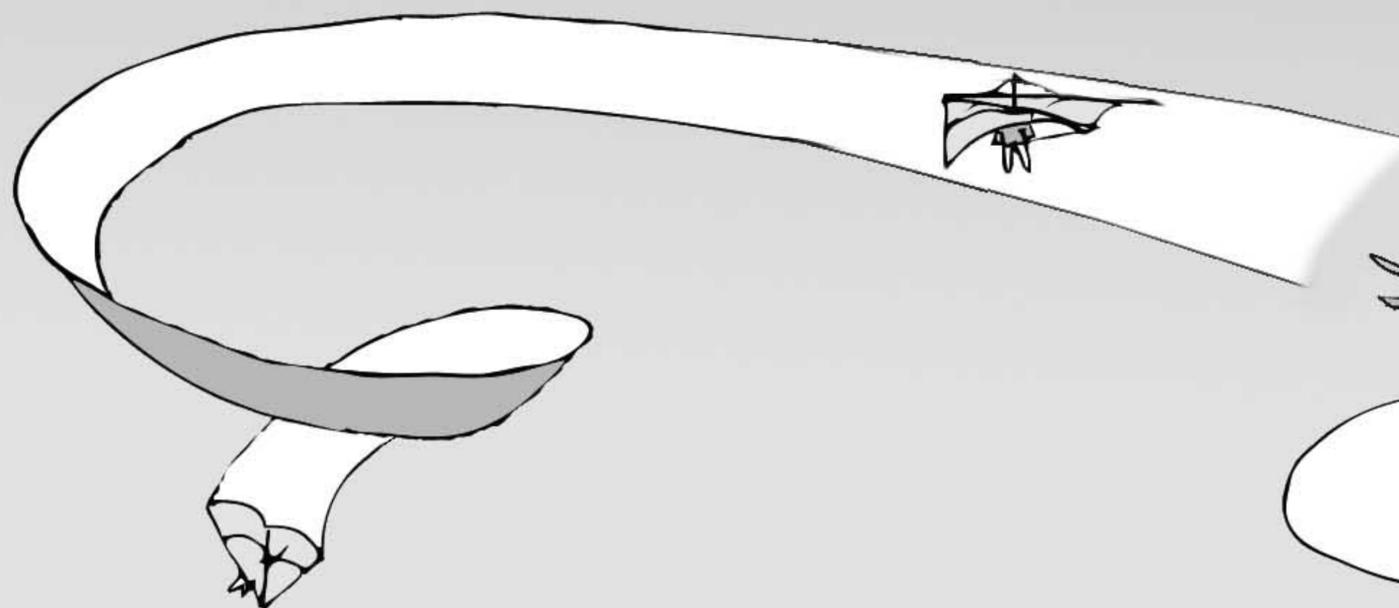
BANZAÏ !

ça marche !!!



pour virer, je déporte mon poids sur le coté

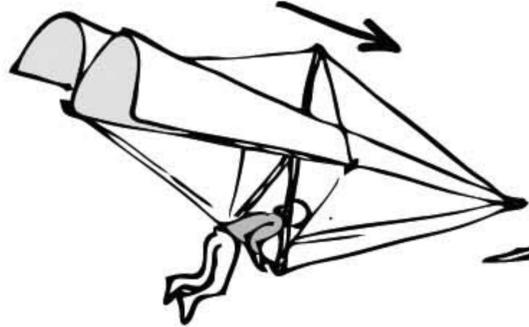
En ligne droite: taux de chute 2,5 m/sec. En virage, fort dérapage intérieur et 3,5 m/sec de vitesse de chute.



finesse 3. Juste en dessus du fer à repasser.

AUTOSTABILITÉ

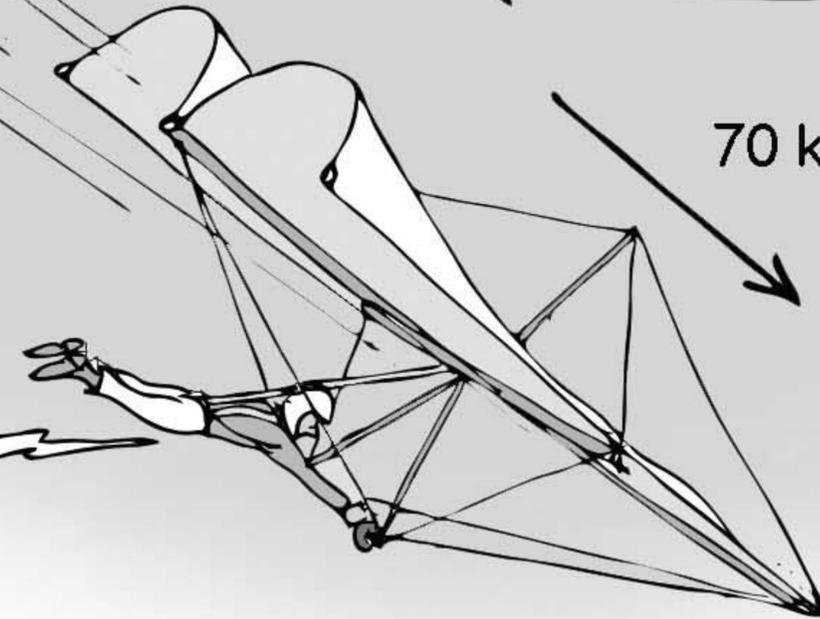
50 km/h



poids en avant.
Je prends de la vitesse.
On va voir ce que cette
machine a dans le ventre !

Houla !

70 km/h

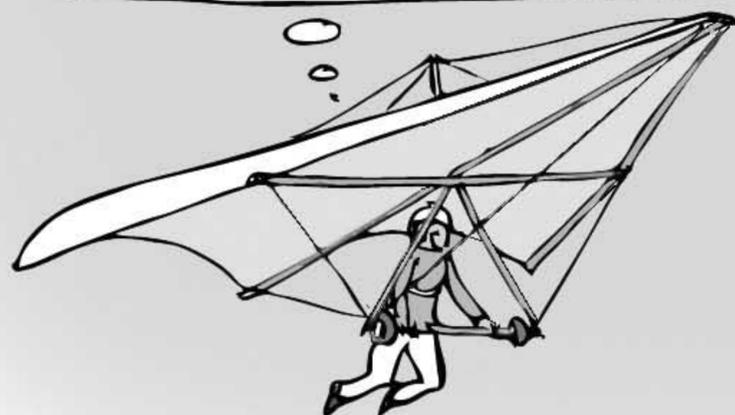


BON SANG ! Je prends
de la vitesse et impossible
de redresser !

il s'en est fallu
d'un cheveu !

je mets tout le poids en
arrière, bras tendus, et
ça ne redresse pas !!

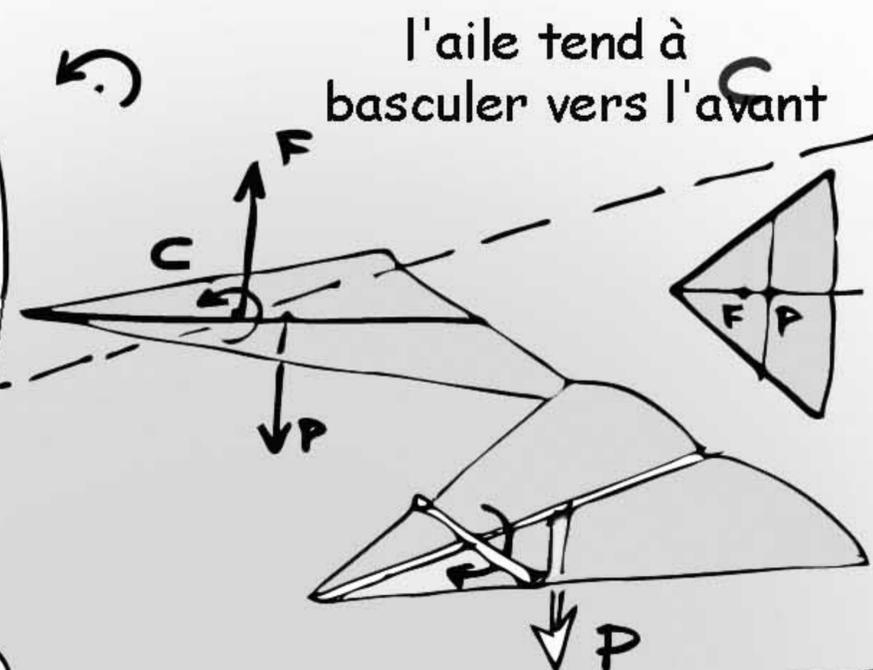
câbrer pour perdre de la vitesse



Sophie. Pourquoi est-ce que la machine ne voulait plus se redresser ?!



Anselme, rappelle-toi la première partie de cet album: la PORTANCE ne se crée qu'au prix d'une tendance à piquer qu'il faut équilibrer d'une façon où d'une autre. Dans ton AILE DELTA, tu est attaché au milieu de ta quille. Mais la force résultante des forces aérodynamiques se situe à 40% (*) donc c'est ton poids P qui, situé en arrière, empêche ton aile de piquer (*)

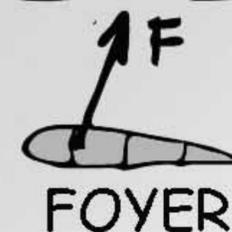


l'aile tend à basculer vers l'avant

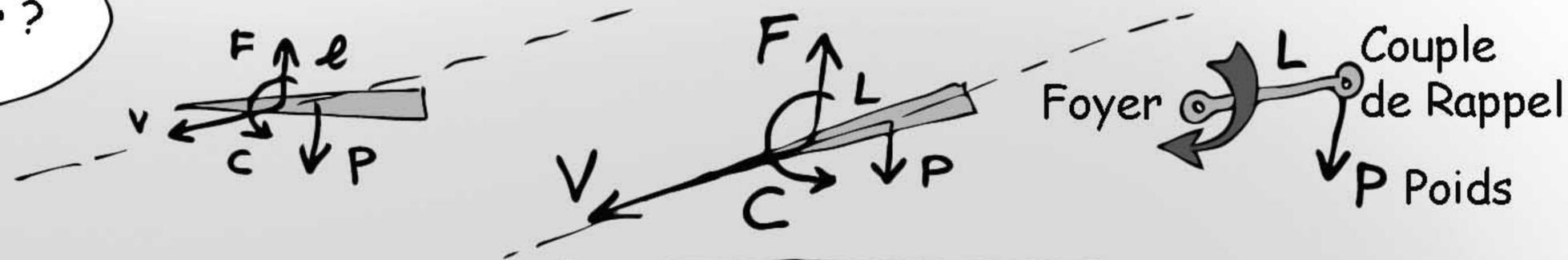
J'ai bien cru que j'y passais

le déport du poids P sur l'arrière crée un couple de rappel qui s'oppose au couple piqueur d'origine aérodynamique

(*) Dans une aile DROITE la force aérodynamique F s'exerce à 25% du profil



mais pourquoi est-ce que ma machine refusait de redresser ?



réfléchis, le couple de rappel dû au déport de ton poids c'est $P \times L$. Il équilibre le couple piqueur C qui, comme tous les éléments aérodynamiques: PORTANCE, TRAINEE, dont la somme constitue la FORCE AERODYNAMIQUE F (*) qui s'exerce au FOYER de l'aile, varient comme le carré V^2 de la vitesse. Avec ton Deltaplane, si tu piques et que tu accrois ta vitesse, tu donneras au couple piqueur C , qui varie lui aussi comme V^2 , une valeur que tu ne pourras plus contrer avec ton COUPLE CABREUR $P \times L$ (**)

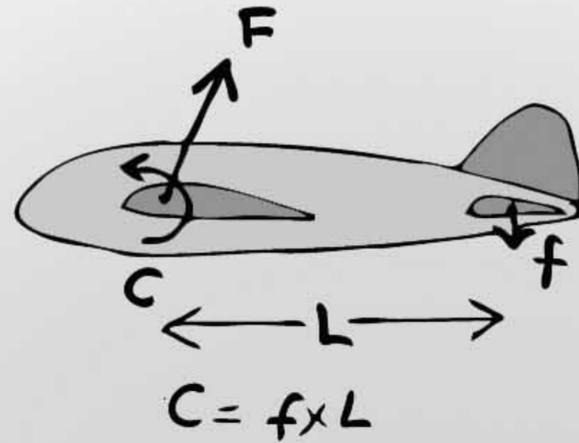
(**)

il s'en est fallu d'un cheveu qu'Anselme sorte de son DOMAINE DE VOL et que sa machine devienne IMPILOTABLE !

mais c'est une chose terrible ! Quelle est la solution ?

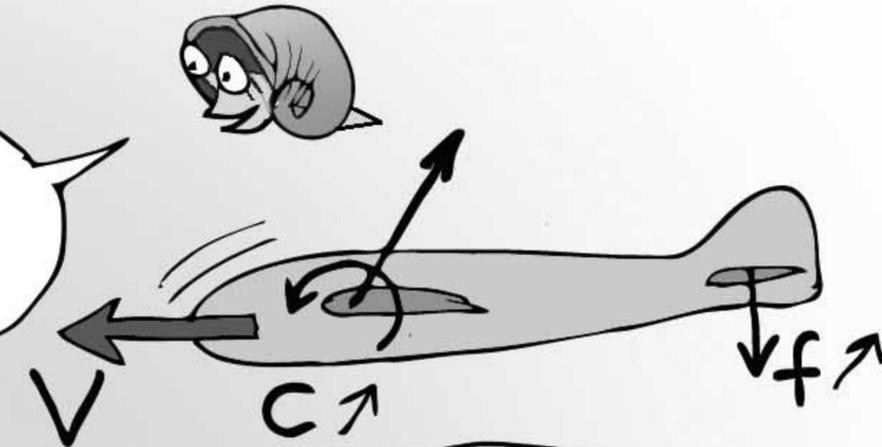


à un problème aérodynamique il faut trouver une solution de nature aérodynamique. C'est ce que Sophie avait suggéré à Anselme dans la première partie de l'ouvrage avec l'EMPENNAGE



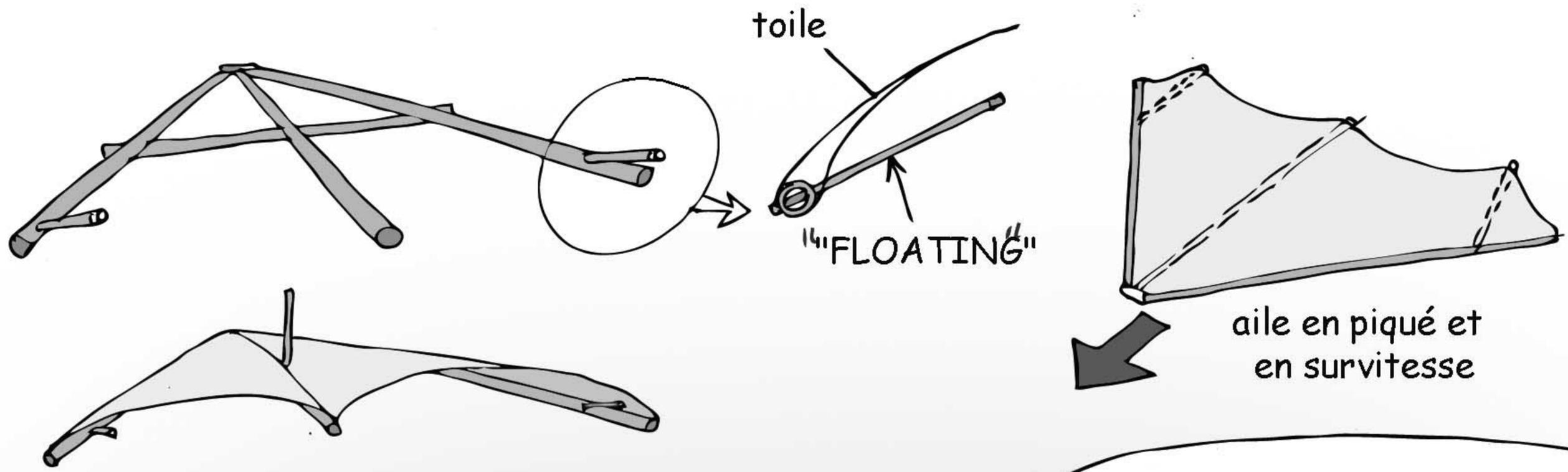
un empennage horizontal à portance légèrement négative équilibre aisément le couple piqueur de l'aile du fait du large bras levier que constitue le fuselage

ce système est par ailleurs AUTOSTABLE. Si la vitesse s'accroît l'appareil tends à basculer vers l'avant, du fait de l'augmentation du couple piqueur C , qui varie comme V^2 . Mais ceci est aussitôt compensé par l'accroissement de la DEPORTANCE f



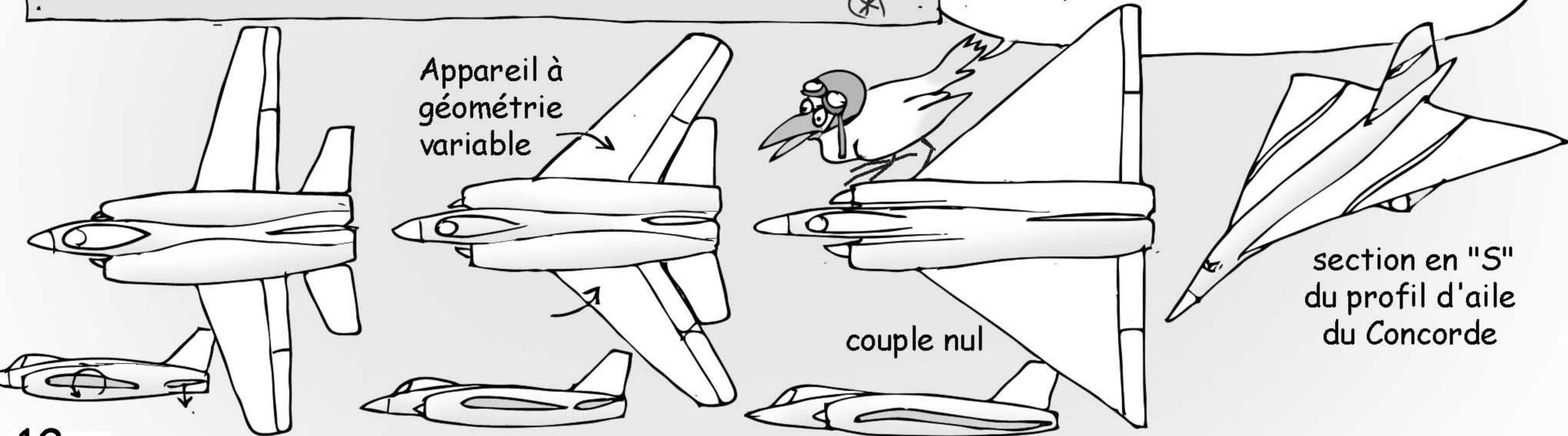
alors, je n'ai qu'à mettre un empennage à mon deltaplane ?

tu pourrais effectivement faire comme ça. Mais il y a plus simple pour assurer ta sécurité

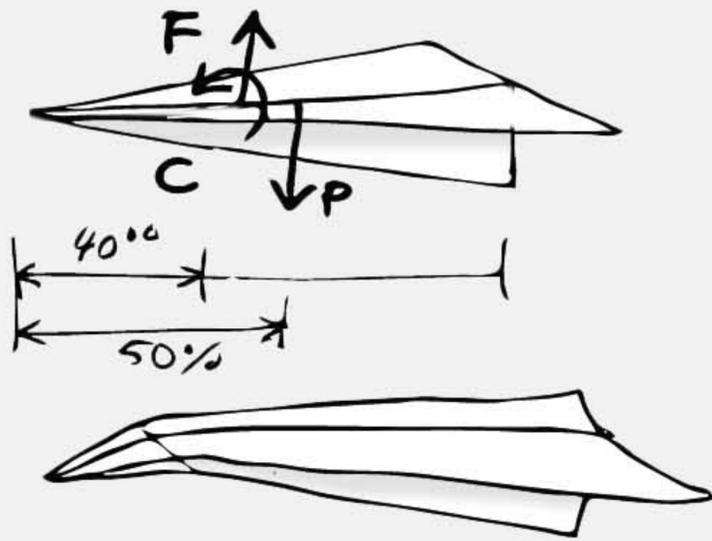


ces dispositifs appelés "FLOATINGS" ne touchent pas la voile en vol normal mais en cas de survitesse et de mise en piqué dangereuses ils maintiennent relevée la partie arrière de la voilure et imposent le redressement automatique.

Pour les appareils à ailes delta rigides on les rend autostable (vol avec couple piqueur nul) en "incorporant l'empennage à la voilure en donnant à son profil une forme en "S".



une classique fléchette en papier vole comme un deltaplane. Le centre de gravité est évidemment au milieu, tandis que le FOYER est à 40% de la CORDE , du profil.



Le couple de rappel dû au poids compense le couple piqueur lié à la portance. En piqué prononcé elle ne redresse pas .

On peut passer à un profil autostable en pliant légèrement le nez et en relevant (tout aussi légèrement) l'arrière. On donne alors à la fléchette un profil en S, qui lui permet entre autre de voler plus lentement.

