

# La turbulence de sillage



Présentée par Thierry PEREIRA

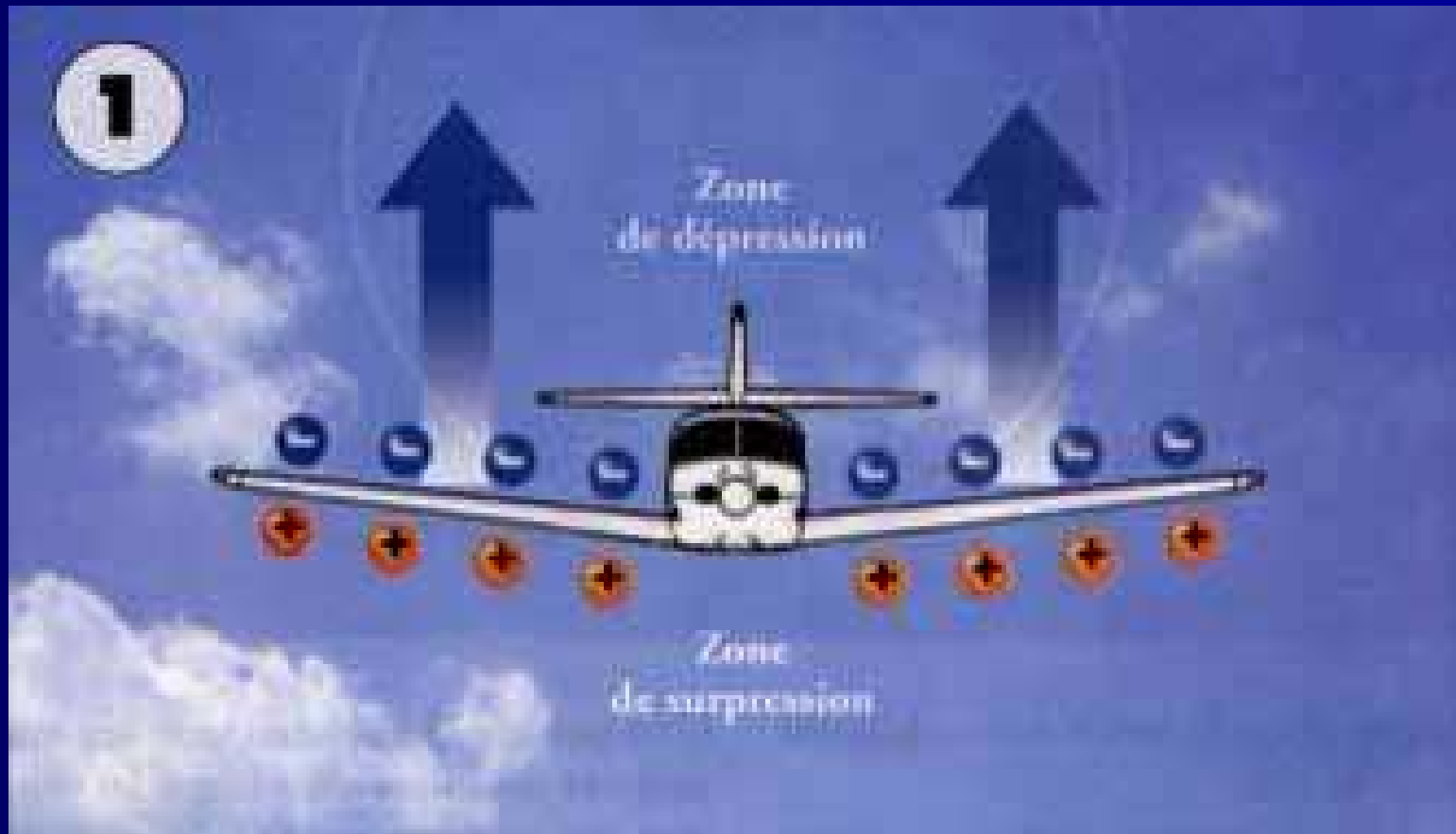
# La turbulence de sillage

## PLAN DE L'EXPOSE

- Explication du phénomène aérodynamique
- Caractéristiques des vortex d'un avion
- Dangers de ce type de turbulence
- Actions à mener dans une turbulence
- Espacements réglementaires
- Mise en situation sur un aéroport
- Synthèse

