

LE VIRAGE À MOYENNE INCLINAISON

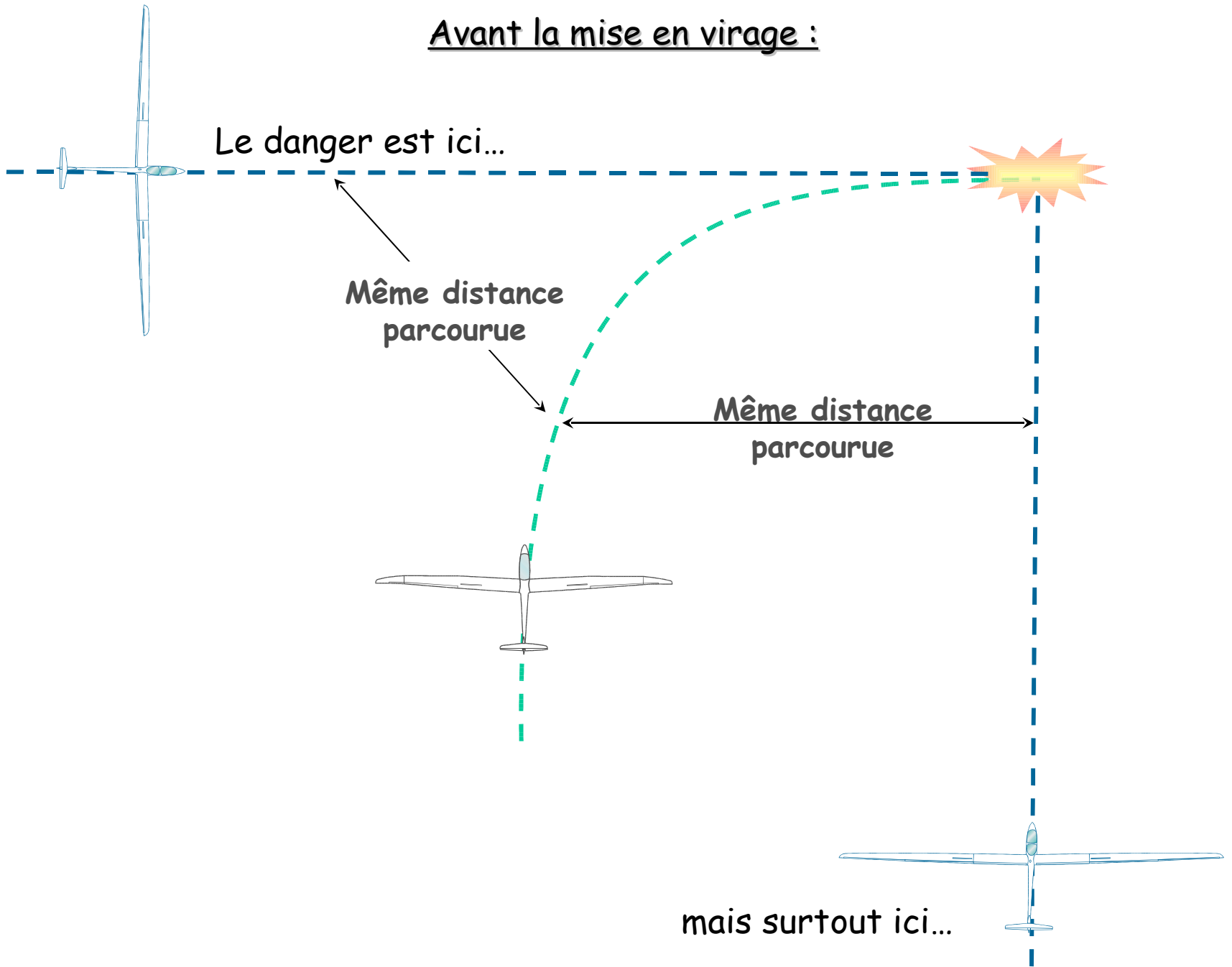
Objectifs :

- Changer de direction en sécurité
- Stabiliser le virage

SÉCURITÉ ANTI-ABORDAGE



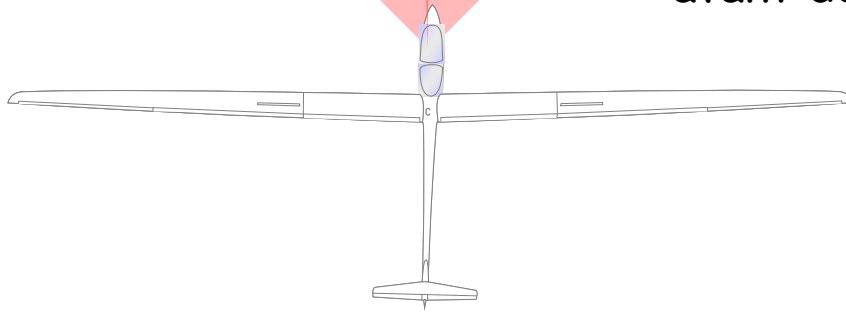
Avant la mise en virage :

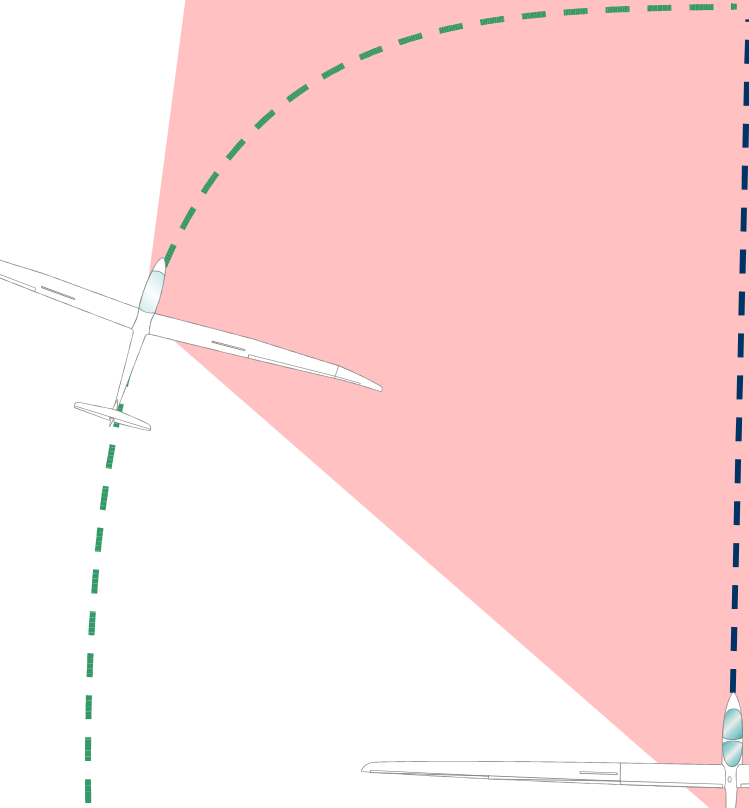


Avant de se mettre en virage,

on s'assure que l'espace dans lequel on va évoluer est libre :

on balaye l'horizon du secteur avant,
jusqu'à $\frac{3}{4}$ arrière du côté du virage ;
avant de revenir à nos références visuelles.

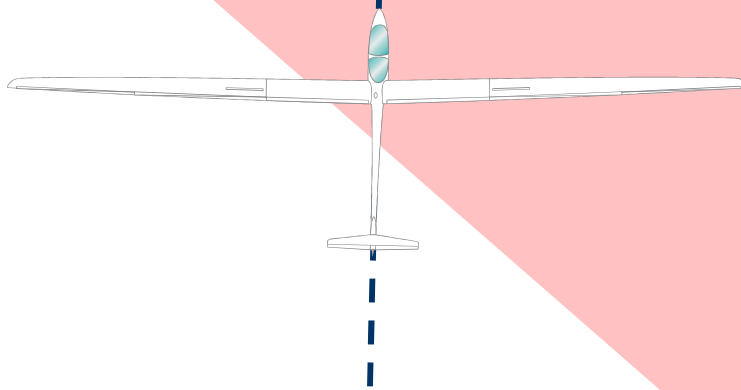


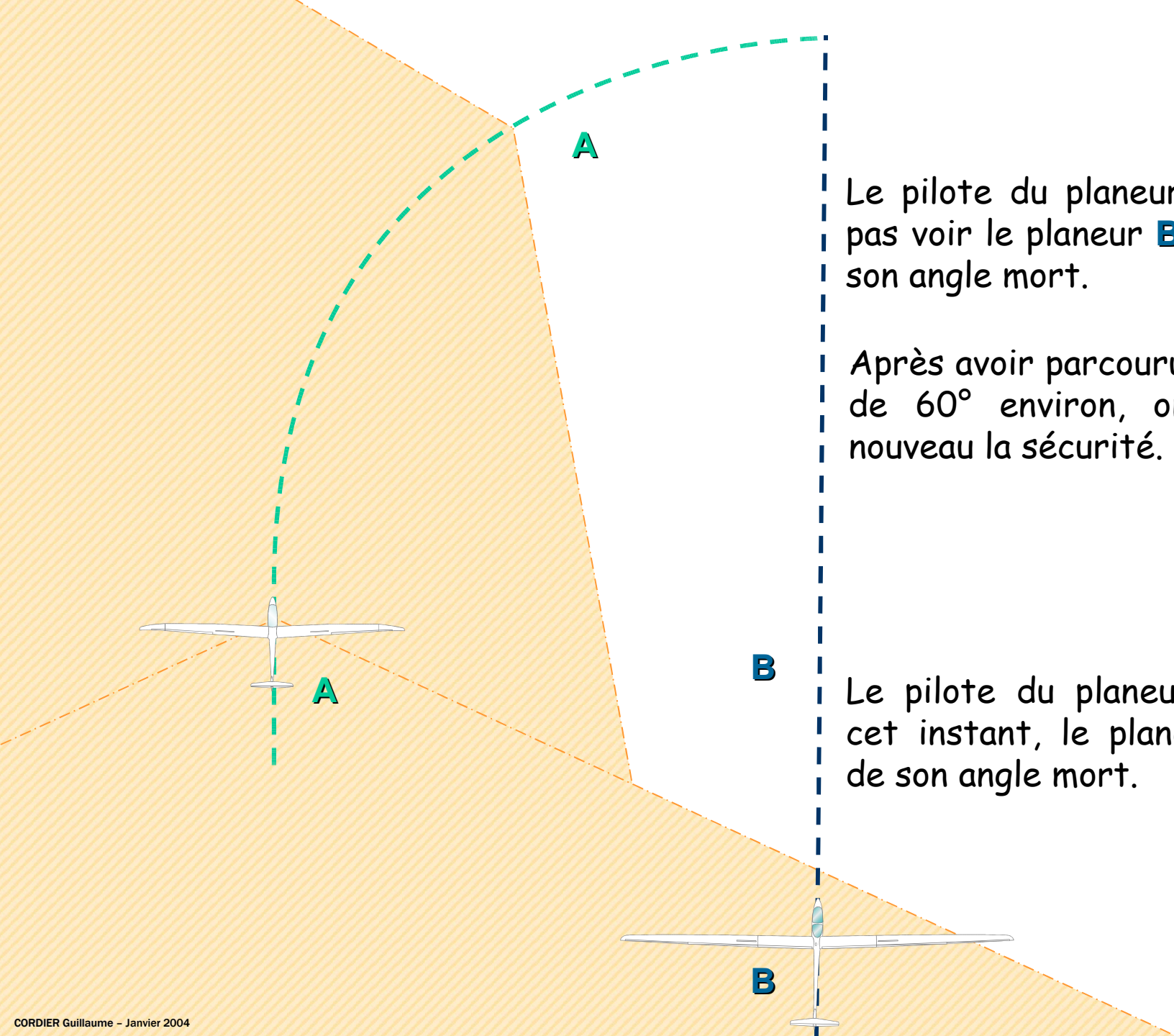


Une fois la mise en virage effectuée, on balaye à nouveau le plan de notre trajectoire à l'intérieur du virage.

En effet, planeur incliné, l'aile baissée dégage notre champ de vision à l'intérieur de la trajectoire.

Puis on revient à nouveau aux références visuelles.





Le pilote du planeur **A** ne peut pas voir le planeur **B**, situé dans son angle mort.

Après avoir parcouru un secteur de 60° environ, on assure à nouveau la sécurité.

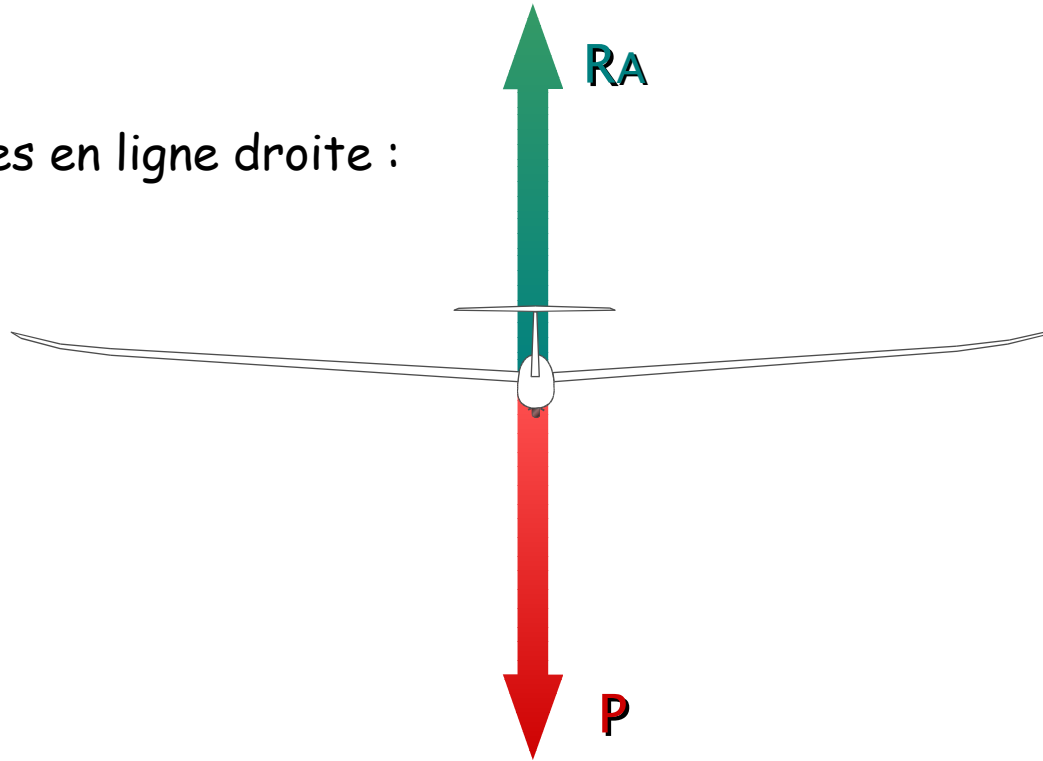
Le pilote du planeur **A** voit, à cet instant, le planeur **B** sorti de son angle mort.



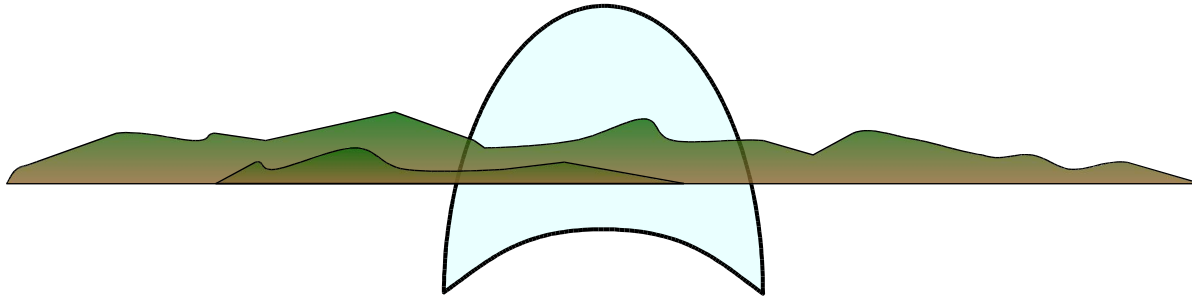
ORIGINE DU VIRAGE

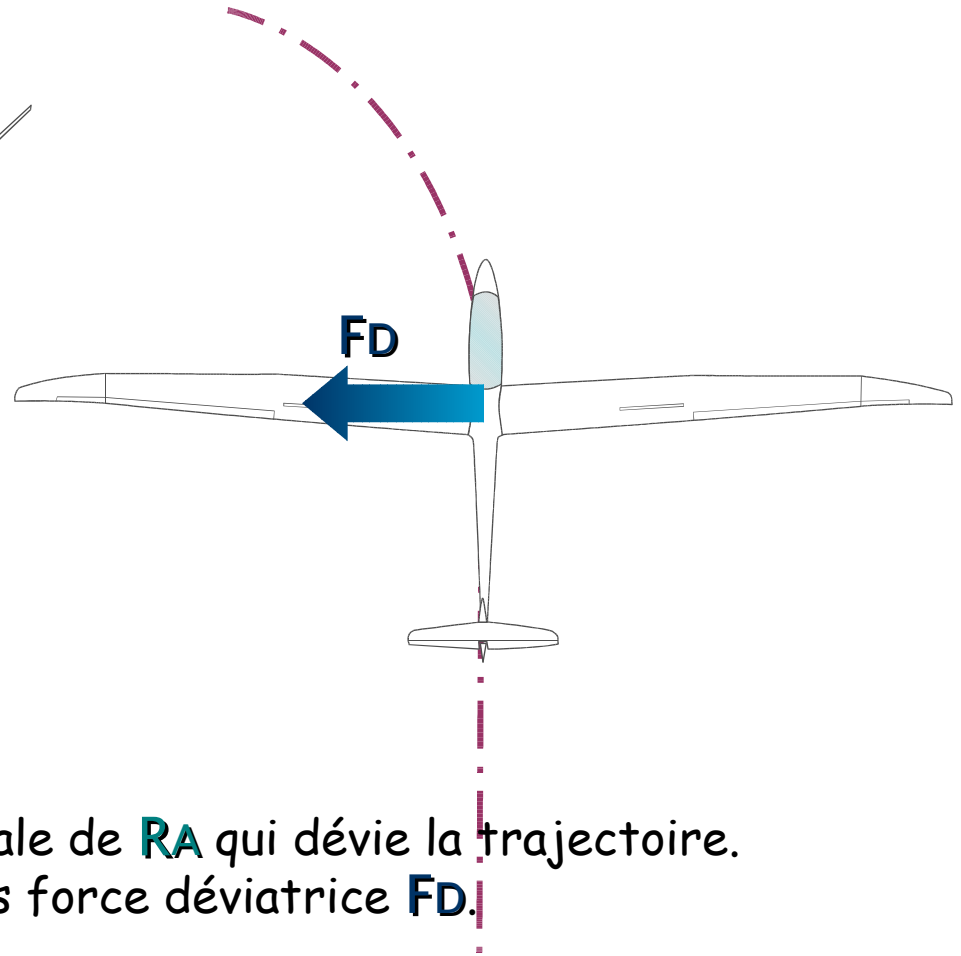
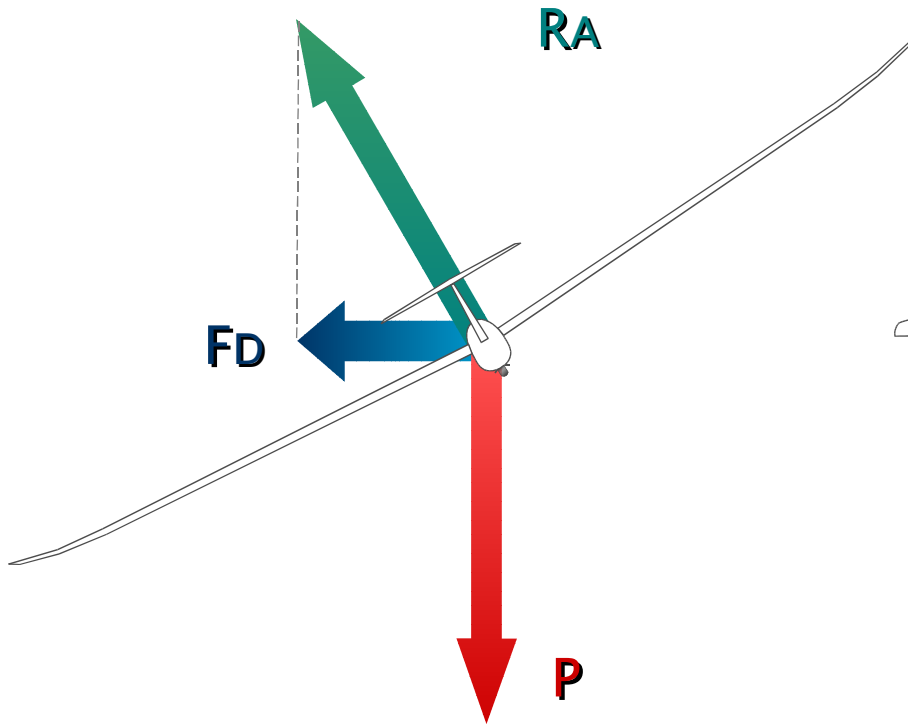


Nous sommes en ligne droite :

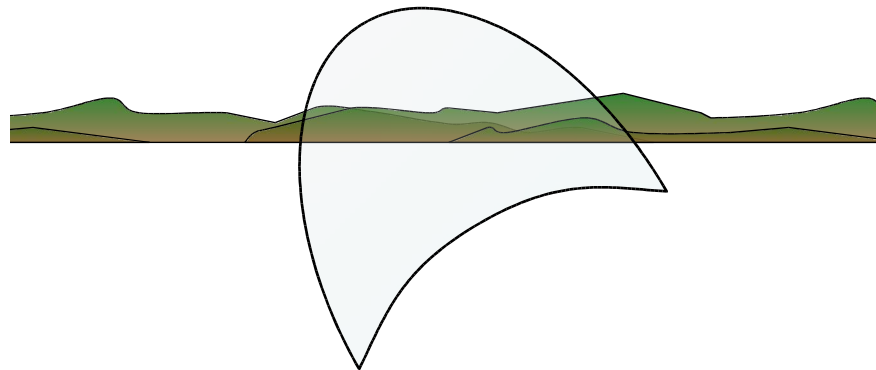


Pour provoquer un virage, il faut créer une force latérale perpendiculaire à la trajectoire. Pour cela on incline le planeur.





C'est la composante horizontale de **RA** qui dévie la trajectoire.
Nous l'appellerons force déviatrice **FD**.

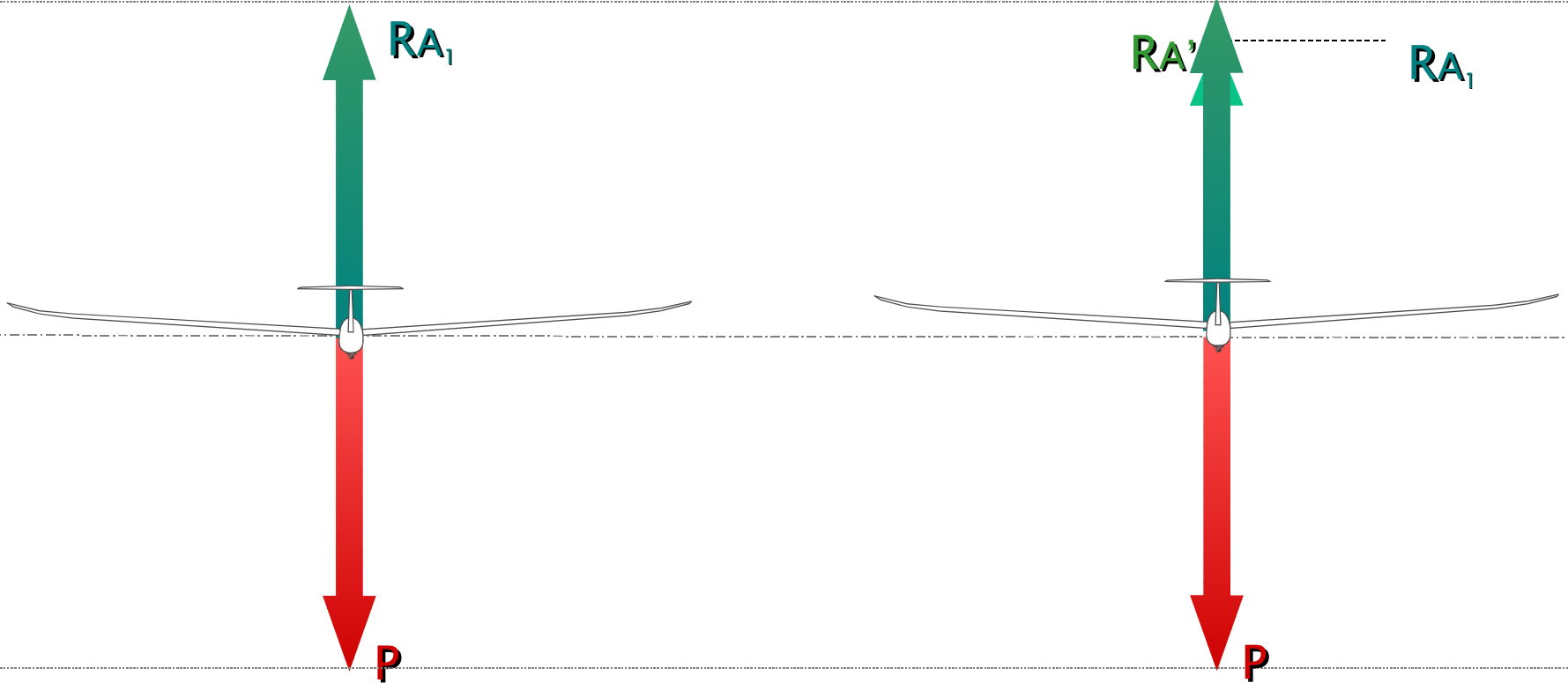


CAUSE DES VARIATIONS D'ASSIETTE

- après la mise en virage
- pendant la sortie de virage



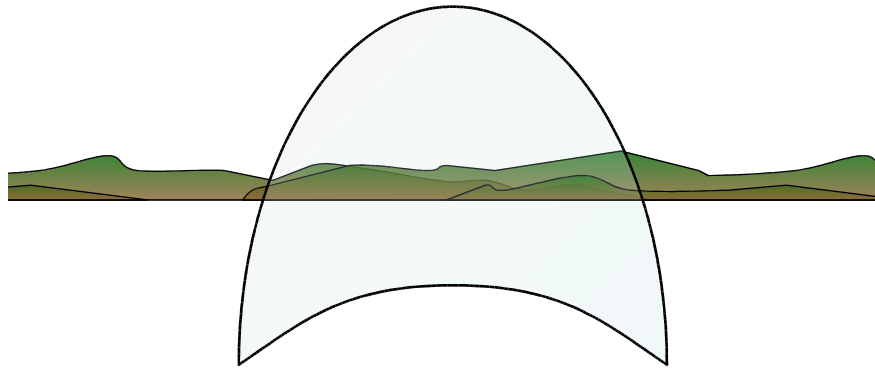
En inclinant le planeur, on incline RA_1 ...



... sa composante verticale RA' n'équilibre plus le poids.



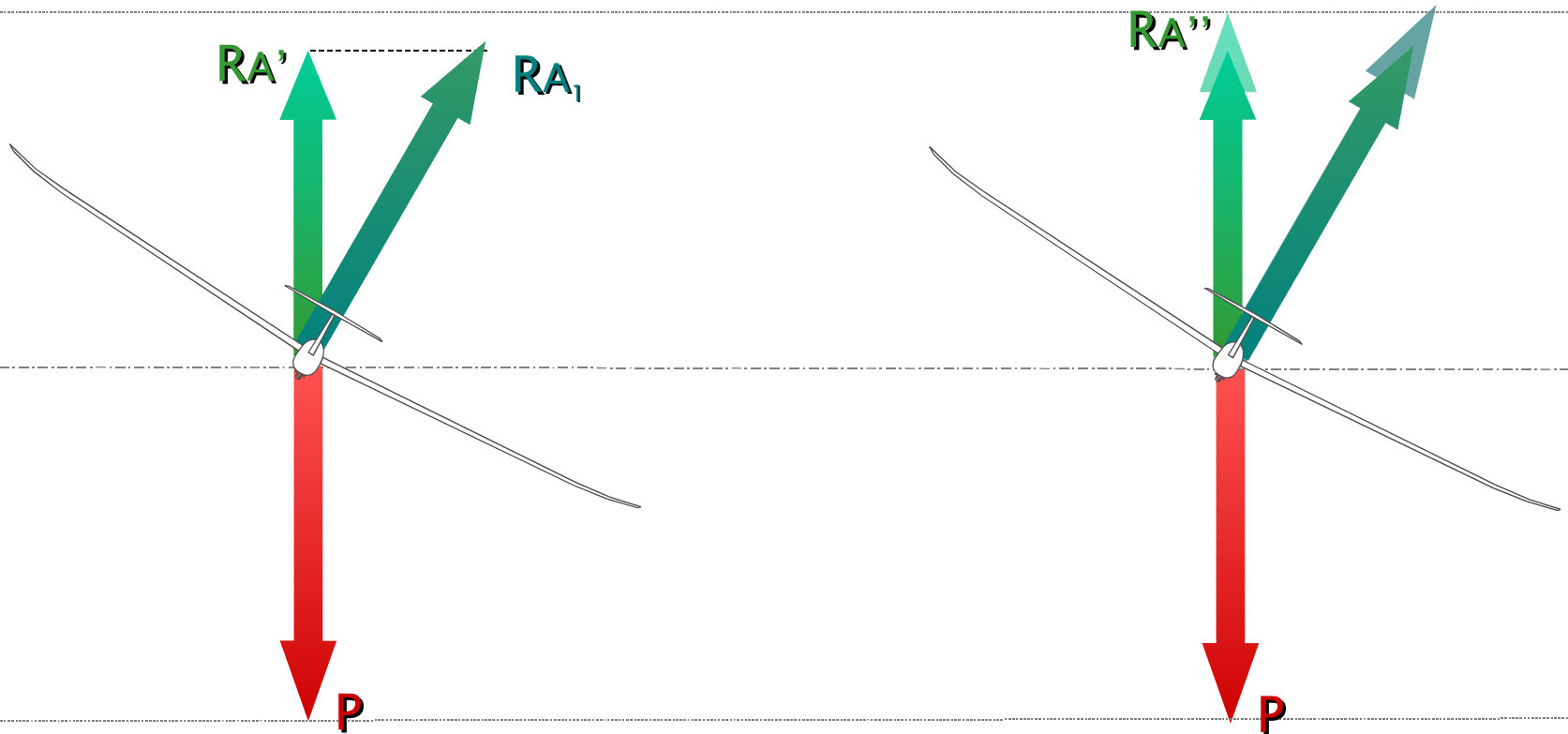
Le déséquilibre dans le plan vertical,



fait varier l'assiette à piquer.



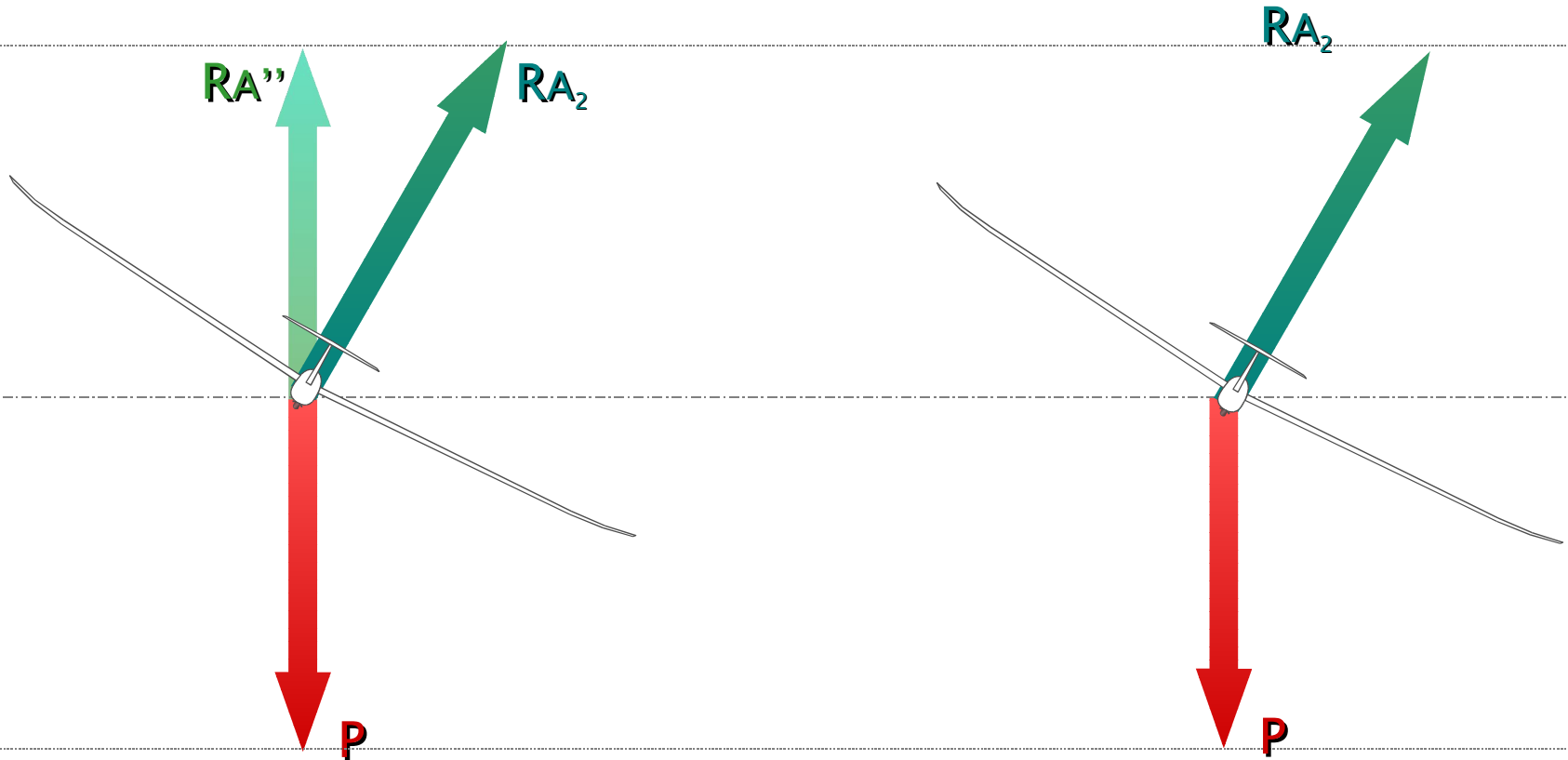
Pour rétablir l'équilibre dans le plan vertical, il faut augmenter la valeur de RA_1 :



jusqu'à ce que sa nouvelle composante verticale RA'' équilibre de nouveau le poids.



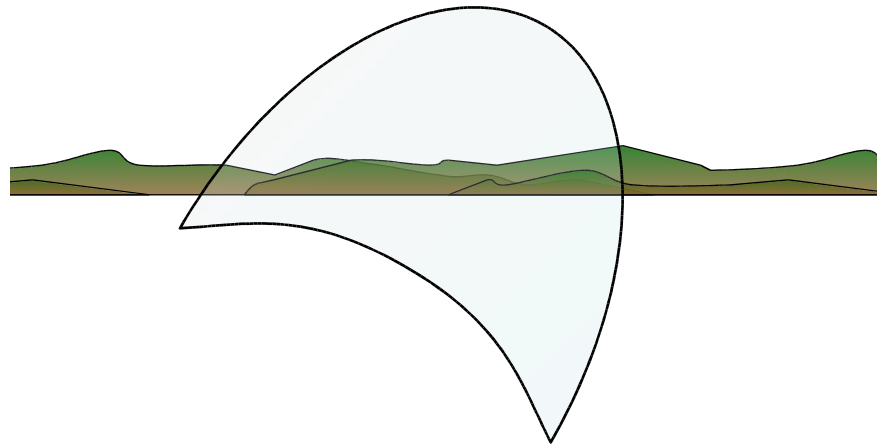
En sortant de virage, on ramène RA_2 verticale sans changer son intensité...



