

A partir de 8 ans

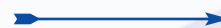
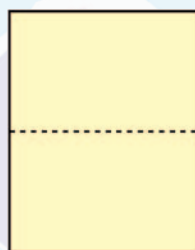
Pour l'animateur

Cette expérience permet d'appréhender les principaux paramètres indispensables au vol d'un aéronef. Il est indispensable de la réaliser avant la première construction d'un planeur ou d'un cerf-volant. Les enfants observent les essais. Ils peuvent aussi disposer chacun du matériel nécessaire pour réaliser eux-mêmes les expérimentations ci-dessous.

A Expérience 1 : ralentir la chute



Pliez la feuille de papier en deux.
Découpez.



Froissez l'une des deux moitiés (en boule).
Lâchez en même temps les deux moitiés et observez la chute.
(faites plusieurs essais).

Observation 1 : Les deux masses sont égales, mais la feuille froissée tombe plus vite.
Pourquoi ?

Conclusion 1 : La feuille plane oppose à l'air une surface plus grande, donc une plus grande résistance ; elle chute donc moins vite.



L'accélération d'un corps en chute est proportionnelle au temps et, contrairement à notre intuition, indépendante de son poids. Galilée en aurait fait l'expérience en lançant différents poids du haut de la tour de Pise et en mesurant leur temps de chute. Tous les poids arrivèrent au sol dans le même temps.

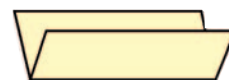
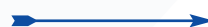
En 1971, au cours de la mission Apollo 15 sur la Lune, devant les caméras, David Scott lâcha en même temps une plume de faucon et un marteau. Ils arrivèrent ensemble au sol 1,2 seconde plus tard.



B Expérience 2 : orienter la chute



Pliez la feuille plane en deux
dans le sens de la longueur.



Lâchez-là d'une certaine hauteur et observez la chute.
(faites plusieurs essais avec les mêmes conditions de départ).
Matérialisez les différents points de chute.

Observation 2 : La feuille, lâchée de façon identique, ne tombe pas n'importe où.
Quelle loi peut-on en dégager ?

Conclusion 2 : Le pliage impose à la feuille de papier un *Vé latéral*. Celui-ci «bloque» la chute de la feuille dans un plan vertical : les différents points de chute au sol sont sensiblement situés sur une ligne droite.

Matériel

- Une feuille de papier A4 (80g/m²)
- Quelques trombones



Cette expérience a été présentée pour la première fois dans «INITIATION RAPIDE À L'AÉROMODÉLISME» (1979).





Galileo Galilei
Pise 1564 - Florence 1642

«Trois siècles avant notre ère, Aristote affirmait qu'«une masse d'or, de plomb ou de tout autre corps pesant, tombe d'autant plus vite qu'elle est grosse»...

Galilée prétend (mais c'est peut être une légende) avoir réalisé une série d'expériences du haut du sommet de la tour de Pise pour démontrer l'inexactitude des conceptions d'Aristote. La tour mesure 100 coudées. L'expérience consiste à lâcher du haut de la tour des objets divers, en particulier une boule de fer de 100 livres et une boule de fer de 1 livre, et observer leur ordre d'arrivée.

Galilée écrit : «Aristote déclare qu'une boule de fer de 100 livres est déjà descendue d'une hauteur de 100 coudées quand une boule de 1 livre a parcouru seulement une coudée. J'affirme que les deux boules arrivent ensemble. Si vous faites l'expérience, vous verrez que l'écart est de deux largeurs de doigts seulement. Vous ne retrouverez pas avec ces deux doigts les 99 coudées d'écart prévues par Aristote.»

Un an après la mort de Galilée, son élève Evangelista Torricelli étudie la chute dans le vide d'une plume et d'une pomme. Dans une enceinte où l'air a été extrait, plume et pomme chutent en même temps.



L'expérience de la tour de Pise est peut-être une légende.
Mais Galilée a fait de nombreuses expériences avec des plans inclinés.
La gravure ci-dessus en est une illustration.

En 1971, au cours de la mission Apollo 15 sur la Lune du 30 juin au 3 août, devant les caméras, David Scott lâcha en même temps une plume de faucon et un marteau.

Ils arrivèrent ensemble au sol 1,2 seconde plus tard.

Pourquoi une plume de faucon ? Le module lunaire d'Apollo 15 s'appelait Falcon.



Les astronautes américains **David Scott** et **James Irwin** séjournèrent sur la Lune près des monts Hadley durant 64 heures, y roulèrent en 4x4 et firent diverses expériences tandis qu'Alfred Worden les attendait en orbite.

Les commentaires étaient transmis à terre au CapCom Joseph P. Allen.

Juste avant la fin de la mission, devant les caméras, Scott prit en main une plume et un marteau, se demandant si la loi de Galilée sur la chute des corps serait vérifiée.

Voici la transcription de cette expérience tout à la fois ordinaire et hors du commun enregistrée entre H+167:22:06 et H+167:22:58 :

- **Scott** : Bien, dans ma main gauche, j'ai une plume, dans ma main droite, un marteau. Et je parie que l'une des raisons pour lesquelles nous sommes ici aujourd'hui, c'est parce qu'un gentleman appelé Galilée, il y a un long temps, a fait une découverte plutôt significative au sujet de la chute des corps dans le champ de gravité. Et nous avons pensé qu'il n'y avait pas de meilleur endroit pour confirmer ses résultats que sur la Lune.