# La turbulence de sillage

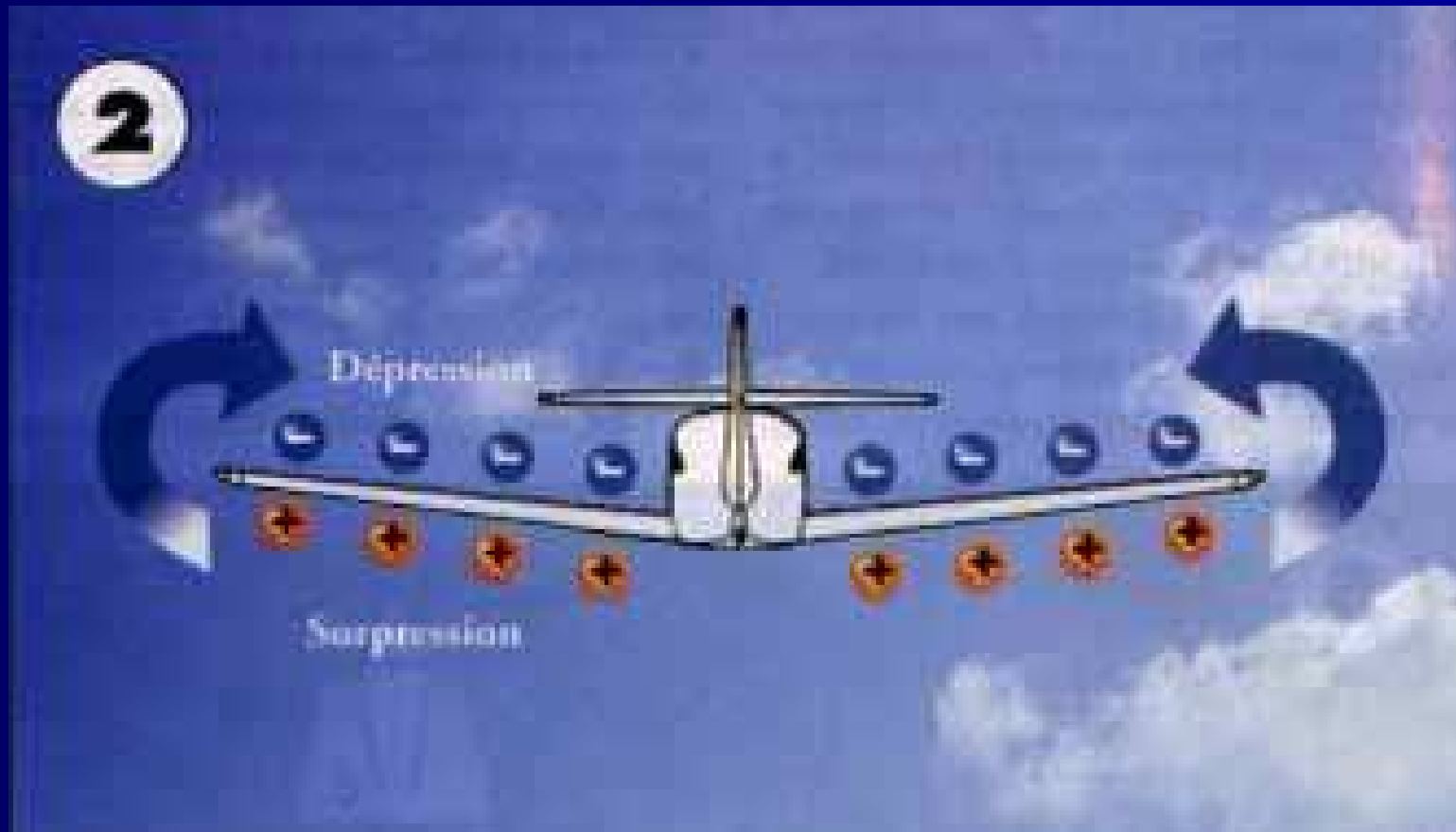
- Explication du phénomène aérodynamique



