

# LE VIRAGE À MOYENNE INCLINAISON

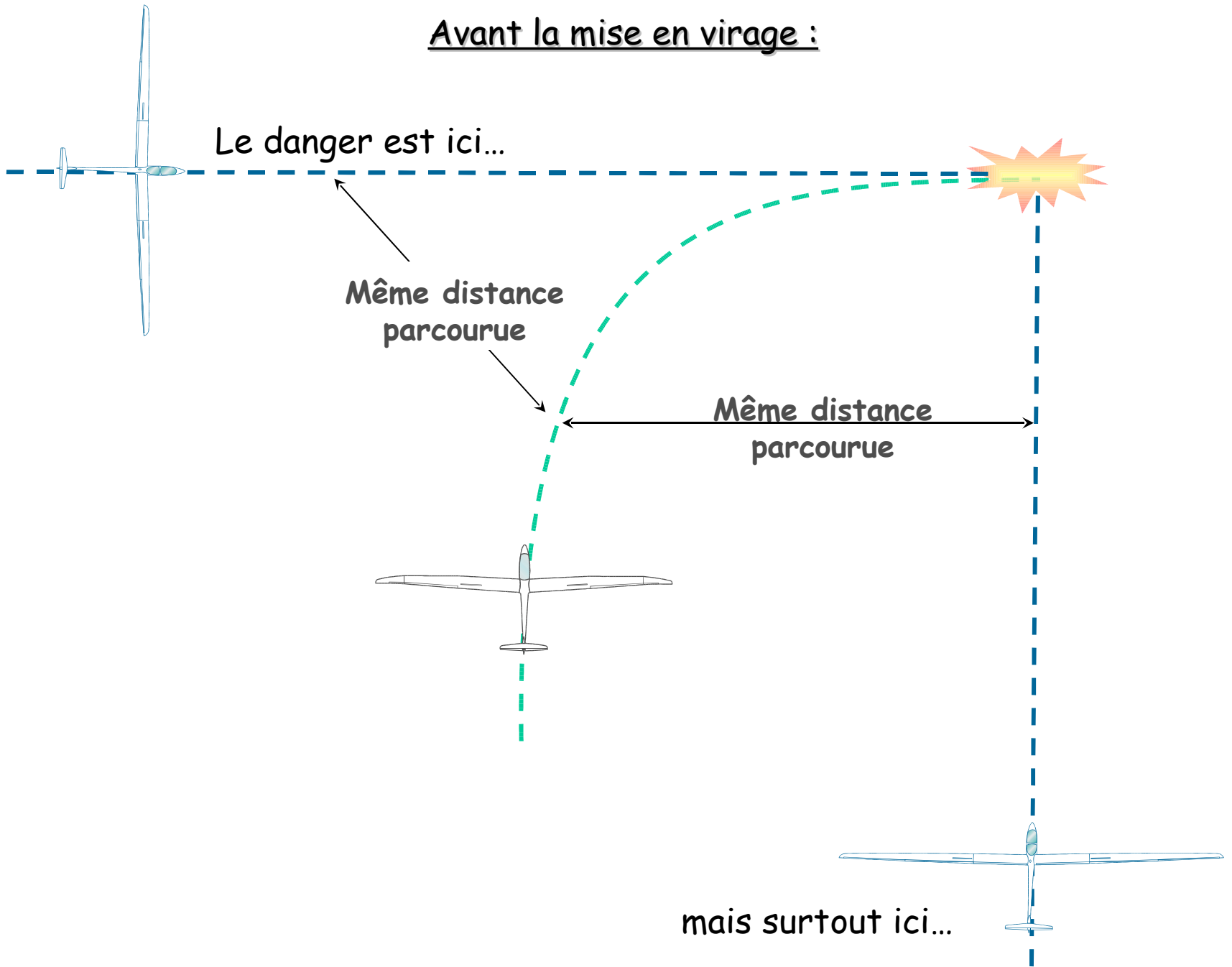
## Objectifs :

- Changer de direction en sécurité
- Stabiliser le virage

# SÉCURITÉ ANTI-ABORDAGE



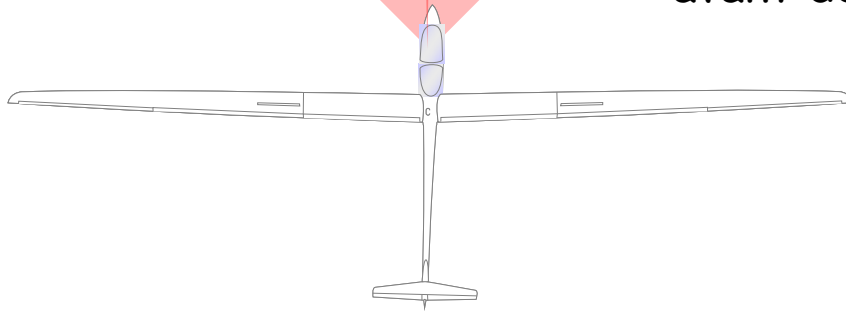
# Avant la mise en virage :

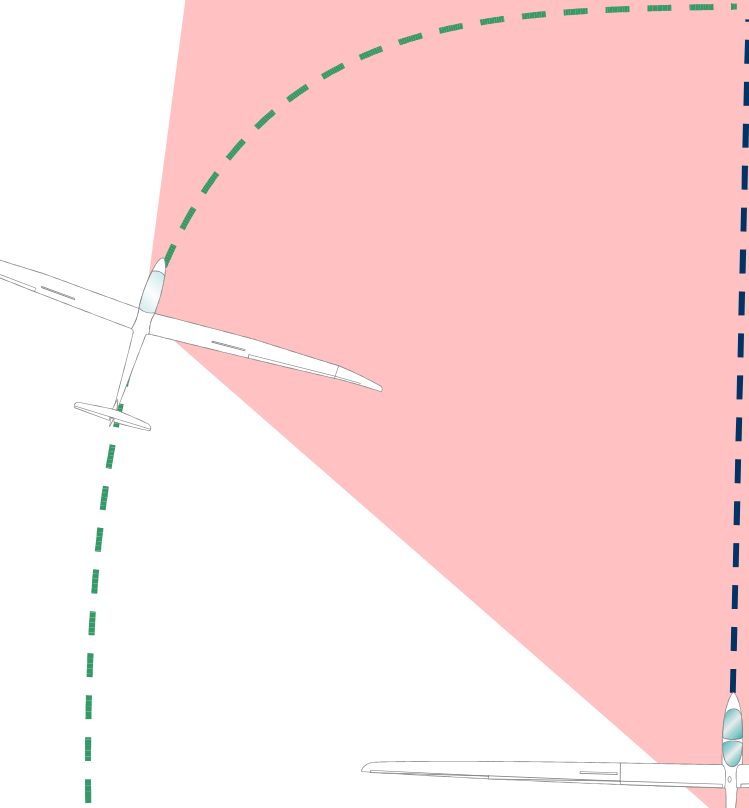


**Avant de se mettre en virage,**

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.