La direction.

virage à taux de chute inchangé (2,5 m/s)

virage en glissade, taux de chute 3,5 m/s

mais ta machine garde un gros défaut. Pour virer, il te faut mettre ton poids vers l'intérieur du virage, et celle-ci subit une forte GLISSADE INTERIEURE. Le TAUX DE CHUTE passe à 3,5 m/s

(*) ces dispositifs simples se révélèrent immédiatement très efficaces.

COMMENT LES OISEAUX FONT-ILS POUR TOURNER?

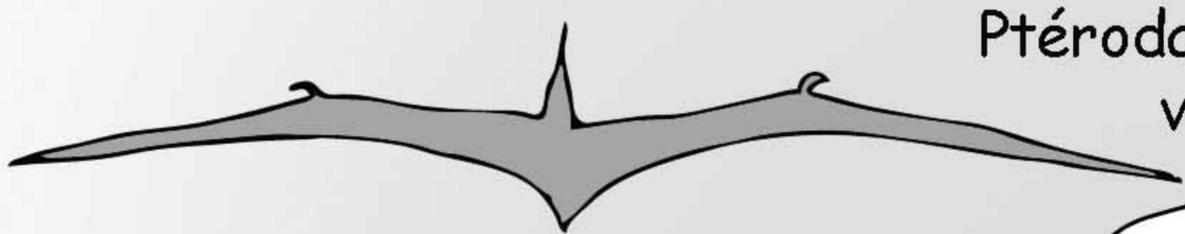


On pourrait mettre un empennage vertical, avec une gouverne, mobile. Mais les oiseaux et les chauves-souris n'en ont pas. Et pourtant tous arrivent à virer très sec. Comment font-ils ?

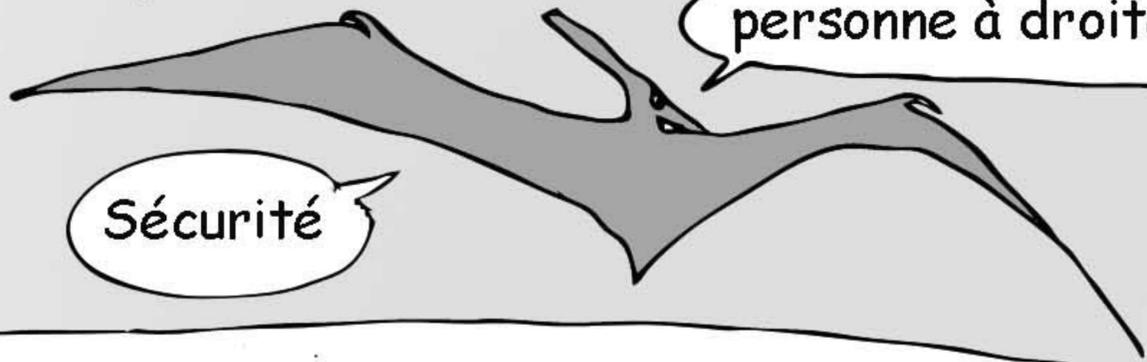
le ptérodactyle, la chauve-souris, le vautour et le moineau n'ont pas besoin d'empennage vertical pour se mettre en virage



En étendant une aile et en repliant l'autre il y a deux effets: les surfaces des ailes sont modifiées. L'aile qui est en extension voit son bord de fuite s'abaisser. Phénomène inverse pour l'aile qu'on replie



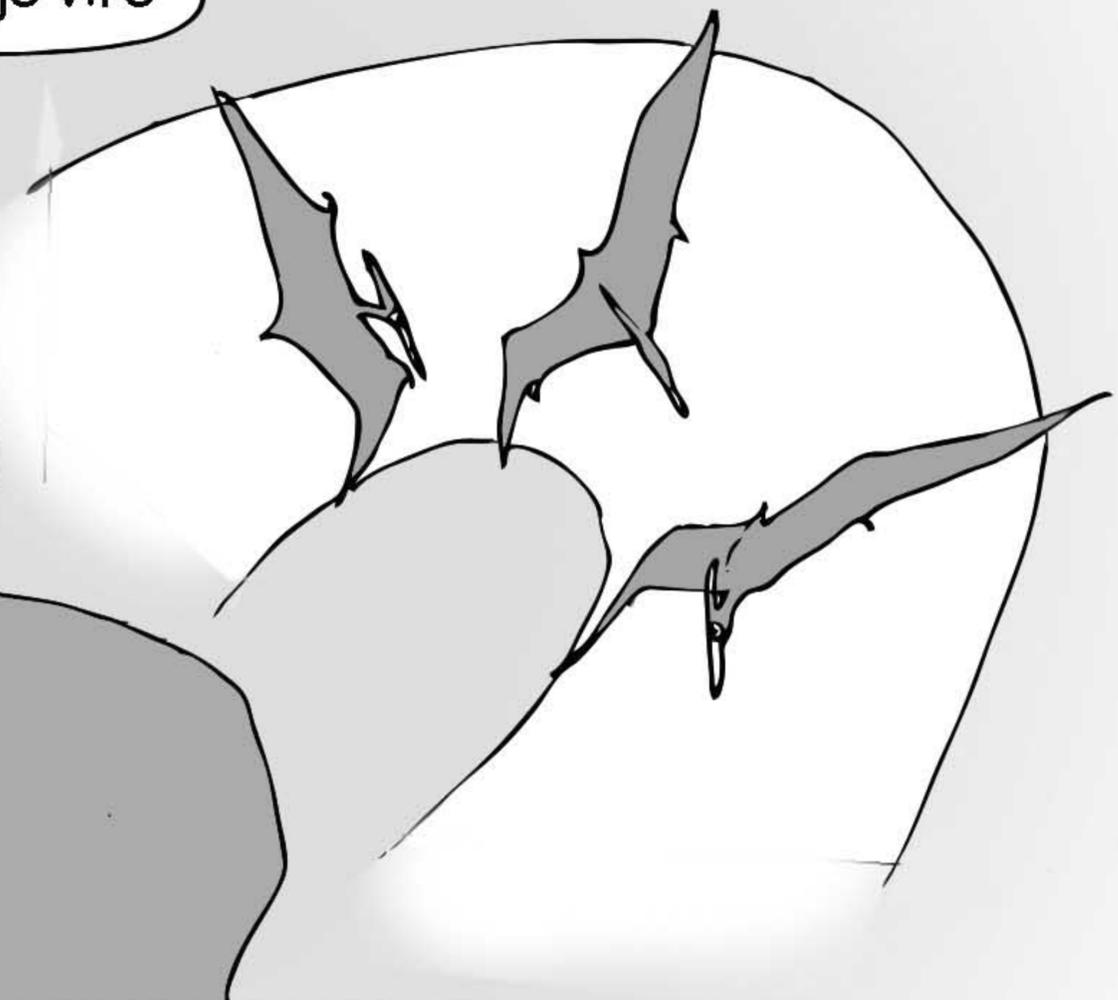
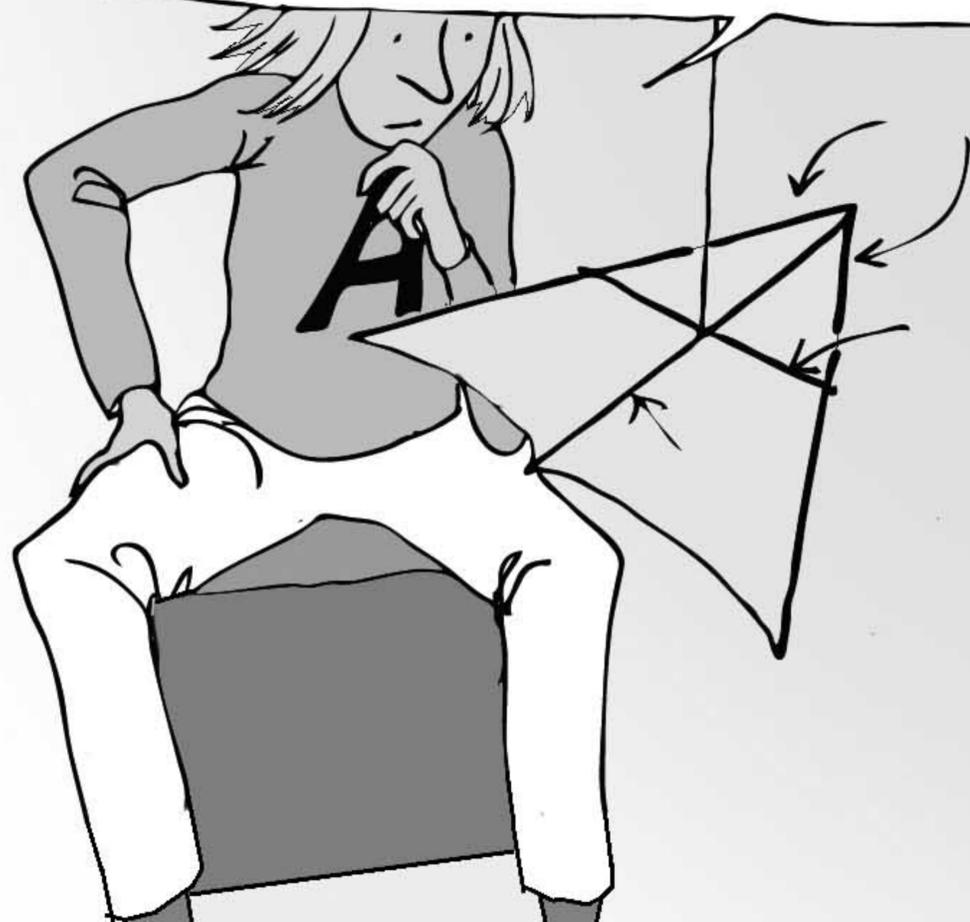
Ptérodactyle vu de l'arrière
volant en ligne droite



personne à droite, je vire

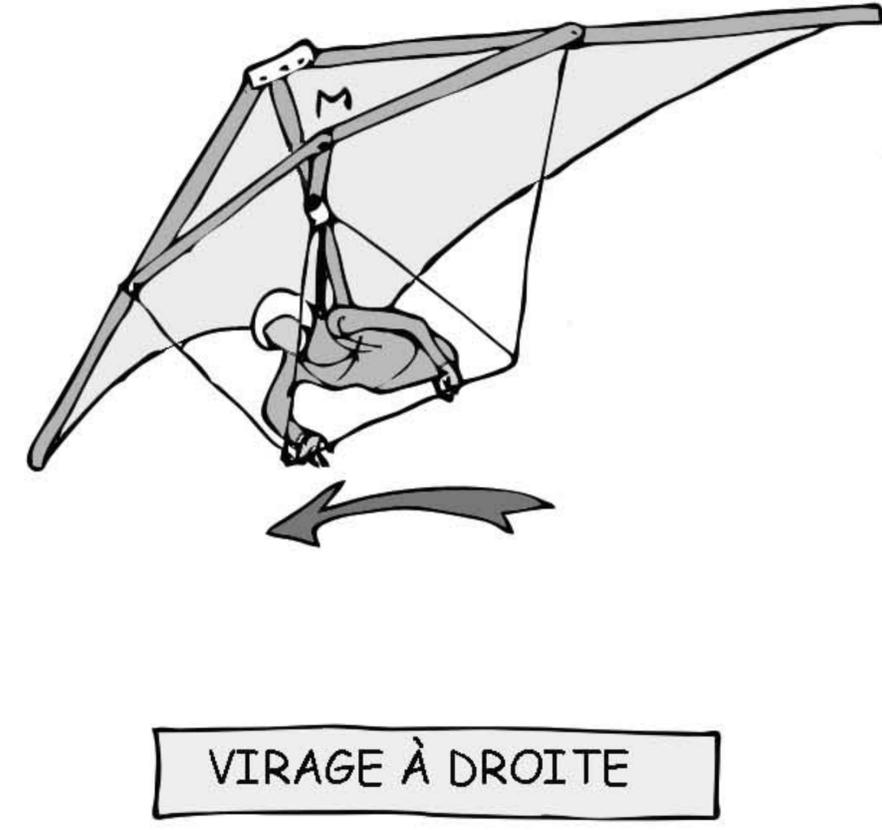
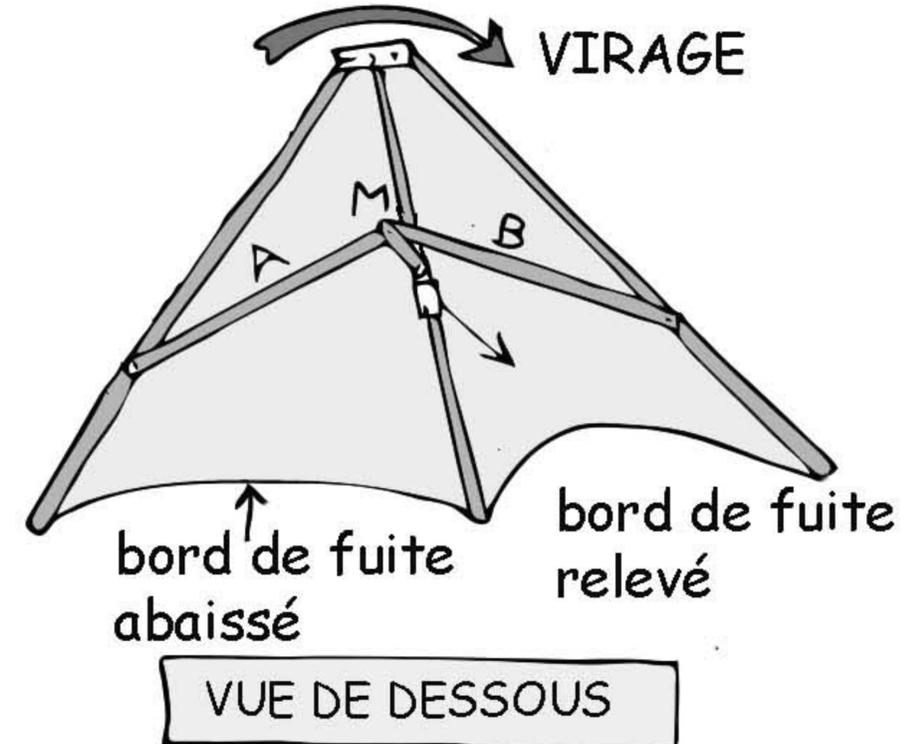
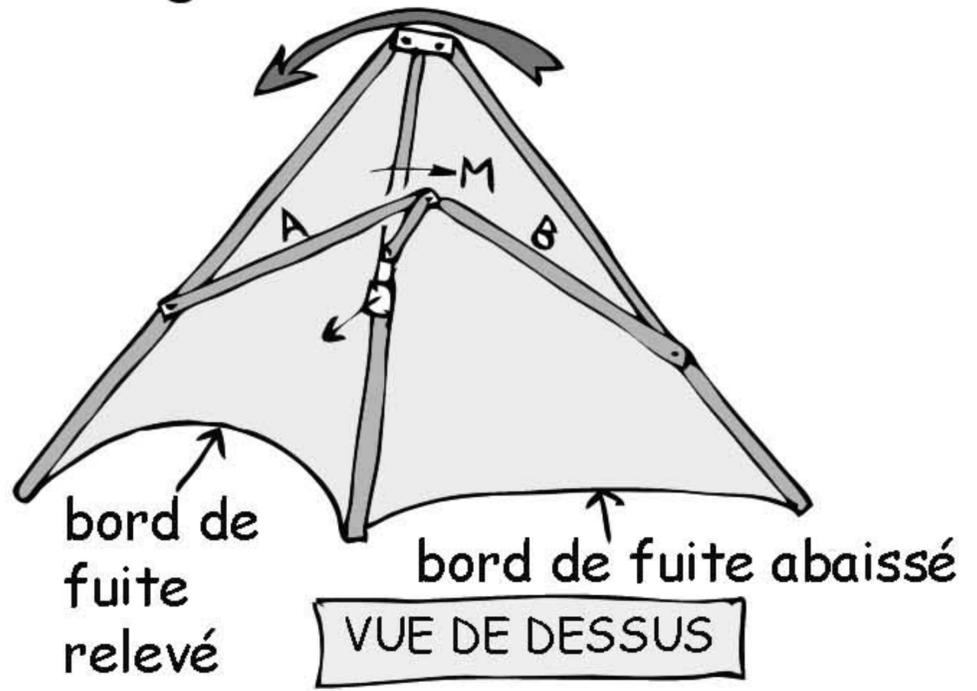
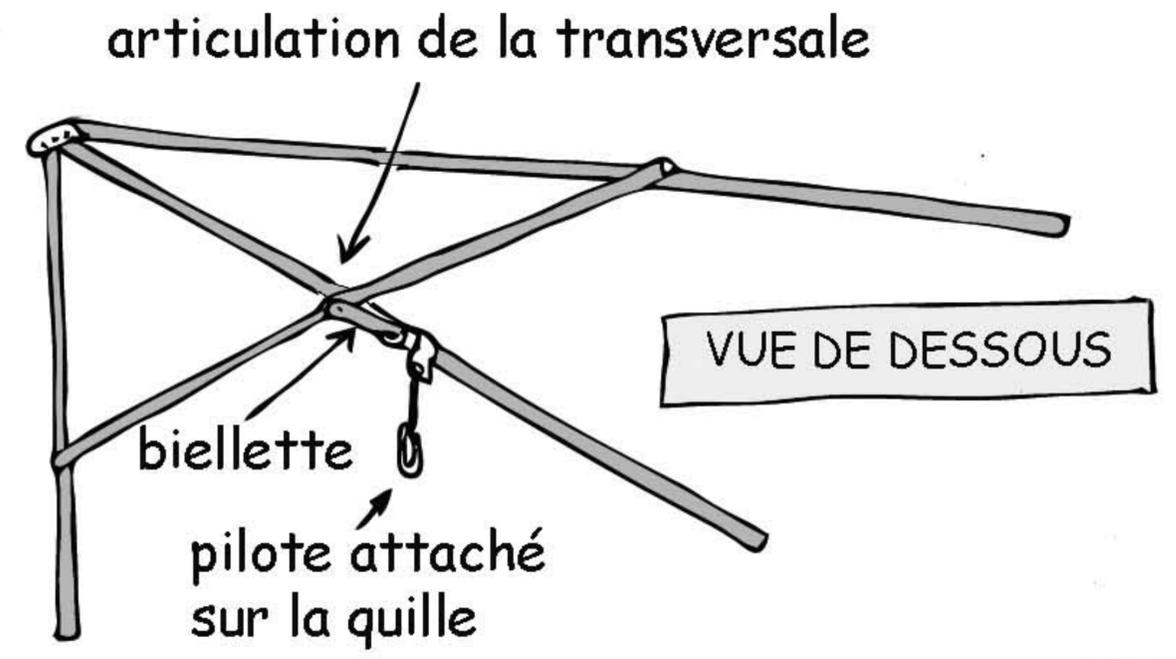
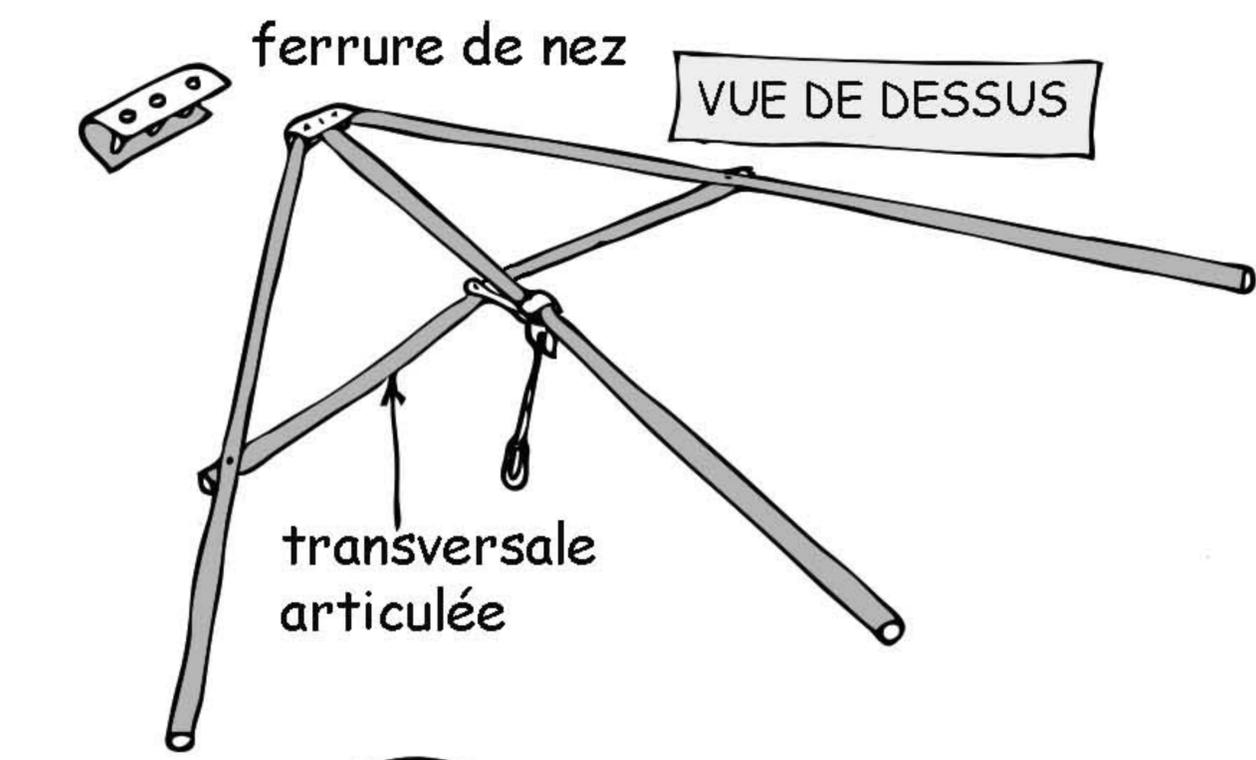
Sécurité