Origine & naissance des tourbillons

# La turbulence de sillage

- Explication du phénomène aérodynamique



Origine & naissance des tourbillons

# La turbulence de sillage

- Explication du phénomène aérodynamique



Origine & naissance des tourbillons

# La turbulence de sillage

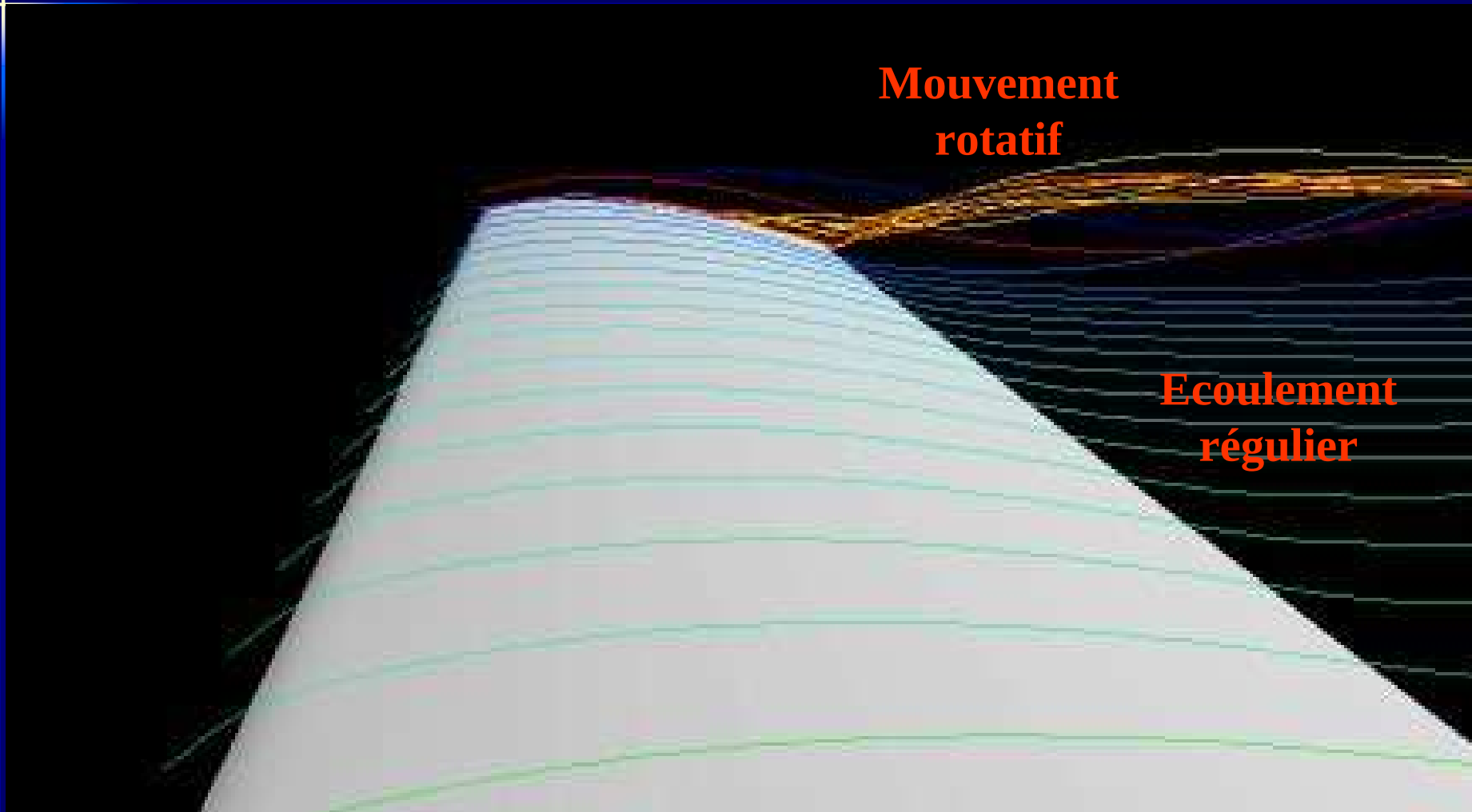
- Explication du phénomène aérodynamique



