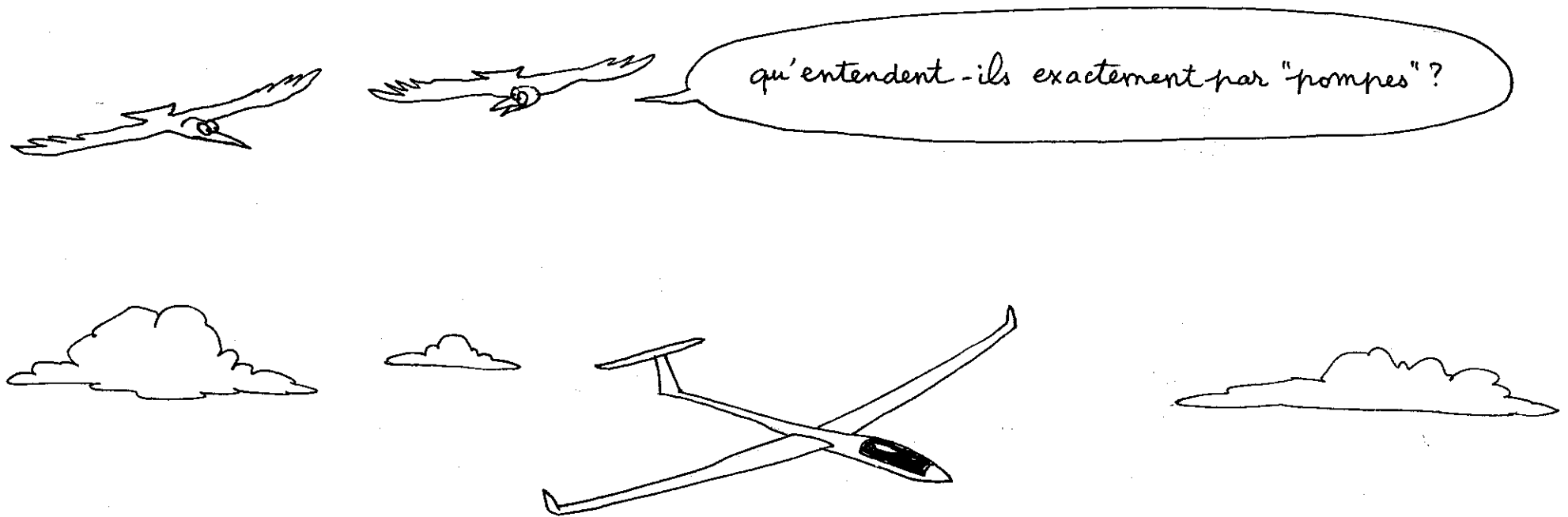


<http://savoir-sans-frontieres.com>

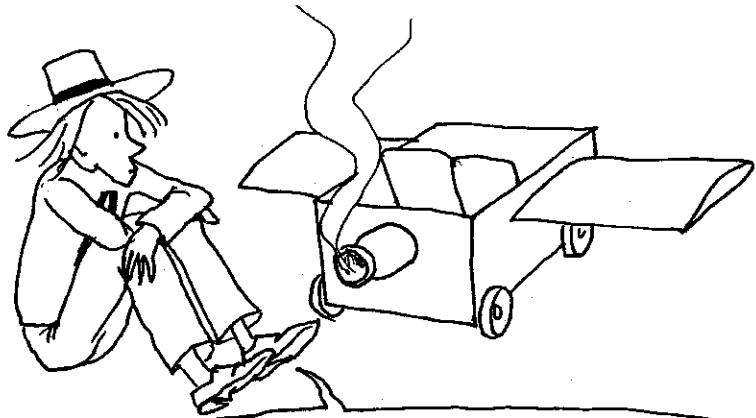


Jean-Pierre Petit

MÉCAVOL

2008

LE VOL PLANÉ



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

pourquoi pas on utilisant la gravité

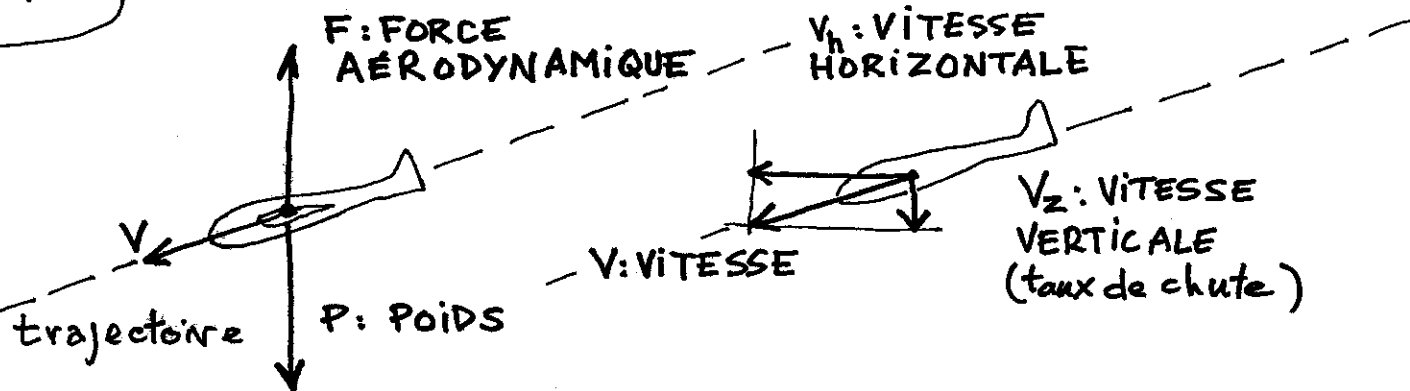


la force de gravité ? Mais ça n'est pas un **MOTEUR** ? Quand je jette un caillou, il tombe, c'est tout. On ne peut pas appeler ça voler



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

qu'entends-tu par **PLANER** ?

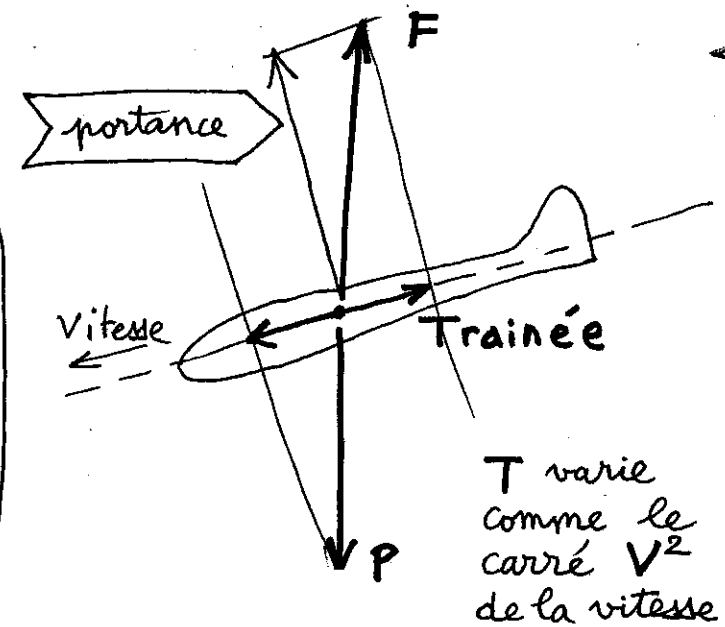


avec des **AILES** on peut, si on se déplace à une vitesse V créer une **FORCE AÉRODYNAMIQUE F** proportionnelle au carré V^2 de cette vitesse

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



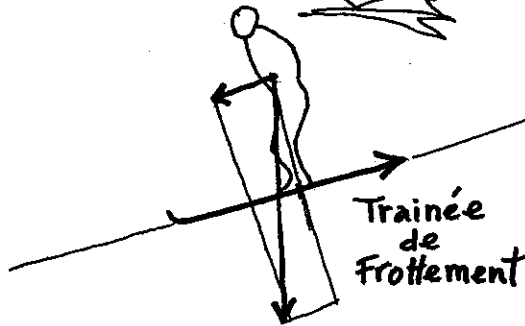
réfléchis : le dessin correspond à un **VOL STABILISÉ**, à une vitesse V constante, correspondant à un **ANGLE DE DESCENTE α** . le mouvement de ton **PLANEUR (*)** s'accompagne d'une force de **TRAINÉE** qui équilibre la composante propulsive du **POIDS**



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

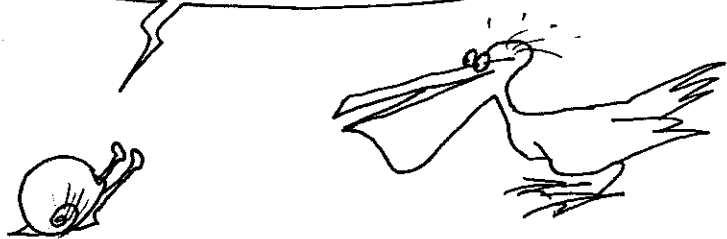


Tirésias, je sais que vous n'avez jamais fait de ski. Mais c'est exactement pareil. C'est la projection du vecteur poids du skieur sur sa **PENTE** qui le fait avancer ; En descente équilibrée, à vitesse constante, cette force motrice est équilibrée par la force de **FROTTEMENT** des skis sur la neige,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

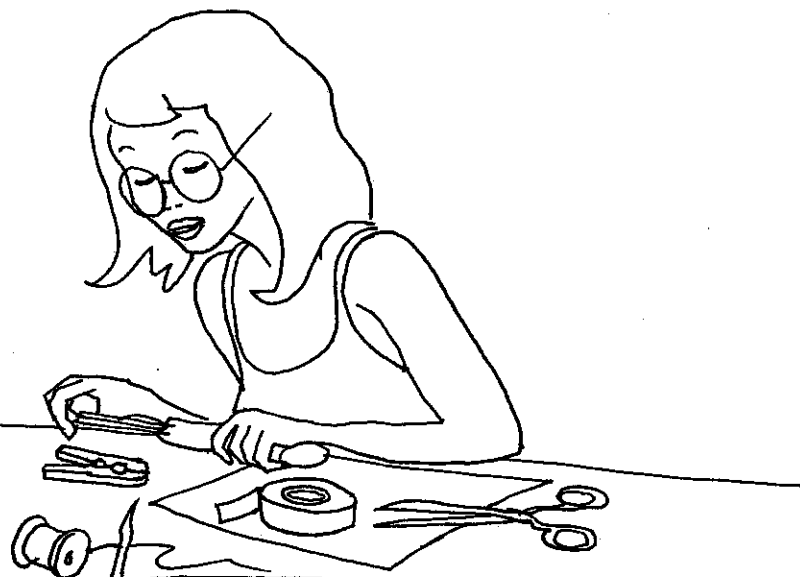


(*) que les anglo-saxons appellent **GLIDER** ou "glisseur"

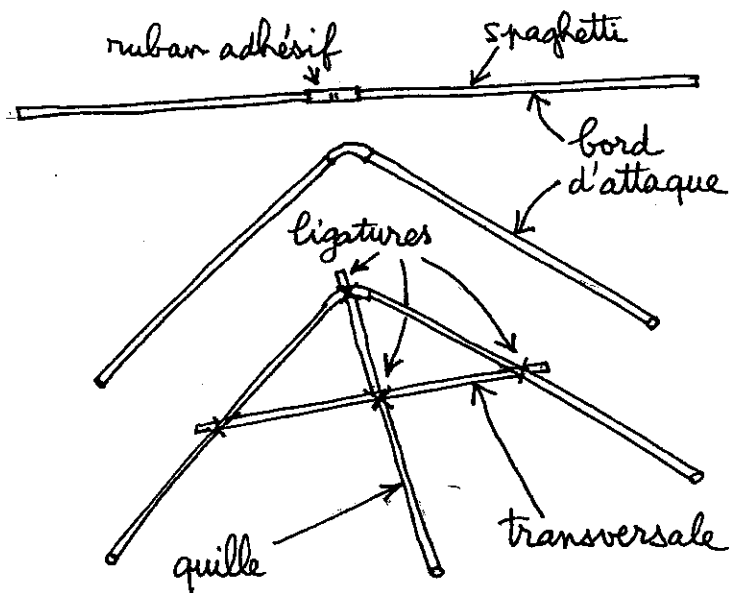
mais, Léon, vous n'avez pas fait de ski non plus?



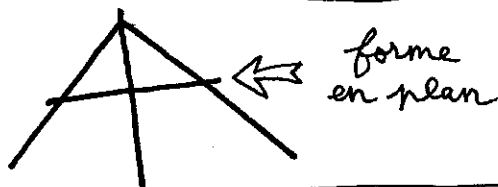
regarde, Anselme, on va fabriquer une machine volante très simple avec du papier, du ruban adhésif, des spaghettis et une pince à linge



et une bobine de fil

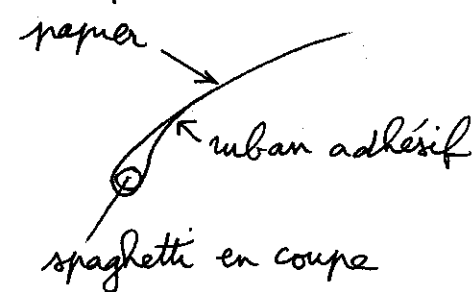
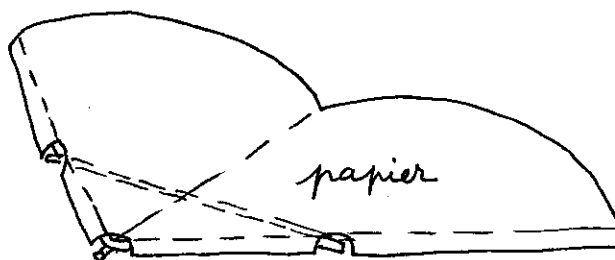
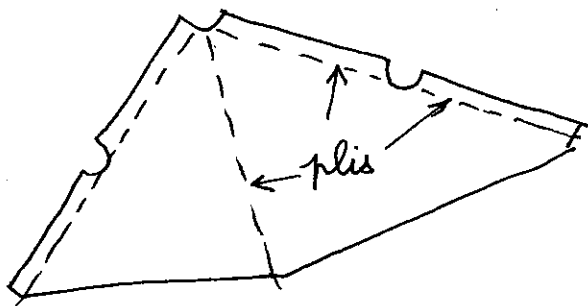


des trucs de bonnes femmes...

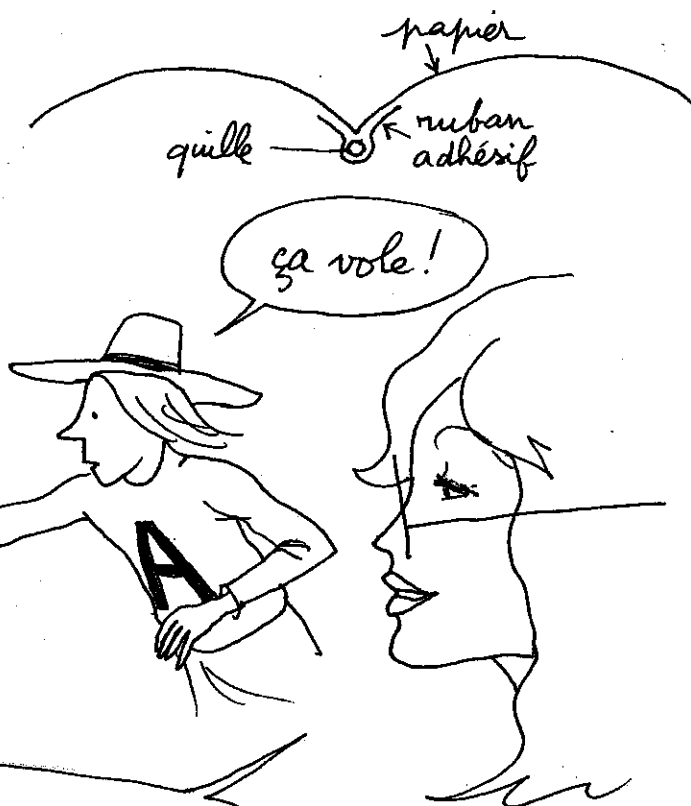
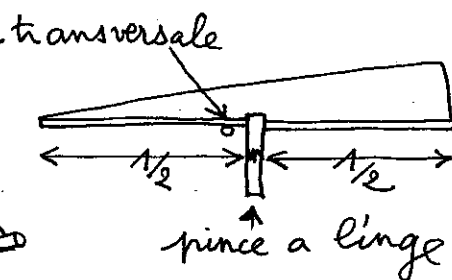
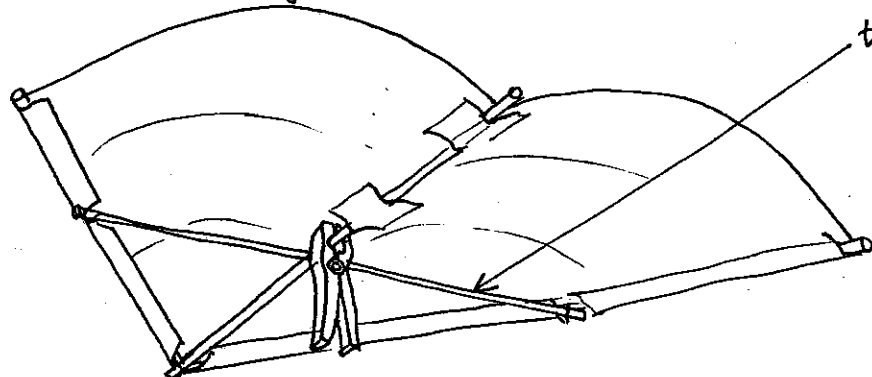


on crée cette charpente avec des spaghettis assemblés à l'aide de ruban adhésif et de ligatures de fil





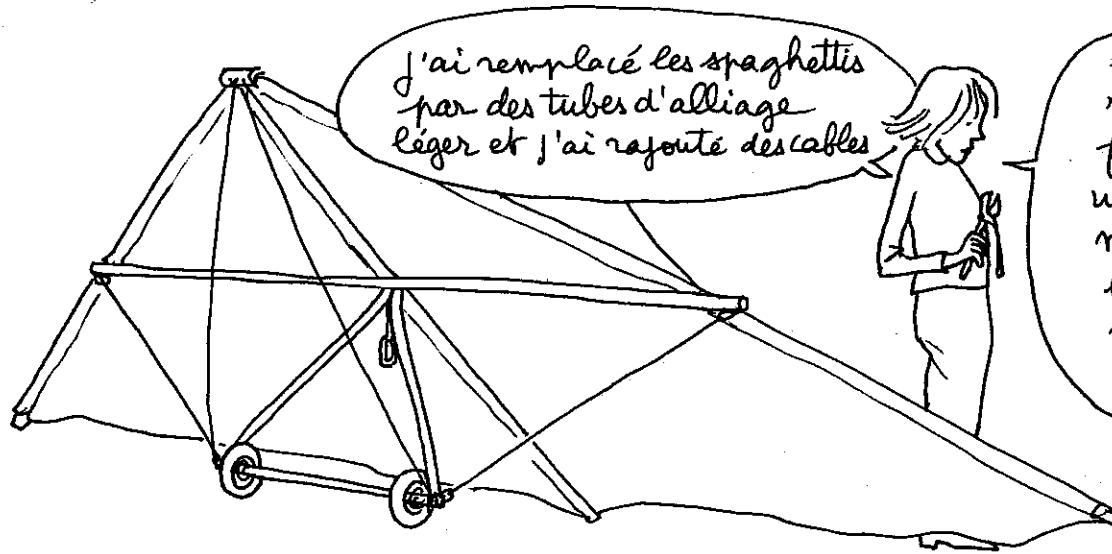
assemblage de la "voilure" sur la charpente tubulaire



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

DELTA PLANE

5



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 **TRAPÈZE** 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

poivre garçon ...