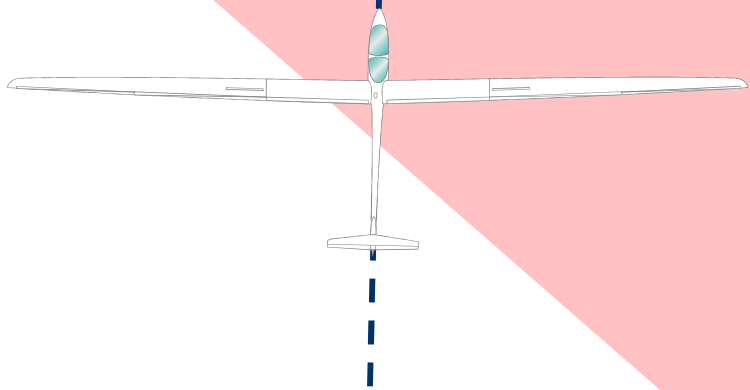


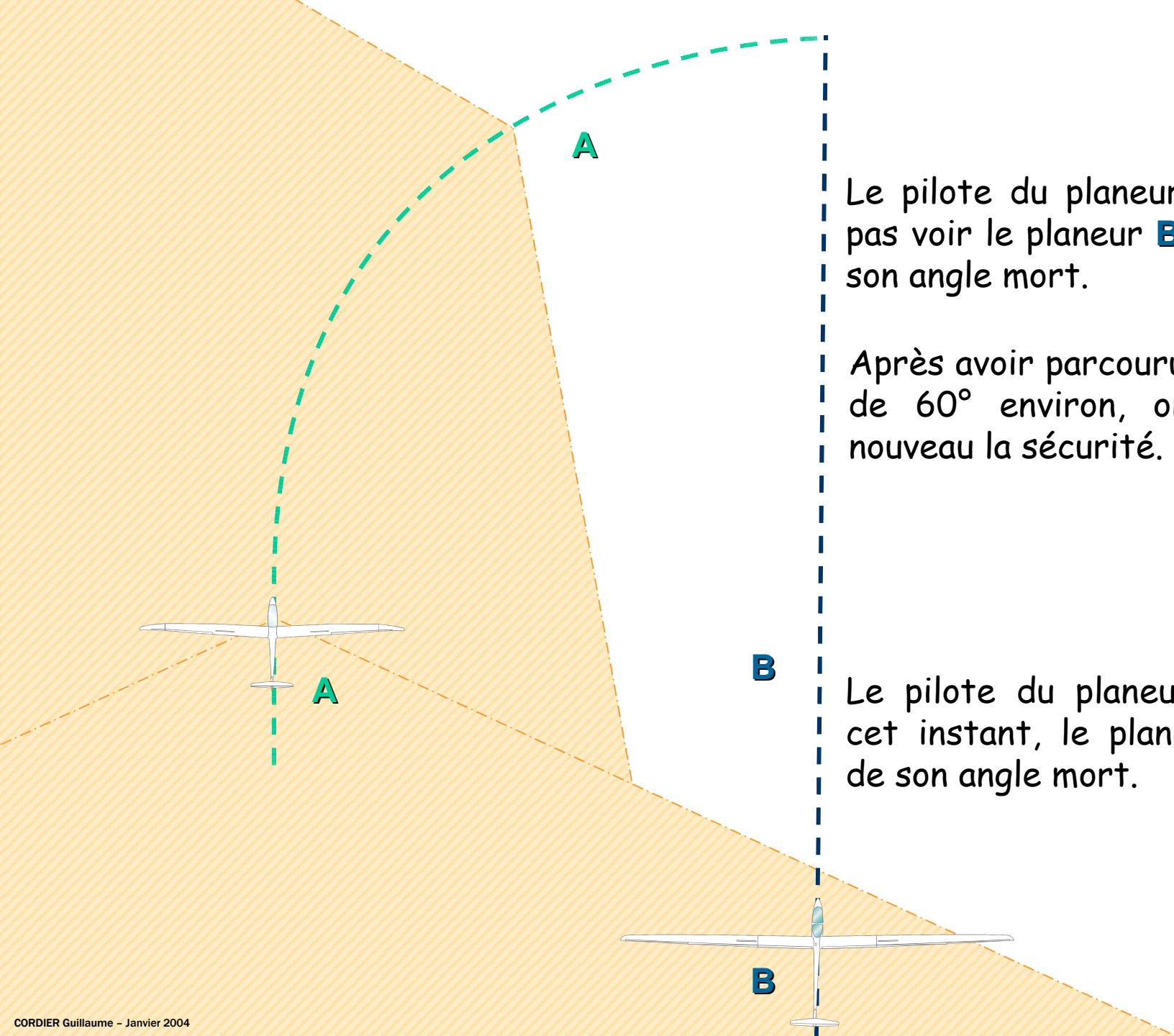


**Une fois la mise en virage effectuée**, on balaye à nouveau le plan de notre trajectoire à l'intérieur du virage.

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.





A

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

Après avoir parcouru un secteur de  $60^\circ$  environ, on assure à nouveau la sécurité.

A

B

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

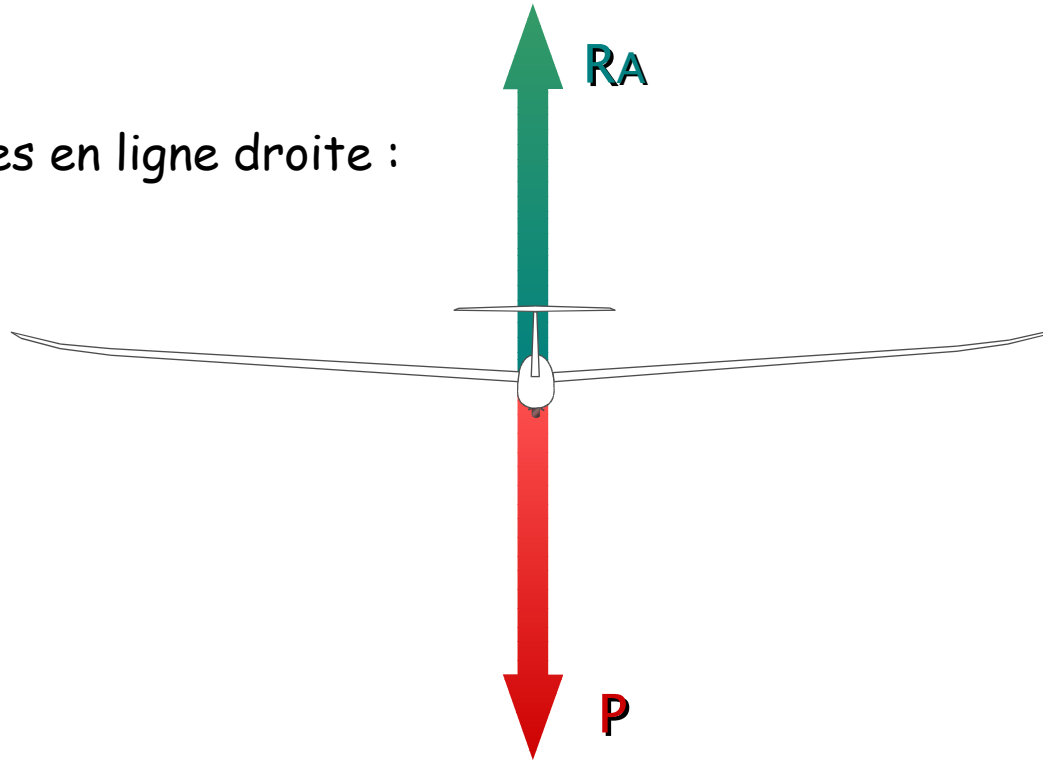
B



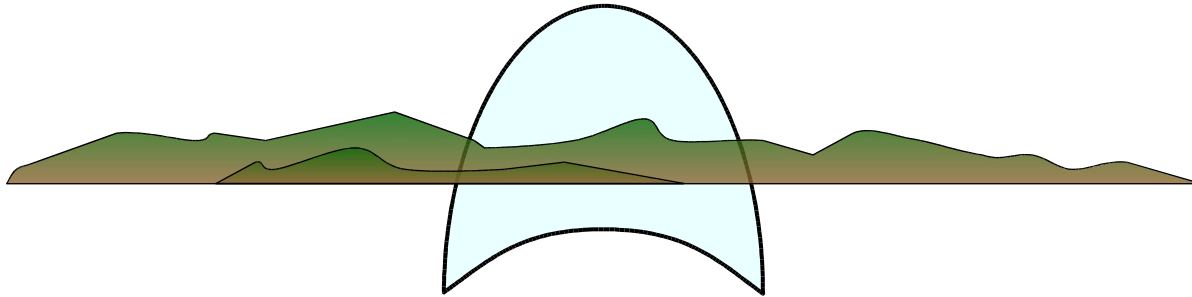
# ORIGINE DU VIRAGE

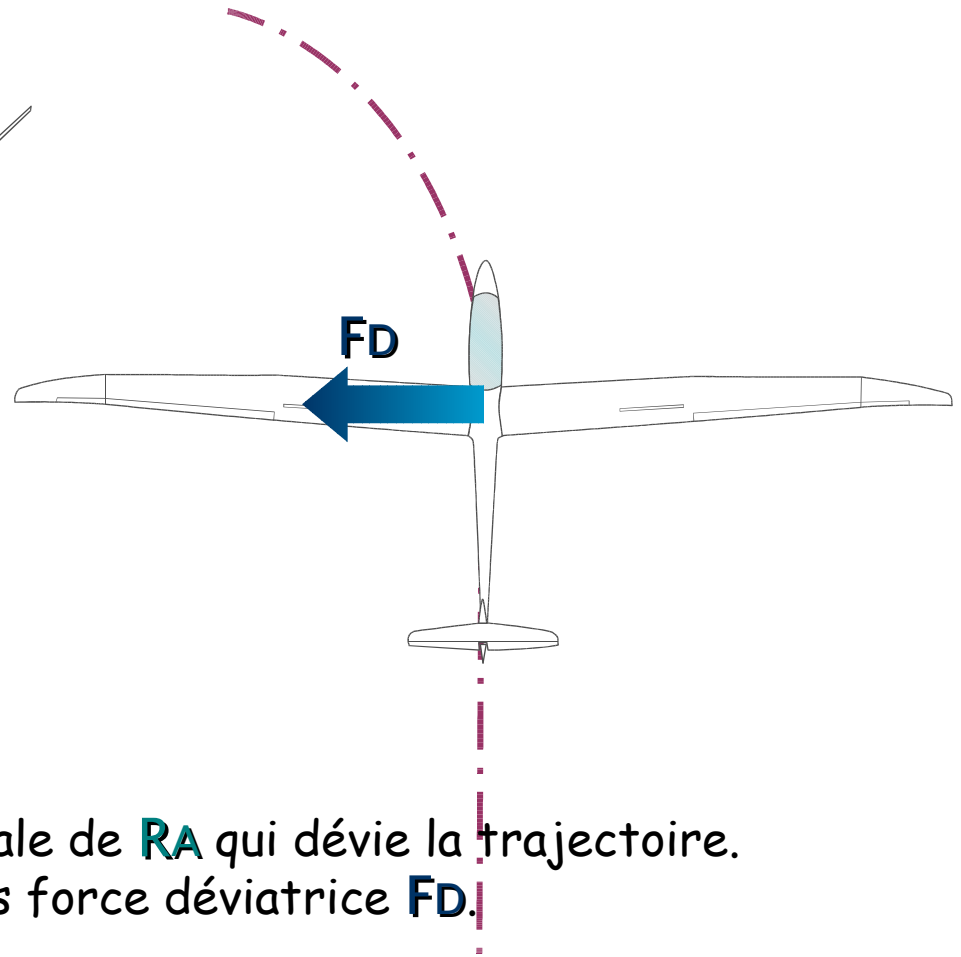
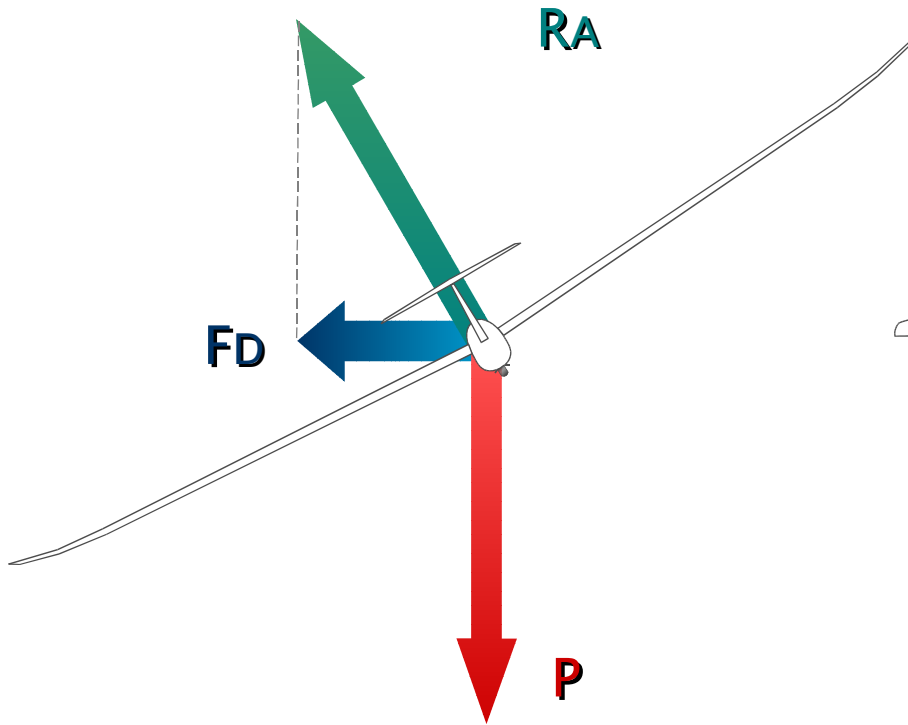


