

# SURVOL DES REGIONS MONTAGNEUSES

Schémas tirés des ouvrages ou documents suivants :

- Le vol en montagne
- Qualification Montagne et extension Neige (SEFA-Grenoble)
- VFR Top Niveau (A.Martinie-Editions SEES)
- Cours Mécanique du vol (ACAT)

# Thèmes abordés

L'altitude et les performances de l'avion

Le relief et l'aérodynamique : déviation et perturbation de l'écoulement

Effet Venturi

Erreur sur la mesure d'altitude

Ensoleillement : mouvements thermodynamiques

Effet sur une masse d'air humide : formation des nuages

Passage des lignes de crête

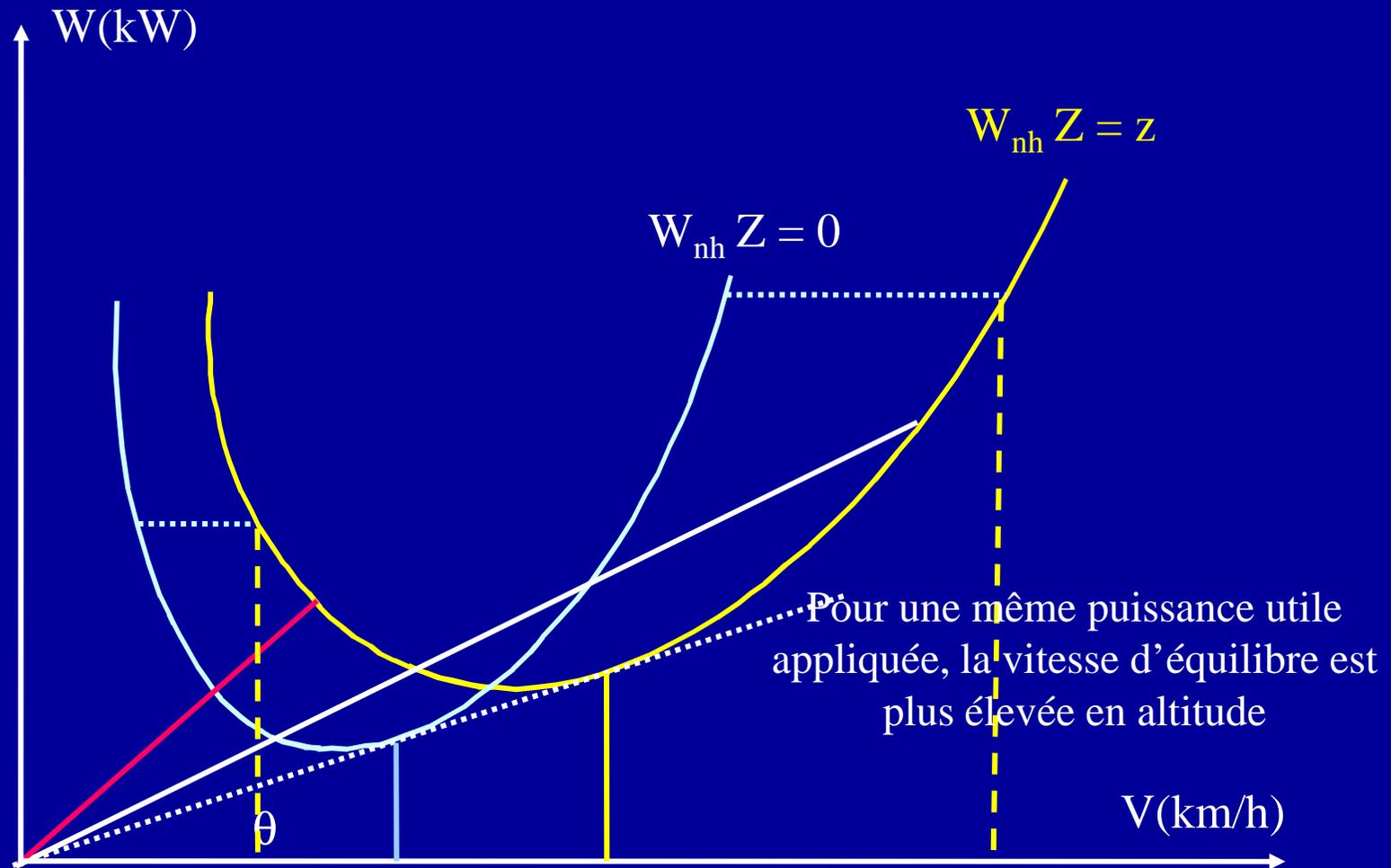
Passage d'un col

Virage dans le relief

Obstacles artificiels

Recommandations pour le pilotage

# Avec la prise d'altitude... augmentation de la puissance nécessaire au vol



Finesse max inchangée mais Vitesse de Finesse max plus élevée en altitude

Survol des régions montagneuses

# Avec la prise d'altitude...

## Puissance nécessaire au vol augmentée

En palier, à Puissance utile constante, vitesse vraie + grande avec vitesse indiquée inchangée ...

En palier, à RPM constant, moins de Puissance utile

Performance de vitesse de croisière dégradée

Vzrc (Velocity for Zero Rate of Climb) i.e. Vs (vitesse minimale de sustentation dite « de décrochage ») + grande

Distances de décollage et d'atterrissage augmentées :

Au décollage : + de temps pour atteindre Vr et + de distance pour atteindre 50ft car perfo Vz dégradée

À l'atterrissage : + d'énergie cinétique à perdre

Correction sur distances : ordre de grandeur :

+ 20 % par tranche de 500 m jusqu'à 5000 ft d'altitude

+ 30 % par tranche de 500 m au dessus de 5000 ft d'altitude

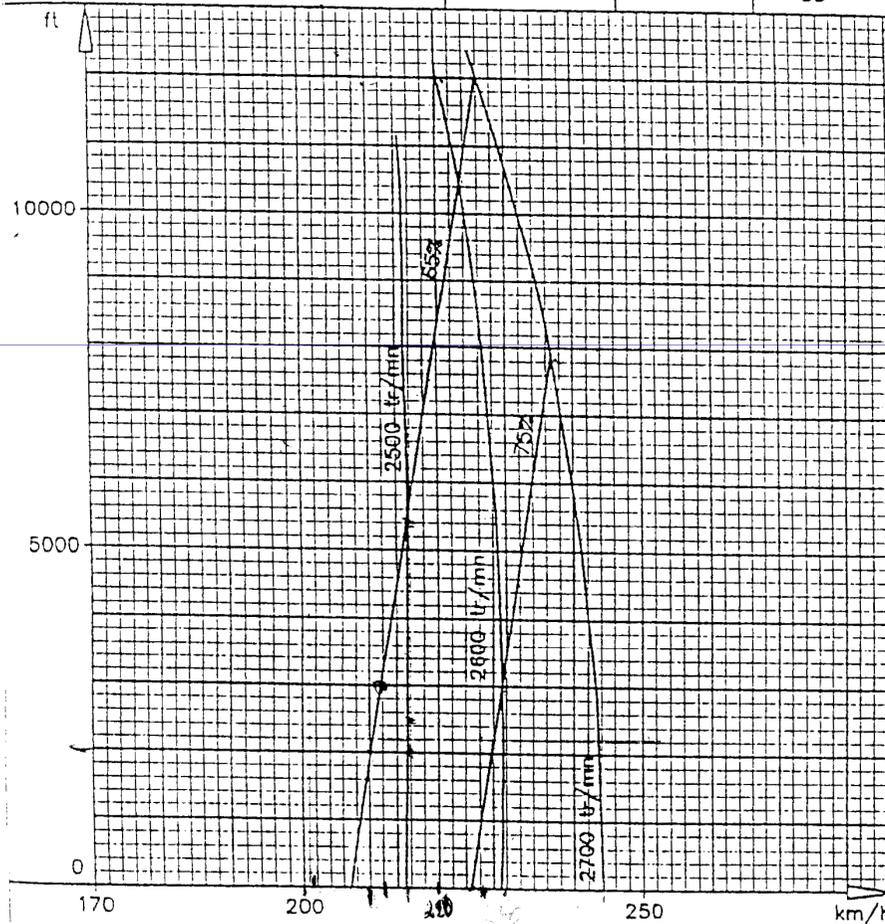
Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

PERFORMANCES EN PALIER

A la masse maximale 1000 kg  
 En atmosphère standard  
 Par vent nul  
 Plein riche

REGIME	CONSUMMATION EN l/h	
	75%	65%
2700	39,3	34,7
2600	38,3	33,8
2500	---	33



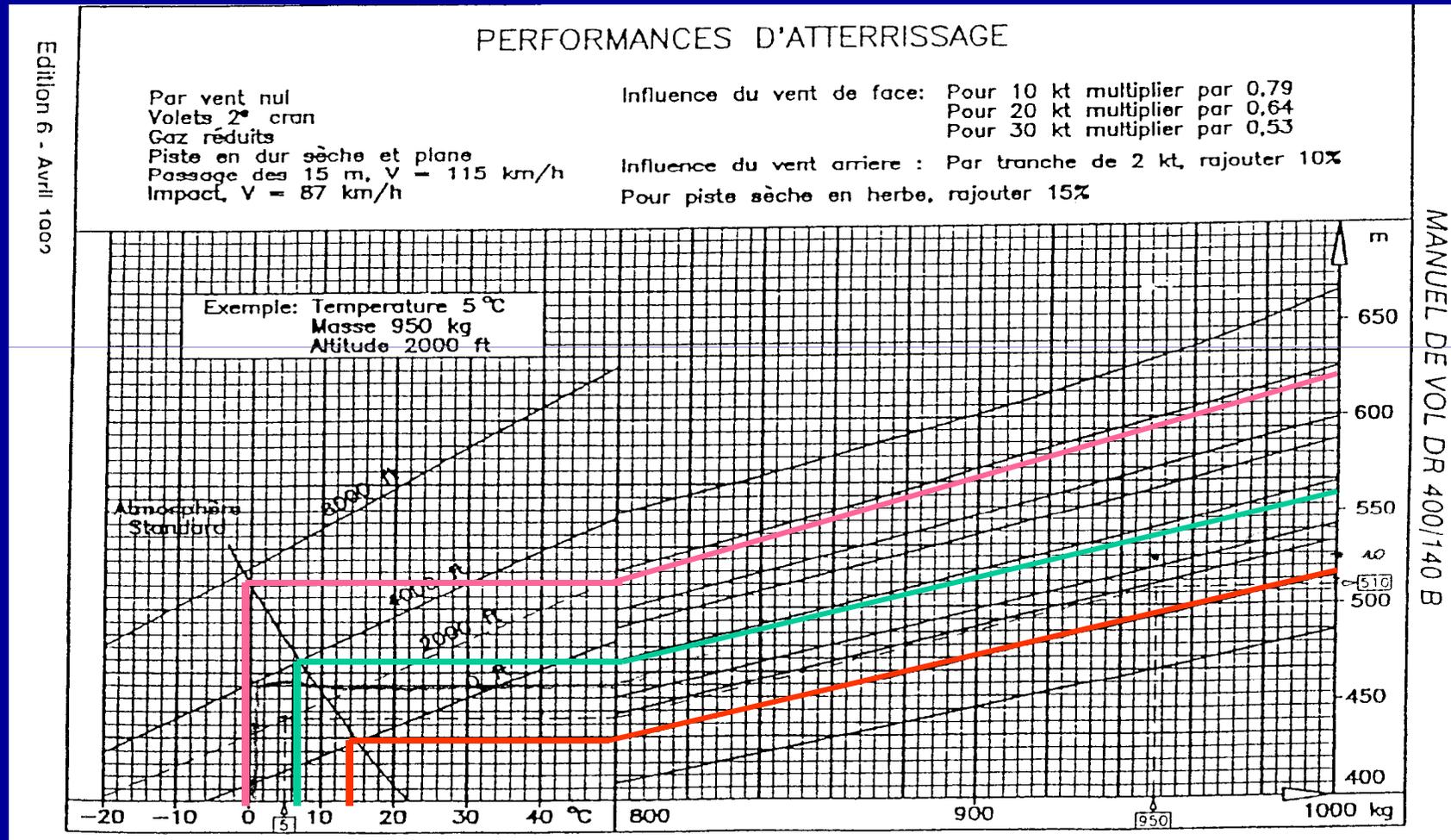
# Avec la prise d'altitude...

Puissance nécessaire au vol augmentée

En palier, à Puissance utile constante, vitesse vraie + grande avec vitesse indiquée inchangée ...

En palier, à RPM constant, moins de Puissance utile  
 Performance de vitesse de croisière dégradée

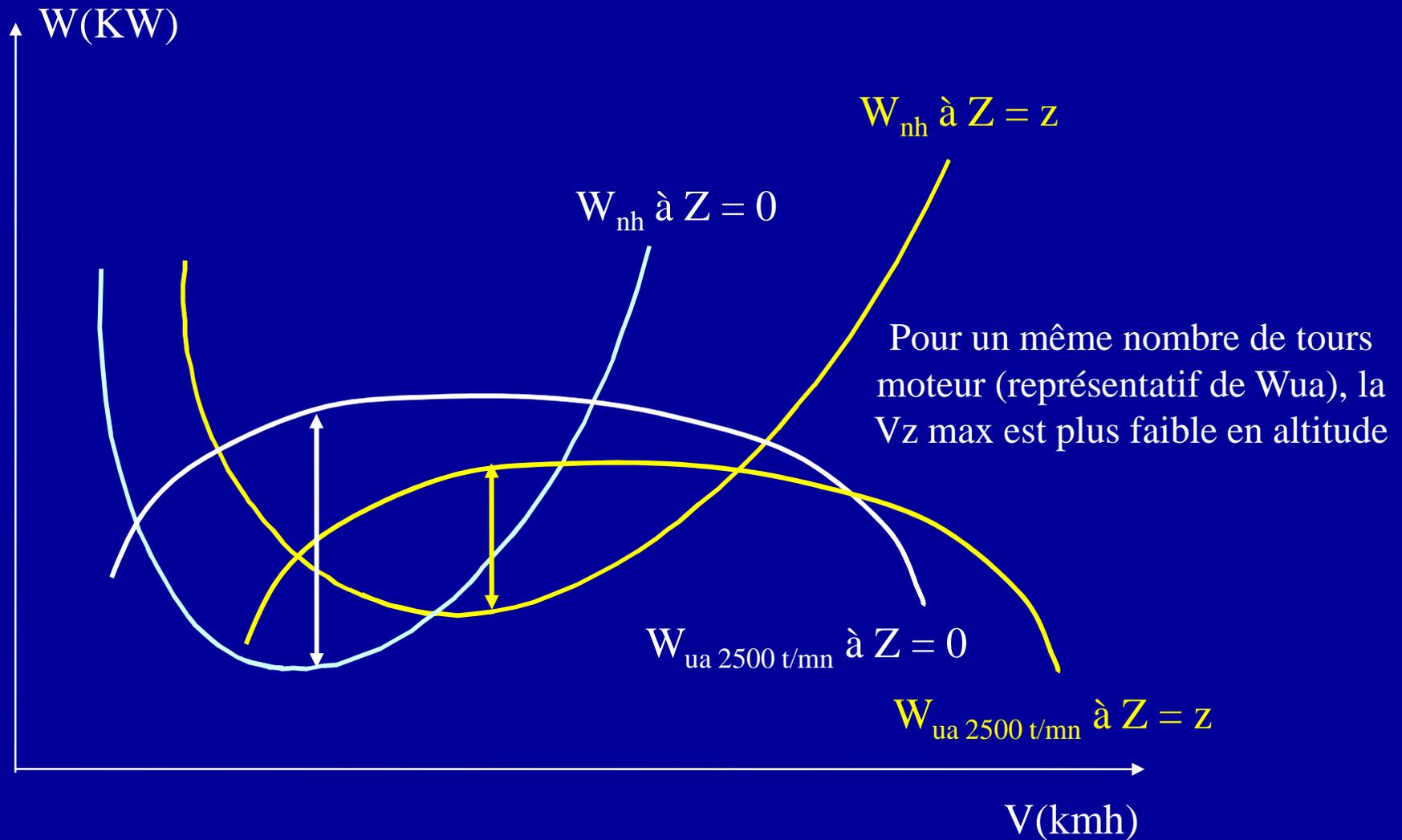
# Avec la prise d'altitude... distances de décollage et d'atterrissage augmentées