... il y a de nouveau déséquilibre dans le plan vertical.



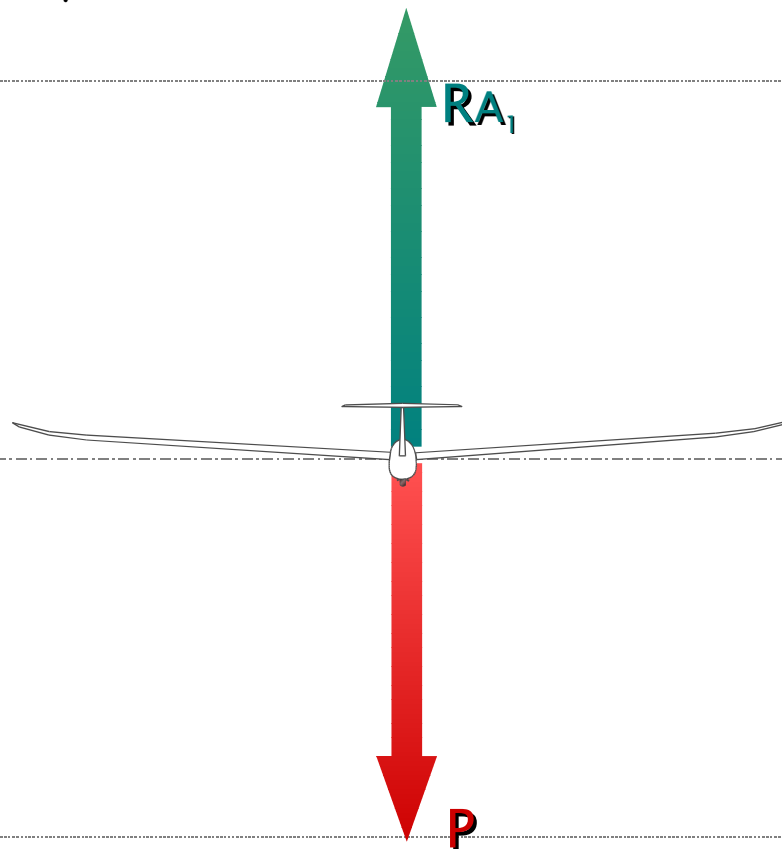
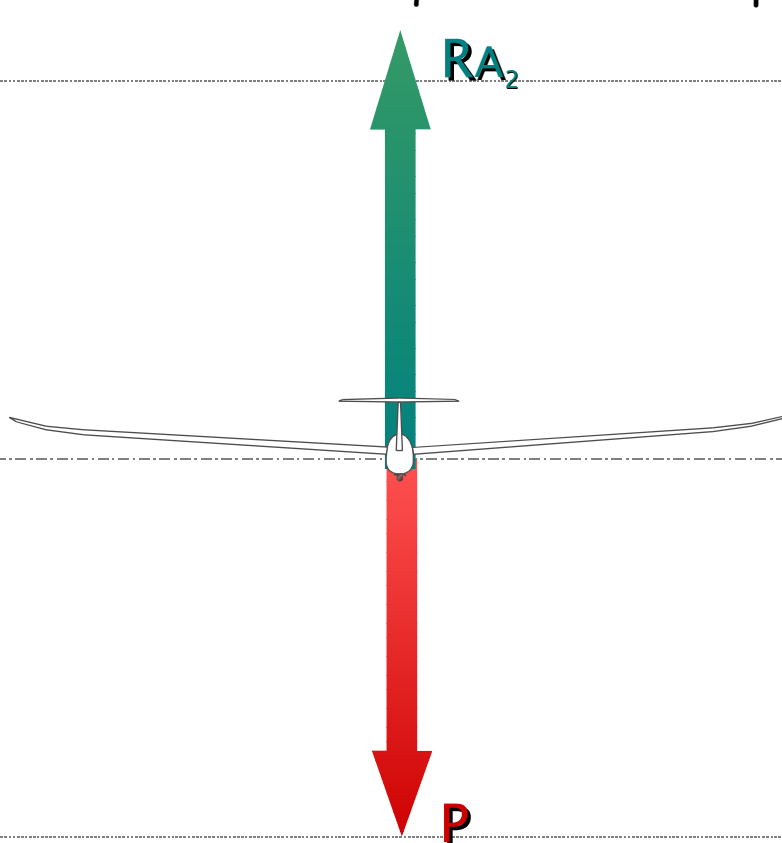
Pendant la sortie de virage,



l'assiette varie à cabrer.



Pour rétablir l'équilibre dans le plan vertical, il faut diminuer la valeur de RA_2 .



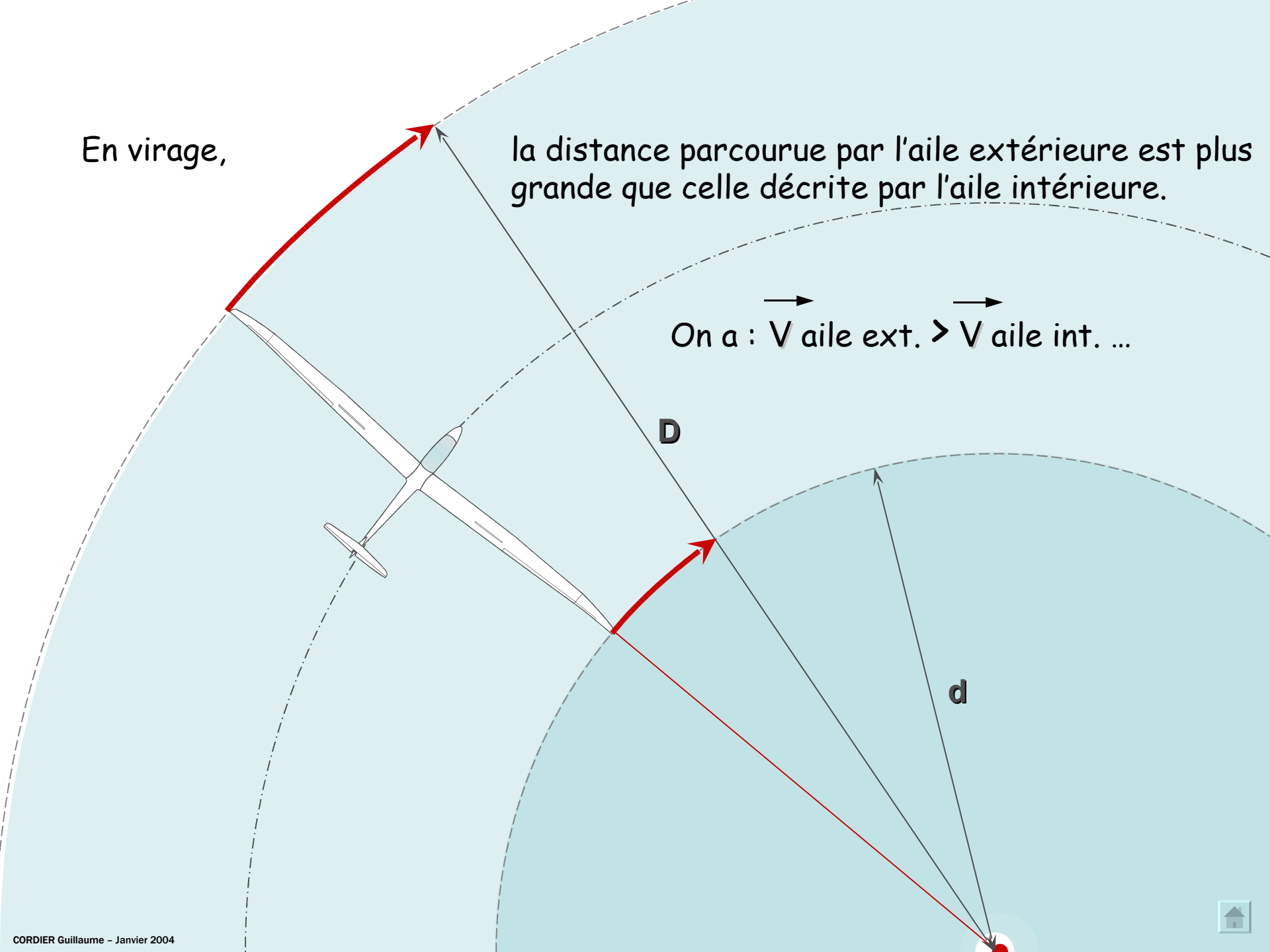
LE ROULIS INDUIT



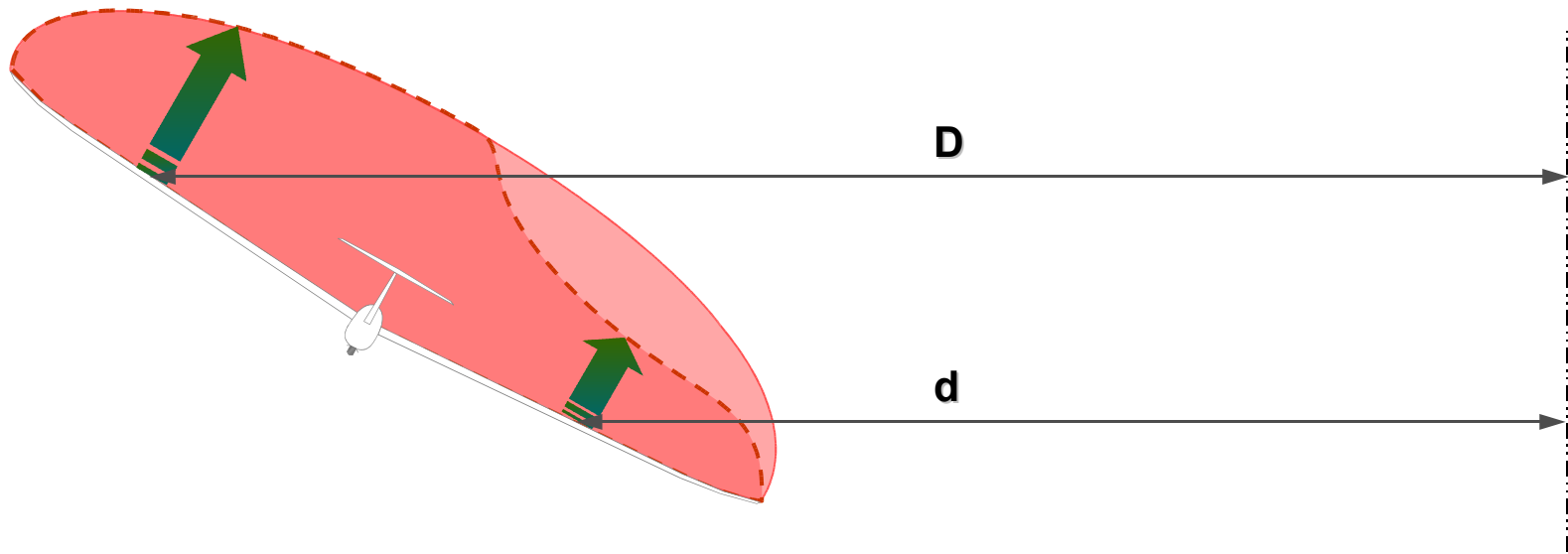
En virage,

la distance parcourue par l'aile extérieure est plus grande que celle décrite par l'aile intérieure.

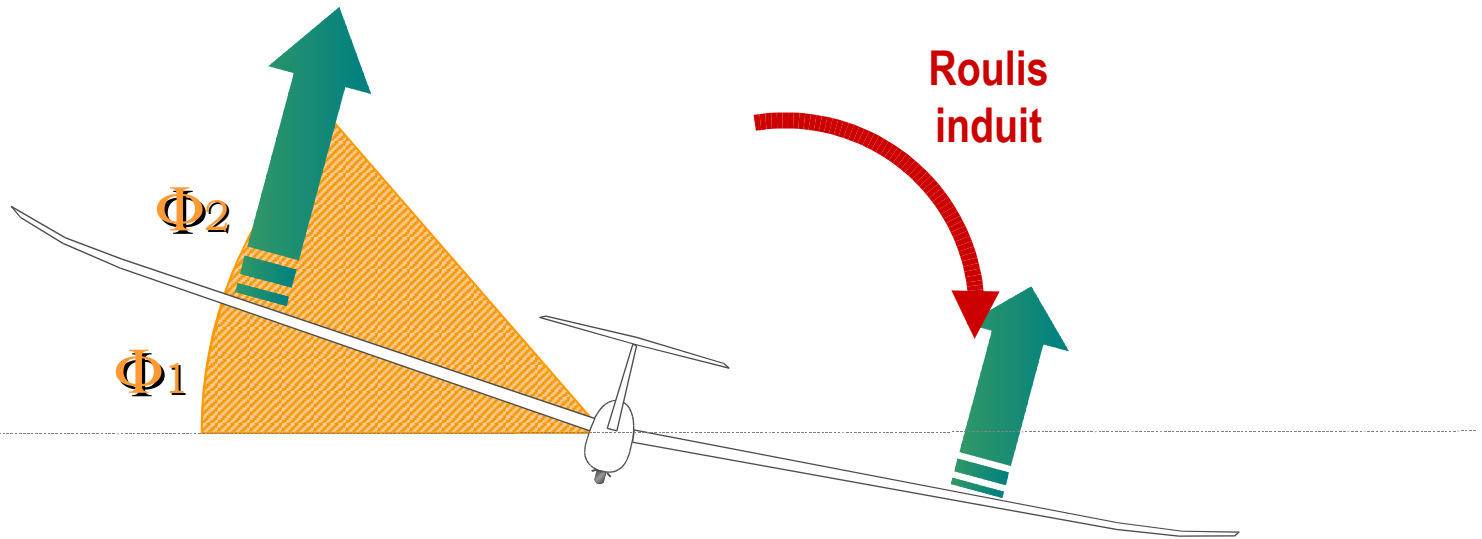
On a : $V_{\text{aile ext.}} > V_{\text{aile int.}}$...



... la portance sur l'aile extérieure est plus grande que sur l'aile intérieure.



RA sur aile ext. > RA sur aile int.

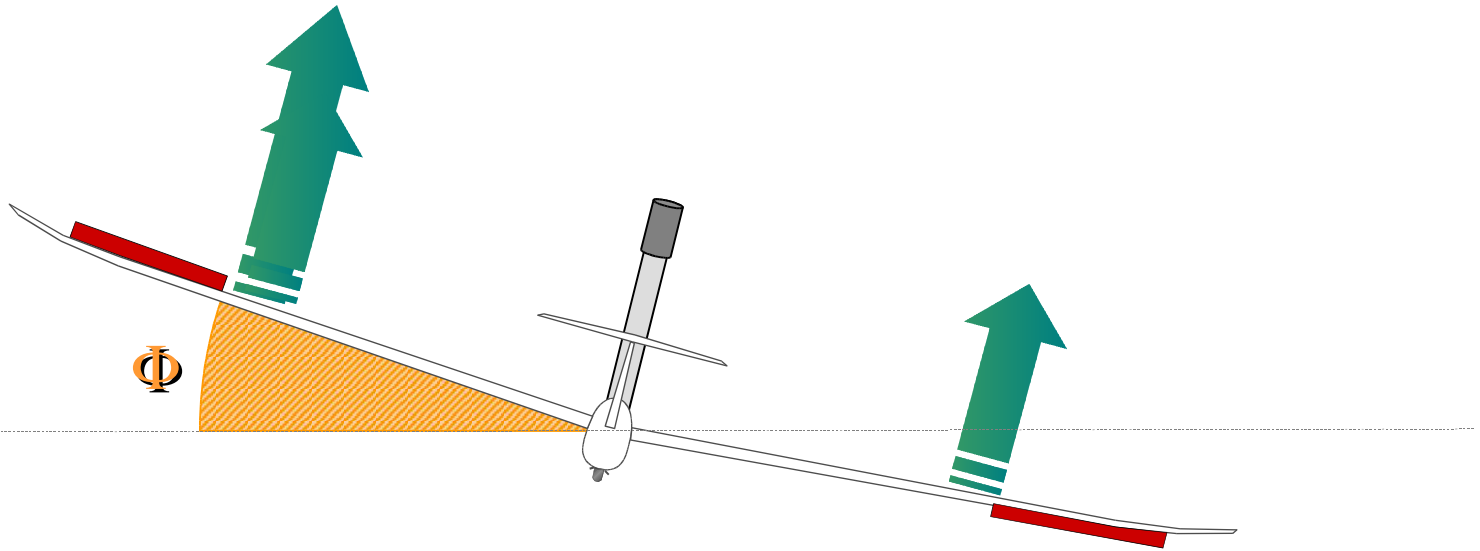


L'inclinaison augmente.

C'est le roulis induit.



Pour maintenir l'inclinaison Φ constante,



on exerce une action latérale faible et permanente
sur le manche du côté opposé au virage.



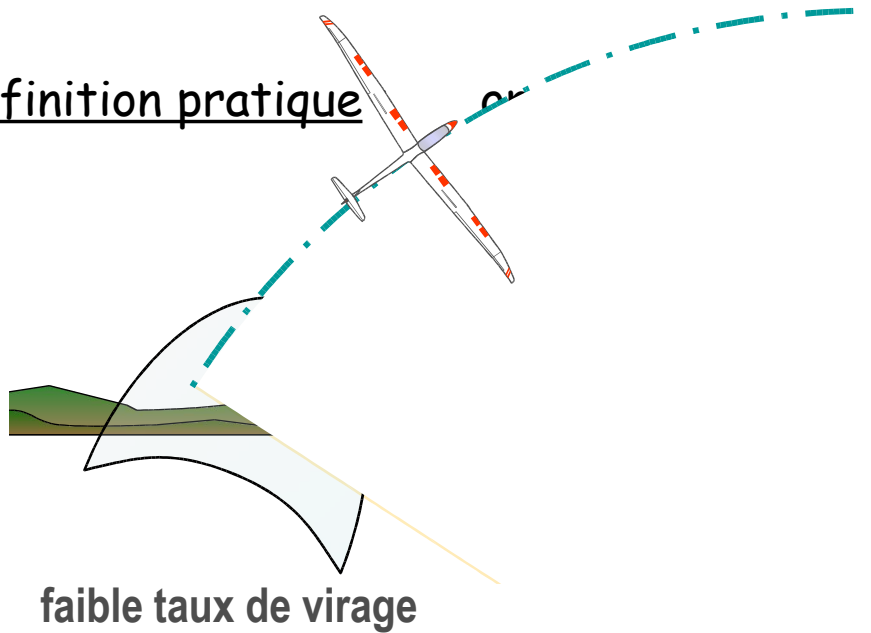
RELATION INCLINAISON
TAUX DE VIRAGE
RAYON DE VIRAGE



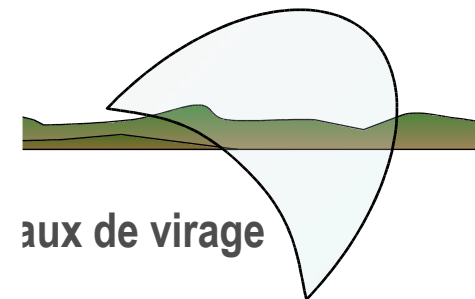
Taux de virage

Définition théorique : le taux de virage est la vitesse angulaire avec laquelle est parcourue un secteur de virage.

Définition pratique



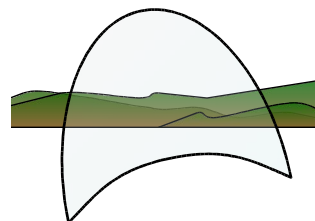
κ de virage à la vitesse de référence capot sur l'horizon.



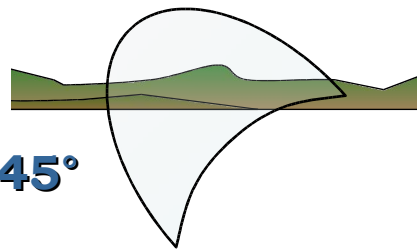
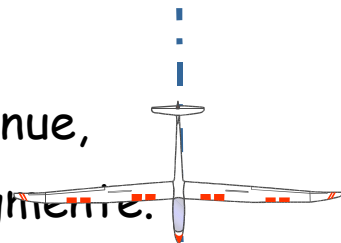
À vitesse constante...

... si l'inclinaison diminue :

le taux de virage diminue,
le rayon de virage augmente.

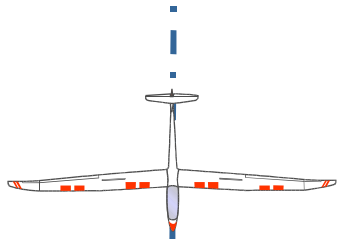


$\Phi=15^\circ$

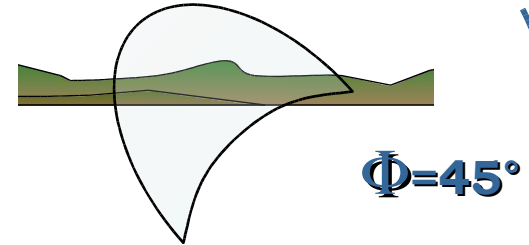


$\Phi=45^\circ$



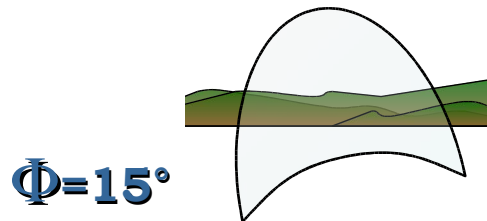


... si l'inclinaison augmente :



le taux de virage augmente,
le rayon de virage diminue.

Faire une application numérique...



APPLICATIONS NUMÉRIQUES

RELATION INCLINAISON/TAUX/RAYON VIRAGE

Le rayon de virage nous est donné par la formule :

$$R = \frac{V^2}{g \cdot \tan \Phi}$$

À $V = 100 \text{ km/h} = \text{constante}$

- si $\Phi = 15^\circ$,

$$R_{15^\circ} = \frac{(27,78)^2}{9,81 \times 0,268}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \tan 15^\circ \cong 0,268, \\ 100 \text{ km/h} \cong 27,78 \text{ m/s}. \end{array} \right.$$

$$R_{15^\circ} = 293,5 \text{ m}$$

- si $\Phi = 45^\circ$,

$$R_{45^\circ} = \frac{(27,78)^2}{9,81 \times 1}$$

$$\tan 45^\circ \cong 0,268,$$

$$R_{45^\circ} = 78,7 \text{ m}$$

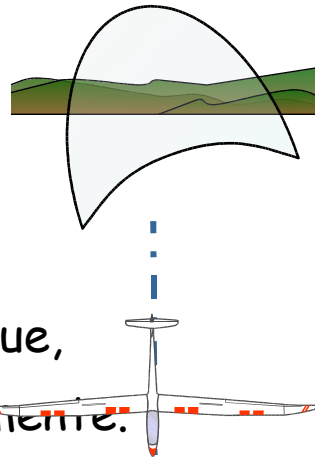


[Retour au document](#)

À inclinaison constante...

... si la vitesse augmente :

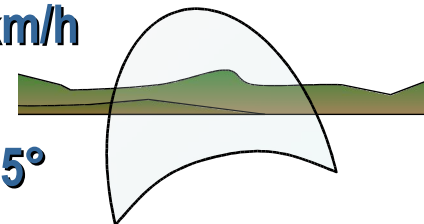
le taux de virage diminue,
le rayon de virage augmente.

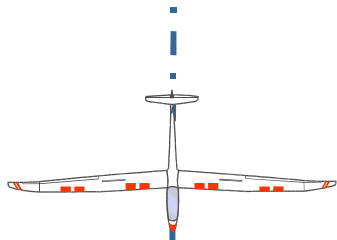


$\Phi = 15^\circ$
 $V_i = 160 \text{ km/h}$

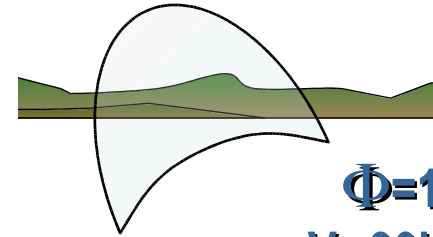
$V_i = 90 \text{ km/h}$

$\Phi = 15^\circ$





... si la vitesse diminue :

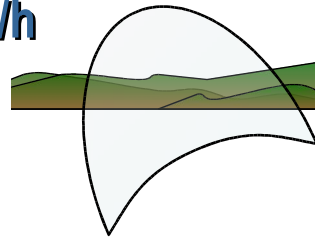


$\Phi = 15^\circ$
 $V_i = 90 \text{ km/h}$

le taux de virage augmente,
le rayon de virage diminue.

Faire une application numérique...

$V_i = 160 \text{ km/h}$



$\Phi = 15^\circ$



rappel :

$$R = \frac{V^2}{g \cdot \tan \Phi}$$

À $\Phi = 30^\circ = \text{constante}$

- si $V = 90 \text{ km/h}$,

$$R_{90} = \frac{(25)^2}{9,81 \times 0,577}$$

$$R_{90} = 110,4 \text{ m}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \tan 30^\circ \cong 0,577, \\ 90 \text{ km/h} \cong 25 \text{ m/s}. \end{array} \right.$$

- si $V = 160 \text{ km/h}$,

$$R_{160} = \frac{(44,44)^2}{9,81 \times 0,577}$$

$$R_{160} = 349 \text{ m}$$

$$160 \text{ km/h} \cong 44,44 \text{ m/s}.$$



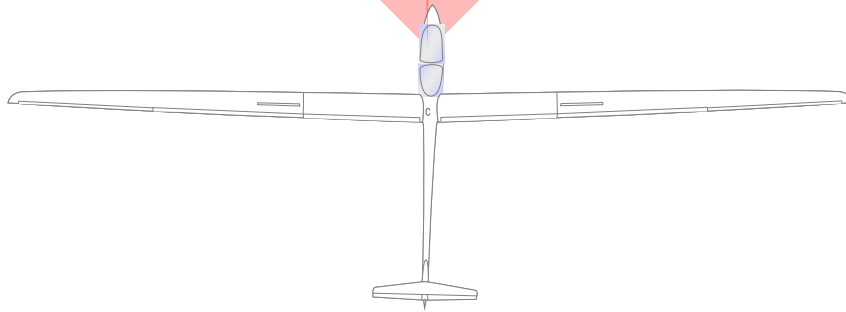
[Retour au document](#)

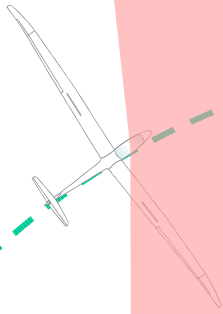
SÉCURITÉ ANTI-ABORDAGE



Avant la mise en virage :

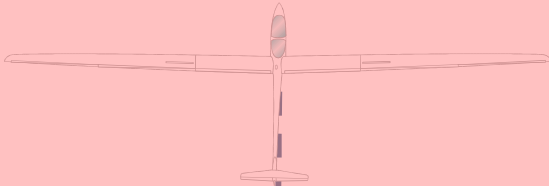
Balayage de l'horizon du secteur avant, jusqu'à $\frac{3}{4}$ arrière du côté du virage ; retour aux références visuelles.





Une fois la mise en virage effectuée :

on renouvelle le balayage extérieur à l'intérieur du virage.



MISE EN VIRAGE

SORTIE DE VIRAGE

Détection

Actions de pilotage

Exercices



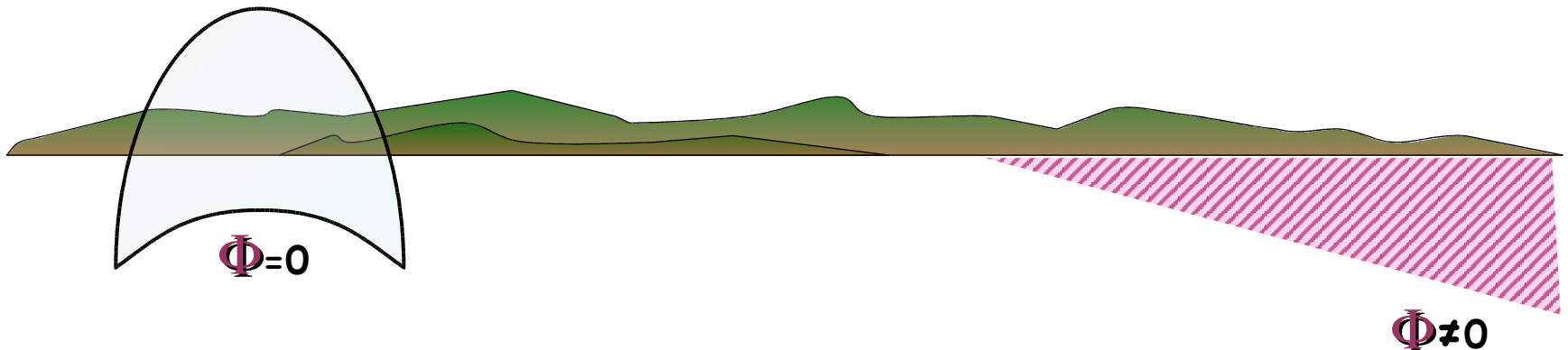
Détection

Mise en virage

Le planeur est compensé, en ligne droite stabilisée ;

Énoncer le circuit visuel : sécurité anti-abordage
 retour aux références visuelles

Création d'inclinaison :
 inclinaison et défilement augmentent simultanément.



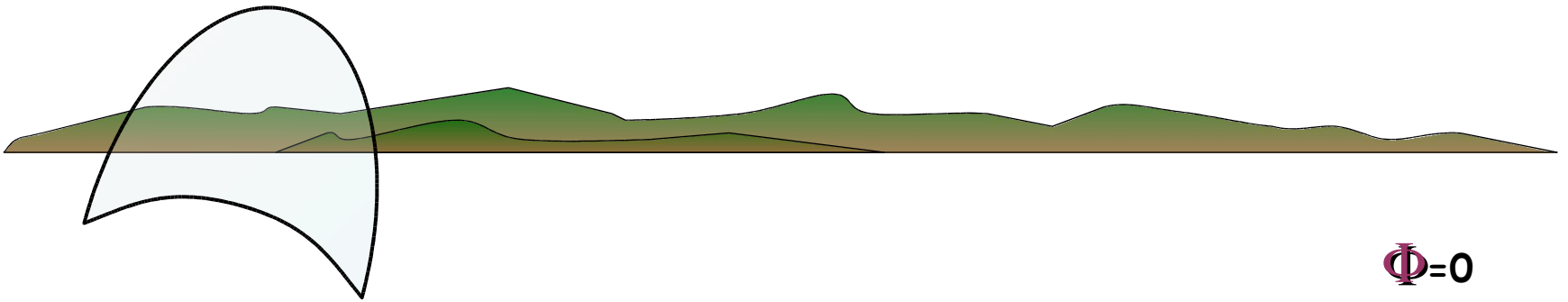
Détection

Sortie de virage

Le planeur est en virage ;

Énoncer le circuit visuel : sécurité anti-abordage
 retour aux références visuelles

Retour à inclinaison nulle :
 inclinaison et défilement diminuent simultanément...



... l'arrêt du défilement correspond au retour en ligne droite.

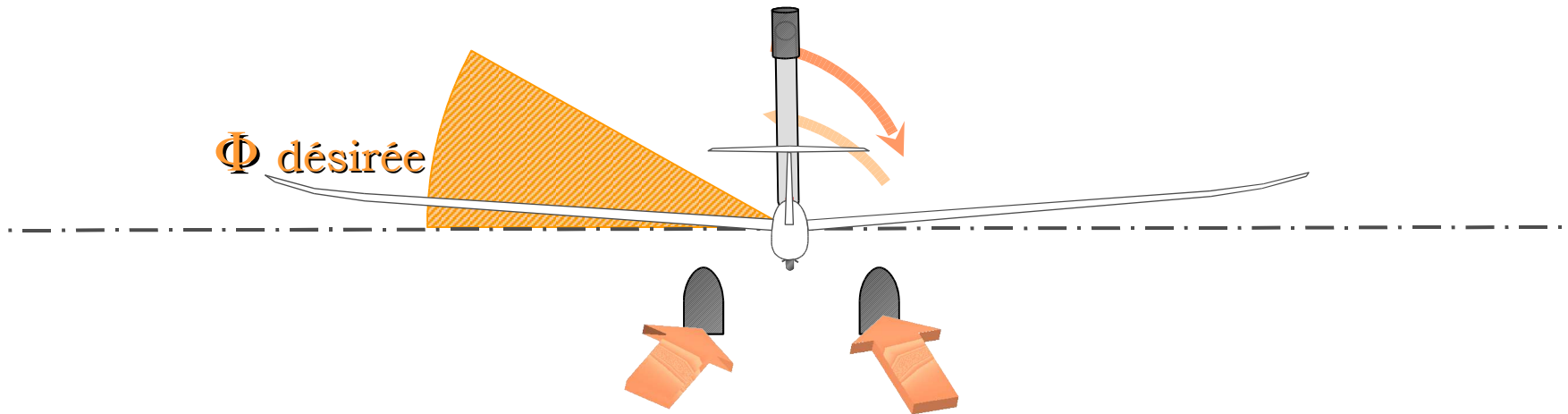


Actions de pilotage

Mise en virage

Circuit visuel : sécurité anti-abordage
retour aux références visuelles

Création d'inclinaison, en conjuguant...



... jusqu'à l'obtention de l'inclinaison désirée ;
une fois l'inclinaison désirée obtenue, on neutralise l'action aux commandes.

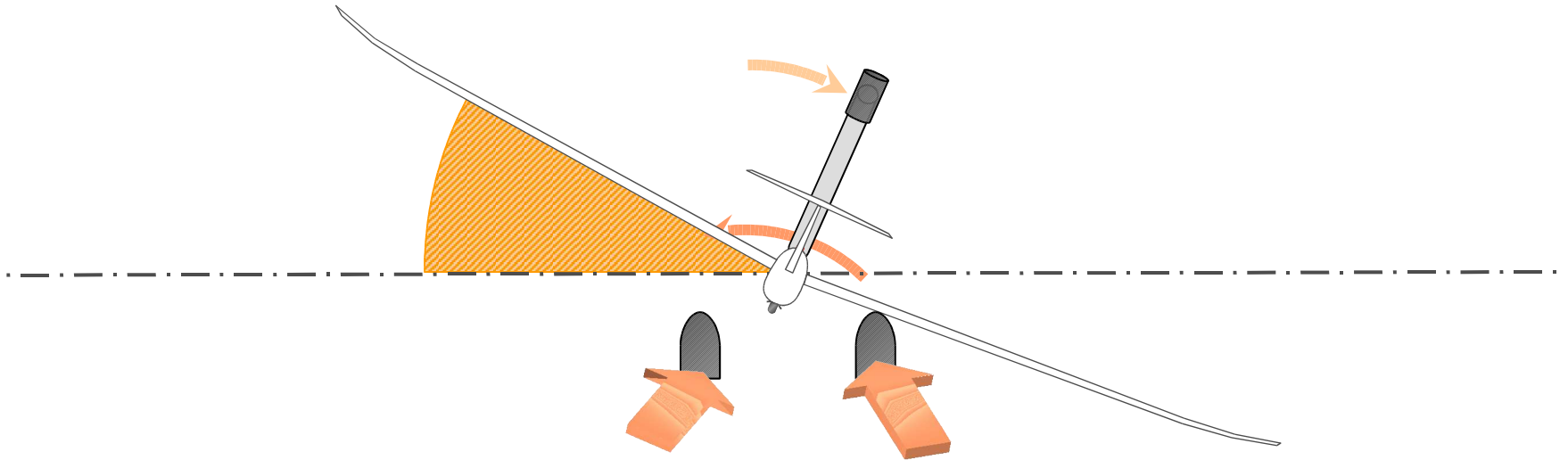


Actions de pilotage

Sortie de virage

Circuit visuel : sécurité anti-abordage
retour aux références visuelles

On diminue l'inclinaison en conjuguant...