Nous sommes en ligne droite :

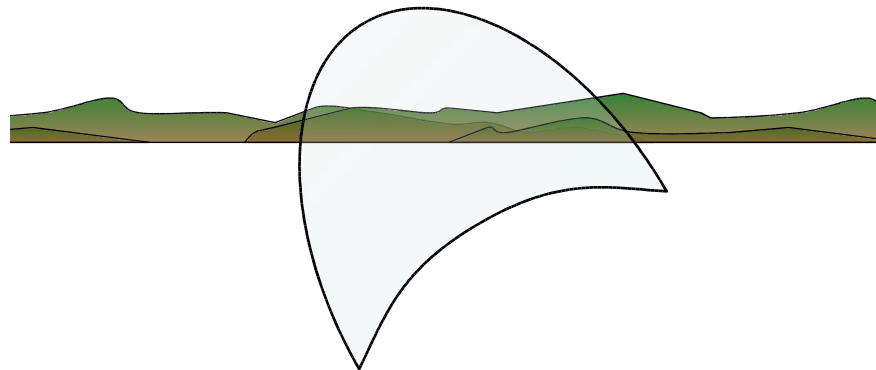


Pour provoquer un virage, il faut créer une force latérale perpendiculaire à la trajectoire. Pour cela on incline le planeur.





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

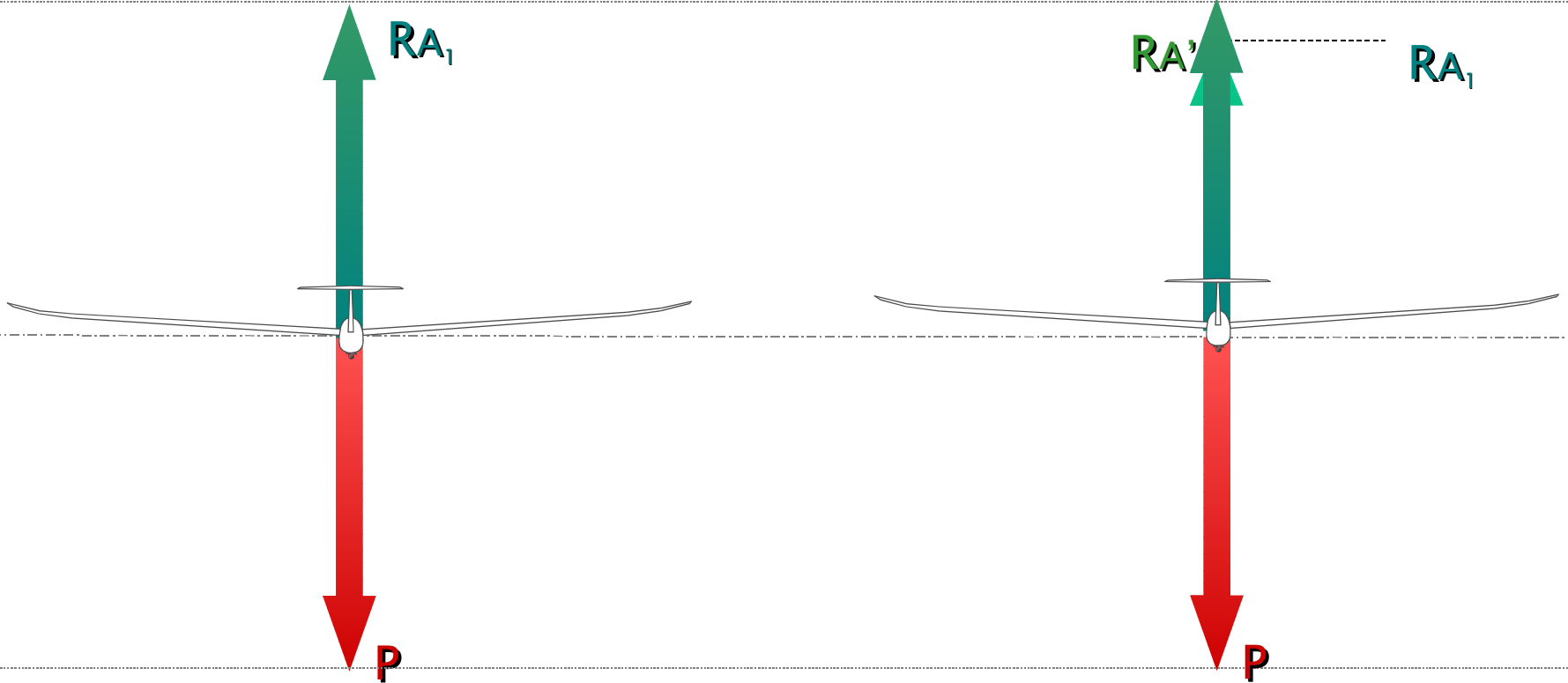


# CAUSE DES VARIATIONS D'ASSIETTE

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



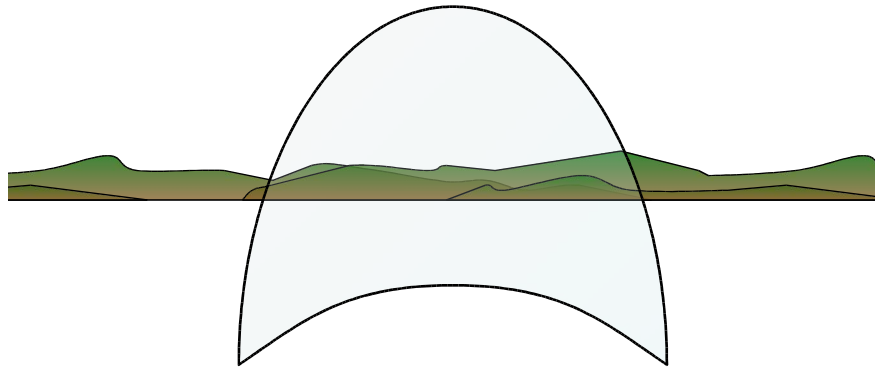
En inclinant le planeur, on incline  $RA_1$ ...



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



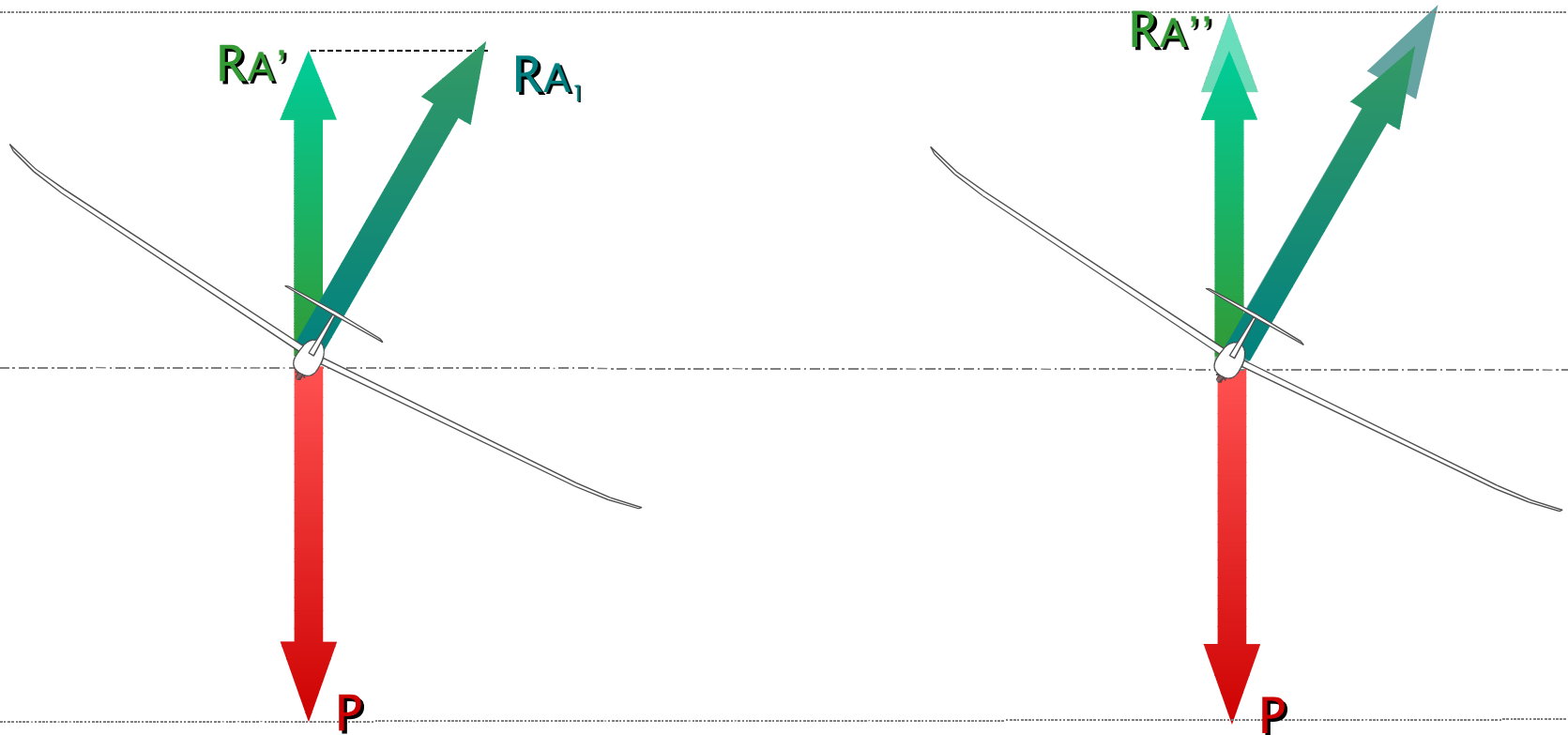
Le déséquilibre dans le plan vertical,



fait varier l'assiette à piquer.