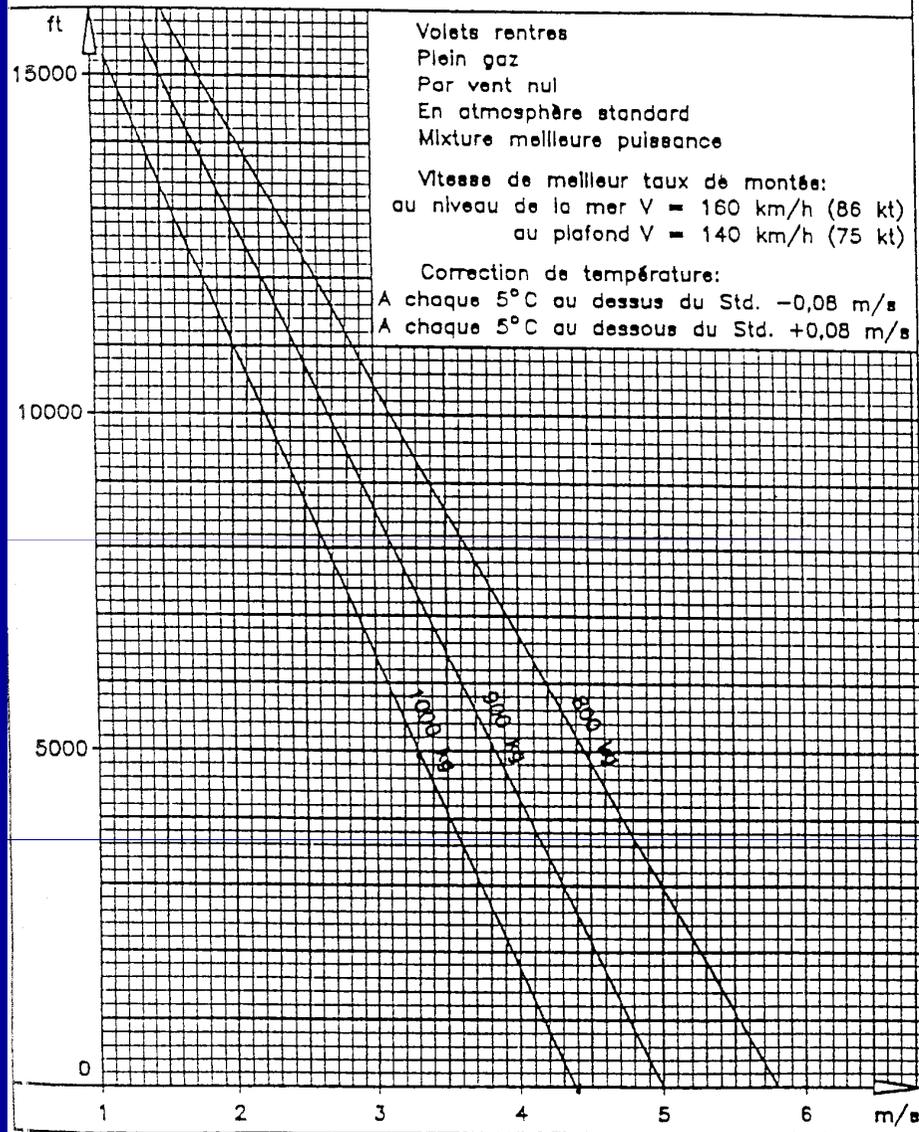
Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

# Avec la prise d'altitude...dégradation de la performance de vitesse verticale ( $V_z$ max)

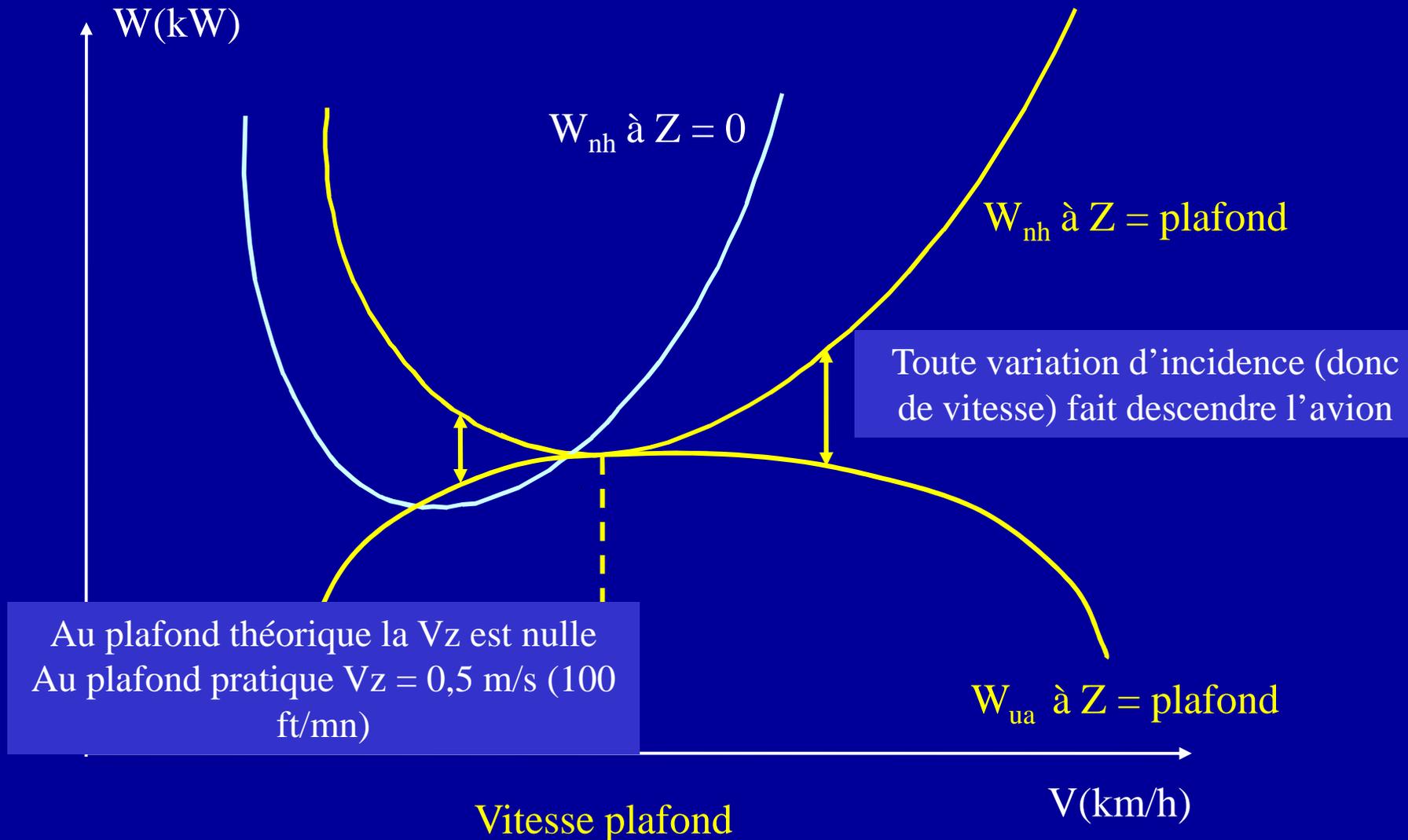


PERFORMANCES DE MONTEE



Avec la prise d'altitude :  
dégradation de la  
performance en Vz max

# Avec la prise d'altitude... on est vite « au plafond »



# Avec la prise d'altitude...on est vite « au plafond »

MANUEL DE VOL DR 400/140 B	MANUEL DE VOL DR 400/140 B
<b>Décollage par vent de travers</b> Volets ..... (1 <sup>er</sup> cran) position décollage Flaps ..... dans le vent Décoller à une vitesse légèrement supérieure à la vitesse indiquée pour un décollage normal. Annuler la dérive de façon classique (inclinaison maximale près du sol: 15°) Vent de travers démontré (22 kt) 40 km/h	<b>Utilisation de la commande de mixture</b> Maintenir la commande de mixture sur "plein riche", lors du décollage et de la montée. Dans certaines conditions (décollage sur terrain à haute altitude, montée prolongée au delà de 5000 ft), ce réglage peut s'avérer trop riche et se traduit alors par un fonctionnement irrégulier du moteur, ou par perte de puissance. Dans ces cas, ajuster la mixture de manière à retrouver un cycle moteur régulier et non pour la recherche de l'économie. Réglage de la mixture en croisière après stabilisation:
<b>MONTÉE</b> <b>Montée normale (volets rentrés)</b> Prendre la vitesse de montée 160 km/h (86 kt); 140 km/h (75 kt) au plafond. Au dessus de 5000 ft, régler la mixture.	Abaisser progressivement la manette de mixture jusqu'à observer une légère diminution de régime; repousser alors légèrement la manette vers le haut pour rétablir le régime et un fonctionnement régulier du moteur.
<b>Montée à pente maximale</b> La meilleure pente de trajectoire est obtenue à 130 km/h (70 kt), volets en position décollage (1 <sup>er</sup> cran), ou avec les volets rentrés.	<b>NOTE</b> Prendre soin de ne pas appauvrir excessivement le mélange, afin d'éviter une surchauffe du moteur. <b>ENRICHIR TOUJOURS LE MELANGE AVANT UNE AUGMENTATION DE PUISSANCE.</b>
<b>NOTE</b> Ce type de montée ne doit être utilisé qu'exceptionnellement (mauvais refroidissement du moteur).	
<b>CROISIÈRE</b> Pour les régimes et les performances de croisière, se reporter à la section 5.	

## Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

Avec la prise d'altitude...  
pour une même inclinaison « h »,  
le rayon de virage « r » est plus  
grand !

$$r_{(m)} = \frac{V_{(kts)}^2}{40tgh^\circ}$$

# Ordre de grandeur du rayon de virage

	V = 80 kts	V = 100 kts	V = 150 kts
tg 15° = 0,25	$r = \frac{64 \cdot 10^2}{40 \cdot 0,25} = 640\text{m}$	$r = \frac{10^4}{40 \cdot 0,25} = 1000\text{m}$	$r = \frac{22,5 \cdot 10^2}{40 \cdot 0,25} = 2250\text{m}$
tg 30° = 0,6	$r = \frac{64 \cdot 10^2}{40 \cdot 0,6} = 260\text{m}$	$r = \frac{10^4}{40 \cdot 0,6} = 416\text{m}$	$r = \frac{22,5 \cdot 10^2}{40 \cdot 0,6} = 930\text{m}$
tg 60° = 1,7	$r = \frac{64 \cdot 10^2}{40 \cdot 1,7} = 100\text{m}$	$r = \frac{10^4}{40 \cdot 1,7} = 150\text{m}$	$r = \frac{22,5 \cdot 10^2}{40 \cdot 1,7} = 330\text{m}$

- veiller à respecter la Vitesse minimale de Sécurité en évolutions :  
Vitesse  $\geq 1,3$  x Vitesse minimale de sustentation, qui elle-même augmente avec le facteur de charge (x 1,4 à 60° d'inclinaison !)