Distinction des tourbillons & naissance du vortex<sup>6</sup>

# La turbulence de sillage

- Explication du phénomène aérodynamique



Ecoulements & naissance du vortex

# La turbulence de sillage

→ Explication du phénomène aérodynamique



**Tourbillon  
marginaux**

**VORTEX**

Evolution des tourbillons marginaux en vortex

# La turbulence de sillage

- Explication du phénomène aérodynamique

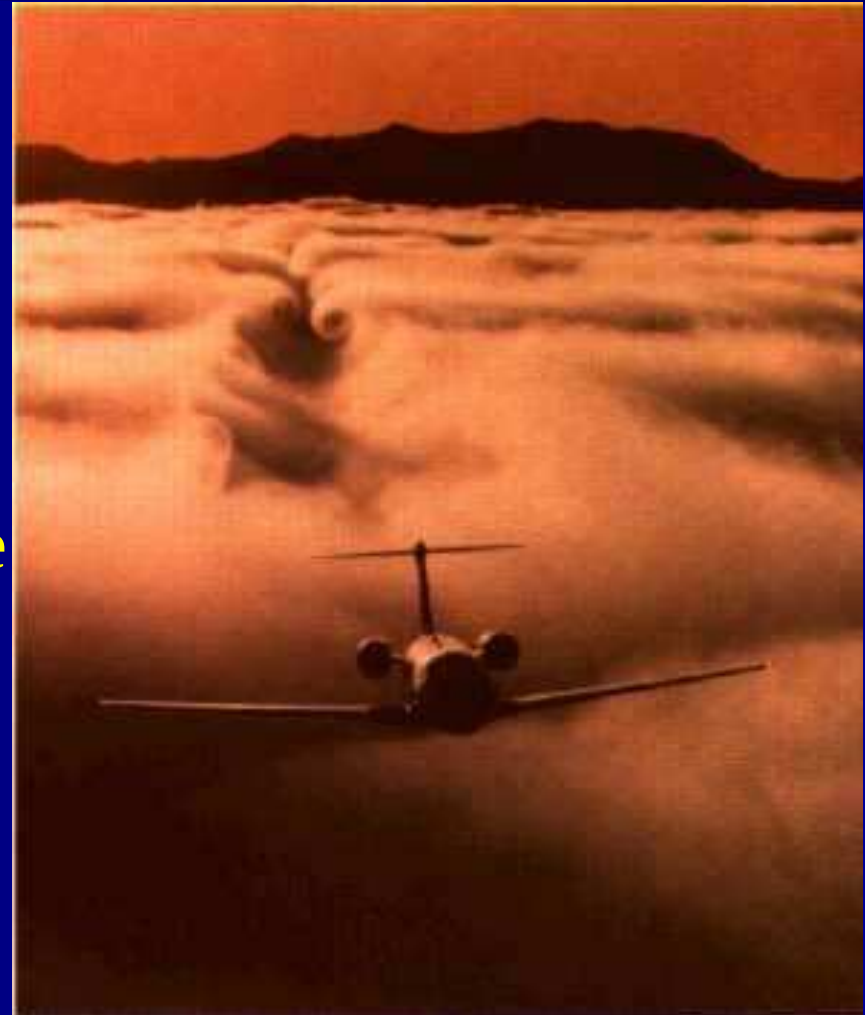


Agencements sur l'aile pour réduire les vortex<sup>9</sup>

# La turbulence de sillage

## ✈ Caractéristiques du vortex d'un avion

- Phénomène souvent invisible
- Vitesse du vortex :
  - 100 m/s (soit 350 km/h)
- Déplacement du vortex :
  - 5 kt vers l'extérieur du sillage
  - de -500 ft/ mn à -900 ft/ mn en-dessous de l'appareil
  - jusqu'à -1500 ft environ en-dessous de l'appareil