Très joli, mais comment faire pour étendre une aile en repliant l'autre, même légèrement ?



tu n'as que à désolidariser
la quille et la transversale





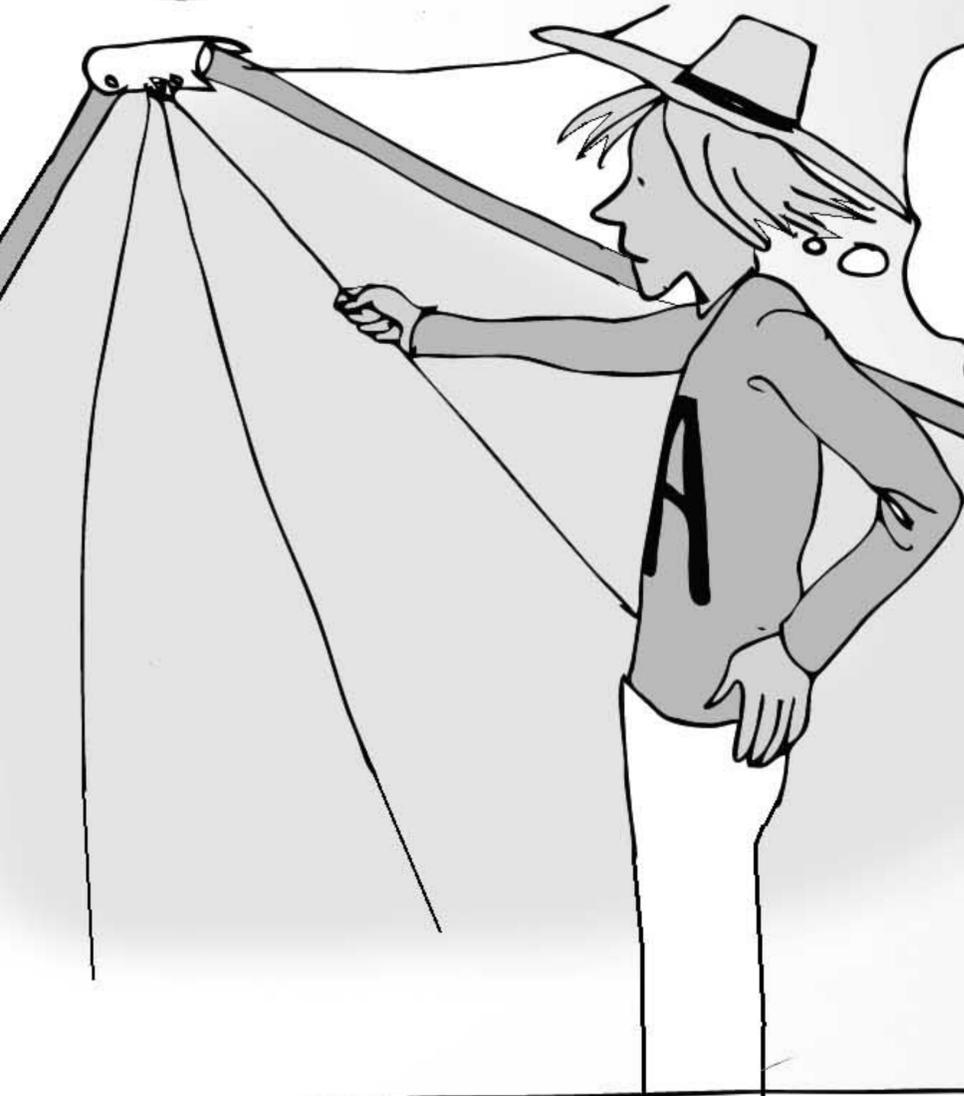
Ce système dit "de la transversale flottante", très astucieux, permet au pilote, en déportant son poids, de désaxer la quille par rapport à l'articulation M des deux demi-transversales A et B, d'égales longueurs. Des déplacements de quelques centimètres permettent d'opérer des virages serrés.

La direction.

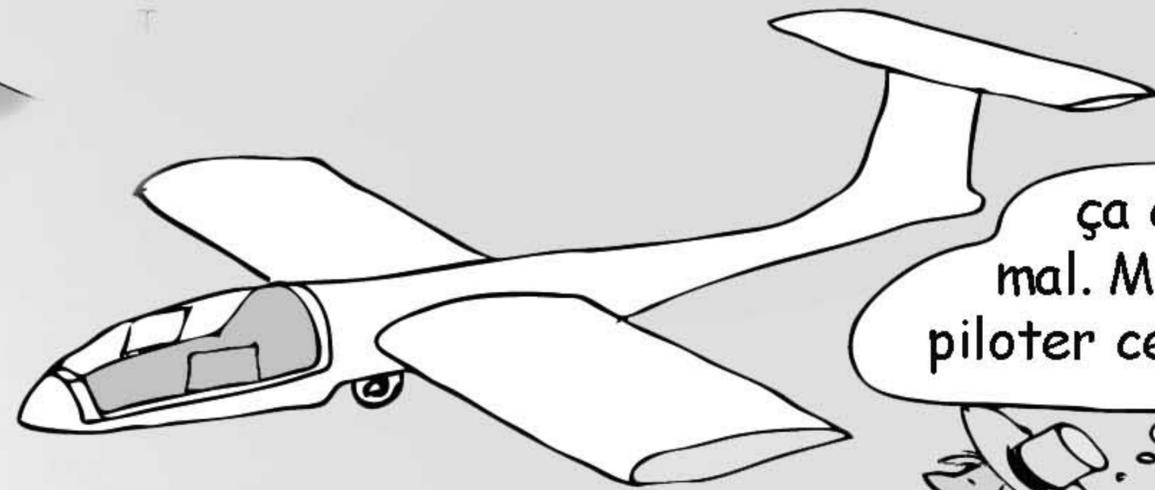


logique

si je veux concevoir un PLANEUR performant, il me faut éliminer tout ce qui est une source de perte d'énergie. Donc la TURBULENCE au premier chef. Si mon planeur laisse derrière lui des masses d'air mises en mouvement par son passage, c'est de l'énergie gaspillée.



tous ces câbles sont la source d'une TRAINÉE importante : à éliminer. Le pilote : à l'intérieur de la structure. Des parois lisses, sans aspérités. Il faut tout revoir.



ça c'est pas mal. Mais comment piloter cette machine ?



Je peux me déplacer d'avant en arrière dans la cabine pour cabrer ou piquer. J'ai mis des fenêtres sur chaque côté, et en sortant la main ça permet de tourner. Mais c'est peu efficace et ça crée de la turbulence, ce que je veux précisément éviter à tout prix.

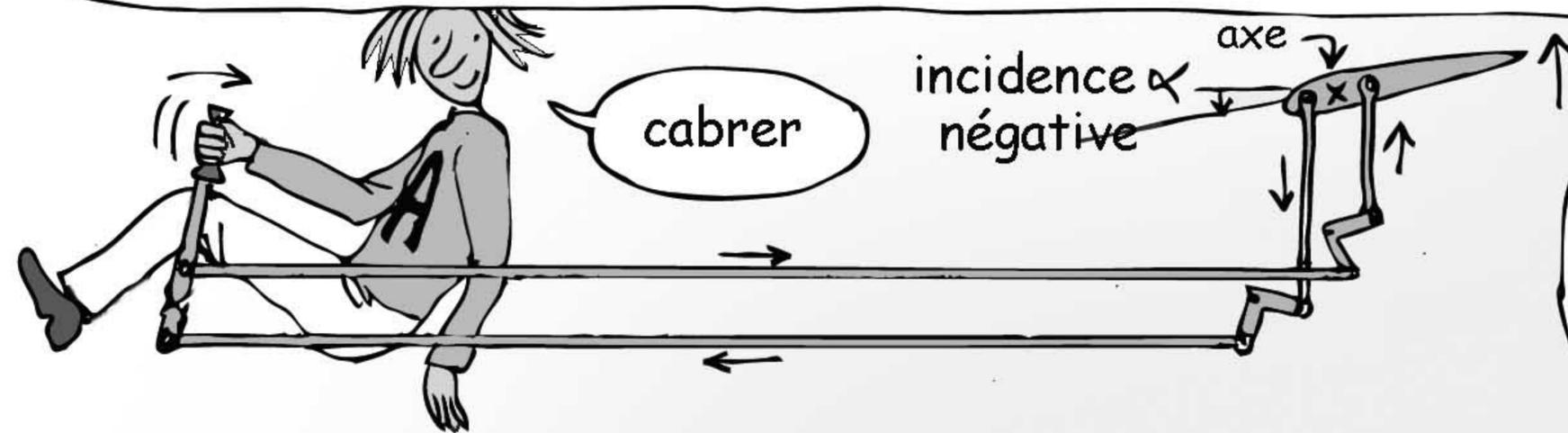


Je sors la main pour tourner à gauche. Hum, pas très efficace !

Incidemment....



Tiens, un truc intéressant. Quand je mets la main comme cela, comme une sorte d'aile et que je change L'INCIDENCE α , la force change proportionnellement à celle-ci. Je vais bricoler un empennage horizontal à incidence a variable à volonté

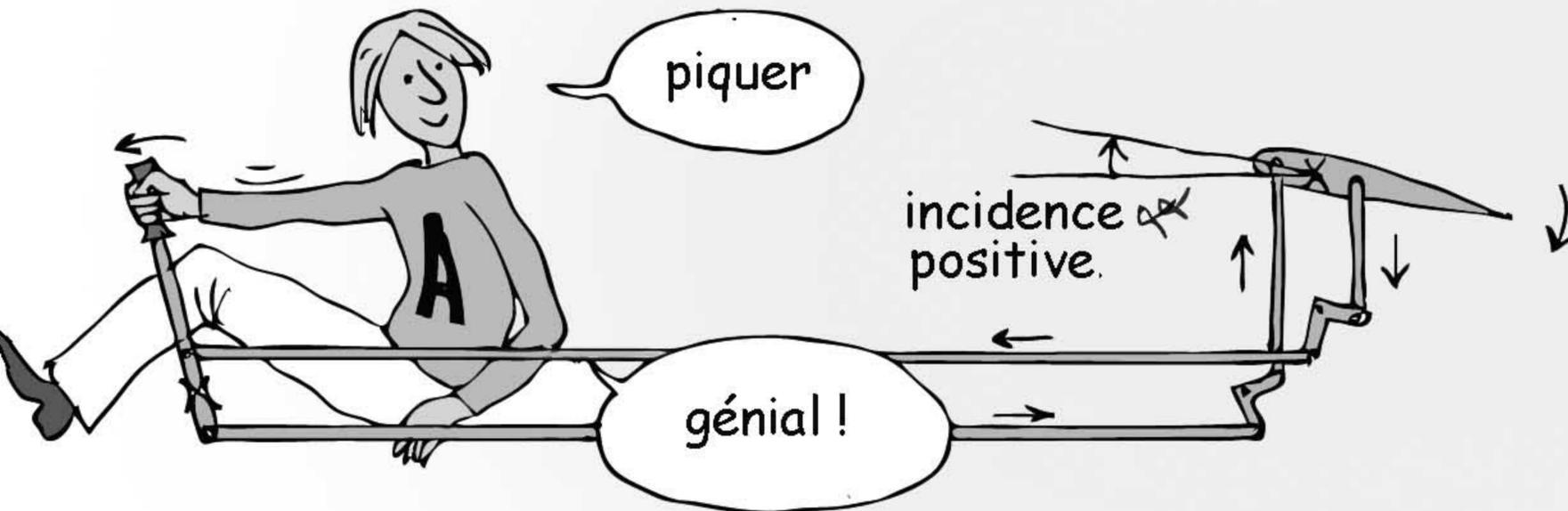


cabrer

incidence α
négative

axe

grâce à cette TRINGLERIE, Anselme peut manoeuvrer à distance le plan horizontal de sa machine volante grâce à un MANCHE A BALAI



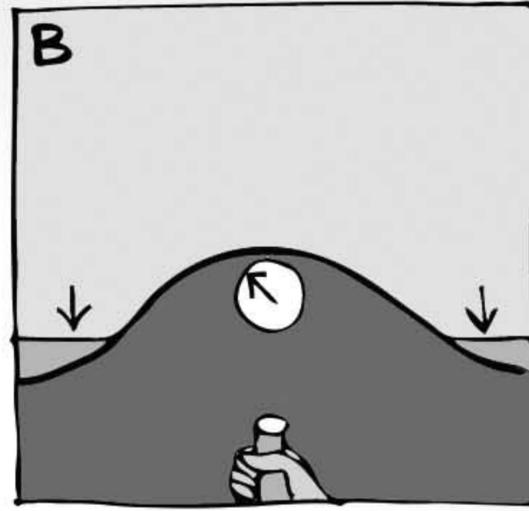
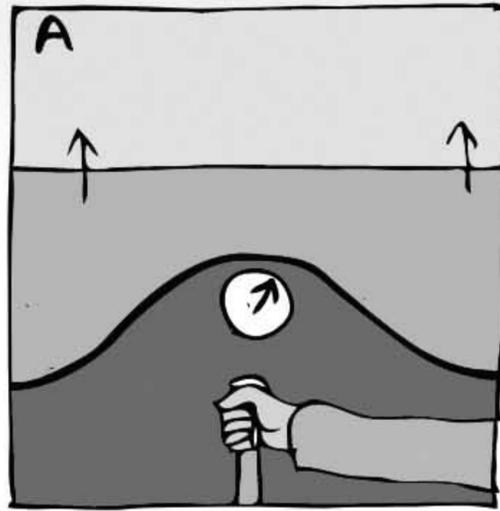
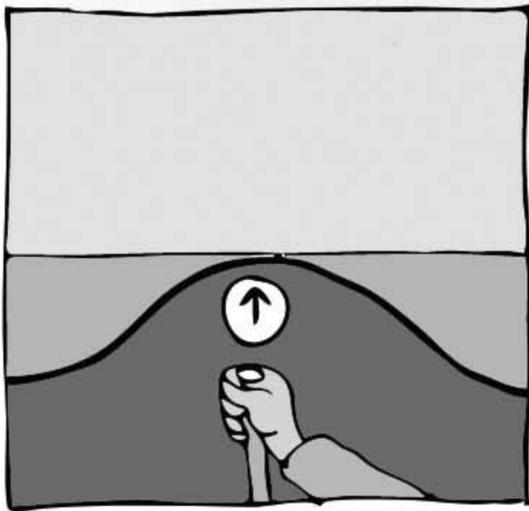
piquer

incidence α
positive.

génial !



Formidable ! Je peux piquer ou cabrer à volonté en agissant sur le MANCHE. Ainsi je peux rapidement contrôler l'ASSIETTE de mon planeur.



descente normale manche "au neutre". L'empennage est légèrement déporteur (*) (*)

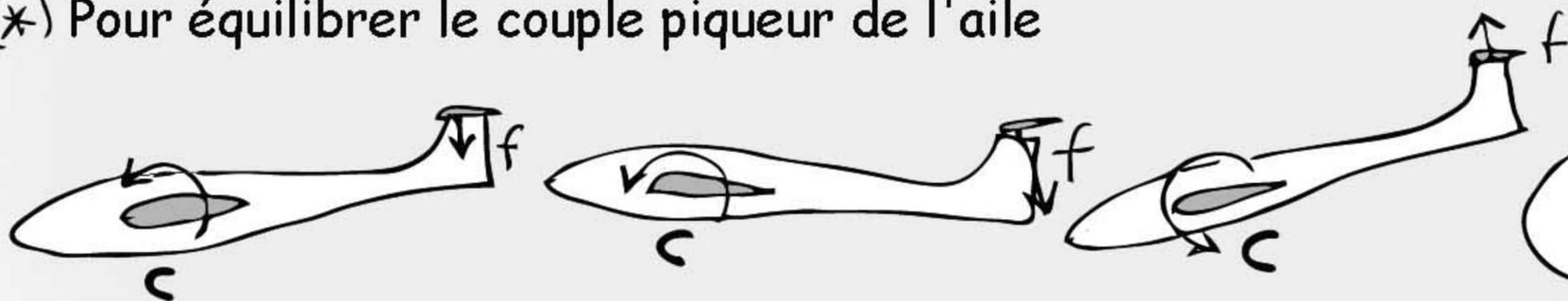
Anselme pique en poussant sur le manche: l'horizon "monte" et la vitesse croît

Anselme cabre en tirant sur le manche. L'horizon "descend" et la vitesse diminue.

Je n'ai qu'à me servir du capot de mon planeur pour contrôler son ASSIETTE. Si l'horizon monte c'est que je tends à piquer. Si l'horizon descend, c'est que je tends à cabrer. La vitesse du planeur réagit en conséquence. Assiette à piquer = elle augmente. Assiette à cabrer = elle diminue.



(*) Pour équilibrer le couple piqueur de l'aile



ce REPERE CAPOT est une indication des plus utiles

Plus un planeur va vite et plus le bruit dû au frottement de l'aile devient audible, s'intensifie. Quand les instruments de mesure de vitesse n'avaient pas encore été inventés, les pilotes de planeur se reconnaissaient parce que leurs oreilles s'allongeaient, par effet d'adaptation.

Bon, pour le contrôle en TANGAGE, ça va.
Mais en virage c'est pas ça du tout. En attendant
je vais observer les oiseaux, comment ils volent.

VOLETS DE COURBURE

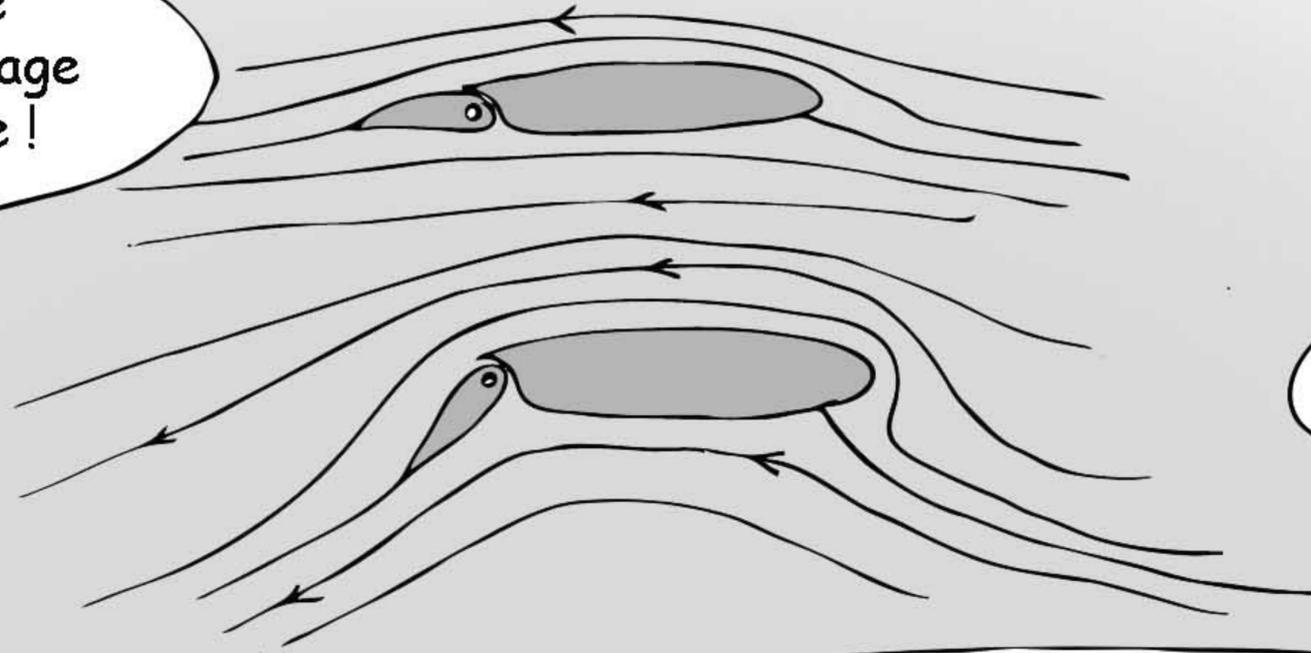


En accroissant la courbure de mon PROFIL D'AILE celle-ci procure une force
aérodynamique plus grande pour une même vitesse V . Réciproquement, en configurant
leurs ailes de cette façon les oiseaux peuvent se PRESENTER à plus faible vitesse.