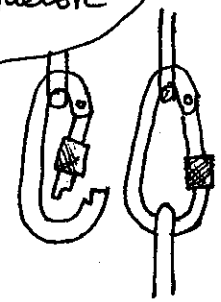


où est le problème. c'est comme avec les spaghettis et la pince à linge

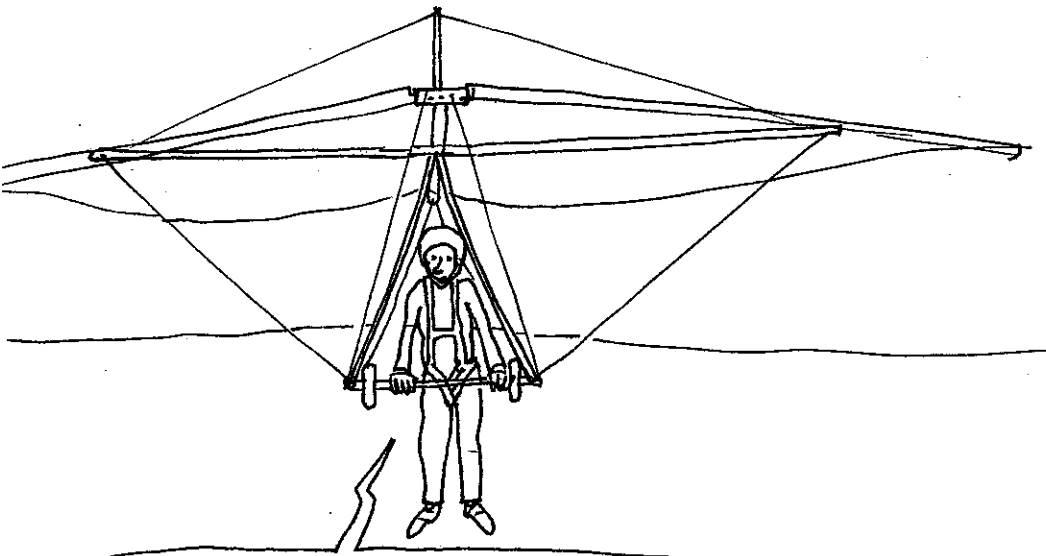
sauf que la pince à linge, c'est moi



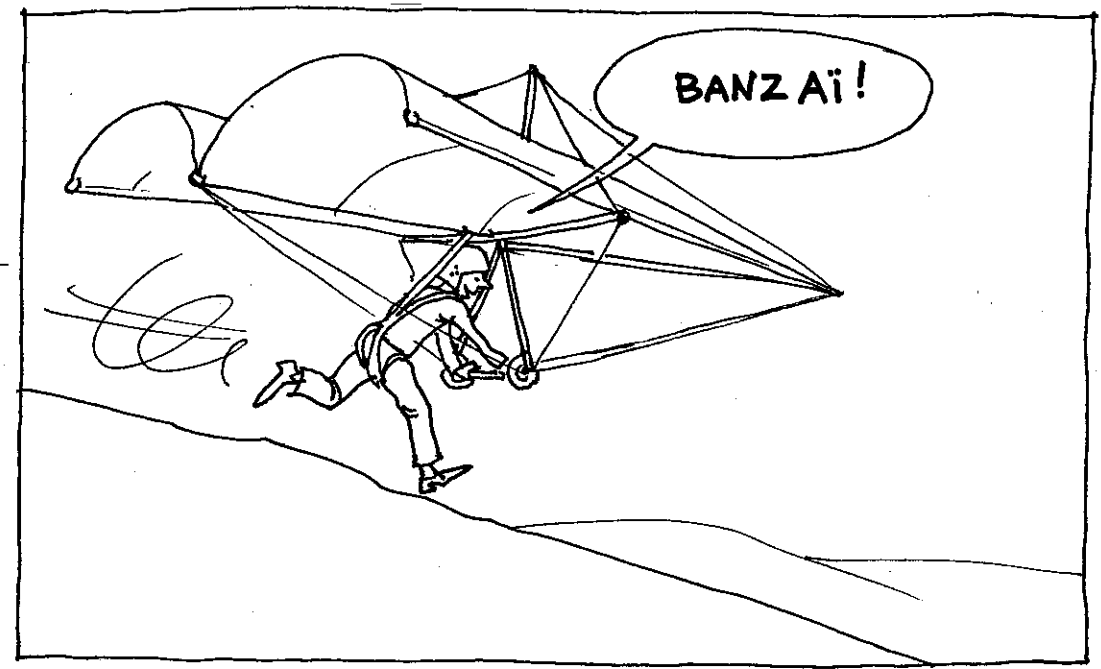
je m'accroche à la quille avec ce mousqueton



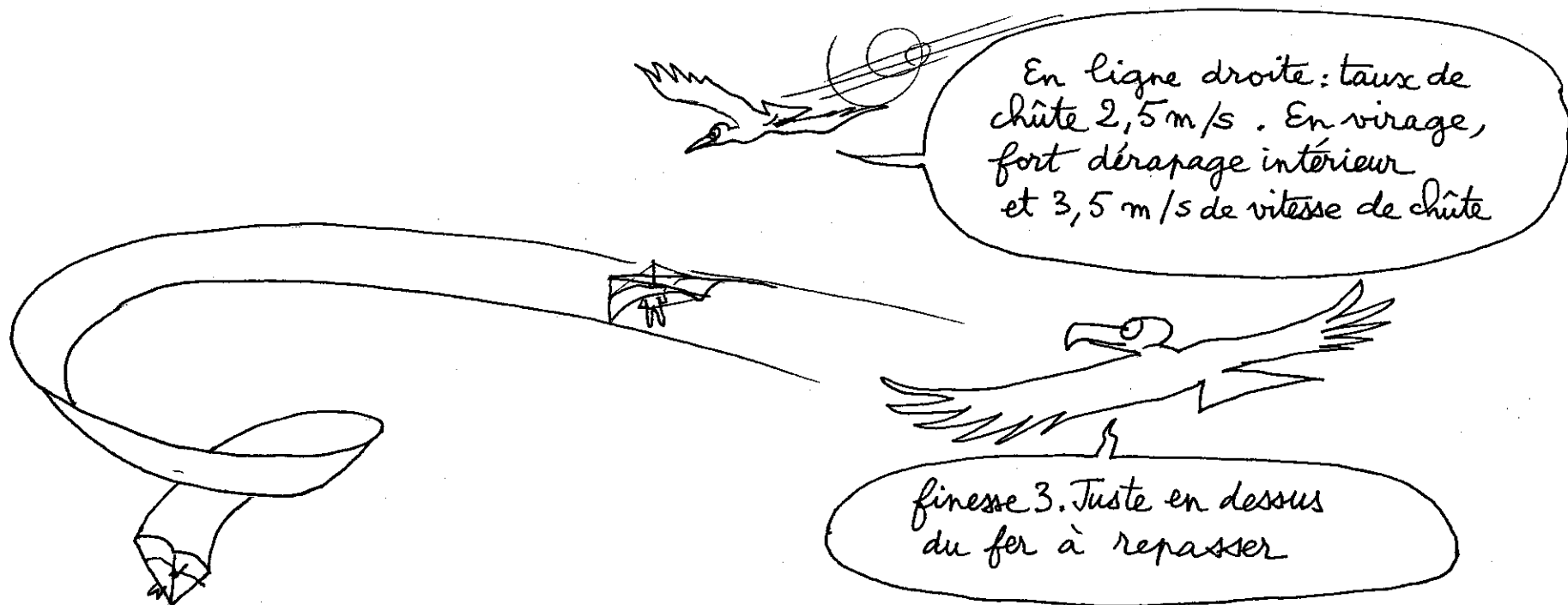
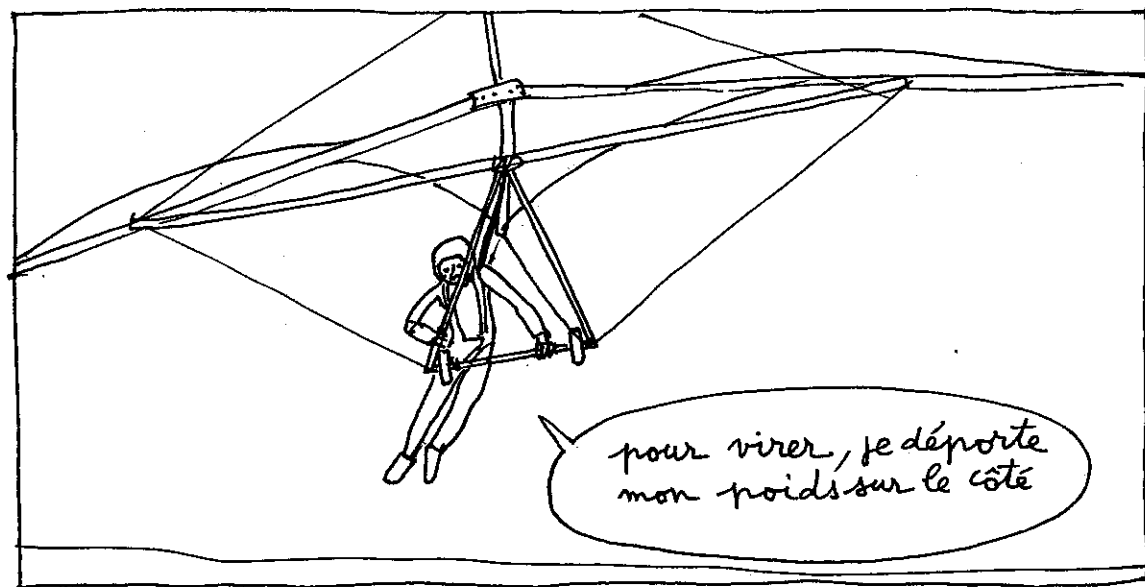
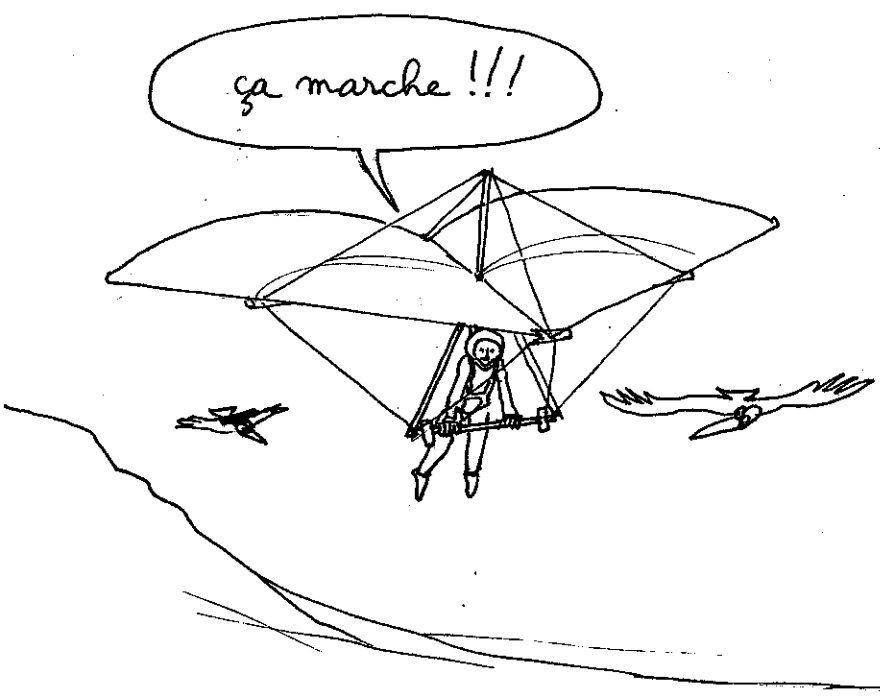
j'ai prévu des roulettes pour l'atterrissage



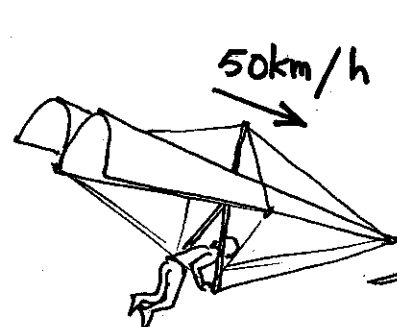
bon... cette pente a l'air sympathique il n'y a plus qu'à y aller



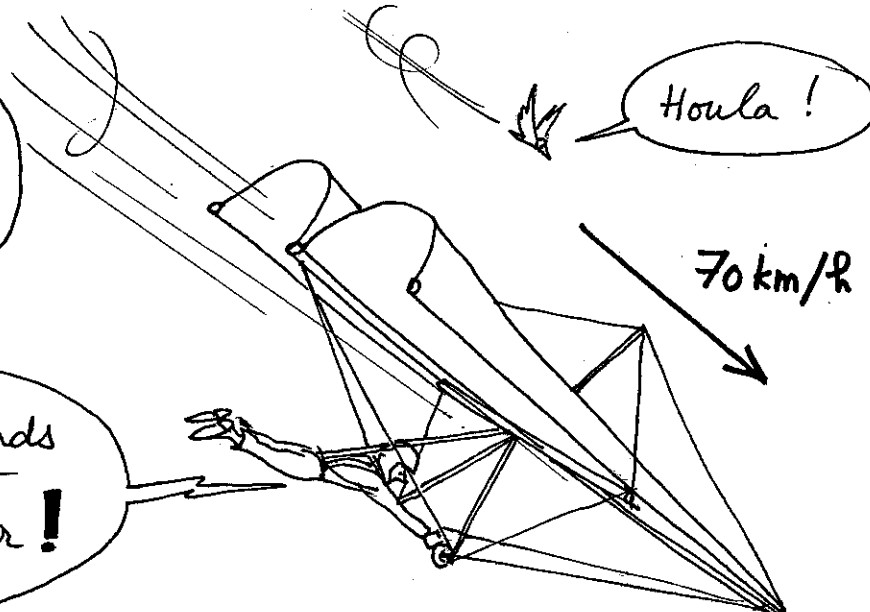
BANZ Aï!



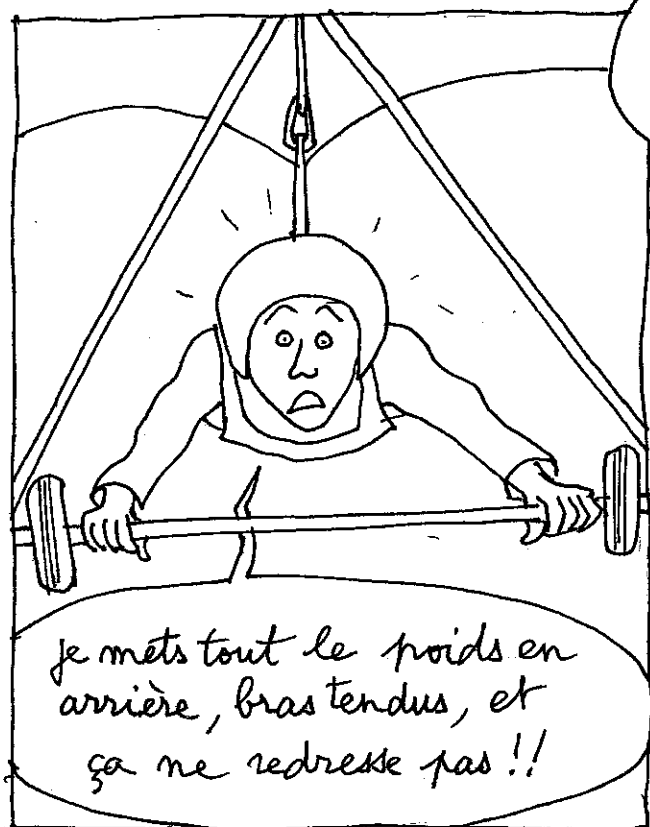
AUTOSTABILITÉ



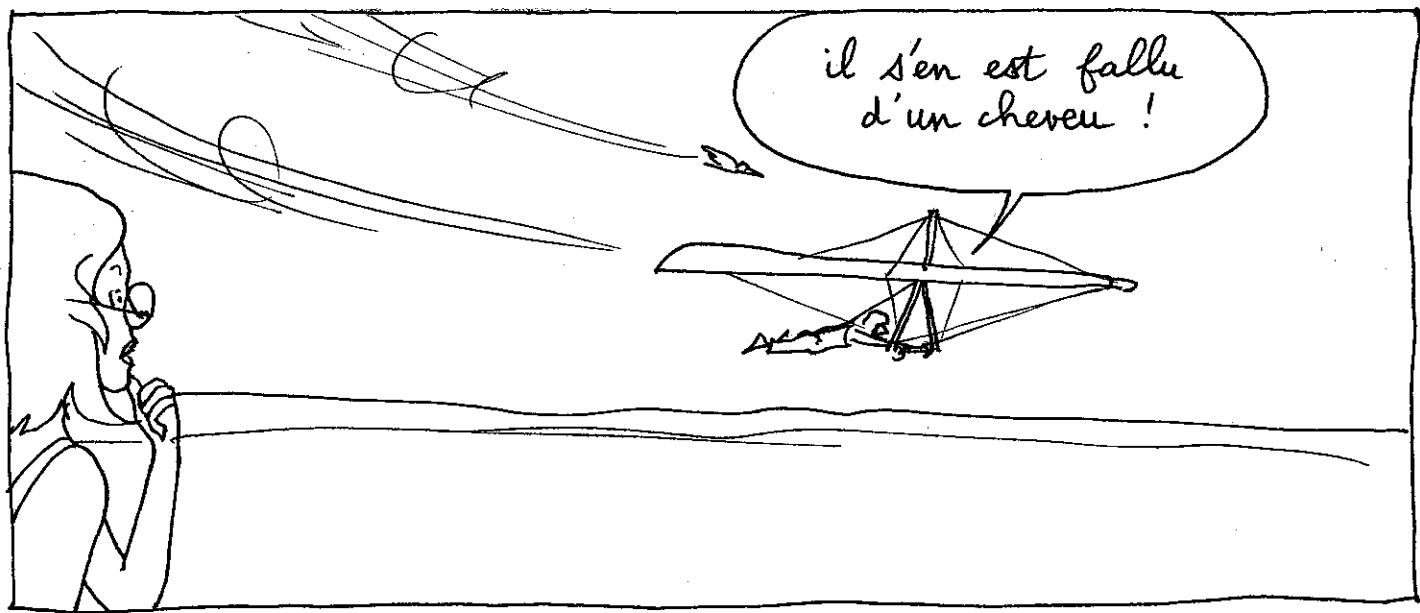
Je pousse en avant. Je prends de la vitesse. On va voir ce que cette machine a dans le ventre !



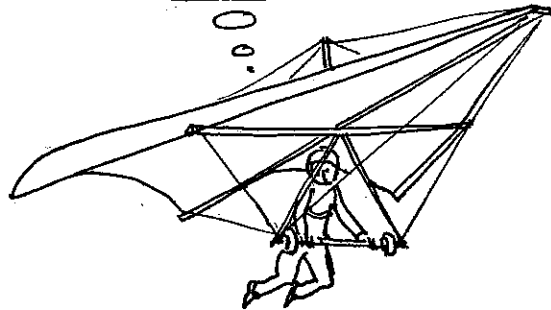
BON SANG ! Je prends de la vitesse et impossible de redresser !



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



cabrer pour perdre de la vitesse

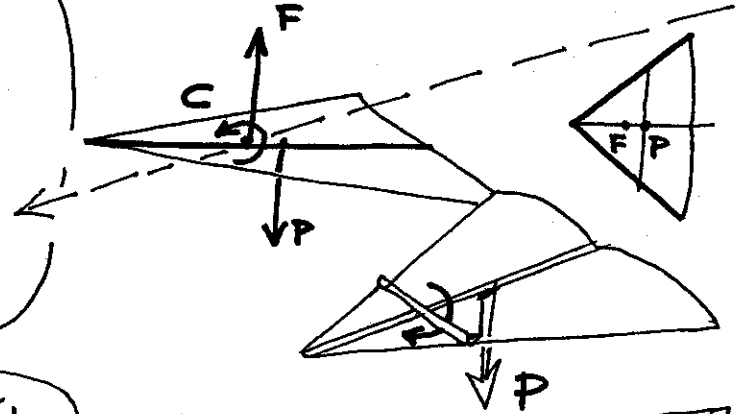


Sophie. Pourquoi est-ce que la machine ne voulait plus se redresser?!