[La caméra effectue un zoom sur le marteau et la plume puis prend du recul pour filmer l'expérience.]

- **Scott** : Et ainsi nous avons pensé que nous devions la tenter pour vous. La plume s'avère justement être, à propos, une plume de faucon pour notre Falcon. Et je vais les laisser tomber tous les deux et, je l'espère, ils toucheront le sol en même temps.

[Pause]

[Dave prend la plume et le marteau entre respectivement le pouce et l'index de ses mains gauche et droite, et lève ses coudes vers le haut et l'extérieur. Il lâche le marteau et la plume simultanément et retire ses mains du champ. Le marteau et la plume tombent côte à côte et frappent le sol virtuellement au même instant. Et de fait, les deux objets subissant la même accélération, ils arrivèrent ensemble au sol 1,2 sec plus tard. En analysant les images, on peut également estimer l'accélération de la force de pesanteur lunaire à hauteur d'épaule de Scott à environ 1.63m/s²]

- **Scott** : Que dites-vous de ça !

- **Allen** : Que dites-vous de ça !

[Applaudissements à Houston]

- **Scott** : Ce qui prouve que Monsieur Galilée avait trouvé les bons résultats.

[Pause]

- **Allen** : Superbe.



Le film (6,2 Mo) en mpeg est sur le site
<http://clap54.free.fr>
 Rubrique L'Air et le Vent
 Pages plus, fiche B3ter



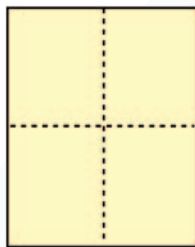
A partir de 8 ans

C Expérience 3 : Chute verticale



Comment obtenir une chute verticale. Cherchez un peu ...

... Il suffit de plier la feuille de papier selon l'autre médiane.



Forcez la forme pour obtenir ceci



Lâchez la feuille et observez la chute.
(faites plusieurs essais).
Matérialisez les points de chute.

Observation 3 : La feuille se pose sensiblement à la verticale du point de départ.

Conclusion 3 : Ce deuxième pliage (Vé longitudinal) impose à la feuille une chute verticale. On peut comparer ce cas à la chute d'un parachute, comme celui de la fiche B8.

D Expérience 4 : le vol plané



Contrairement à la chute, le vol plané consiste à «atterrir» en un point qui n'est pas situé à la verticale du point de départ.

Comment remplacer la chute verticale de notre feuille de papier par un vol plané ? Il suffit d'alourdir l'avant (choisissez l'avant arbitrairement) de la feuille avec un trombone.

Lâchez la feuille et observez le vol. Matérialisez le point d'atterrissage. (faites plusieurs essais).

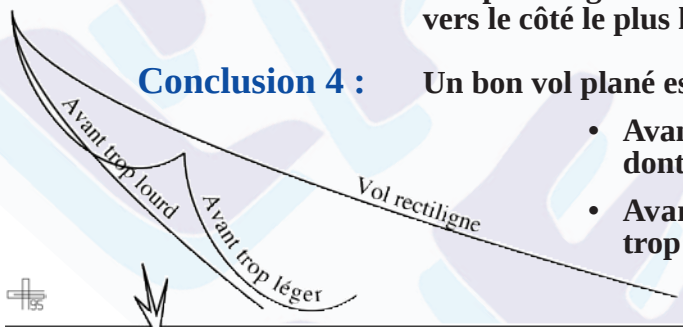
Essayez ensuite avec deux, trois, quatre, ... trombones.

Par tâtonnement, en notant les points d'atterrissage, déterminez le meilleur nombre de trombones, c'est-à-dire celui qui donne la plus grande translation.

Observation 4 : Le «plombage» de la feuille de papier provoque une chute déséquilibrée vers le côté le plus lourd.

Conclusion 4 : Un bon vol plané est un compromis entre deux situations :

- Avant trop léger, provoquant un vol en *perte de vitesse*, dont les ondulations sont caractéristiques ;
- Avant trop lourd, provoquant un angle d'atterrissage trop important (la chute est trop rapide).

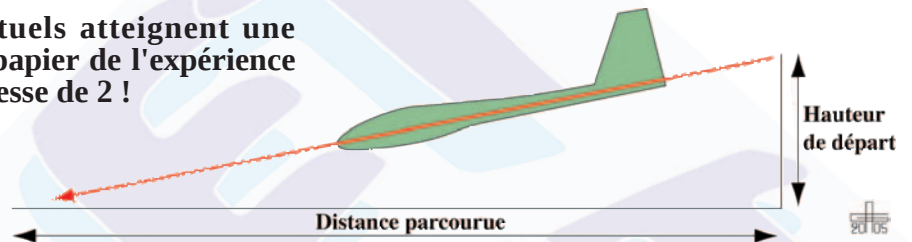


Dans le cas d'un cerf-volant, il n'est bien sûr pas question de plomb. Le rôle du plomb (équilibrer l'appareil et, par conséquent, imposer un certain angle d'incidence à l'aile) est joué par la bride, dont les deux parties, avant et arrière, se règlent par tâtonnement et déterminent l'angle d'incidence (voir les fiches F10 et F15). Cependant, certains cerfs-volants, comme le Citron Bleu, n'ont pas besoin de ce réglage : ils sont **autostables**.