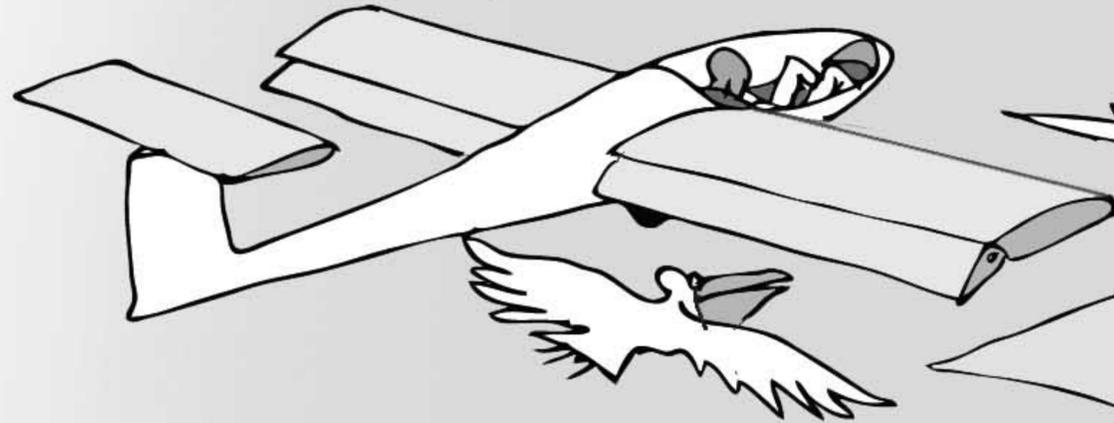
Je ne peux pas plier ces ailes, par contre
je peux rendre la partie arrière articulée.

des ailes.....
articulées !?!

venez voir. Anselme a remplacé les plumes des ailes par un montage comportant une partie articulée !



ce sont des filets d'air

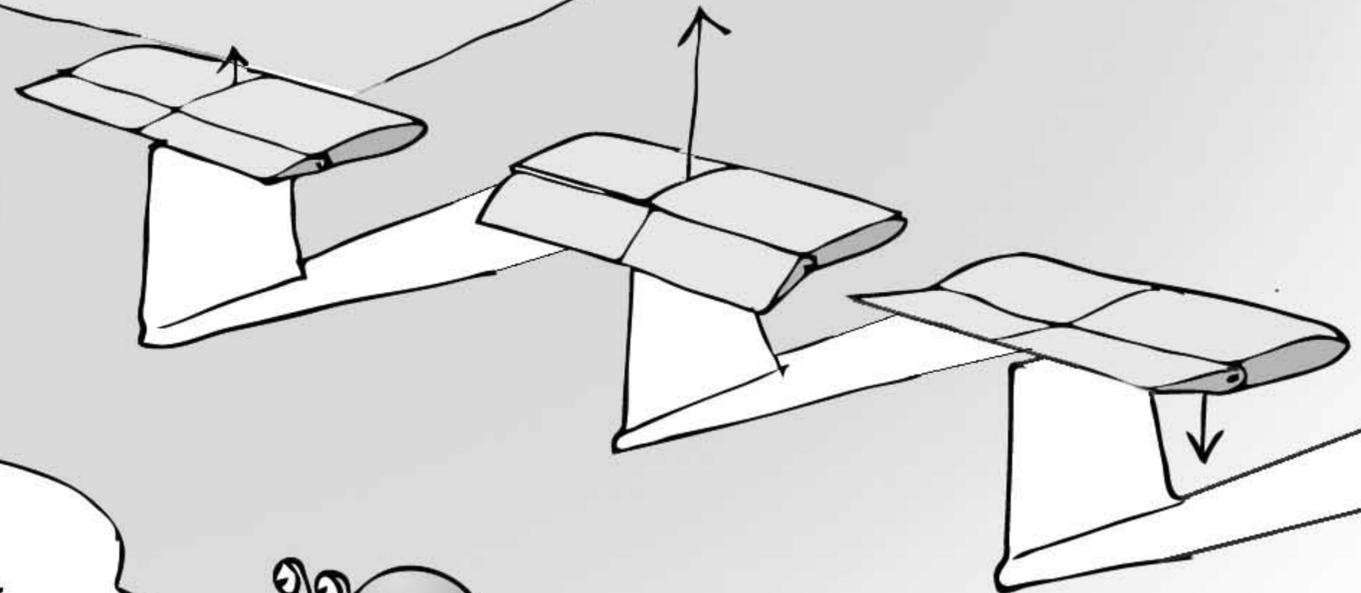


Pour l'atterrissage, la PRISE DE TERRAIN c'est déjà beaucoup moins casse-gueule

Mais pourquoi ne pas généraliser ce système d'articulation en dotant mon empannage horizontal ?



aussitôt dit aussitôt fait



GOUVERNES

En somme, ça marche comme un GOUVERNAIL de bateau, sauf qu'au lieu de gouverner droite-gauche on gouvernera "haut-bas"



mais voilà la solution ! Je suis en train de m'embêter à essayer de tourner en sortant soit la main droite, soit la main gauche. Je n'ai qu'à doter mon planeur d'une GOUVERNE DE DIRECTION !



que je commanderai depuis mon POSTE DE PILOTAGE, avec mes pieds, en reliant mon gouvernail de direction à un PALONNIER par des câbles.



alors, comment se porte mon
homme volant préféré ?

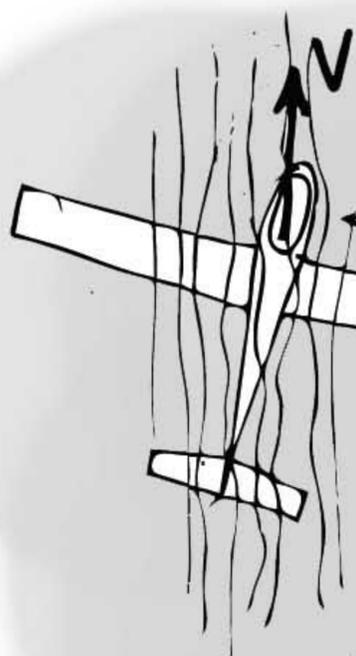
à merveille, Sophie. LA MECANIQUE
DU VOL n'a plus de secrets pour moi.
Il suffit de mettre des gouvernes aux
bons endroits pour monter, descendre,
tourner à droite ou à gauche.

J'ai même construit un planeur
biplace et si tu veux, je t'emmène.

Voilà, on décolle dans la pente. Avec
ce manche à balai je peux monter ou descendre
à volonté et, normalement, grâce au palonnier.

Fichtre, je mets du pied à fond
et je ne tourne pas ! Le planeur
part en crabe, c'est tout !?!

m'enfin !



réfléchis: Avec ton gouvernail tu as simplement mis ton fuselage de travers. Et comme il n'a aucune prise au vent, ON AVANCE EN CRABE, c'est tout.....

comprends pas....



essayez de diriger un bateau à fond plat avec un simple gouvernail: ça ne marche pas

Faudrait-il donner au fuselage du planeur la forme d'une coque de bateau pour qu'il accepte enfin de tourner ?!?

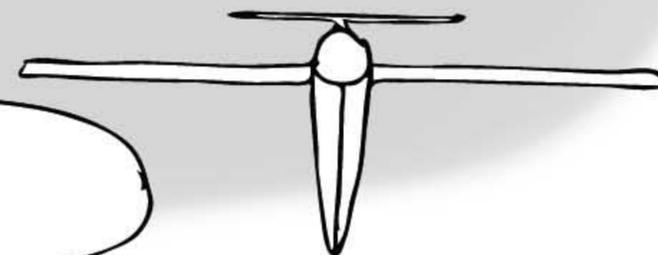
oui, c'est une solution, mais il y a plus simple

Je pousse sur la barre

et....rien !?



je ne fais que DERAPER sur l'eau, à plat et de travers. Il me faudrait une DERIVE, une QUILLE.



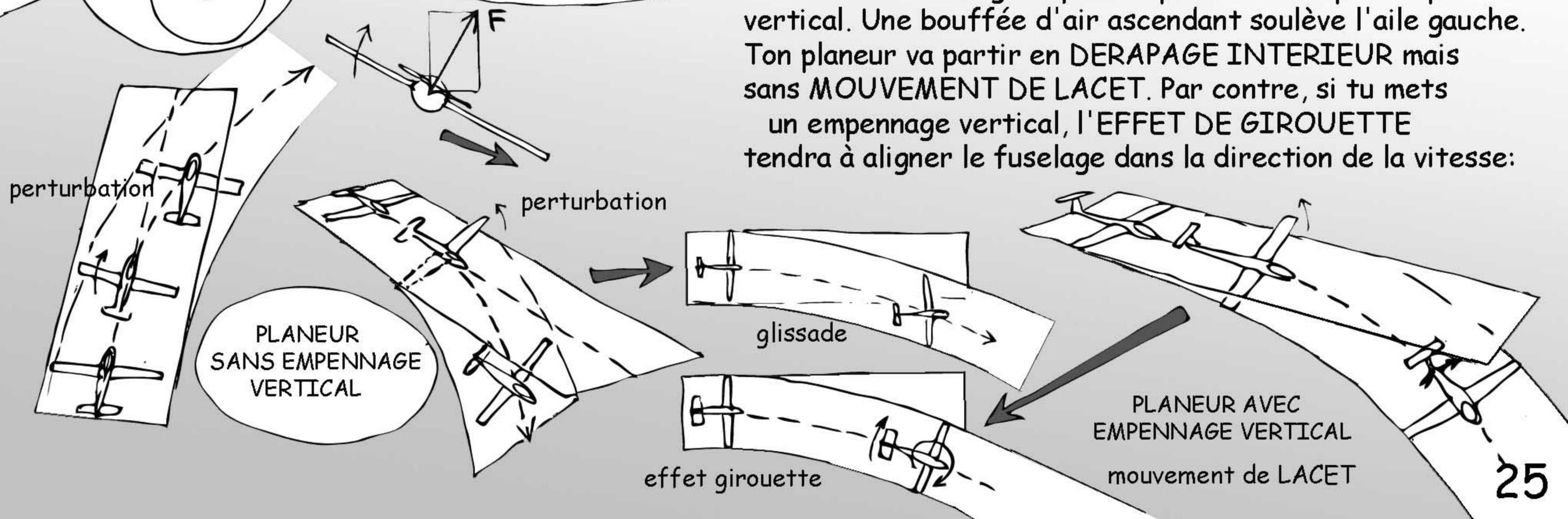
Houlà ! Il y a une forte TURBULENCE, une bouffée d'air ascendant qui soulève notre aile gauche !

et alors ?



L'INCLINAISON

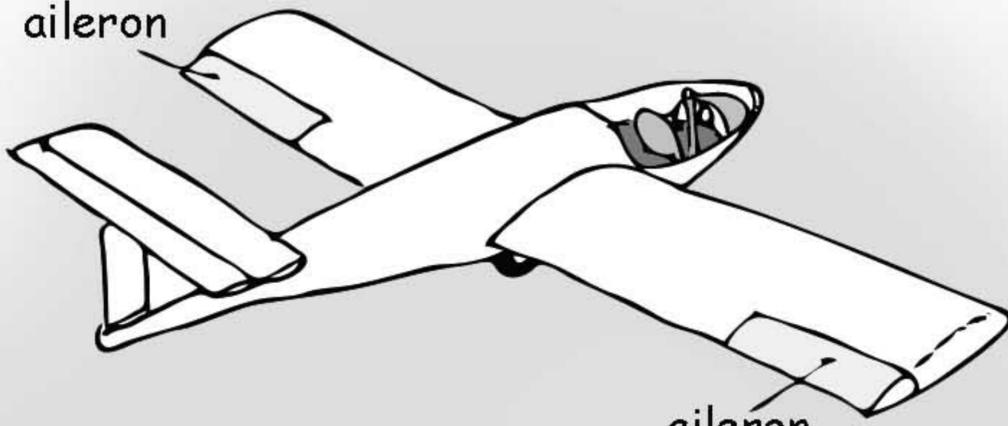
Imagine que ton planeur n'ait pas de plan vertical. Une bouffée d'air ascendant soulève l'aile gauche. Ton planeur va partir en DERAPAGE INTERIEUR mais sans MOUVEMENT DE LACET. Par contre, si tu mets un empennage vertical, l'EFFET DE GIROUETTE tendra à aligner le fuselage dans la direction de la vitesse:



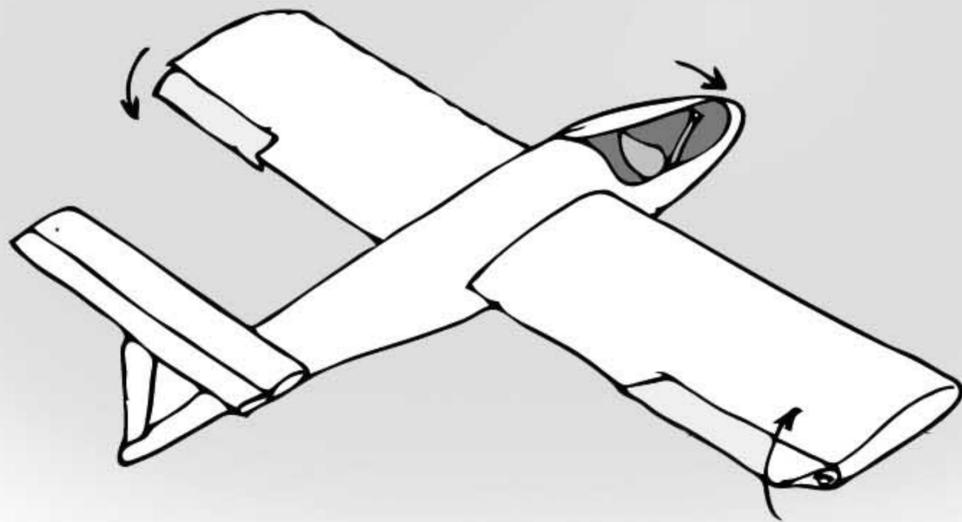
AILERONS

si l'**INCLINAISON** est ce qui fait virer le planeur, alors je peux la provoquer en changeant la courbure du profil à l'aile de volets: des **AILERONS**, braqués de manière différentielle.

aileron



aileron



Portance, aileron non braqué



Portance accrue, braquage positif



Déportance, braquage négatif

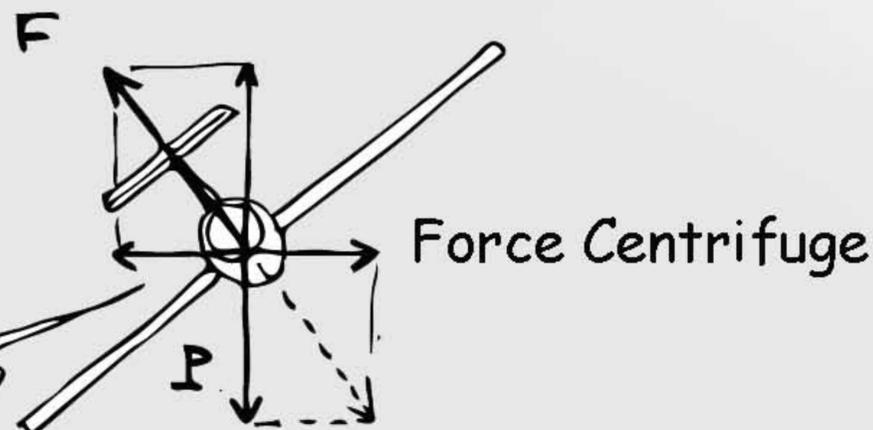


je me suis débrouillé pour commander ces ailerons avec le manche, en les inclinant sur la droite ou sur la gauche.

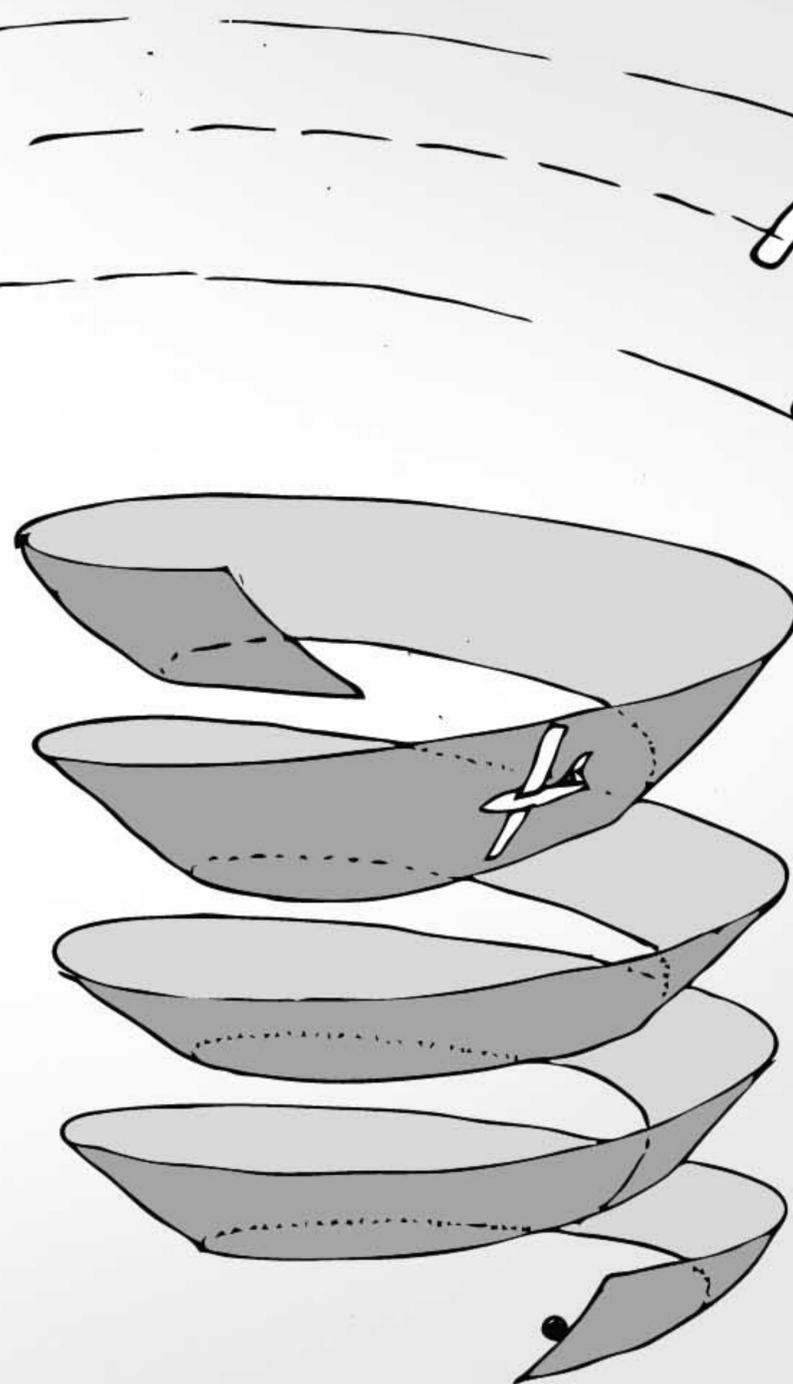
Bon, je vais pouvoir incliner mon aile en manœuvrant ces ailerons à l'aide du manche. Puis, par effet de girouette, mon plan vertical va enclencher le virage, et je tirerai un peu sur le manche pour conserver mon **ASSIETTE** pour empêcher mon planeur de s'enfoncer, de piquer du nez.

tant qu'à faire, mets un peu de pied pour amorcer le virage, ça aidera

et hop ! ça marche. Virage enclenché



et tu vois, après, ton planeur vire presque tout seul. Tu te sers juste de tes commandes pour équilibrer ton virage



si le virage est bien équilibré, le planeur doit glisser comme une bille qui cheminerait le long d'une gouttière enroulée en spirale, ou comme une luge qui filerait sur de la glace sans déraper, ni à droite, ni à gauche.



mais comment savoir si on est en dérapage extérieur ou en dérapage intérieur vis à vis de quelque chose qu'on ne voit pas: de l'air ?