... jusqu'au retour à l'inclinaison nulle,
puis on neutralise son action aux commandes.



STABILISATION DE L'ASSIETTE

Détection
Actions de pilotage
Exercices

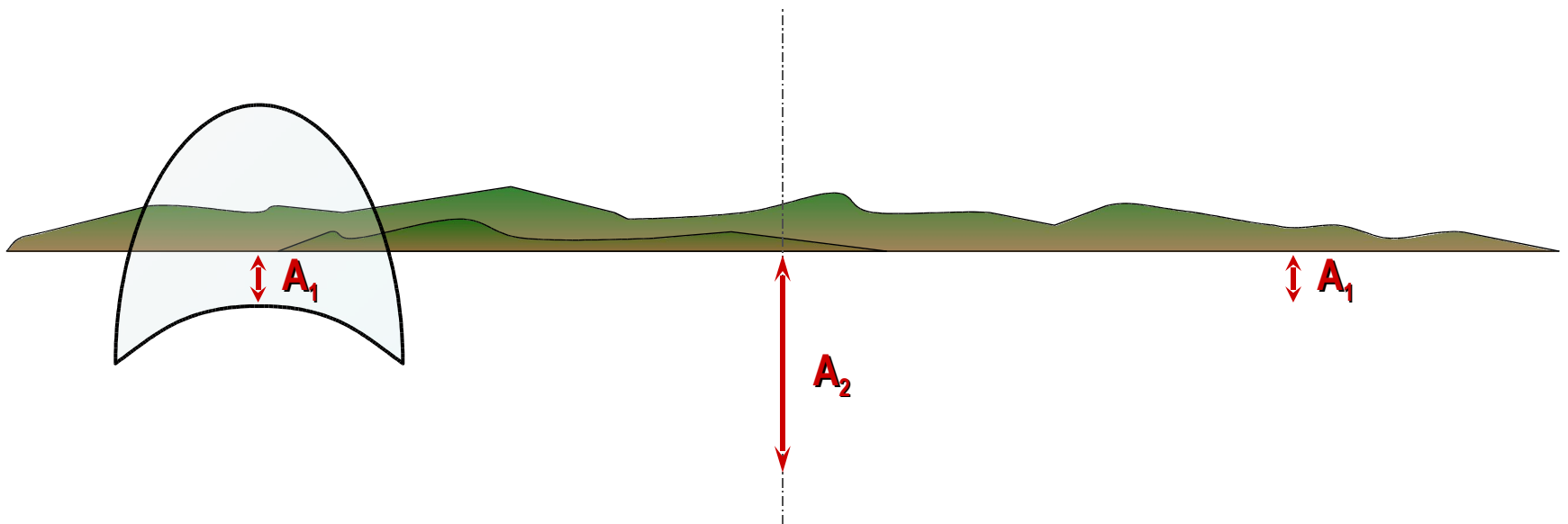


Détection mise en virage

Le planeur est compensé, en ligne droite stabilisée ;

Énoncer le circuit visuel : sécurité anti-abordage
retour aux références visuelles

Faire percevoir la variation d'assiette à piquer consécutivement à la mise en virage
Puis montrer le retour à l'assiette de référence

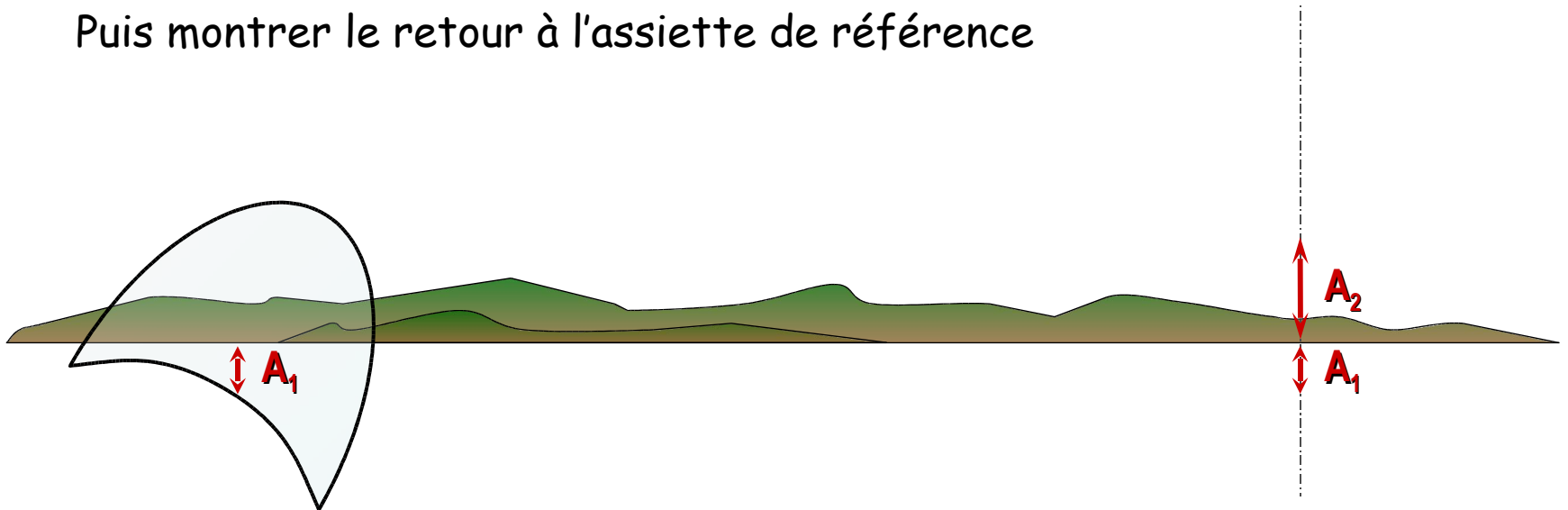


sortie de virage

Le planeur est compensé, en virage ;

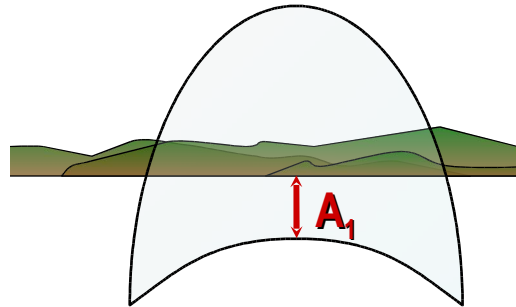
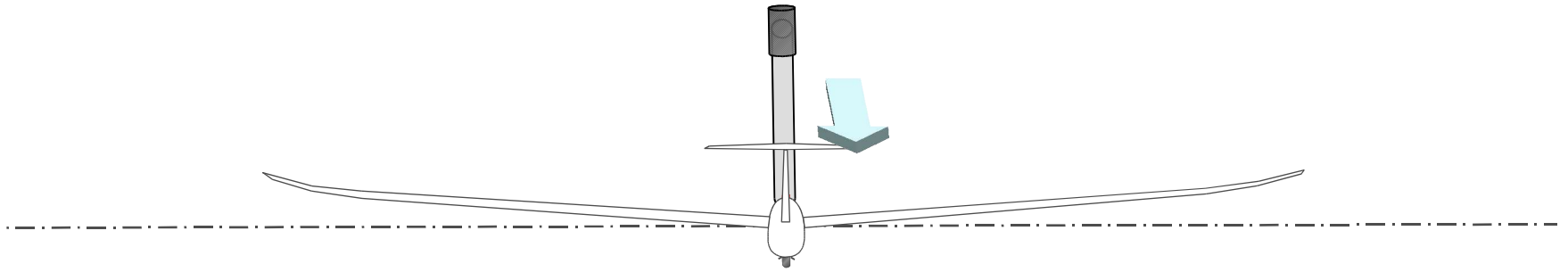
Énoncer le circuit visuel : sécurité anti-abordage
retour aux références visuelles

Sortir de virage et faire noter à l'élève la variation d'assiette à cabrer
Puis montrer le retour à l'assiette de référence



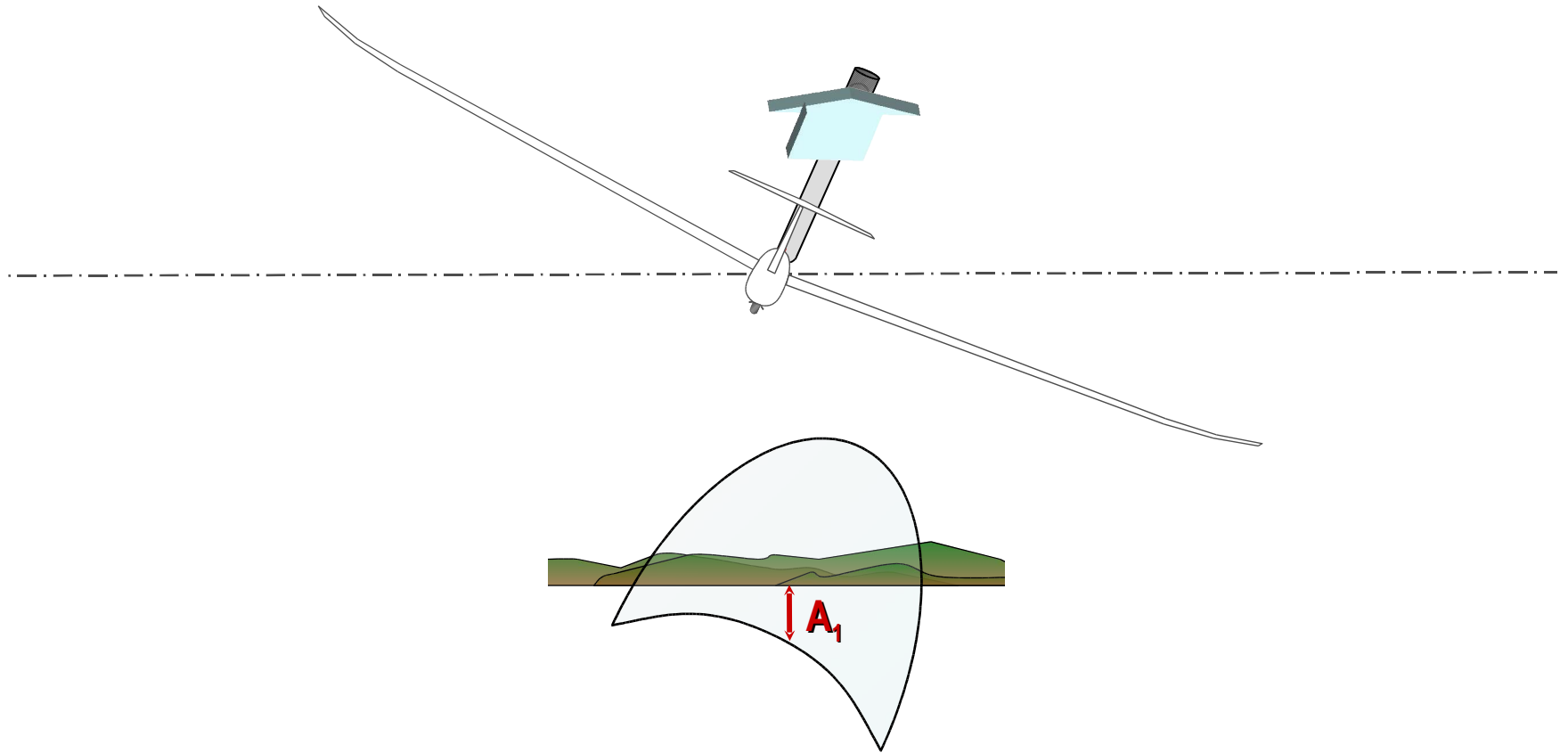
Actions de pilotage mise en virage

Pour maintenir l'assiette constante pendant la mise en virage, on exerce une action progressive sur le manche vers l'arrière.



Actions de pilotage sortie de virage

Pour maintenir l'assiette constante pendant la sortie de virage, on ramène le manche vers l'avant à mesure que l'inclinaison diminue.



STABILISATION DE L'INCLINAISON

Détection
Actions de pilotage
Exercices

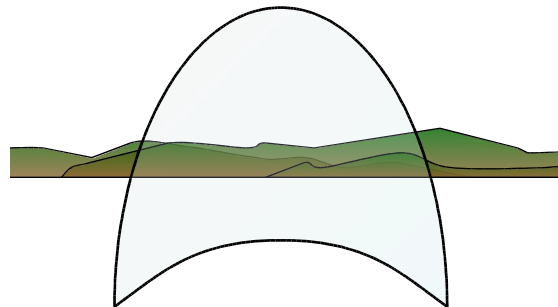
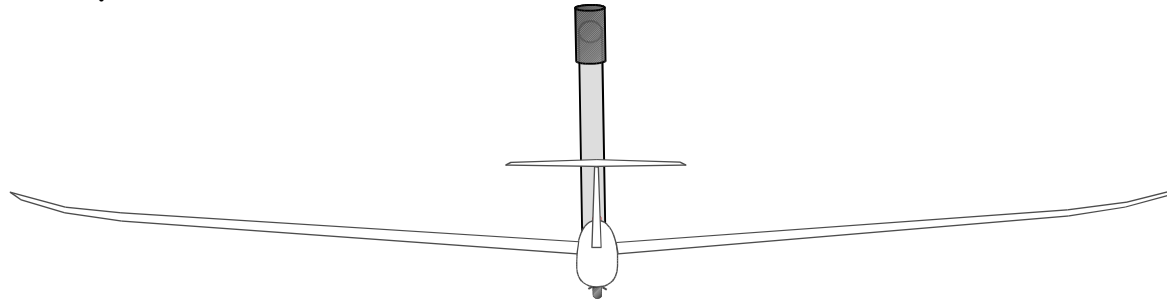


Détection

Le planeur est initialement en ligne droite stabilisée ;

Énoncer le circuit visuel : sécurité anti-abordage
retour aux références visuelles

Faire percevoir la variation d'inclinaison due au roulis induit,

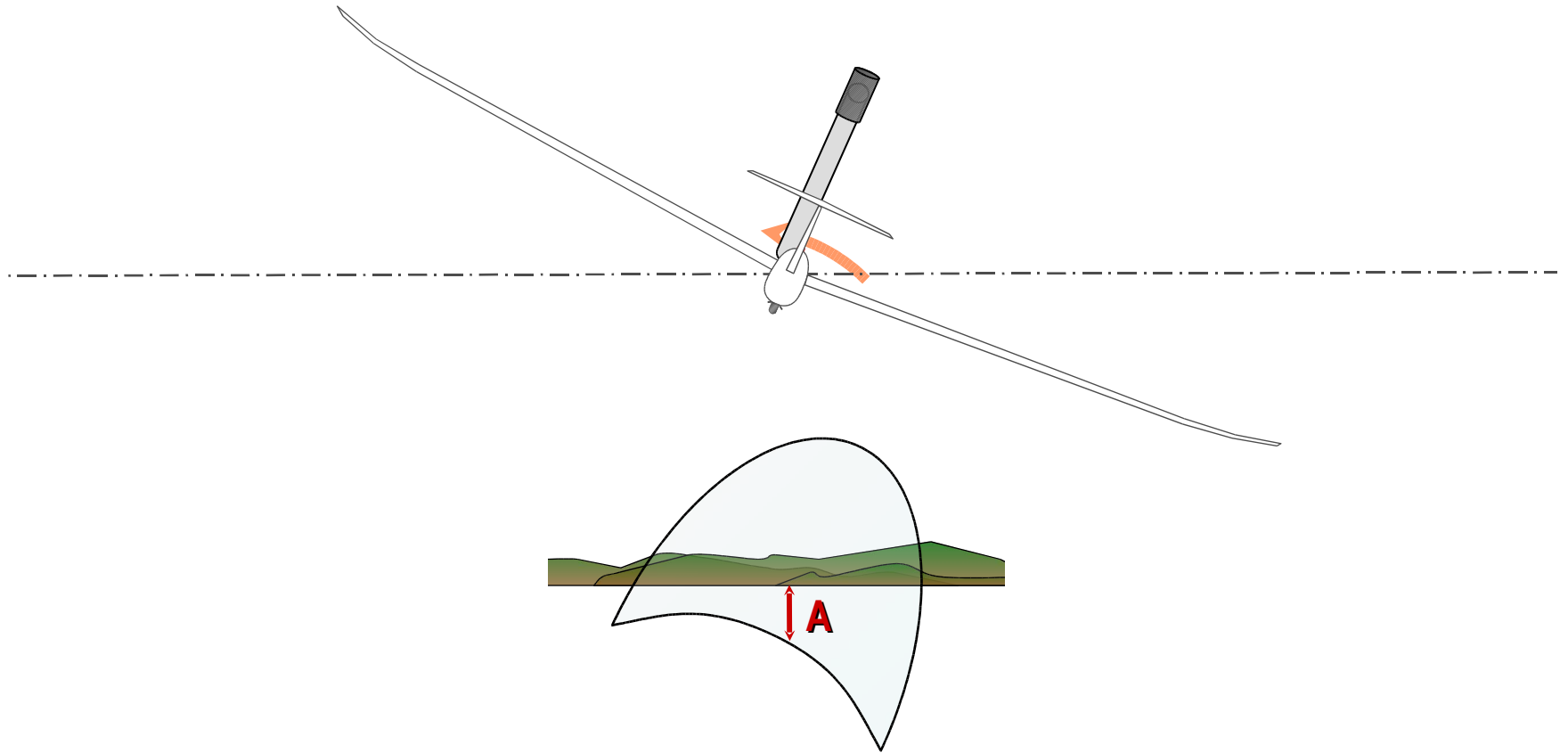


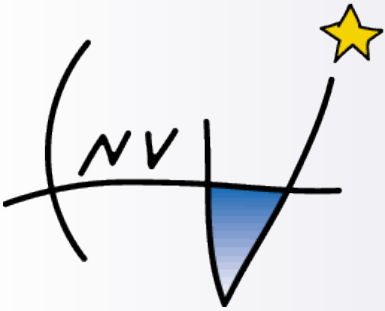
puis montrer le retour à l'inclinaison désirée.



Actions de pilotage

Pour maintenir l'inclinaison constante,
on exerce une action légère et permanente sur
le manche à l'extérieur du virage.





EFFETS PRIMAIRES DES GOUVERNES



Objectifs :

- Découvrir les mouvements du planeur ;
- Percevoir les efforts aux commandes.

EFFETS PRIMAIRES DES GOUVERNES

PRÉ-REQUIS

CONNAISSANCES INDISPENSABLES

Retour au sommaire général

Bibliographie et références

PRÉ-REQUIS

VOCABULAIRE TECHNIQUE :

Termes liés à la connaissance du planeur : amphi cabine,
visite pré vol ;




Termes liés au pilotage



CONNAISSANCES INDISPENSABLES

AXES DE ROTATION DU PLANEUR

COMMANDE ET GOUVERNES DU PLANEUR

-  Commande et gouverne de tangage
-  Commande et gouvernes de roulis
-  Commande et gouverne de lacet

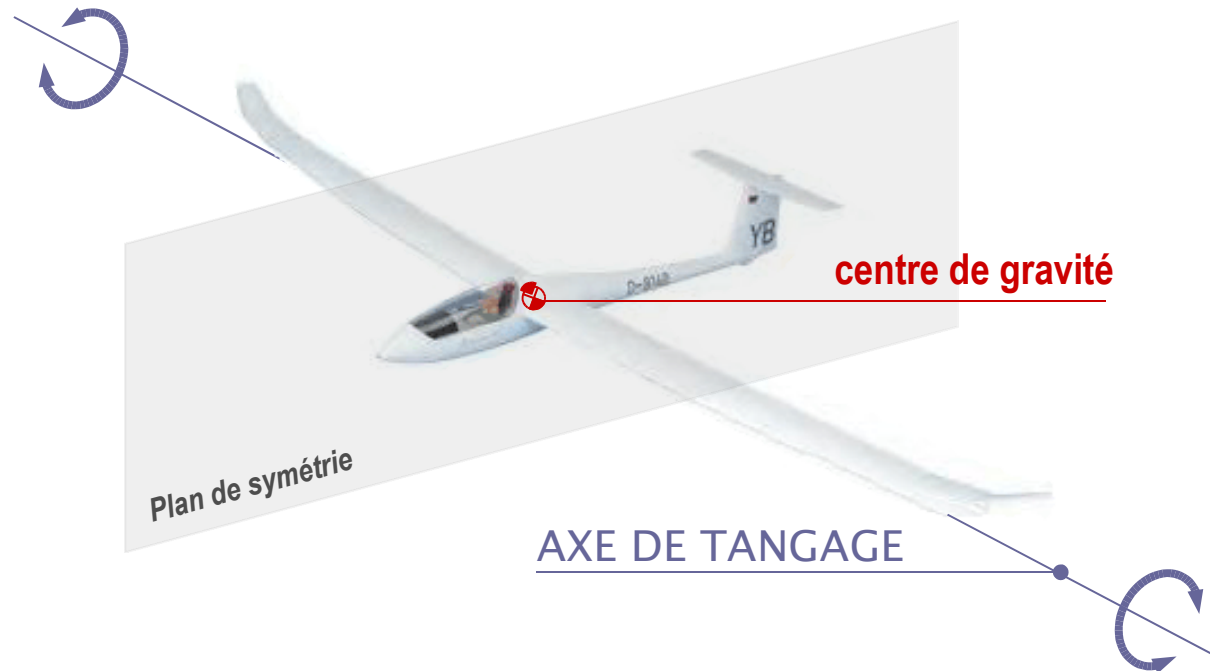


AXES DE ROTATION DU PLANEUR



L'axe de tangage

Définition : axe transversal passant par le centre de gravité et perpendiculaire au plan de symétrie du planeur.

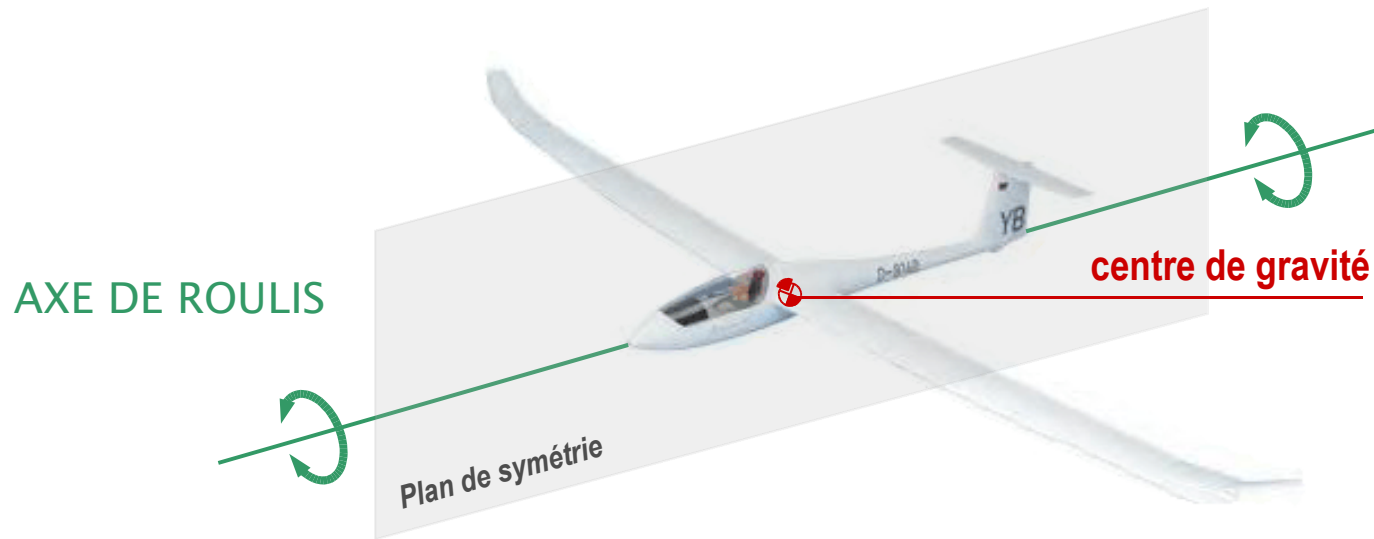


Cet axe traverse le planeur d'un saumon d'aile à l'autre.



L'axe de roulis

Définition : axe longitudinal passant par le centre de gravité et contenu dans le plan de symétrie du planeur.

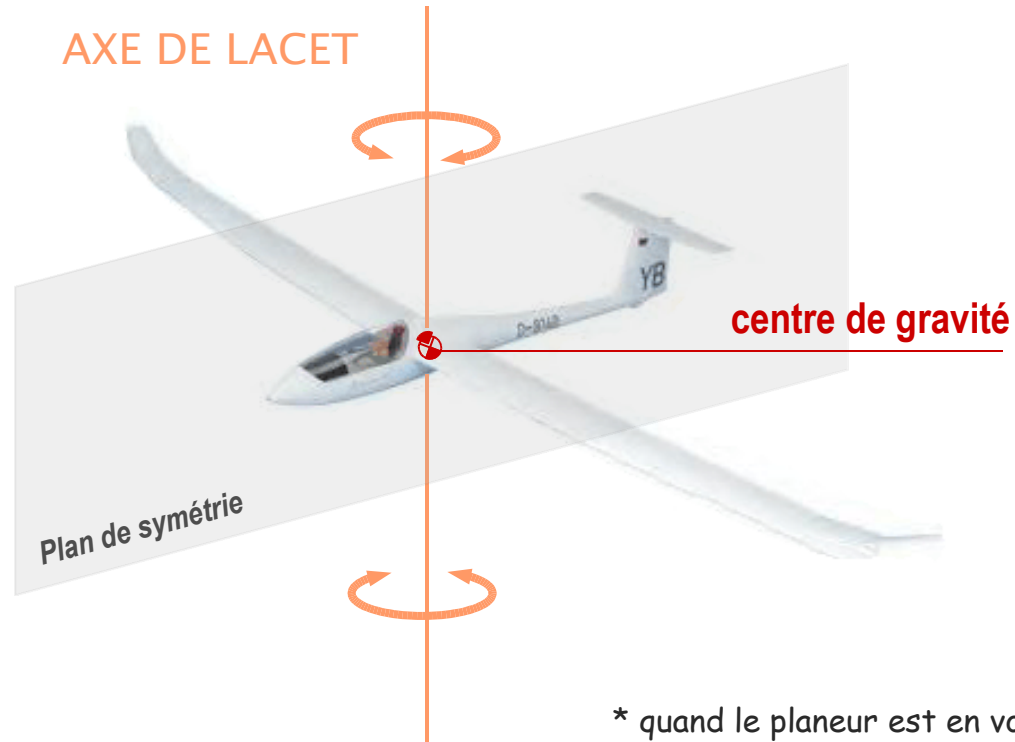


Cet axe traverse le planeur du nez à la queue.



L'axe de lacet

Définition : axe vertical* passant par le centre de gravité et contenu dans le plan de symétrie du planeur.

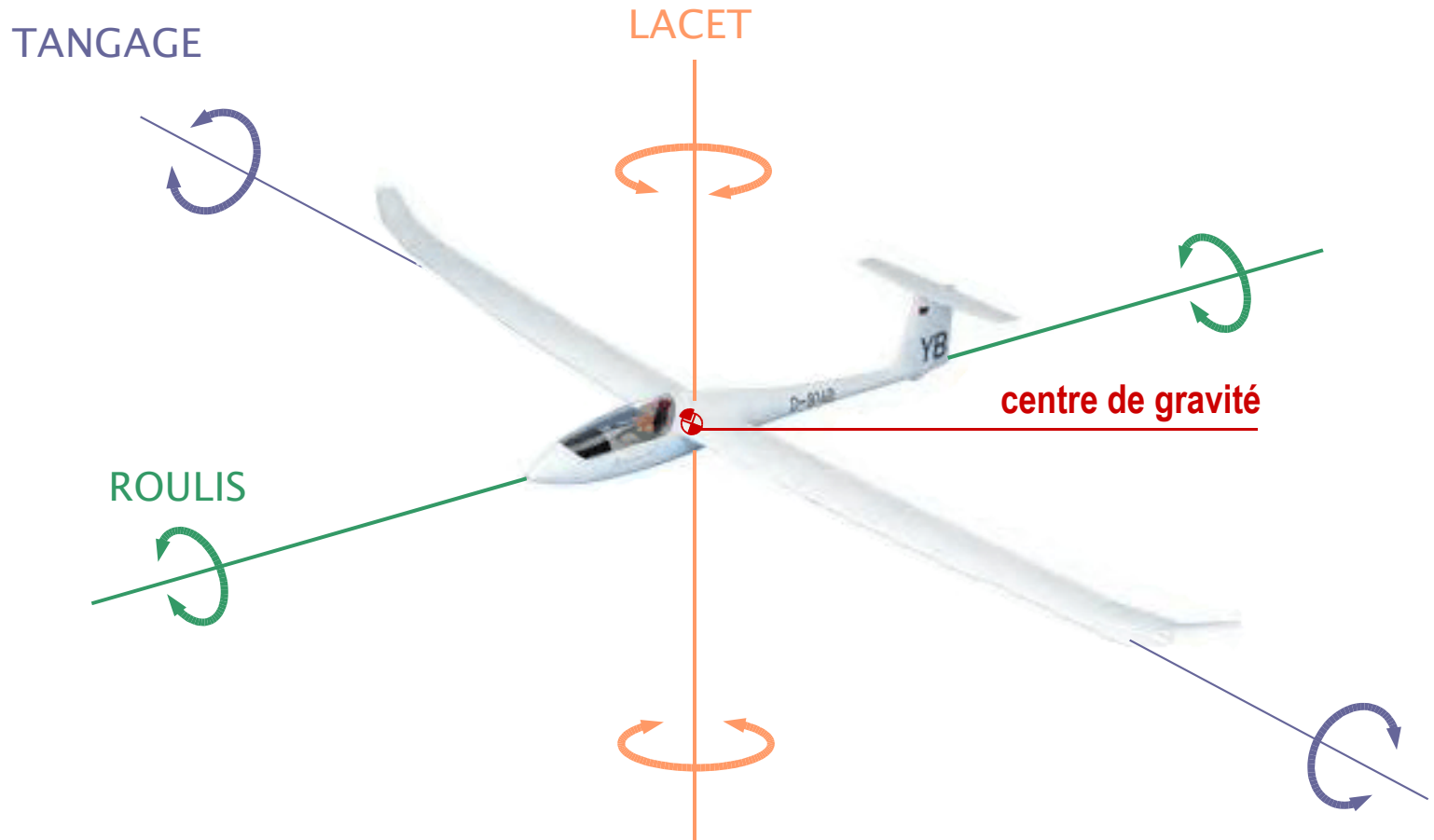


* quand le planeur est en vol rectiligne !



En résumé

Le planeur pivote autour de 3 axes :



Nous allons voir qu'à chacun de ces axes sont associées :
↻ une commande,
↻ une gouverne.



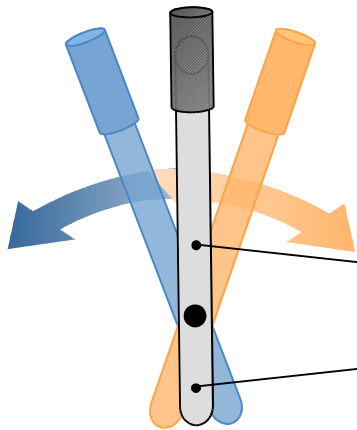
COMMANDES ET GOUVERNES DU PLANEUR



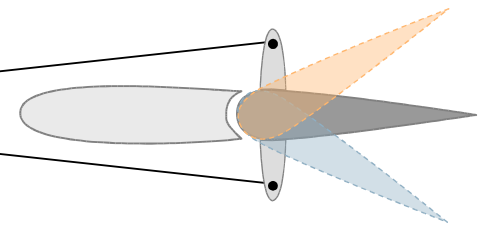
COMMANDE ET GOUVERNE DE TANGAGE (PROFONDEUR)



une commande :
le manche à balai



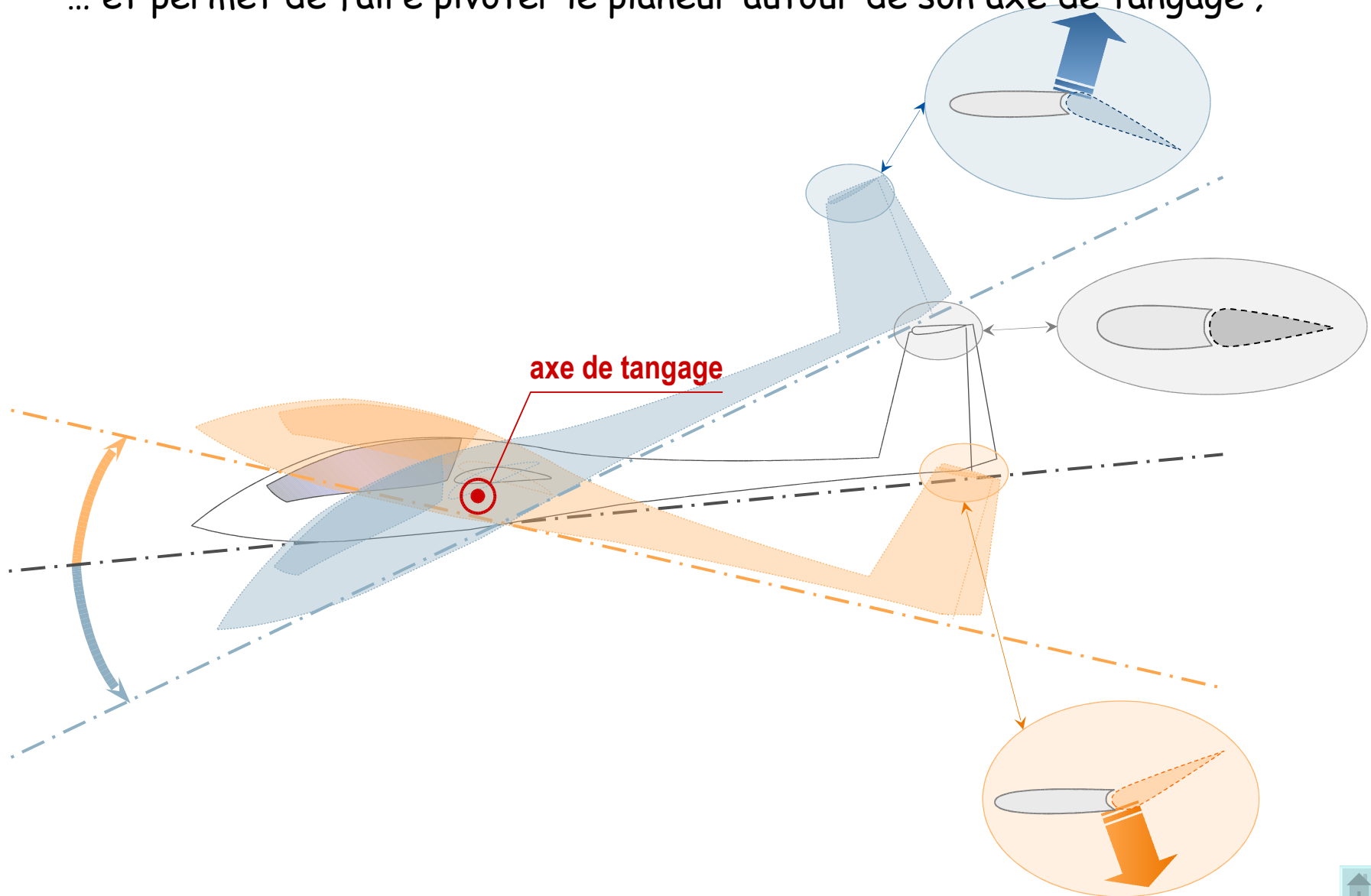
une gouverne :
la gouverne de profondeur



Les mouvements du manche à balai avant/arrière commandent le braquage de la gouverne de profondeur...