La finesse est le rapport entre la portance et la traînée, rapport que l'on cherche à rendre le plus élevé possible étant donné que la portance est une force utile et la traînée une force nuisible.

La finesse est aussi le rapport entre la hauteur de départ et la distance parcourue : Un planeur de 40 de finesse parcourt en air calme 40 km s'il est largué d'une altitude de 1000 m.

Si les meilleurs planeurs actuels atteignent une finesse de 60, notre feuille de papier de l'expérience d'Oyonnax 4 a environ une finesse de 2 !



Zögling (1926) : finesse 8

Il y a une gravure de ce planeur sur la fiche B5.



Schleicher Ka 4 Rhönlérche (1953) : finesse 19



Schleicher K 8 (1957) : finesse 27



Schempp Hirth Duo Diskus (1994) : finesse 45

Que deviennent les aéronefs motorisés quand ils sont en vol plané ?



Hélicoptères : finesse 2



**Avions de chasse :
finesse 5 à 10**



**Avions de tourisme :
finesse 8 à 12**



**Avions de ligne :
finesse 20 à 26**



Zögling : finesse 8



Schleicher Ka-4 : finesse 19



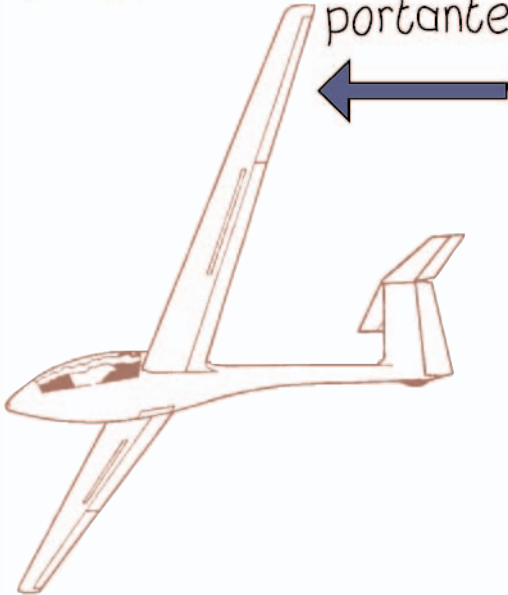
Schleicher Ka-8 : finesse 27



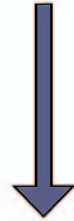
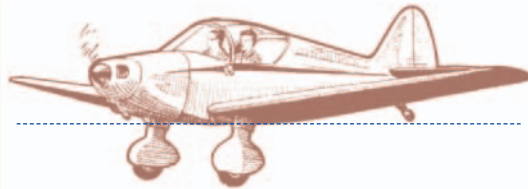
Schempp Hirth Duo Diskus : finesse 45



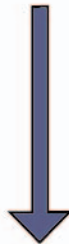
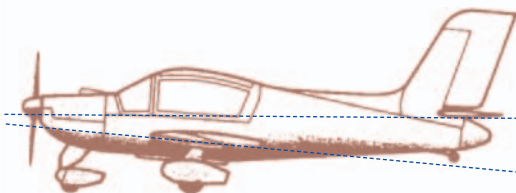
1