## Pour réduire le rayon de virage...

Ne pas réduire la vitesse en dessous de la Vitesse minimale de sécurité en évolutions : au contraire, « pour s'éloigner de la  $V_s$  et du second régime » se garder la possibilité d'augmenter la vitesse en prenant une trajectoire de descente

Augmenter l'inclinaison en veillant à garder  $V_i > 1,3 V_s$  ( $V_s$  pour l'inclinaison choisie)

Si nécessaire, sortir les volets au premier cran ( $V_s$  plus faible) mais veiller à  $V_i < V_{fe}$  ,

# Pour réduire le rayon de virage...

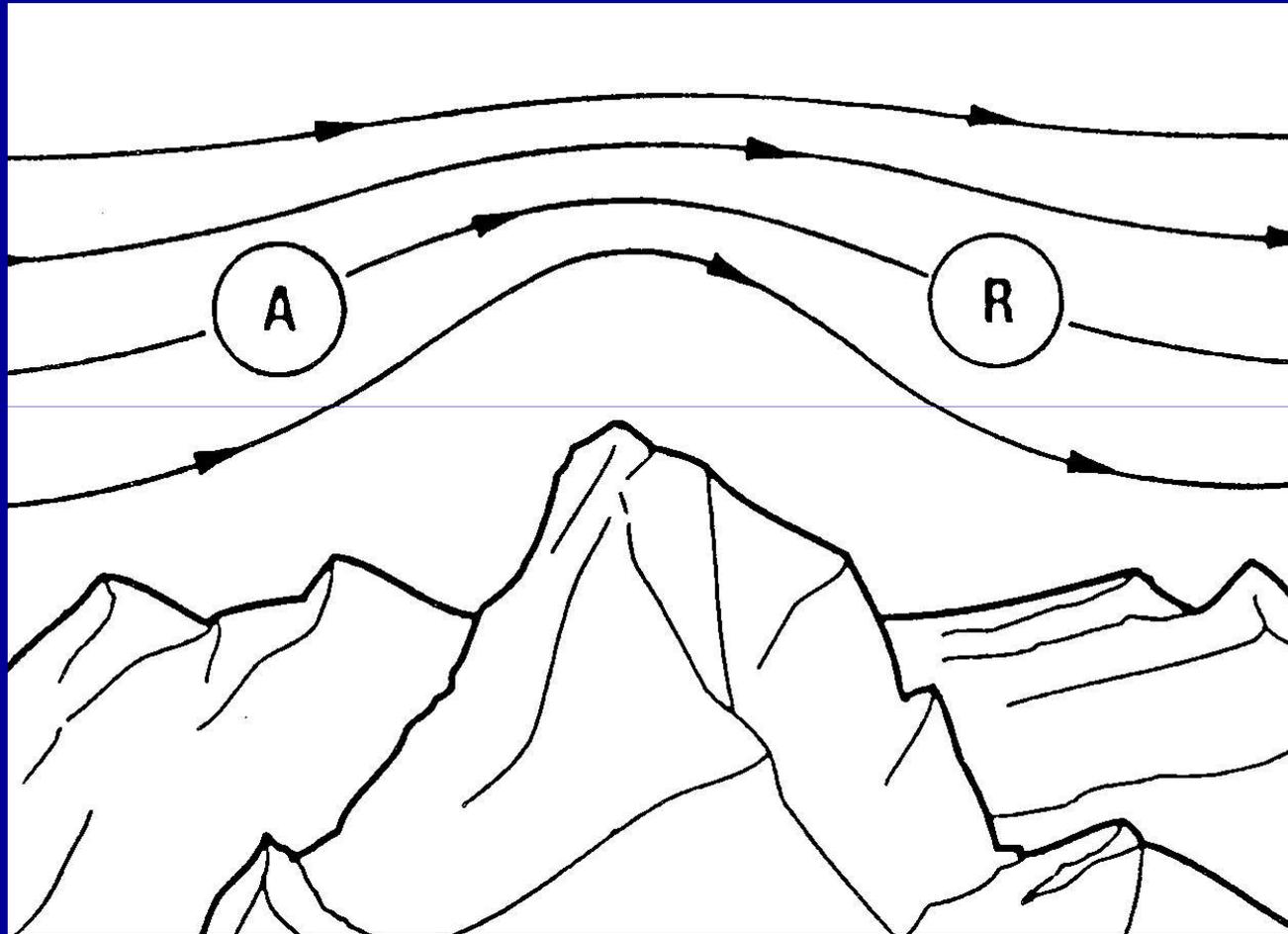
RobinDR44-Vitesse minimum d'évolution (km/h) selon  $V/V_s$  à  $\Phi=0^\circ$   
à diverses inclinaisons  $\Phi^\circ$  et positions des volets

Rotation	Finale			Evolution à $1,3 V_s$ à $\Phi^\circ$					
$V/V_s$	1.1	1.2	1.3	1.31	1.34	1.40	1.55	1.83	
$\Phi^\circ$	$0^\circ$	$0^\circ$	$<5^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	
Rentrés	109	119	129	130	133	138	153	181	
1 <sup>er</sup> cran	102	112	121	122	125	130	144	170	
2 <sup>e</sup> cran	96	104	113	114	117	122	135	159	

Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

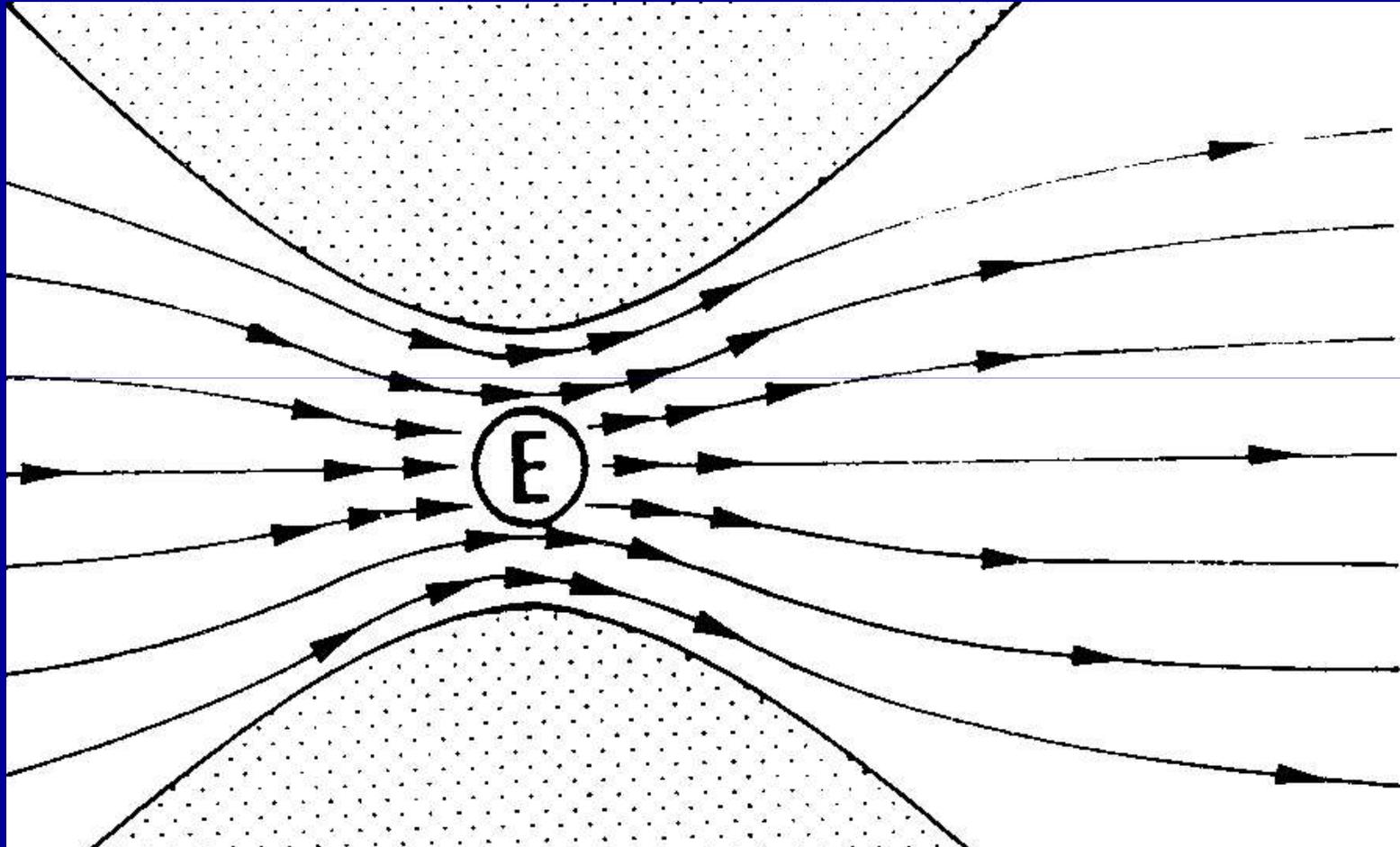
# Déviation verticale de l'écoulement : ascendance, descendance



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

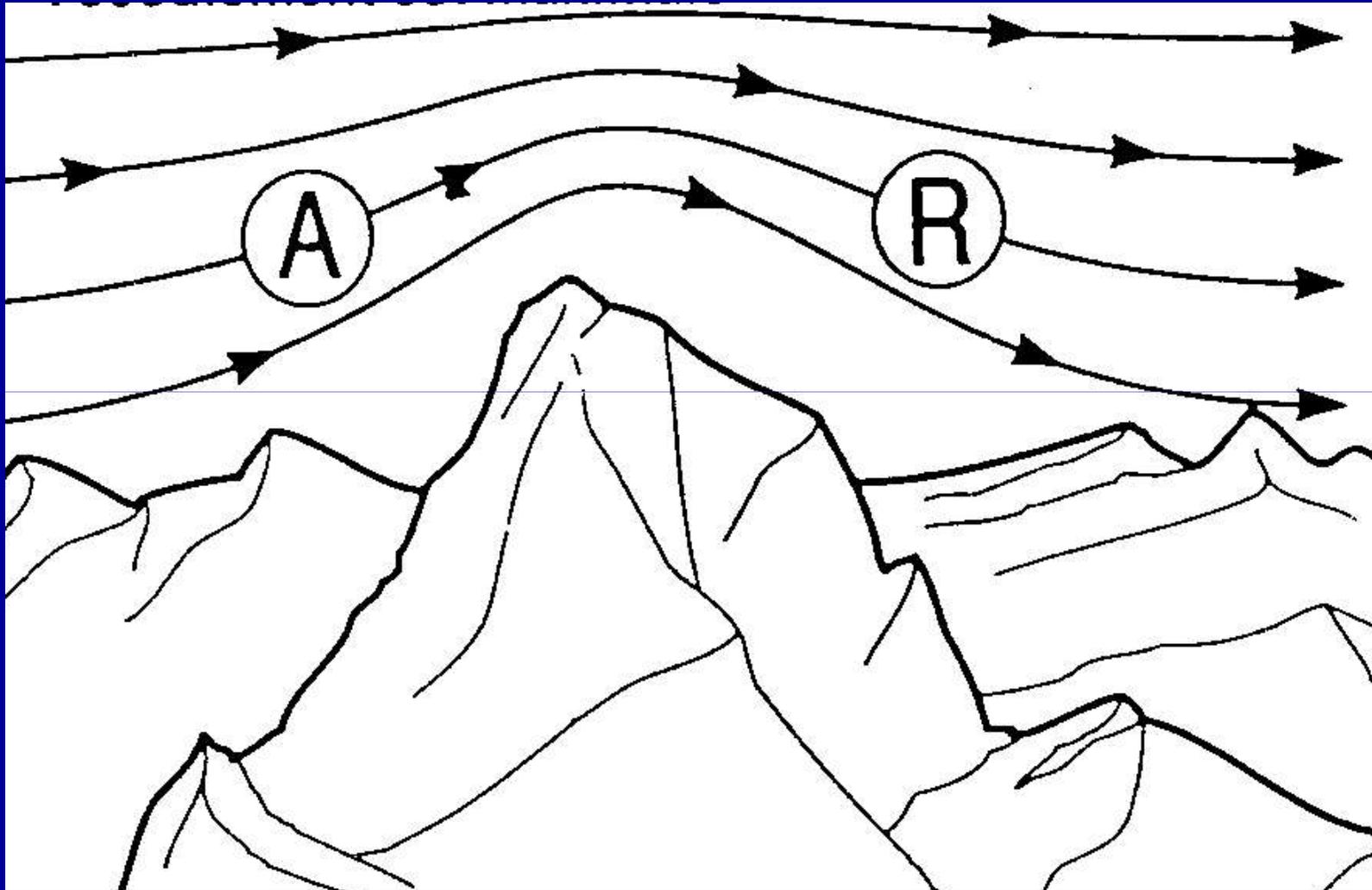
# Une ligne de crête constitue toujours un « demi Venturi »



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

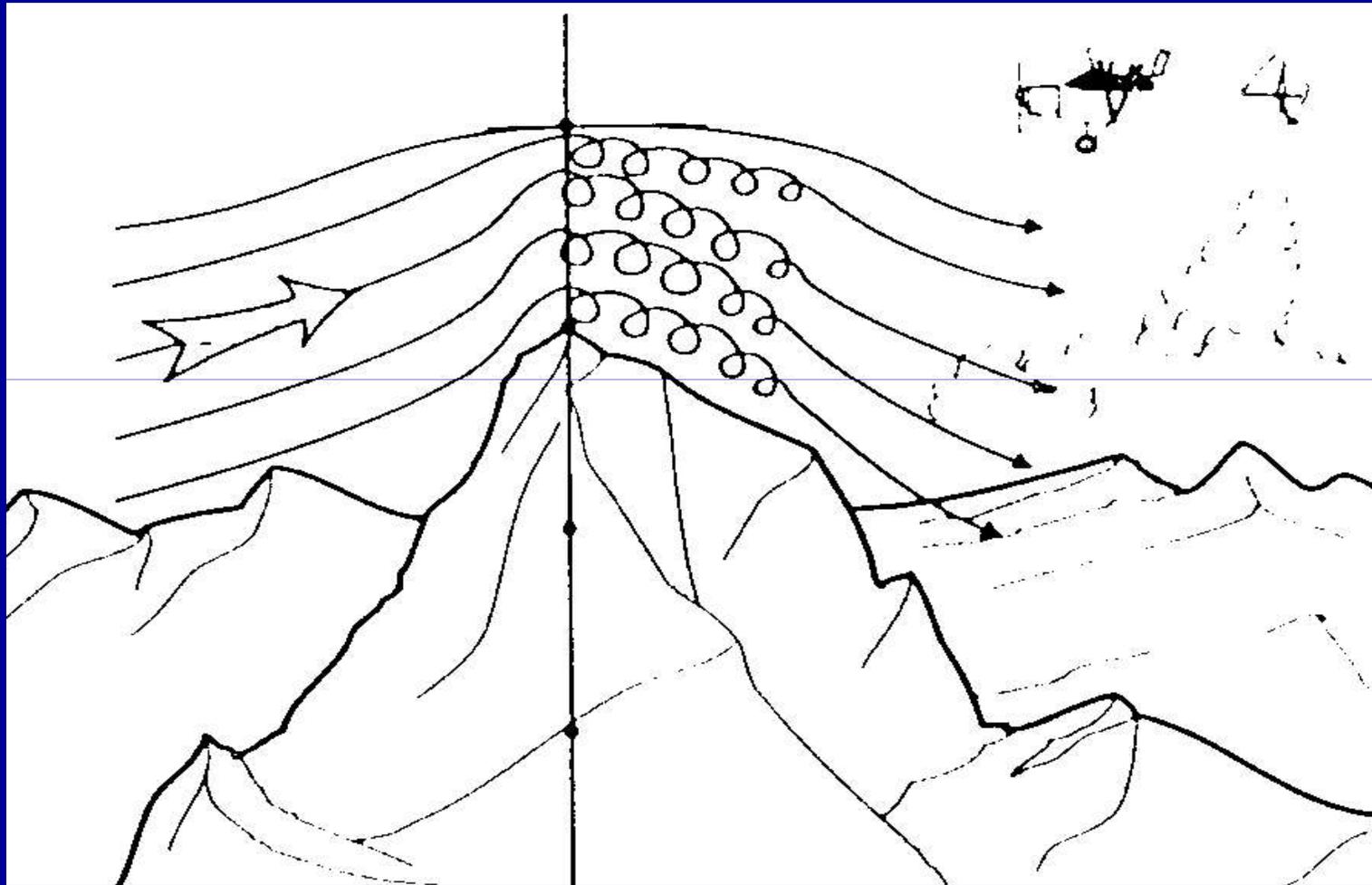
A l'étranglement, la vitesse de l'écoulement est maximum