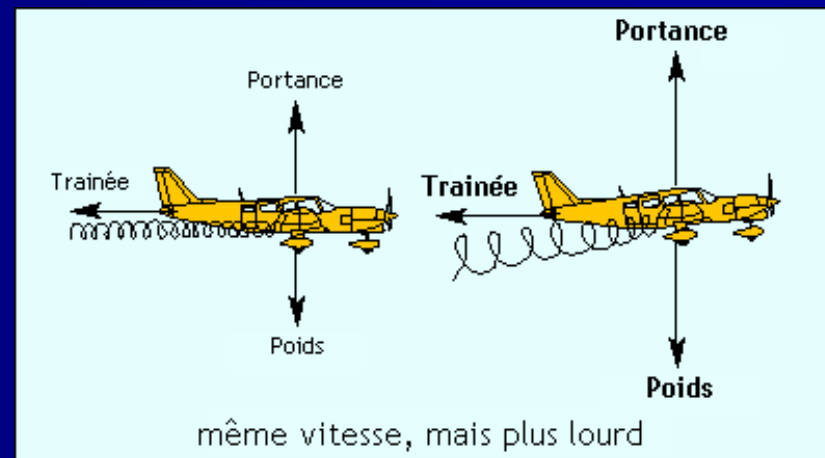
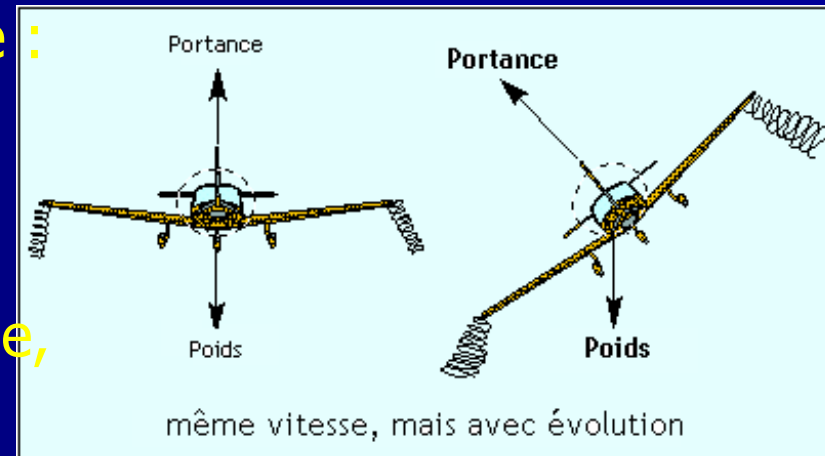


# La turbulence de sillage

## → Caractéristiques du vortex d'un avion

Un vortex est plus important lorsque :

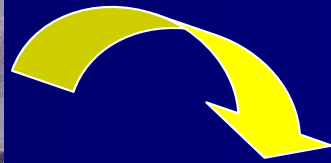
- 1) L'air est calme,
- 2) La vitesse de l'avion est faible,
- 3) La flèche de l'aile est prononcée,
- 4) Les volets sont sortis,
- 5) L'avion est en virage,
- 6) L'avion est lourd.



## Facteurs encourageant le développement

# La turbulence de sillage

→ Danger de ce type de turbulence



Les effets

# La turbulence de sillage

- ✈ Danger de ce type de turbulence



Les effets

# La turbulence de sillage

→ Danger de ce type de turbulence



Un incident qui se termine plutôt bien...

## Les conséquences

# La turbulence de sillage

## → Danger de ce type de turbulence

En France depuis 2001, une quinzaine d'incidents ou accidents déclarés

|                       |                                                                                                     |        |       |                  |          |               |                   |      |         |   |   |   |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|------------------|----------|---------------|-------------------|------|---------|---|---|---|
| Date                  | 26/04/2002                                                                                          | Immat. | 63-MI | Classe d' occur. | Accident | Modèle        | Tetras Humbert    |      |         |   |   |   |
| Lieu                  | SAINT BLAISE DU BUIS (38)                                                                           |        |       | Cat. aéronef     | ULM      | Type exploit. | Aviation générale | Dom. | Détruit |   |   |   |
| Description succincte | Perte de contrôle en vol, collision avec le sol : probabilité de passage dans turbulence de sillage |        |       |                  |          |               | M                 | 2    | B       | 0 | I | 0 |

**Résumé :** Bulletin Evénement : perte de contrôle en vol, collision avec le sol. Cause probable : passage dans les turbulences de sillage d'un "gros porteur". Circonstances : L'ULM est en croisière en provenance de Chambéry, à destination de Clermont-Ferrand. Des témoins au sol voient l'ULM partir en "vrille", au dessus de la commune de Saint-Blaise-du-Buis située à huit milles marins à l'est de l'aérodrome de Grenoble Saint-Geoirs, puis s'écraser en piqué dans un champ. L'aéronef est détruit par l'incendie consécutif à l'impact. Un DC 8-72 était en entraînement en "tours de piste" sur l'aérodrome. Les témoins au sol indiquent que le DC 8 est passé dans la même zone "devant" l'ULM quelques instants avant l'accident. Ils pouvaient voir les deux aéronefs simultanément. L'étude de la trace radar montre que la distance minimum entre la position estimée du DC 8 et le point où le pilote de l'ULM a perdu le contrôle est d'environ 0,9 mille nautique. Il est probable que l'ULM soit entré dans les turbulences de sillage du DC 8, poussées par le vent, moins de deux minutes après le passage de celui-ci. L'ATIS de Grenoble Saint-Geoirs informait les usagers de la présence du gros porteur en "tours de piste". L'ULM était équipé d'une radio. Il n'a pas été possible de déterminer la fréquence sélectionnée par le pilote. Il n'y a pas eu de contact radio entre le pilote de l'ULM et l'organisme de contrôle de l'aérodrome de Grenoble Saint-Geoirs.