Une
surface
portante

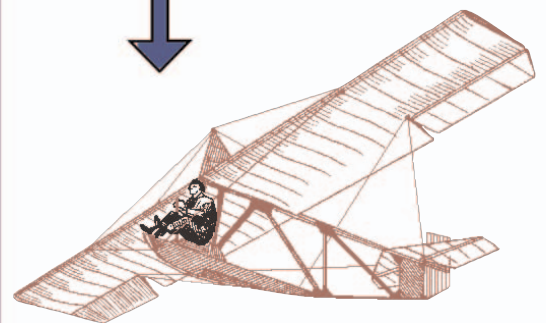
2

Un vé
latéralAile
Horizontale

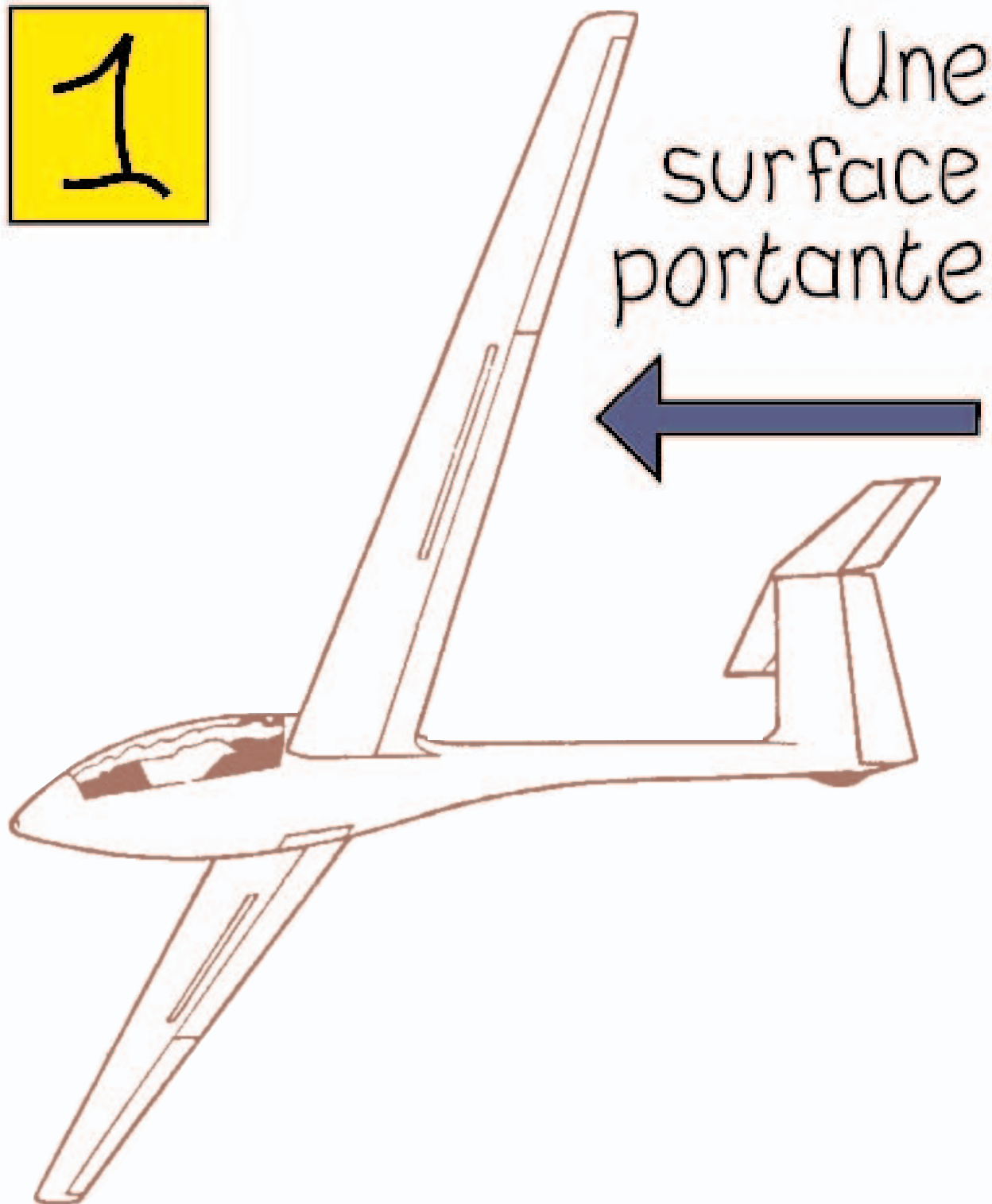
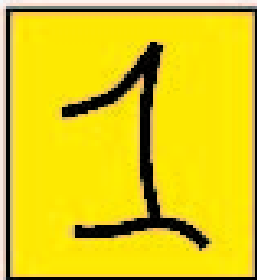
3

Un vé
longitudinalStabilisateur
Aile

4

Une certaine
masse
à l'avant

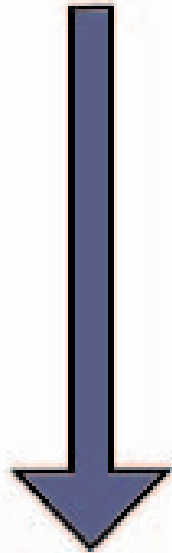
Attention : ces règles générales ne tiennent pas compte de certains cas particuliers.