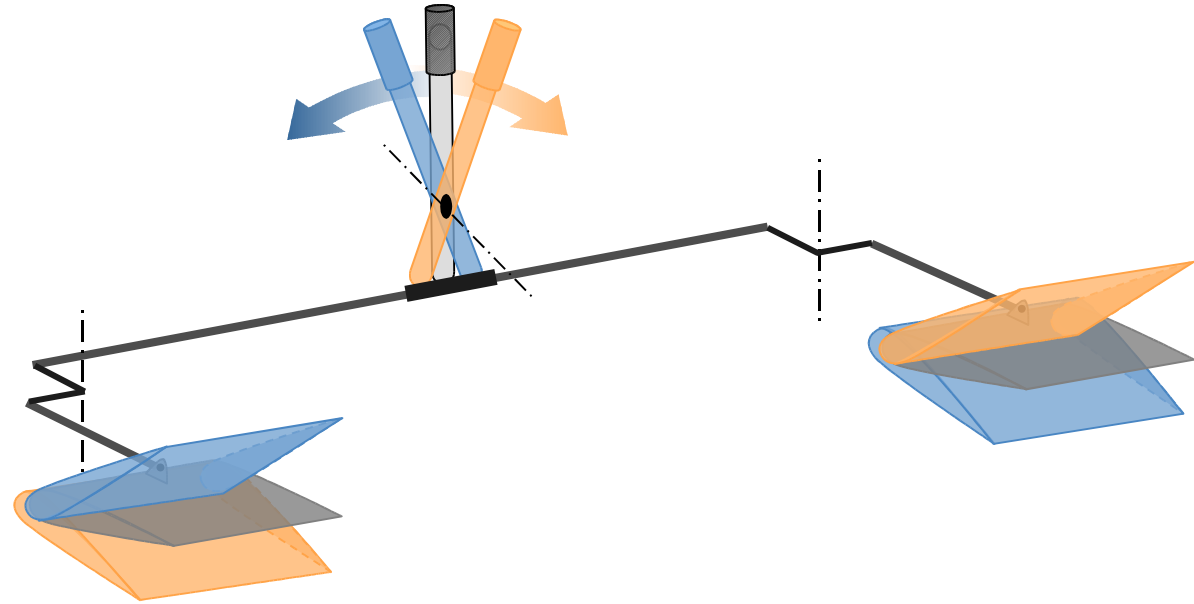
... et permet de faire pivoter le planeur autour de son axe de tangage ;



COMMANDE ET GOUVERNE DE ROULIS (GAUCHISSEMENT)



une commande :
le manche à balai

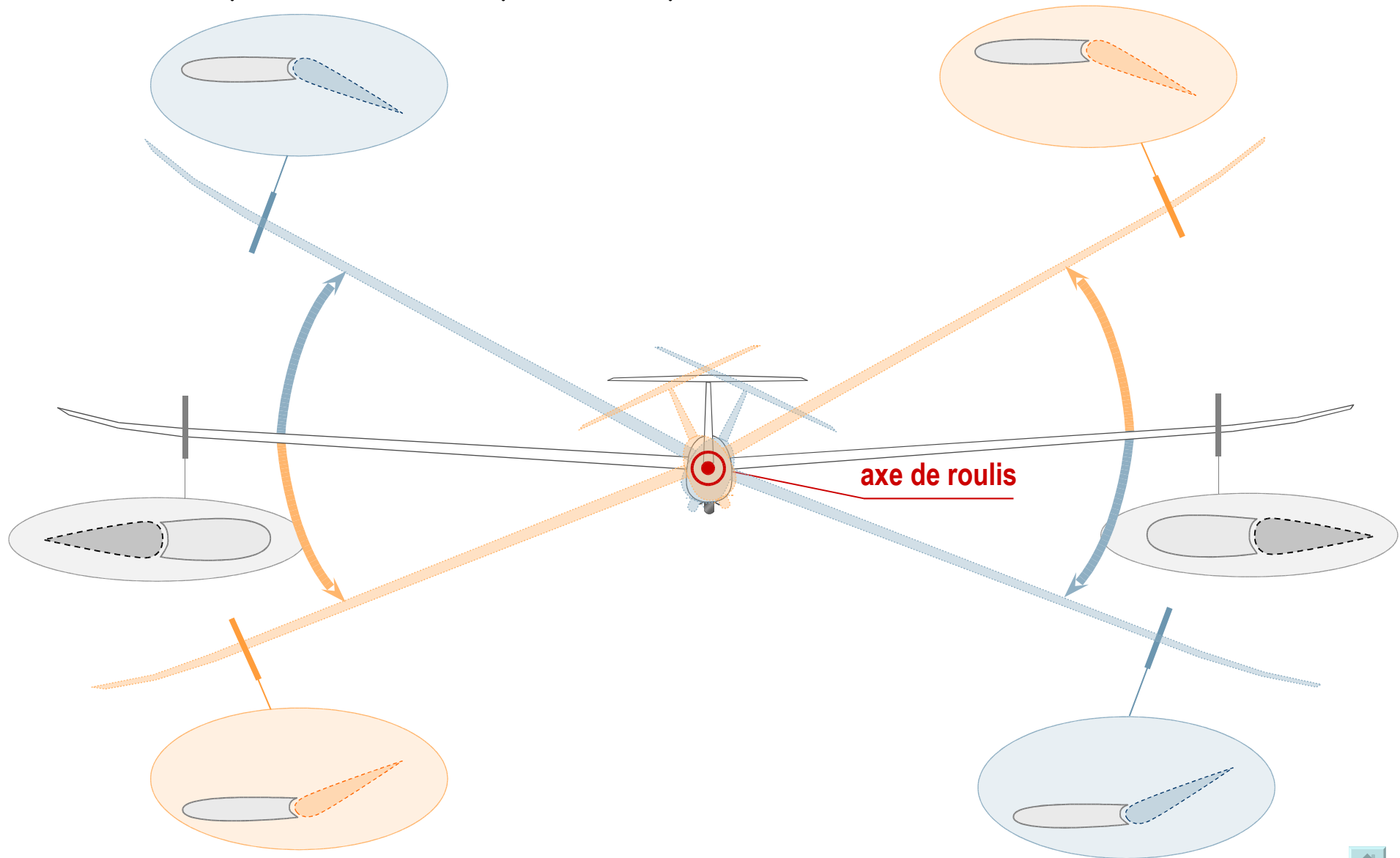


une gouverne :
les ailerons

Les mouvements latéraux du manche à balai commandent
le braquage des ailerons...



... et permet de faire pivoter le planeur autour de son axe de roulis ;

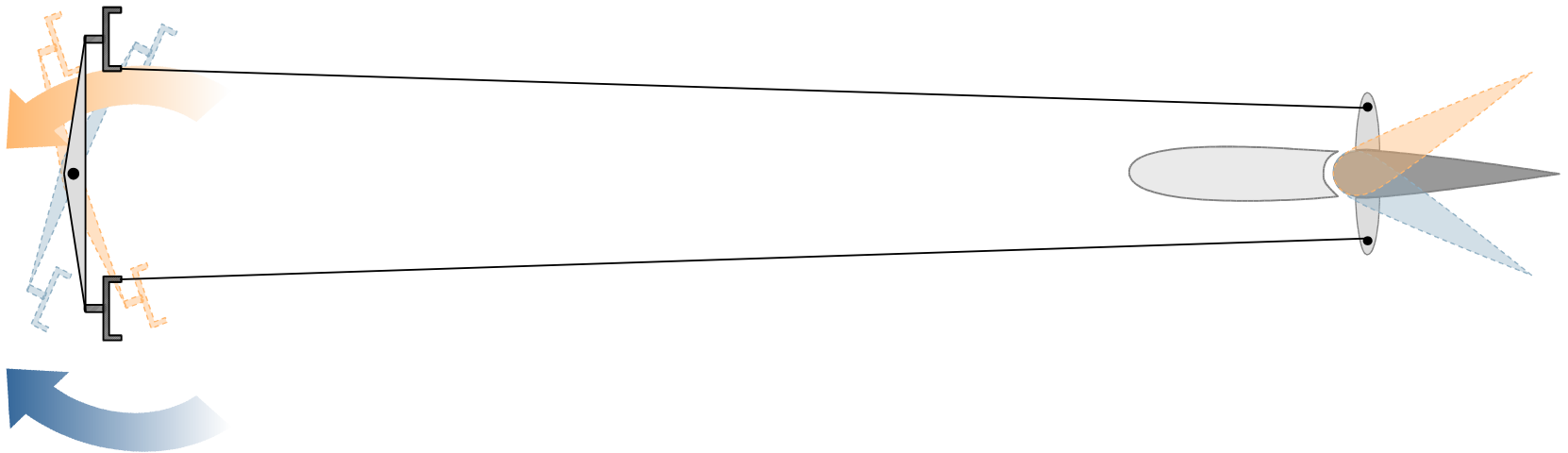


COMMANDE ET GOUVERNE DE LACET (DIRECTION OU SYMÉTRIE)



une commande :
les palonniers

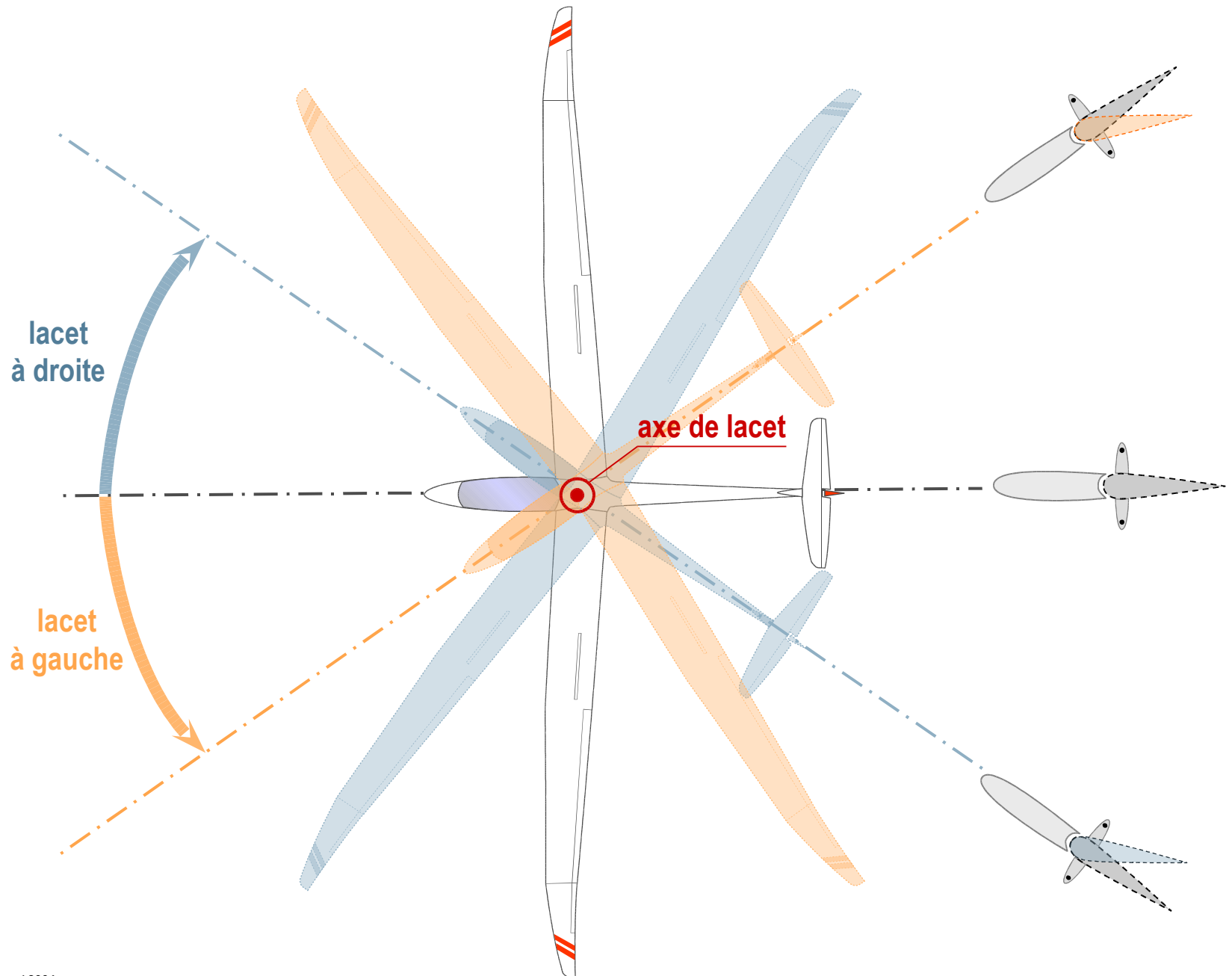
une gouverne :
la gouverne de symétrie
ou gouverne de direction



Les palonniers commandent le braquage de la gouverne de direction...



... et permettent de faire pivoter le planeur autour de son axe de lacet ;

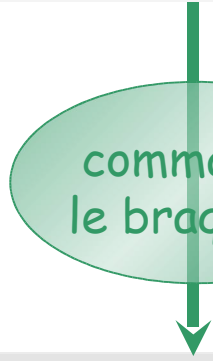
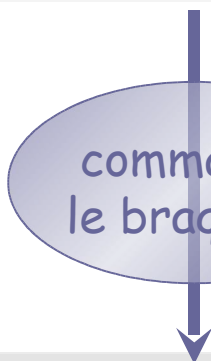


une commande

le manche avant/arrière

le manche latéralement

les palonniers

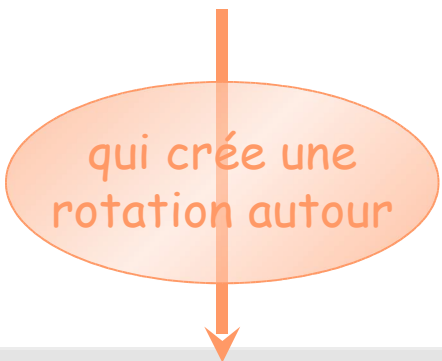
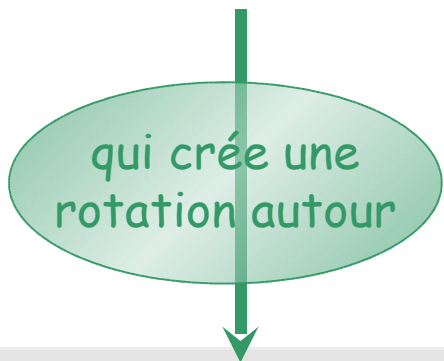
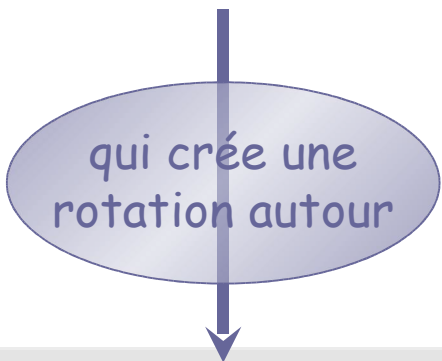
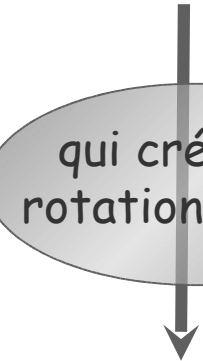


d'une gouverne

de la profondeur

des ailerons

de la direction



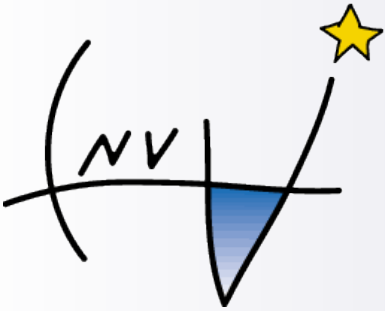
d'un axe

de l'axe de tangage

de l'axe de roulis

de l'axe de lacet





LA RELATION ASSIETTE/TRAJECTOIRE/VITESSE LA COMPENSATION

Objectifs :

- Savoir prendre et maintenir une vitesse précise ;
- Annuler les efforts permanents exercés sur la profondeur.

L'ANÉMOMÈTRE

- ❑ DESCRIPTION
- ❑ PRISE DE PRESSION TOTALE
- ❑ PRISES DE PRESSION STATIQUE
- ❑ PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ANÉMOMÈTRE



L'anémomètre ou Badin, du nom de son inventeur

Il indique la vitesse V_i du planeur par rapport à l'air.



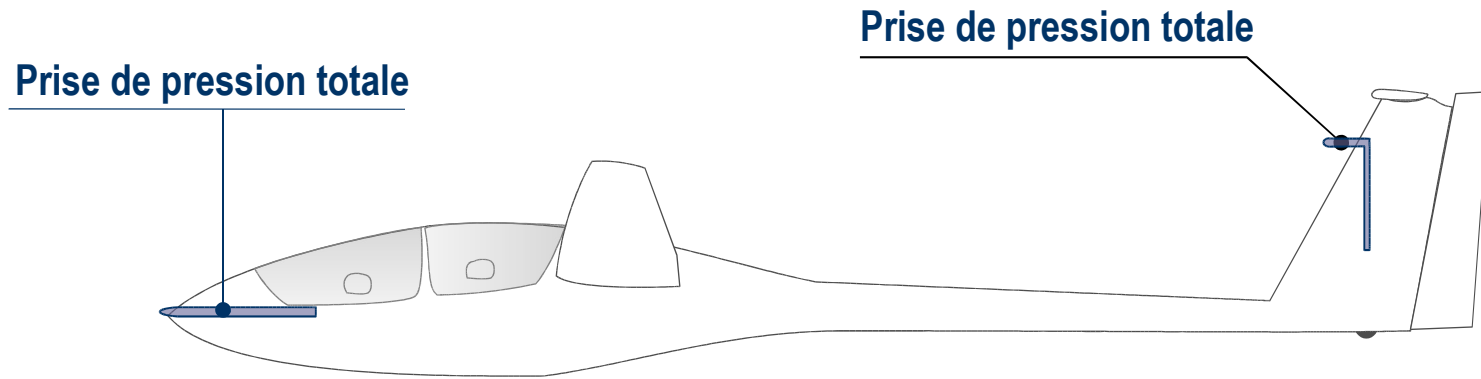
La pression dynamique P_d générée par l'écoulement de l'air sur le planeur est proportionnelle à la vitesse du planeur,

$$P_d = P_t - P_s ;$$

le mécanisme de l'anémomètre est donc raccordé aux prises de pressions totale et statique qu'il compare.



Prises de pression totale

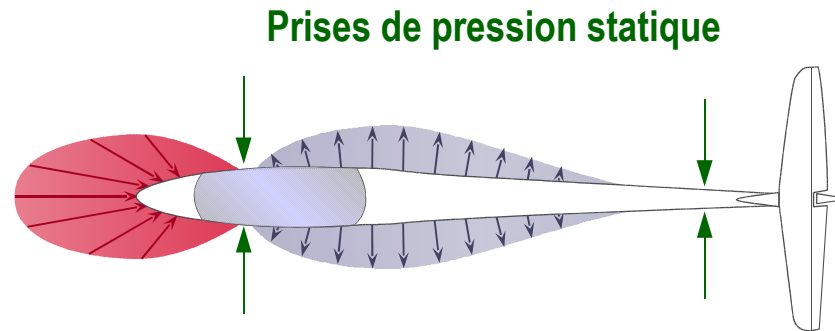


Note : ne pas confondre prise de pression totale et antenne de compensation !

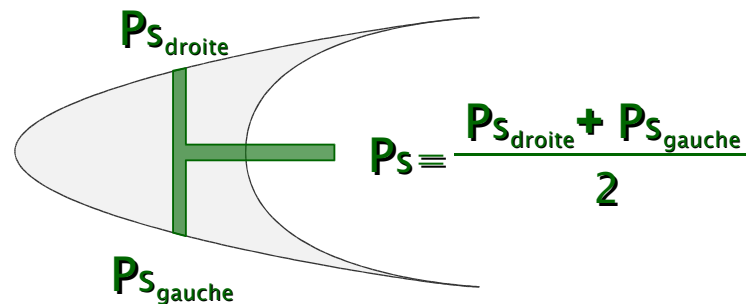


Prises de pression statique

Elles captent la pression atmosphérique régnant autour du planeur ;



elles sont réparties symétriquement sur le fuselage,

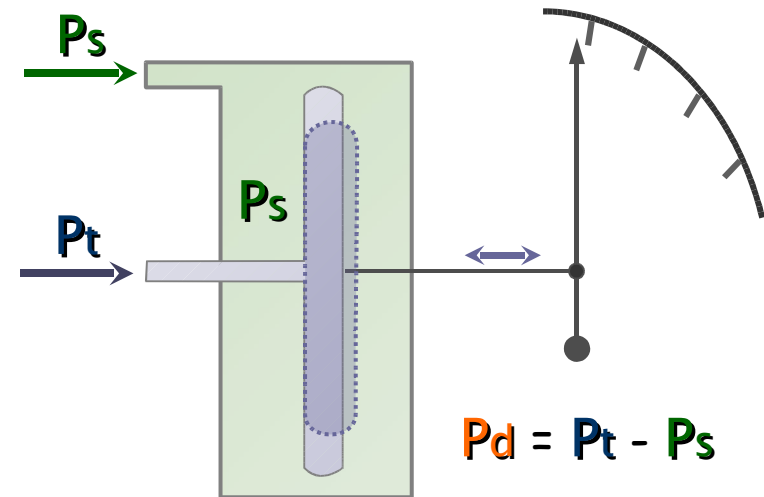


pour que la pression P_s retenue reste juste en cas de dérapage.



Principe de fonctionnement de l'anémomètre

P_s est appliquée dans un boîtier étanche,
 P_t est appliquée dans une capsule anéroïde.



Les déformations de la capsule (donc les déplacements de l'aiguille), résultent de la différence P_d des 2 pressions P_s et P_t , représentative de la vitesse.

Note : par construction, il n'y a pas de retard d'indication de l'anémomètre.

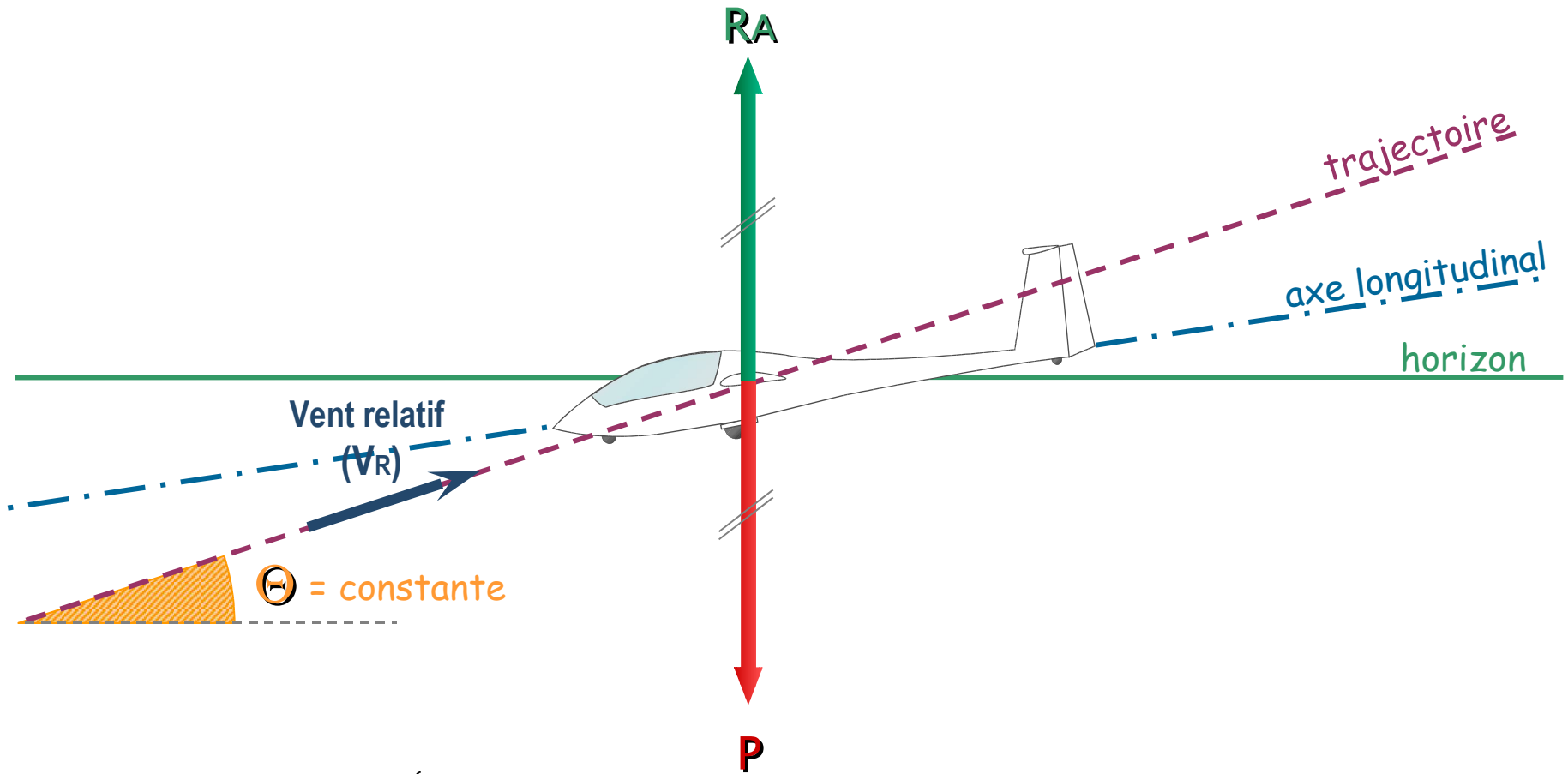


RAPPELS DE MÉCANIQUE DU VOL

- ❑ ASSIETTE CONSTANTE \Leftrightarrow VITESSE CONSTANTE
- ❑ ANALOGIE AVEC UNE BALLE SUR UN PLAN INCLINÉ
- ❑ RETOUR AU PLANEUR !
- ❑ STABILISATION D'UNE VITESSE PLUS ÉLEVÉE



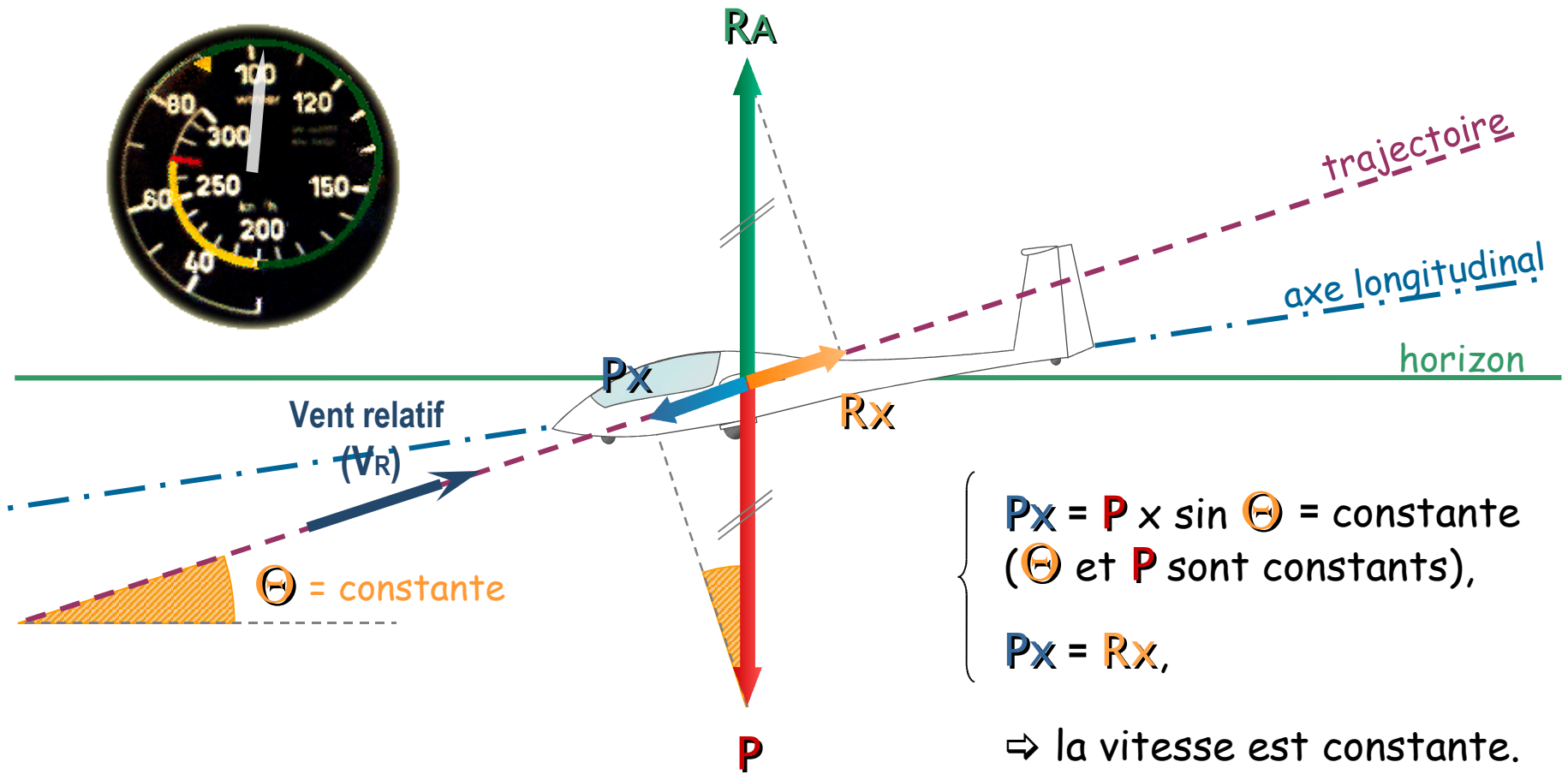
À l'équilibre :



$$RA = P :$$

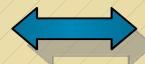
la trajectoire dans le plan vertical est rectiligne,
la pente de trajectoire α est constante.





Conclusion :

assiette constante

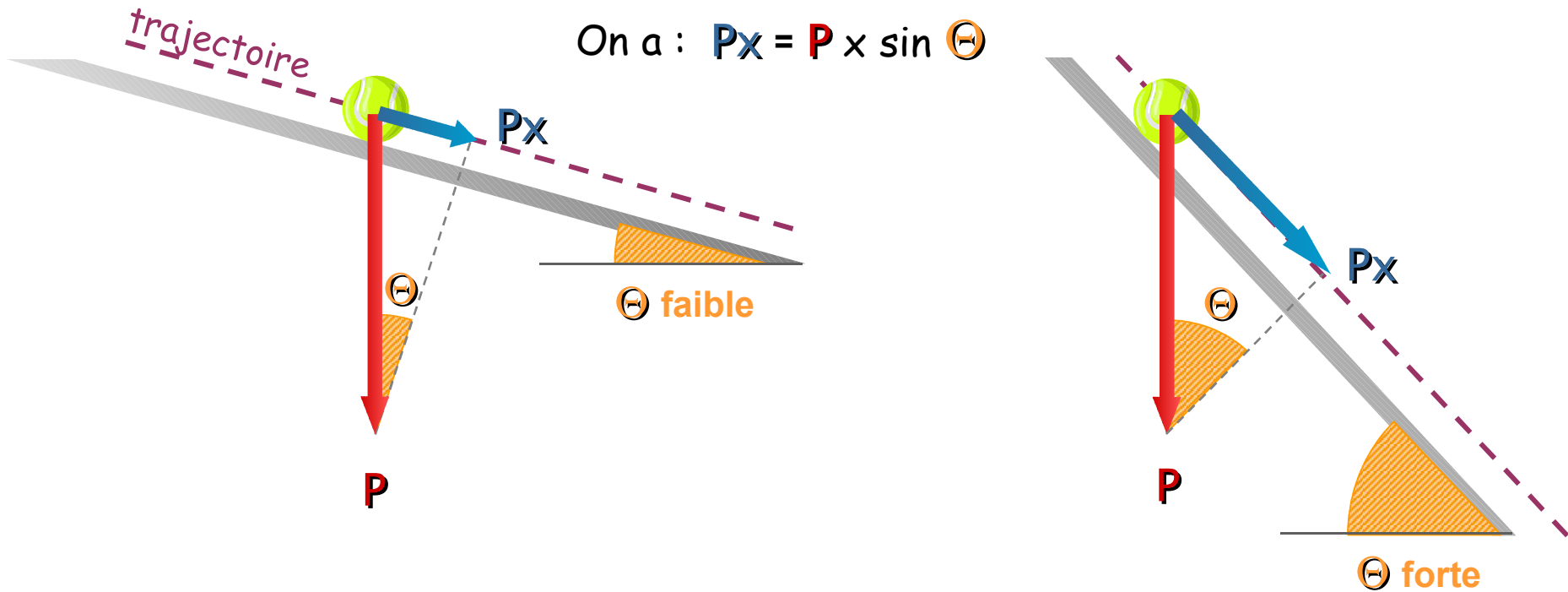


vitesse constante



Analogie avec une balle sur un plan incliné

C'est la composante horizontale P_x du poids qui permet et entretient le mouvement de la boule.