Anselme, rappelle-toi la première partie de cet album. La **PORTANCE** ne pouvait s'obtenir qu'au prix d'un **COUPLE PÎQUEUR C**. C'est la même chose avec ton **AILE DELTA**. C'est ton poids **P** qui, en vol, équilibre le couple pîqueur. Tu es accroché au milieu de ta quille, c'est à dire en arrière du **FOYER** de ton aile qui, dans une aile delta est à 40% de son **PROFIL** (*)

↳ couple pîqueur C

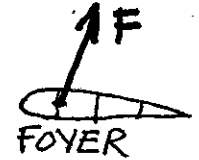


J'ai bien cru que j'y passais

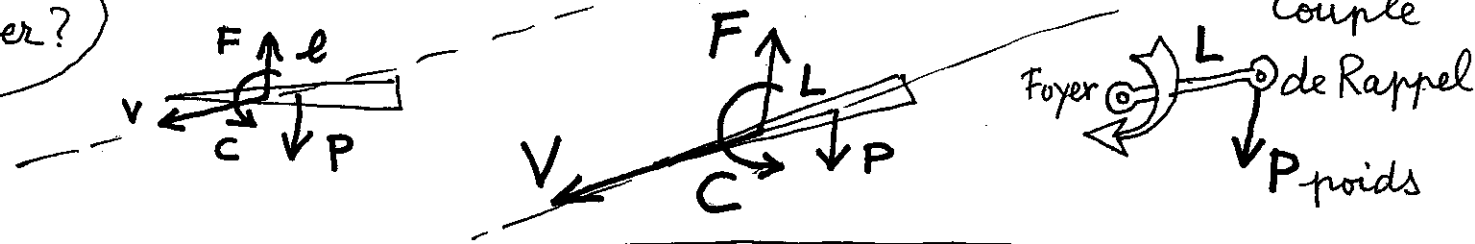
le déport du poids **P** sur l'arrière crée un couple de rappel qui s'oppose au couple pîqueur d'origine aérodynamique



(*) 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**, **TRAÎNÉE** dont la somme constitue la **FORCE AÉRODYNAMIQUE $F^{(*)}$** 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 CÂBREUR $P \times L^{(**)}$**

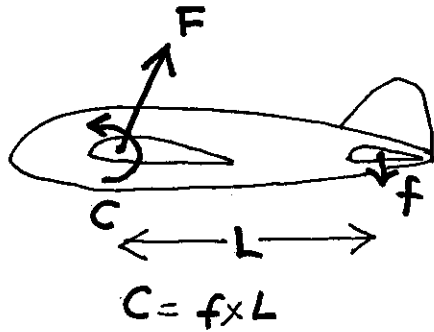
il s'en est fallu d'un cheveu qu'Anselme sorte de son **DOMAINE DE VOL** et que sa machine devienne **IMPILOTABLE!**

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



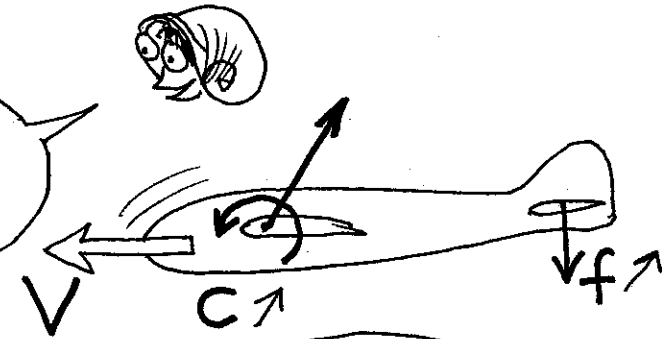
(*) Dans les manuels on appelle celle-ci **RÉSULTANTE DES FORCES AÉRODYNAMIQUE** qu'on désigne par **R**
 (**) La méconnaissance de ce phénomène fut la cause de nombreux accidents mortels dans les années 70

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**



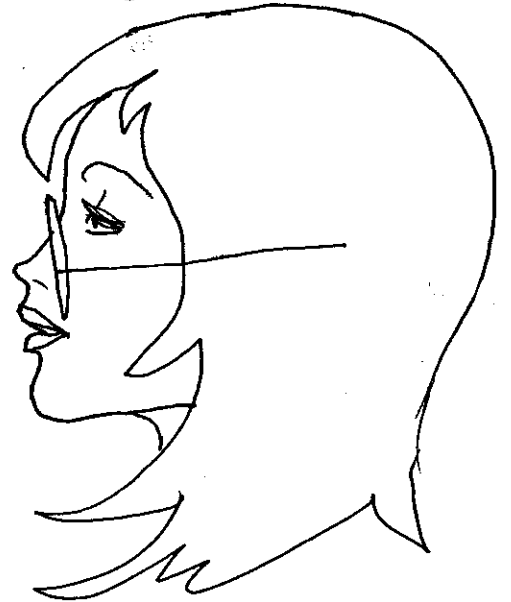
un empennage horizontal à portance légèrement négative équilibre aisément le couple piqueur de l'aile du fait du large bras de levier que constitue le fuselage

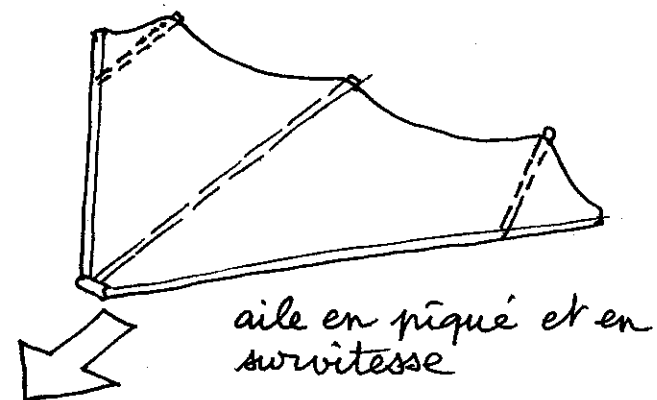
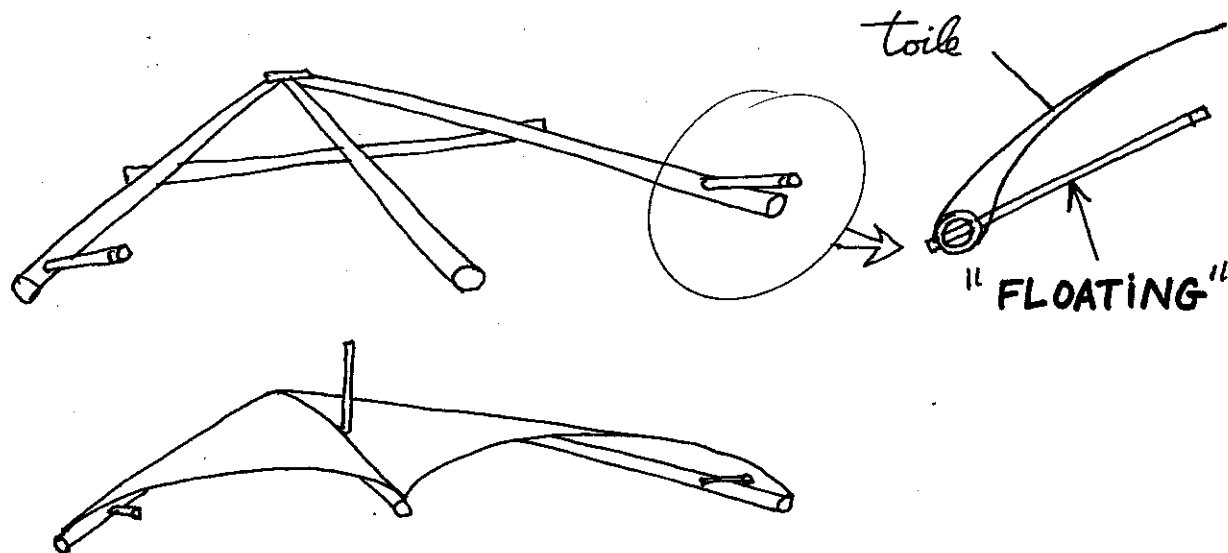
ce système est par ailleurs **AUTOSTABLE**. Si la vitesse s'accroît l'appareil tend à basculer vers l'avant, du fait de l'augmentation du couple piqueur C , qui varie comme V^2 . Mais ceci est aussitôt compensé par l'accroissement de la **DÉPORTANCE** f



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

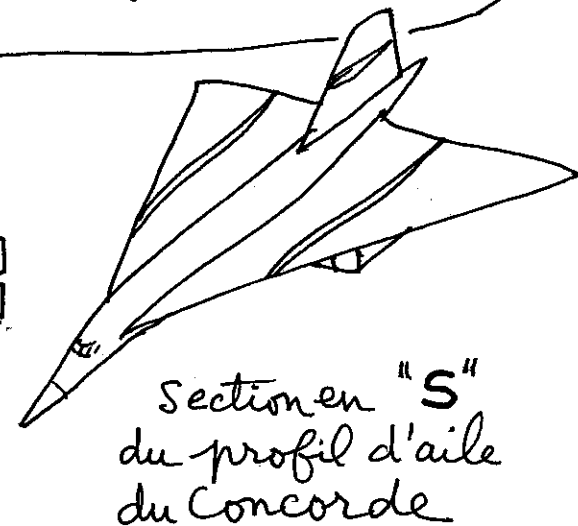
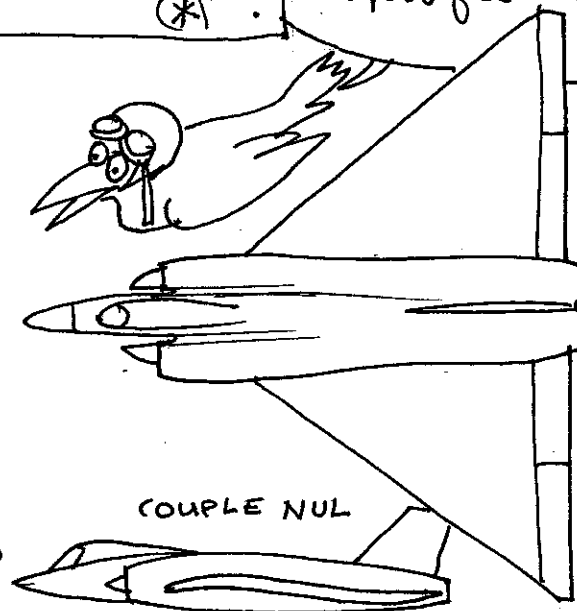
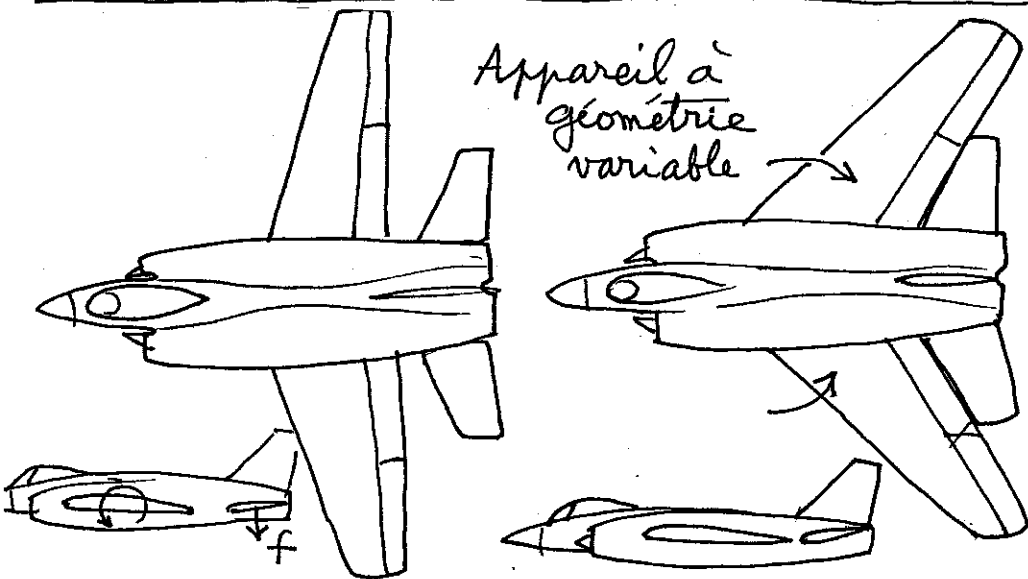
tu pourrais effectivement faire comme ça. Mais il y a plus simple pour assurer ta sécurité



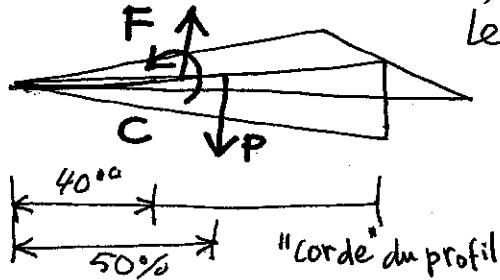


ces dispositifs appelés "FLOATINGS" ne touchent pas la voile en vol normal mais en cas de survitesse et de mise en piqué dangereuses ils maintiennent relevée la partie arrière de la voilure et imposent le redressement automatique (*)

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.



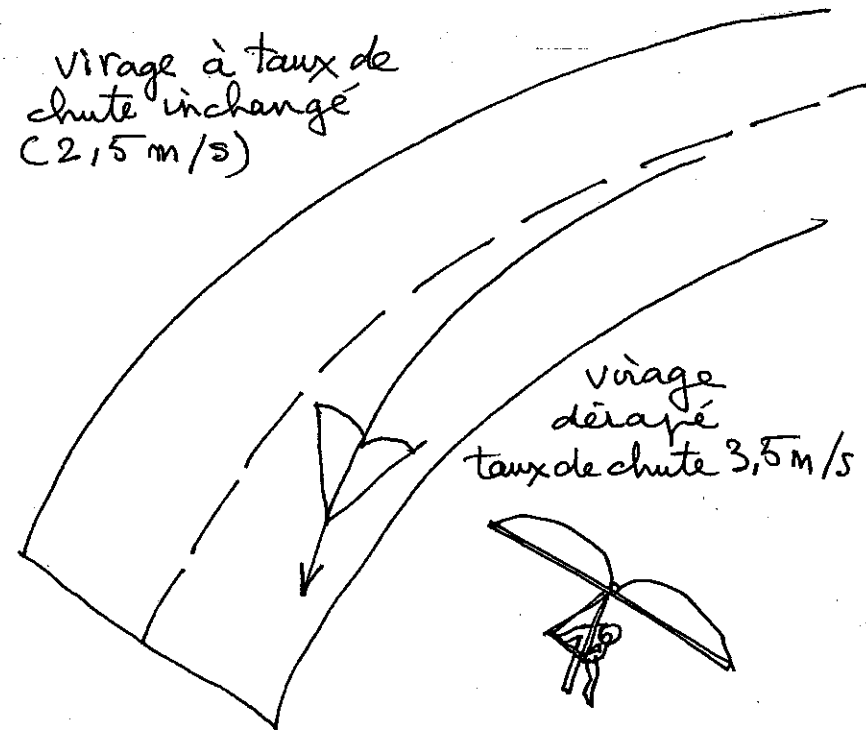
On peut passer à un profil autostable en pliant légèrement le nez et en relevant (tout aussi légèrement) l'arrière. On donne alors à la fléchette un profil en S, qui lui permet entre autre de voler plus lentement

La Direction



mais ta machine garde un gros défaut. Pour virer, il te faut mettre ton poids vers l'intérieur du virage, et celle ci subit un fort **DÉRAPAGE INTÉRIEUR** le **TAUX DE CHUTE** passe à 3,5 m/s

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



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

COMMENT LES OISEAUX FONT-ILS POUR TOURNER ?

14



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

Ptérodauctyle ou de l'arrière volant en ligne droite

personne a droite, je vire

Sécurité

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

bord d'attaque

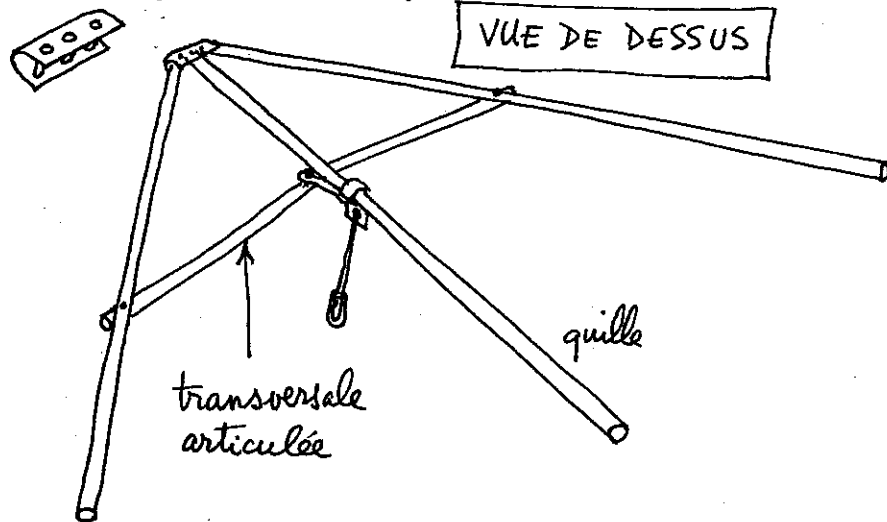
transversale

quille

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

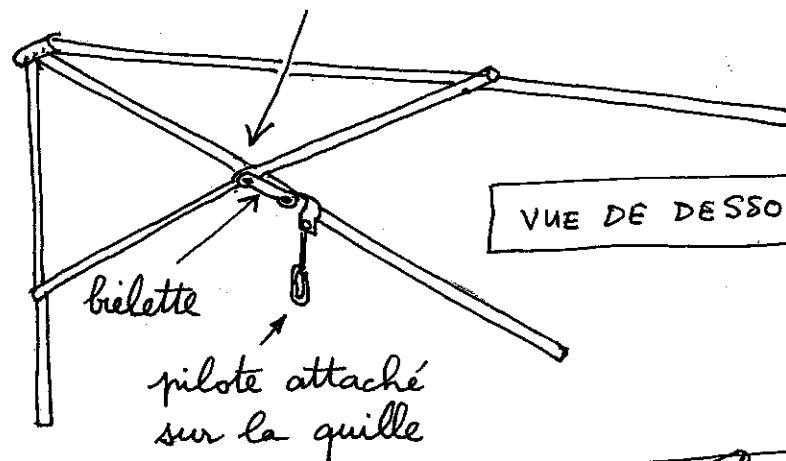
fermeture de nez

VUE DE DESSUS



articulation de la transversale

VUE DE DESSOUS



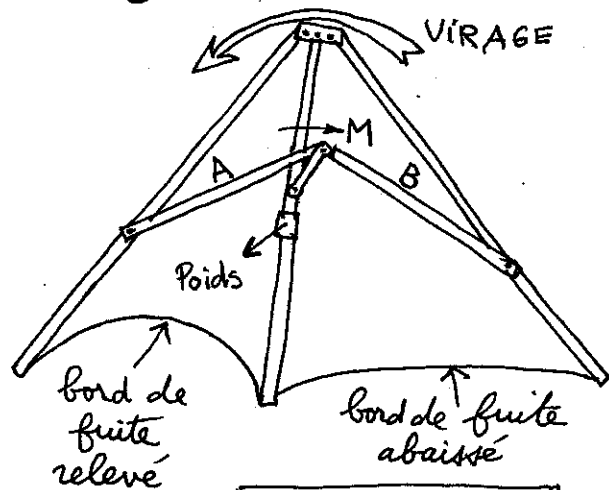
transversale articulée

quille

bielle

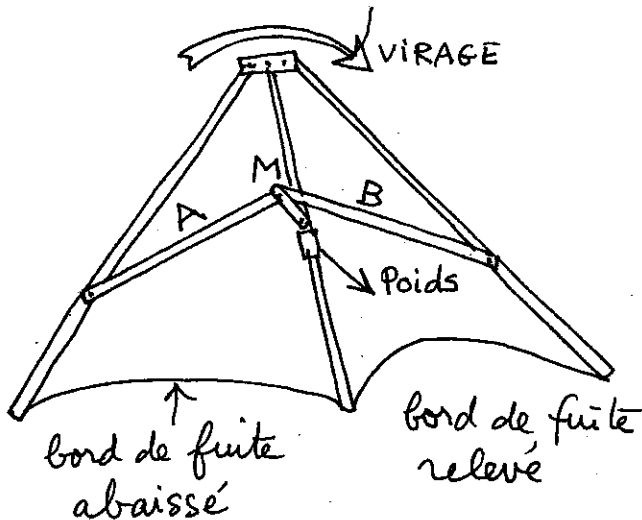
piloté attaché sur la quille

VIRAGE



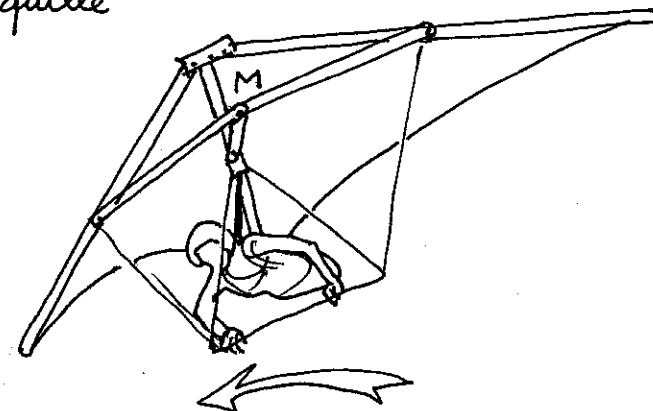
VUE DE DESSOUS

VIRAGE



VUE DE DESSOUS

VIRAGE À DROITE

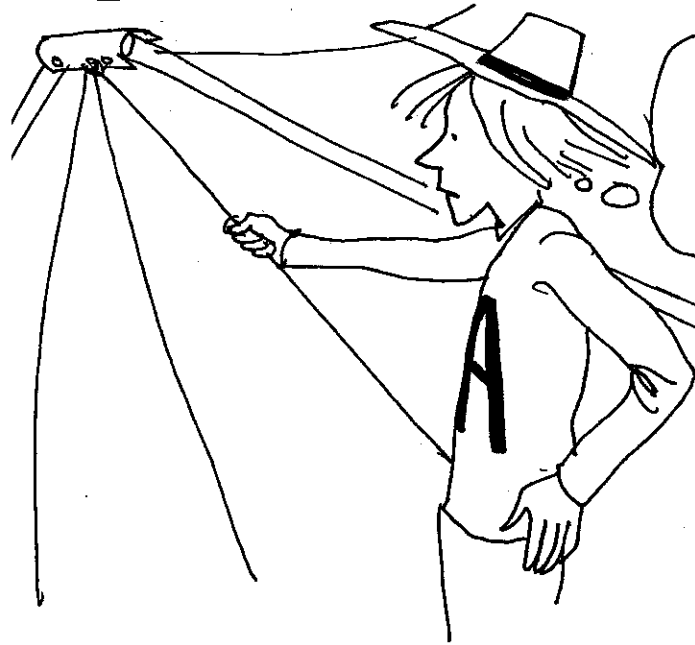


Ce système dit "de la transversale flottante", très astucieux permet au pilote, en déportant son poids, de désaxer la quille par rapport à l'articulation M des deux demi-transversales A et B, d'égales longueurs. Des déplacements de quelques centimètres permettent d'opérer des virages serrés