Une
surface
portante

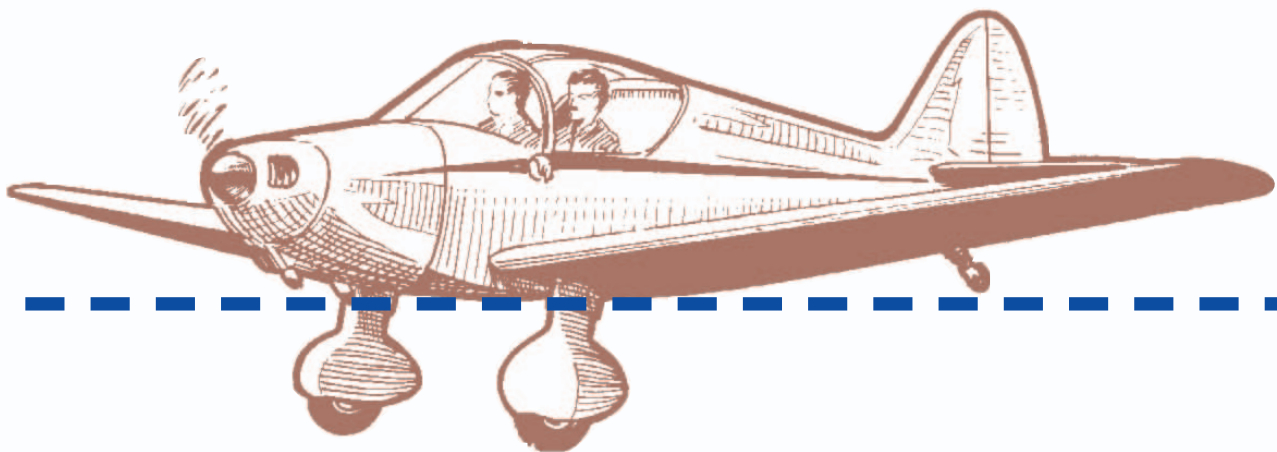
2

Un vé
latéral



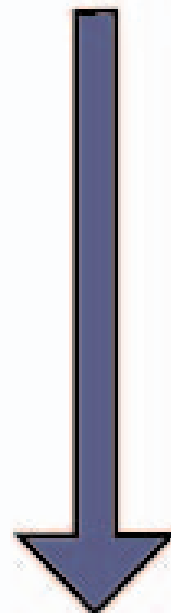
Aile

Horizontale