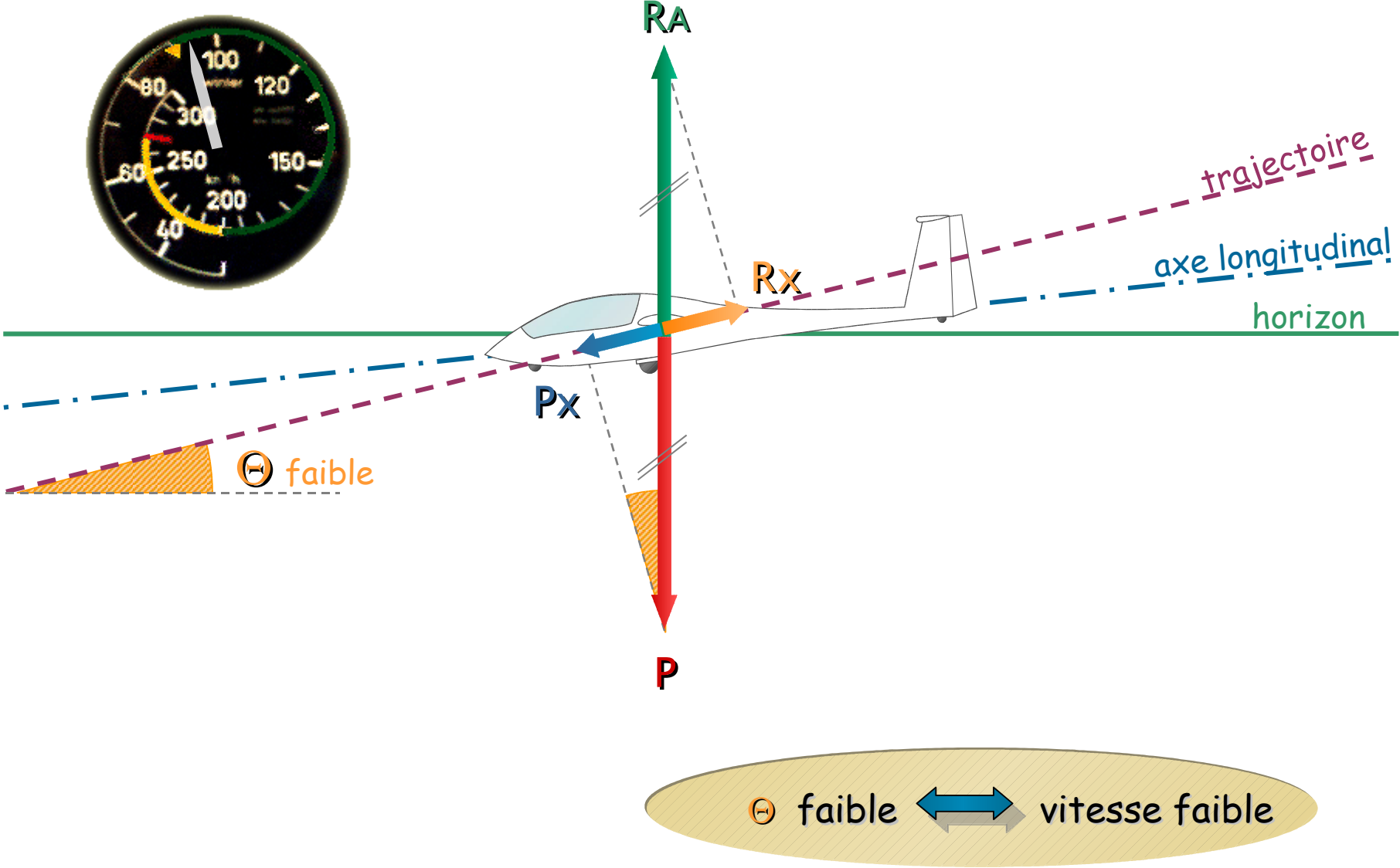


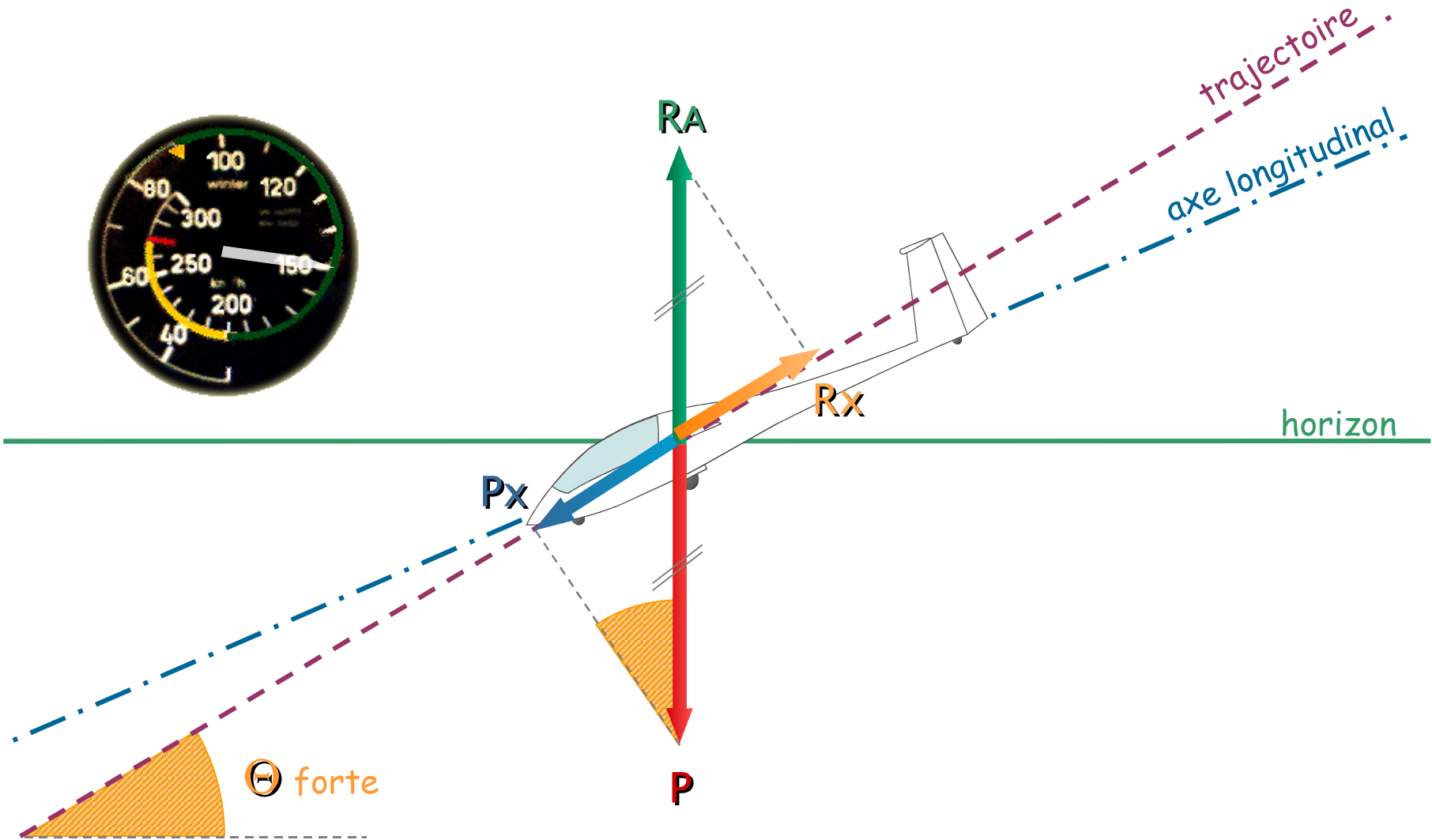
L'expérience montre que plus θ est forte, plus la vitesse est forte.

Conclusion : On contrôlera la vitesse du planeur en adaptant notre pente de descente.



Retour au planeur !



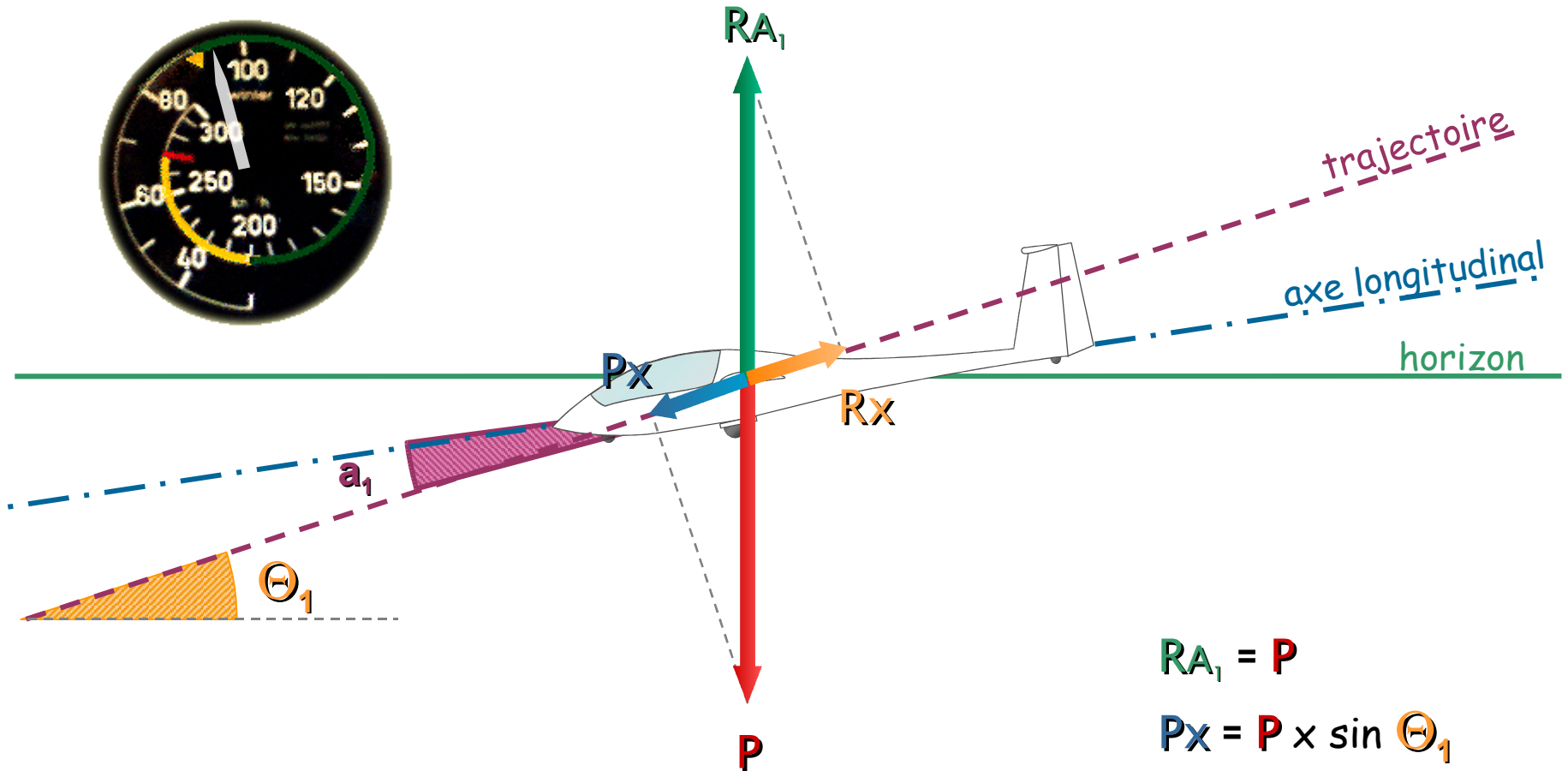


Θ forte \longleftrightarrow vitesse forte



STABILISATION D'UNE VITESSE PLUS ÉLEVÉE

1 Vitesse stabilisée



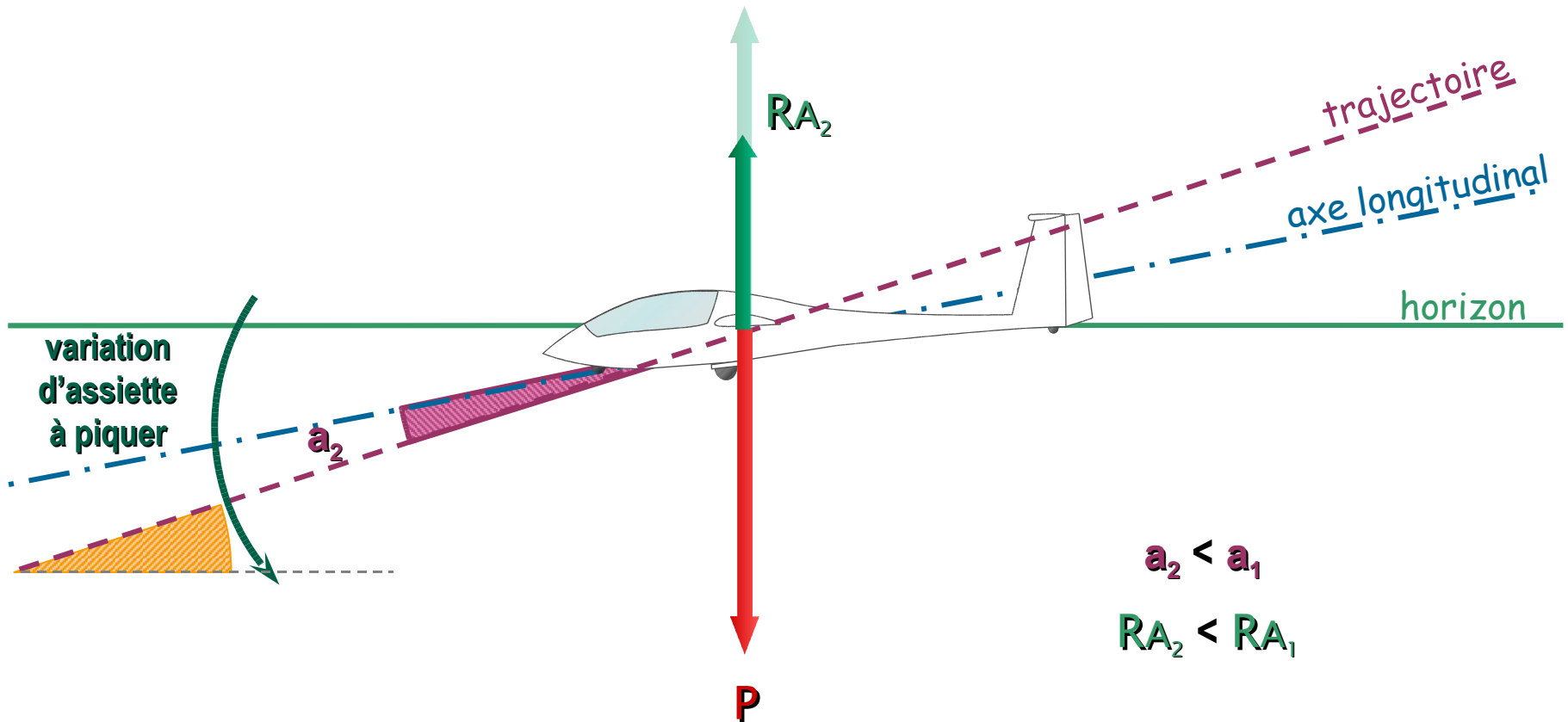
$$RA_1 = P$$

$$Px = P \times \sin \Theta_1$$

$$Px = Rx$$



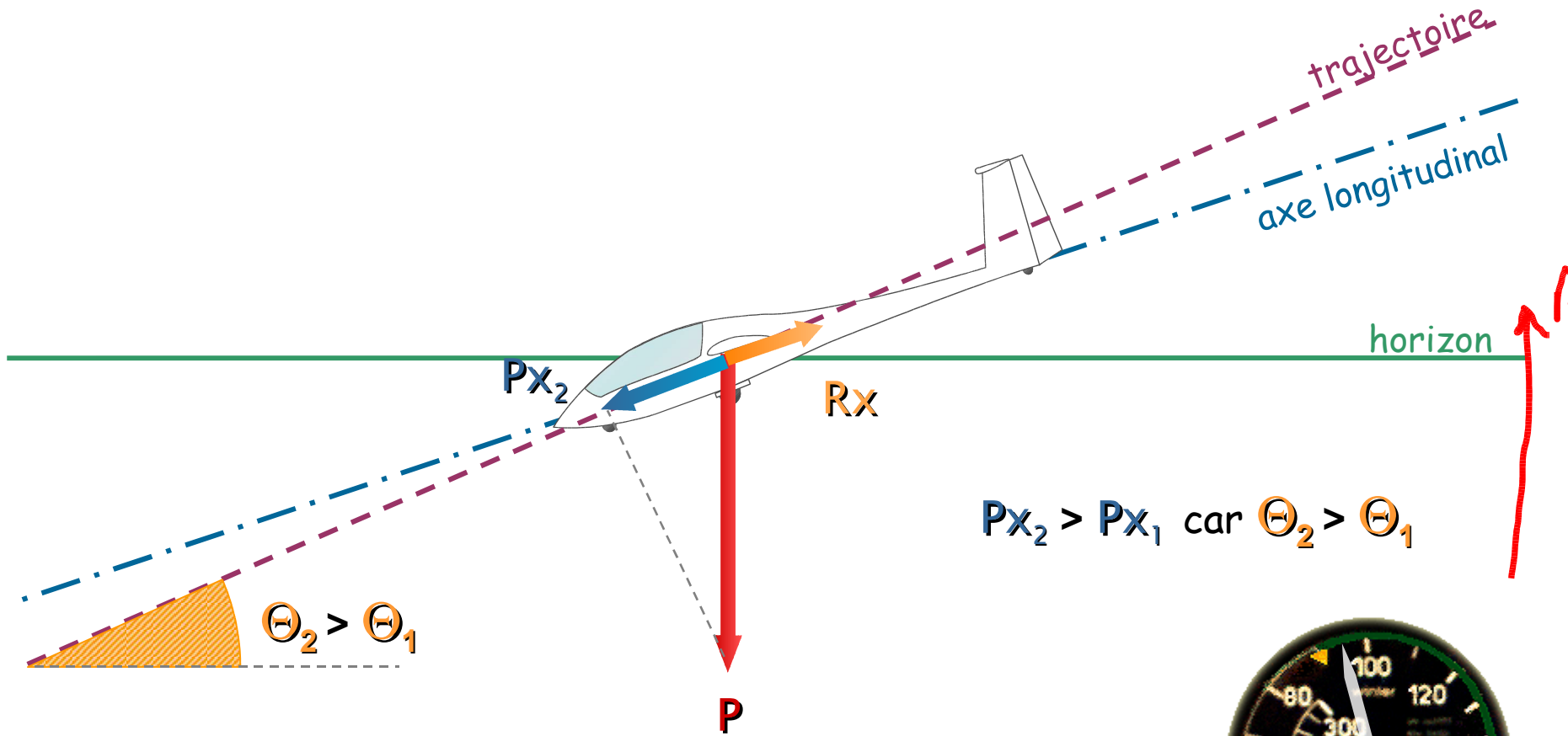
2 Pré affichage d'une assiette plus piquée



Il y a rupture de l'équilibre RA/P dans le plan vertical :
la trajectoire s'incurve vers le bas (\ominus augmente).



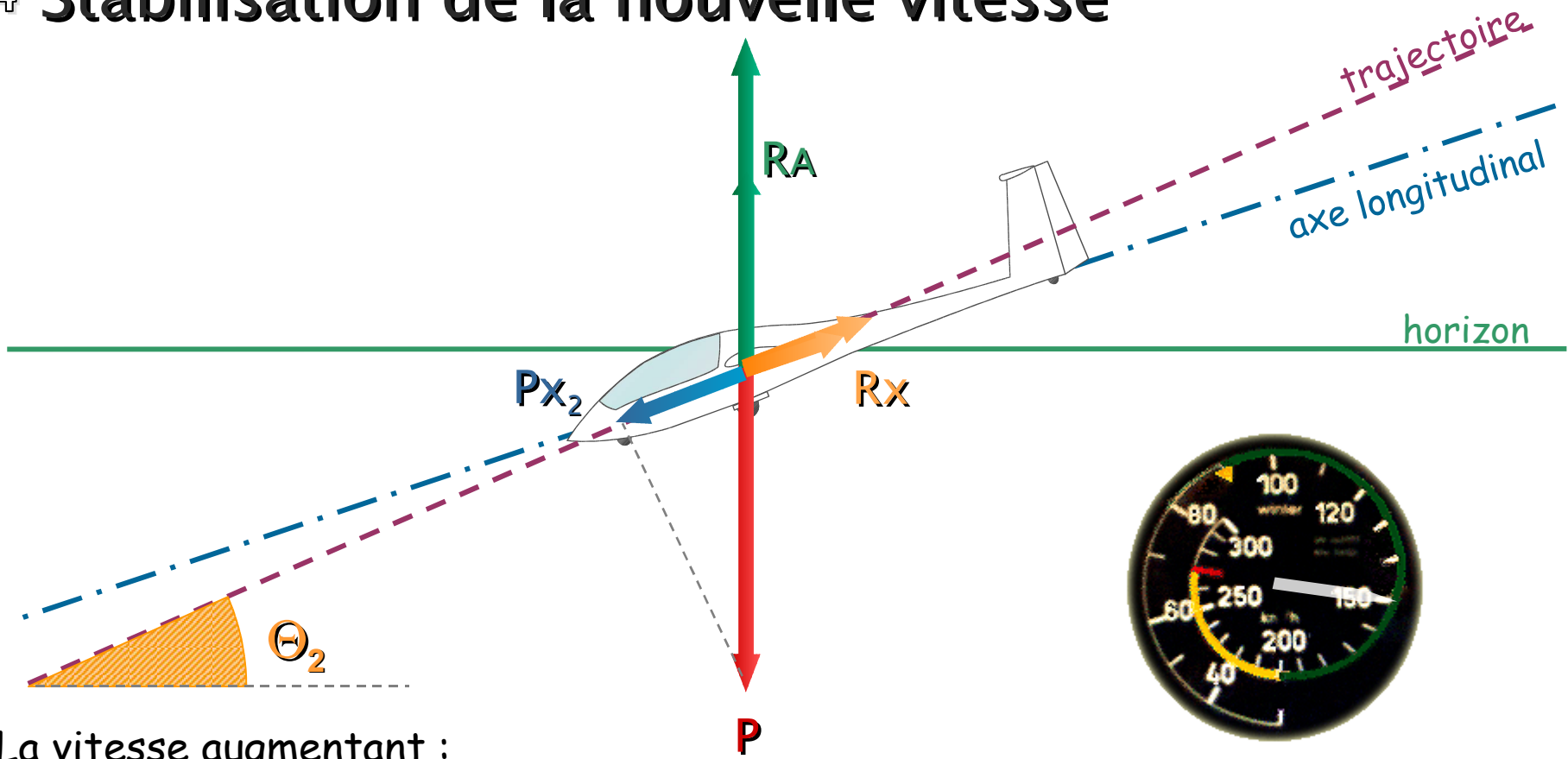
3 Accélération



Il y a rupture de l'équilibre Px/Rx ($Px_2 > Rx$):
la vitesse augmente (avec inertie).



4 Stabilisation de la nouvelle vitesse



La vitesse augmentant :

● RA augmente

● Rx augmente

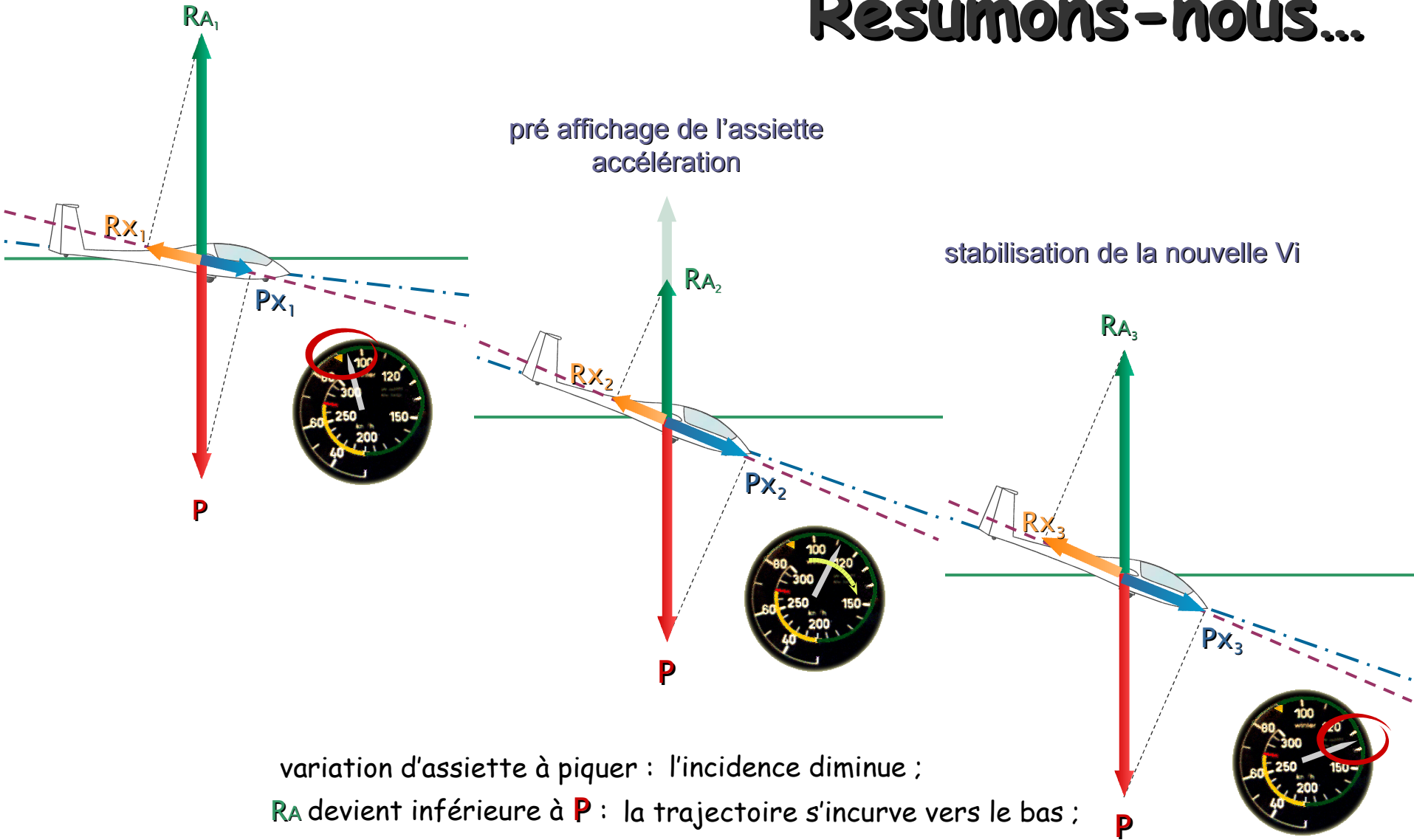
L'équilibre RA/P est retrouvé :
la trajectoire se stabilise sur une pente plus forte.

L'équilibre Px/Rx est retrouvé :
la nouvelle vitesse, plus élevée, se stabilise.



équilibre -
vitesse stabilisée

Résumons-nous...



variation d'assiette à piquer : l'incidence diminue ;
 RA devient inférieure à P : la trajectoire s'incurve vers le bas ;
sur cette nouvelle trajectoire, $PX > RX$: la vitesse augmente.



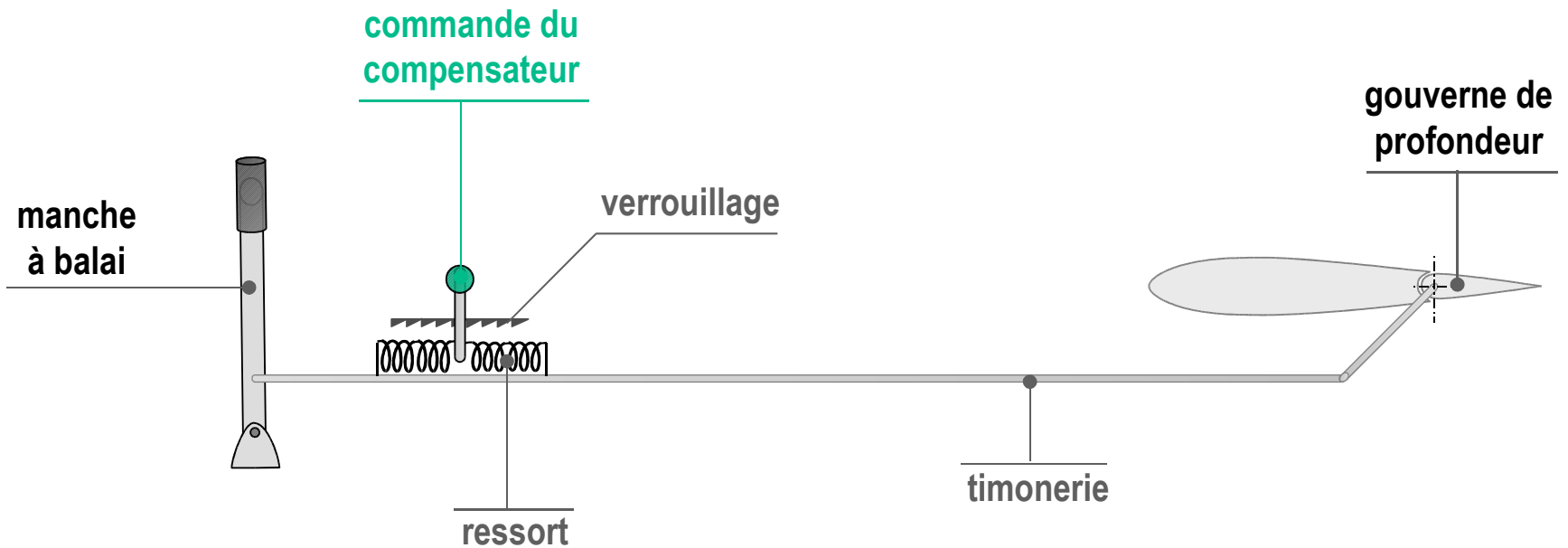
LE COMPENSATEUR

- COMPENSATEUR À RESSORT
- COMPENSATEUR AÉRODYNAMIQUE



Compensateur à ressort

Description



Compensateur à ressort

Principe de fonctionnement

action permanente
sur le manche vers
l'avant



compensateur « à piquer »

action permanente
sur le manche vers
l'arrière

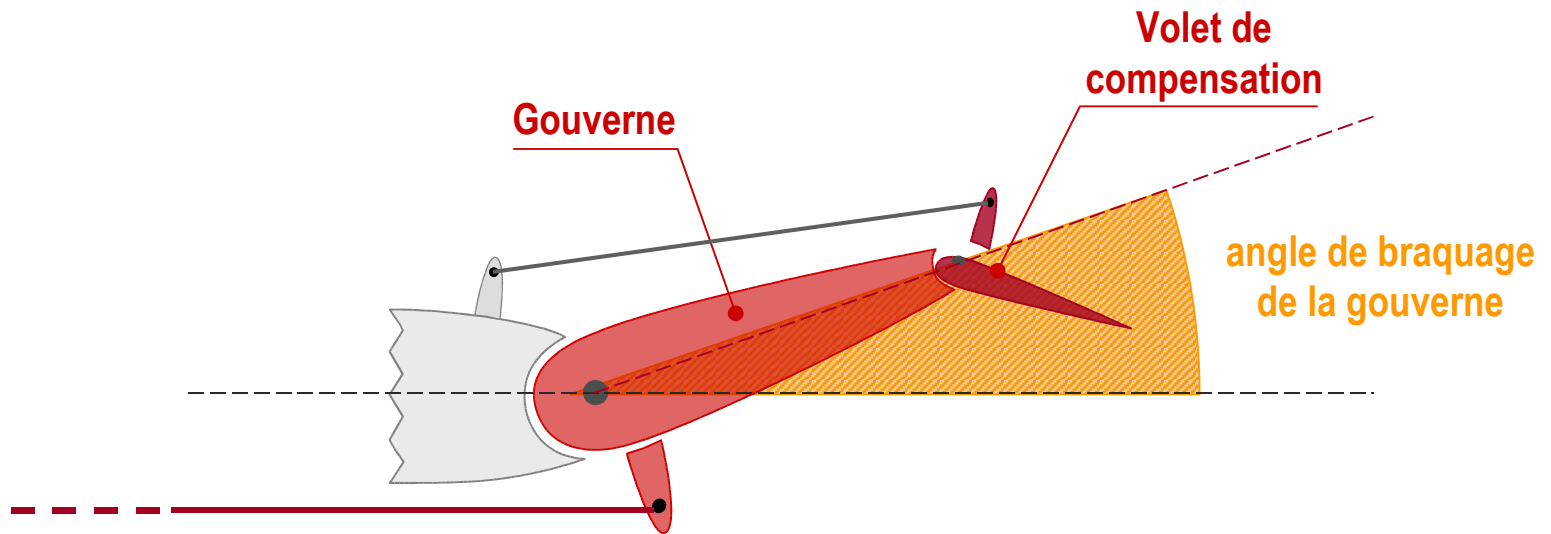


compensateur « à cabrer »



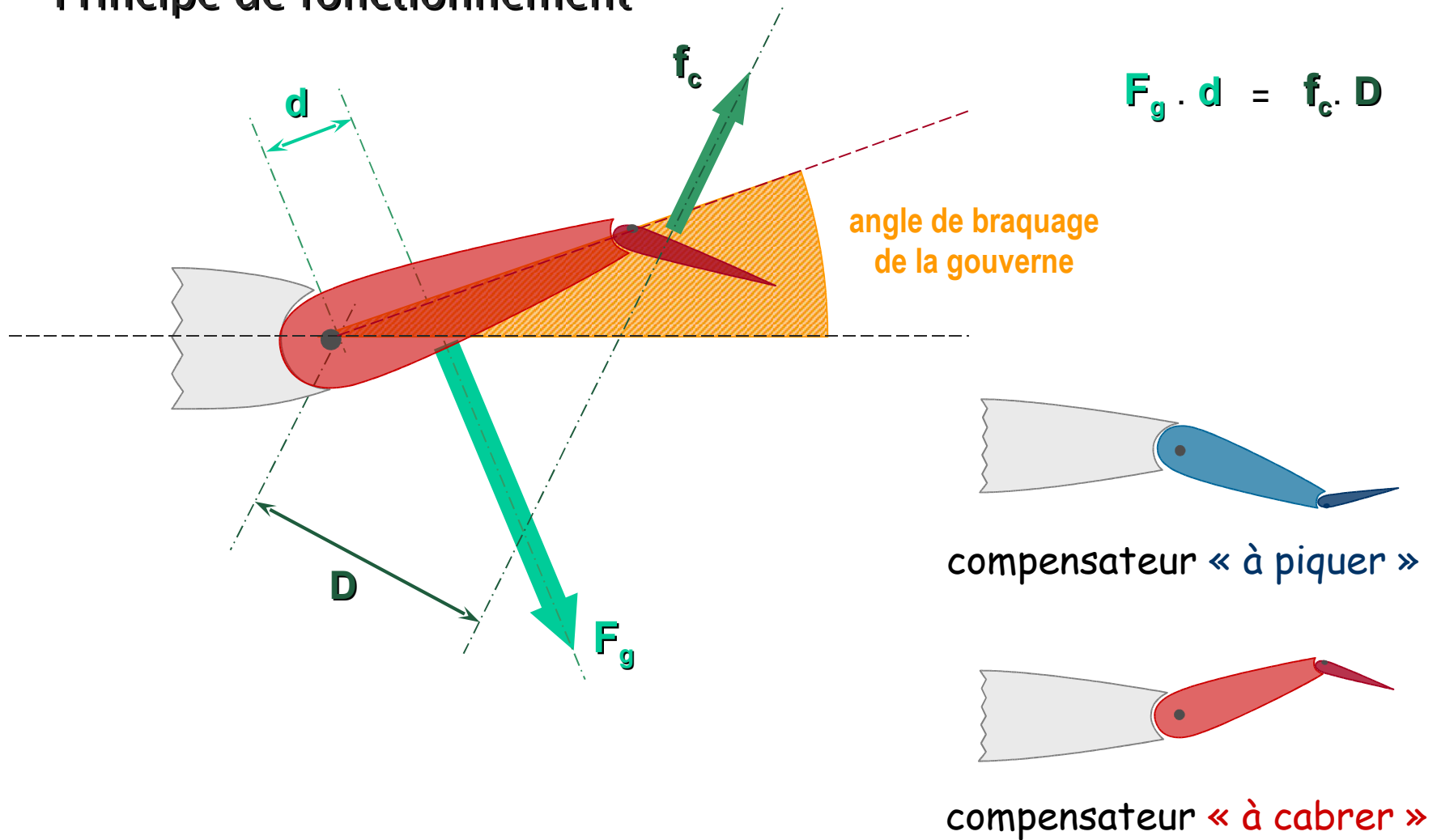
Compensateur aérodynamique

Description



Compensateur aérodynamique

Principe de fonctionnement



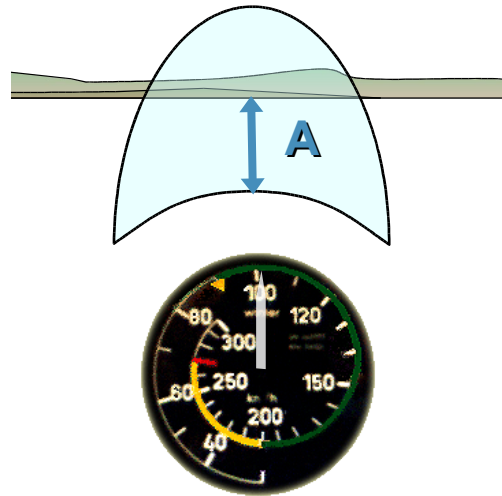
RELATION ASSIETTE- TRAJECTOIRE-VITESSE

- ❑ ASSIETTE STABLE \Leftrightarrow VITESSE STABLE
- ❑ OBTENTION D'UNE VITESSE PLUS ÉLEVÉE
- ❑ OBTENTION D'UNE VITESSE PLUS FAIBLE
- ❑ RÉSUMONS-NOUS !
- ❑ CIRCUIT VISUEL



Assiette constante \Rightarrow vitesse stable

L'assiette est constante :

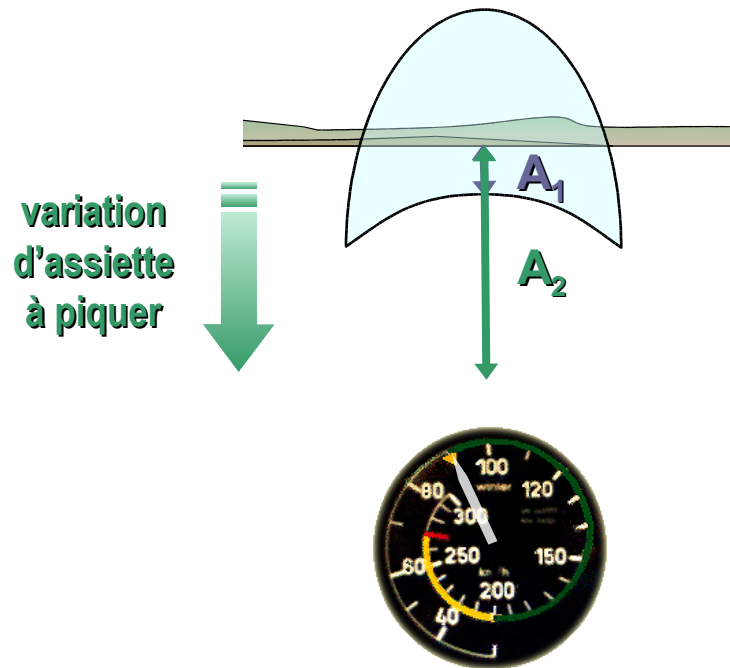


la V_i est stable



Obtention d'une vitesse plus élevée

pré affichage d'une assiette plus piquée :

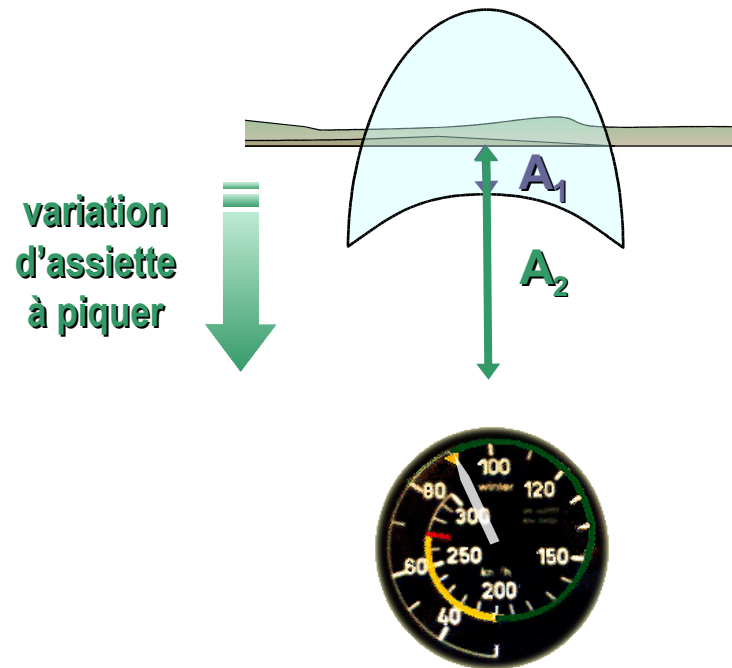


[Revoir l'animation](#)

Le planeur accélère lentement... puis sa vitesse se stabilise.