## Les conséquences

# La turbulence de sillage

## → Actions à mener dans une turbulence

- 1) Contrer l'effet de roulis engendré en agissant sur les ailerons seulement,
- 2) Ne pas agir sur les palonniers,
- 3) Monter à la puissance max. (les rouleaux descendent),
- 4) Echapper en altérant la route de 90°,
- 5) Après le rétablissement, avertir l'ATC ou remplir un compte-rendu,
- 6) Une fois au sol, demander à la maintenance d'établir un bilan concernant la résistance structurale.

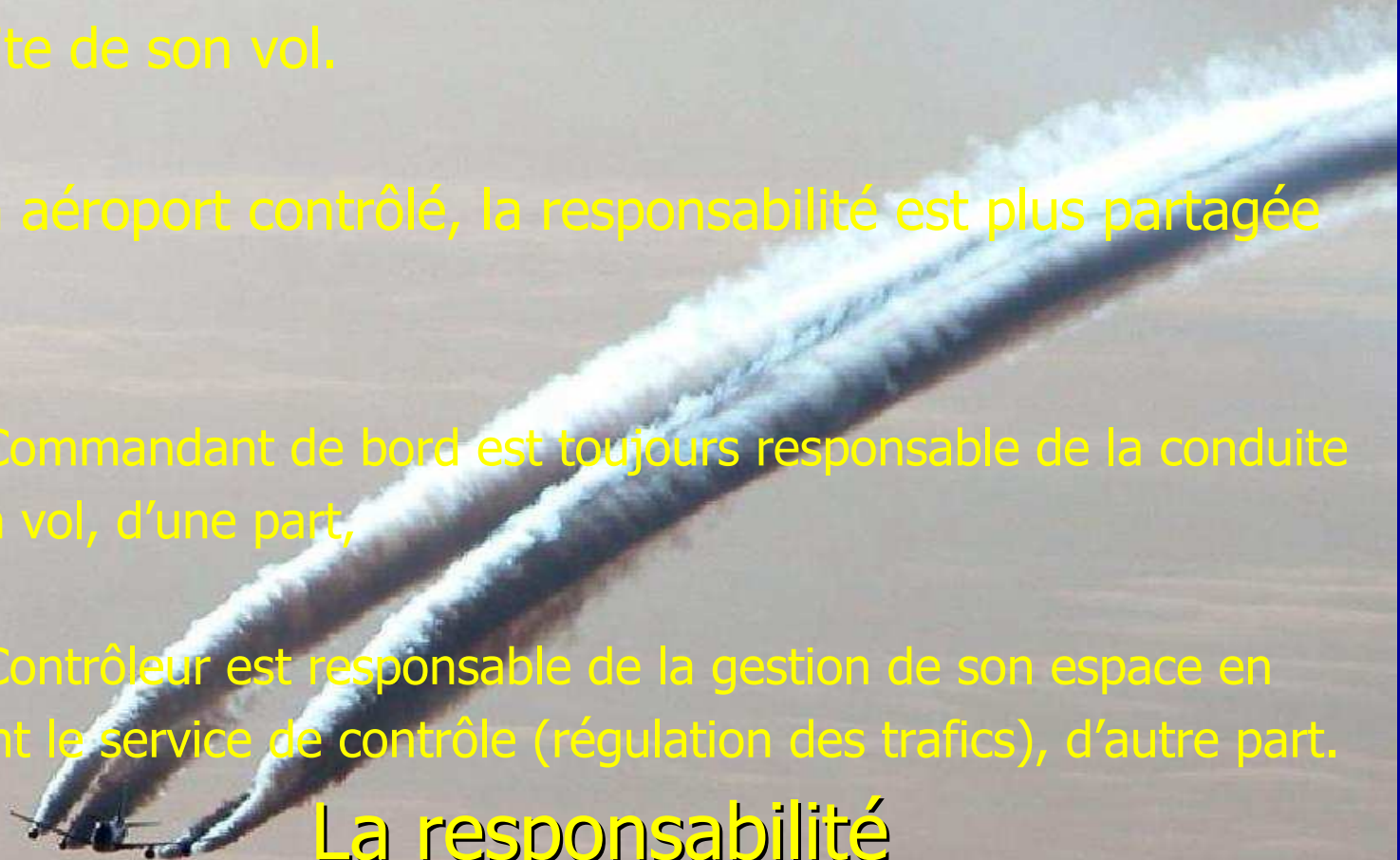


# La turbulence de sillage

## → La responsabilité en VFR

- Sur un aéroport non contrôlé (avec ou sans agent AFIS), le Commandant de bord est pleinement responsable de la conduite de son vol.
- Sur un aéroport contrôlé, la responsabilité est plus partagée car :
  - le Commandant de bord est toujours responsable de la conduite de son vol, d'une part,
  - le Contrôleur est responsable de la gestion de son espace en assurant le service de contrôle (régulation des trafics), d'autre part.

La responsabilité



# La turbulence de sillage

## → La responsabilité en IFR

- Au départ, le responsable est le contrôleur, sauf clairance contraire demandée par le pilote auquel cas il devient pleinement responsable,