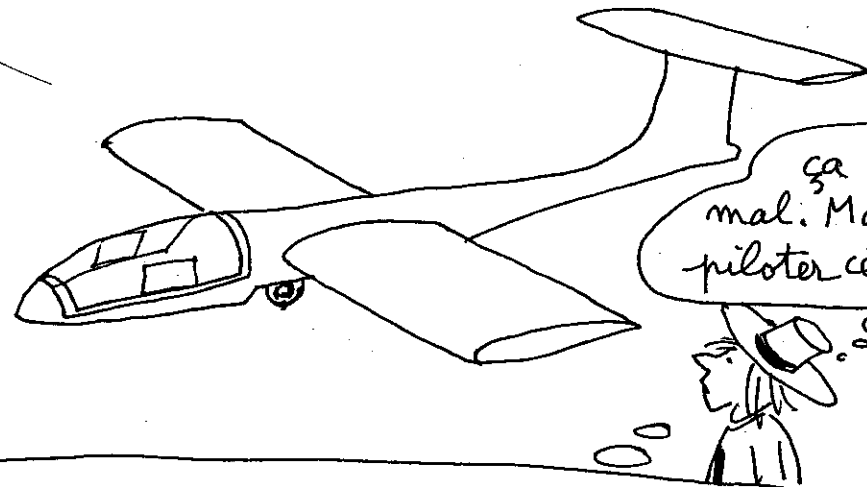
La Direction



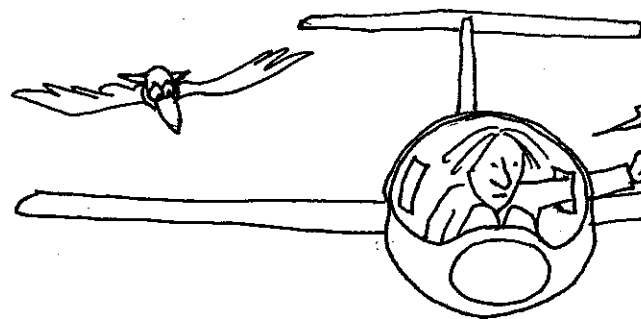
si je veux concevoir un **PLANEUR** performant, il me faut éliminer tout ce qui est une source de perte d'énergie. Donc la **TURBULENCE** au premier chef. Si mon planeur laisse derrière lui des masses d'air mises en mouvement par son passage, c'est de l'énergie gaspillée



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



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

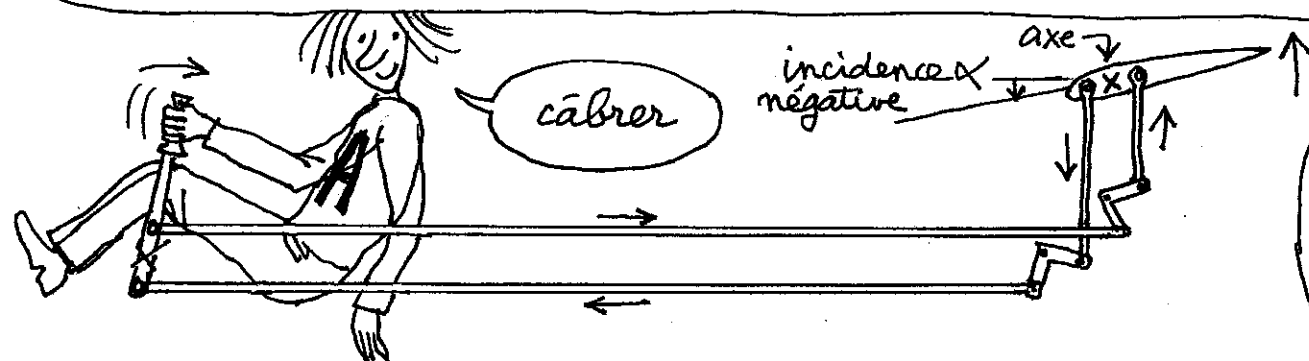


je sors la main pour tourner à gauche. Hum, pas très efficace !

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 α variable à volonté

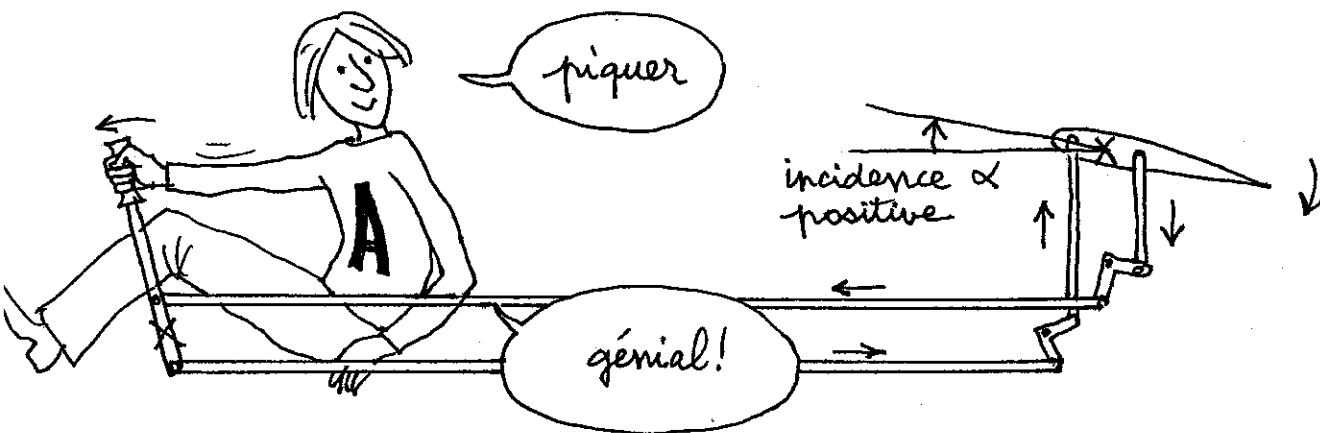


câbrer

incidence α négative

axe

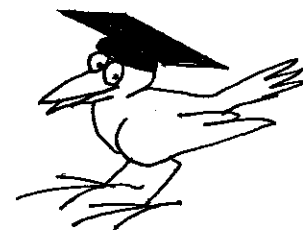
grâce à cette **TRINGLERIE** Anselme peut manoeuvrer à distance le plan horizontal de sa machine volante grâce à un **MANCHE À BALAI**



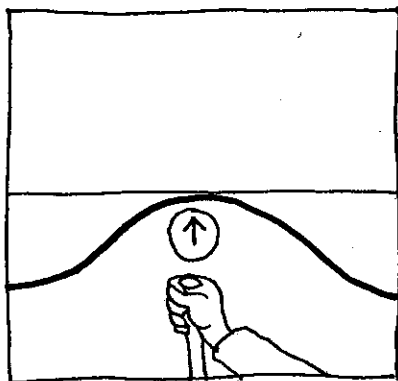
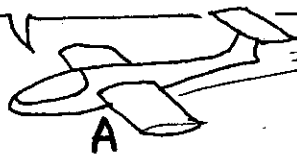
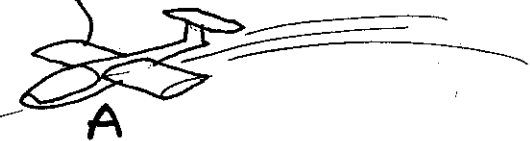
piquer

incidence α positive

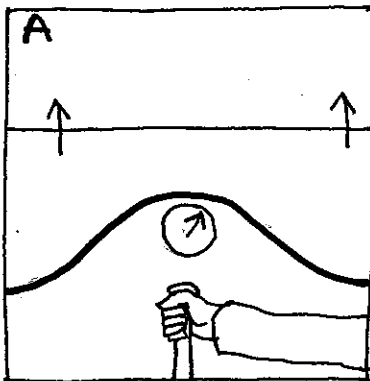
génial!



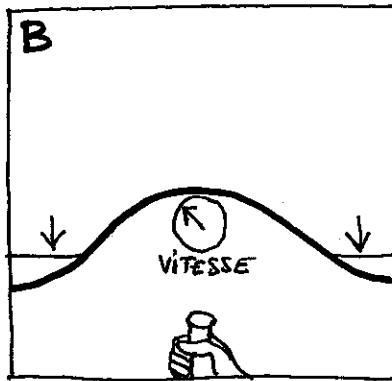
Formidable ! Je peux piquer ou câbrer à volonté en agissant sur le **MANCHE**. Ainsi je peux rapidement contrôler l'**ASSIETTE** de mon planeur



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

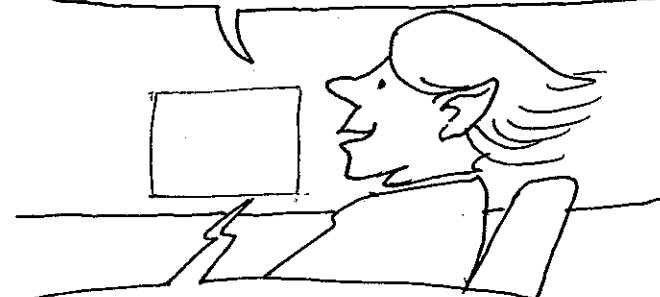


Anselme pique
en poussant sur
le manche :
l'horizon "monte"
et la vitesse croît



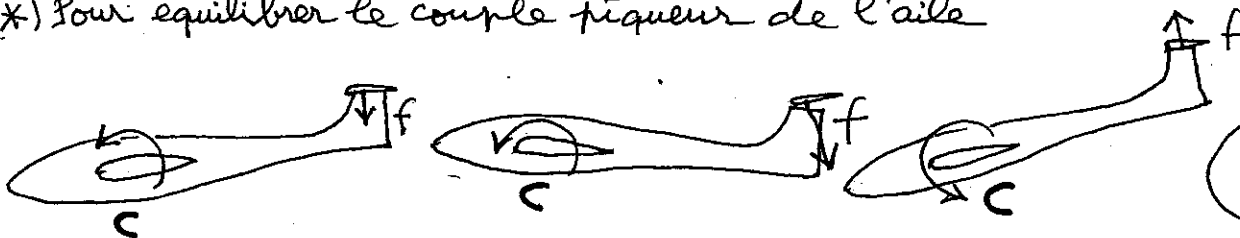
Anselme câbre
en tirant sur le
manche. L'horizon
"descend" et la
vitesse diminue

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 câbrer. La vitesse du
planeur réagit en conséquence :
Assiette à piquer = elle augmente
Assiette à câbrer = elle diminue



Le **REPÈRE CAPOT** est une
indication des plus utiles

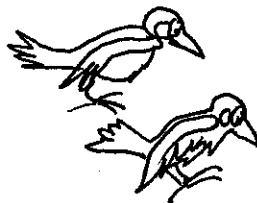
(*) Pour équilibrer le couple piqueur de l'aile



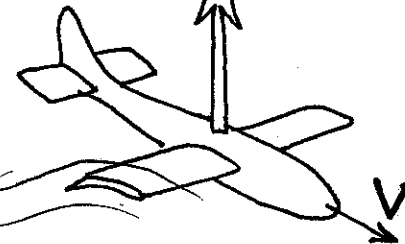
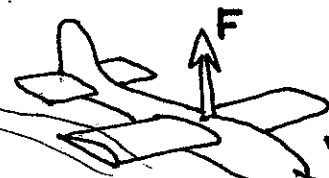
Plus un planeur va vite et plus le bruit dû au frottement de l'aile devient audible, s'intensifie. Quand les instruments de mesure de vitesse n'avaient pas encore été inventés les pilotes de planeur se reconnaissaient parce que leurs oreilles s'allongeaient, par effet d'adaptation

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

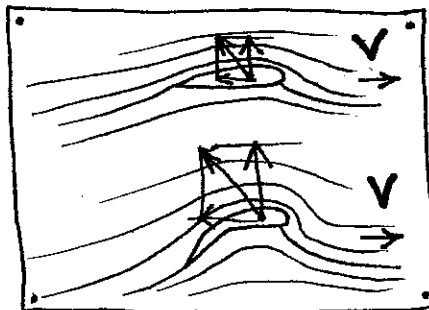
VOLETS DE COURBURE



voilà!



Au moment de leur atterrissage
ils courbent leurs ailes en agissant
sur les plumes à l'aide de muscles



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 **PRÉSENTER** à plus faible vitesse

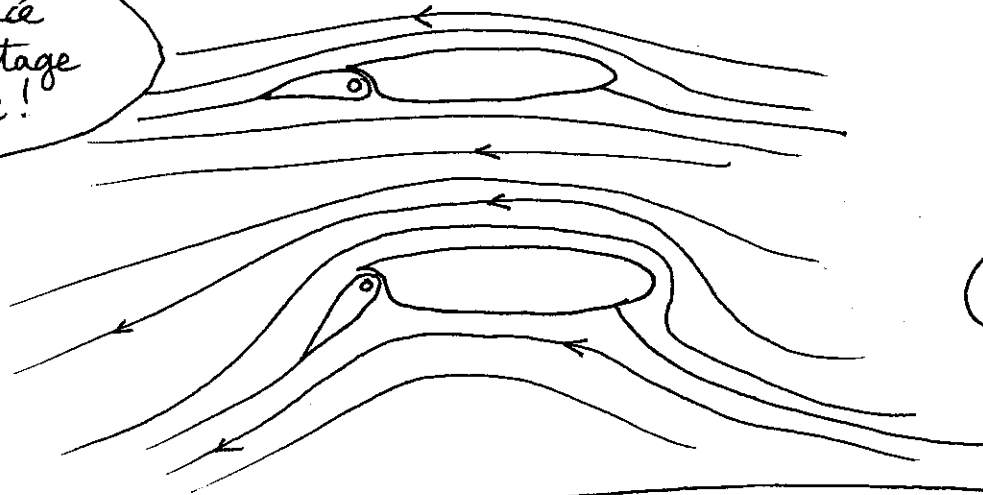


je ne peux pas plier ces ailes. Par contre
je peux rendre la partie arrière articulée

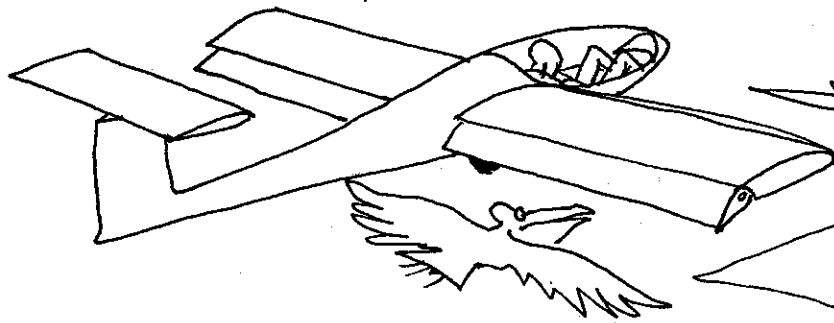
des ailes ...
articulées !?!



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



ce sont des filets d'air

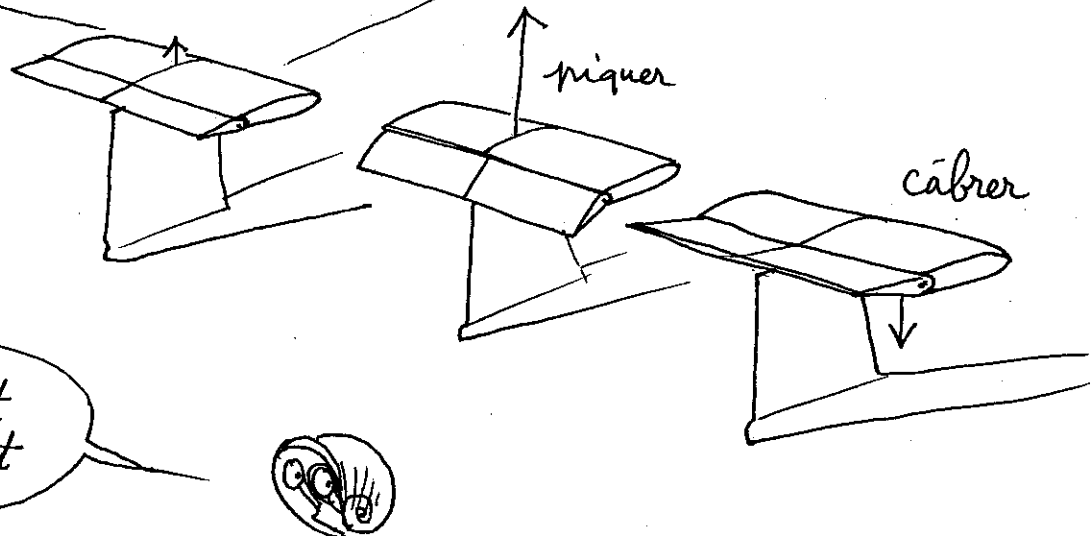


Pour l'atterrissage, la **PRISE DE TERRAIN** c'est déjà beaucoup moins casse-gueule

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



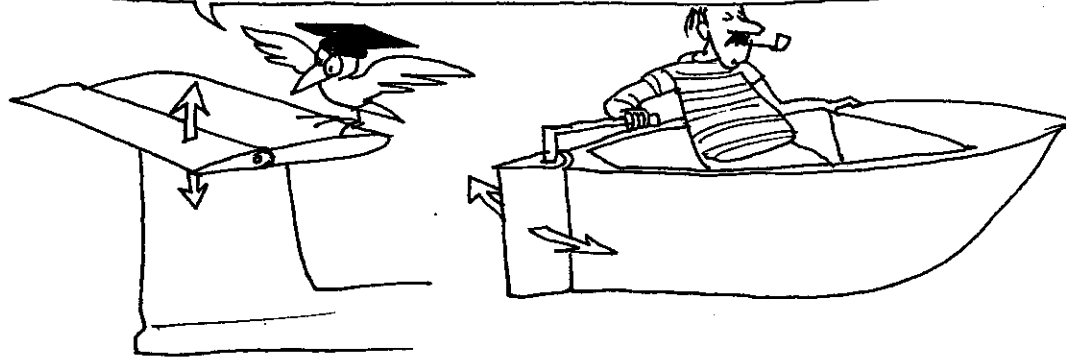
aussitôt dit aussitôt fait



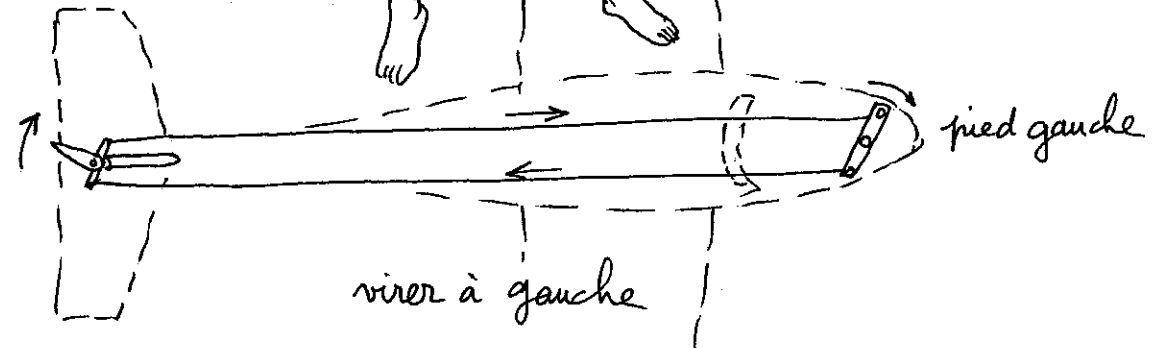
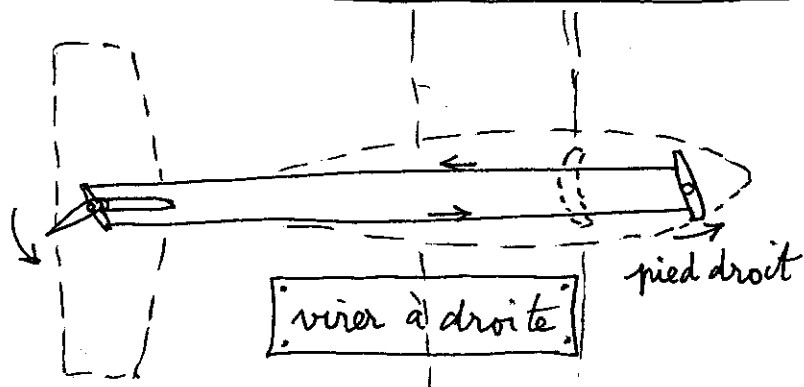
GOUVERNES

22

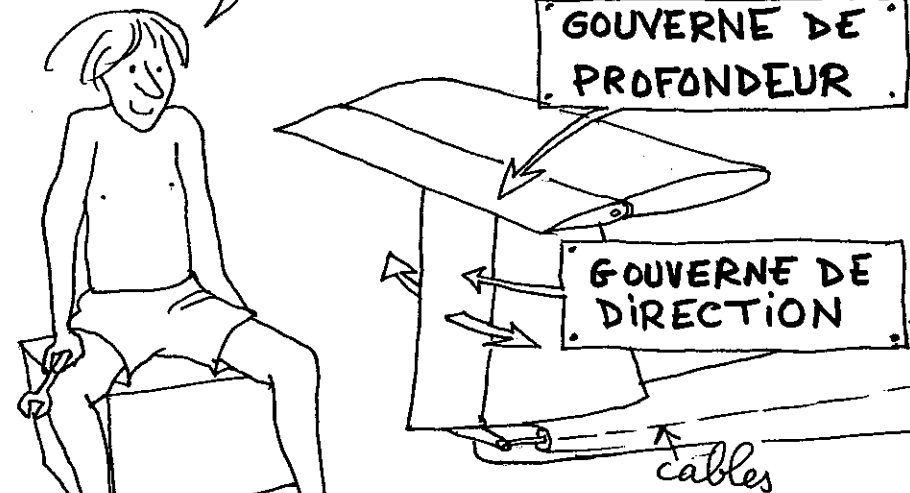
En somme, ça marche comme un **GOVERNAIL** de bateau, sauf qu'au lieu de gouverner droite-gauche on gouverne "haut-bas"



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



mais la 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 **GOVERNE DE DIRECTION** !



alors, comment se porte mon
homme volant préféré

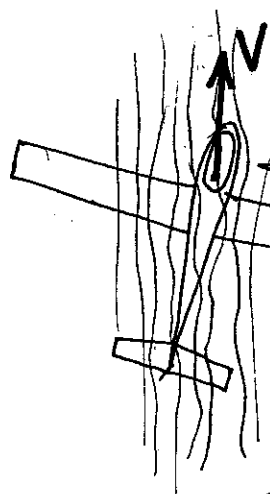
à merveille, Sophie. **LA MÉCANIQUE
DU VOL** n'a plus de secrets pour moi
Il suffit de mettre des gouvernes aux
bons endroits pour monter, descendre
tourner à droite ou à gauche

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

Faudra-t-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

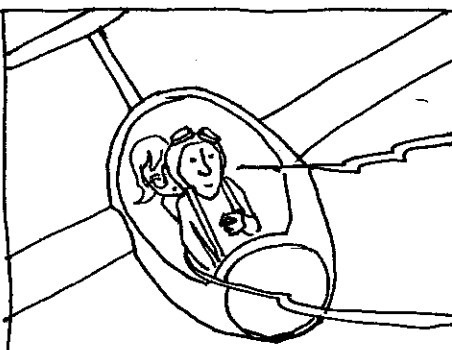
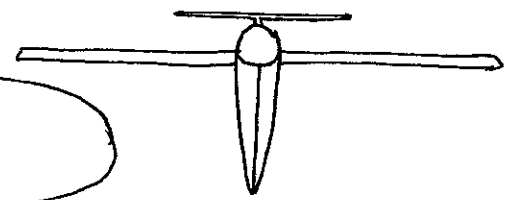


je pousse sur la barre

et...rien!?