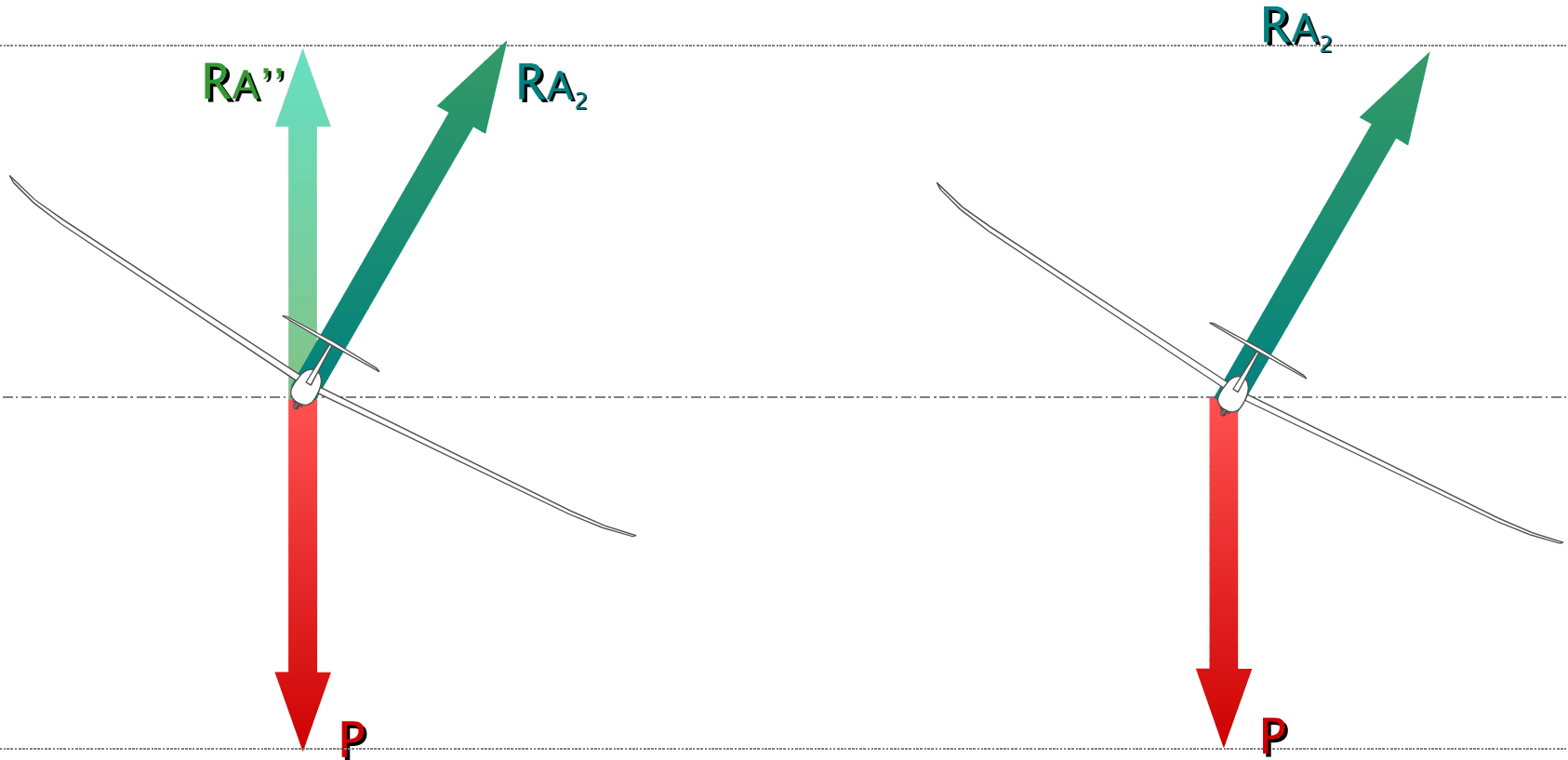
Pour rétablir l'équilibre dans le plan vertical, il faut augmenter la valeur de  $RA_1$  :



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



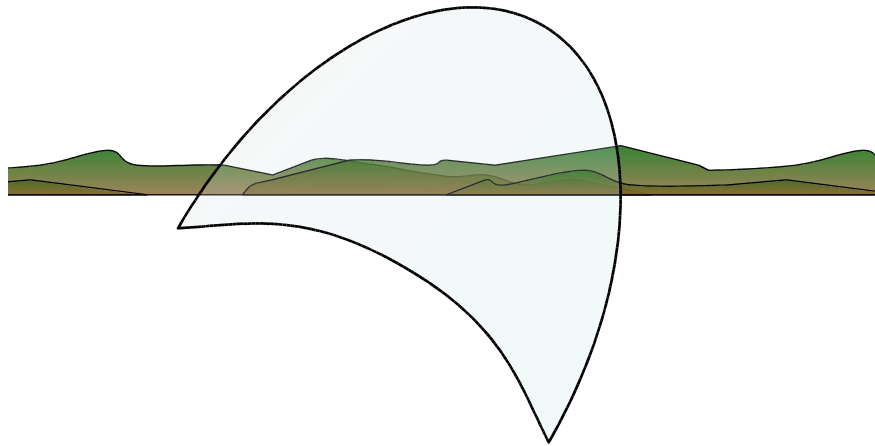
En sortant de virage, on ramène  $RA_2$  verticale sans changer son intensité...



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



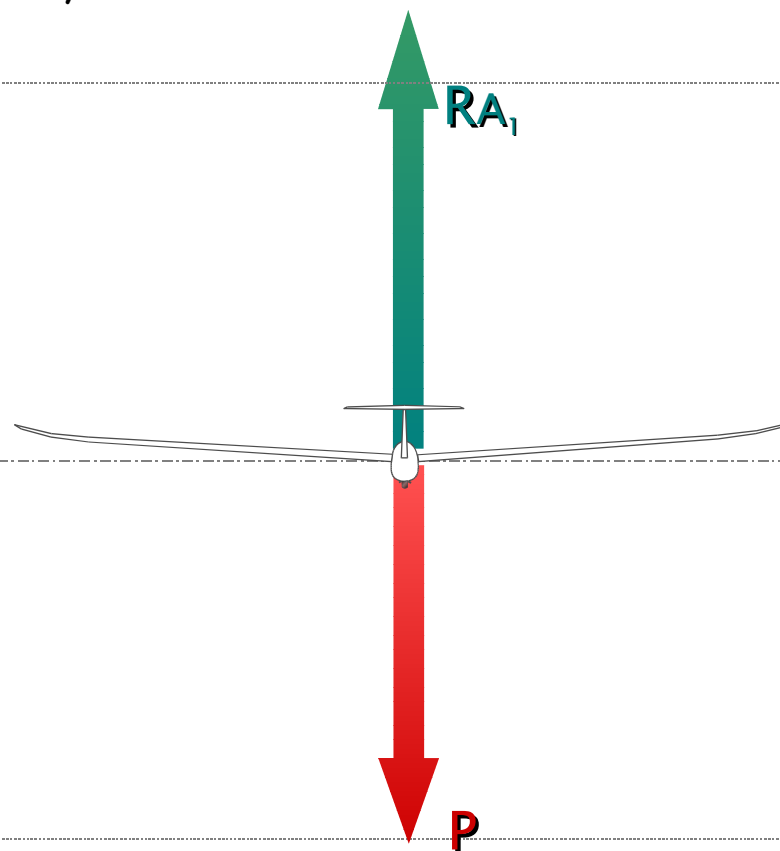
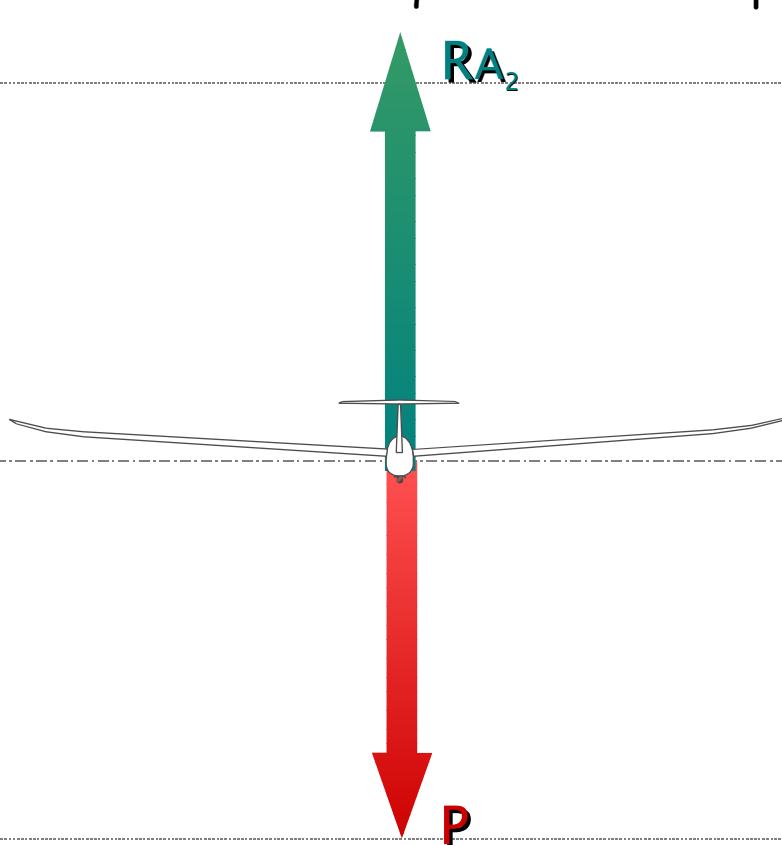
Pendant la sortie de virage,



l'assiette varie à cabrer.