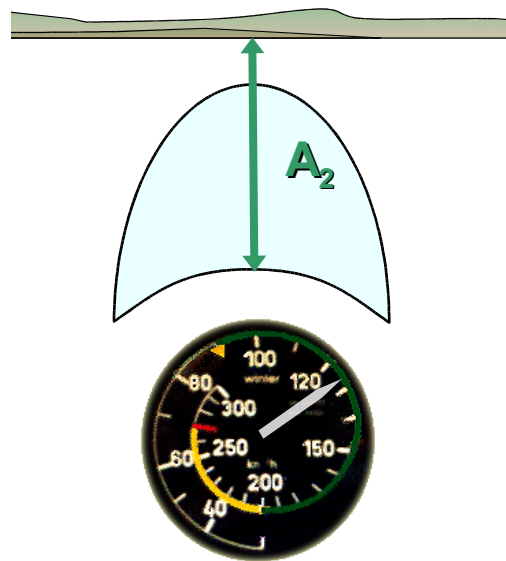
pré affichage d'une assiette plus piquée :



V_i augmente avec inertie... puis se stabilise



assiette plus piquée stabilisée :

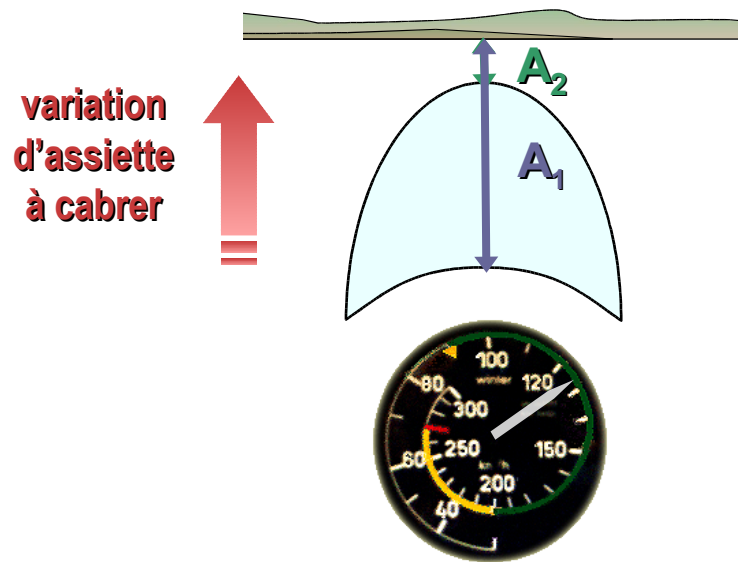


V_i plus élevée stabilisée



Obtention d'une vitesse plus faible

pré affichage d'une assiette plus cabrée :

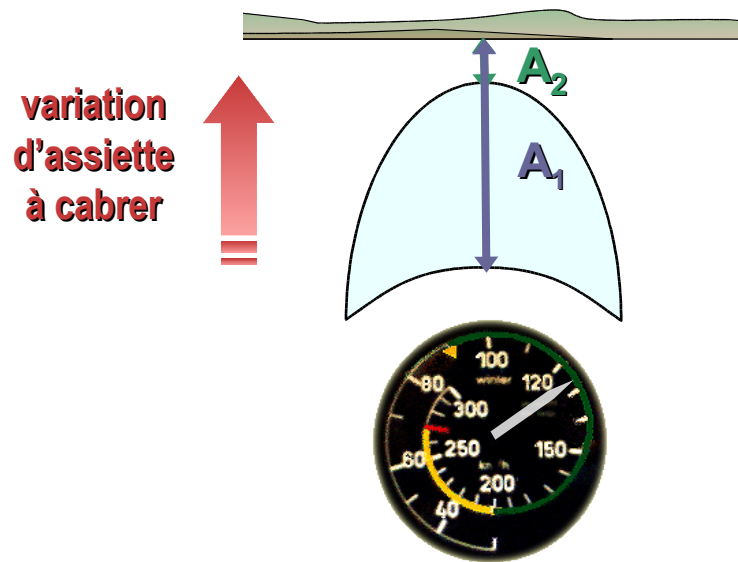


[Revoir l'animation](#)

Le planeur décélère lentement... puis sa vitesse se stabilise.



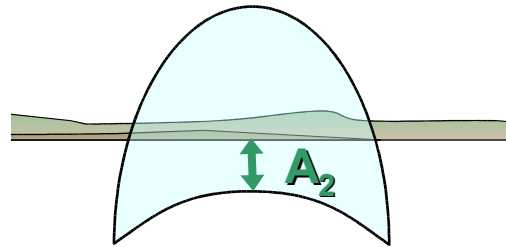
pré affichage d'une assiette plus cabrée :



V_i diminue avec inertie... puis se stabilise



assiette plus cabrée stabilisée :



V_i plus faible stabilisée



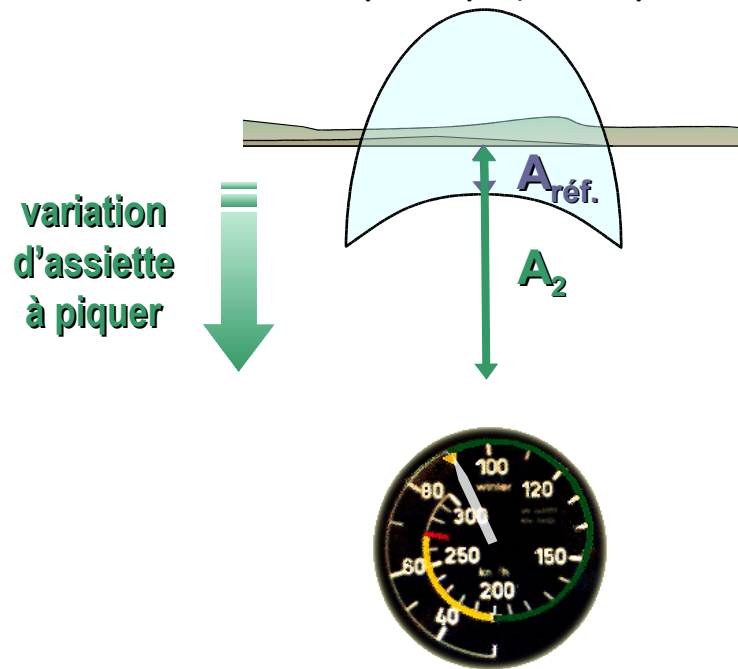
LA COMPENSATION

- ❑ PERCEPTION DE L'EFFORT AU MANCHE
- ❑ UTILISATION DU COMPENSATEUR



Perception de l'effort au manche

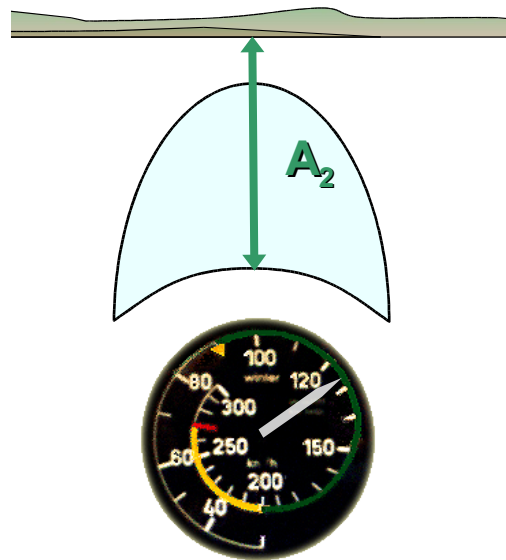
Le planeur étant compensé à l'assiette de référence,
l'élève pré affiche une assiette plus piquée, pour obtenir une V_i plus élevée :



V_i augmente avec inertie... puis se stabilise



Pour maintenir cette V_i plus élevée,
il est nécessaire d'exercer une action permanente sur le manche vers l'avant.



Utilisation du compensateur

En conservant l'assiette constante,
on déplace le compensateur dans le même sens que l'effort au manche.

Effort permanent sur
le manche vers l'avant



on déplace le
compensateur
vers l'avant

puis on relâche son action sur le manche pour vérifier le réglage du compensateur.



de même :

Effort permanent sur le
manche vers l'arrière



on déplace le
compensateur
vers l'arrière

puis on relâche son action sur le manche pour vérifier le réglage du compensateur.





LA SYMÉTRIE



Objectifs : savoir maintenir le vol symétrique dans un but :

- de sécurité,
- de performance.

LA SYMÉTRIE

CONNAISSANCES INDISPENSABLES
LEÇONS EN VOL

[Retour au sommaire général](#)

[Bibliographie et références](#)

CONNAISSANCES INDISPENSABLES

DÉFINITIONS ET TERMINOLOGIE

- le vol symétrique {
 - en ligne droite
 - en virage
- le vol dérapé {
 - en ligne droite
 - en virage

MOYENS DE CONTRÔLE DE LA SYMÉTRIE DU VOL

- le fil de laine
- la bille {
 - principe de fonctionnement
 - indication en vol symétrique
 - indication en vol dérapé

COMMANDE DE SYMÉTRIE

LE LACET INDUIT



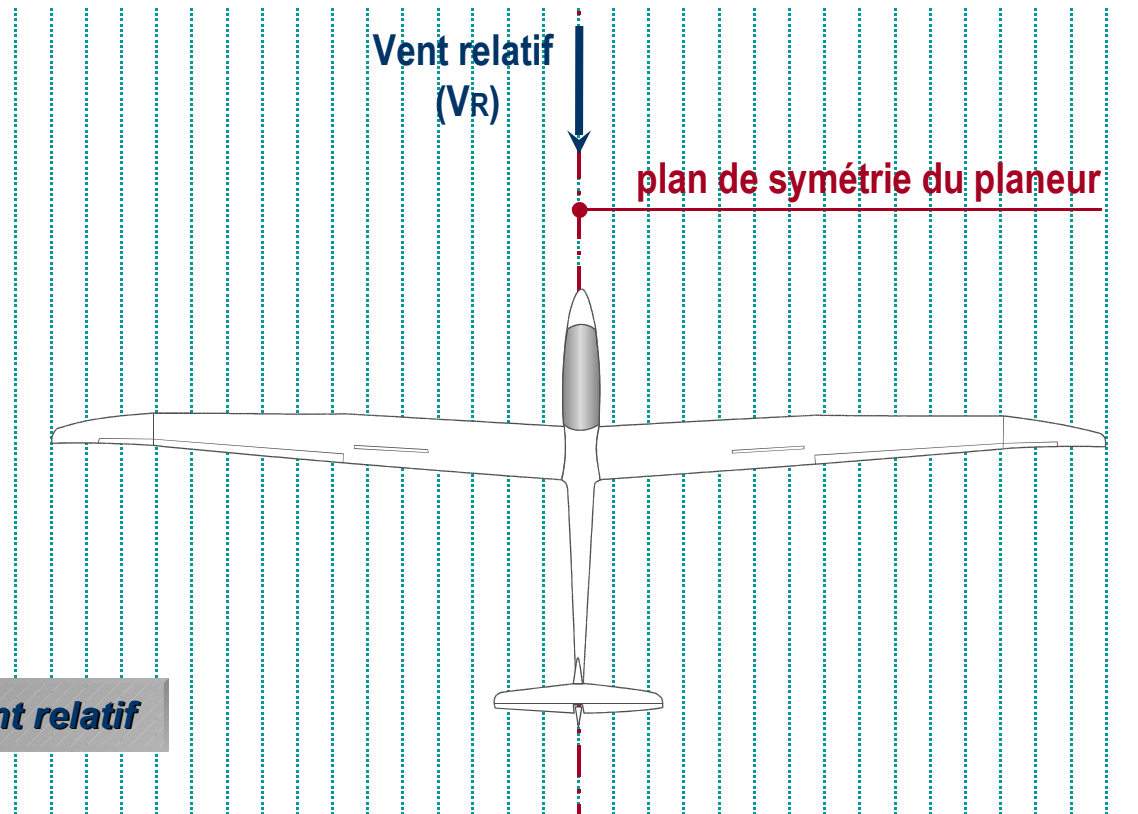
DÉFINITIONS ET TERMINOLOGIE UTILISÉE



Vol symétrique

Définition : le vol est symétrique lorsque l'écoulement aérodynamique est parallèle au plan de symétrie du planeur.

En ligne droite

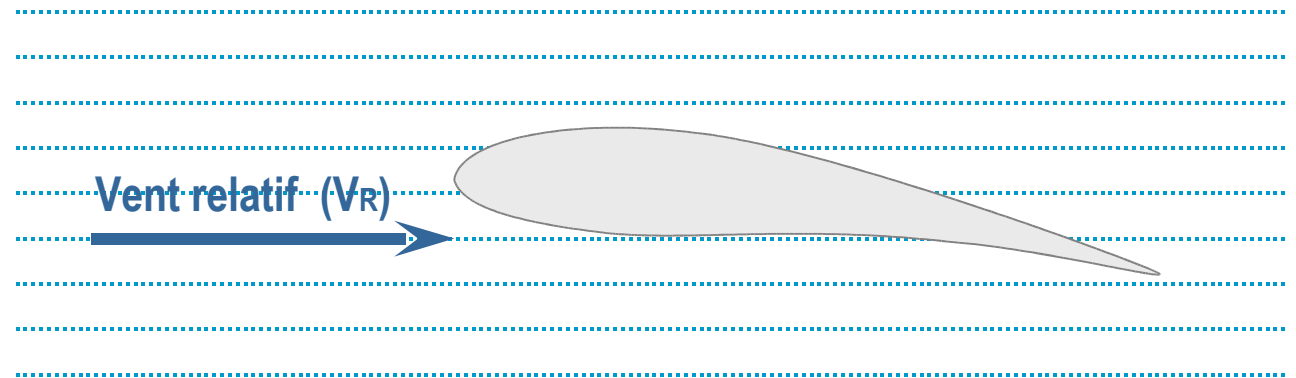


Revoir la définition du vent relatif



Vent relatif

Définition : vecteur vitesse représentatif de l'écoulement des filets d'air sur le profil.



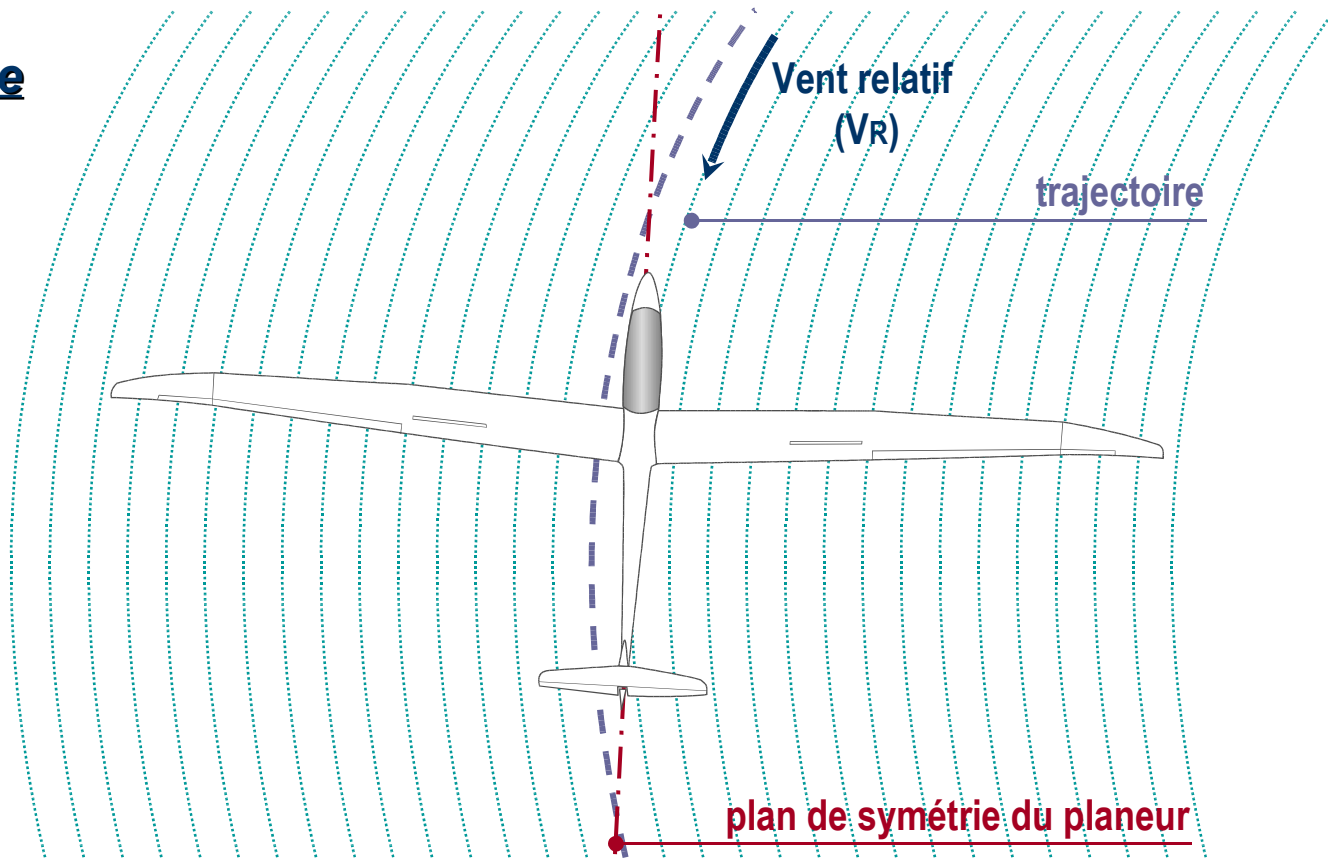
Par conséquent ce vecteur est également représentatif de la trajectoire du planeur dans la masse d'air :

- même direction,
- même intensité,
- sens opposé.

[Retour au document](#)

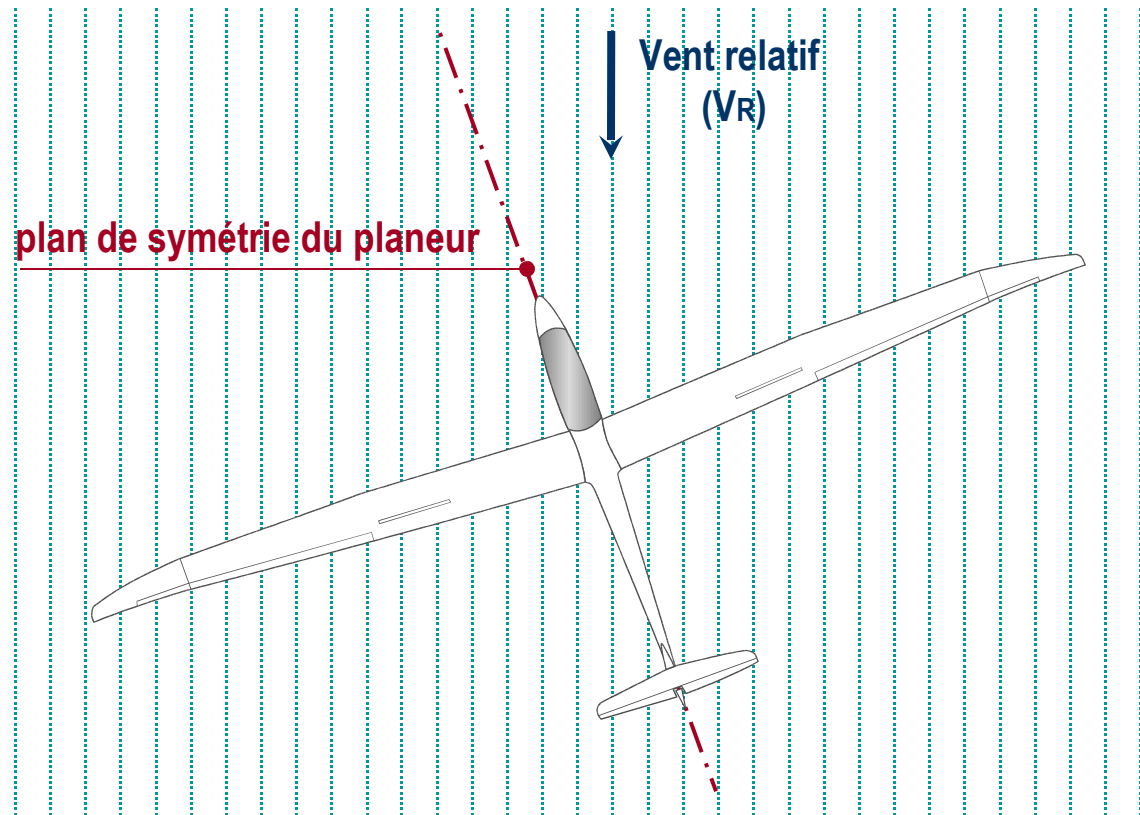
Définition : le vol est symétrique lorsque l'écoulement aérodynamique est parallèle au plan de symétrie du planeur.

En virage



Le vol dérapé

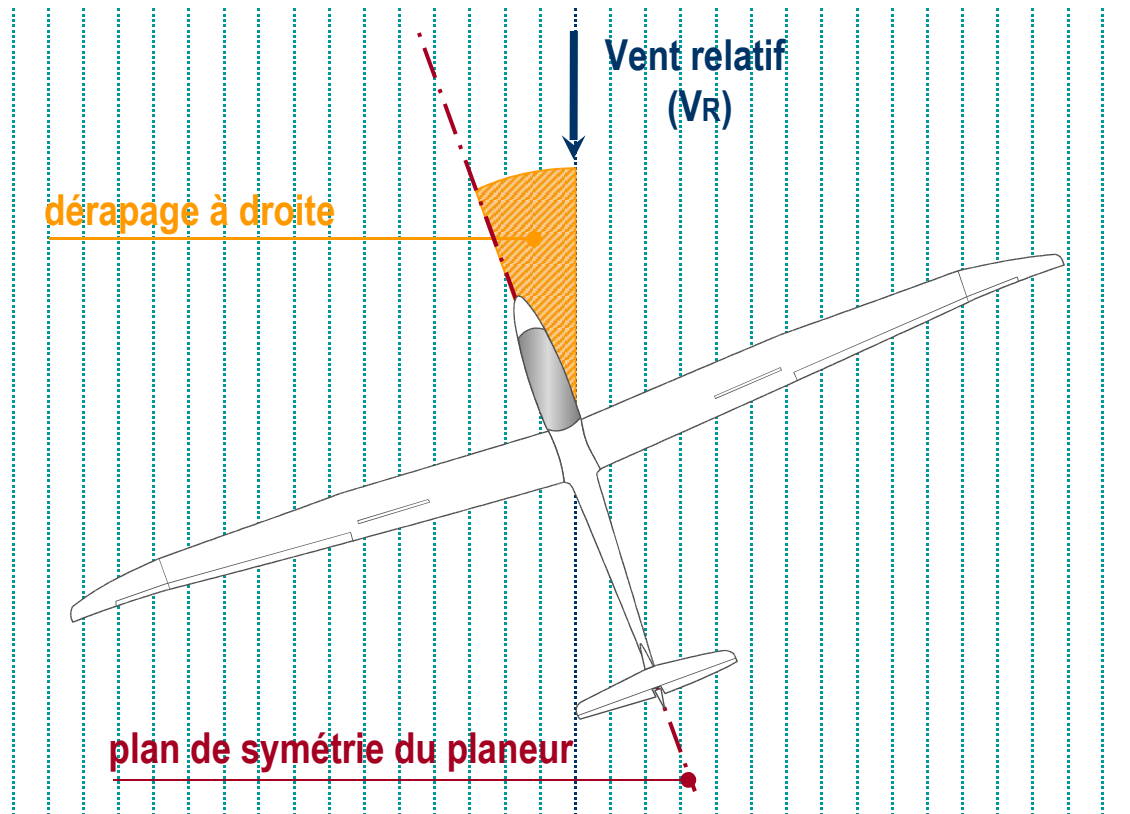
Définition : le vol est dérapé lorsque l'écoulement aérodynamique n'est pas parallèle au plan de symétrie du planeur.



En ligne droite

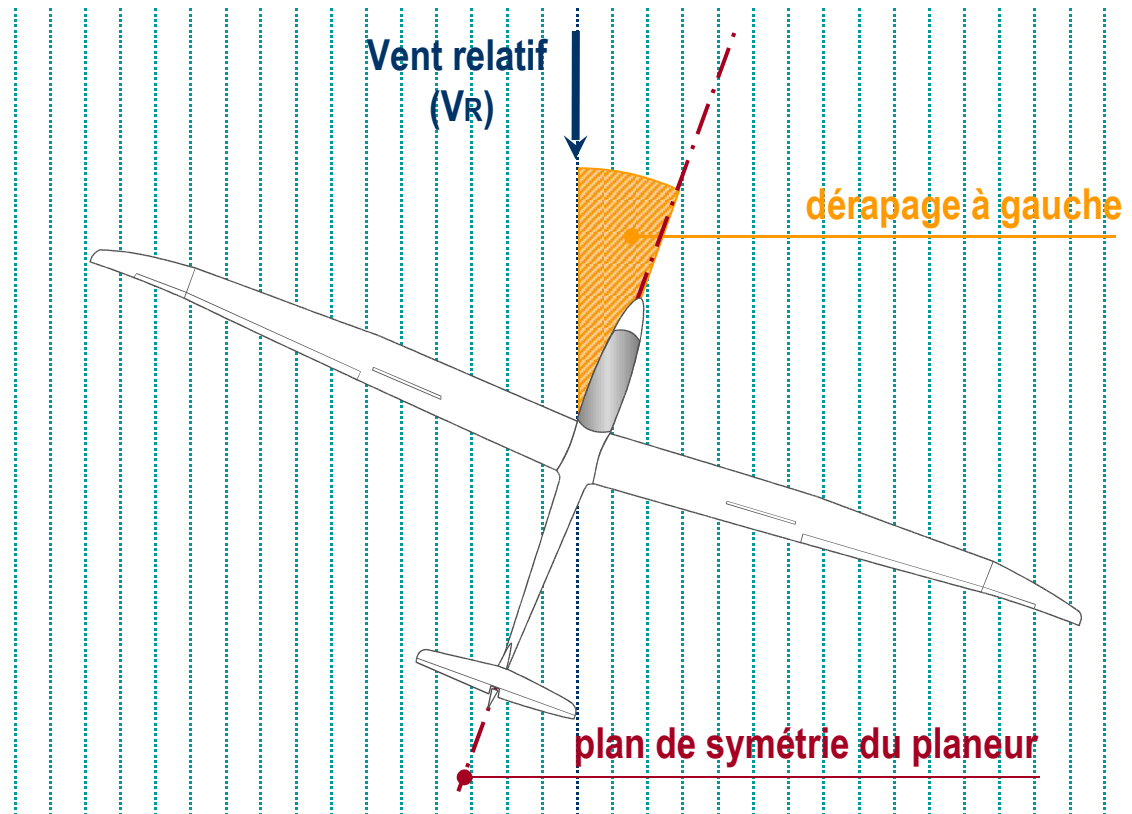
Vol dérapé à droite :

On parlera de « vol dérapé à droite » si le vent relatif vient de la droite par rapport au plan de symétrie du planeur.



Vol dérapé à gauche :

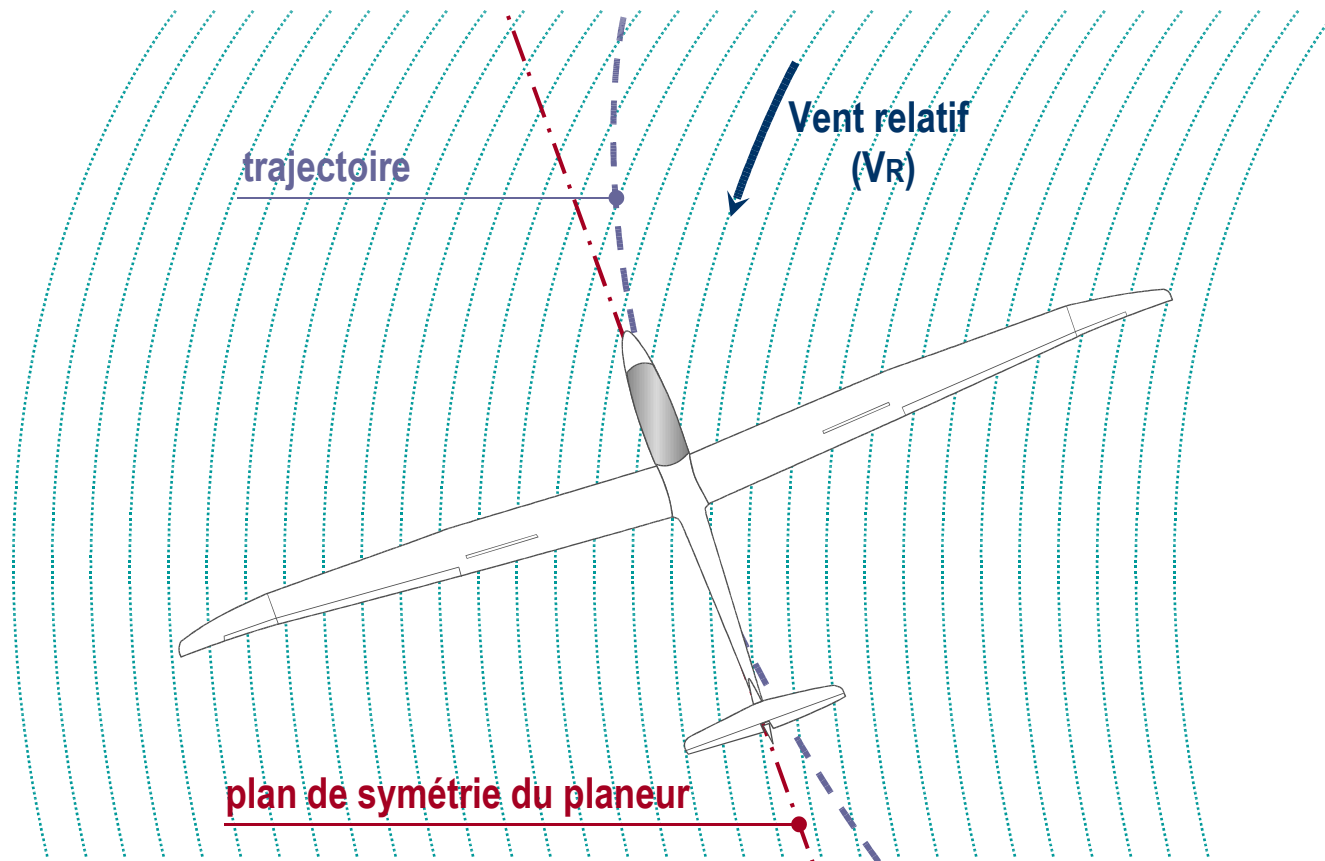
On parlera de « vol dérapé à gauche » si le vent relatif vient de la gauche par rapport au plan de symétrie du planeur.



En virage

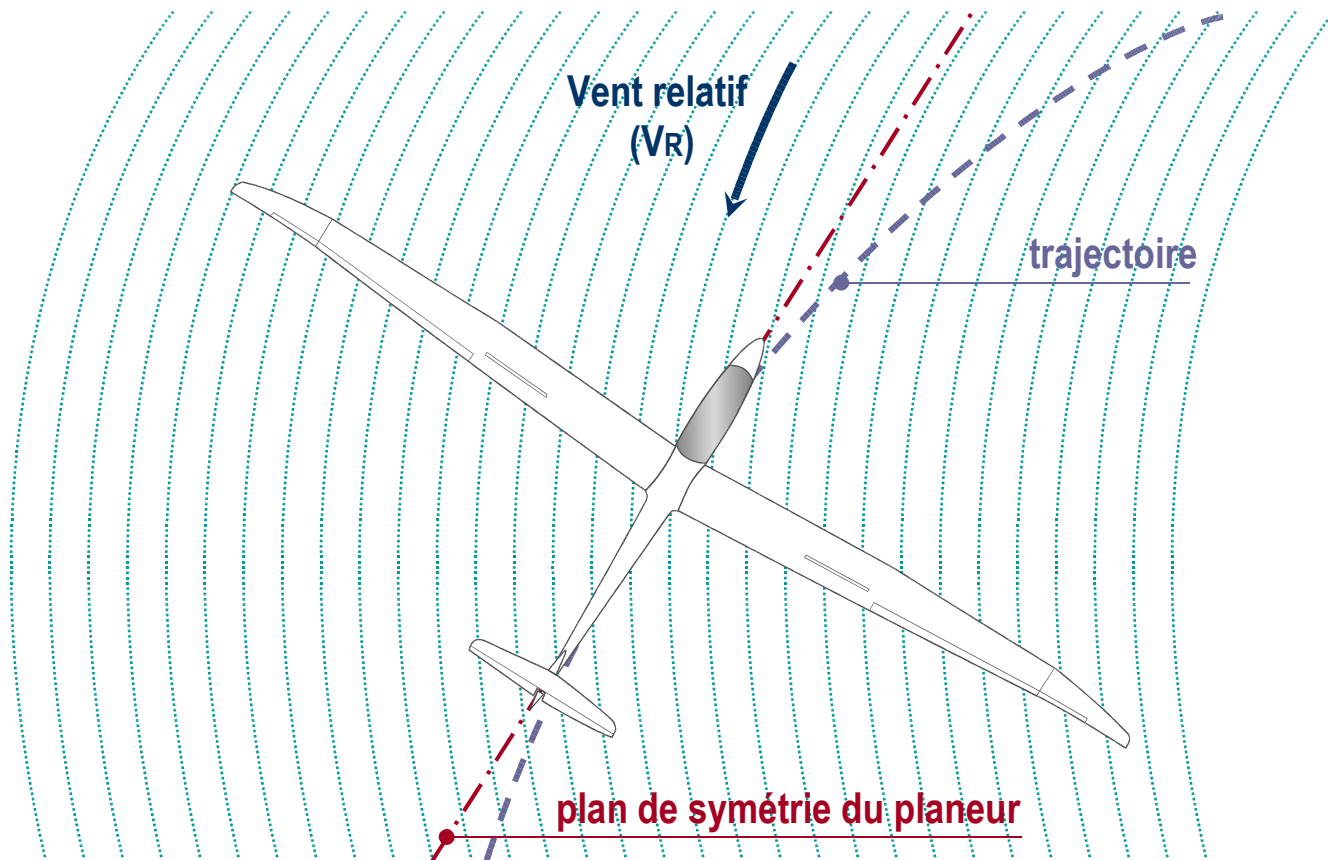
Vol dérapé intérieur :

On parlera de « vol dérapé intérieur » si le vent relatif vient de l'intérieur du virage.