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

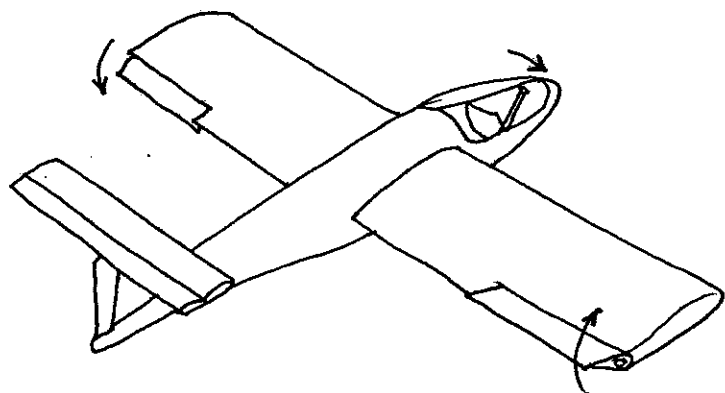
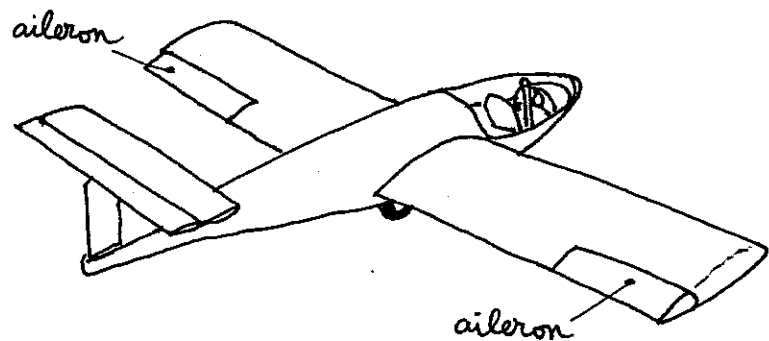


Houlà! Il y a une forte **TURBULENCE**, une bouffée d'air ascendant qui soulève notre aile gauche!

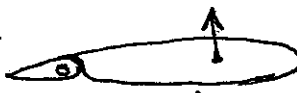
et alors?

AILERONS

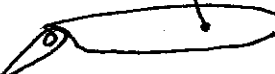
Si l'**INCLINAISON** est ce qui fait virer le planeur alors je peux la provoquer en changeant la courbure du profil à l'aile de volets : des **AILERONS**, braqués de manière différentielle



Portance, aileron non braqué



Portance accrue, braquage positif



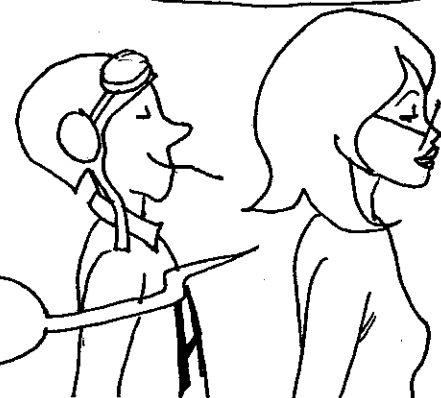
Déportance, braquage négatif



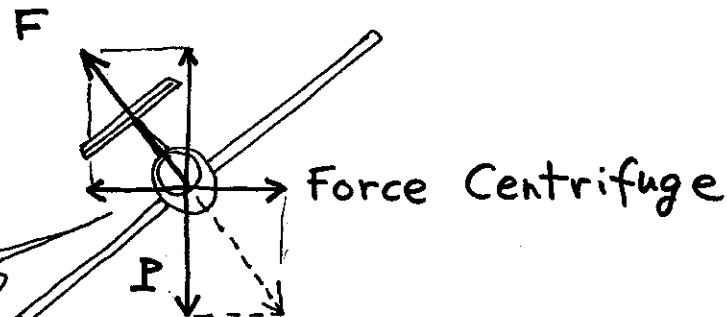
je me suis débrouillé pour commander ces ailerons avec le manche, en l'inclinant sur la droite ou sur la gauche

Bon, je vais pouvoir incliner mon aile en manœuvrant ces ailerons à l'aide du manche. Puis, par effet 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

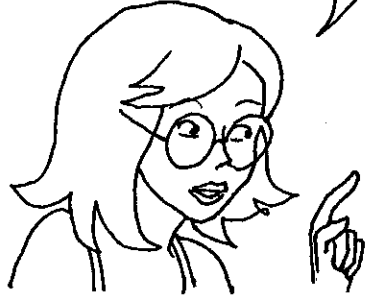


mais comment savoir si on est en dérapage extérieur ou en dérapage intérieur vis à vis de quelque chose qu'on ne voit pas = de l'air

CONTROLE DU VIRAGE

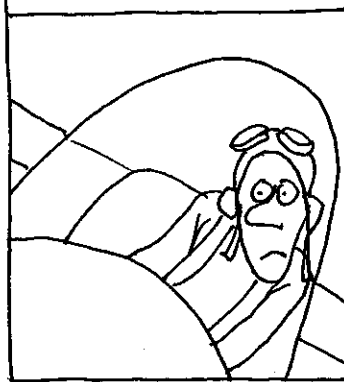
28

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



Premier instrument: **LA BILLE**

dérapiage intérieur



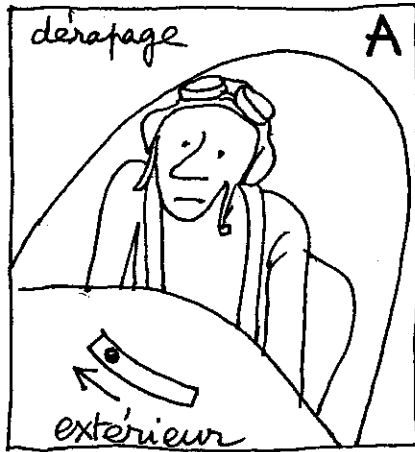
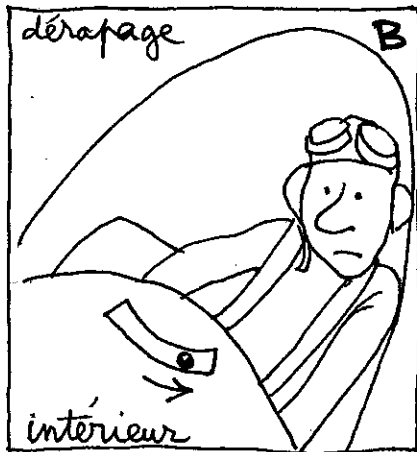
dérapiage extérieur



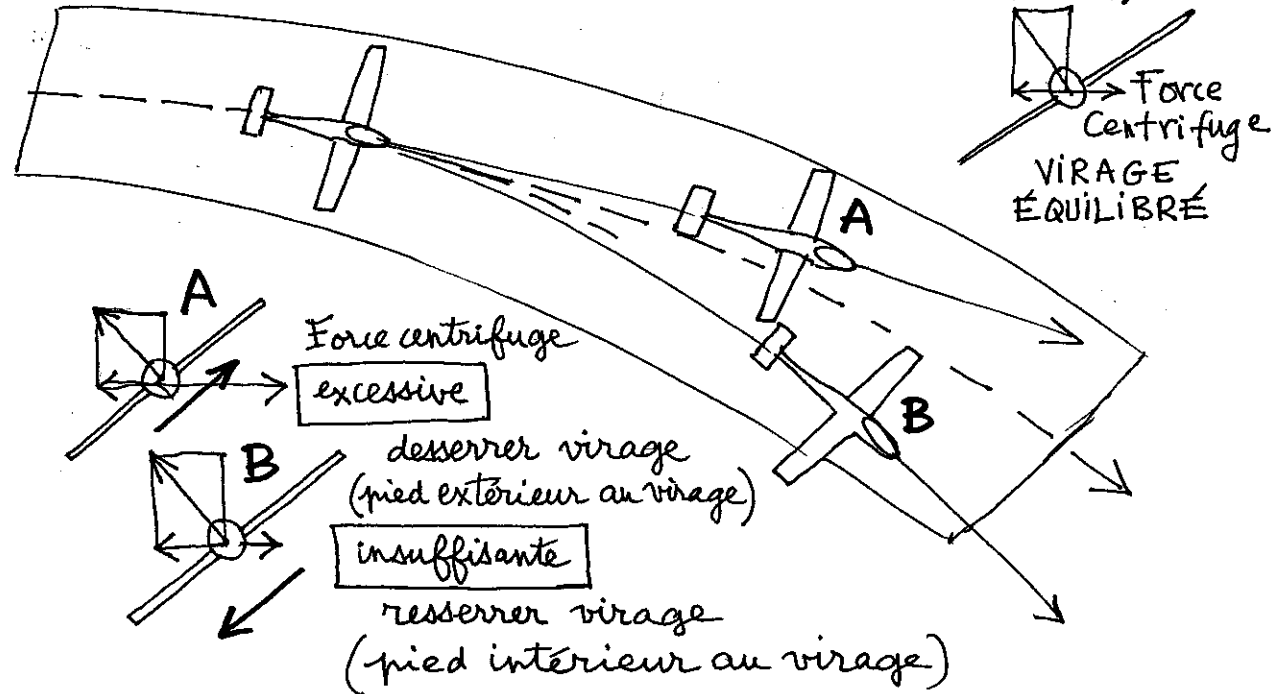
en fait c'est beaucoup plus léger et il faut une certaine habitude de pour **PILOTER AUX FESSES**



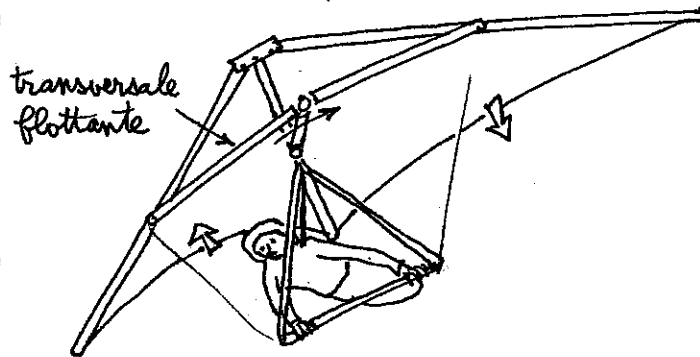
Il s'agit d'un tube en verre courbé, rempli d'huile, à l'intérieur duquel on place une bille



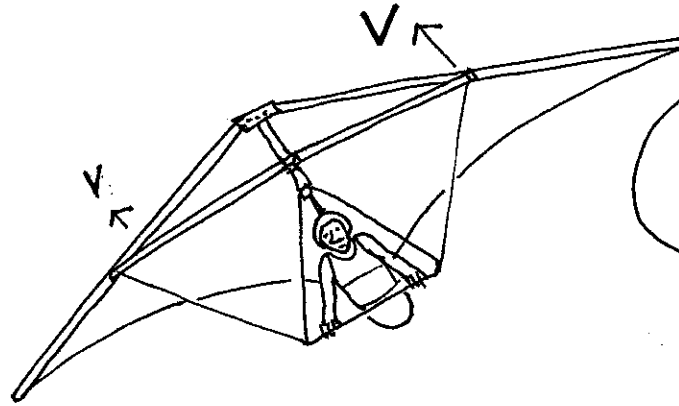
la bille glisse dans le sens où s'effectue le **DÉRAPAGE**



PETITE DIGRESSION CONCERNANT LES AILES DELTA (voir page 16)



le pilote de delta déporte son poids pour enclencher son virage



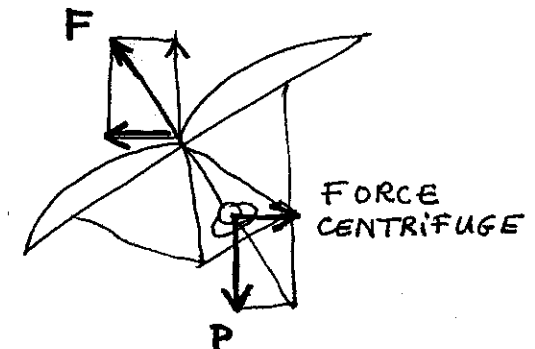
mais comment contrôle-t-il son virage ? Est-ce qu'il a une ... bille ?



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



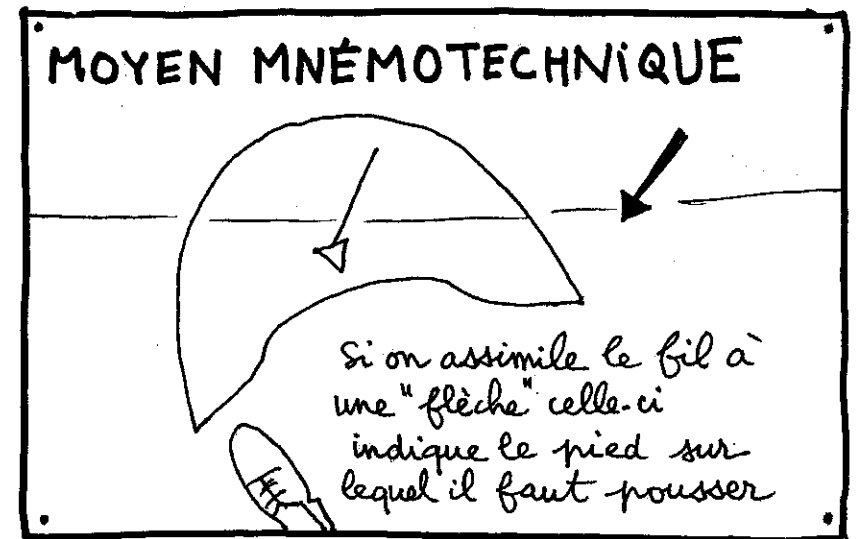
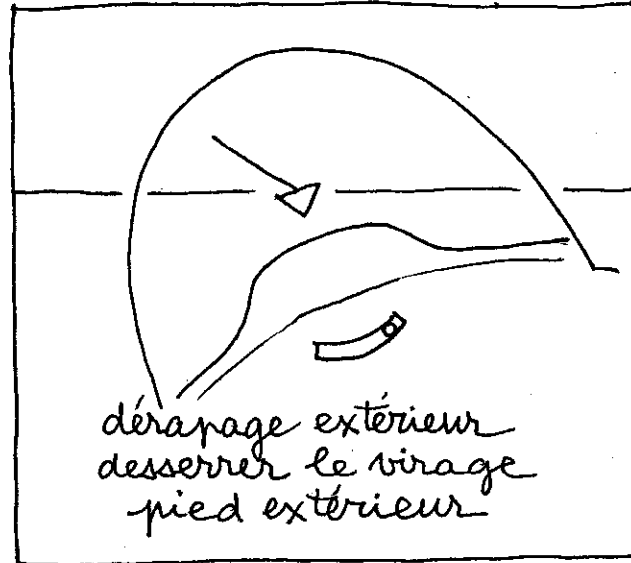
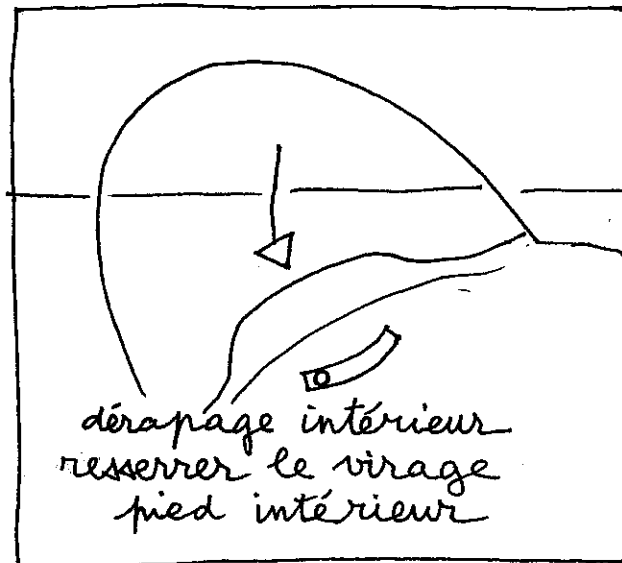
le pilote de delta n'a pas besoin de bille
PUISQUE LA BILLE C'EST LUI !...
Le virage s'accroît jusqu'à ce que la force centrifuge mette le corps du pilote dans le plan de symétrie de la machine où le système de transversale flottante le maintient automatiquement



La force centrifuge équilibre la composante radiale de la force aérodynamique

LE FIL DE LAINE

30

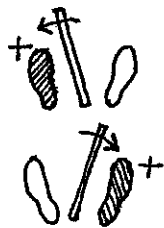


CONJUGUER LES COMMANDES

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

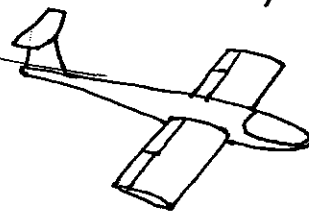
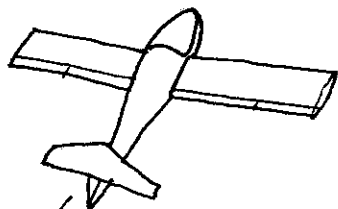
* manche à droite, pied à droite