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

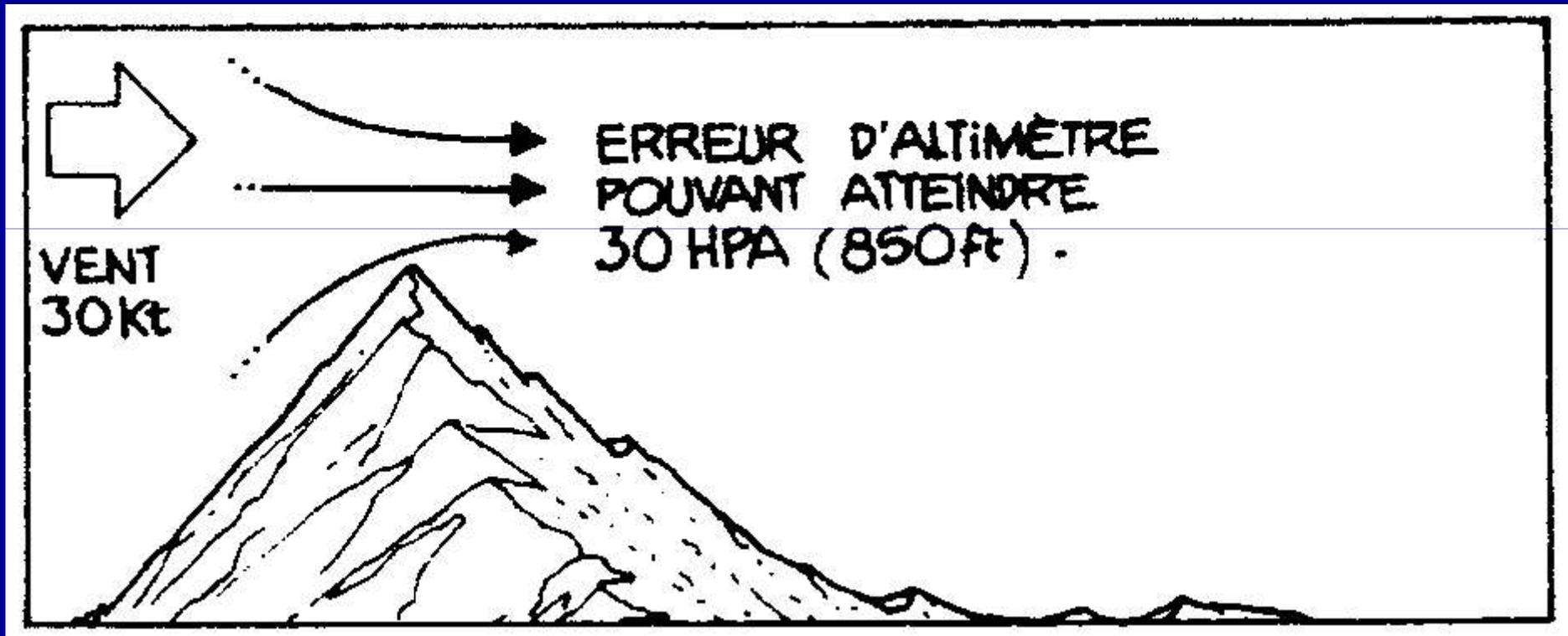
Au delà de la ligne de crête l'écoulement est « désordonné », avec des tourbillons



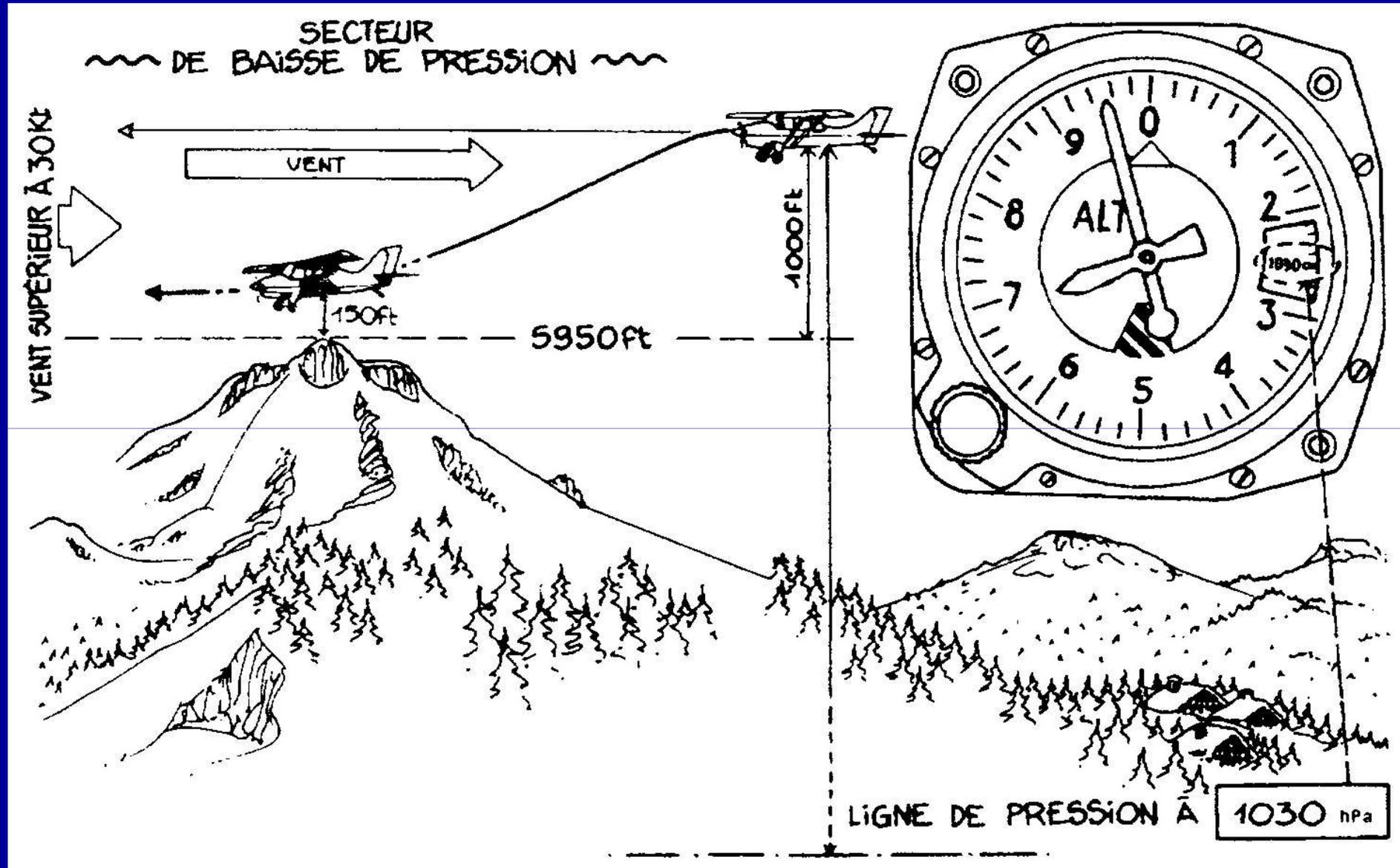
Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

Par effet Venturi, la pression baisse au passage de la ligne de crête, donnant une fausse altitude



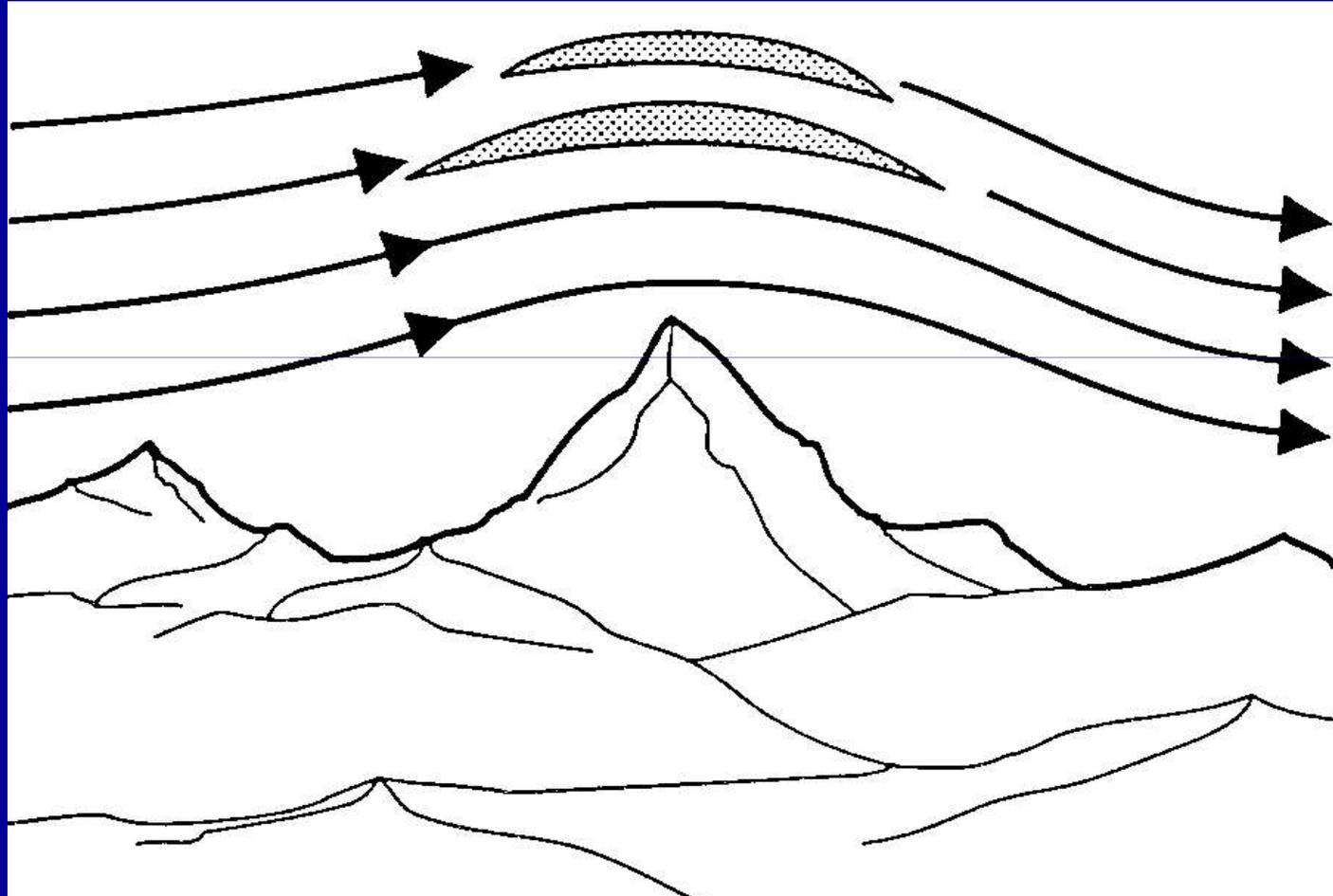
# Par effet Venturi : fausse altitude !



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

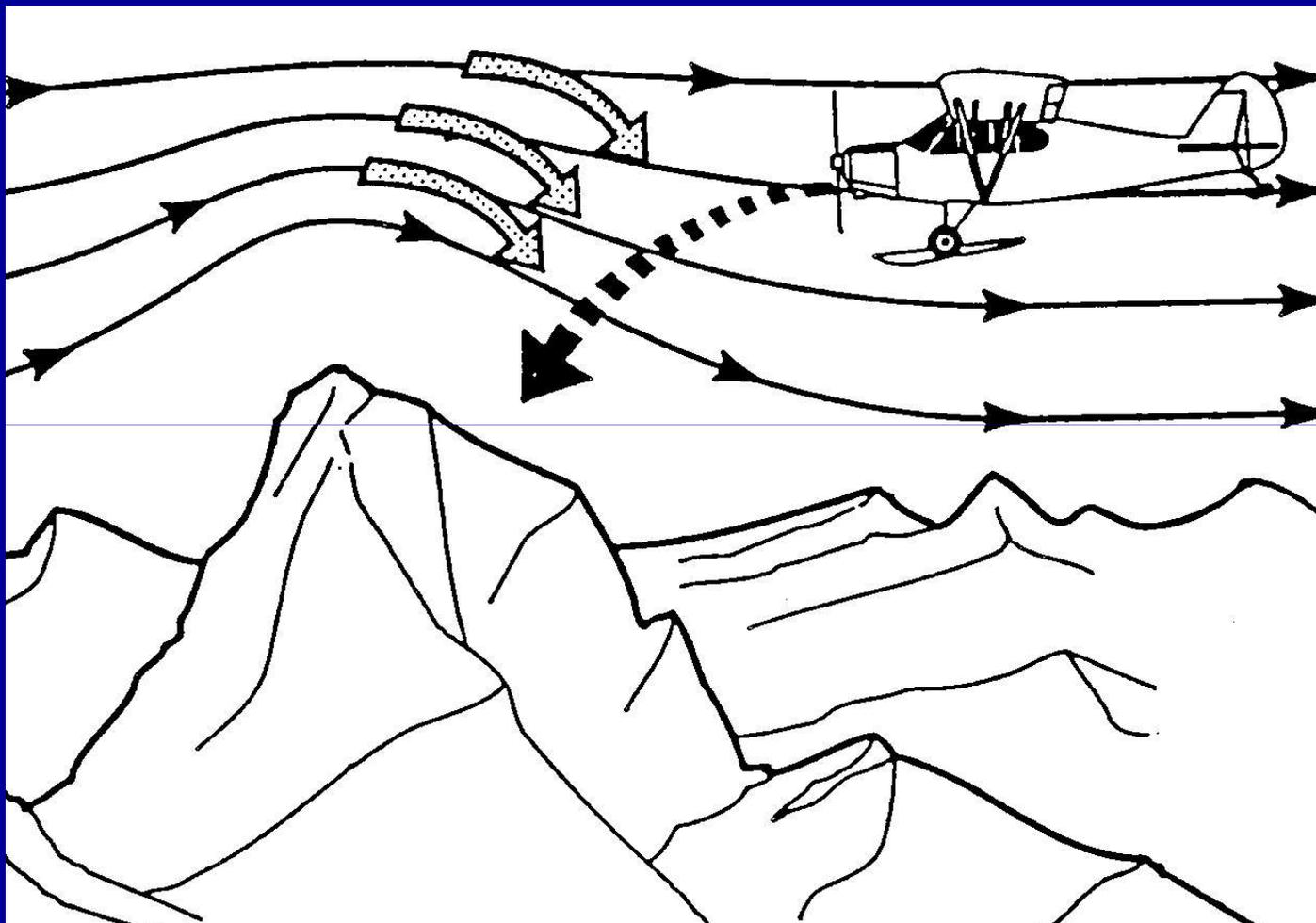
À la verticale la ligne de crête, formation de nuages lenticulaires (condensation par diminution de pression due à l'effet Venturi)