CONTROLE DU VIRAGE

le premier instrument, c'est le CORPS, qui perçoit très bien le mouvement de DERAPAGE



dérapiage intérieur



dérapiage extérieur



en fait c'est beaucoup plus léger et il faut une certaine habitude pour PILOTER AUX FESSES



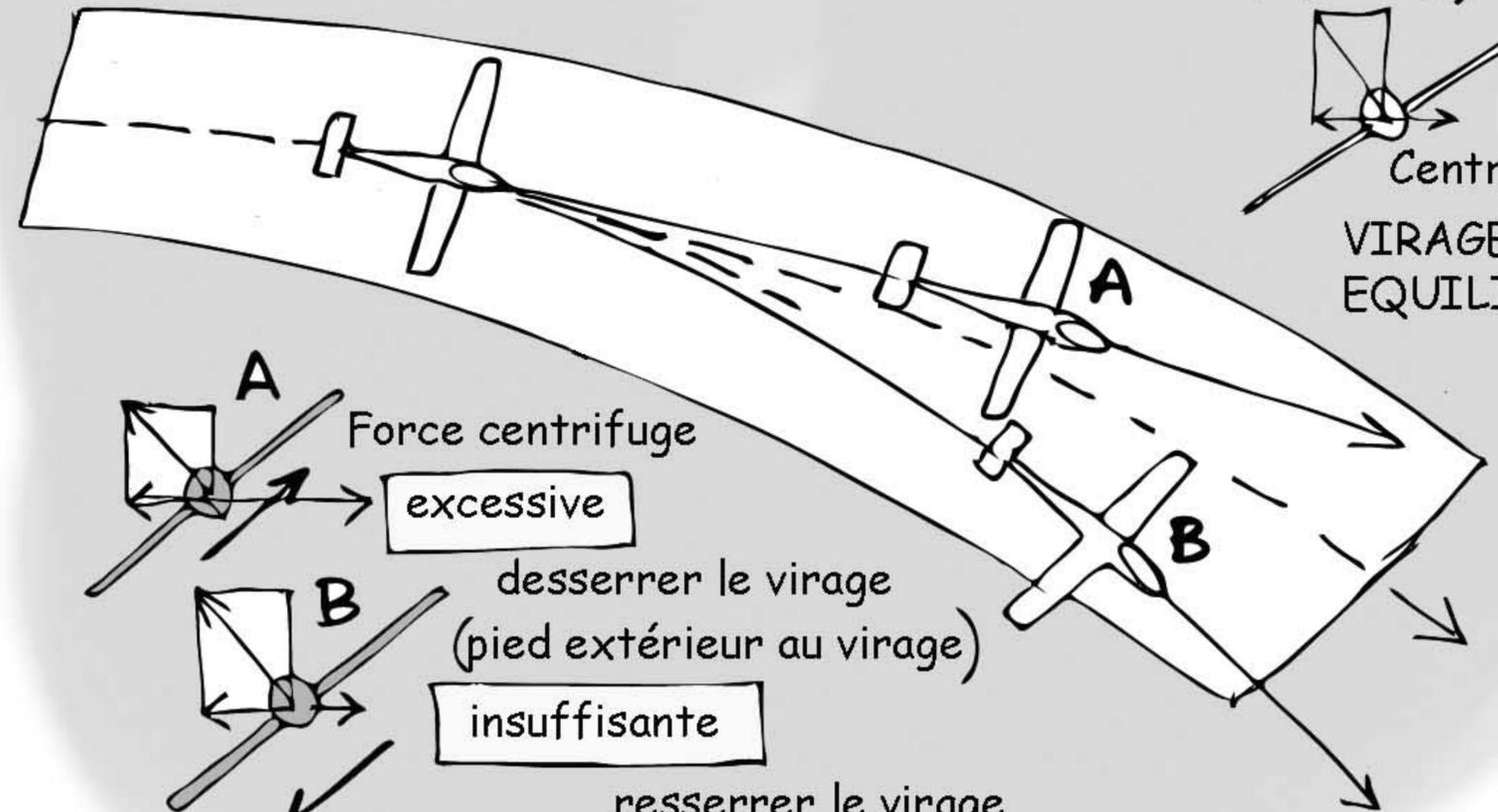
Premier instrument : LA BILLE



Il s'agit d'un tube en verre courbé, rempli d'huile, à l'intérieur duquel on place une bille.

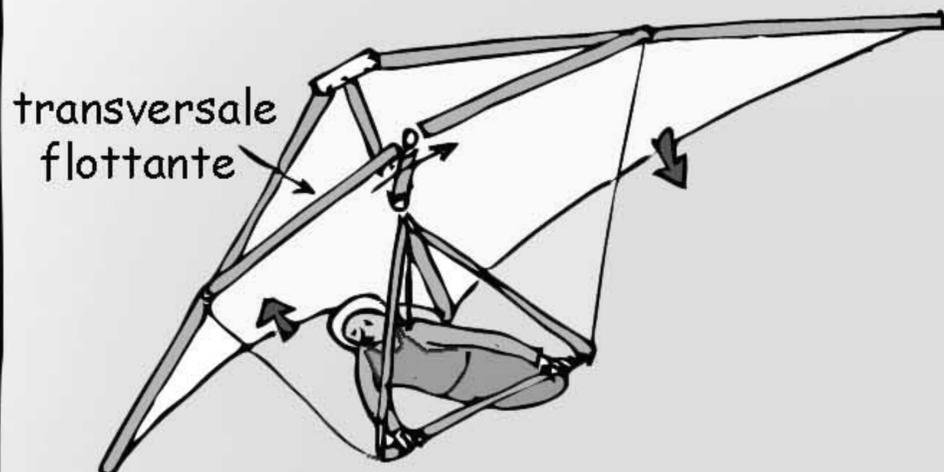


la bille glisse dans le sens où s'effectue le DERAPAGE

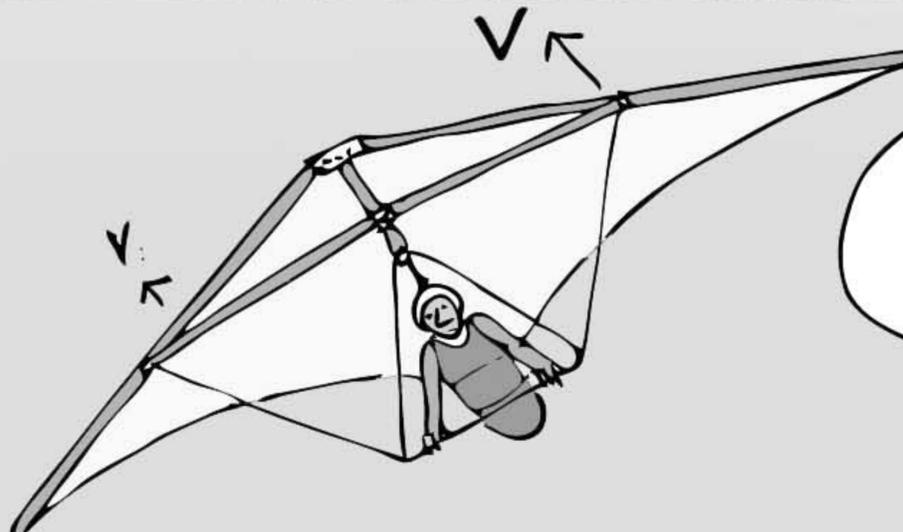


PETITE DIGRESSION CONCERNANT LES AILES DELTA (voir page 16)

transversale flottante



le pilote de delta déporte son poids pour enclencher son virage

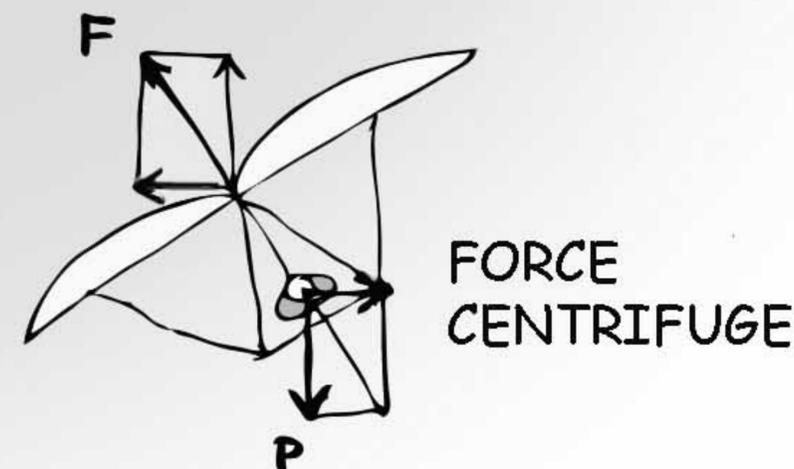


une fois le virage enclenché, l'inclinaison joue son rôle. Elle se maintient parce que l'aile extérieure se déplace un peu plus vite.

mais comment contrôle-t-il son virage ? Est-ce qu'il a une.....bille ?

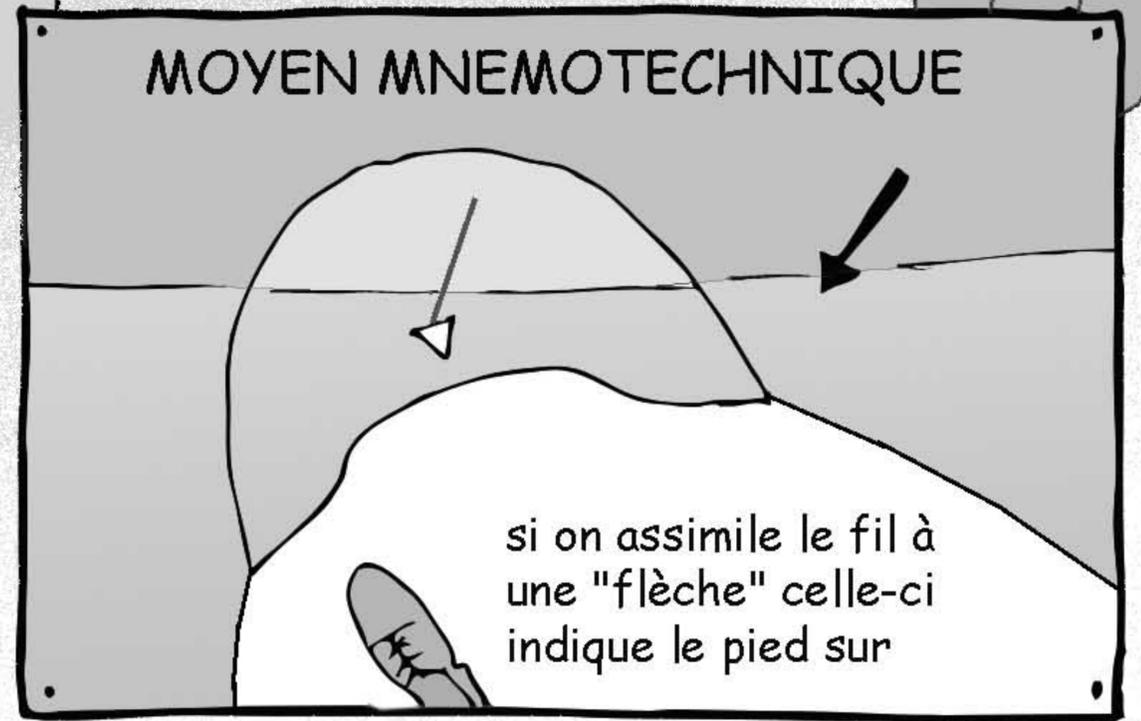
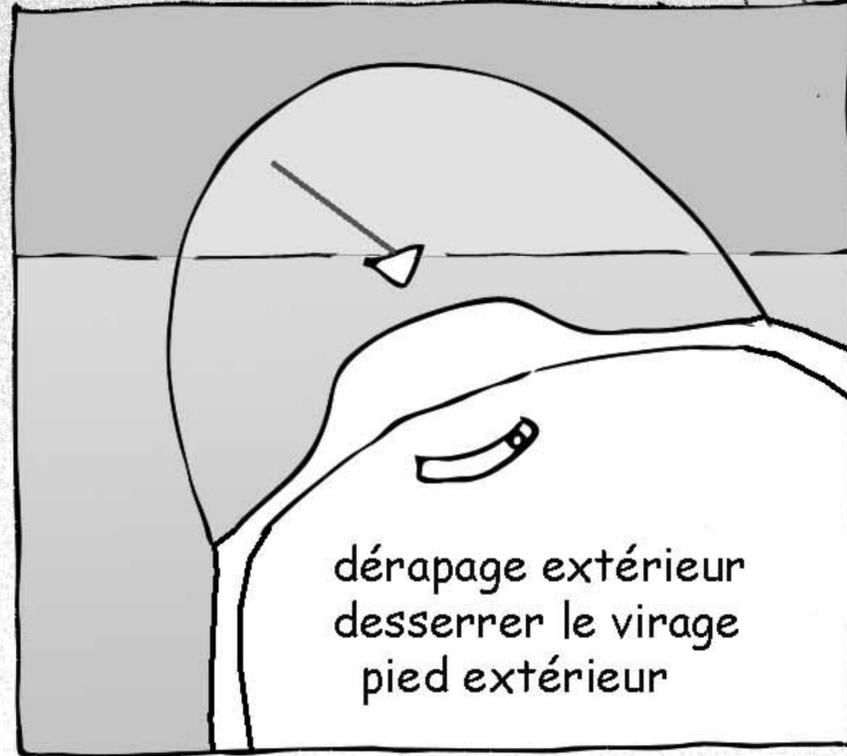
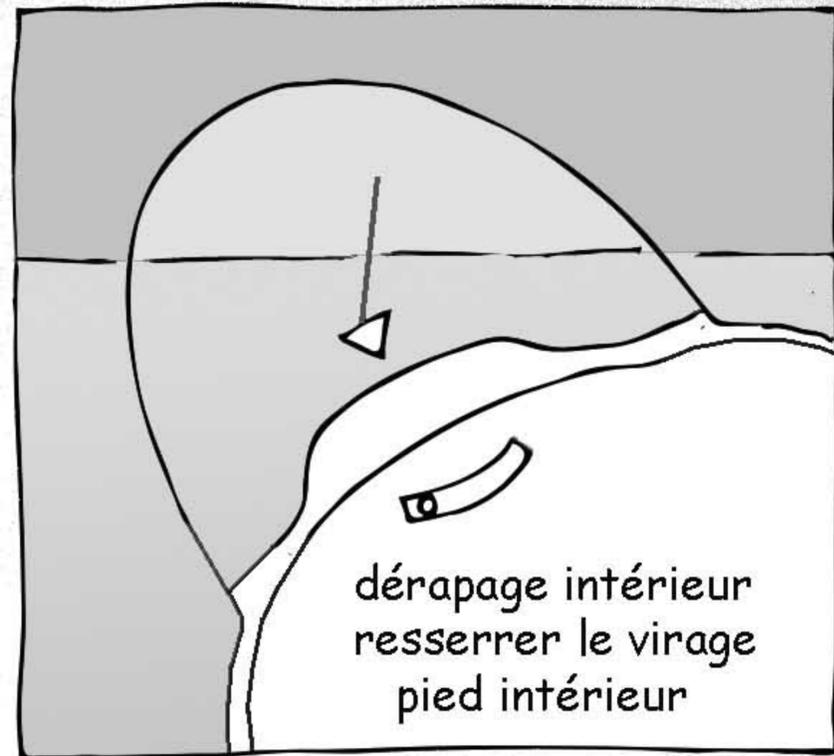


le pilote de delta n'a pas besoin de bille PUISQUE LA BILLE.....C'EST LUI !...
Le virage s'accroît jusqu'à ce que la force centrifuge mette le corps du pilote dans le plan de symétrie de la machine où le système de transversale flottante le maintient automatiquement.



La force centrifuge équilibre la composante radiale de la force aérodynamique

LE FIL DE LAINE



CONJUGUER LES COMMANDES

quand on engage un virage, qu'on se remet en ligne droite, qu'on resserre ou qu'on desserre un virage, il faut agir simultanément sur le pied et sur le manche.

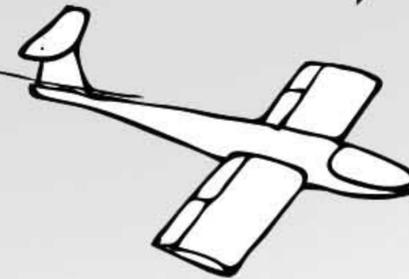
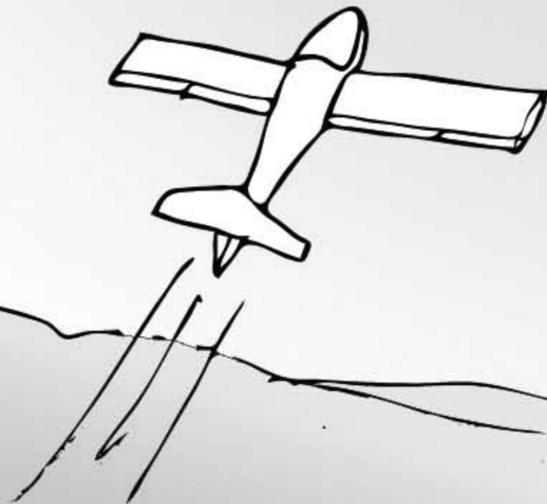
- * manche à gauche, pied à gauche
- * manche à droite, pied à droite



cela s'appelle conjuguer les commandes

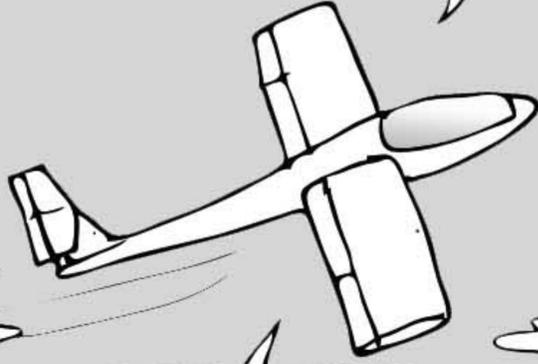
grâce à ces commandes le planeur m'obéit maintenant au doigt et à l'oeil

je pousse sur le manche
je prends de la vitesse



DÉCROCHAGE

je tire sur le manche pour cabrer l'appareil



je pars à l'assaut des nuages

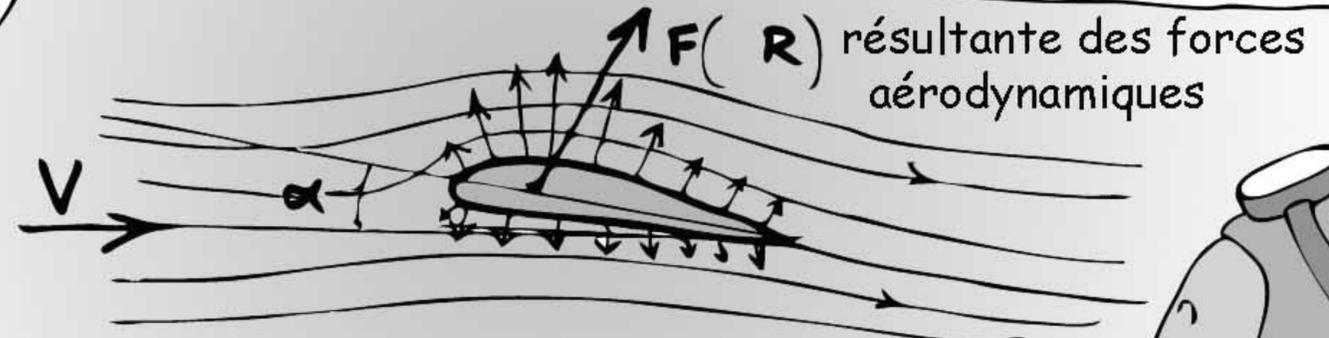
Sophie, nous tombons comme un caillou !!

et je n'ai touché à rien, qu'est-ce qui se passe ?

j'explique. Ceci est le dessin de l'écoulement de l'air autour de ton aile dans des conditions normales

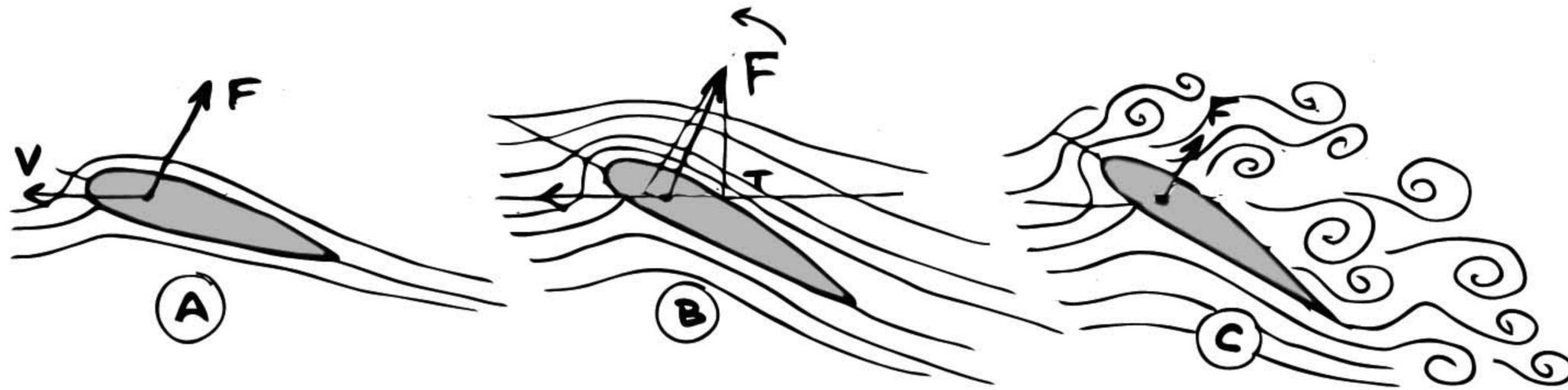
mon chéri, tu viens de faire un superbe décrochage

j'ai fait QUOI ?



normales....comment ?

quand l'INCIDENCE sous laquelle l'aile est attaquée par le flux d'air incident à vitesse V reste modérée, disons 6° à 15°



- En A, une configuration de vol normale.
- En B, vol aux grands angles. La force aérodynamique se projette toujours sur la direction de la vitesse V en donnant une traînée T , mais le basculement vers l'avant de cette force F fait qu'elle se projette vers l'avant du plan de l'aile.
- en C l'air ne parvient plus à contourner la partie antérieure du profil de l'aile. Sous l'effet de la force centrifuge l'écoulement DECROCHE. La portance s'effondre. Le planeur "salue", pique du nez.



après une ABATTEE le planeur reprend naturellement de la vitesse. L'écoulement se RECOLLE sur le profil. La portance réapparaît brutalement, du fait du gain de vitesse V . Quand le pilote sent que son planeur décroche, s'enfoncé il peut accélérer ce retour à une configuration normale en piquant légèrement, en poussant sur le manche, en RENDANT LA MAIN.