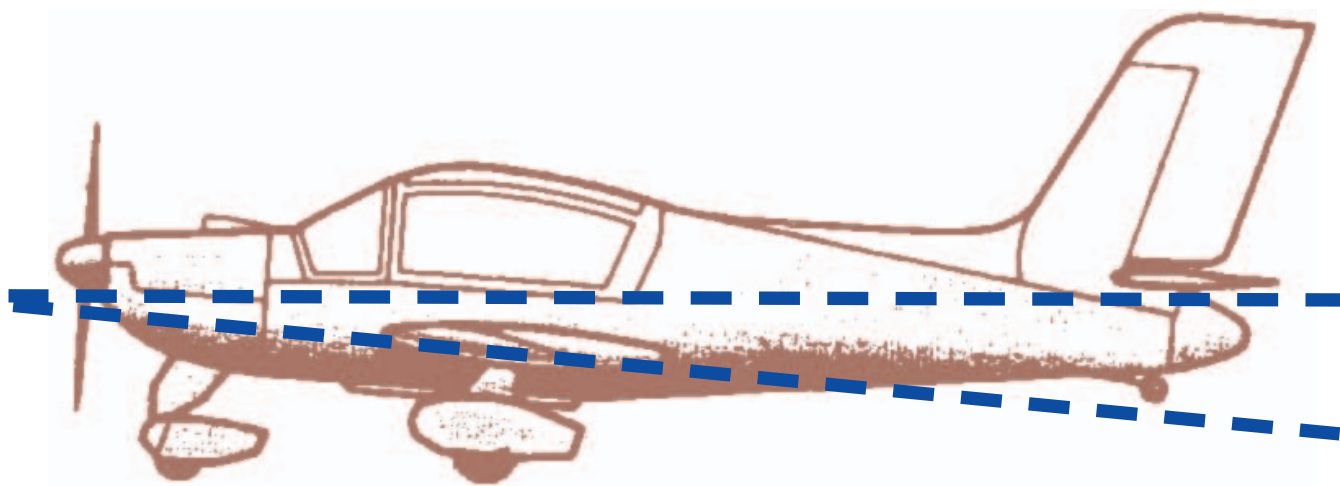


Un vé
longitudinal



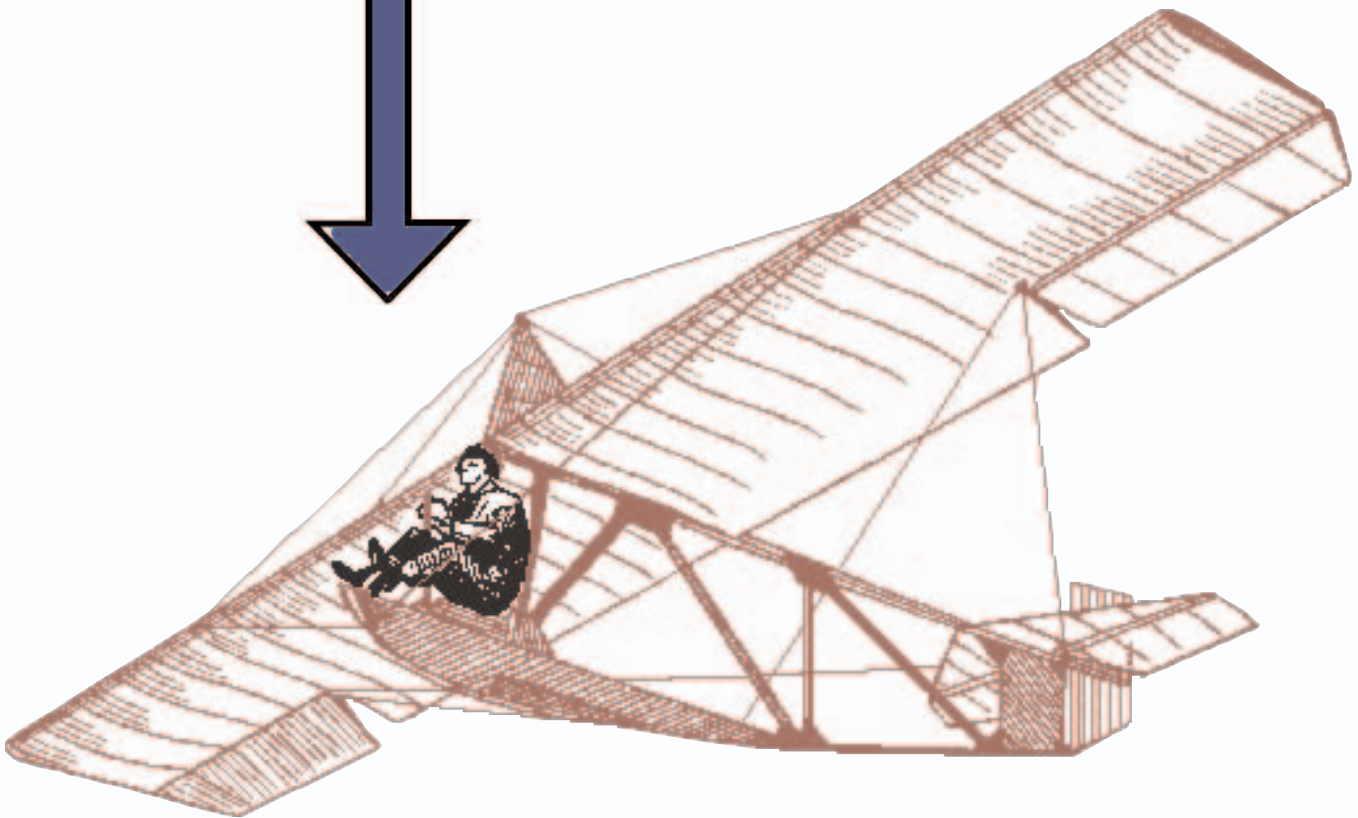
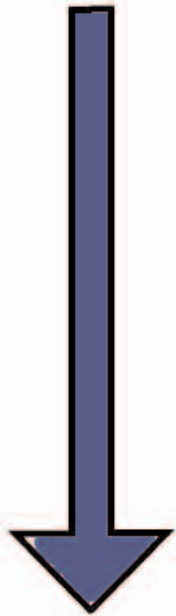
Stabilisateur