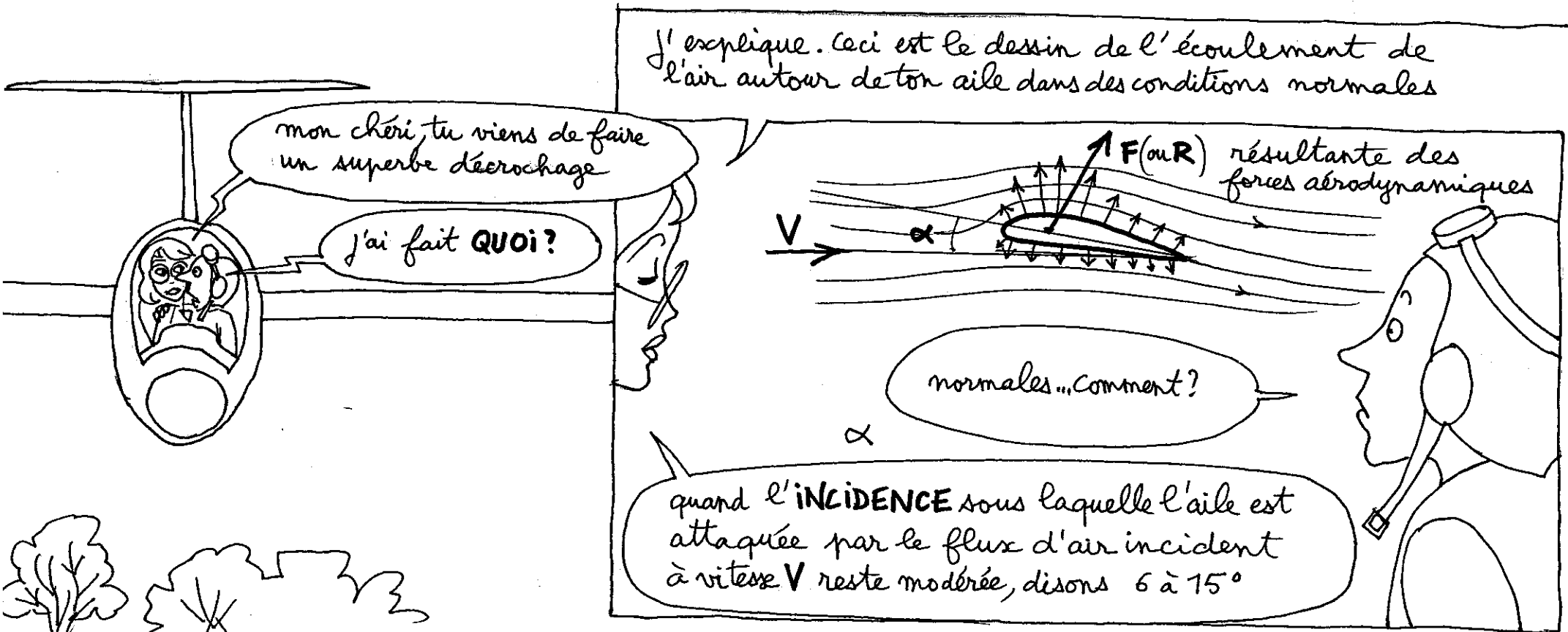
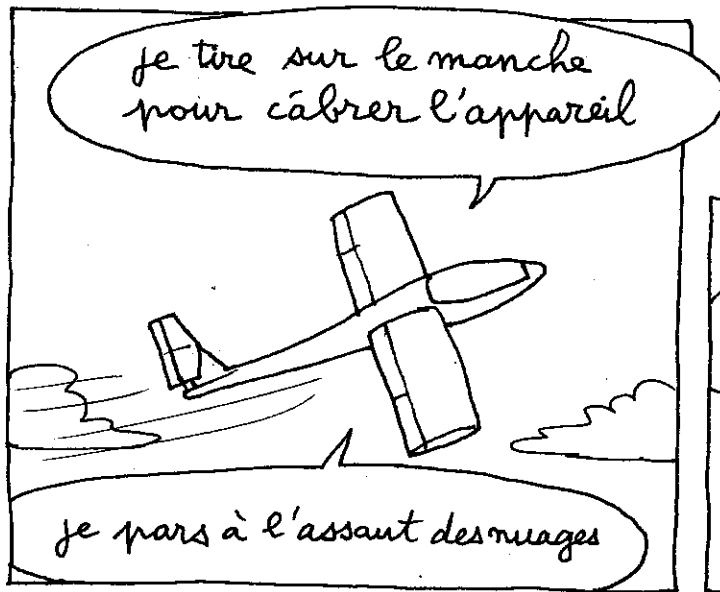
cela s'appelle conjuguer les commandes

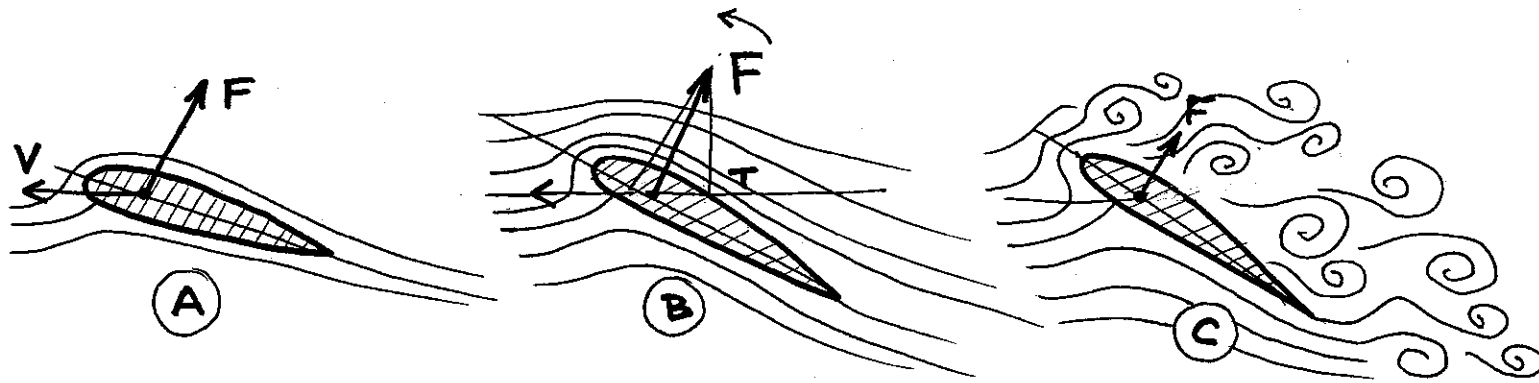
grâce à ces commandes le planeur m'obéit maintenant au doigt et à l'œil

je pousse sur le manche
je prends de la vitesse

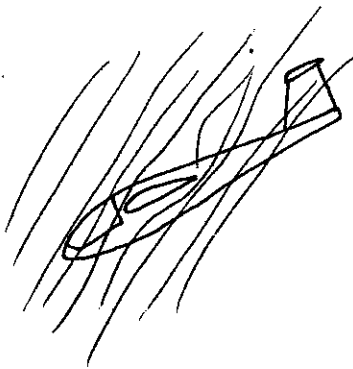


DÉCROCHAGE



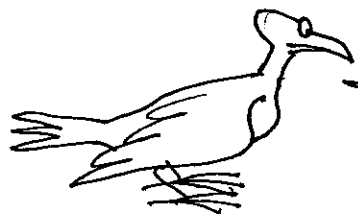


- En **A**, une configuration de vol normale
- En **B**, vol aux grands angles. La force aérodynamique se projette toujours sur la direction de la vitesse V en donnant une traînée T , mais le basculement vers l'avant de cette force F fait qu'elle se projette vers l'avant du plan de l'aile.
- En **C**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

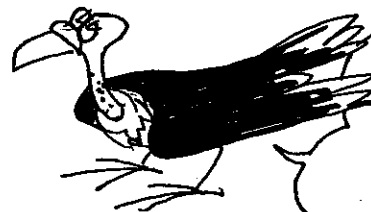


après une **ABATTÉE** le planeur reprend naturellement de la vitesse. L'écoulement se **RECOLLE** sur le profil. La portance réapparaît brutalement, du fait du gain de vitesse V . Quand le pilote sent que son planeur décroche, s'enforce il peut accélérer ce retour à une configuration normale en piquant 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 a provoqué un **DÉCROCHAGE DYNAMIQUE**

AUTOROTATION

je spirais 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 !

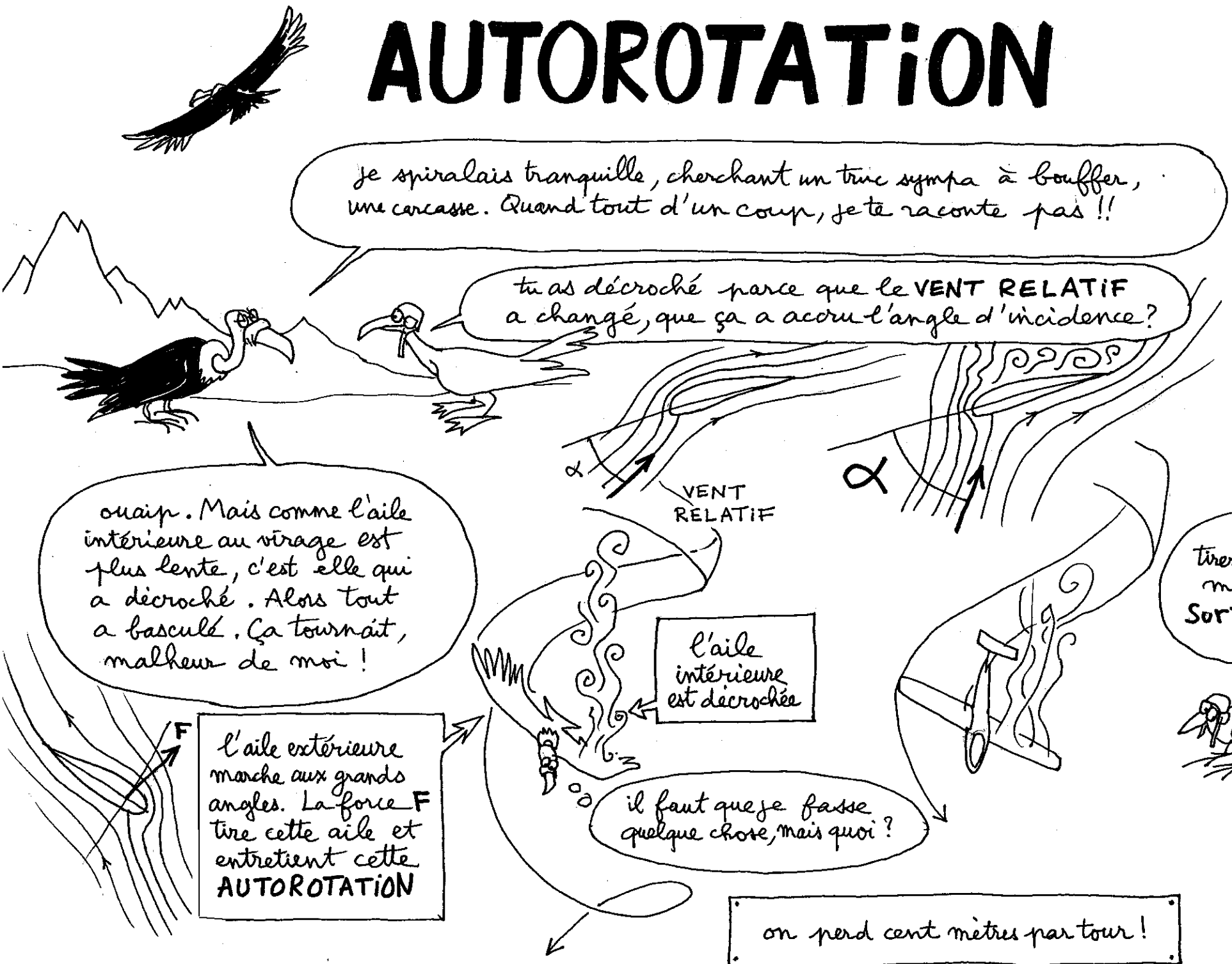
l'aile extérieure marche aux grands angles. La force **F** tire cette aile et entretient cette **AUTOROTATION**

l'aile intérieure est décrochée

il faut que je fasse quelque chose, mais quoi ?

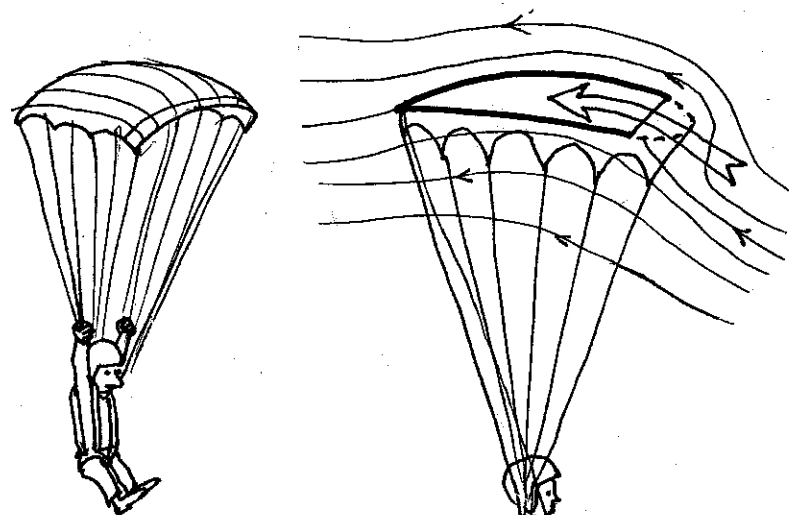
tirer sur le manche ?
Sortout pas !

on perd cent mètres par tour !

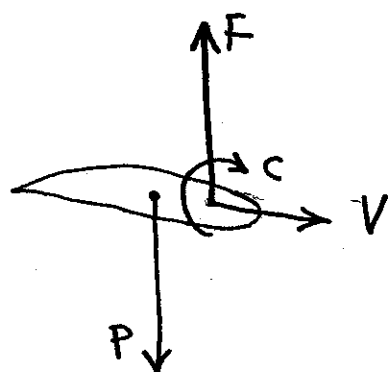
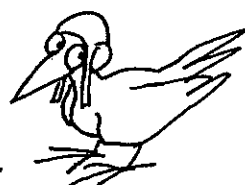




PARAPENTE: QUAND LA VOILE PEUT DEVENIR UN L'INCEUL



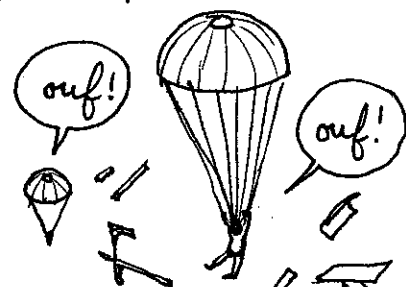
Le parapente est une extrapolation du **PARACHUTE À CAISSONS** qui a remplacé l'antique parachute hémisphérique (*) qui n'est plus aujourd'hui utilisé que comme parachute de secours



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 mailles larges

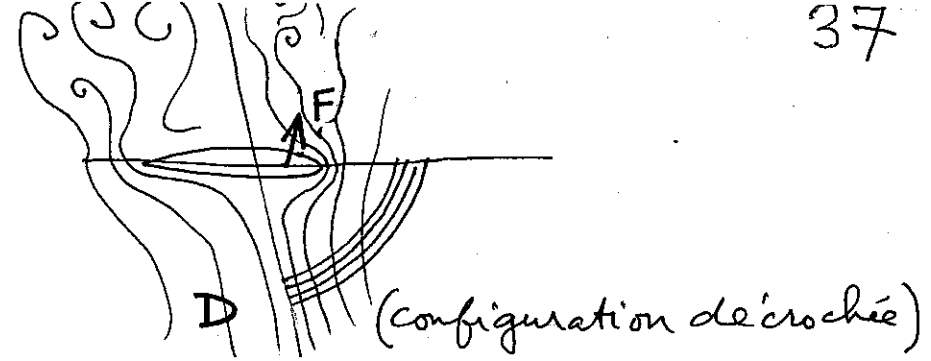
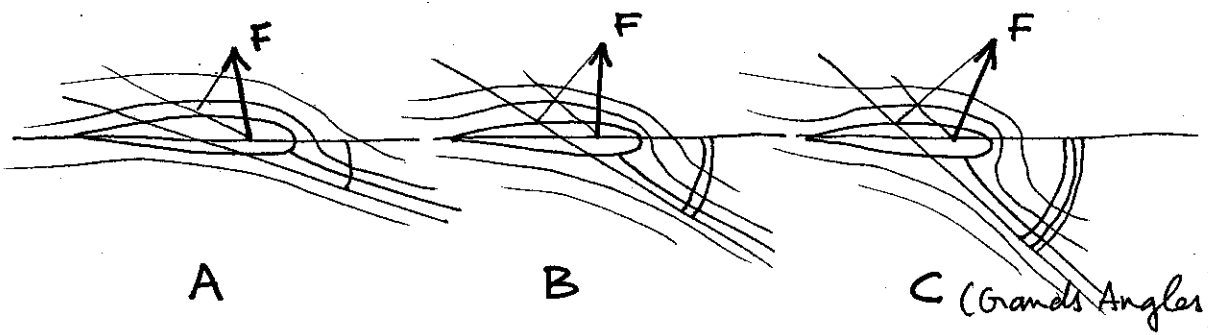
caissons

le port du parachute est obligatoire sur les planeurs collision de planeurs:



(*) Descend verticalement à 6 m/s.

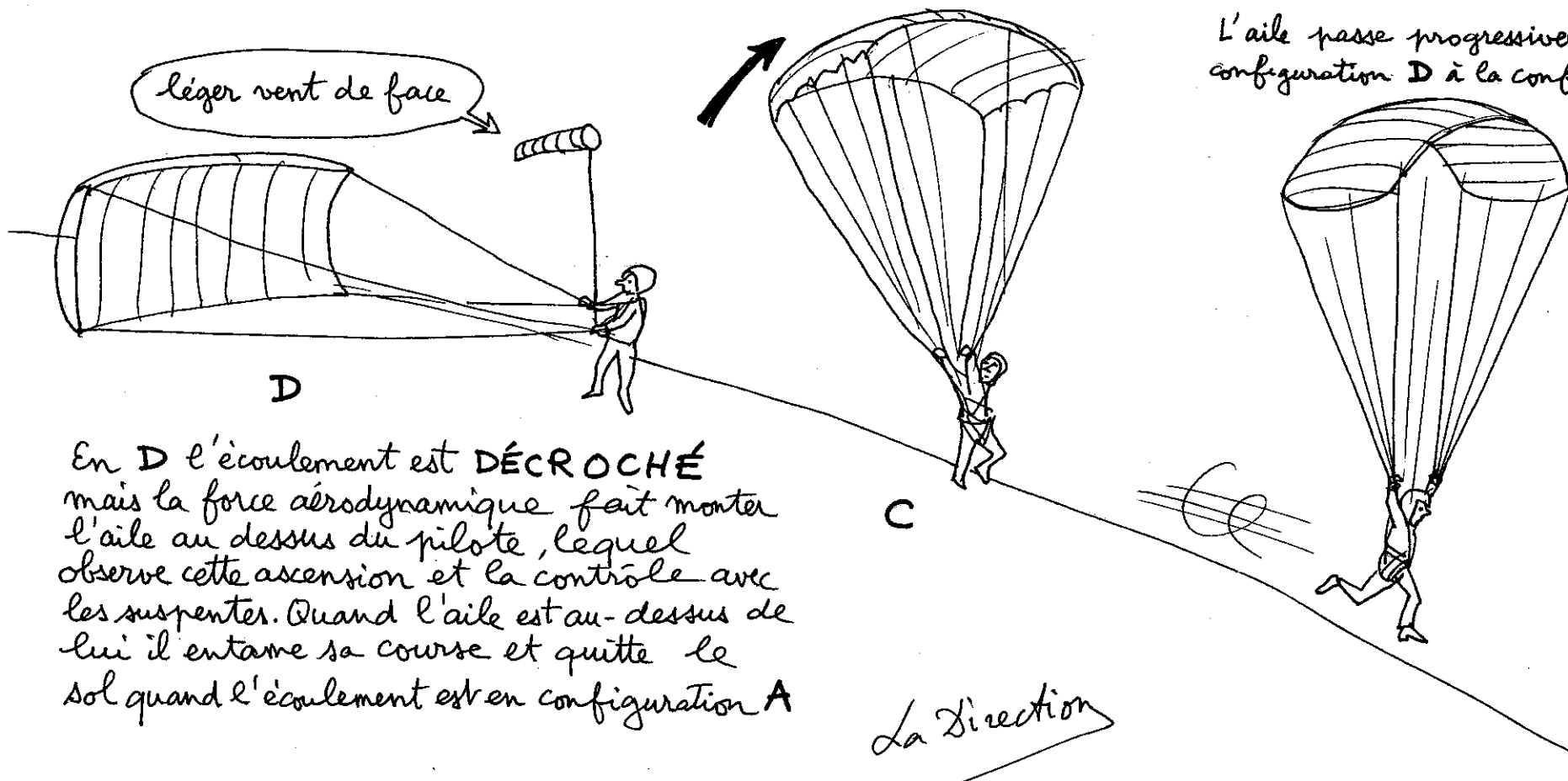
Vitesse de descente des parachutes à caissons: 2,5 m/s



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 **DÉCROCHER**. La force diminue mais **RESTE DIRIGÉE VERS L'AVANT DU PROFIL**