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



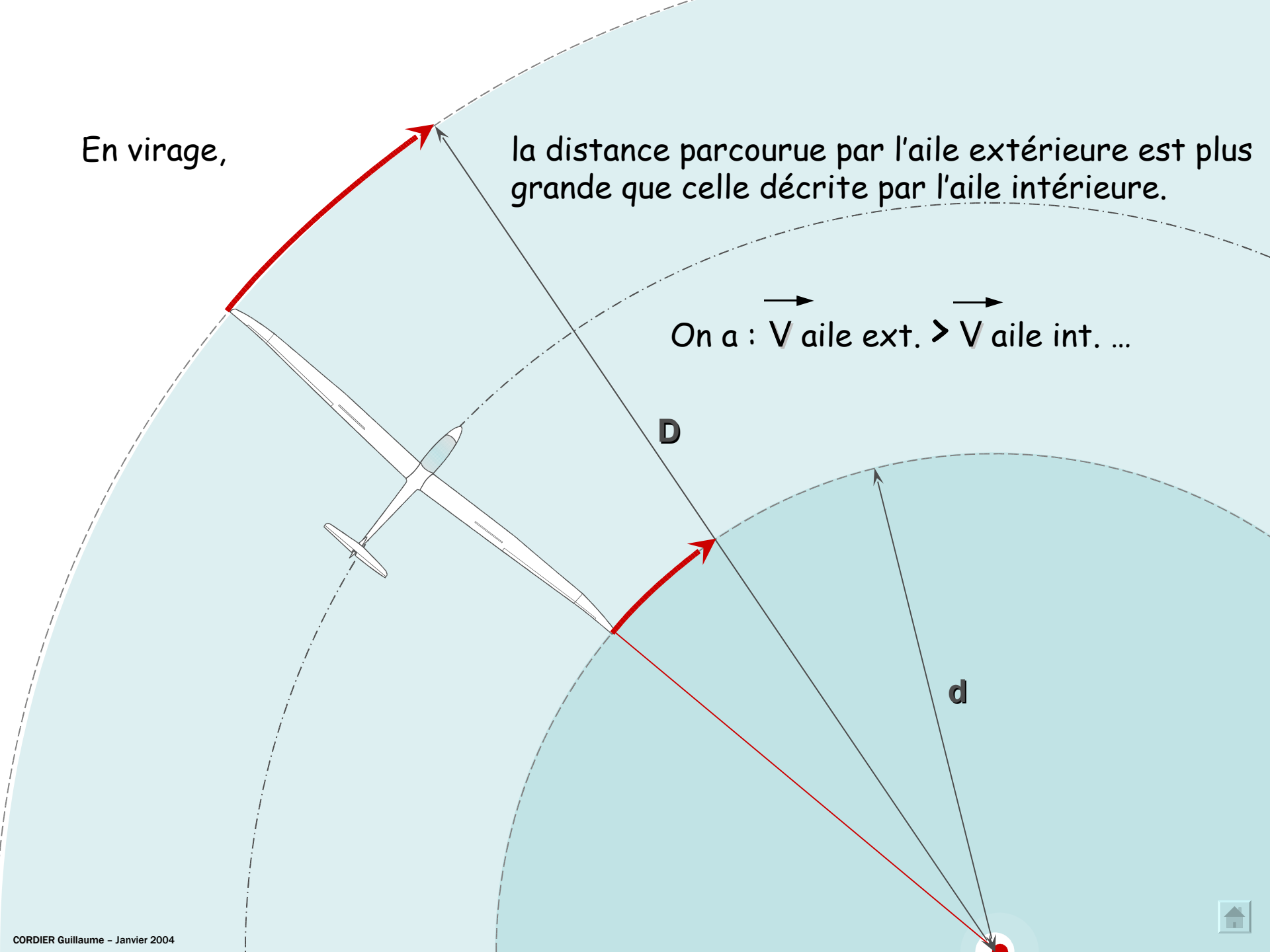
# LE ROULIS INDUIT



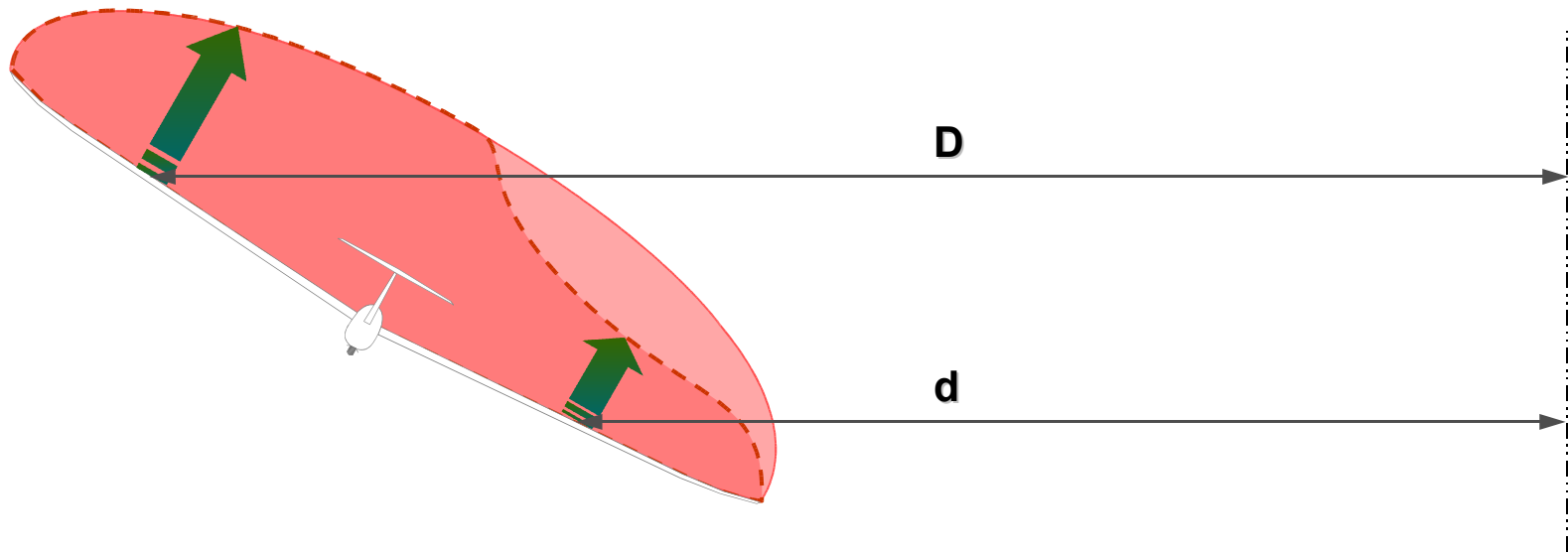
En virage,

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

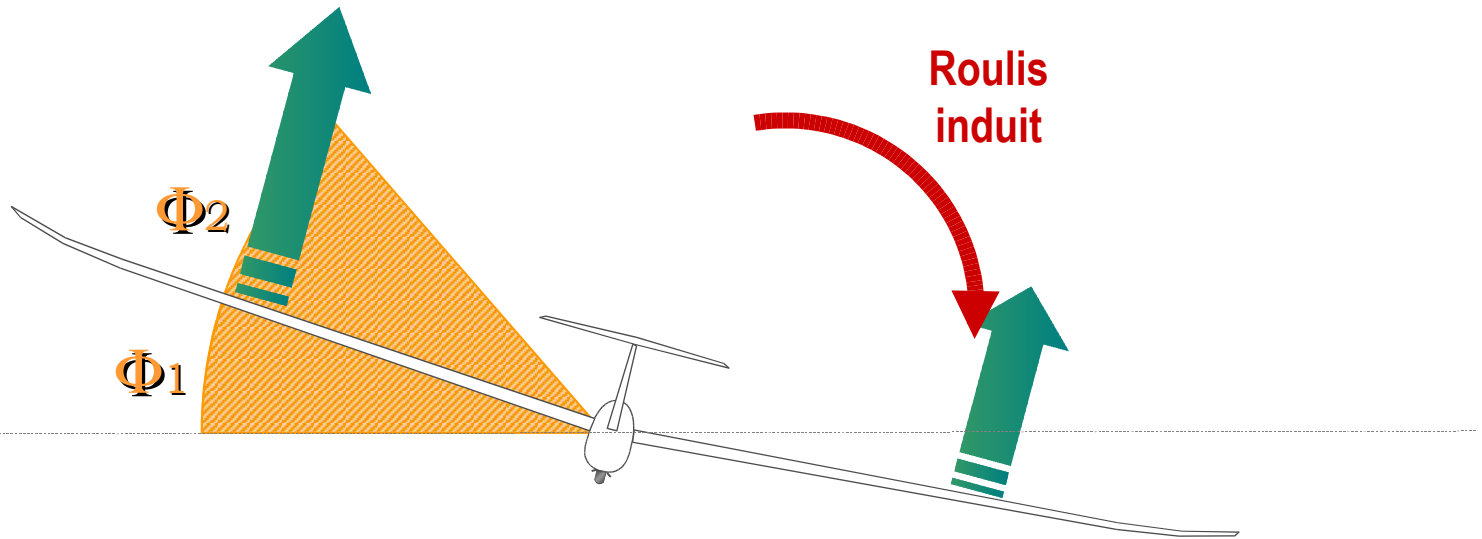
On a :  $V_{\text{aile ext.}} > V_{\text{aile int.}}$  ...



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



RA sur aile ext. > RA sur aile int.

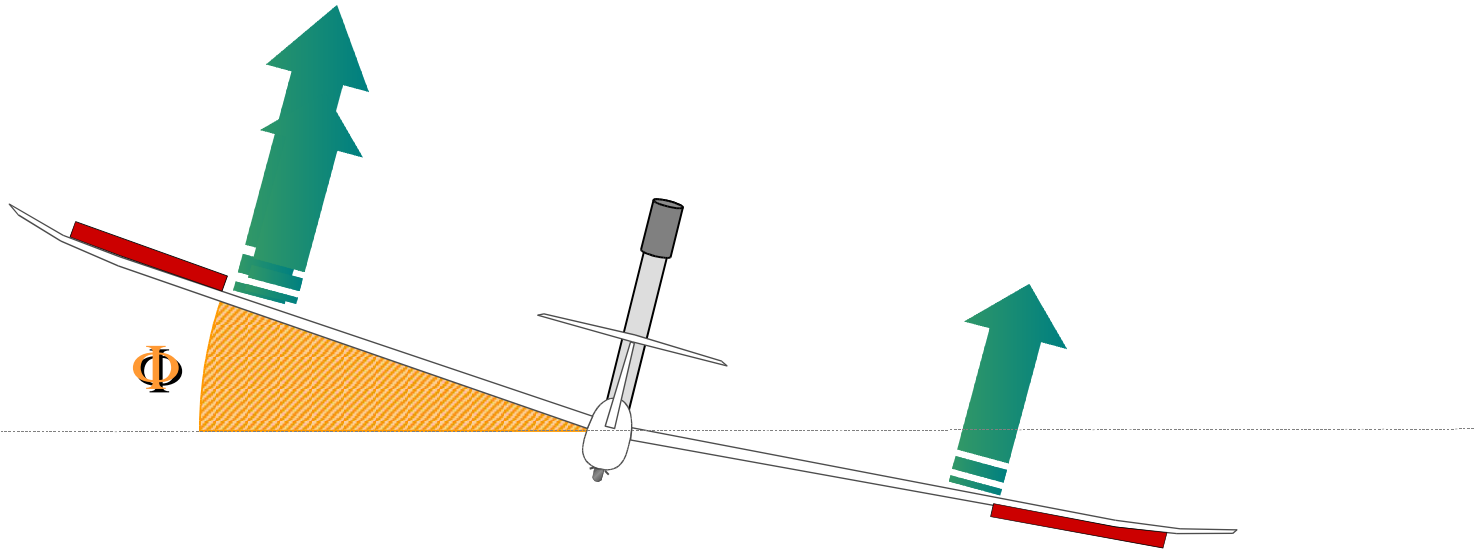


L'inclinaison augmente.