La Direction.



ça t'es déjà arrivé de décrocher, toi ?



ouaip ! Au dessus des Andes j'ai été pris dans une bouffée d'air ascendant, qui à provoqué un DECROCHAGE DYNAMIQUE

AUTOROTATION

Je spiralais tranquille, cherchant un truc sympa à bouffer, une carcasse. Quand tout d'un coup, je te raconte pas !!

tu as décroché parce que le VENT RELATIF a changé, que ça a accru l'angle d'incidence ?

ouaip. Mais comme l'aile intérieure au virage est plus lente, c'est elle qui a décroché. Alors tout a basculé, ça tournait, malheur de moi !

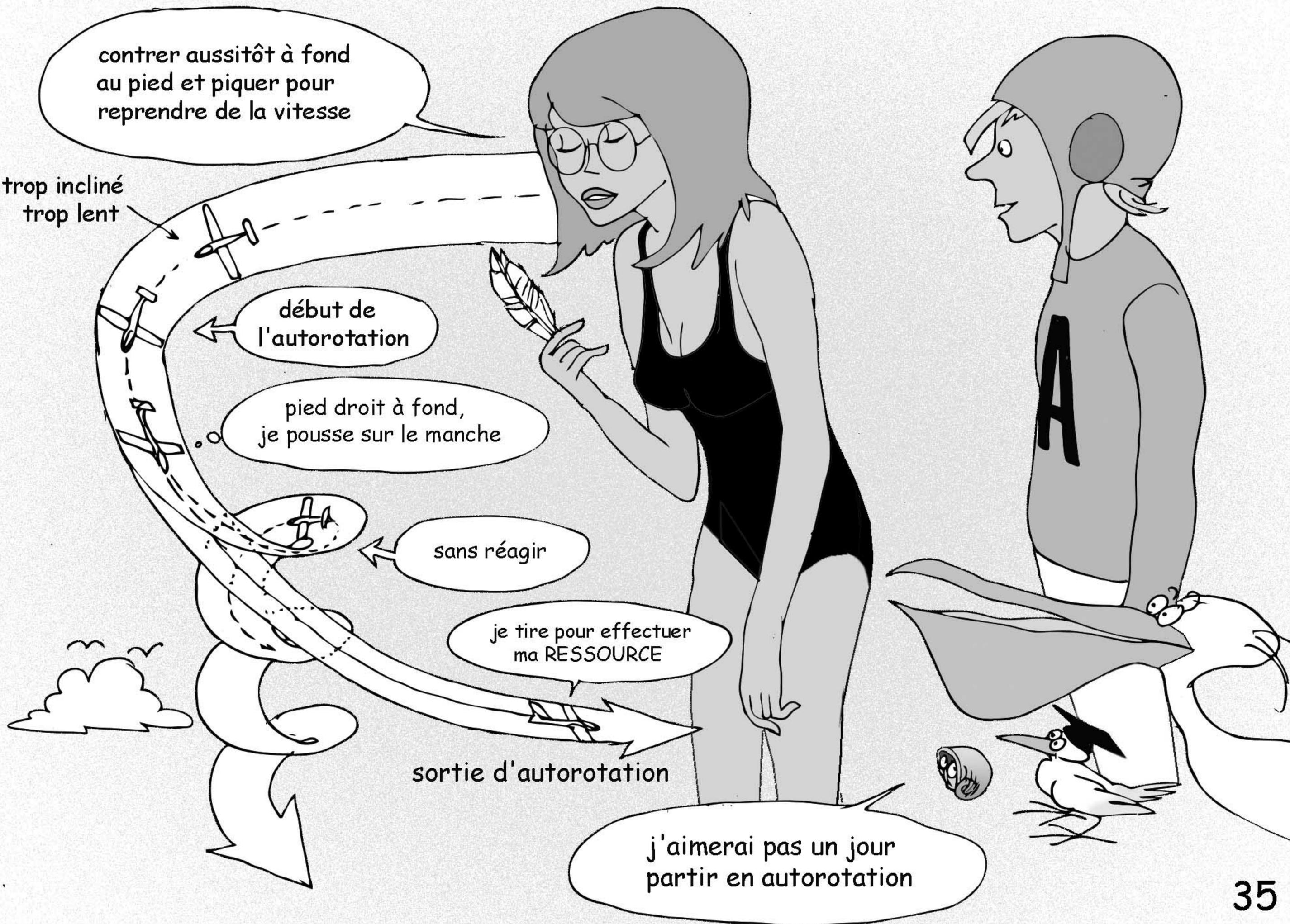
l'aile extérieure marche aux grands angles. La force F tire cette aile et entretient cette AUTOROTATION.

l'aile intérieure est décrochée

il faut que je fasse quelque chose, mais quoi ?

tirer sur le manche ? surtout pas !

on perd cent mètres par tour !



contrer aussitôt à fond au pied et piquer pour reprendre de la vitesse

trop incliné trop lent

début de l'autorotation

piéd droit à fond, je pousse sur le manche

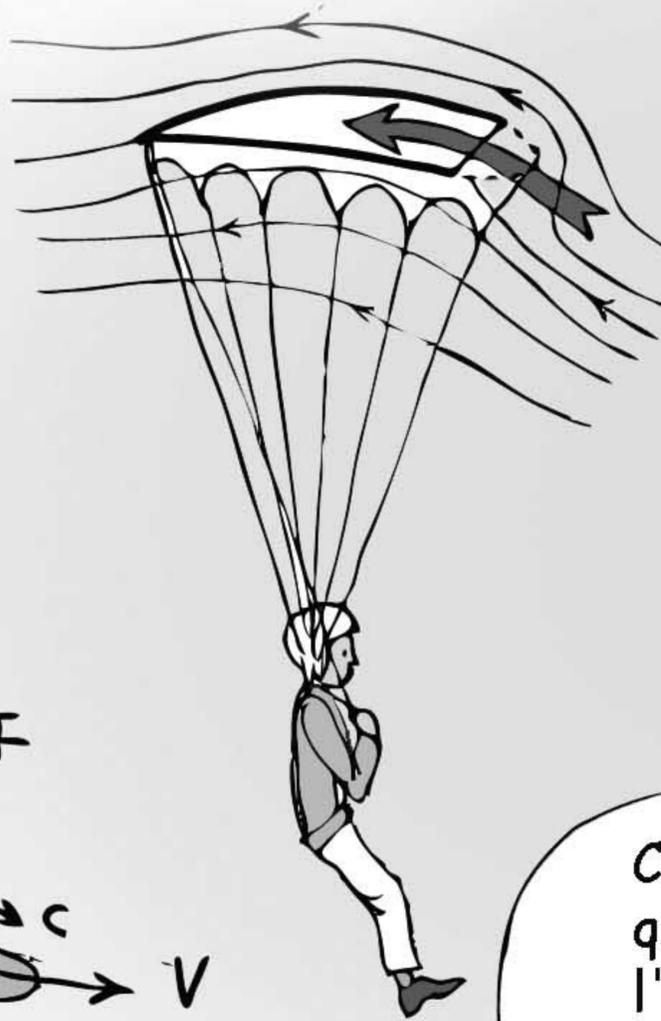
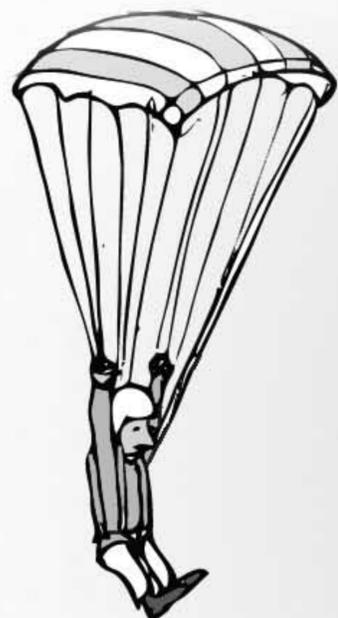
sans réagir

je tire pour effectuer ma RESSOURCE

sortie d'autorotation

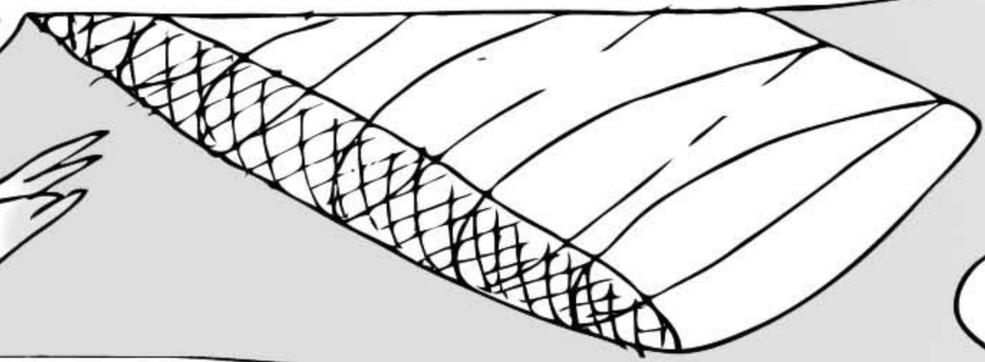
j'aimerais pas un jour partir en autorotation

PARAPENTE : QUAND LA VOILE PEUT DEVENIR UN LINCEUL



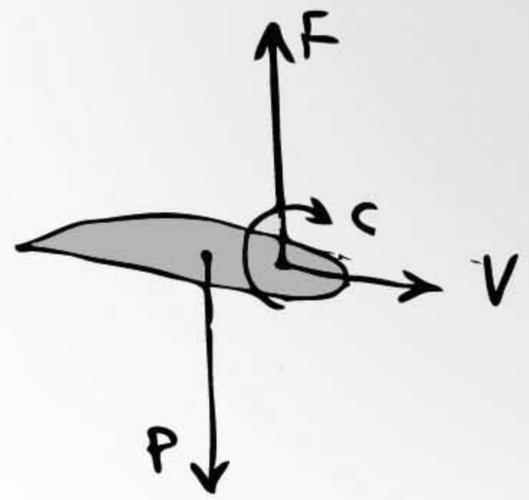
le parapente est une extrapolation du PARACHUTE À CAISSONS qui a remplacé l'antique parachute hémisphérique (*) qui n'est plus aujourd'hui utilisé que comme parachute de secours.

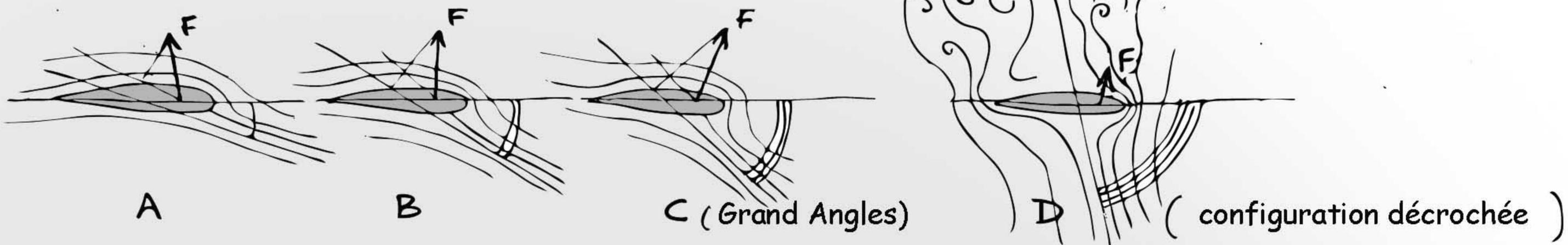
le port du parachute est obligatoire sur les planeurs.



C'est le centrage médian du pilote qui équilibre le couple piqueur de l'aile. Le gonflement du profil est assuré grâce à la surpression à la partie antérieure de l'aile, fait d'un tissu à maille larges.

collision de planeurs.

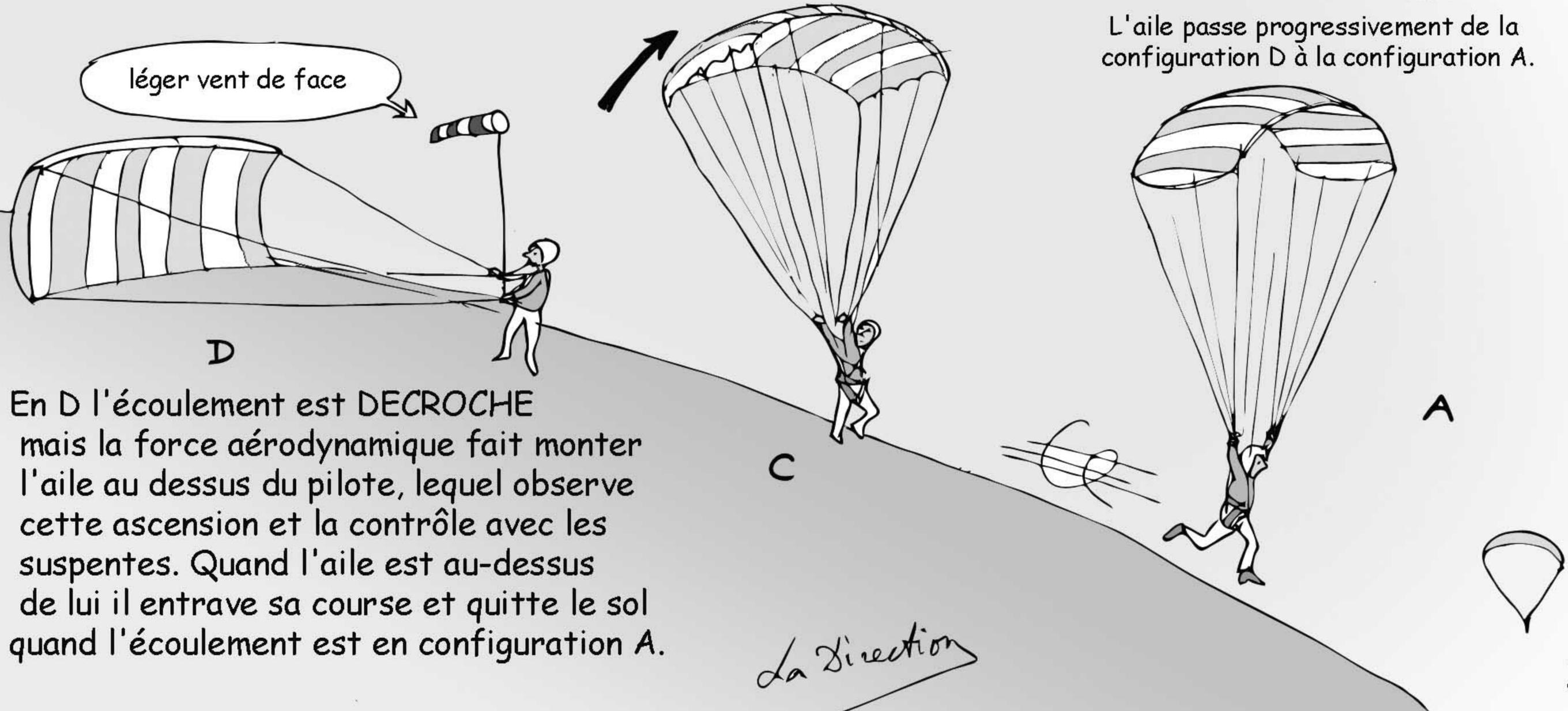




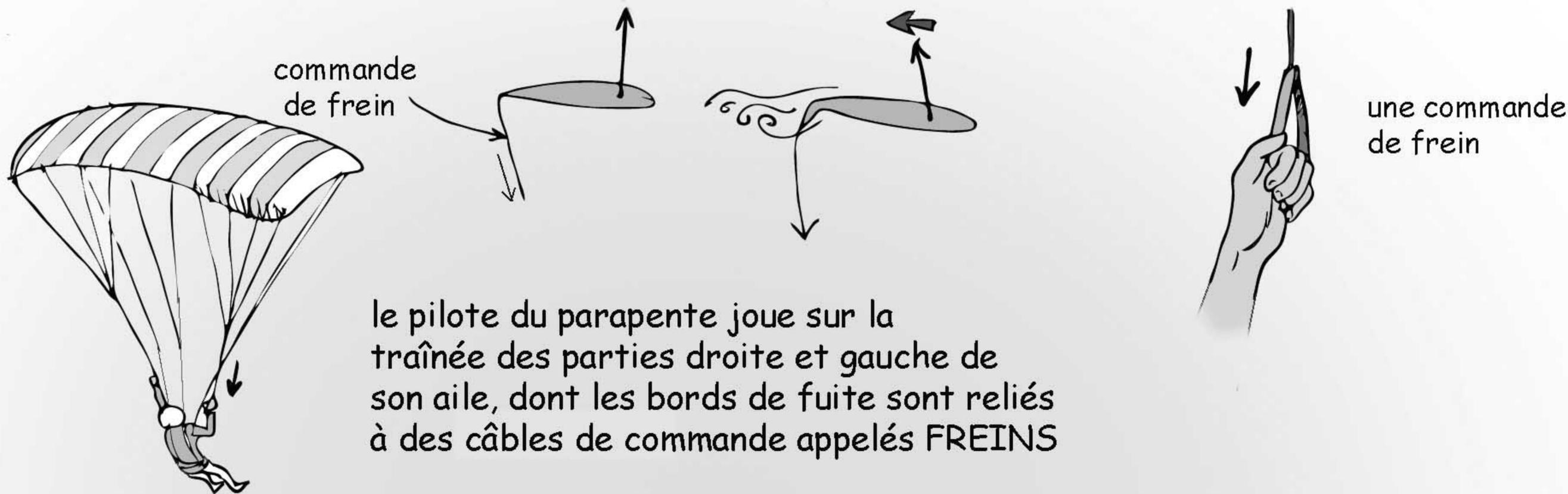
On sait que quand l'incidence (la direction du VENT RELATIF) croît, la force aérodynamique agissant au FOYER de l'aile, à 25% de sa CORDE bascule progressivement vers l'avant. L'écoulement finit par DECROCHER. La force diminue mais RESTE DIRIGÉE VERS L'AVANT DU PROFIL.

LE DECOLLAGE EN PARAPENTE

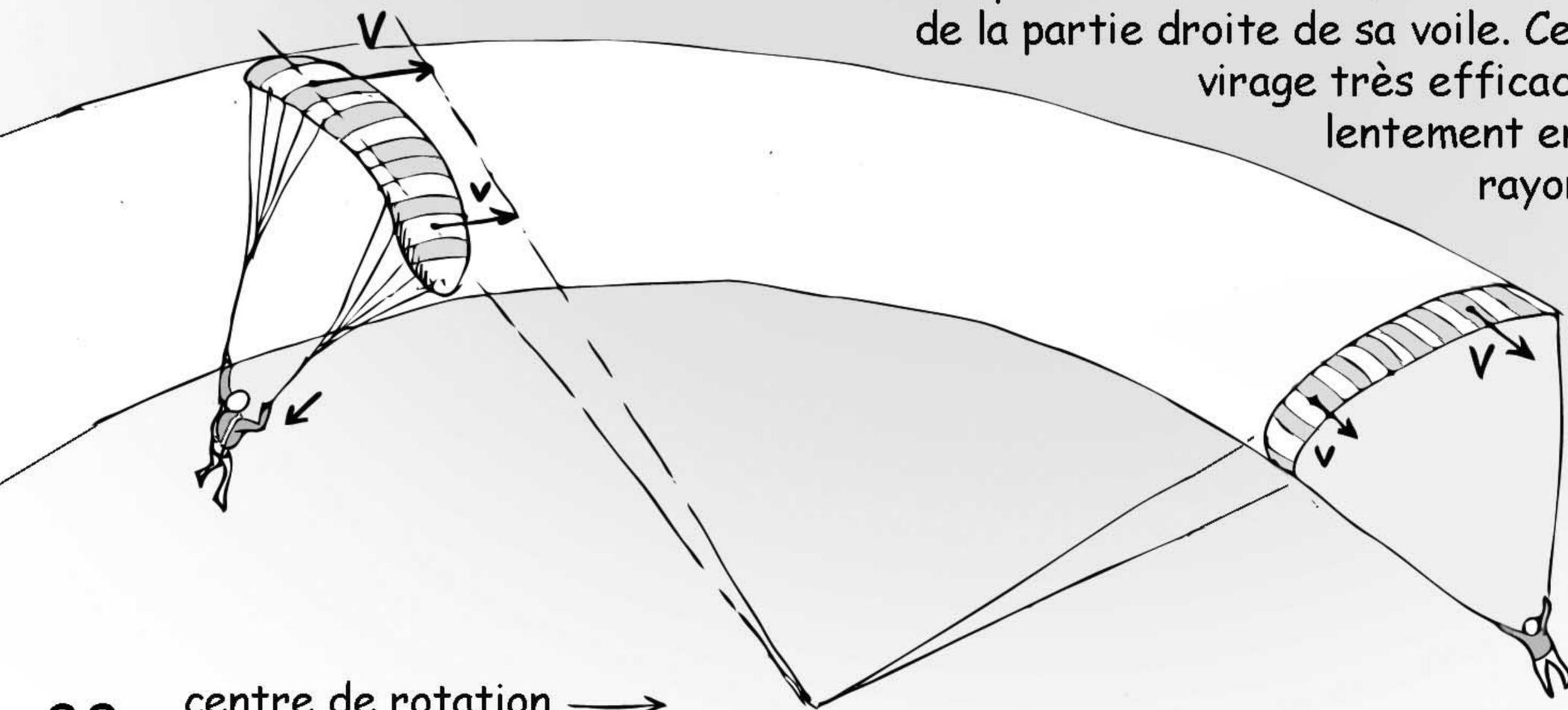
L'aile passe progressivement de la configuration D à la configuration A.