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

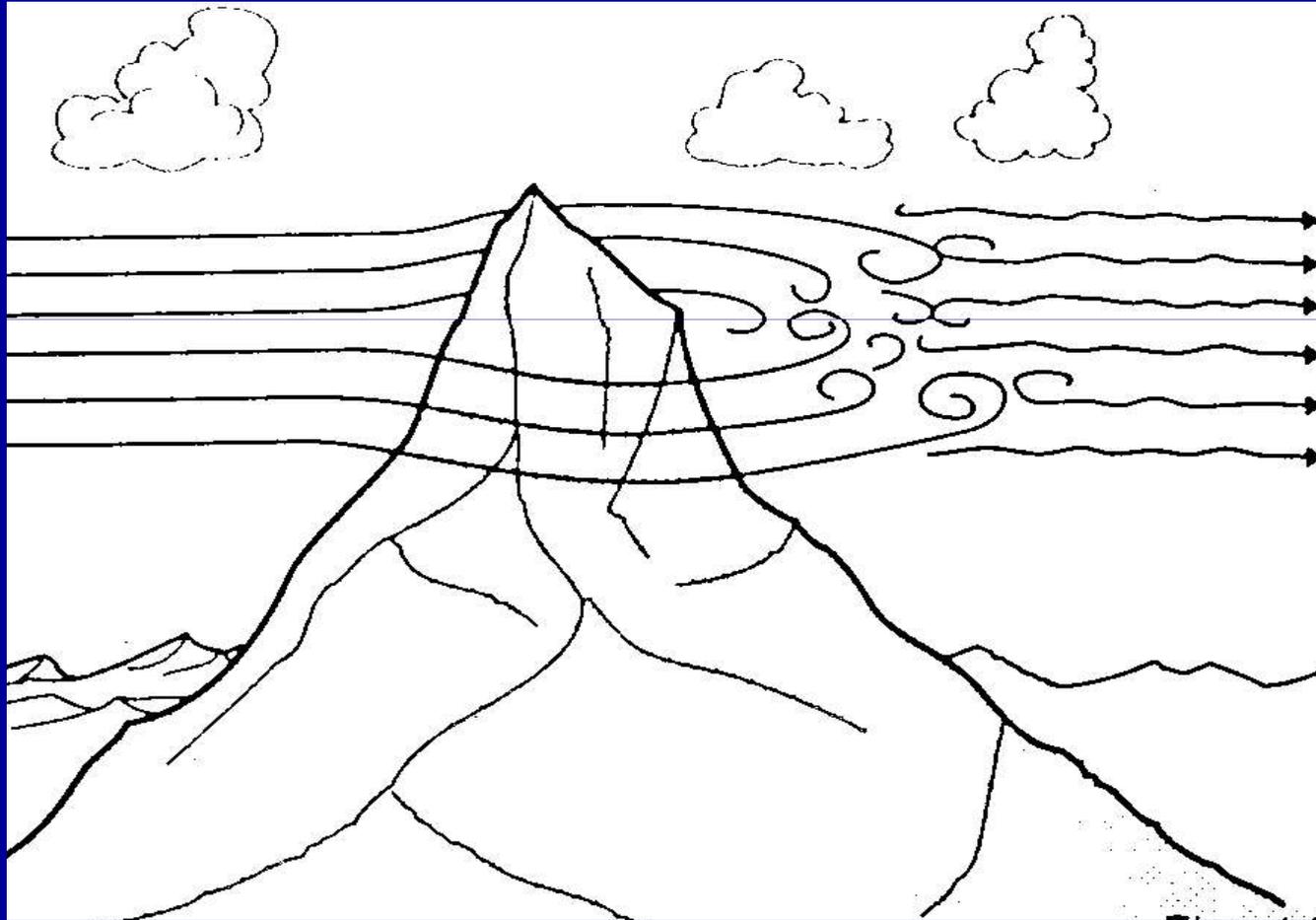
# Déviations verticale de la trajectoire vers le bas



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

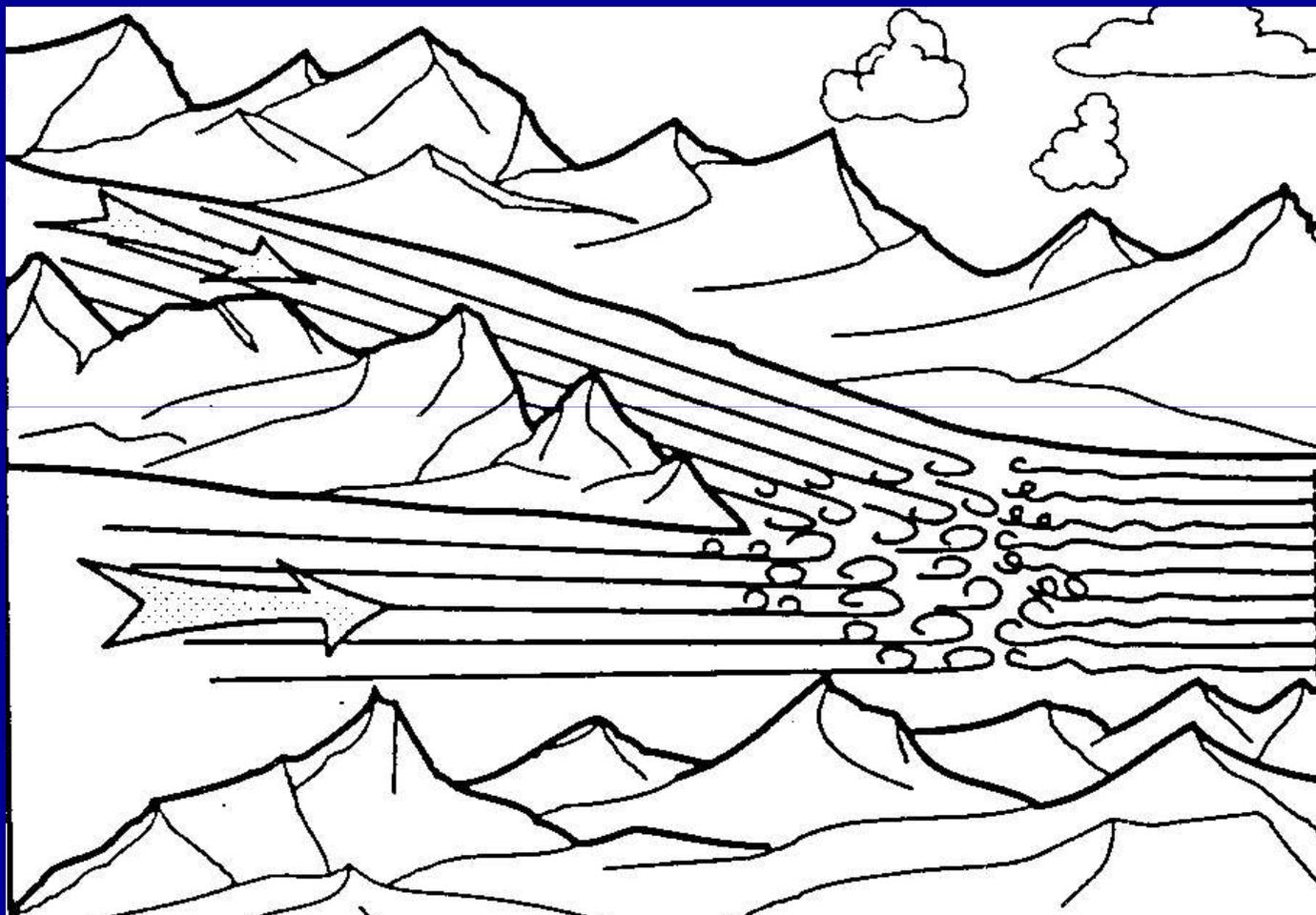
# Déviatation horizontale de l'écoulement par la présence d'un piton rocheux avec formation de tourbillons



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

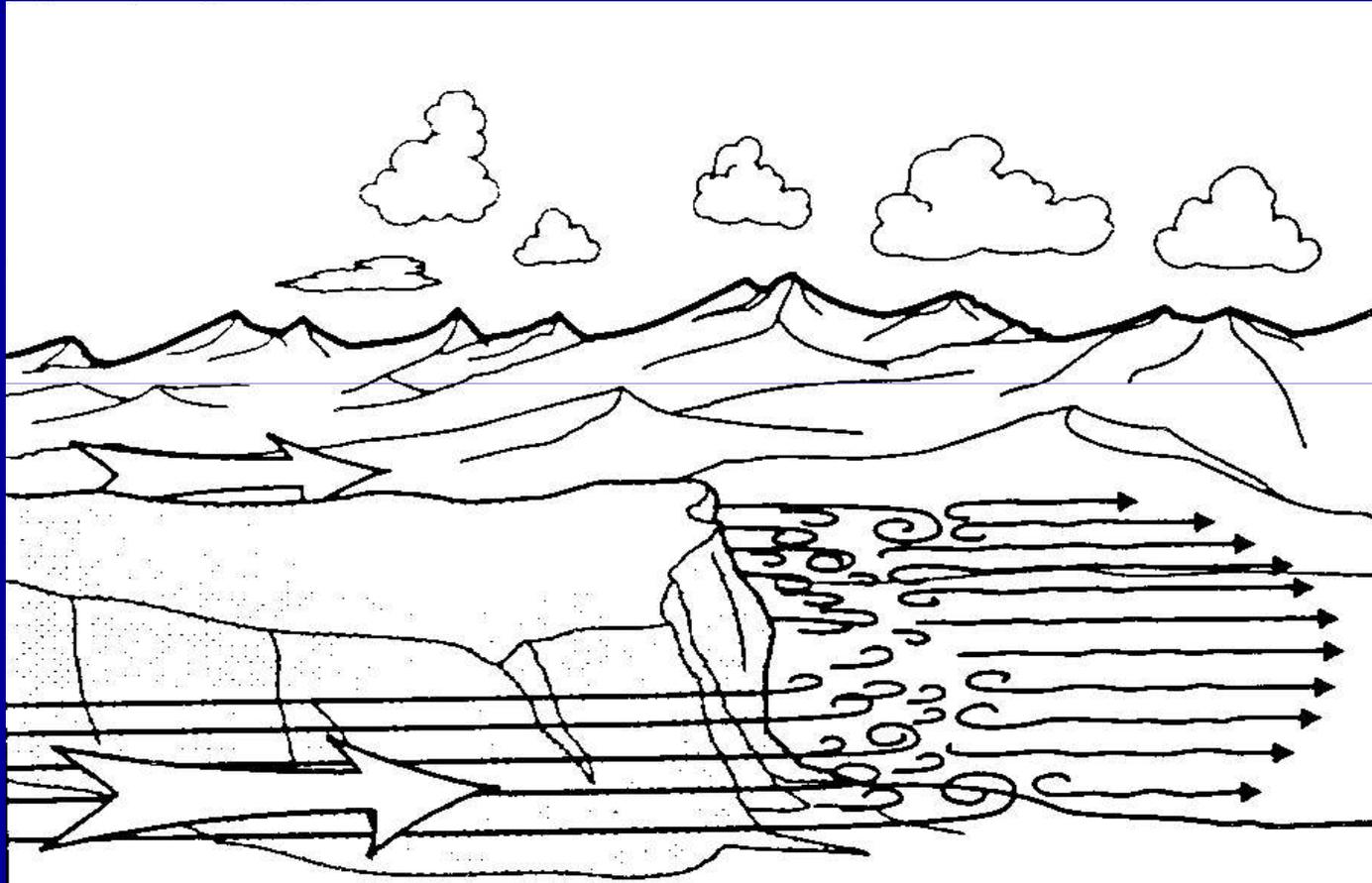
# Perturbation de l'écoulement à la jonction de deux vallées



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

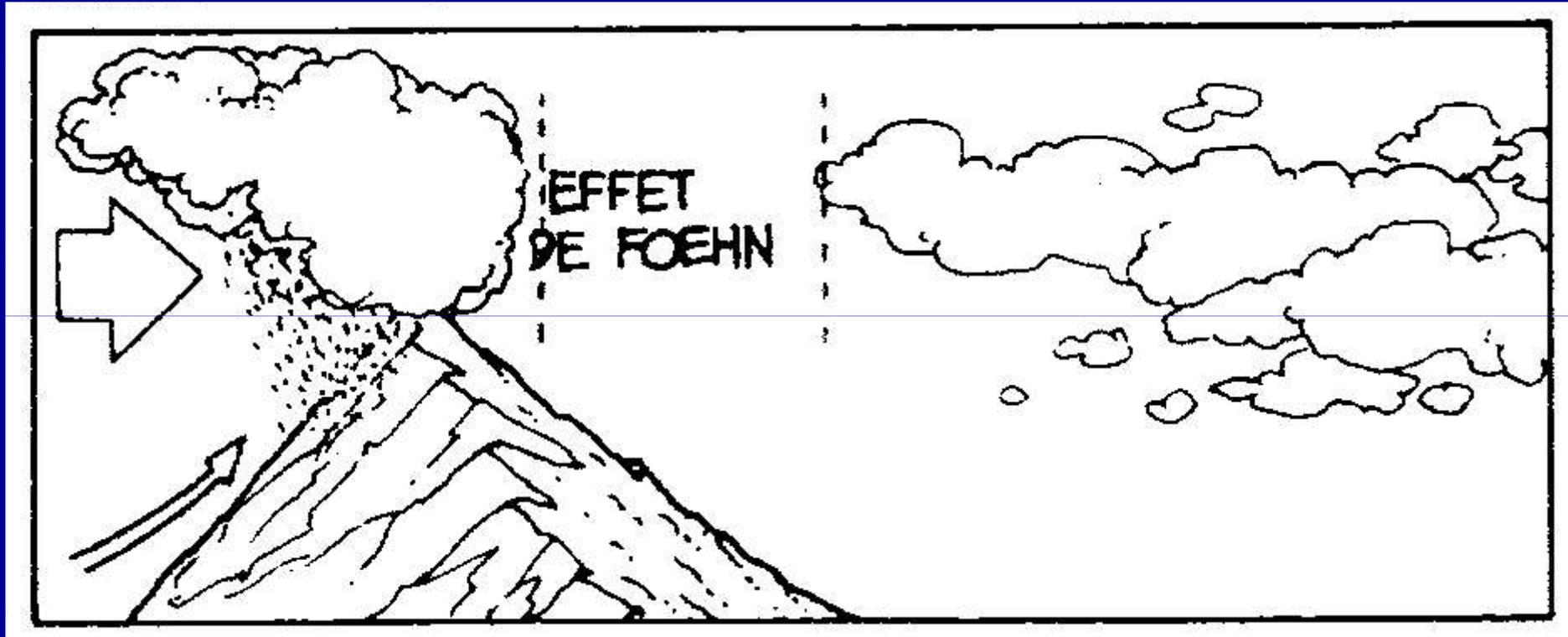
# Perturbation de l'écoulement à la jonction de deux vallées, avec effet de « masque »