C'est le roulis induit.



Pour maintenir l'inclinaison  $\Phi$  constante,



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



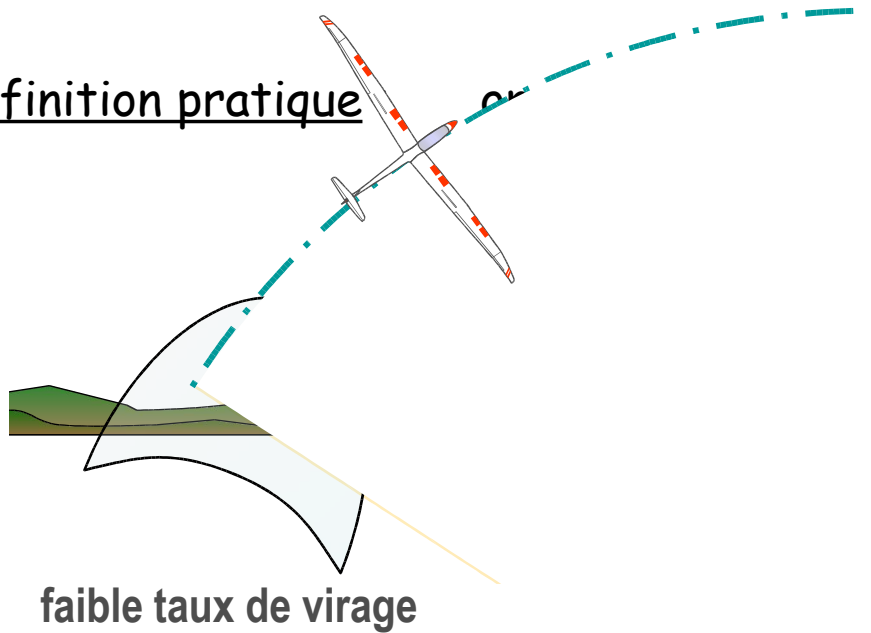
RELATION INCLINAISON  
TAUX DE VIRAGE  
RAYON DE VIRAGE



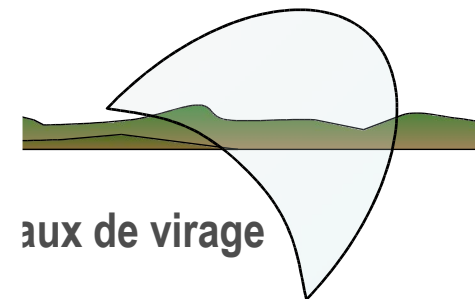
# Taux de virage

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

Définition pratique



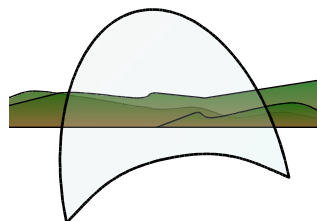
$\kappa$  de virage à la vitesse de référence capot sur l'horizon.



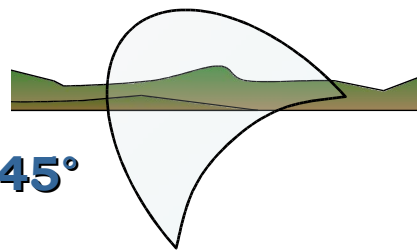
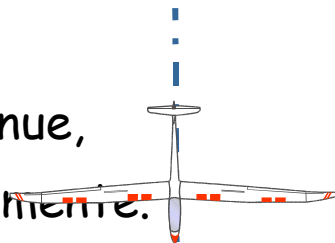
À vitesse constante...

... si l'inclinaison diminue :

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

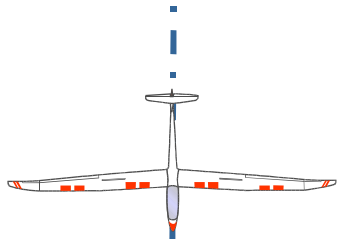


$\Phi = 15^\circ$

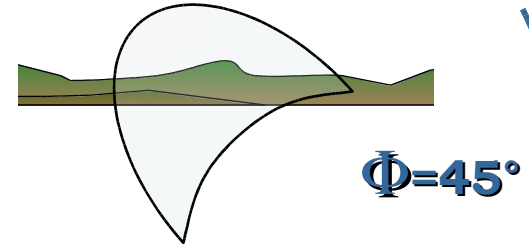


$\Phi = 45^\circ$



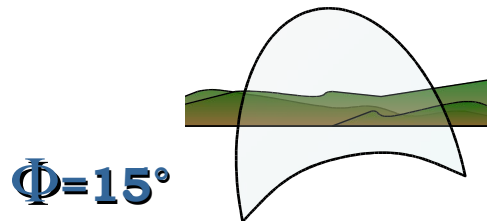


... si l'inclinaison augmente :



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  $\Phi = 45^\circ$ ,

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

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

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

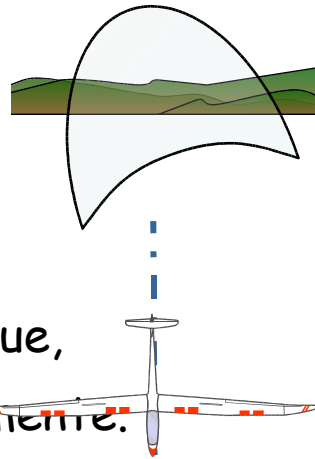


[Retour au document](#)

À inclinaison constante...

... si la vitesse augmente :

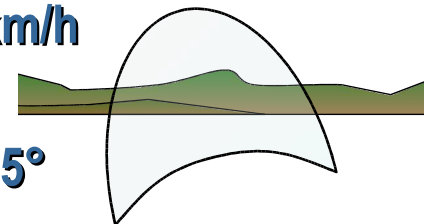
le taux de virage diminue,  
le rayon de virage augmente.

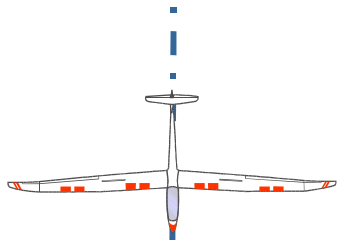


$\Phi = 15^\circ$   
 $V_i = 160 \text{ km/h}$

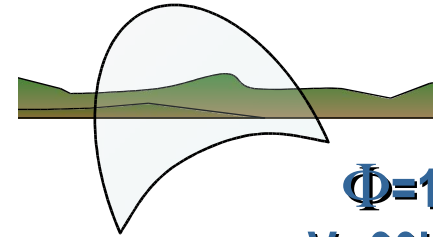
$V_i = 90 \text{ km/h}$

$\Phi = 15^\circ$





... si la vitesse diminue :

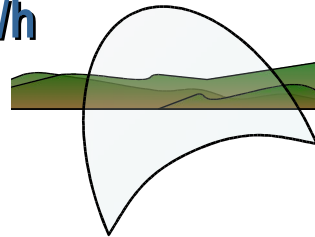


$\Phi=15^\circ$   
 $V_i=90\text{km/h}$

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

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

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

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



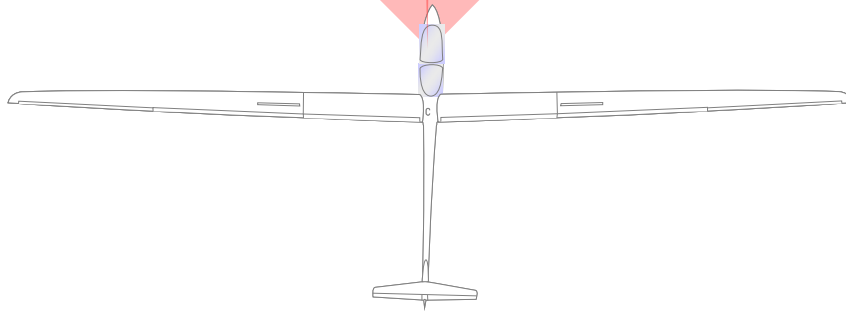
[Retour au document](#)

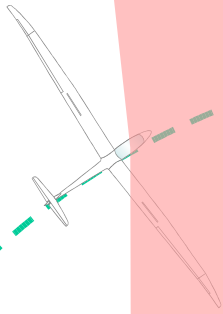
# SÉCURITÉ ANTI-ABORDAGE



## Avant la mise en virage :

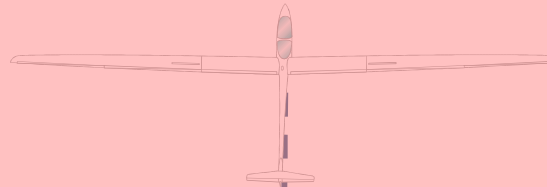
Balayage de l'horizon du secteur avant, jusqu'à  $\frac{3}{4}$  arrière du côté du virage ; retour aux références visuelles.