Aile

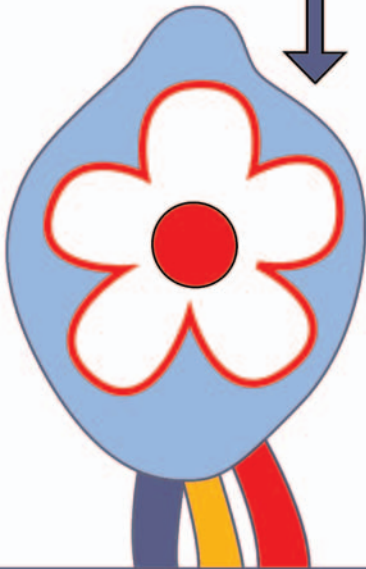




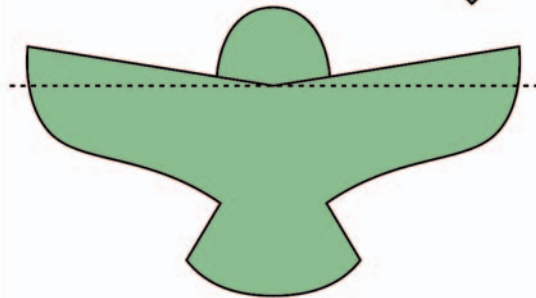
Une certaine
masse
à l'avant



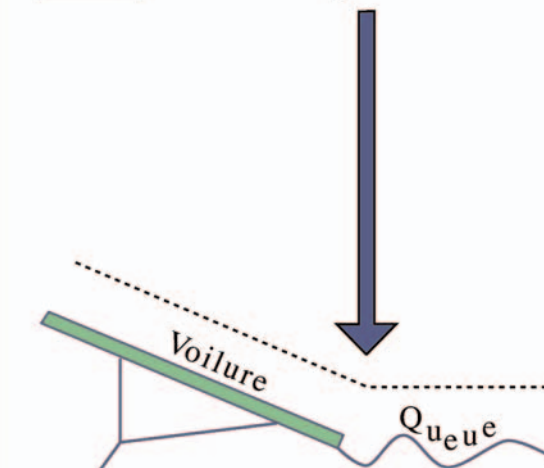
1

Une
surface
portante

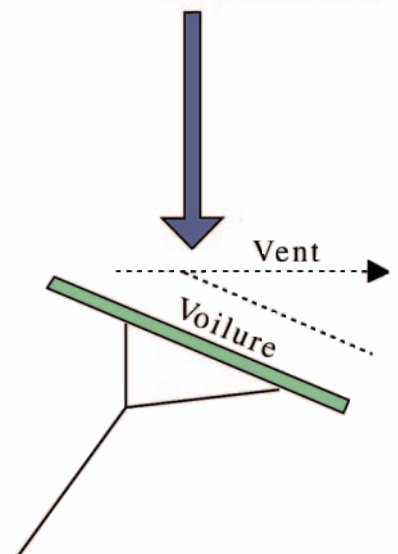
2

Un vé
latéral

3

Un vé
longitudinal

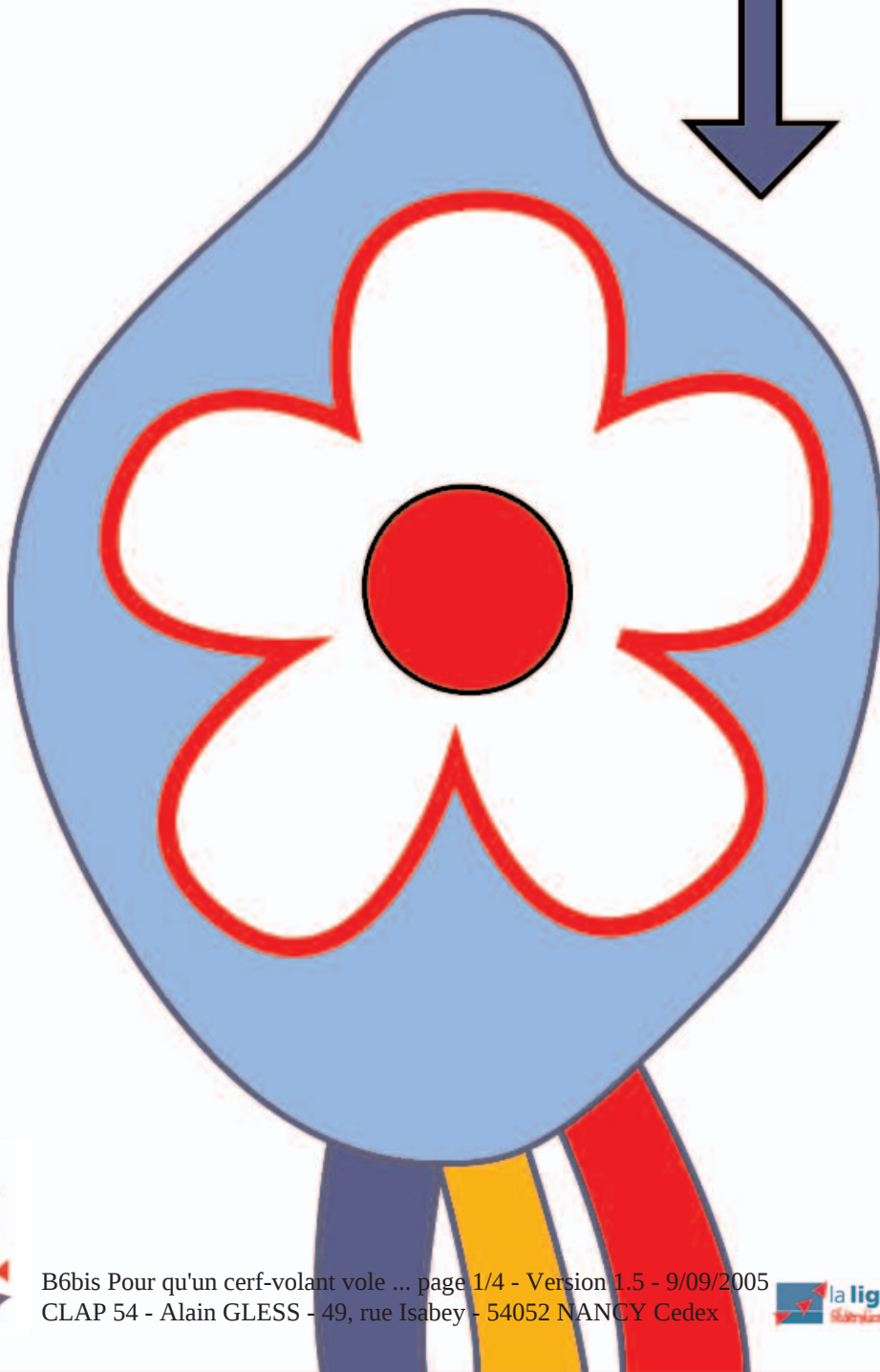
4

Un certain
angle
d'incidence

Attention : ces règles générales ne tiennent pas compte de certains cas particuliers.