Vol dérapé extérieur :

On parlera de « vol dérapé extérieur » si le vent relatif vient de l'extérieur du virage.

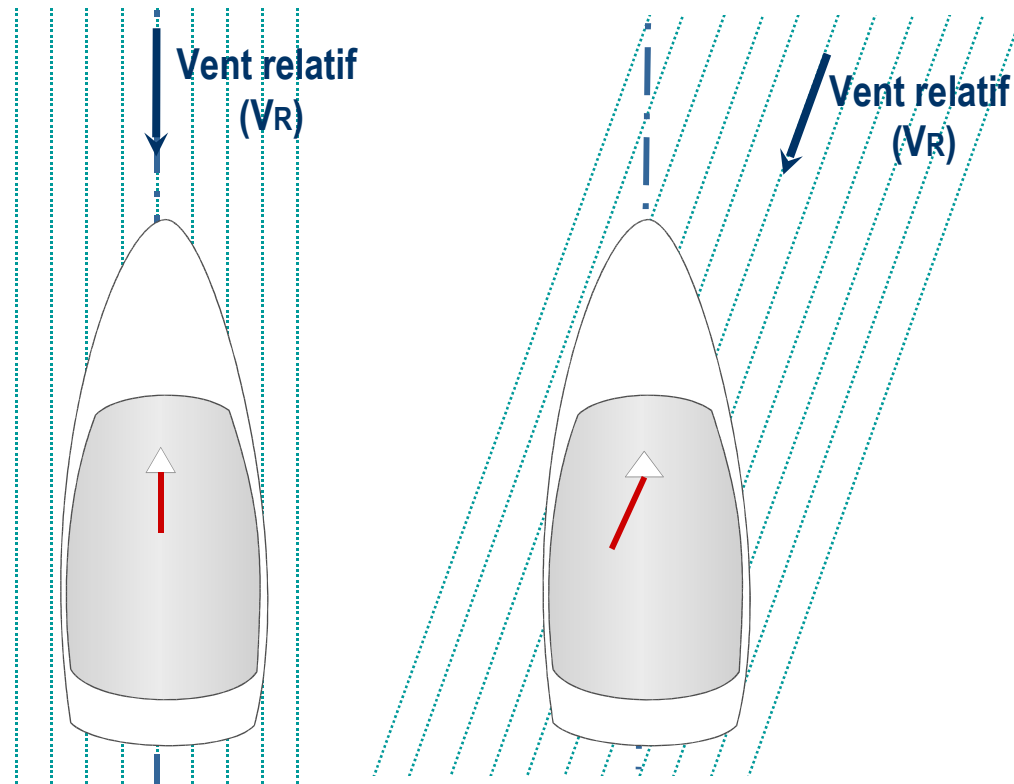


MOYENS DE CONTRÔLE DE LA SYMÉTRIE DU VOL



Le fil de laine

Placé, sur la verrière, dans l'axe de symétrie du planeur :

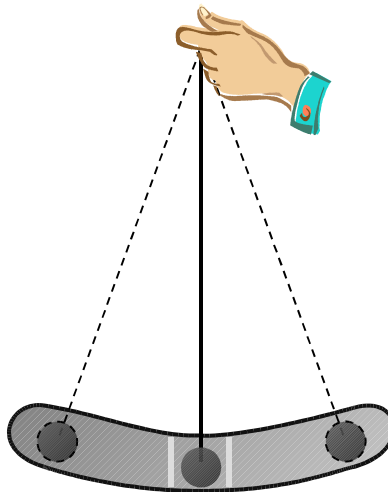


il indique la direction du vent relatif, comme une « girouette ».



La bille

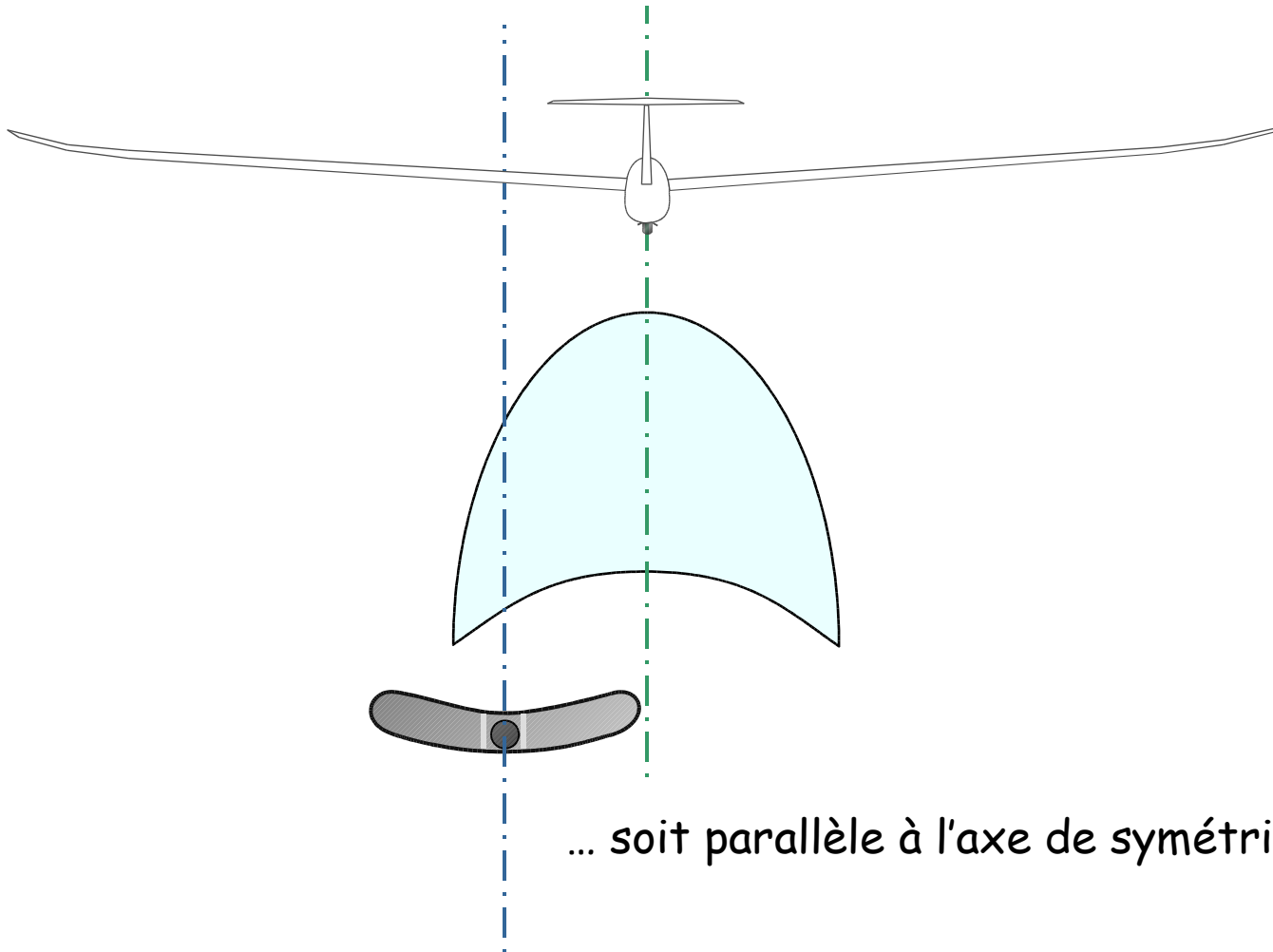
Elle est comparable à un pendule ;



placé dans un tube, dans lequel elle décrit un arc de cercle, elle n'est sensible qu'aux accélérations latérales.



Sur le tableau de bord, elle est placée telle que son axe de symétrie...

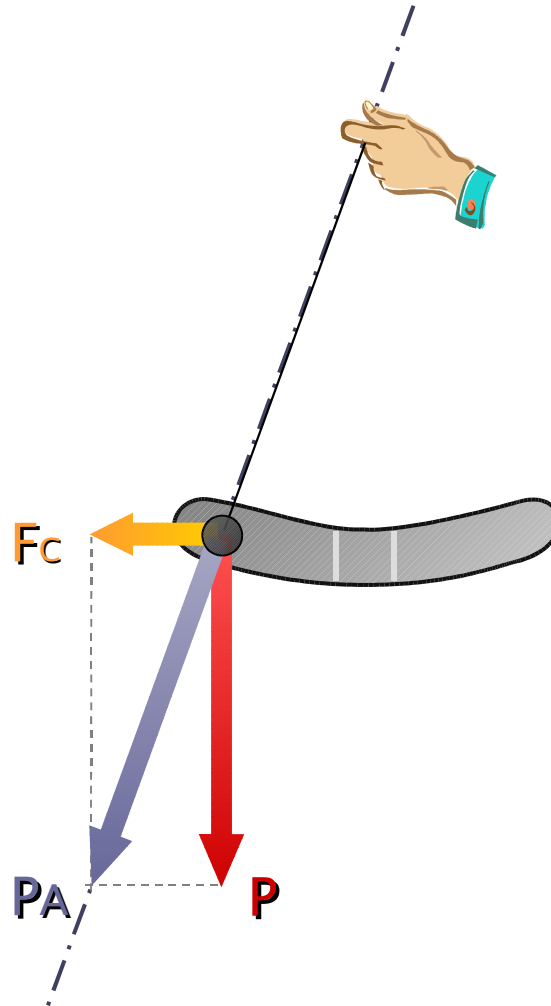


... soit parallèle à l'axe de symétrie du planeur.



Elle est soumise à :

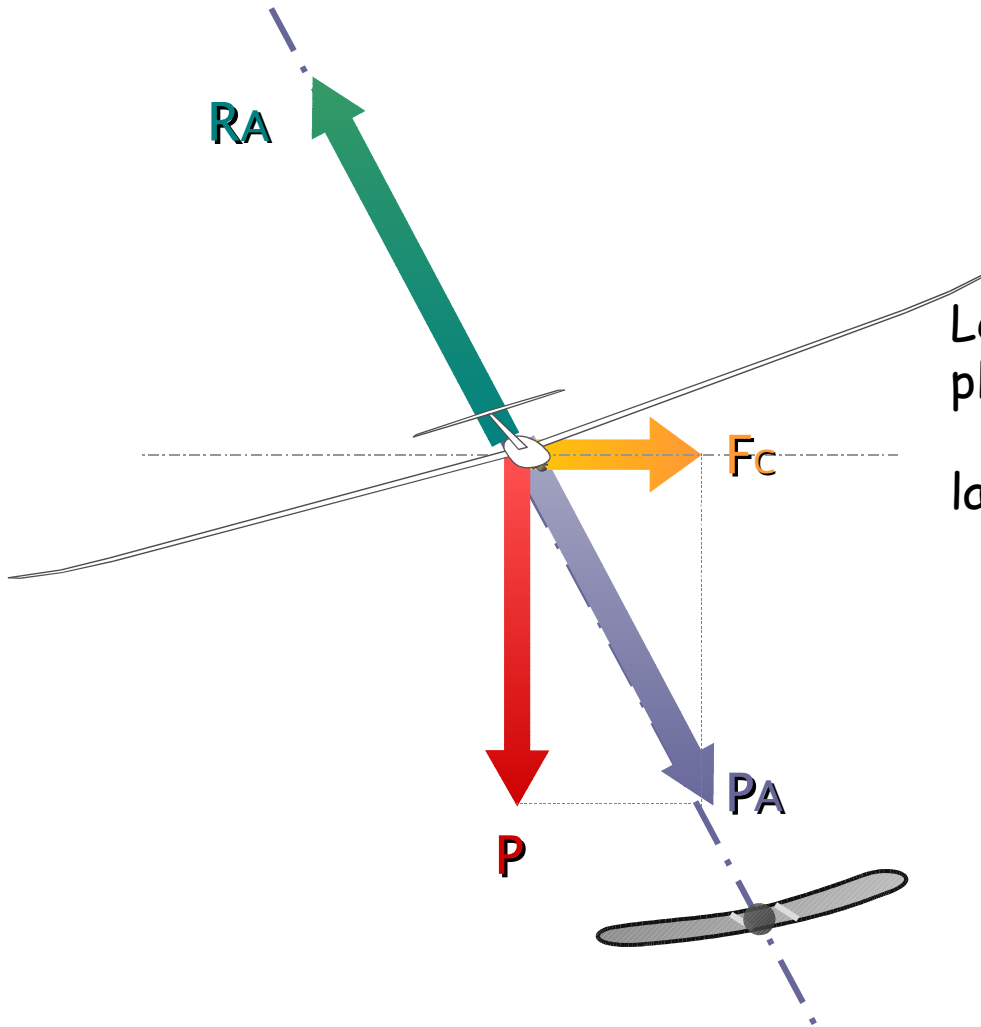
- son poids,
- les forces d'inertie dues aux accélérations latérales ;



la bille indique donc la direction du poids apparent PA .



En vol symétrique

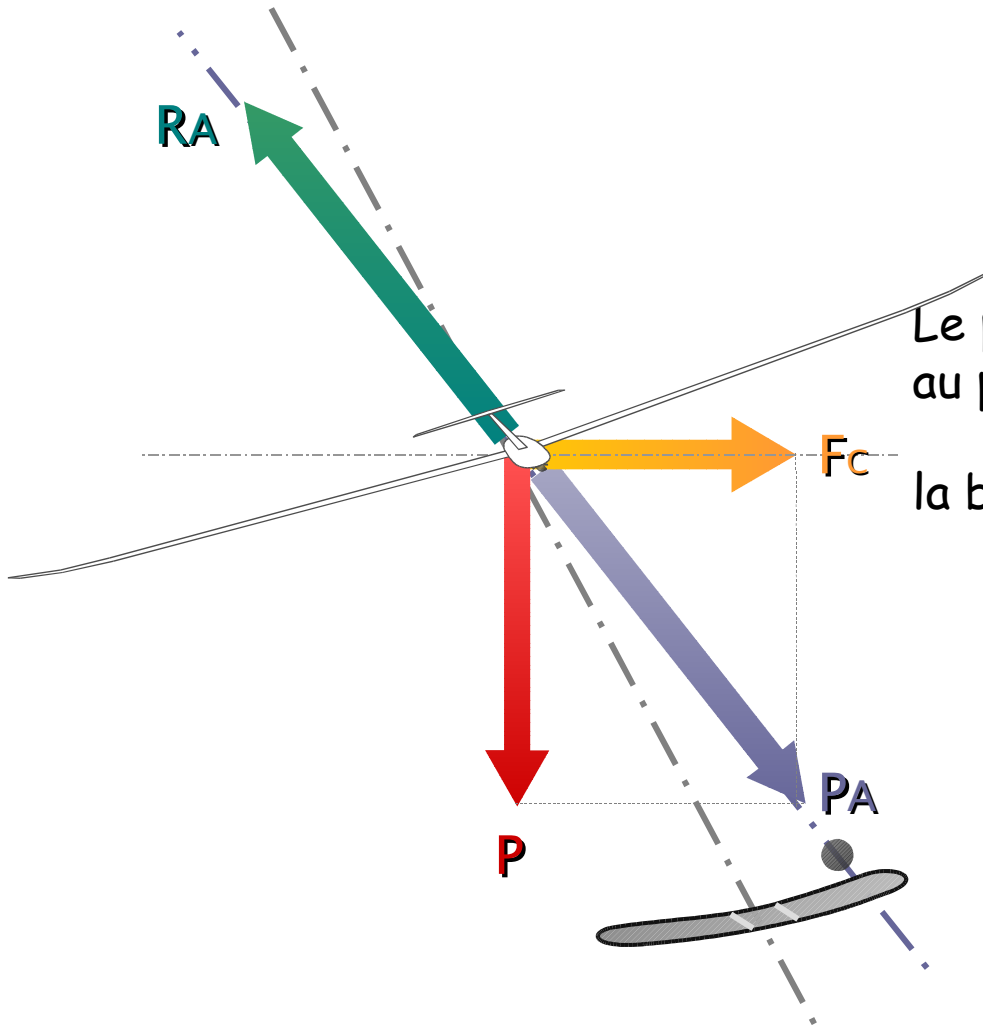


Le poids apparent PA est parallèle au plan de symétrie du planeur :

la bille est au milieu.



En vol dérapé



Le poids apparent PA n'est plus parallèle au plan de symétrie du planeur :

la bille n'est plus au milieu.



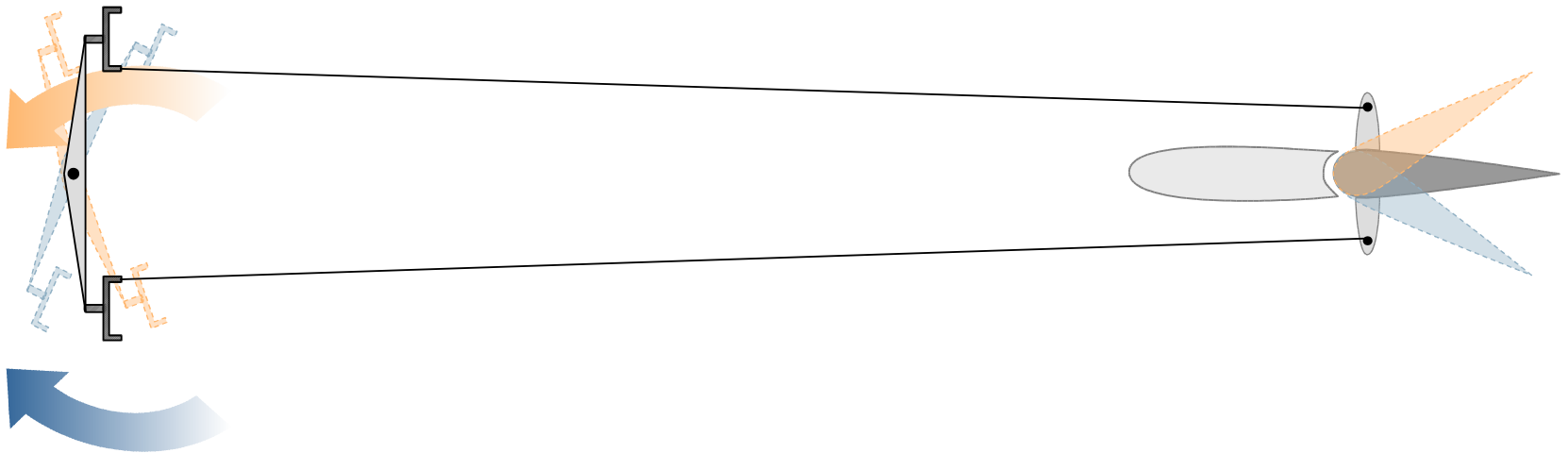
COMMANDE DE SYMÉTRIE

LES PALONNIERS



une commande :
les palonniers

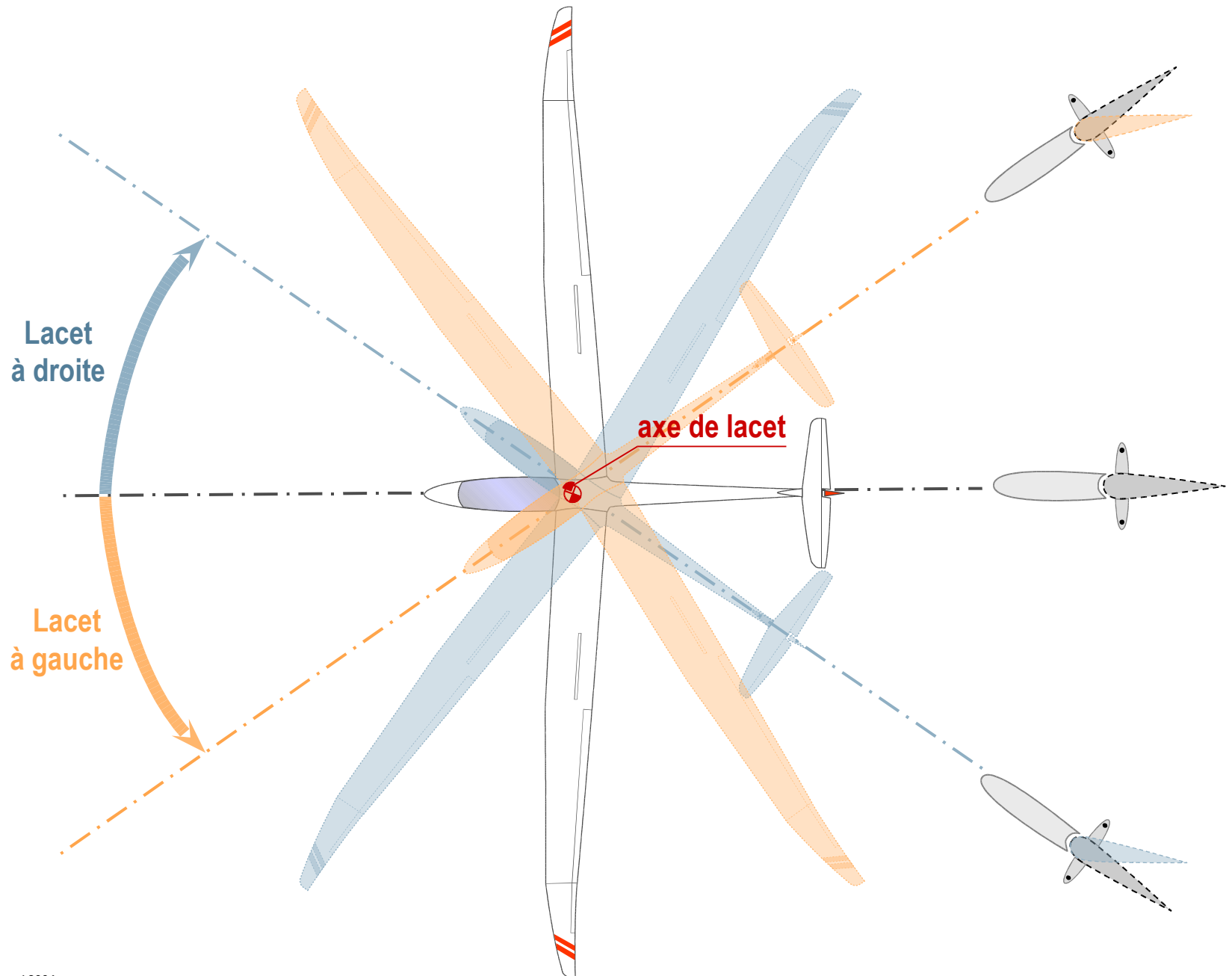
une gouverne :
la gouverne de symétrie
ou gouverne de direction



Les palonniers commandent le braquage de la gouverne de direction...



... et permettent de faire pivoter le planeur autour de son axe de lacet ;



LE LACET INDUIT



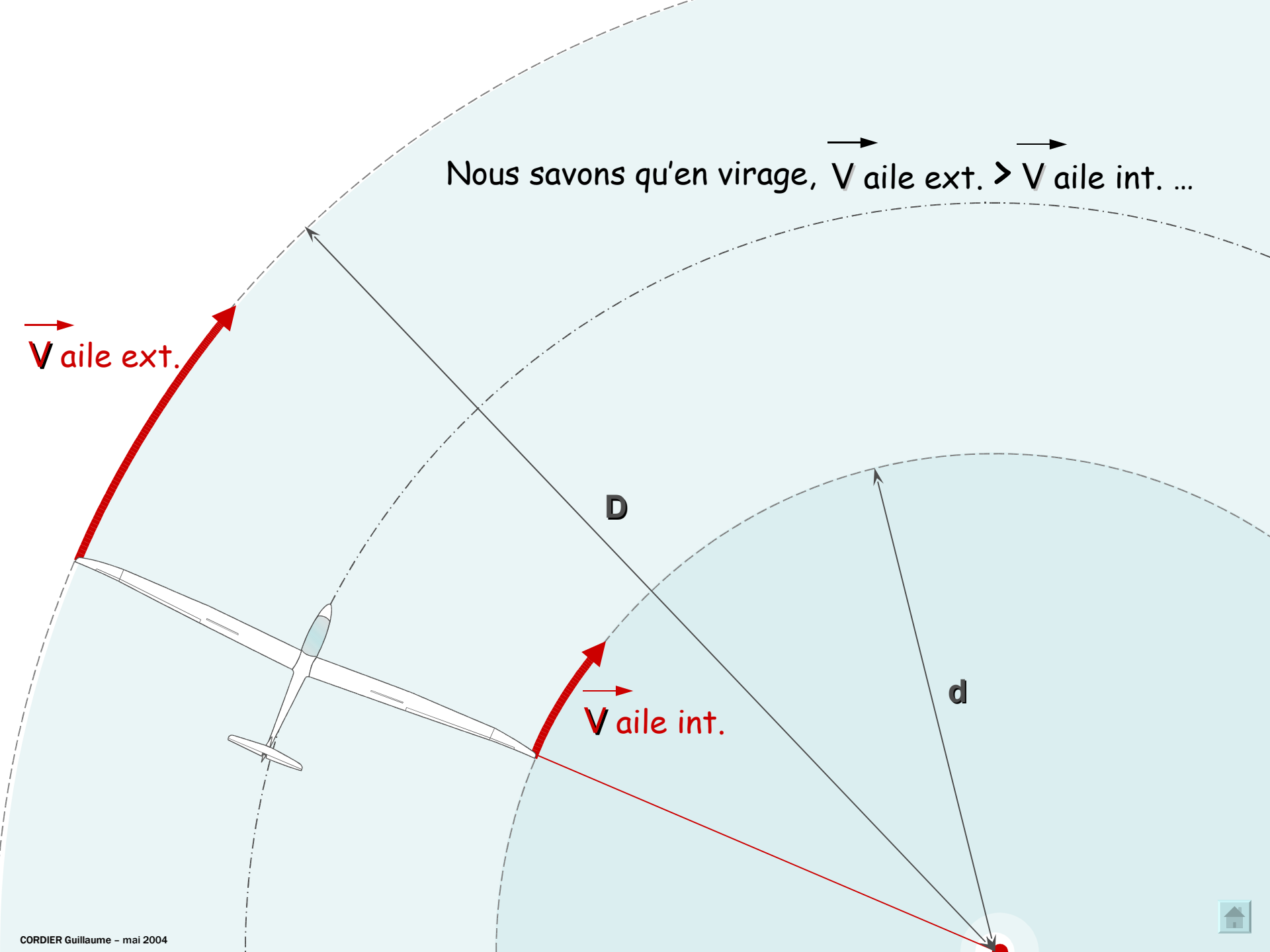
Nous savons qu'en virage, $\vec{V}_{\text{aile ext.}} > \vec{V}_{\text{aile int.}}$...

$\vec{V}_{\text{aile ext.}}$

$\vec{V}_{\text{aile int.}}$

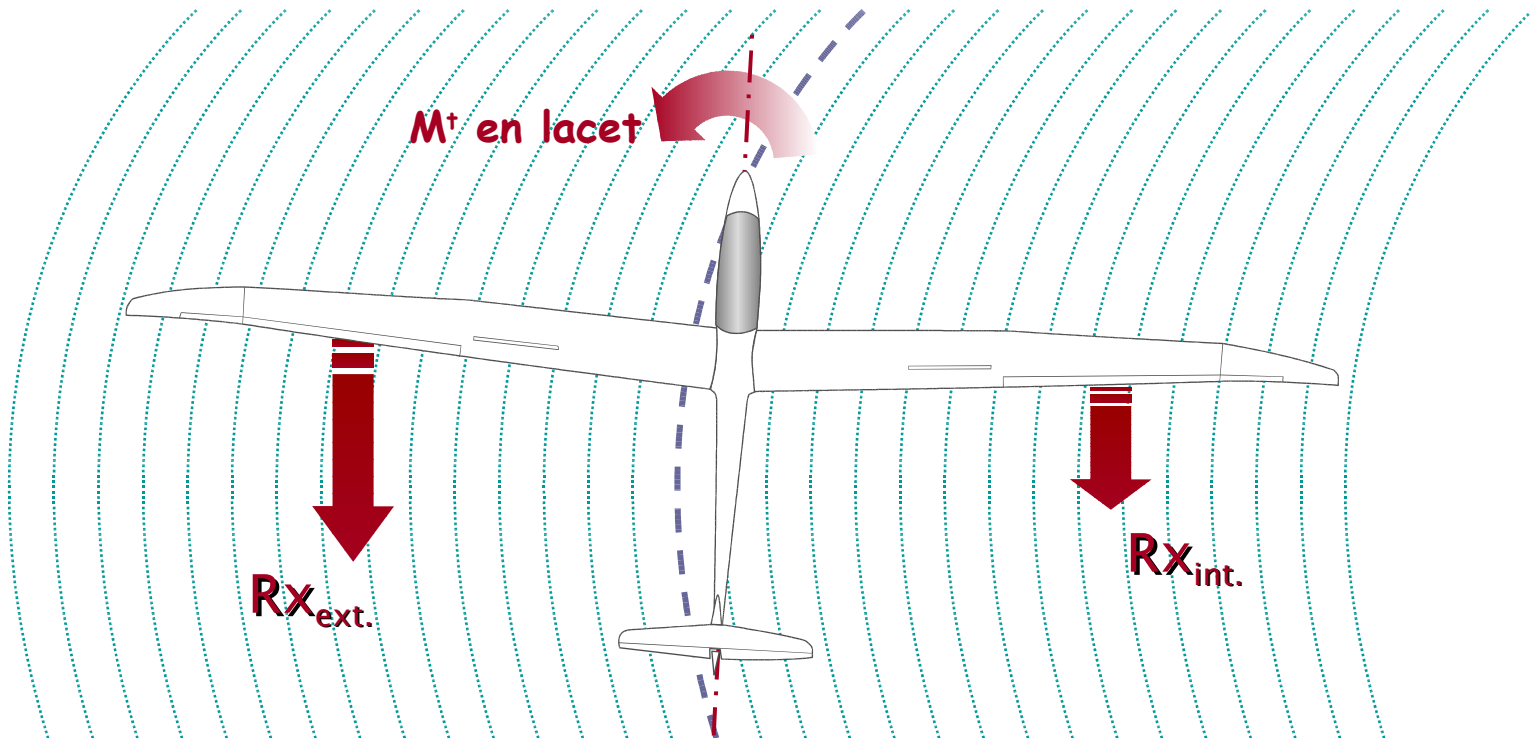
D

d



La traînée R_x étant proportionnelle au carré de la vitesse :

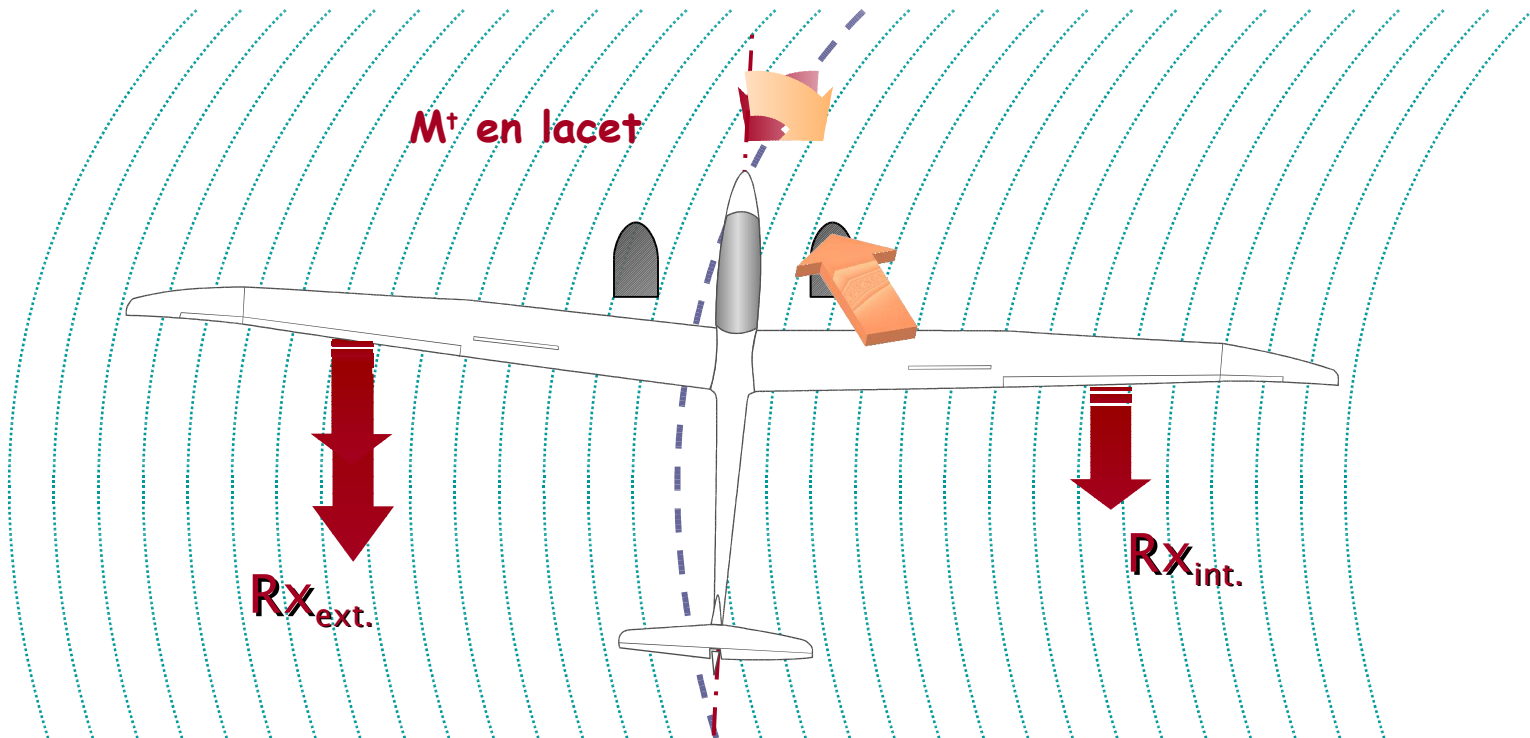
on a aussi : $R_{x_{ext.}} > R_{x_{int.}}$



Un moment de lacet apparaît, qui provoque et entretient un dérapage intérieur ;
c'est le lacet induit.



Pour contrôler le lacet induit,



on exerce une action permanente sur le palonnier à l'intérieur du virage.