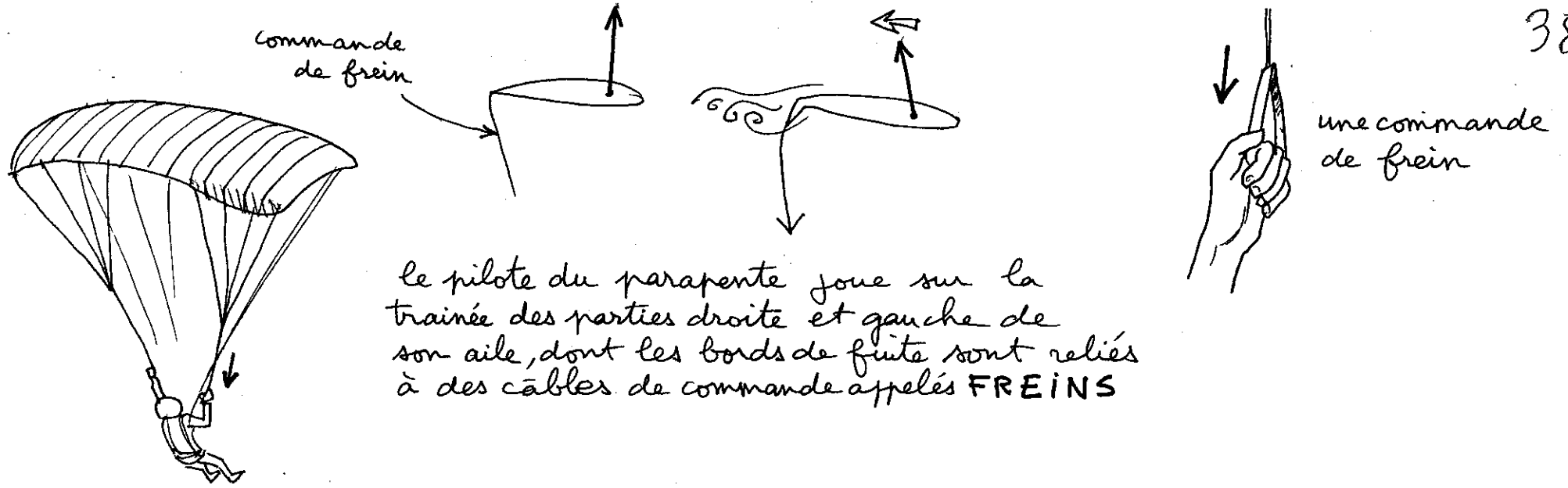
LE DÉCOLLAGE EN PARAPENTE

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



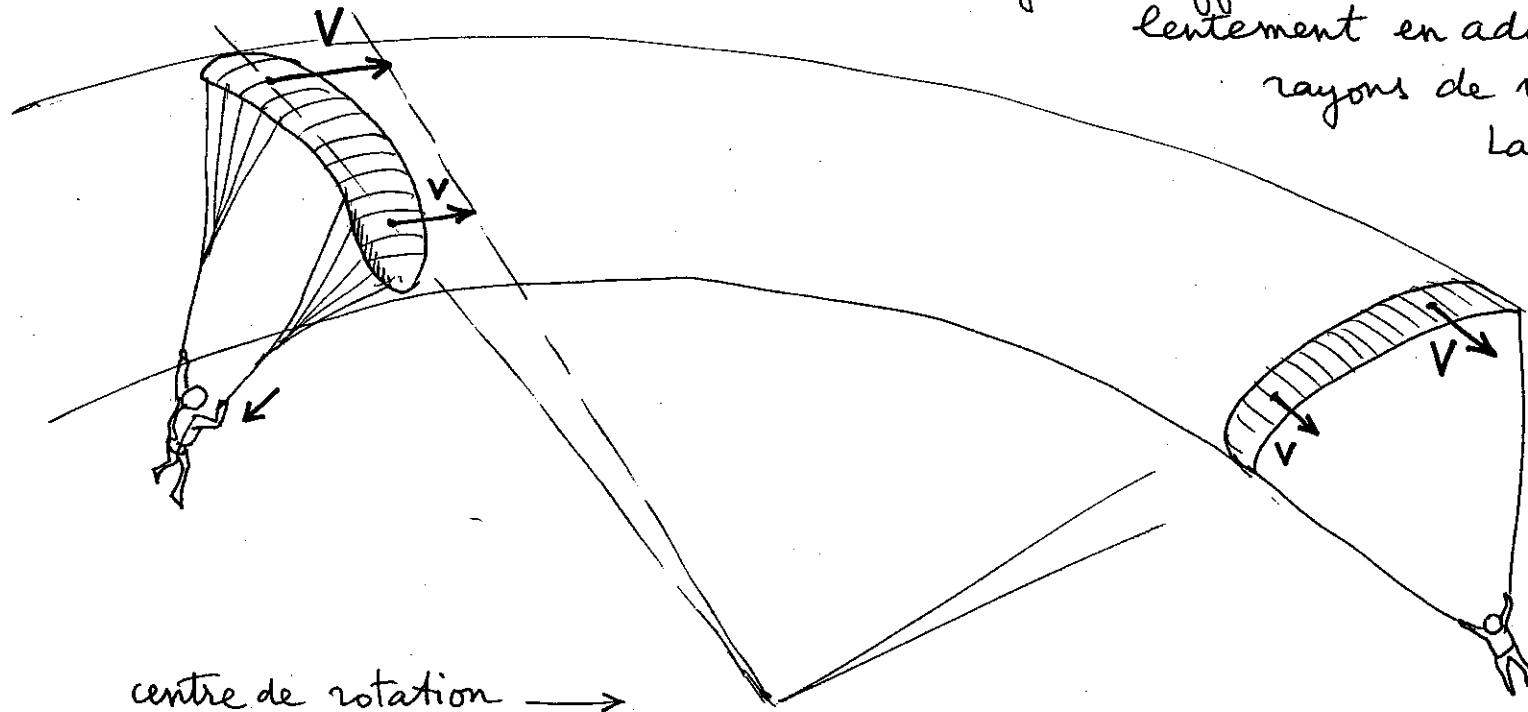
En D l'écoulement est **DÉCROCHÉ** mais la force aérodynamique fait monter l'aile au dessus du pilote, lequel observe cette ascension et la contrôle avec les suspentes. Quand l'aile est au-dessus de lui il entame sa course et quitte le sol quand l'écoulement est en configuration A

La Direction

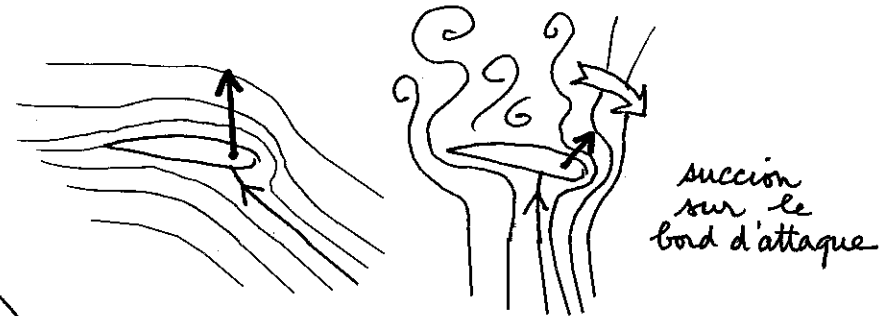
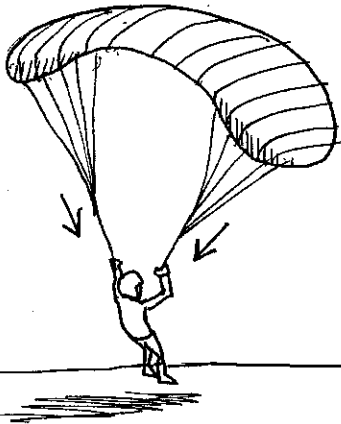


Ici le pilote tire sur son frein droit. Il accroît la **TRAÎNÉE** de la partie droite de sa voile. Ceci entraîne une mise en virage très efficace. Les parapentes volent lentement en adoptant aisément des rayons de virage très faible.

La partie extérieure de l'aile, plus rapide se soulève (**ROULIS INDUIT**)



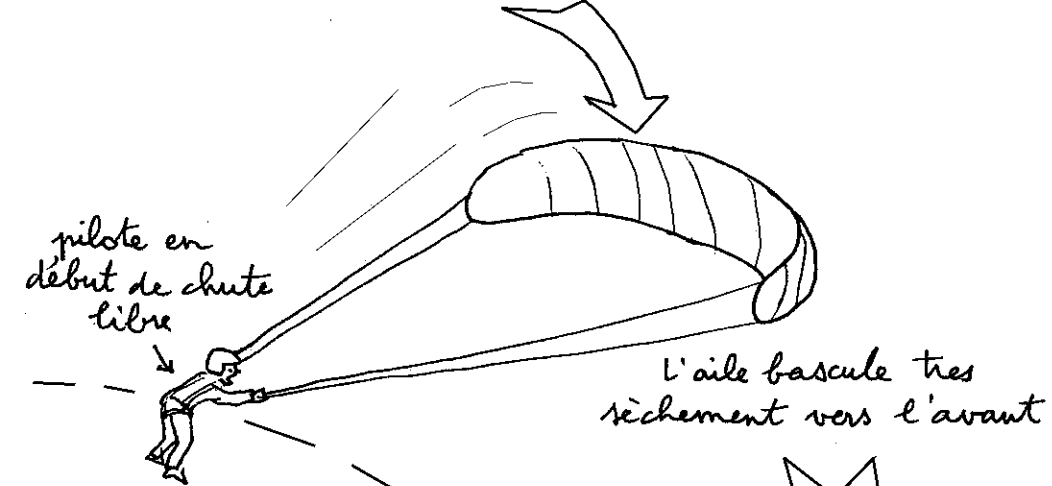
En tirant sur les deux freins à la fois il pourra ralentir son aile jusqu'à sa **VITESSE DE DÉCROCHAGE**. C'est une manoeuvre qu'il fera juste avant de retrouver le contact avec le sol à l'**ATTEIRISSAGE**, pour annuler sa vitesse



Mais en dehors de cela, cette manoeuvre est **TRÈS DANGEREUSE**. Elle peut en outre survenir sous l'effet d'une violente **RAFALE ASCENDANTE** provoquant un **DÉCROCHAGE DYNAMIQUE**

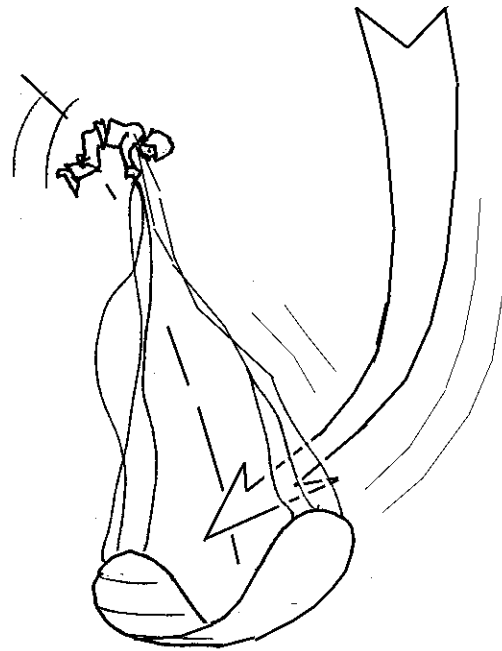


Décrochage dynamique
lors d'un vol dans une
ATMOSPHÈRE TURBULENTE
en milieu de journée



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

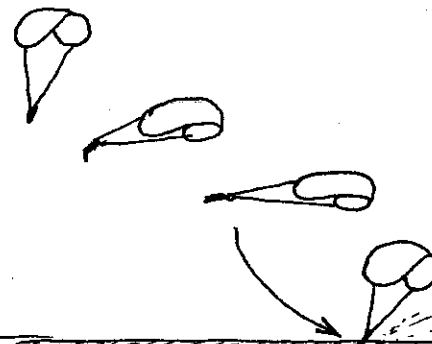
Si le pilote ne contrarie pas ce mouvement (*) en freinant immédiatement sa voile, celle-ci passe sous lui.



IL TOMBE DEDANS ET SE TUE

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

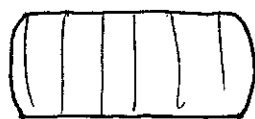
Si l'incident se produit près du sol et si le parapentiste a la chance de ne pas se retrouver dans sa voile, une ressource très violente pourra lui faire reprendre très violemment contact avec le sol



chevilles, genoux
explosés
vertèbres brisées

Dans les sports aériens un compromis doit être négocié entre **PERFORMANCE** et **SÉCURITÉ**. Un profil plat  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 **50m** minimum avant **RÉOUVERTURE**

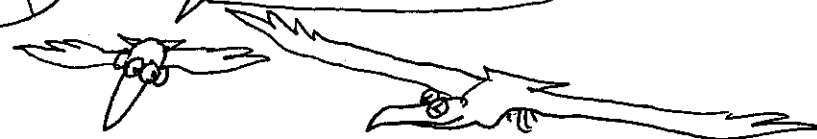
parachute à caissons



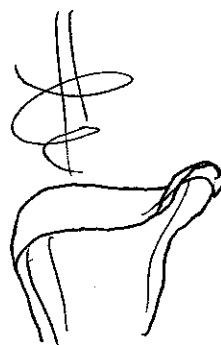
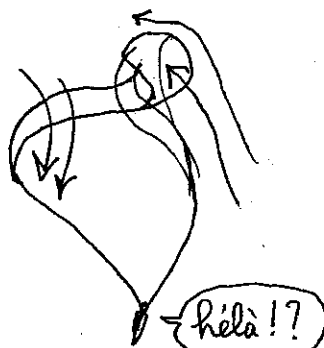
parapente à allongement croissant



ma finesse? euh...



milieu de journée
beau ciel bleu
sans prévenir...



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

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

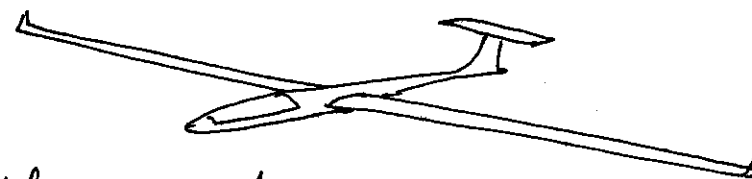
		
1975	1985	Actuellement
		
simple surface		double surface (avec lattes)
25 km/h finesse 3 $\downarrow 2,5 \text{ m/s}$	35-70 km/h finesse 7 $\downarrow 1,8 \text{ m/s}$	40-100 km/h finesse 10 $\downarrow 1 \text{ m/s}$

planeurs modernes

65-90-170 km/h

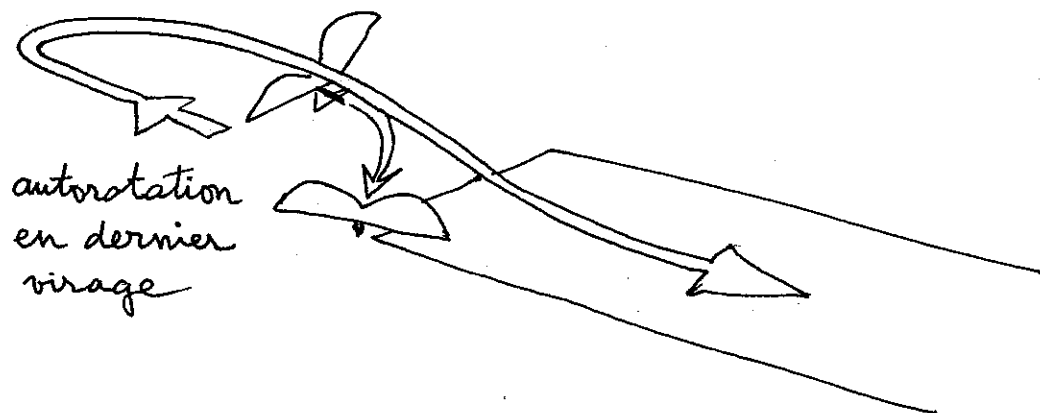
finesse 20 à 60

$\downarrow 0,5 \text{ m/s}$ allongement 20 à 35

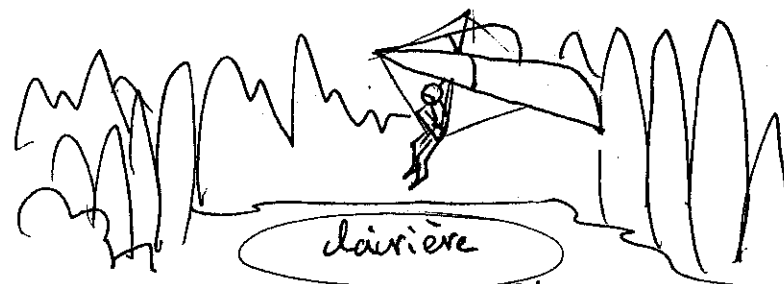


un bon compromis doit être trouvé entre la performance et la sécurité. les premiers deltas pouvaient pas décrocher dissymétriquement. les "delta" modernes, à fort allongement et profils biconvexes se comportent comme des ailes classiques et, lors d'un décrochage en virage peuvent donc partir en **AUTOROTATION**

virage en "Finale"



6 m/s
 descente
 parachutale



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

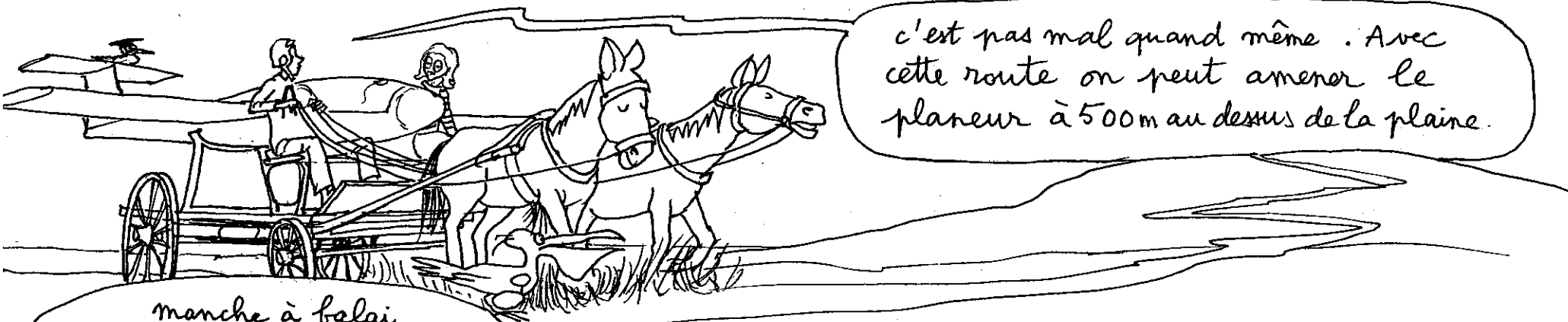
le parapente est un sport de détente sans problème par temps calme, le matin tôt, par exemple, sans vent ni turbulences. En air turbulent le risque est inévitable.

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 500m au dessus de la plaine.

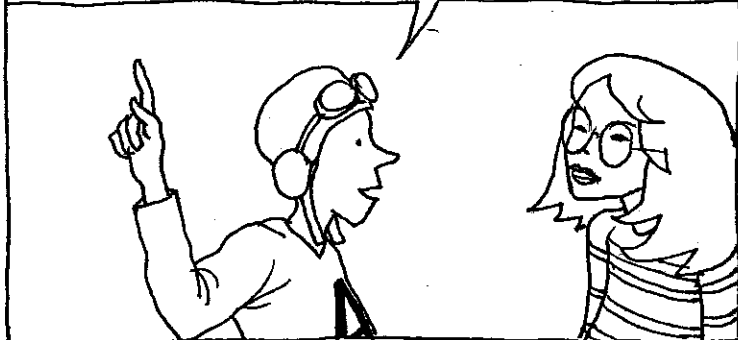
manche à balai
fil de laine, tout ça c'est
des trucs de bonne femme

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

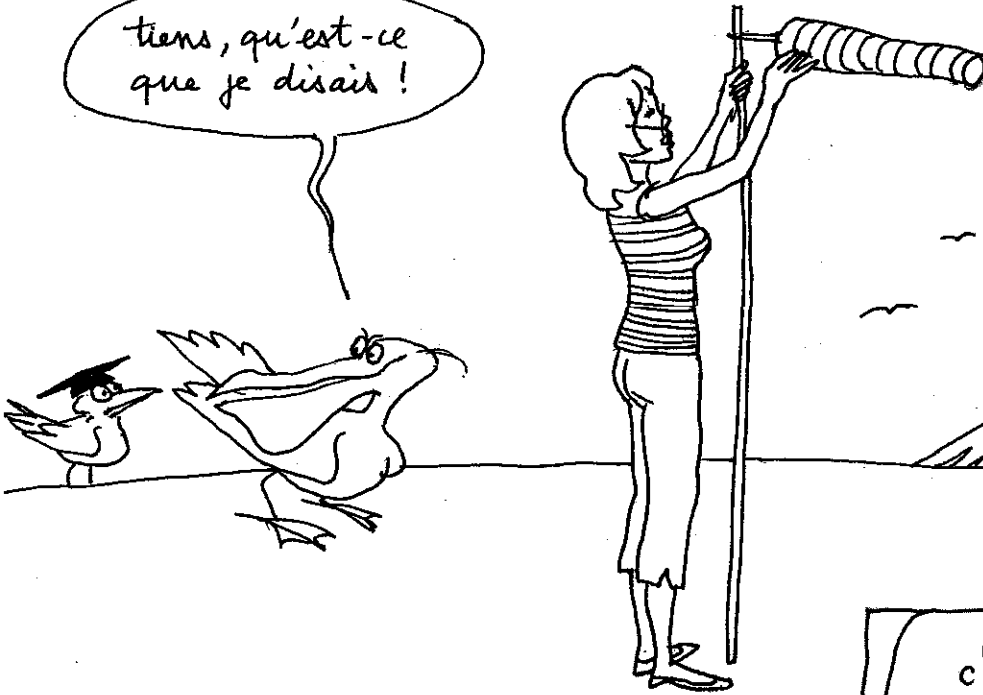
l'éon, est-ce que vous
n'exagérez pas un peu ?