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

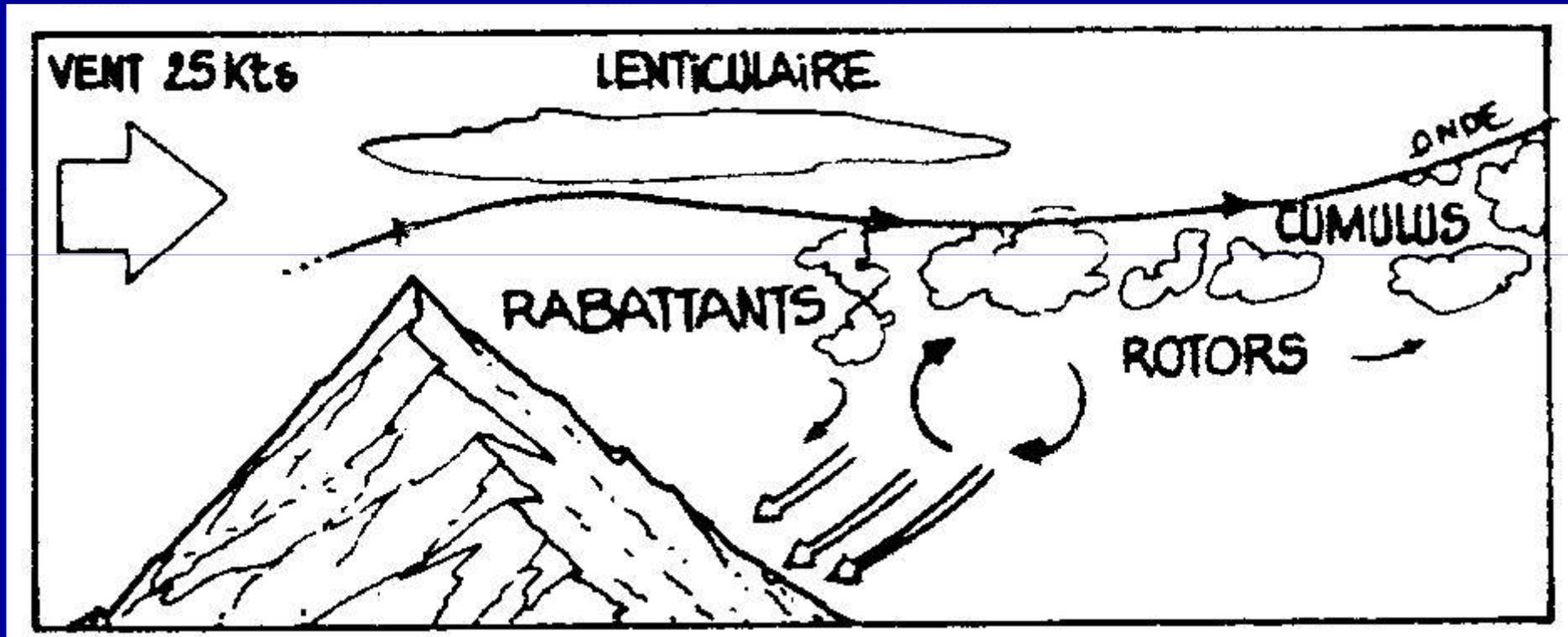
# Masse d'air humide déplacée vers le haut et se condensant



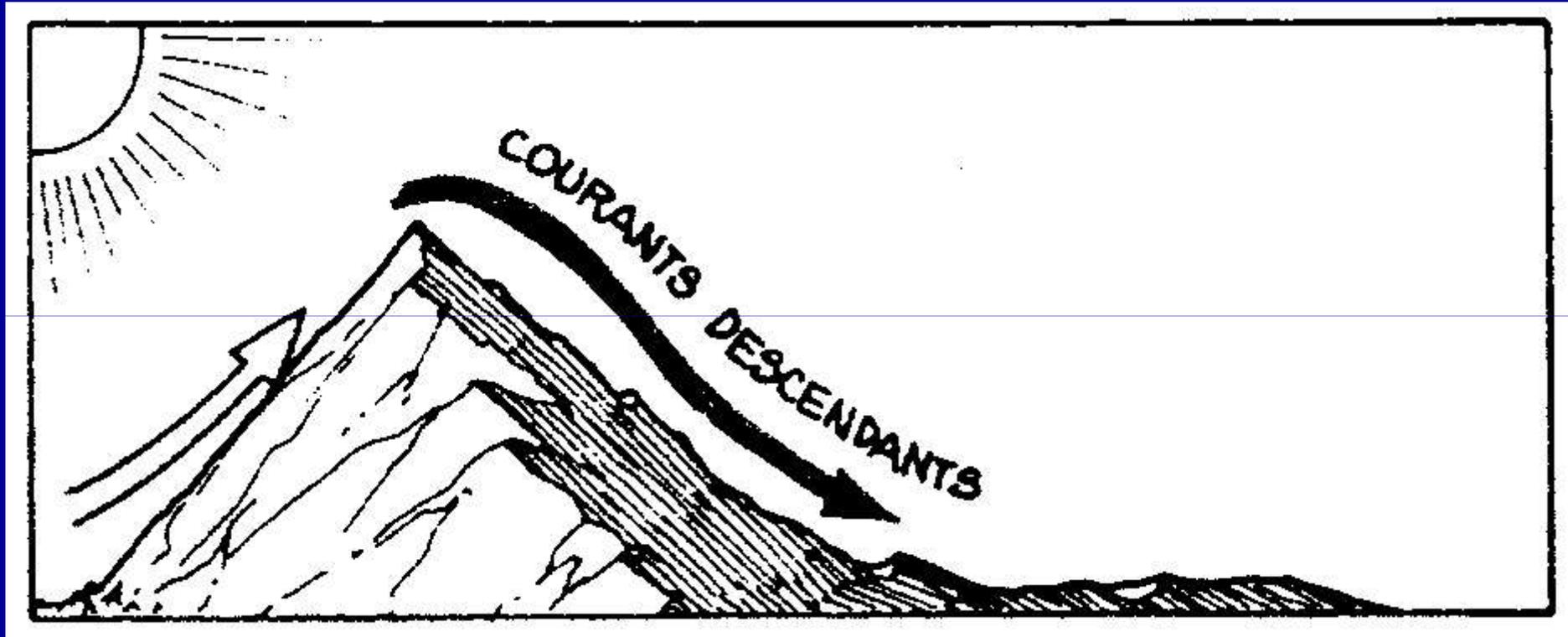
Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

# Vent perpendiculaire à la ligne de crêtes



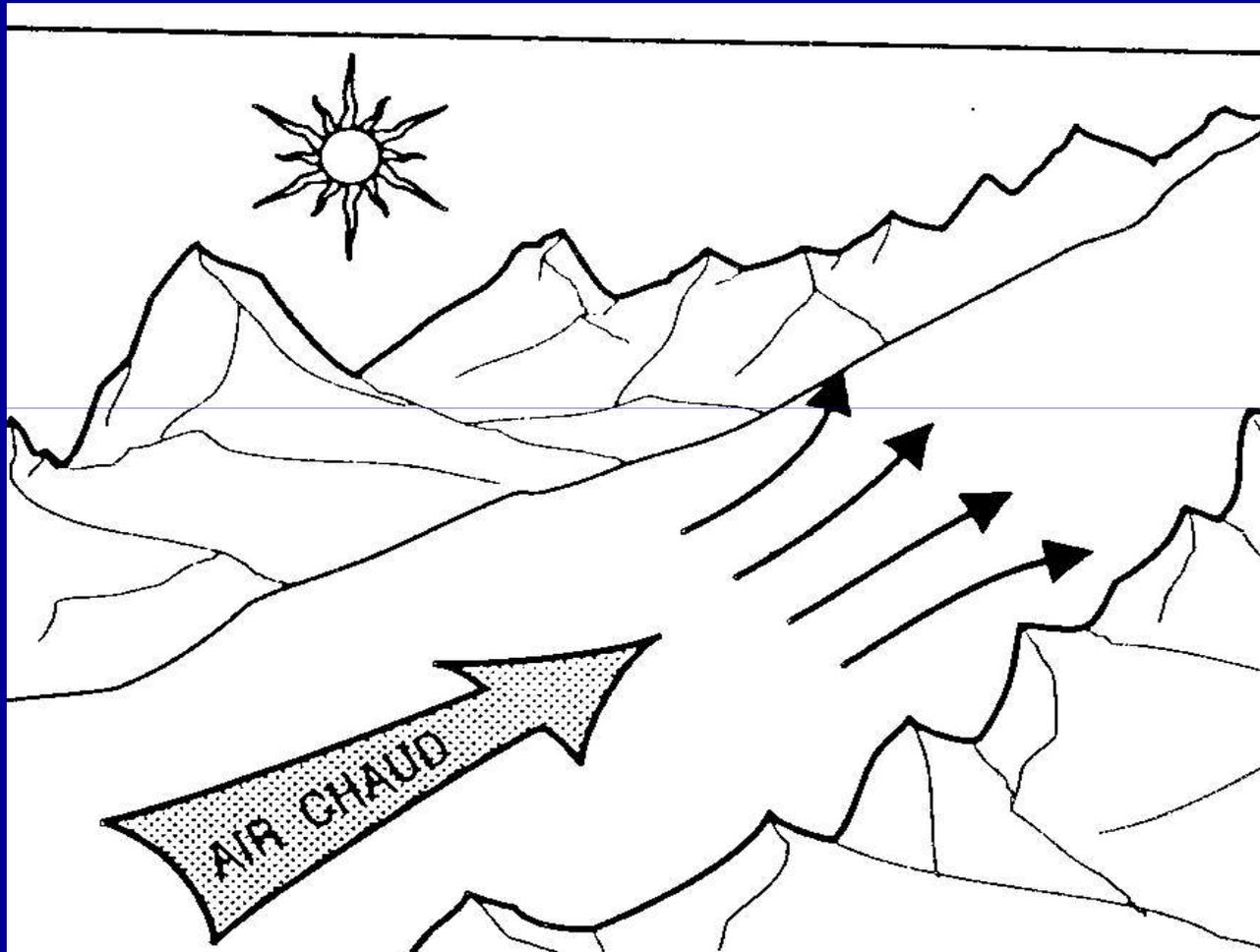
# Présence de courants ascendants au versant ensoleillé et descendants au versant « à l'ombre »



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

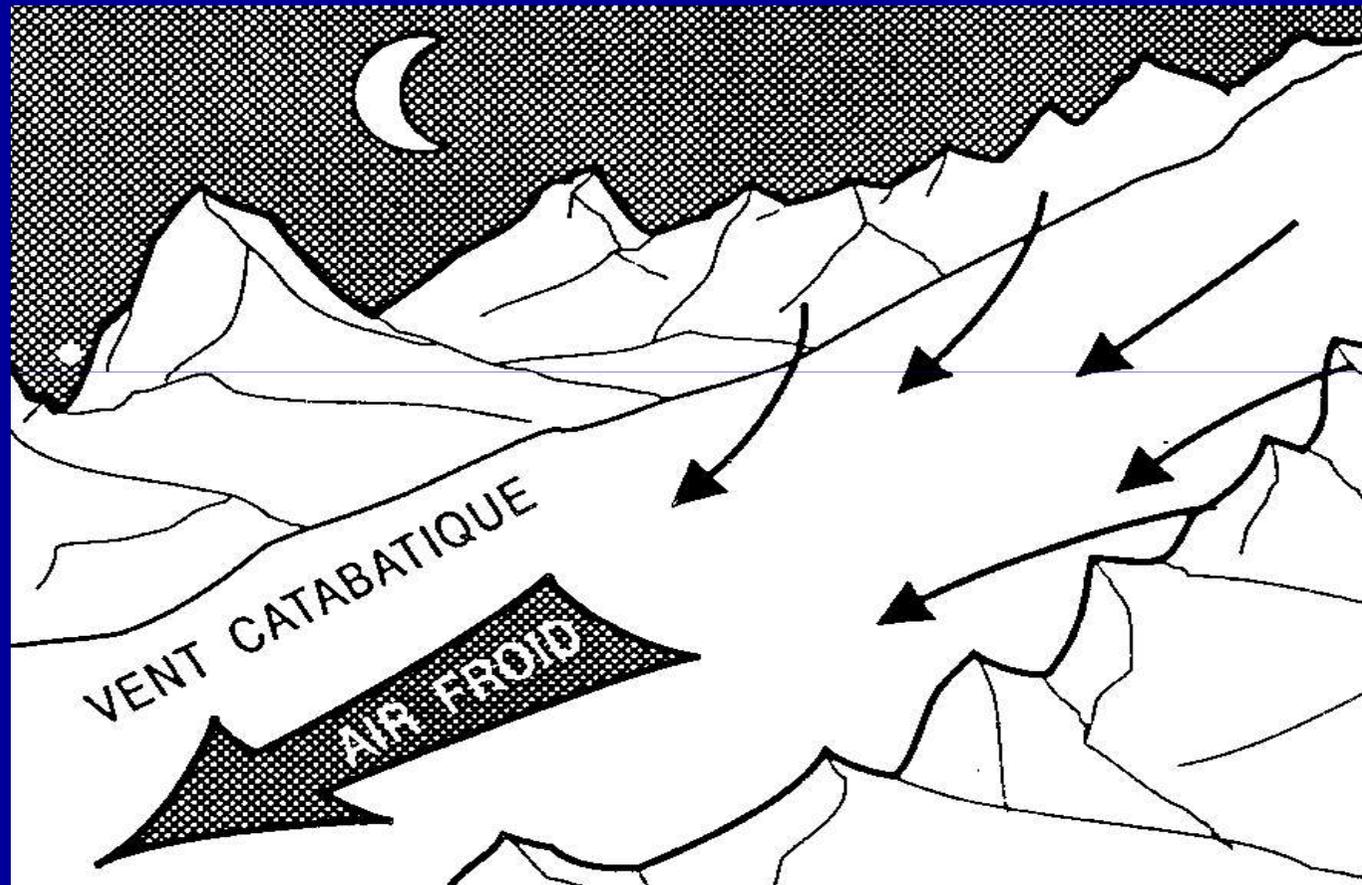
# Brise de vallée : montante en milieu de matinée et jusqu'en milieu d'après-midi