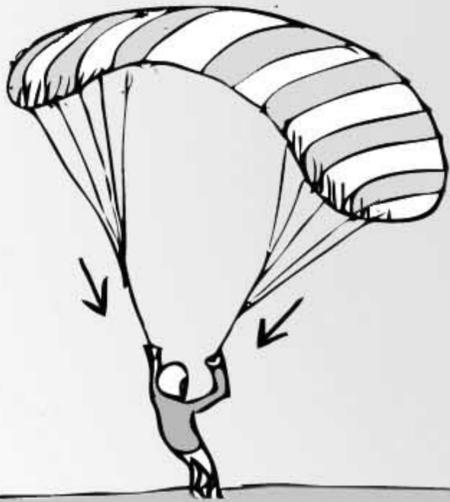
En D l'écoulement est DECROCHE mais la force aérodynamique fait monter l'aile au dessus du pilote, lequel observe cette ascension et la contrôle avec les suspentes. Quand l'aile est au-dessus de lui il entrave sa course et quitte le sol quand l'écoulement est en configuration A.



Ici le pilote tire sur son frein droit. Il accroît la TRAINÉE de la partie droite de sa voile. Ceci entraîne une mise en virage très efficace. Les parapentes volent lentement en adoptant aisément des rayons de virage très faibles. La partie extérieure de l'aile, plus rapide, se soulève (ROULIS INDUIT).



En tirant sur les deux freins à la fois il pourra ralentir son aile jusqu'à sa VITESSE DE DECROCHAGE. C'est une manœuvre qu'il fera juste avant de retrouver le contact avec le sol à l'ATTERRISSAGE, pour annuler sa vitesse.

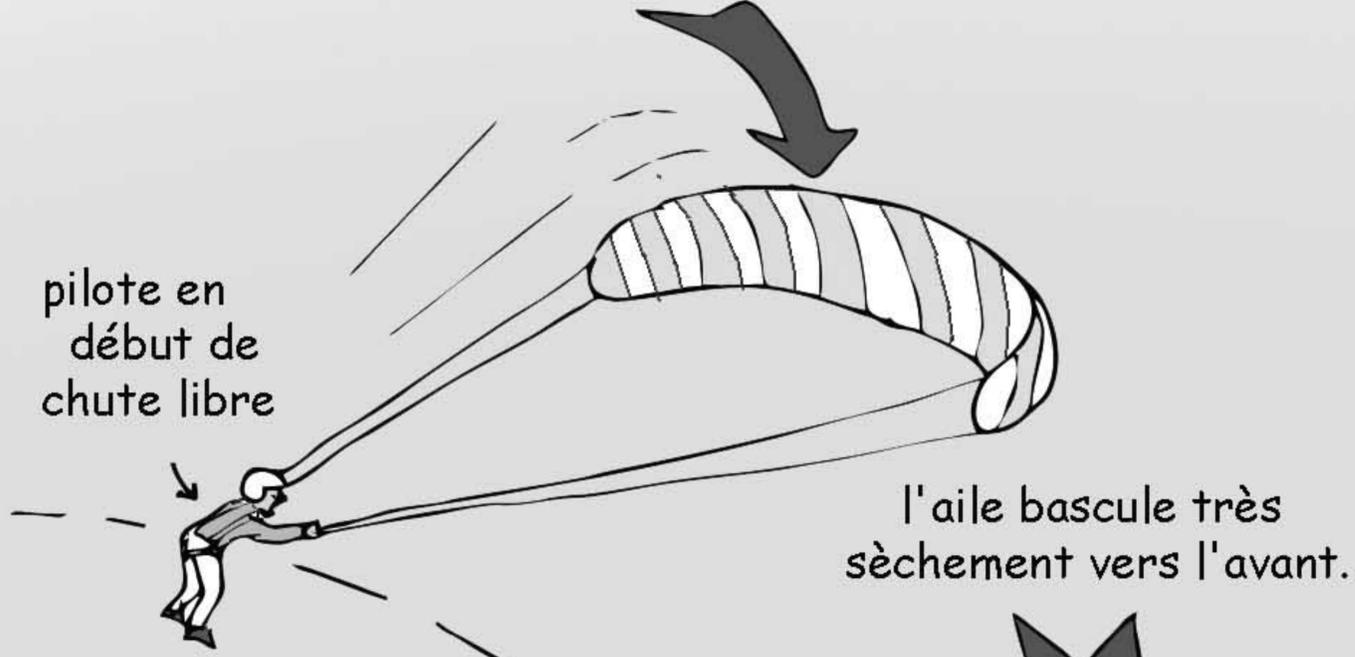


Mais en dehors de cela, cette manœuvre est TRÈS DANGEREUSE. Elle peut en outre survenir sous l'effet d'une violente RAFALE ASCENDENTE provoquant un DECROCHAGE DYNAMIQUE



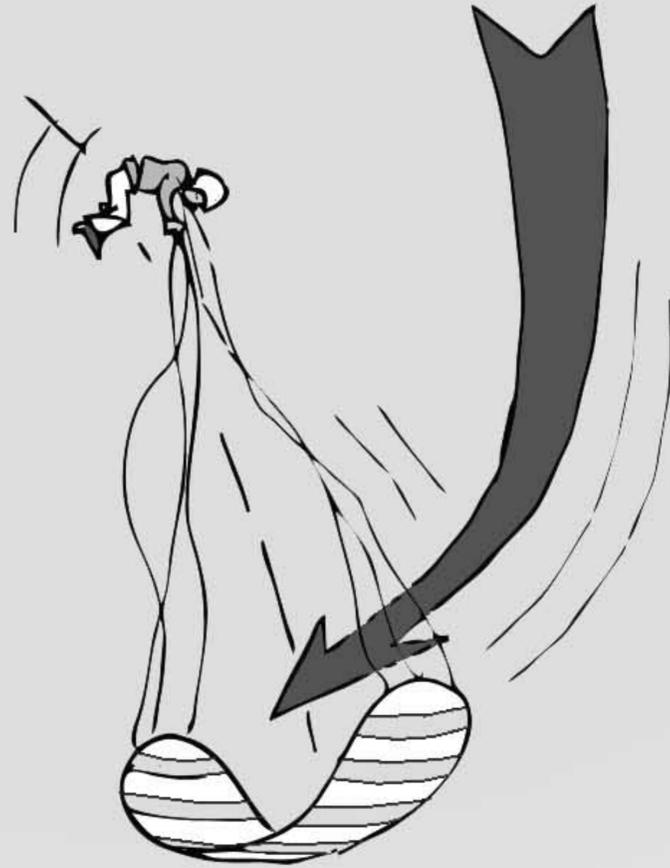
Décrochage dynamique lors d'un vol dans une ATMOSPHERE TURBULENTE en milieu de journée.

pilote en
début de
chute libre



l'aile bascule très
sèchement vers l'avant.

le basculement de la force aérodynamique
vers l'avant du profil propulse l'aile, à
inertie quasi-nulle, vers l'avant, très vite.



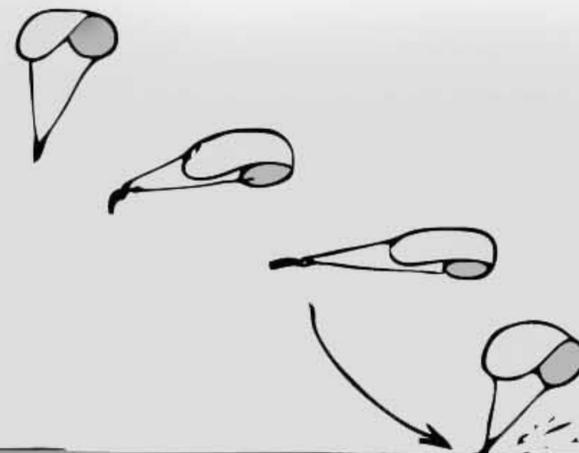
Si le pilote ne contrarie pas ce mouvement (*)
en freinant immédiatement sa voile, celle-ci
passe sous lui.



IL TOMBE DEDANS ET SE TUE

(*) Le débutant, non averti,
a au contraire tendance à ... tout lâcher !

Si l'incident se produit près du sol et si le parapentiste a la chance de ne pas se retrouver dans sa voile, une ressource très violente pourra lui faire reprendre très violemment contact avec le sol.

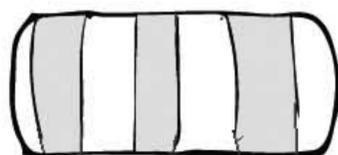


chevilles, genoux explosés, vertèbres brisées

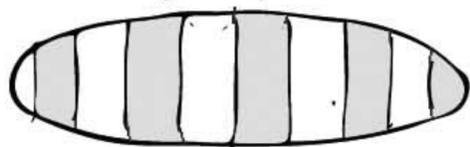
Dans les sports aériens un compromis doit être négocié entre PERFORMANCE et SECURITE. Un profil plat  \rightarrow  permet des vitesses plus élevées, ce qu'on recherchera pour aller d'une ascendance à une autre. Mais plus le profil est plat...plus le décrochage est brutal. Les concepteurs cherchent également à accroître la FINESSE (*) (dont il sera question plus loin) et pour ce faire accroissent l'ALLONGEMENT des parapentes, les rendant vulnérables au REPLIS DE VOILURE dans des TURBULENCES, qui se traduisent par une perte d'altitude de 50 m minimum avant REOUVERTURE.



parachute à caissons



parapente à allongement croissant



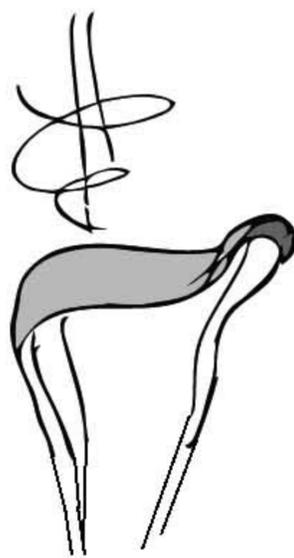
ma finesse ? euh...



milieu de journée
beau ciel bleu
sans prévenir...

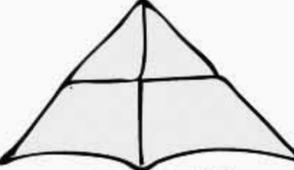
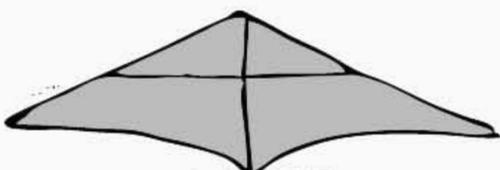
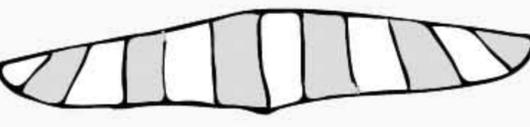


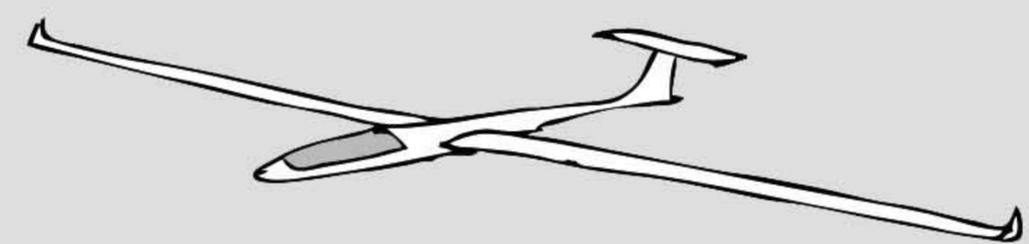
hé là ! ?



(*) A partir d'une hauteur h
on peut franchir la
distance $d = fh$
 f étant la FINESSE

cette course à la performance affecte également le monde des "delta"

 1975	 1985	 Actuellement
 simple surface	 double surface (avec lattes)	 double surface (avec lattes)
25 km/h finesse 3 ↓ 2,5 m/s	35-70 km/h finesse 7 ↓ 1,8 m/s	40/100 km/h finesse 10 ↓ 1 m/s



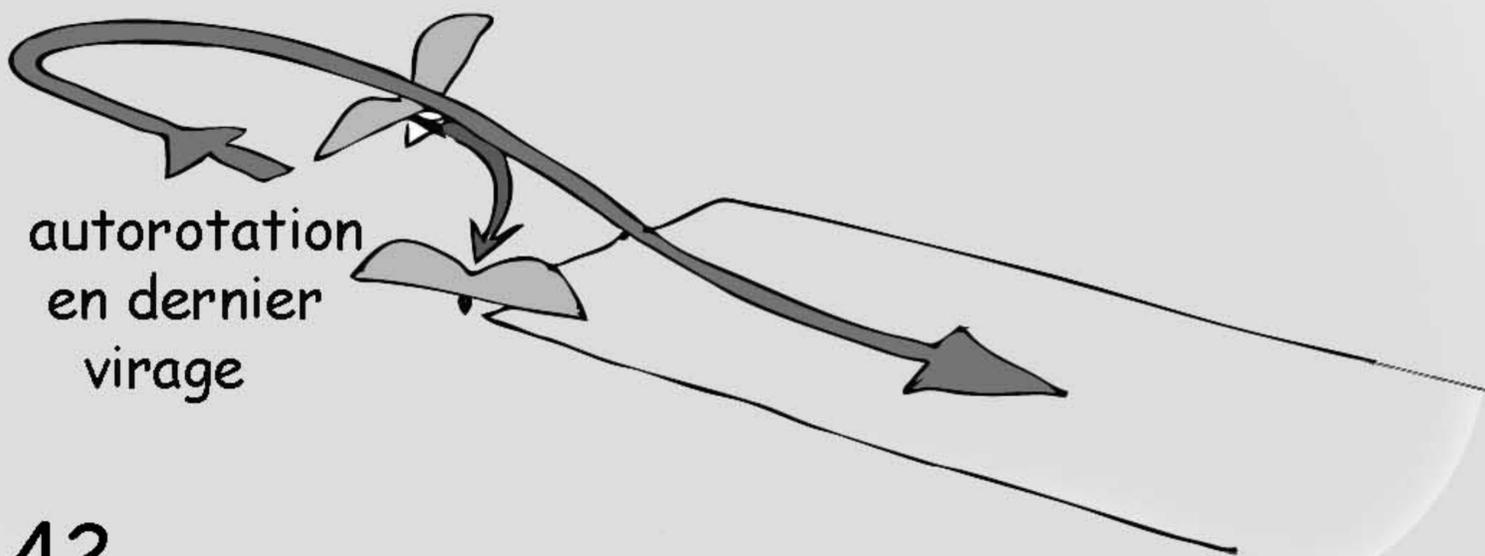
planeurs modernes
65-90-170 km/h
 finesse 20 à 60
 ↓ 0,5 m/s

allongement 20 à 35

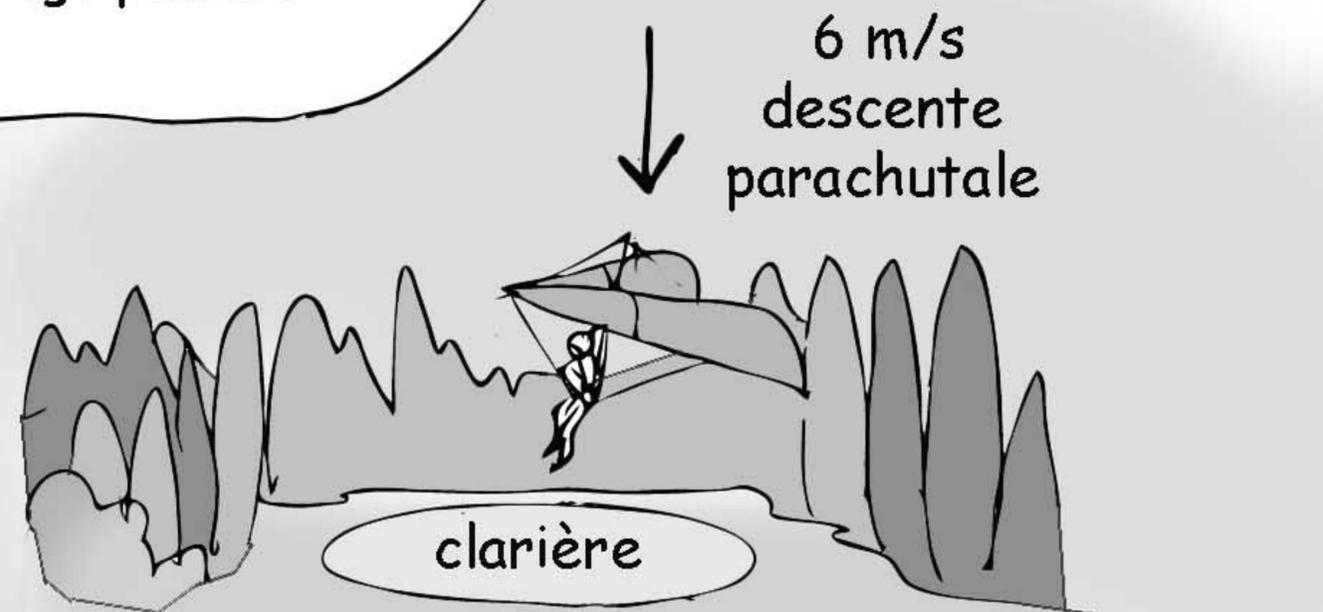


un bon compromis doit être trouvé entre la performance et la sécurité.
Les premiers deltas pouvaient pas décrocher dissymétriquement. Les "deltas" modernes, à fort allongement et profils biconvexes se comportent comme des ailes classiques et, lors d'un décrochage en virage peuvent donc partir en AUTOROTATION.

virage en "finale"



autorotation
en dernier
virage



6 m/s
descente
parachutale

clarière

les premiers "deltas" pouvaient
parachuter, descendre verticalement.

DOMAINE DE VOL



On a trois éléments
1- Les conditions aérologiques
2- La machine
3- Le pilote

Il y a des conditions aérologiques
qui excluent l'envol de certaines
machines volantes

je ne sais pas ce que tu
en penses mais moi je
préfère aller à pied

le parapente est un sport
de détente sans problème par
temps calme, le matin tôt, par exemple, sans vent ni turbulences.
En air turbulent le risque est inévacuable.

Des machines apparemment semblables peuvent avoir des domaines
de vol très différents. Certaines "pardonnent", d'autres, non. La course à la performance,
maladie du monde contemporain, crée des prises de risque.

Dans le monde de l'aéronautique
le proverbe classique est :
UN BON PILOTE EST UN VIEUX PILOTE





c'est pas mal quand même. Avec cette route on peut amener le planeur à 500 m au dessus de la plaine.

manche à balai, fil de laine, tout ça c'est des trucs de bonne femme

bon, nous voilà au sommet. Mais de quel côté faut-il décoller ?

face au vent. Pour la mise en vitesse ça sera toujours ça de gagné

la direction du vent ? Il y a le classique truc du doigt mouillé



attends, j'ai une idée. Avec cette chaleur je serai mieux avec des manches courtes. Va me chercher un bout de bois

Léon, est-ce que vous n'exagérez pas un peu ?