**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



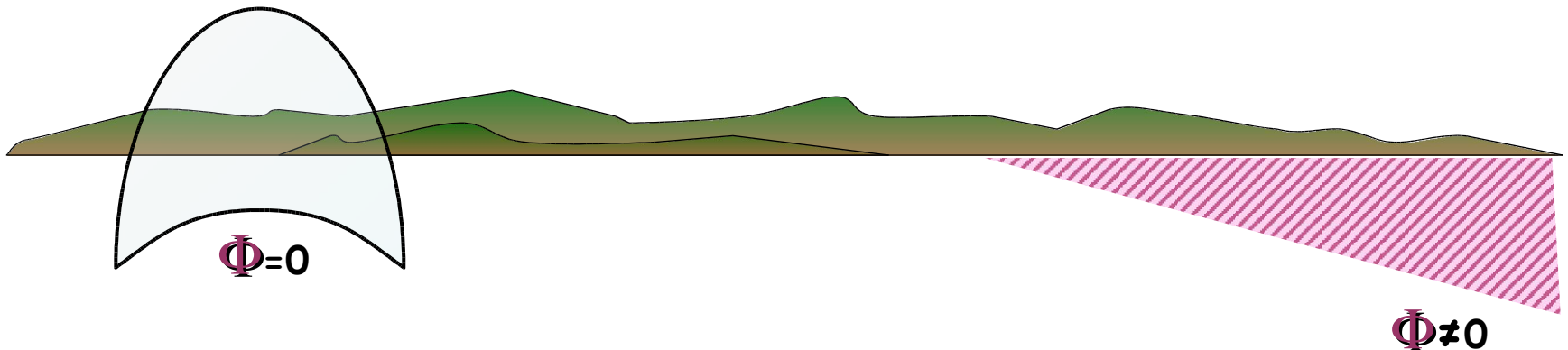
# Détection

## 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.



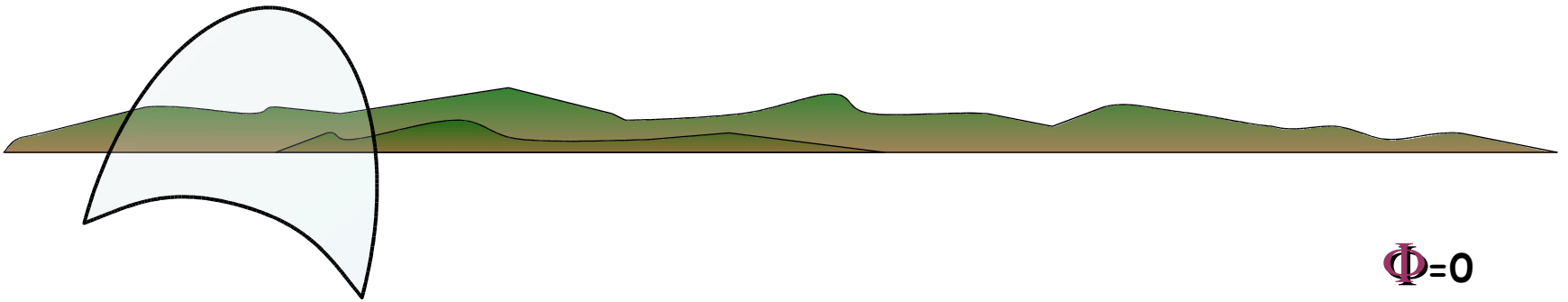
# Détection

## 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.

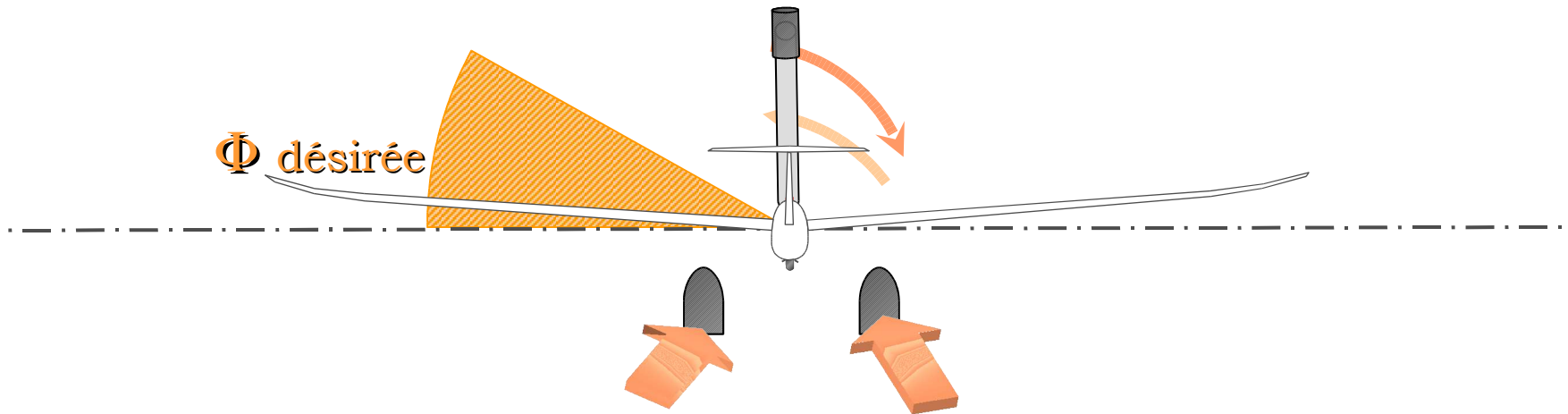


# Actions de pilotage

## 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.

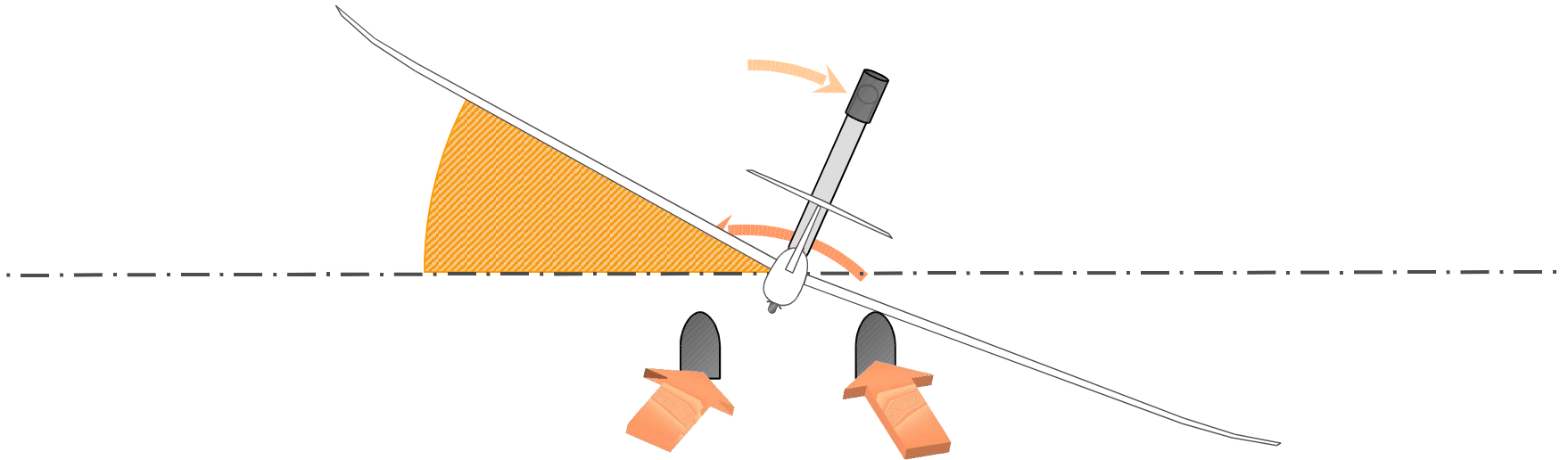


# Actions de pilotage

## 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

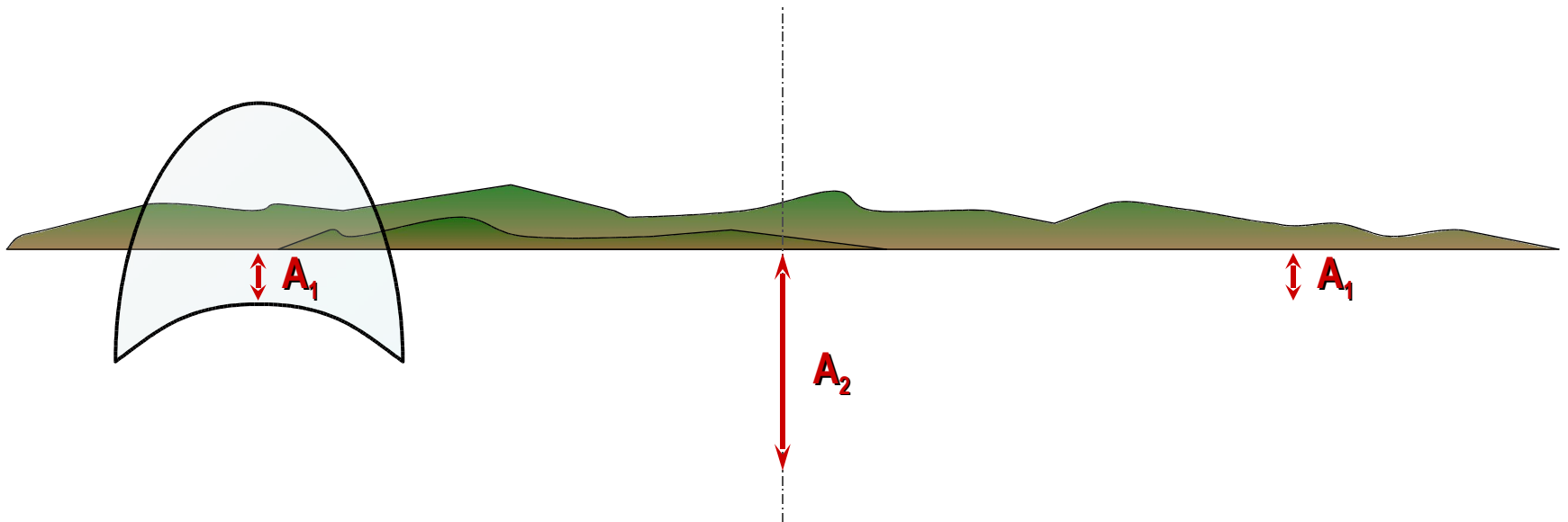


# Détection mise en virage

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