LA MANCHE À AIR

44

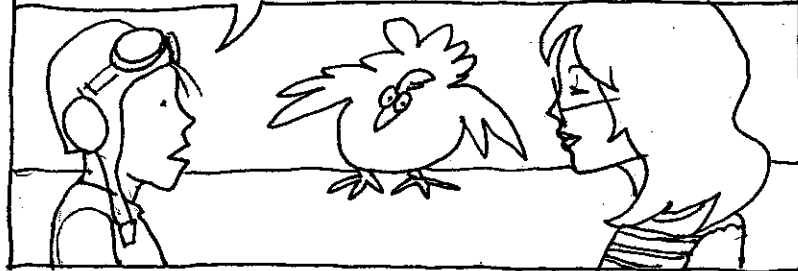
tiens, qu'est-ce
que je disais !



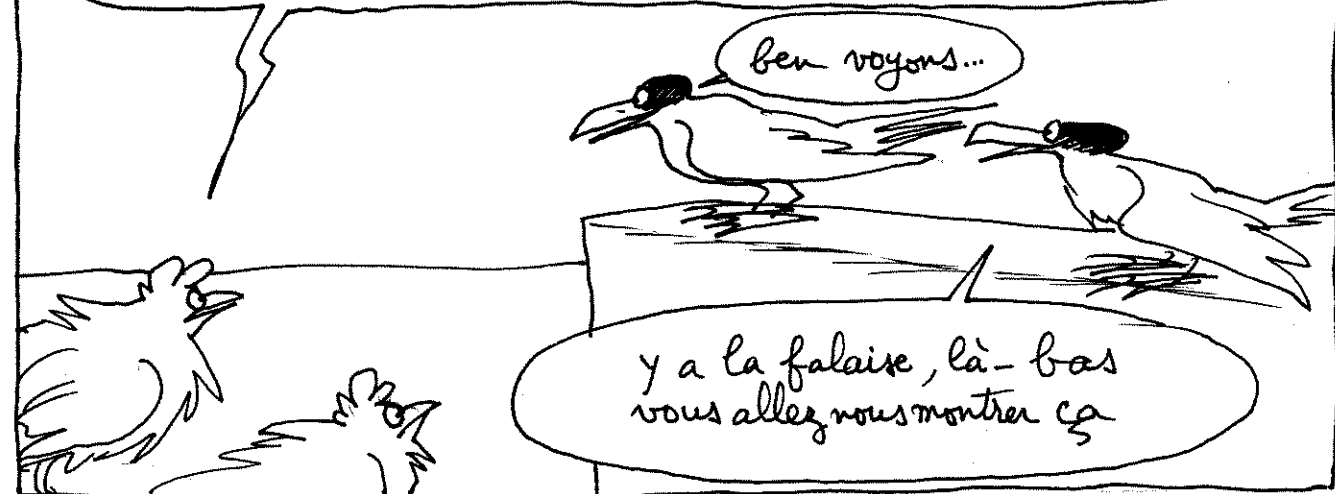
venez, par là
c'est bon



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



vas-y, montre leur ce qu'on
est capable 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

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

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

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

VIRAGE ENGAGÉ

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

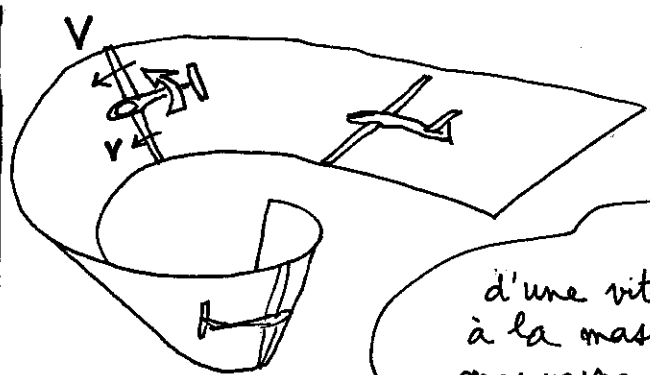
Pris dans un nuage, Anselme ne se rend pas
compte qu'il ne vole plus droit. En fait, sans
un **HORIZON ARTIFICIEL**, stabilisé par gyroscope
il n'a aucune possibilité d'évaluer son
incidence et son assiette. Il peut se retrouver
ainsi dans une figure dangereuse : le virage engagé

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
où elle évolue. Elle part alors dans
un virage engagé dont elle ne
parvient plus à sortir (*)

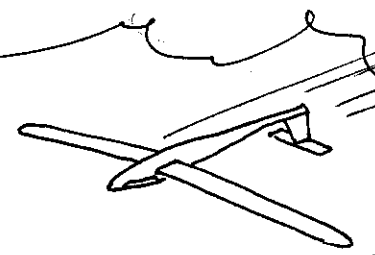


mayday!

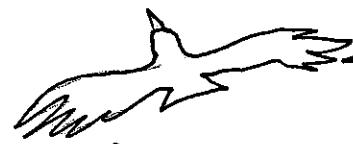
(*) Authentique



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!

(*) authentique.



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

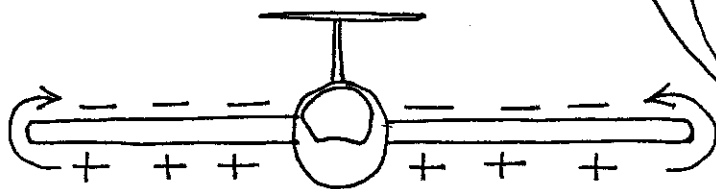
les oiseaux qui semblent voler sans beaucoup se fatiguer ont toujours des ailes très allongées. les rapaces, les albatros

tu es passé du delta au planeur avec cockpit, surfaces le plus lisse possible 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 oubliée

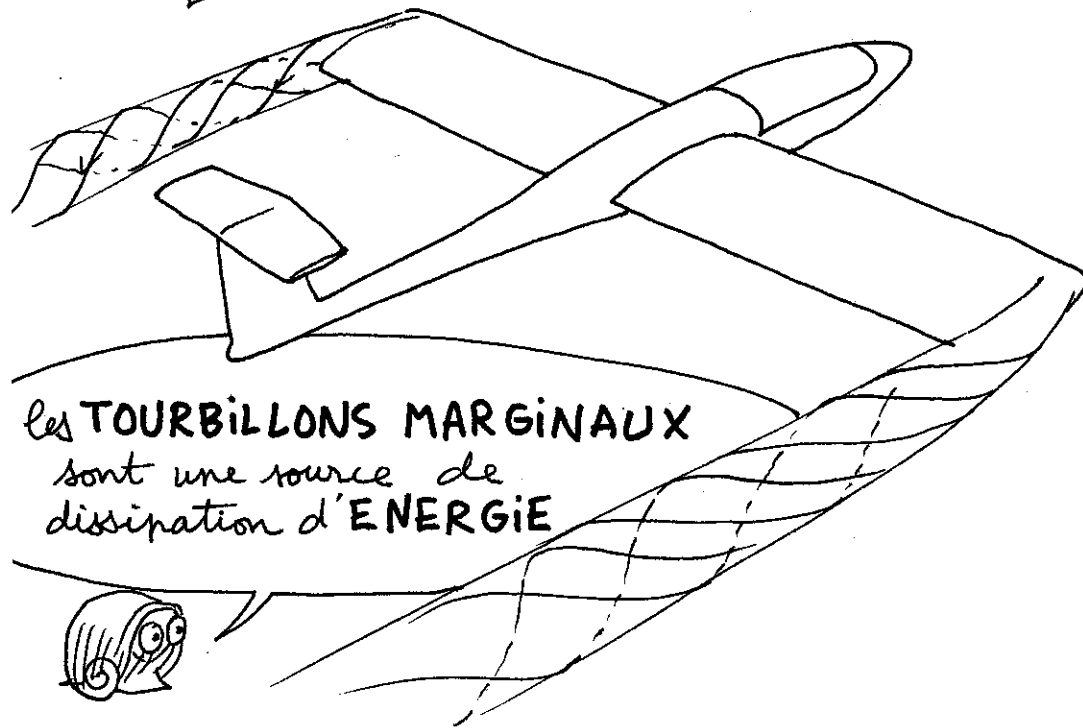
pourquoi?

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 =

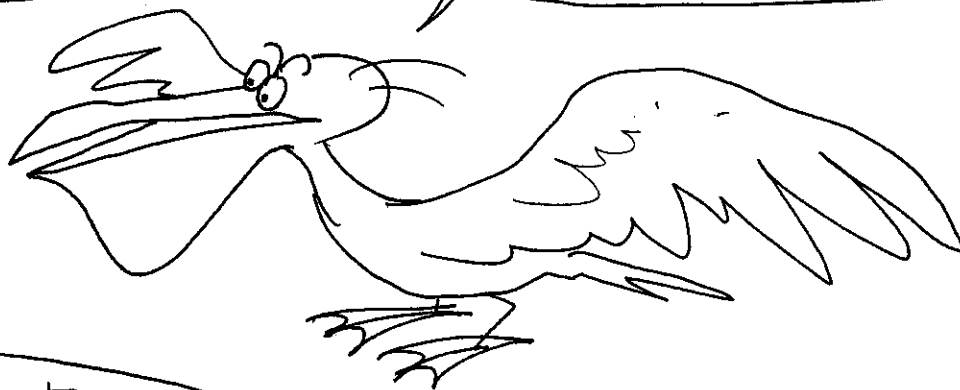


les **TOURBILLONS MARGINAUX** sont une source de dissipation d'**ENERGIE**



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

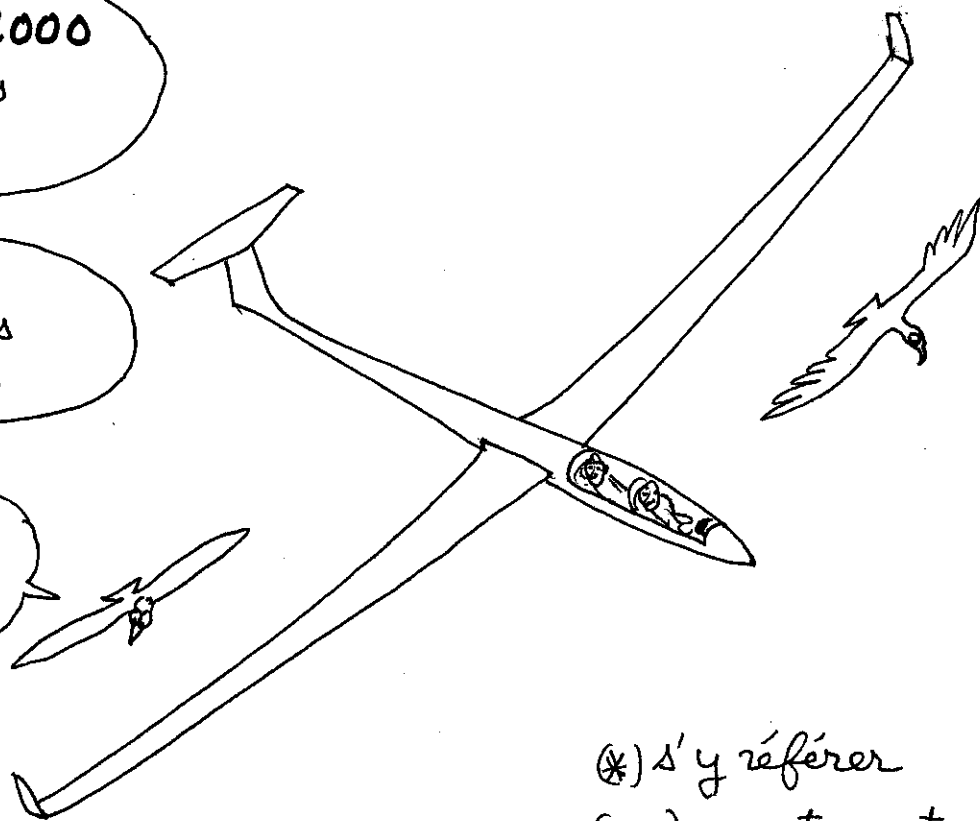
Tirésias, ne dites pas de bêtises. Une aile sans bords ça n'existe pas!!!



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 les pertes en bout d'ailes à presque rien

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



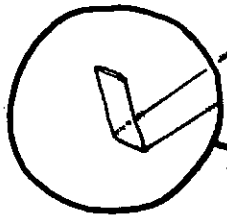
(*) s'y référer

(**) correctement centrées

LES WINGLETS

49

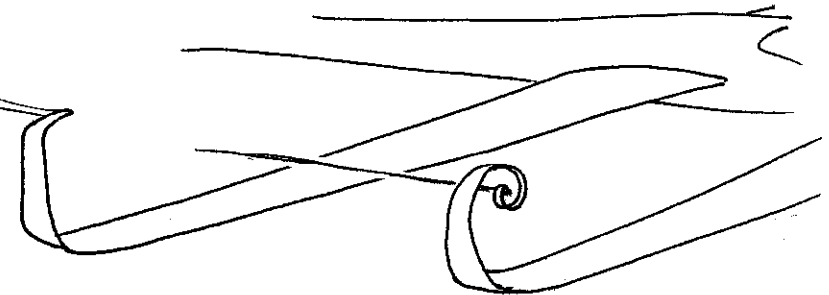
schématiquement



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 profil 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 : le Winglet crée son propre tourbillon marginal mais le gain est si net que cette idée, qui aurait pu émerger il y a un siècle envahit aujourd'hui progressivement tout le monde de l'aéronautique

moi j'ai inventé
le (WINGLET)²



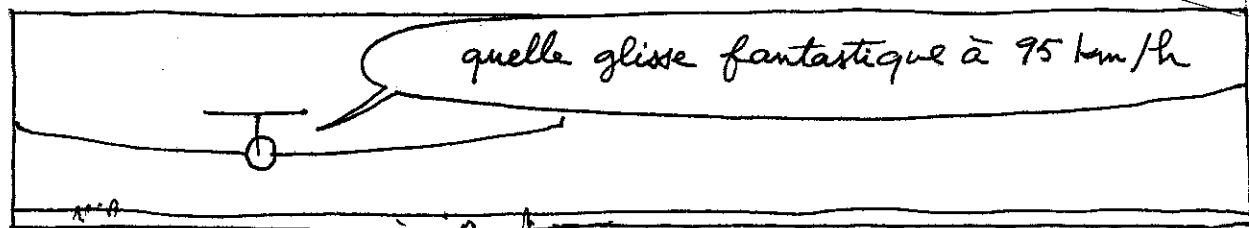
D'après les essais que j'ai faits sur des maquettes, ce nouveau planeur, avec un dénivelé $h = 500$ mètres devrait nous permettre d'atteindre ce vaste champ qu'on aperçoit au loin, à l'horizon, à une distance $d = 20$ kilomètres (*)



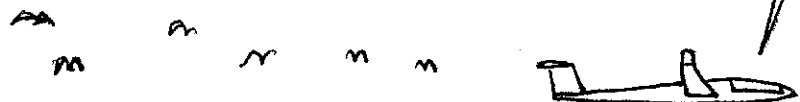
En avant ! Fil de laine bien au milieu, vitesse optimale pour avoir la **FINESSE MAX**



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** $\frac{d}{h} = 40$. Mais certains planeurs dépassent 60 (pente de descente : 1 degré)

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 mesuraient 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

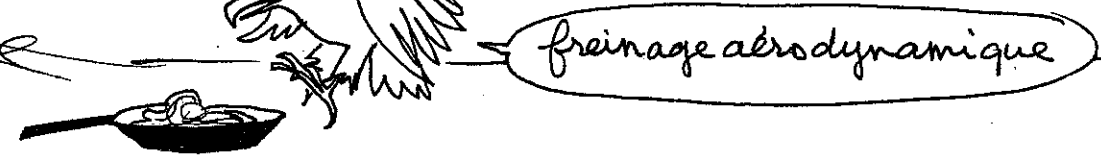
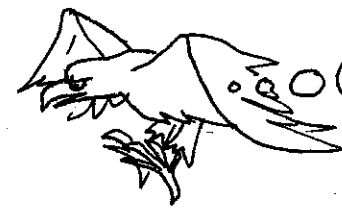
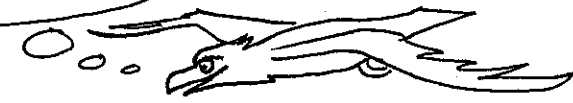
MEUH !

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

AÉROFREINS



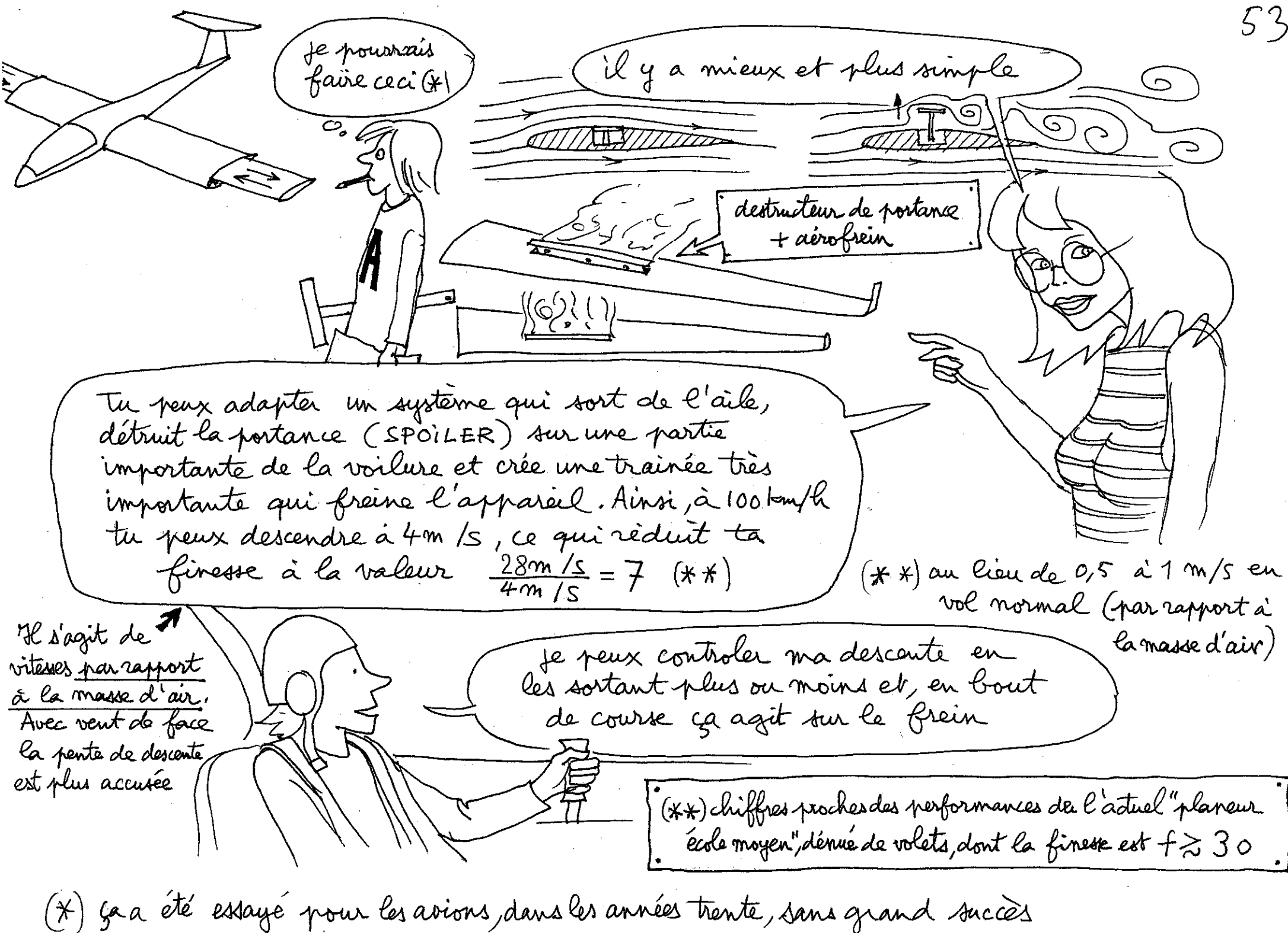
tiens, des restes sanguinolents



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



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



Cet album, suite de l'Aspirissoufle, se continuera avec un autre, en cours de réalisation, consacré aux phénomènes aérologiques et météorologiques, dont le titre sera :

LE CHARPENTIER DES NUAGES