LEÇONS EN VOL

SYMÉTRIE EN VIRAGE

- virage symétrique
- virage dérapé intérieur
- virage dérapé extérieur

LE LACET INDUIT

- détection
- correction

SYMÉTRIE EN LIGNE DROITE

- ligne droite symétrique
- ligne droite dérapé

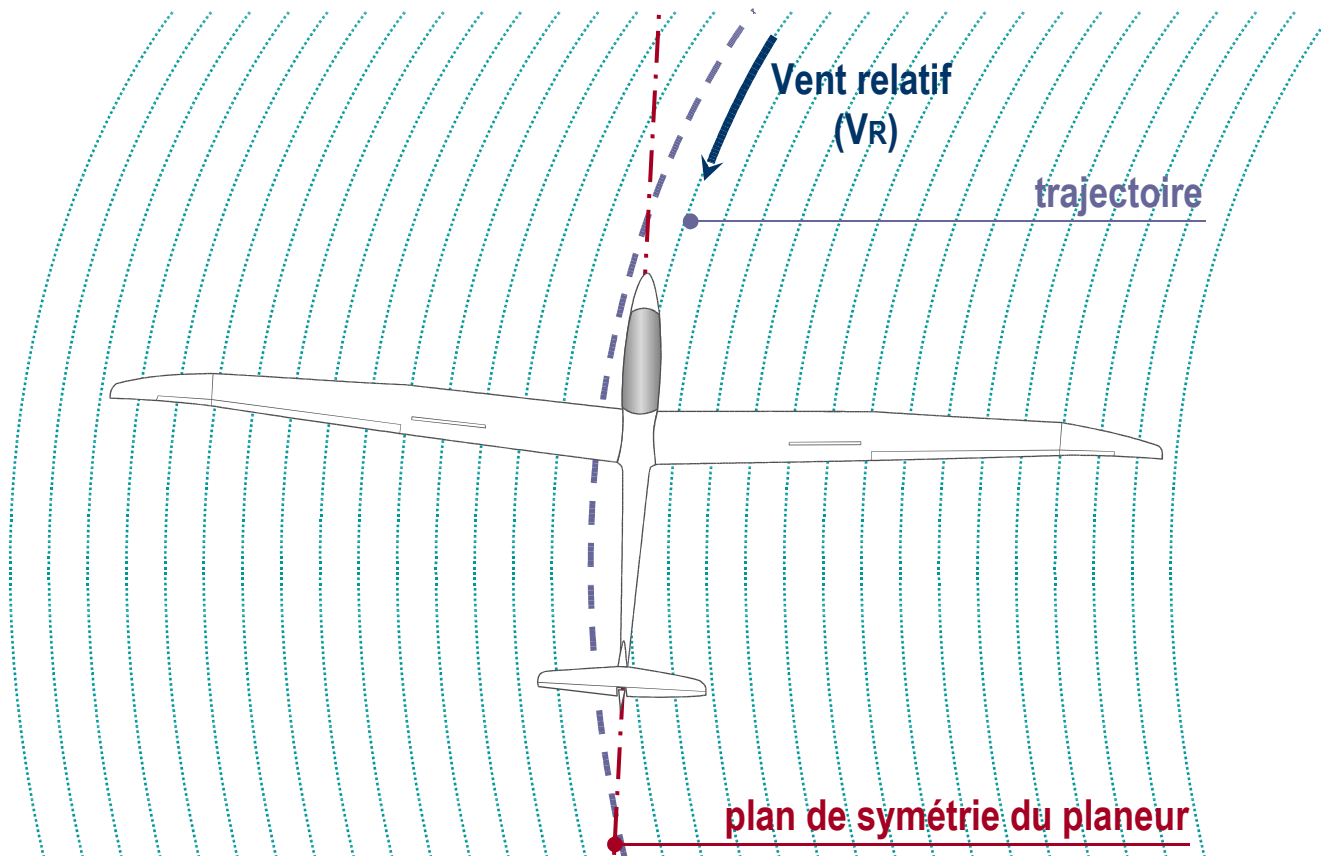


SYMÉTRIE EN VIRAGE



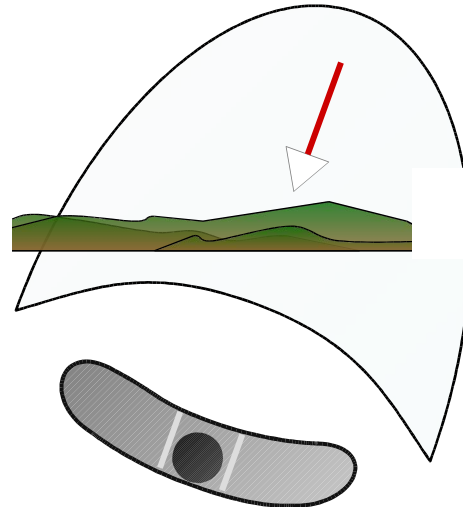
Virage symétrique

L'écoulement aérodynamique est dans l'axe du planeur.



Virage symétrique

Le fil de laine est dans l'axe,



la bille est au milieu.

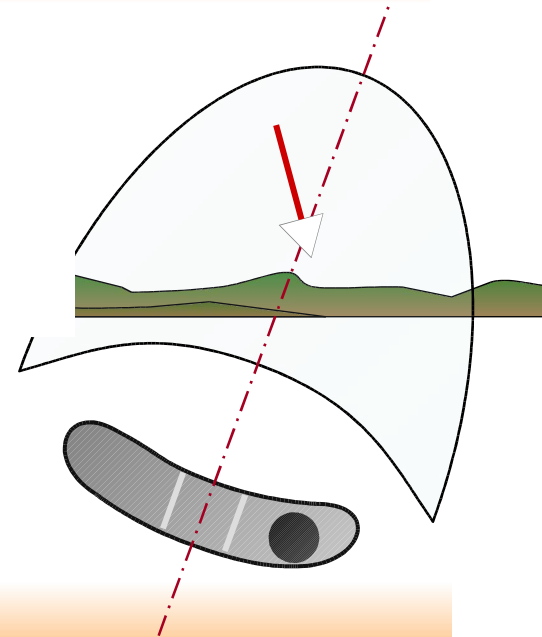
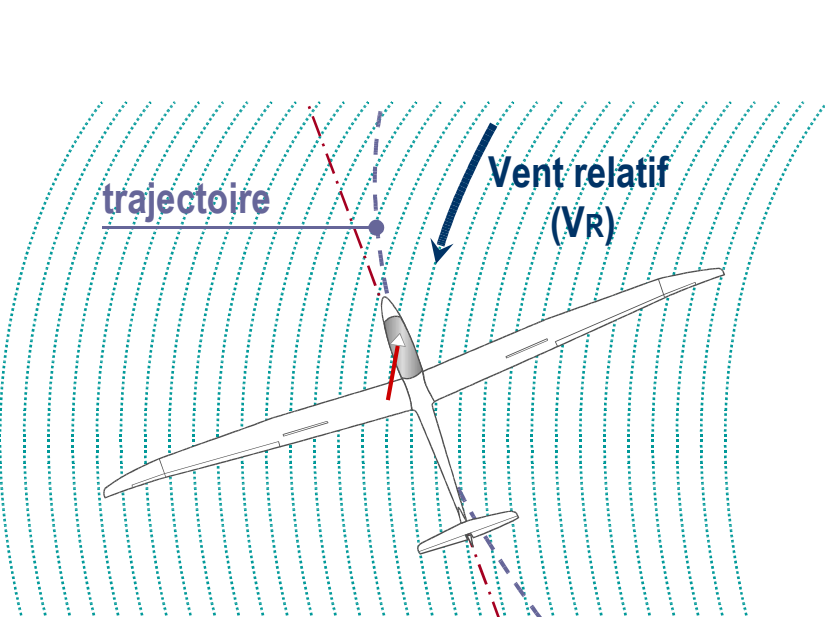
PAS DE CORRECTION !



Virage dérapé intérieur

Le planeur est en virage à droite.

Le fil de laine indique que le vent relatif vient de l'intérieur du virage ;

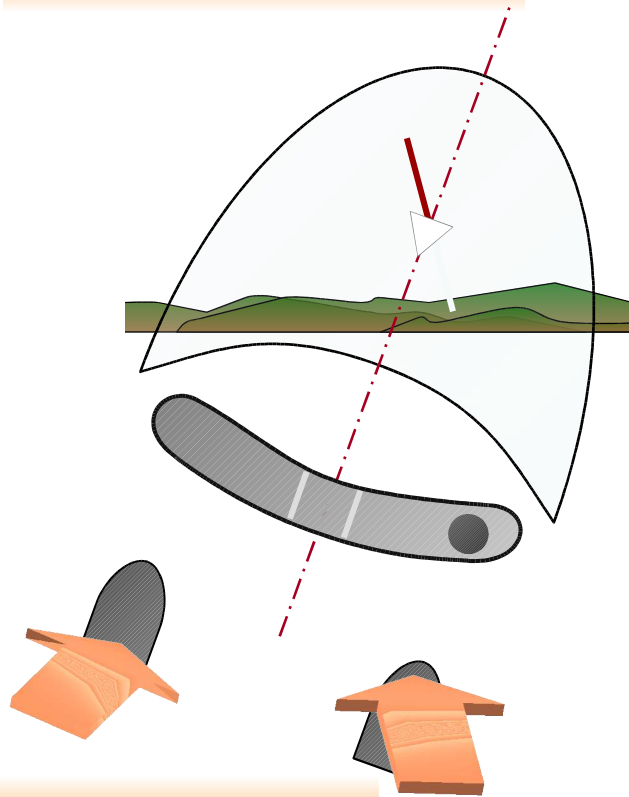


la bille est à l'intérieur du virage.



Correction

Le fil de laine indique que le vent relatif vient de l'intérieur du virage ;
la bille est à l'intérieur du virage.



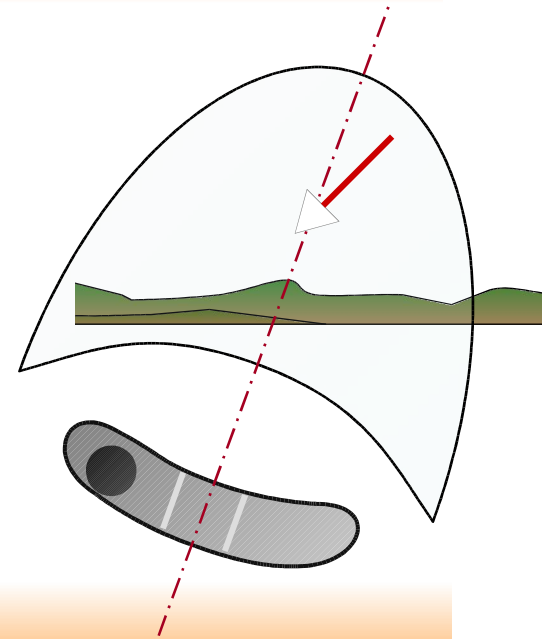
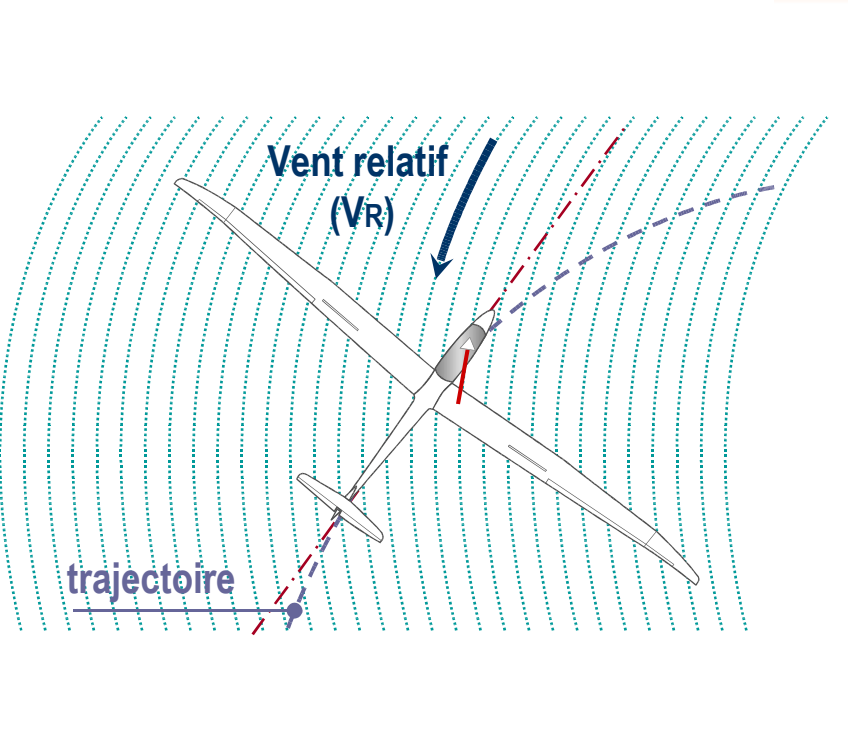
action sur le palonnier intérieur... jusqu'au retour au vol symétrique
puis on neutralise son action aux palonniers.



Virage dérapé extérieur

Le planeur est en virage à droite.

Le fil de laine indique que le vent relatif vient de l'extérieur du virage ;

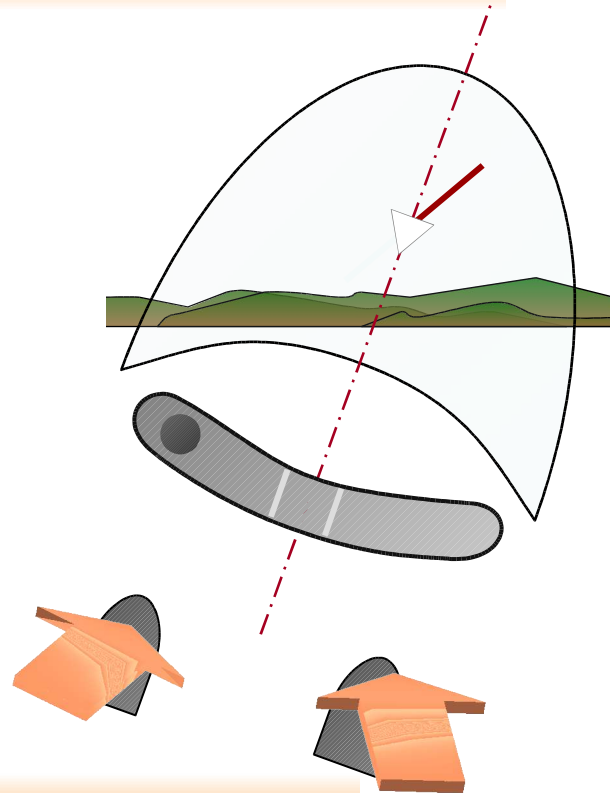


la bille est à l'extérieur du virage.



Correction

Le fil de laine indique que le vent relatif vient de l'extérieur du virage ;
la bille est à l'extérieur du virage.



action sur le palonnier extérieur... jusqu'au retour au vol symétrique
puis on neutralise son action aux palonniers.

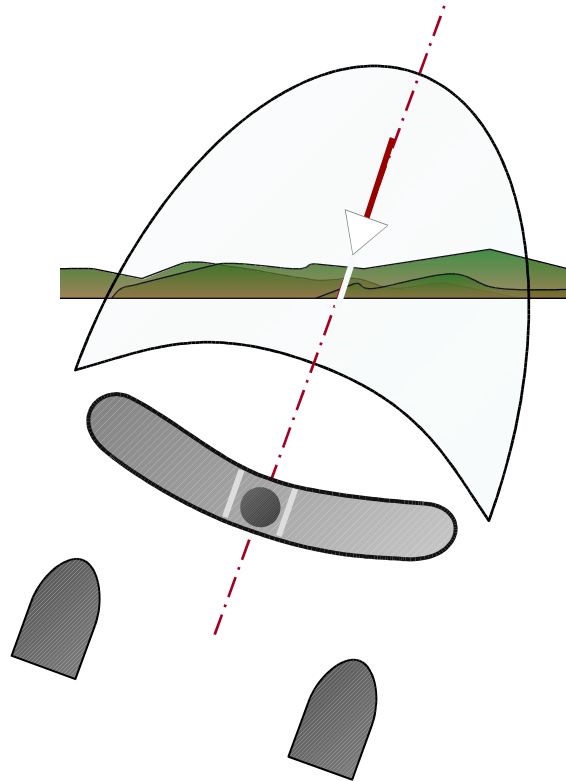


LE LACET INDUIT



Détection

En virage, palonniers au neutre,

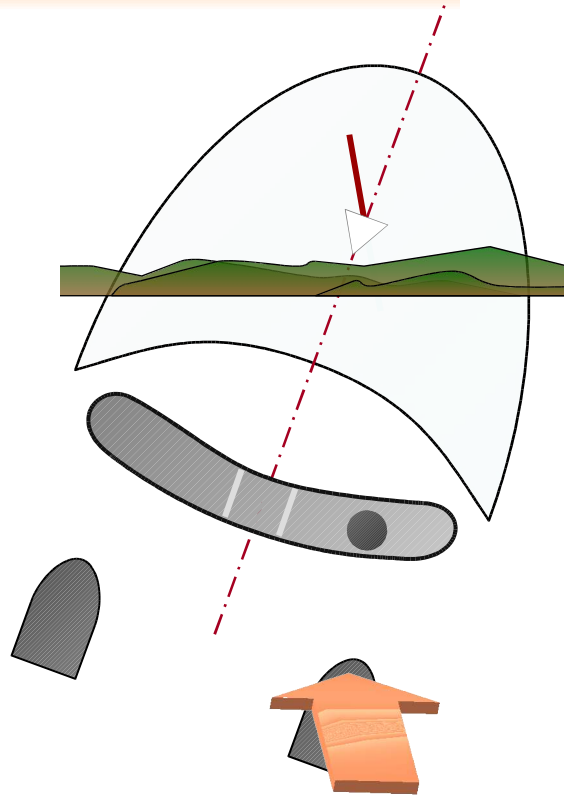


il y a apparition d'un dérapage intérieur.
c'est le lacet induit.



Correction

Le fil de laine indique que le vent relatif vient de l'intérieur du virage ;
la bille est à l'intérieur du virage.



On s'oppose au lacet induit par une action permanente sur le palonnier intérieur.

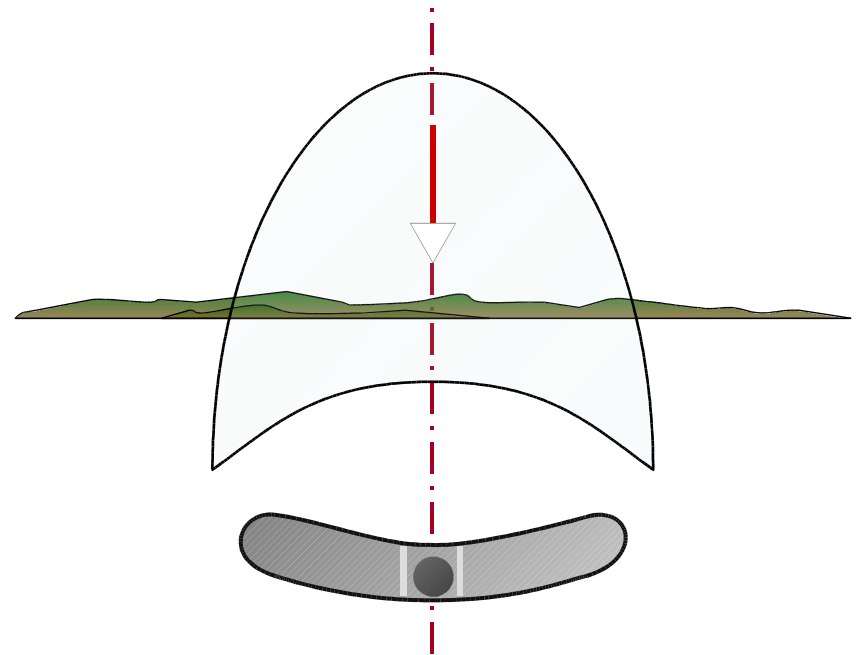
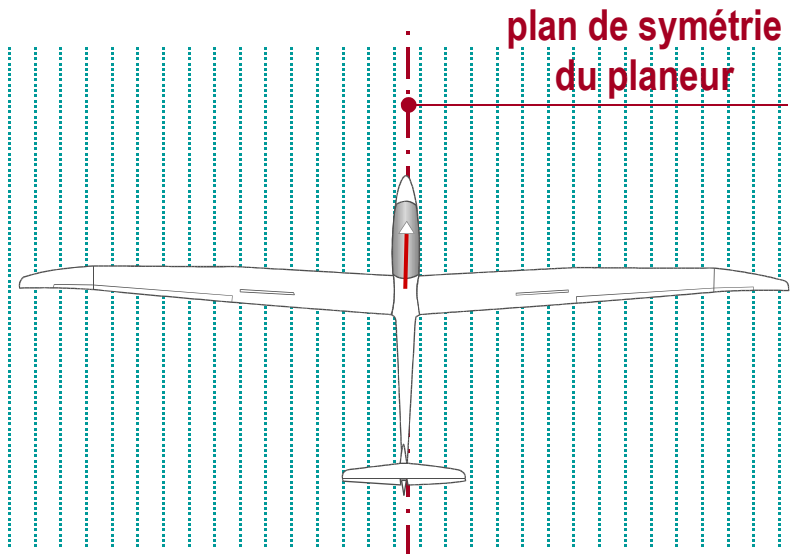


SYMÉTRIE EN LIGNE DROITE



Ligne droite symétrique

Il n'y a pas de défilement du repère capot sur l'horizon ;
le fil de laine est dans l'axe de symétrie du planeur,



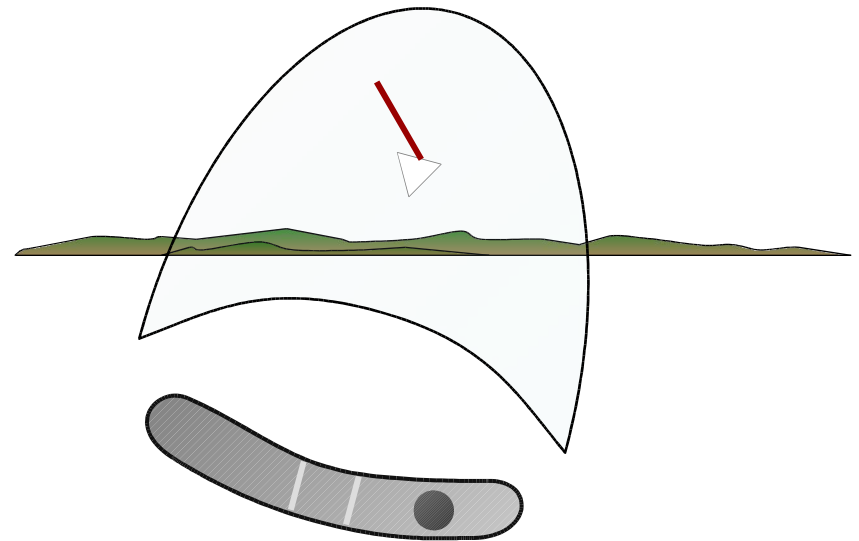
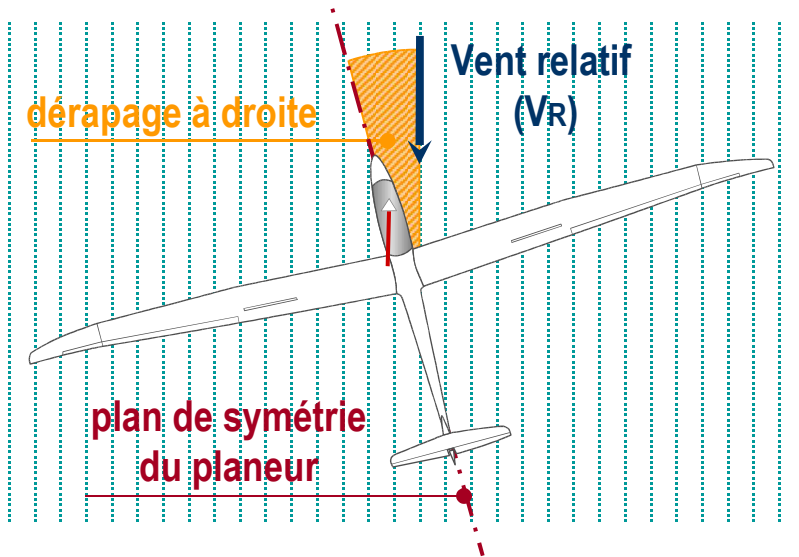
la bille est au milieu.

PAS DE CORRECTION !



Ligne droite dérapée

Pas de défilement du repère capot sur l'horizon : le planeur est en ligne droite.
le fil de laine indique que le vent relatif vient de la droite,



la bille est à droite ;

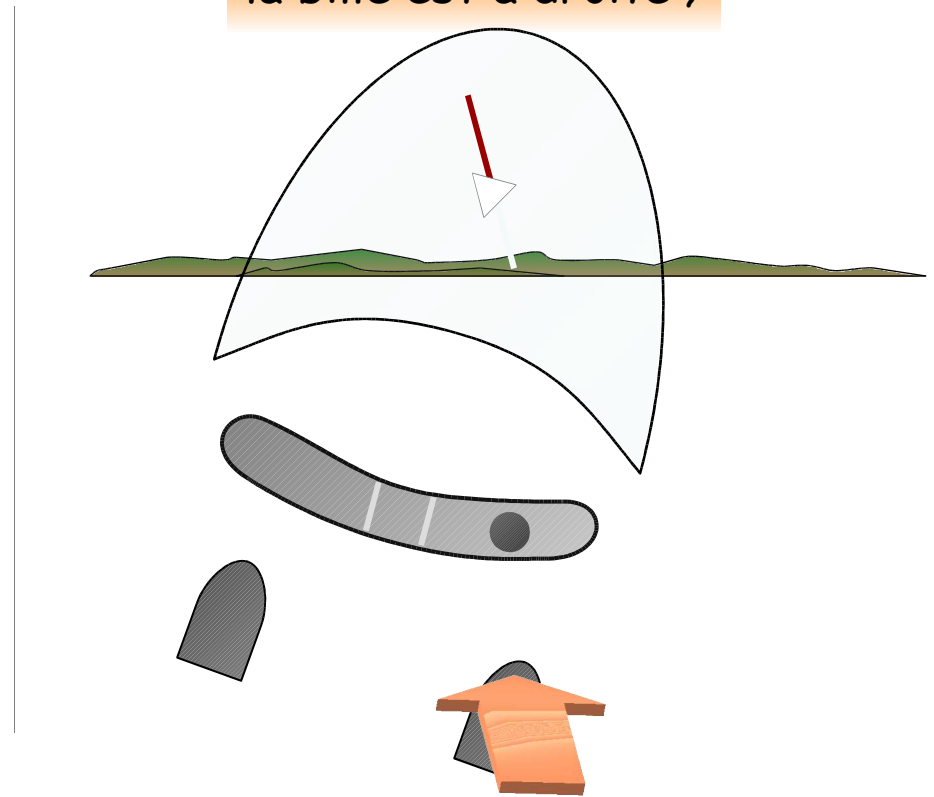
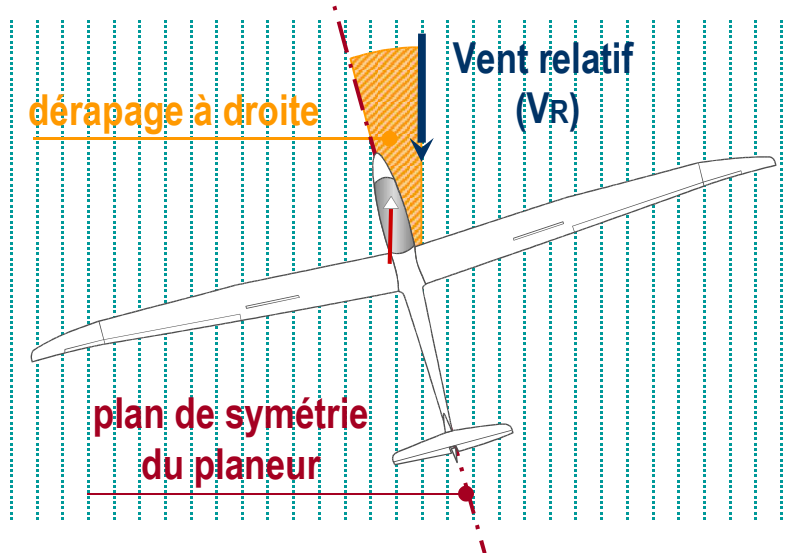
la ligne droite est dérapée à droite.



Correction (en 2 temps)

1 Retour au vol symétrique

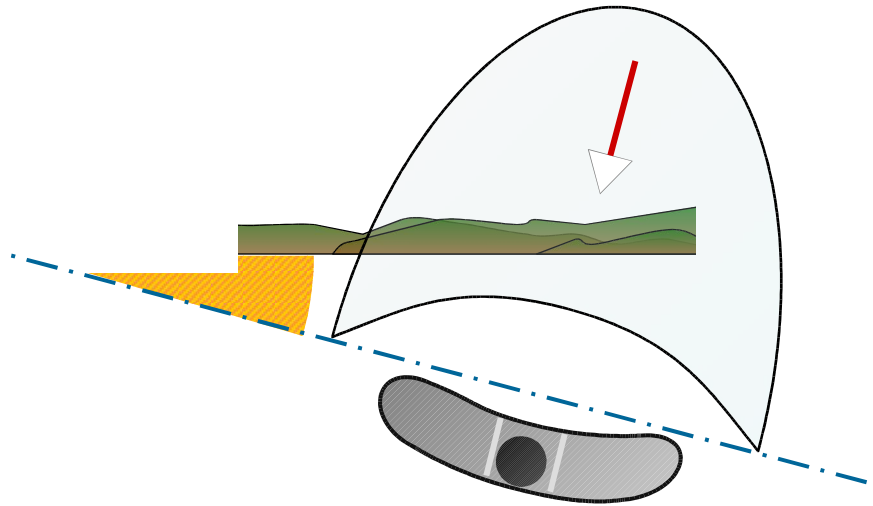
le fil de laine indique que le vent relatif vient de la droite,
la bille est à droite ;



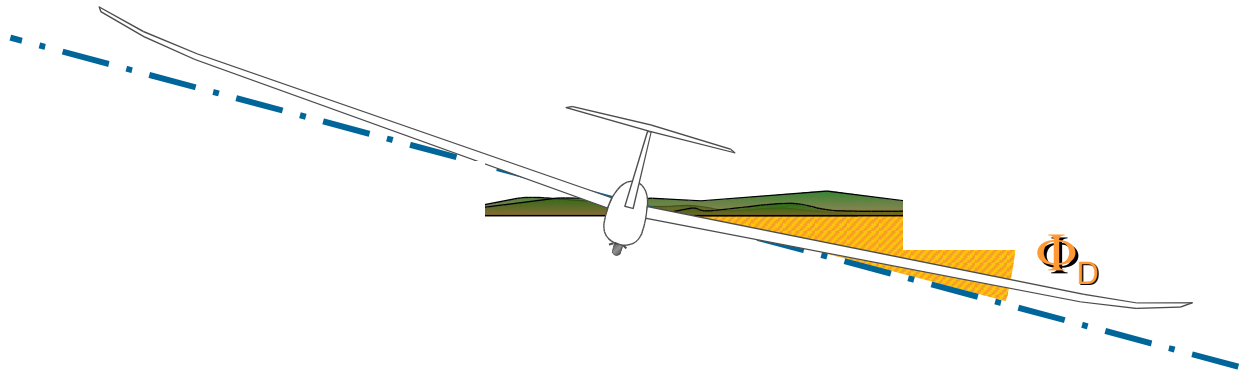
action sur le palonnier à droite (du côté du vent relatif)

... jusqu'au retour au vol symétrique





Le repère capot est alors penché à droite ;
il y a défilement du repère capot sur l'horizon vers la droite :

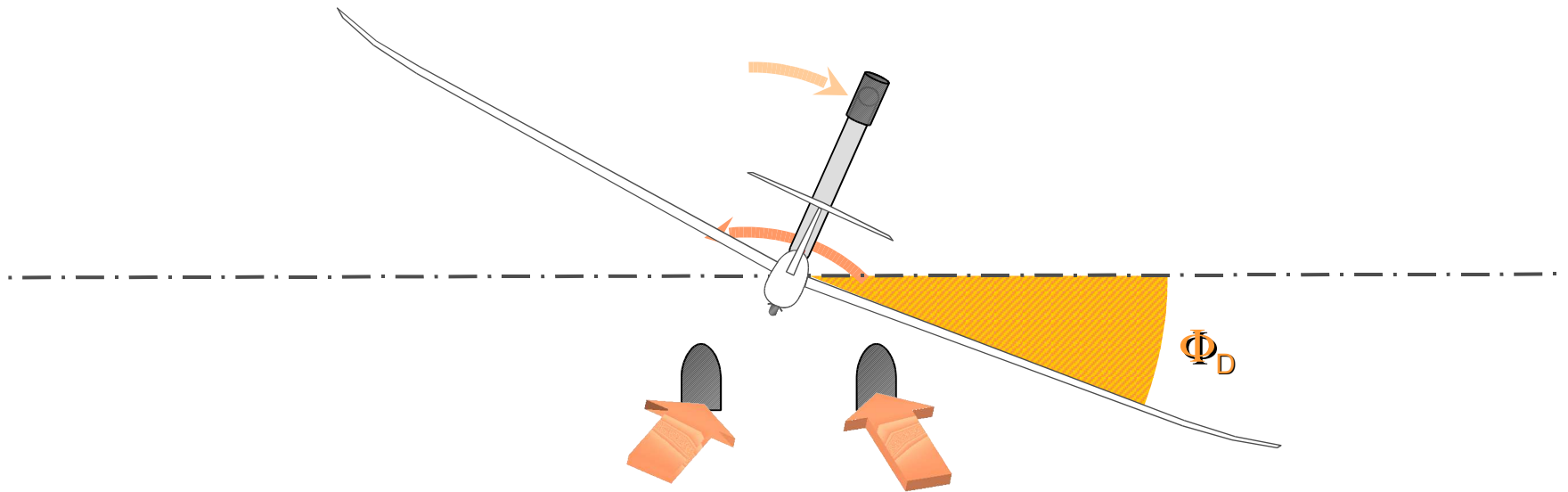


le planeur est incliné à droite.



2 Retour à inclinaison nulle

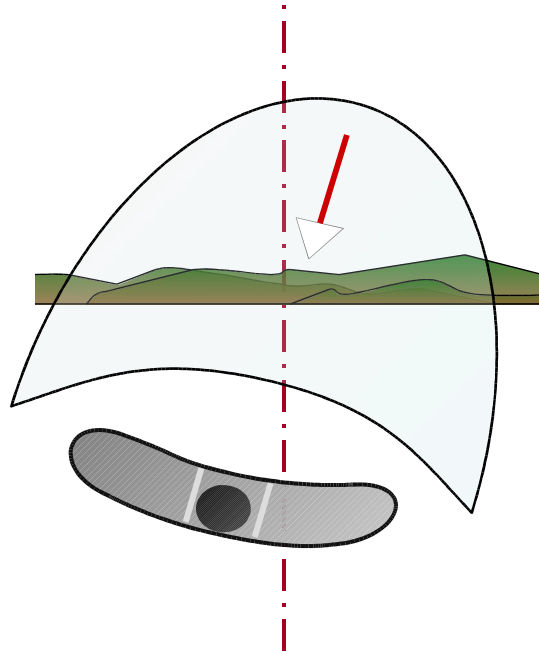
on diminue l'inclinaison en conjuguant...



... jusqu'au retour à l'inclinaison nulle,
puis on neutralise son action aux commandes...



... il y a arrêt du défilement du repère capot sur l'horizon.



- absence de défilement du repère capot sur l'horizon
- fil de laine dans l'axe de symétrie du planeur
- bille au milieu

⇒ la ligne droite est de nouveau symétrique.



BIBLIOGRAPHIE et RÉFÉRENCES

Manuel du pilote vol à voile

La symétrie du vol – *Phase 2 / p°39*

Le lacet induit – *Phase 2 / p°41*

Guide de l'instructeur vol à voile

Symétrie p°45

Mécanique du vol des planeurs p°29 à 41

Définitions p°29

Mécanique du vol dérapé p°30, 31

Effet du dérapage sur l'équilibre des forces p°31 à 34

Contrôle de la symétrie et du dérapage p°36 à 41