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

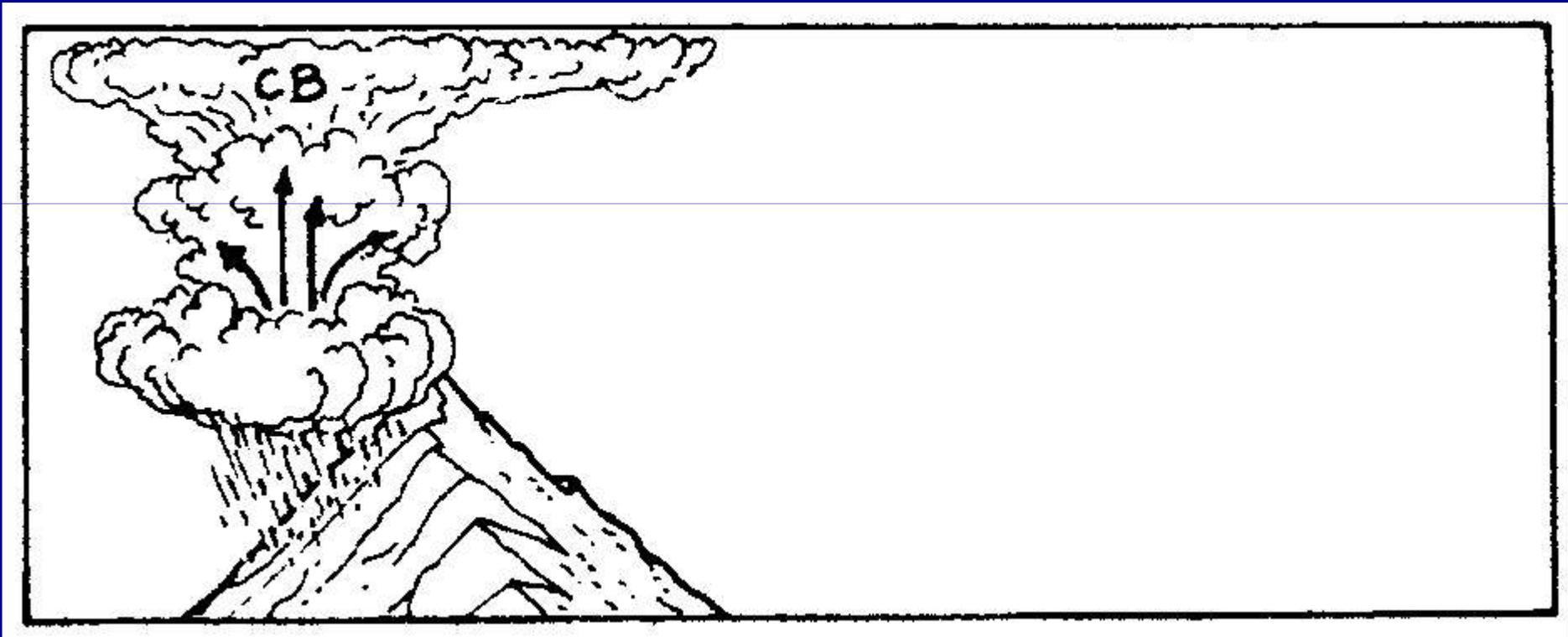
# Brise de vallée : descendante en fin de journée et la nuit



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

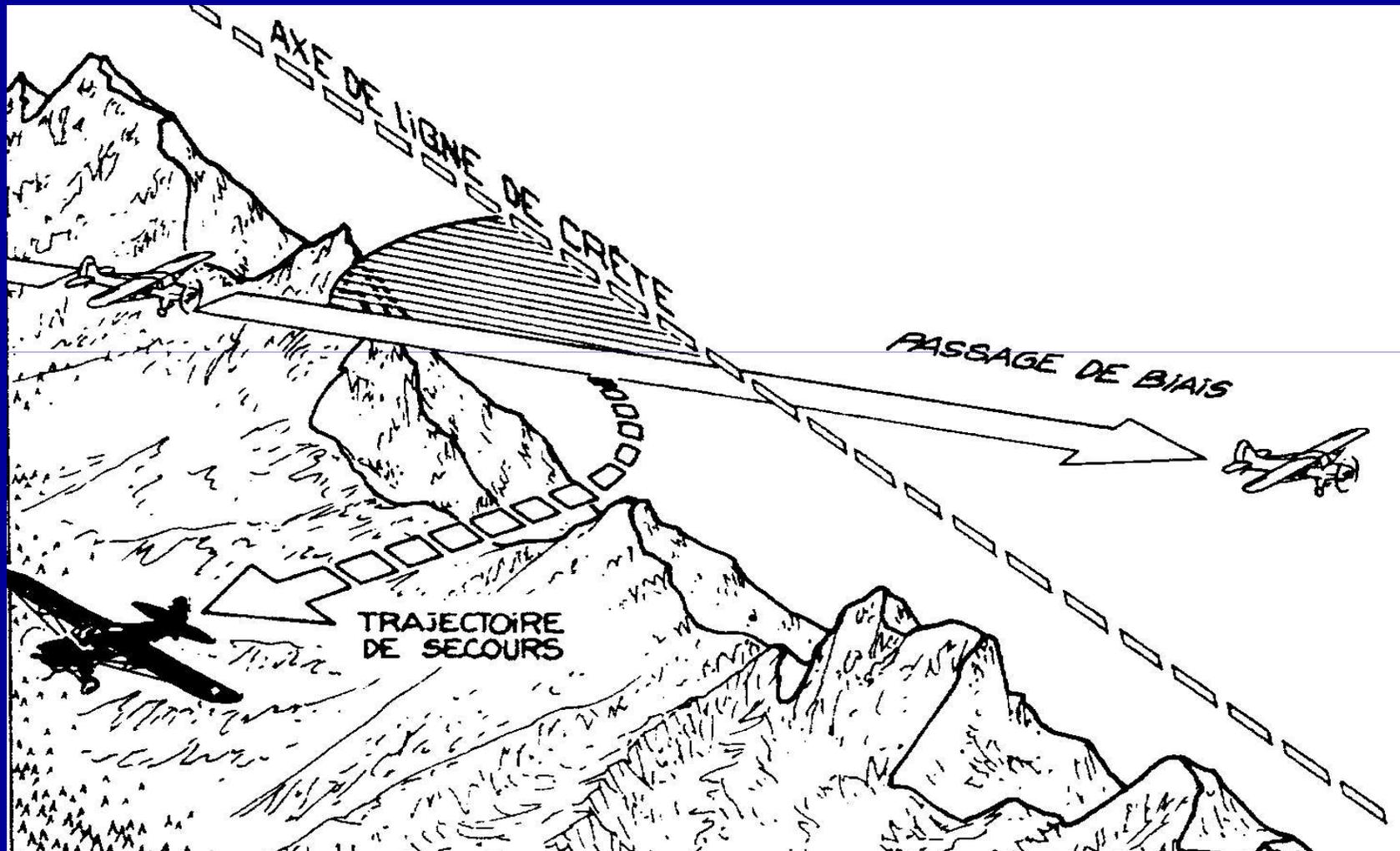
# Formation de Cumulonimbus par déplacement brutal vers le haut d'une masse d'air convective instable



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

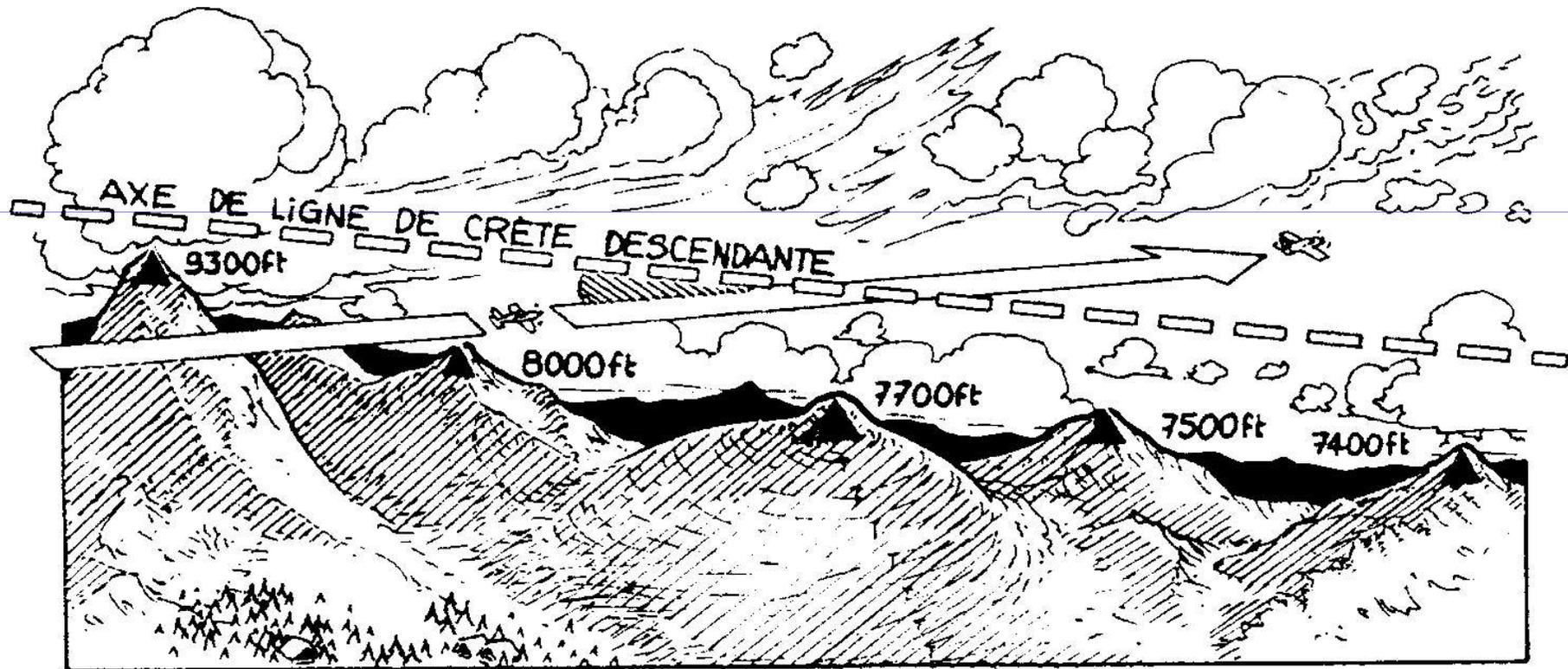
# Passage d'une ligne de crête : toujours de biais, jamais de front !



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

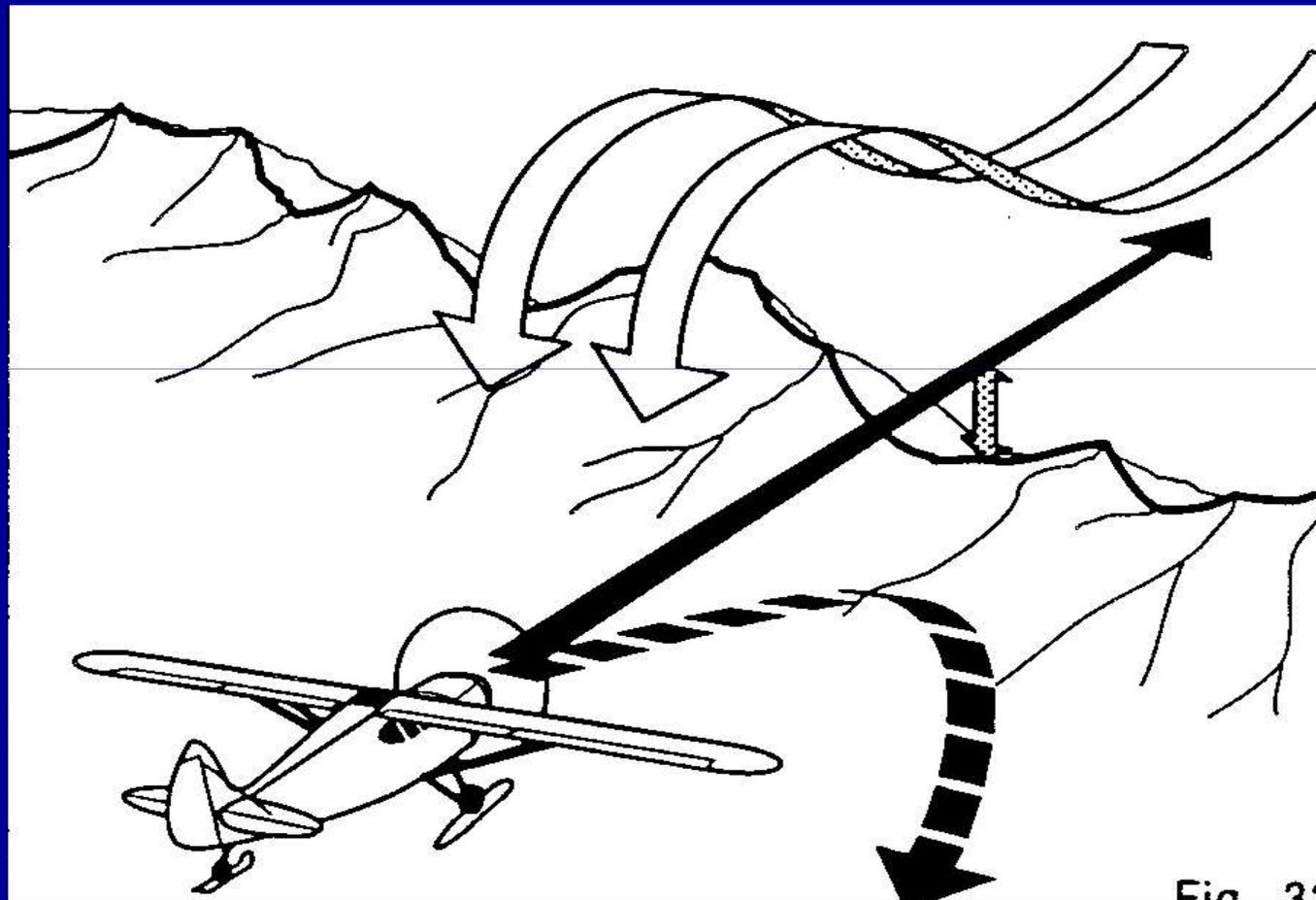
Passage d'une ligne de crête descendante :  
toujours de biais et dans le sens de la  
descente de la ligne de crête !



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

# Passage d'un col : attention à la déviation verticale de l'écoulement !



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

Passage d'un col face au soleil : attention à l'éblouissement, garder la possibilité de faire demi-tour !