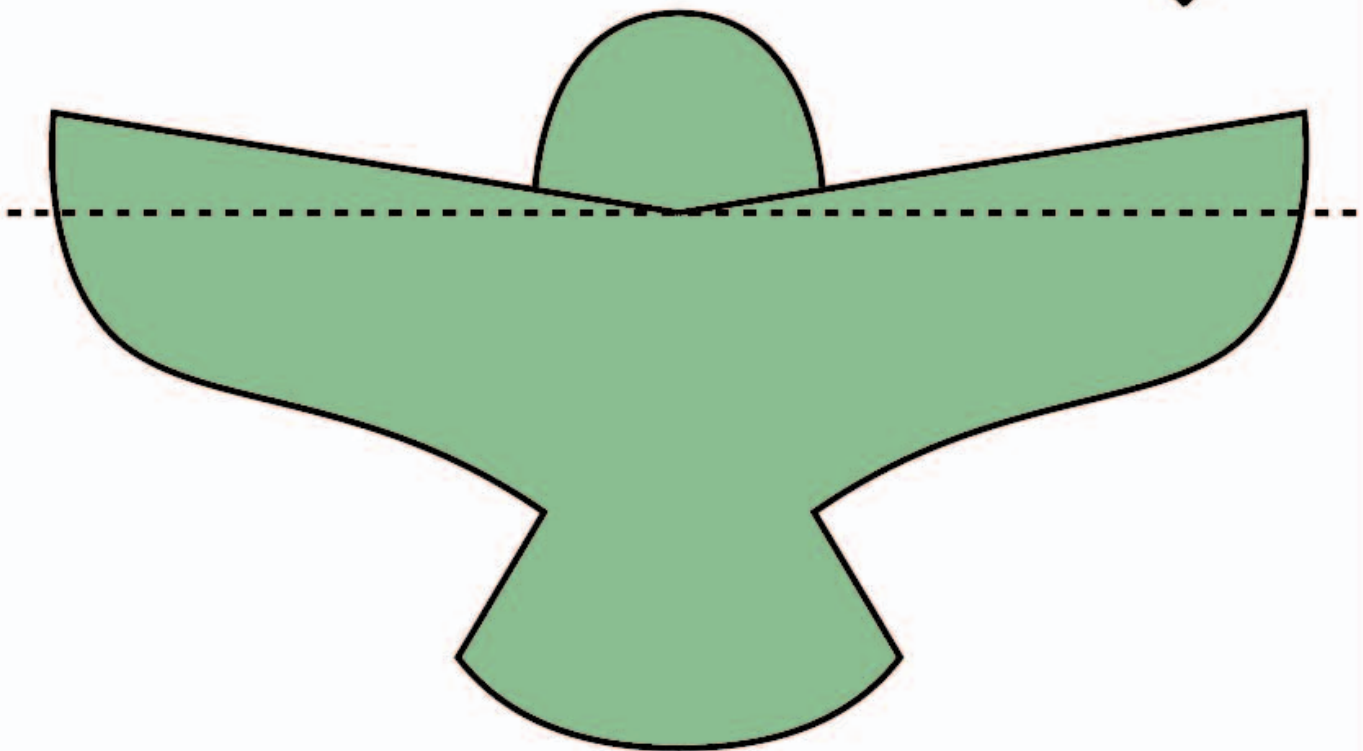
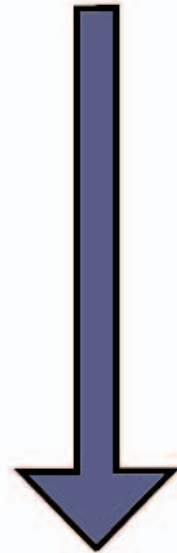
1

Une
surface
portante



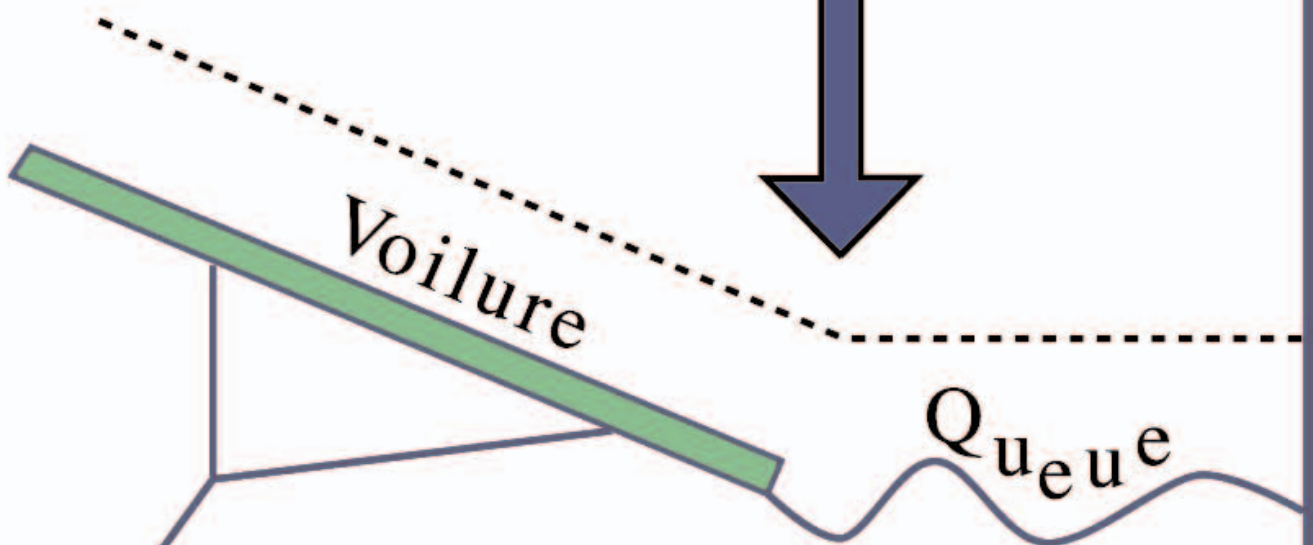
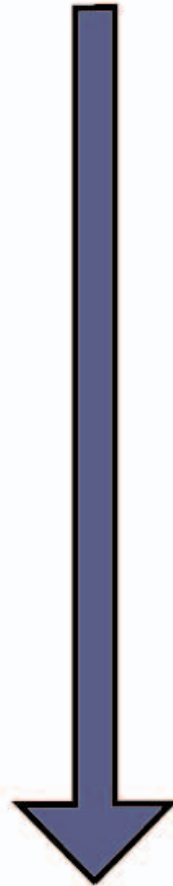


Un vé
latéral





Un vé longitudinal





Un certain
angle
d'incidence