- En route, le contrôleur est responsable sauf si le pilote demande de sa propre initiative une clairance vis-à-vis d'un seul appareil,
- A l'arrivée, le responsable est le contrôleur mais si le pilote accepte une "clairance avec espacements réduits", la responsabilité lui est transférée.



La responsabilité

# La turbulence de sillage

## → Les espacements réglementaires



|                       |                                    | AVION EN TETE   |                   |                  |
|-----------------------|------------------------------------|-----------------|-------------------|------------------|
|                       |                                    | Gros<br>(Heavy) | Moyen<br>(Medium) | Léger<br>(Light) |
| AVION<br>DERRIER<br>E | Gros<br>( $> 136$ t)               | 4 NM<br>2 min   | 3 NM<br>2 min     | 3 NM<br>-        |
|                       | Moyen<br>( $> 7$ t & $\leq 136$ t) | 5 NM<br>2 min   | 3 NM<br>2min      | 3 NM<br>2 min    |
|                       | Léger<br>( $\leq 7$ t)             | 6 NM<br>3 min   | 5 NM<br>3 min     | 3 NM<br>2 min    |

SI VOUS AVEZ UN DOUTE, ATTENDEZ 3 MIN !!!<sup>19</sup>

# La turbulence de sillage

## → Mise en situation pratique



Trajectoire gros porteur à l'atterrissage

Un vent de 10kt de face réduit  
la zone favorable de 300m,  
HORS PERFOS AU DECOLLAGE !