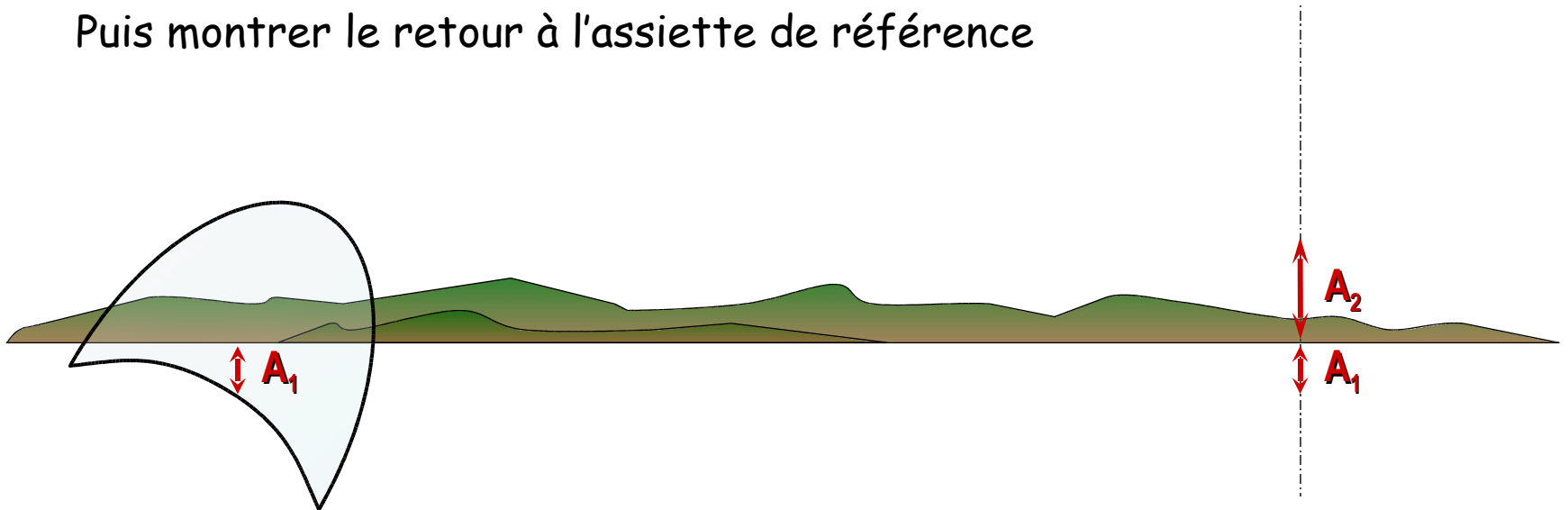


## sortie de virage

Le planeur est compensé, en virage ;

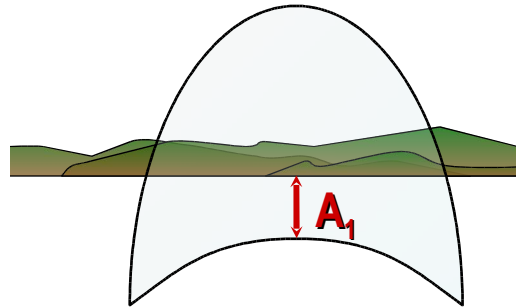
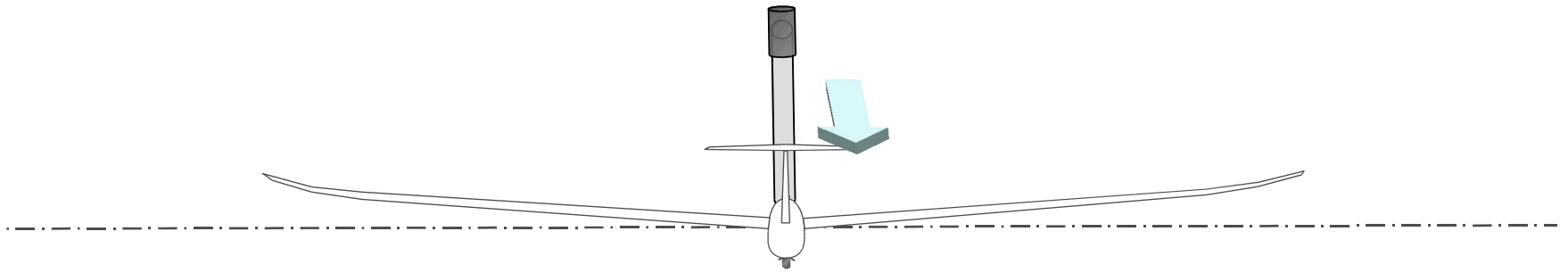
Énoncer le circuit visuel : sécurité anti-abordage  
retour aux références visuelles

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



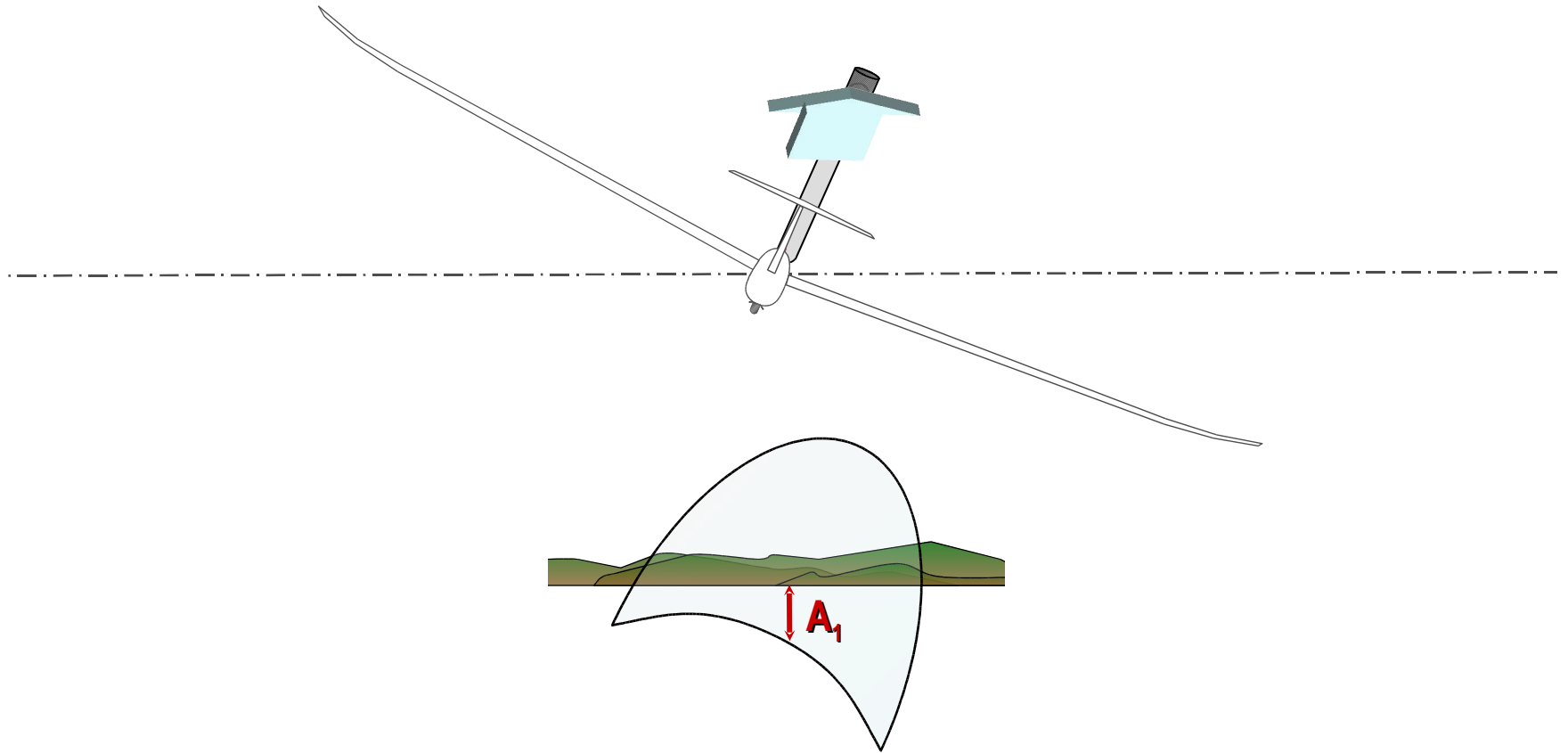
# Actions de pilotage mise en virage

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

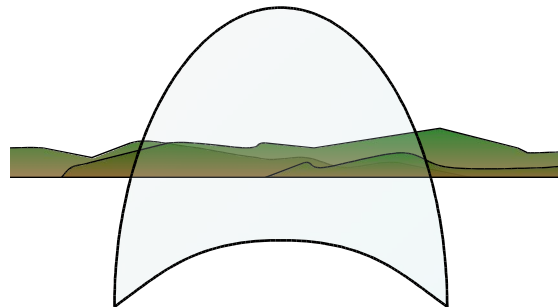
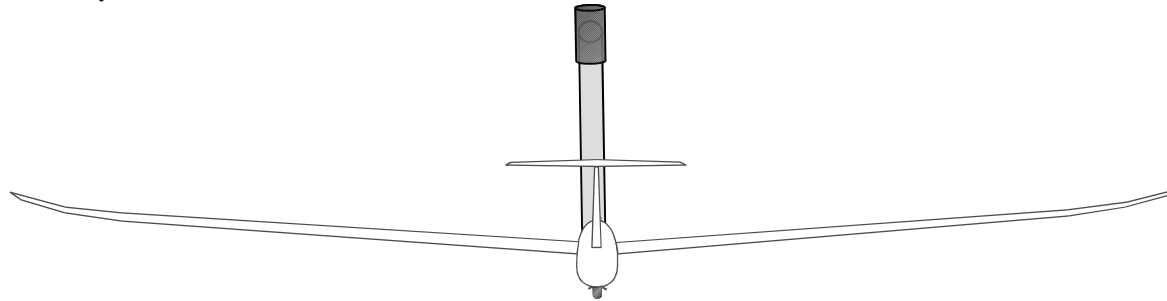


# Détection

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.