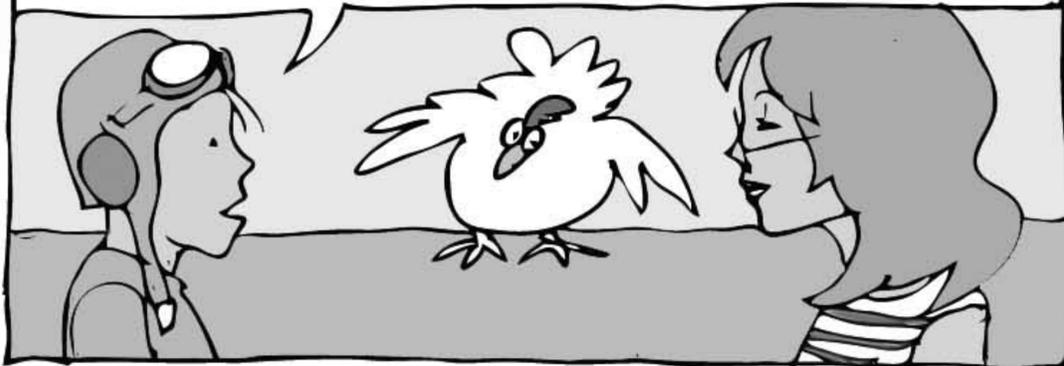
LA MANCHE À AIR

tiens, qu'est-ce que je disais !



venez par là, c'est bon

Tous les oiseaux ne sont pas construits sur le même modèle. Il y en a qui semblent voler presque sans un battement d'ailes. Par contre d'autres, comme la poule....



c'est pas parce que vous avez de grandes ailes qu'il faut la ramener. Si on avait l'espace en dessous on seraient capables de faire aussi bien que vous

ben voyons....

il y a la falaise, là-bas vous allez nous montrer ça

vas-y, montre leur ce qu'on est capables de faire, à ces emplumées de mouettes

j'aurais dix ans de moins, tenez !

l'honneur des poules est en jeu

hélas les poules évaluent les distances avec une vision binoculaire

comme les escargots

Loin du sol elle perd totalement ses repères comme un aviateur perdu dans un nuage, ou dans de la brume. C'est comme si elle devenait....aveugle

Nom d'un pingouin ! où sont le haut et le bas ? je ne reconnais plus rien !...

Dés qu'elle s'éloigne du RELIEF elle devient incapable d'apprécier les distances

VIRAGE ENGAGÉ

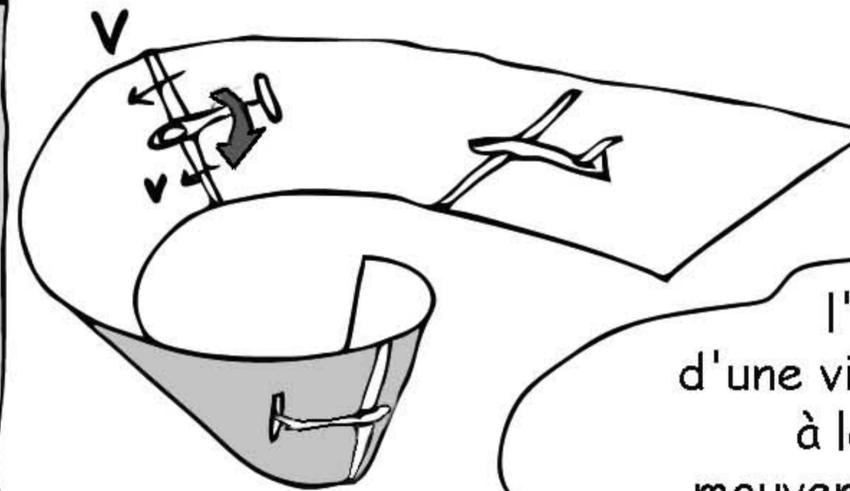
je ne comprends pas....
Mon fil de laine est au milieu, ma bille centrée mes commandes au neutre et ma vitesse ne cesse d'augmenter.

Pris dans un nuage, Anselme ne se rend pas compte qu'il ne vole plus droit. En fait, sans un HORIZON ARTIFICIEL, stabilisé par gyroscope, il n'a aucune possibilité d'évaluer son incidence et son assiette. Il peut se retrouver ainsi dans une figure dangereuse : le virage engagé.

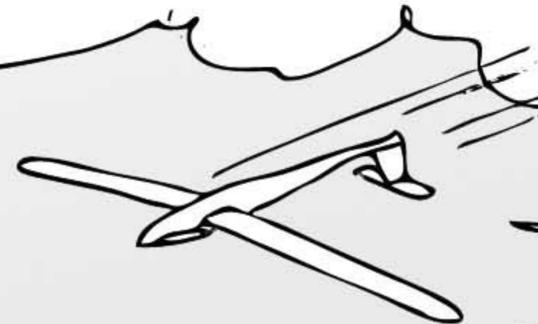
Lâchée d'une altitude de 200 mètres une poule s'avère incapable de traiter ses informations visuelles pour se construire une représentation mentale tridimensionnelle du monde ou elle évolue. Elle part alors dans un virage engagé dont elle ne parvient plus à sortir (*).



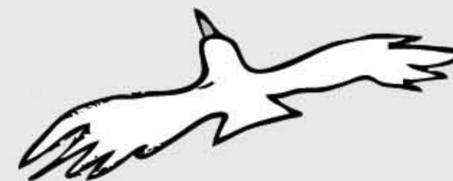
may day !



l'aile extérieure, animée d'une vitesse plus grande par rapport à la masse d'air entraîne un mouvement de ROULIS INDUIT.



quoi ! je suis sur le dos !?!



incroyable !



tu n'as qu'à voler deux minutes les yeux fermés, tu verras

(*) Authentique

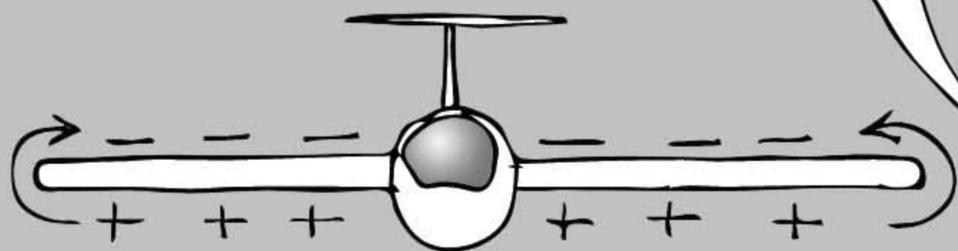
Les oiseaux qui semblent voler sans beaucoup se fatiguer ont toujours des ailes très allongées : Les rapaces, les albatros.

tu es passé du delta au planeur avec cockpit, surfaces le plus lisses possibles pour réduire au maximum les pertes d'énergie liées à la turbulence que ta machine crée sur son passage. Mais il en est une que tu as oublié.

pourquoi ?

laquelle ?

le fonctionnement de ton aile implique que tu crées une surpression sur le dessous, sur L'INTRADOS et une dépression sur le dessus, sur L'EXTRADOS. Alors il se passe ceci:



les **TOURBILLONS MARGINAUX** sont une source de dissipation d'ENERGIE.

Puisque les bords sont une source de perte d'énergie il suffit de les enlever de faire une aile sans bord

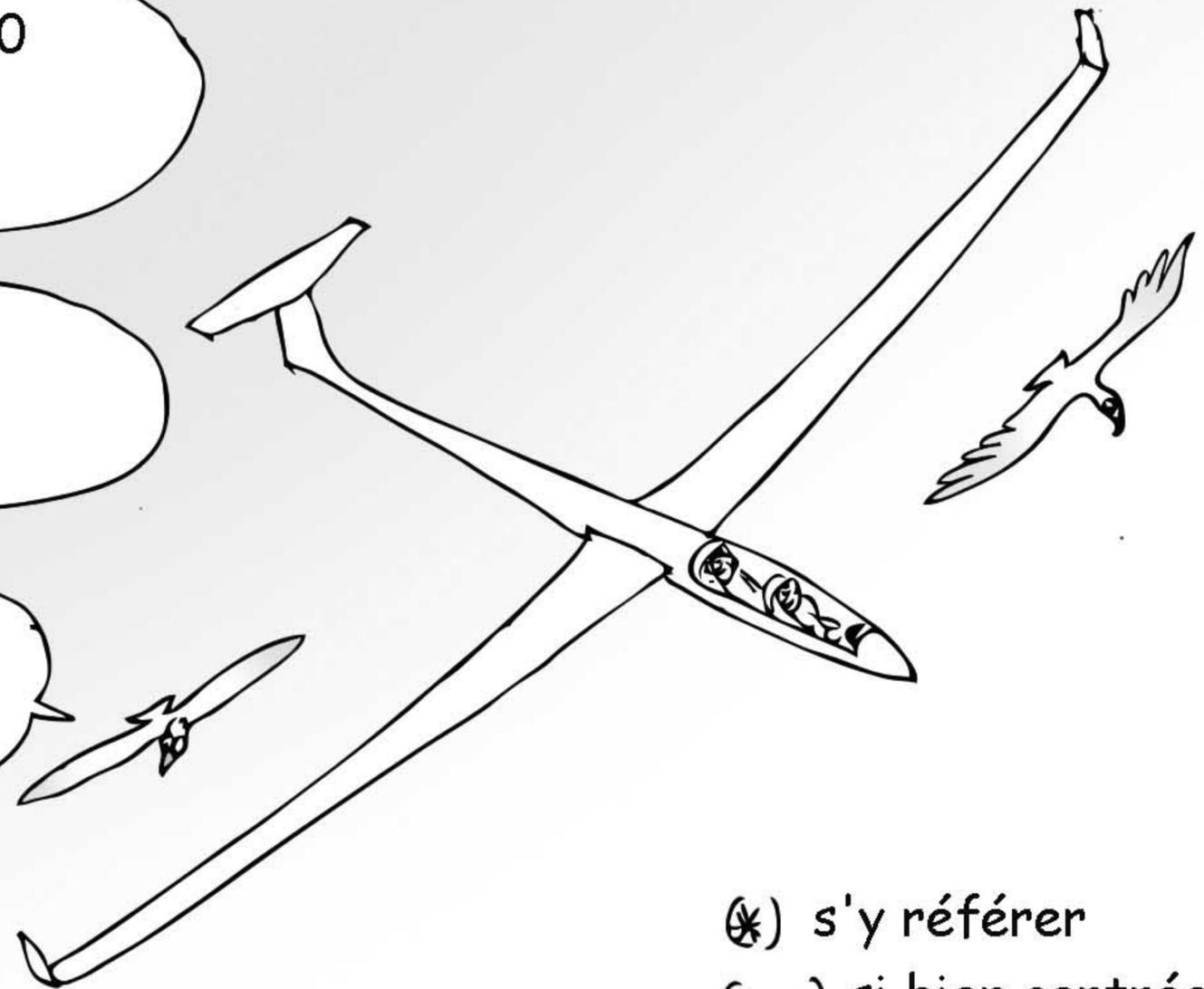
Tirésias, ne dites pas de bêtises. Une aile sans bords ça n'existe pas !!!



si, ça existe. Et Merlin l'enchanteur la décrit dans l'album CENDRILLON 2000 dans les pages 33 et 34 (*). Ces ailes planent d'ailleurs très bien (**).

L'autre solution consiste à allonger les ailes au maximum pour minimiser ces pertes en bout d'ailes à presque rien.

pourquoi les bouts d'ailes sont-ils retournés vers le haut ?!?

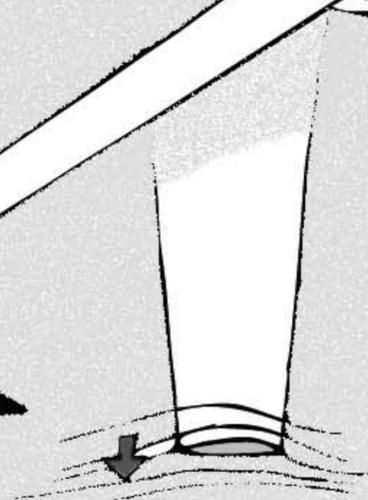
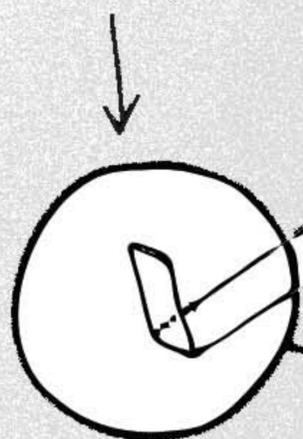


(*) s'y référer

(**) si bien centrées

LES WINGLETS

schématiquement



la vitesse induite par le WINGLET s'oppose au contournement de l'aile.



Les WINGLETS, schématiquement, sont des mini-ailes disposées perpendiculairement à l'aile principale, telles que leur profit crée une (faible) VITESSE INDUITE qui s'oppose au contournement du bout d'aile, dû à la différence de pression régnant entre l'intrados et l'extrados : la winglet crée son propre tourbillon marginal mais le gain est si net que cette idée, qui aurait pu il y a un siècle, envahit aujourd'hui progressivement tout le monde de l'aéronautique

moi j'ai inventé
le (WINGLET)²



D'après les essais que j'ai fait sur des maquettes, ce nouveau planeur, avec un dénivelé $h = 500$ mètres, devrait nous permettre d'atteindre ce vaste champ qu'on aperçoit au loin, à l'horizon, à une distance $a = 20$ kilomètres (*).

En avant ! Fil de laine bien au milieu, vitesse optimale pour avoir la FINESSE MAX

quelle glisse fantastique à 95 km/h

j'ai tout optimisé : l'épaisseur du profil, plat pour avoir une meilleure pénétration. J'ai même mis un train rentrant à une roue. Cette fois j'ai pensé à TOUT. Je n'ai rien laissé au hasard.

(*) ce qui correspond à une FINESSE $d/h = 40$. Mais certains planeurs dépassent 60 (pente de descente : 1 degré) 51

approche parfaite, ou presque. Je sors le train. J'ai évité les arbres à l'entrée de piste d'un adroit coup d'aile

on les voyait à peine, de loin

Sophie, que se passe-t-il ? On va effacer le terrain complètement !

tes arbres mesureraient dix mètres, ça rallonge ta course de 400 mètres

eh oui, tu as raison. On ne va jamais se poser !

il s'en est fallu de peu !

Ah, quand même ! je freine à mort.

pas trop si tu ne veux pas qu'on se retourne

MEUH !

j'ai bien cru qu'on allait se faire la vache

AÉROFREINS

Je ne comprends pas. Les aigles ont une bonne finesse. Pourtant ils arrivent à se poser très court.

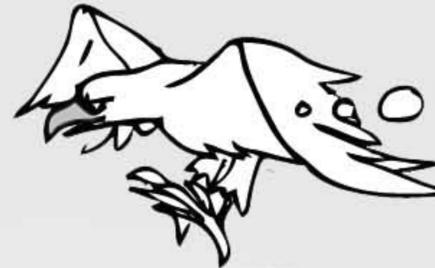


il n'y a qu'à les observer

tiens, des restes sanguinolents



je casse ma finesse



freinage aérodynamique

redécollage immédiat

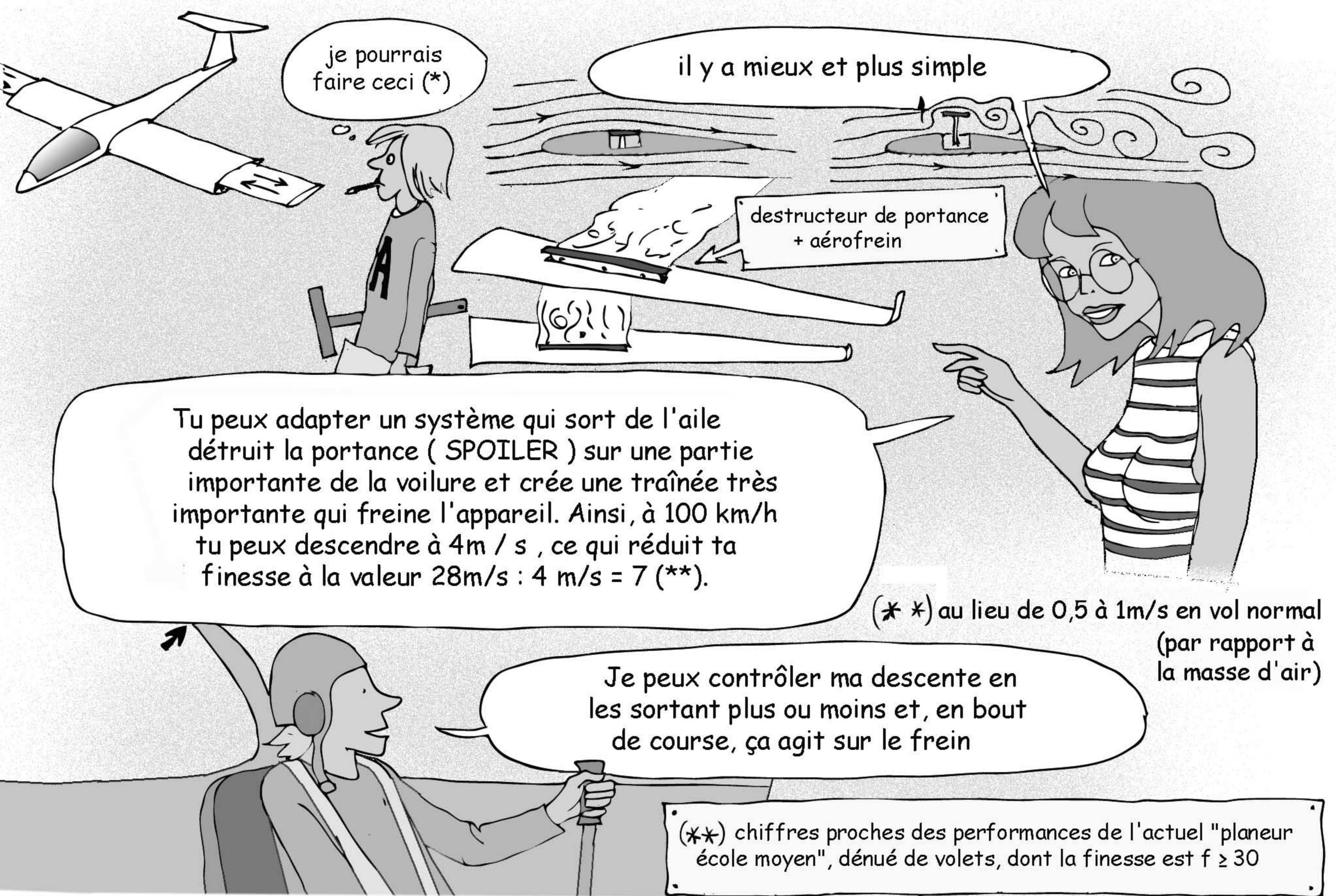


maman, tu t'es encore faite avoir. Ce sont des spaghettis à la sauce tomate (*)



le rapace opère une double manoeuvre : il réduit sa surface portante et freine avec ses plumes

(*) Expérience vécue par l'auteur au Simba Camp du cratère Ngoro Ngoro en Tanzanie quand il était guide de Safari en Afrique



je pourrais faire ceci (*)

il y a mieux et plus simple

destructeur de portance + aérofrein

Tu peux adapter un système qui sort de l'aile détruit la portance (SPOILER) sur une partie importante de la voilure et crée une traînée très importante qui freine l'appareil. Ainsi, à 100 km/h tu peux descendre à 4m / s , ce qui réduit ta finesse à la valeur $28m/s : 4 m/s = 7 (**)$.

(* *) au lieu de 0,5 à 1m/s en vol normal (par rapport à la masse d'air)

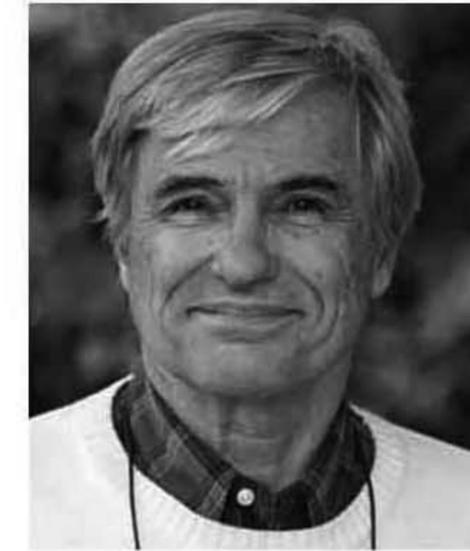
Je peux contrôler ma descente en les sortant plus ou moins et, en bout de course, ça agit sur le frein

(**) chiffres proches des performances de l'actuel "planeur école moyen", dénué de volets, dont la finesse est $f \geq 30$

(*) ça été essayé pour les avions, dans les années trente, sans grand succès

Les Aventures d'Anselme Lanturlu

Jean-Pierre Petit



- 1 -L'Informagique
- 2-L'Aspirisouffle
- 3- Le Géométricon
- 4- Tout est relatif
- 5- Le Trou Noir
- 6- Big Bang
- 7- A quoi rêvent les robots
- 8-Le Mur du Silence
- 9- L'Economicon
- 10- Energétiquement Vôtre
- 11-Cosmic Story
- 12-Mille Milliards de Soleils
- 13- Pour quelques Ampères de Plus
- 14- Le Topologicon

- 15- Le Chronologicon
- 16- Le Logotron
- 17- Le Tour du Monde en 80 minutes
- 18- Le Spondyloscope
- 19- Joyeuse Apocalypse
- 20- Cendrillon 2000
- 21 – La Passion Verticale
- 22- Les Mille et une Nuits Scientifiques
- 23- L'Ambre et le Verre
- 24- L'Univers Gémellaire
- 25- Plus vite que la Lumière
- 26- Le secret d'Imothep.
- 27- Mecavol.
- 28 – Modèle Janus contre Science Noire.

Gratuitement téléchargeable en greyscale sur le site de Savoir sans Frontières

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>