Trajectoire gros porteur au décollage

Le principe de base

# La turbulence de sillage

## → Mise en situation pratique

2 MINUTES

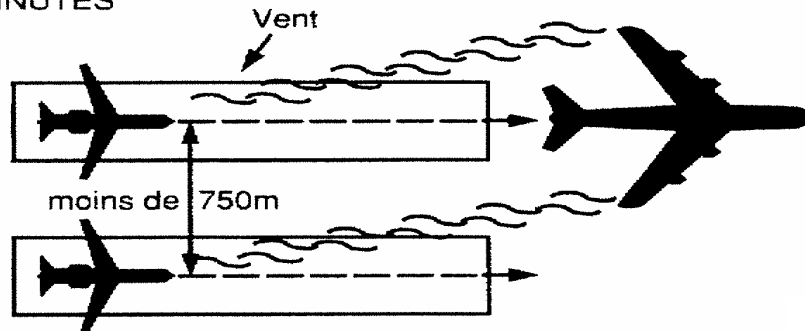


fig.1

2 MINUTES

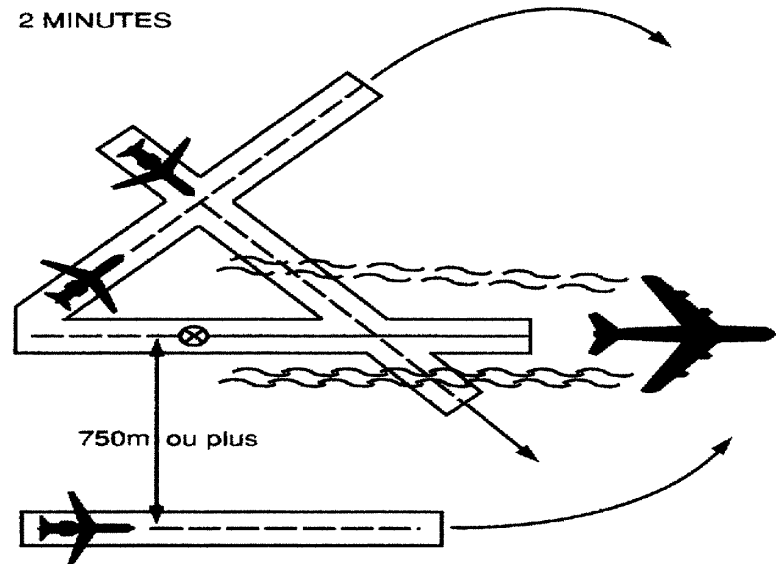


fig.2

Les différents cas où il faut attendre

# La turbulence de sillage

## → Mise en situation pratique

3 MINUTES

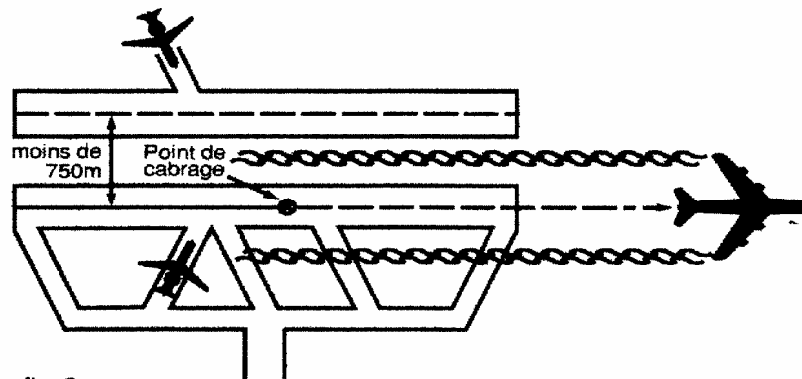


fig.3

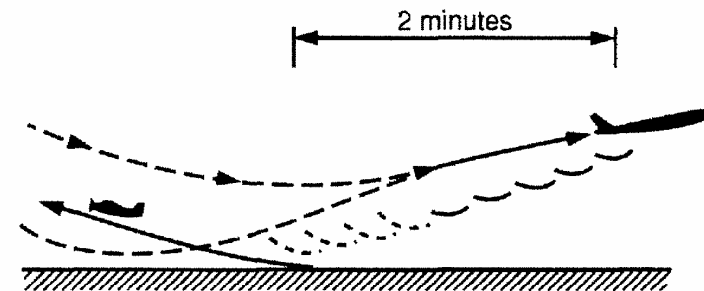


fig.4

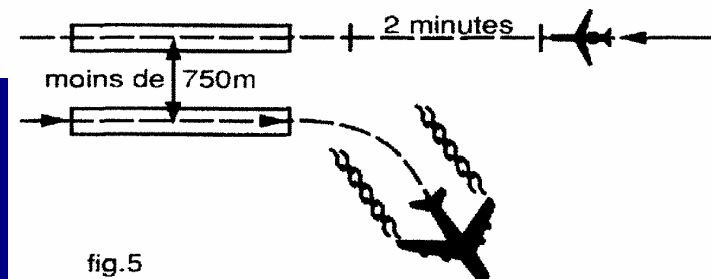
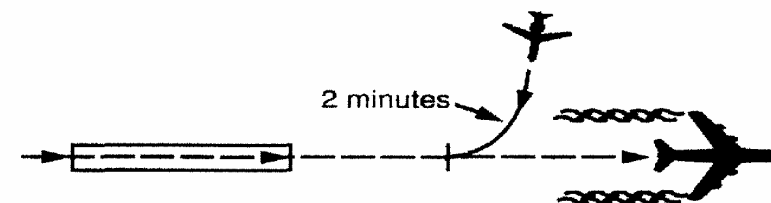


fig.5

Les différents cas où il faut attendre

# La turbulence de sillage

## → Synthèse

- La turbulence surprend car on ne la voit pas forcément,
- Au décollage ou à l'atterrissage, pensez constamment à la turbulence générée par les trafics environnants,
- Prenez un 'TOP' pendant les phases de décollage ou d'atterrissage derrière un autre trafic,
- N'hésitez pas à modifier votre trajectoire si vous le jugez utile,
- Sachez attendre en cas de doute.



# La turbulence de sillage

Bons vols....

...et restez vigilants !