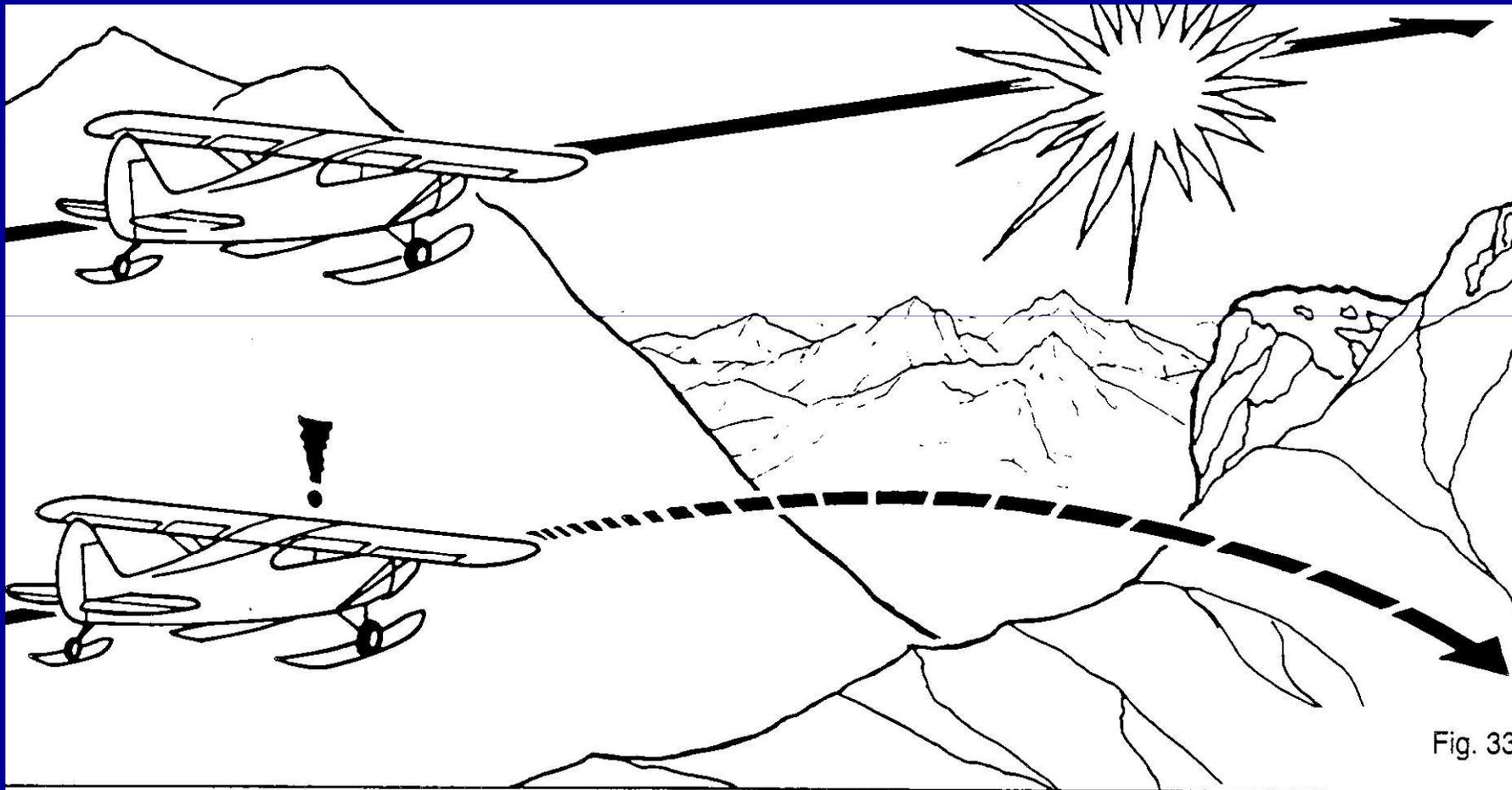


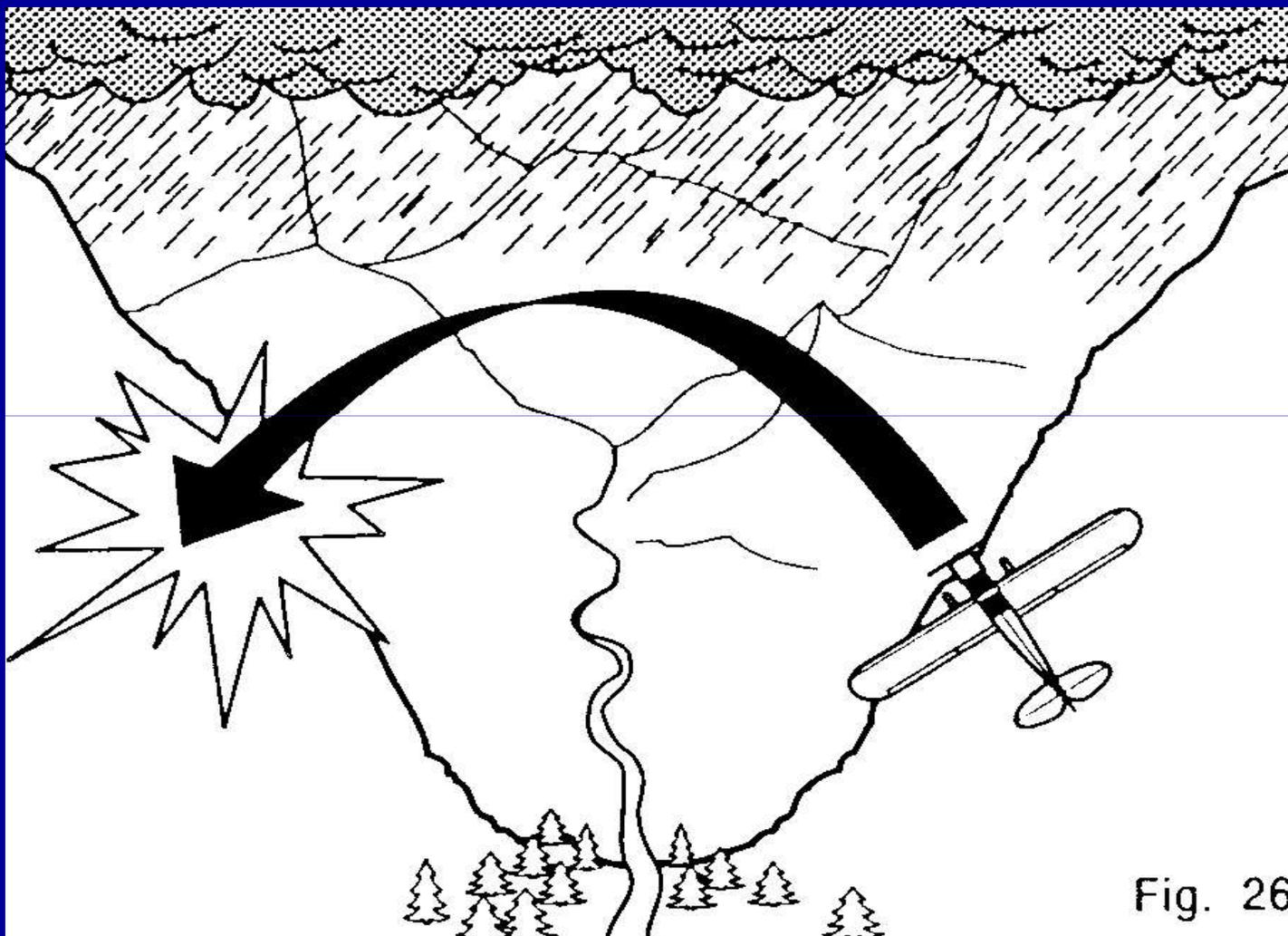
Fig. 33

Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse



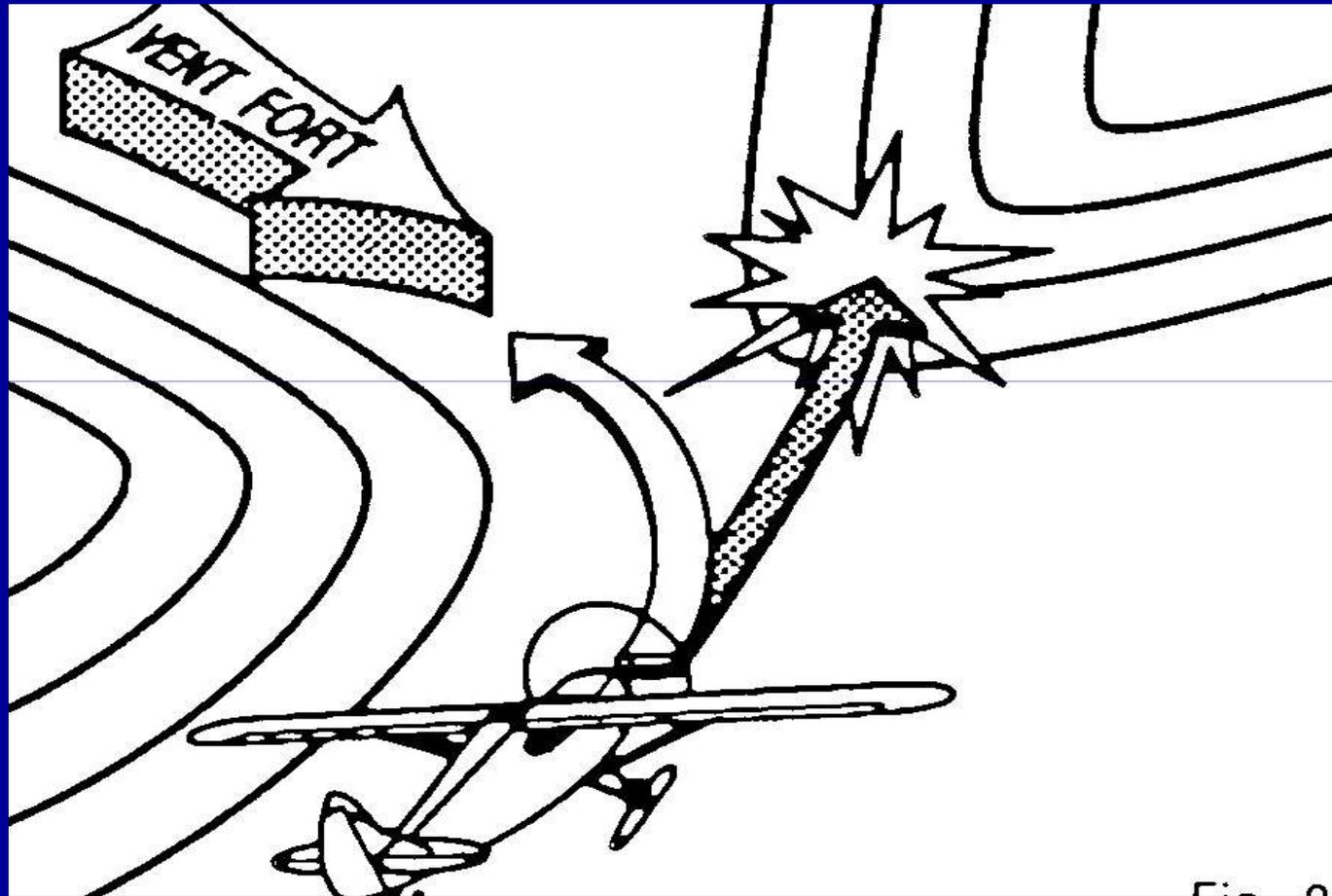
# Virage dans le relief



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

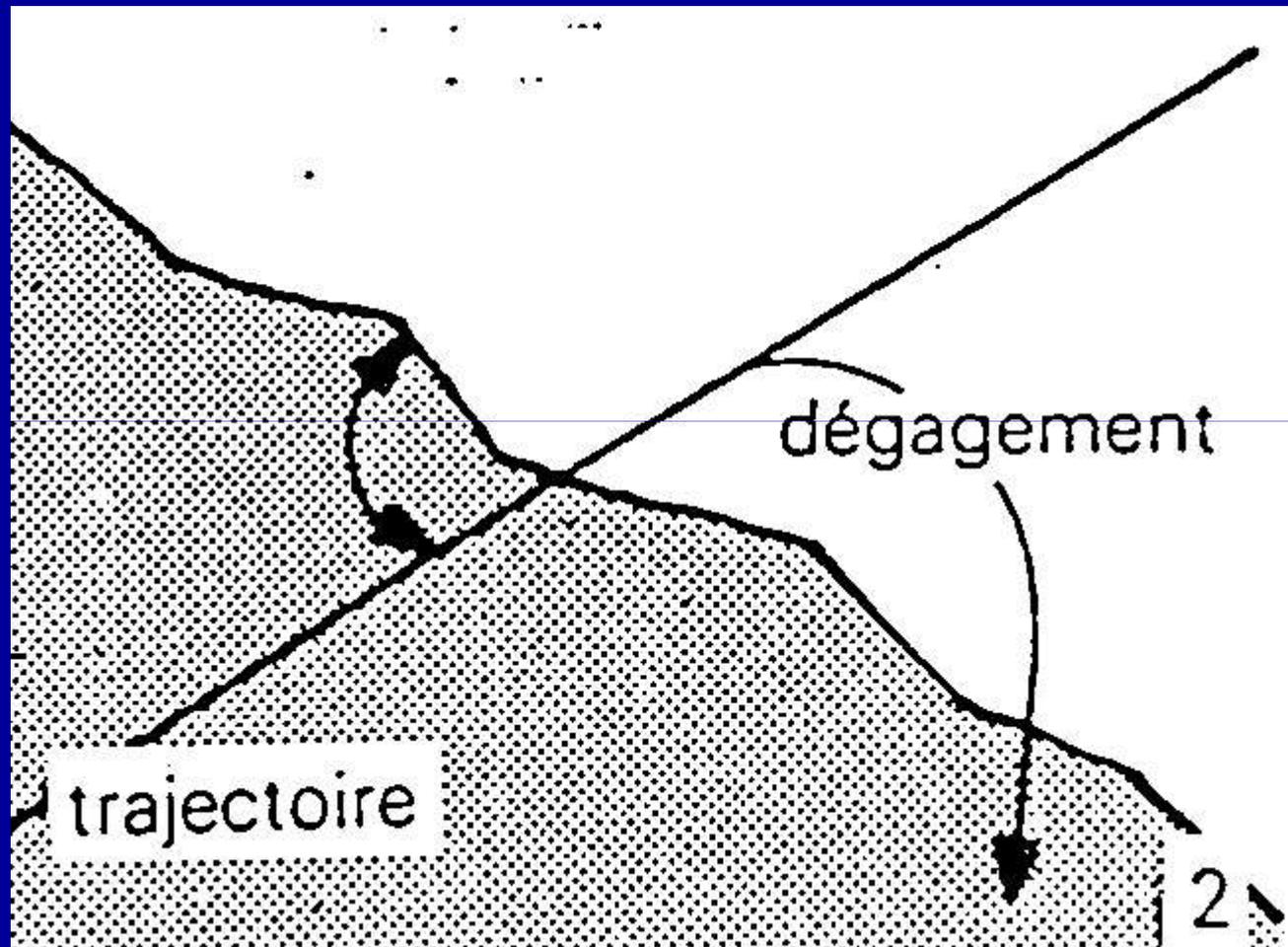
Virer vers le vent augmente  
le rayon de virage « sol » !



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

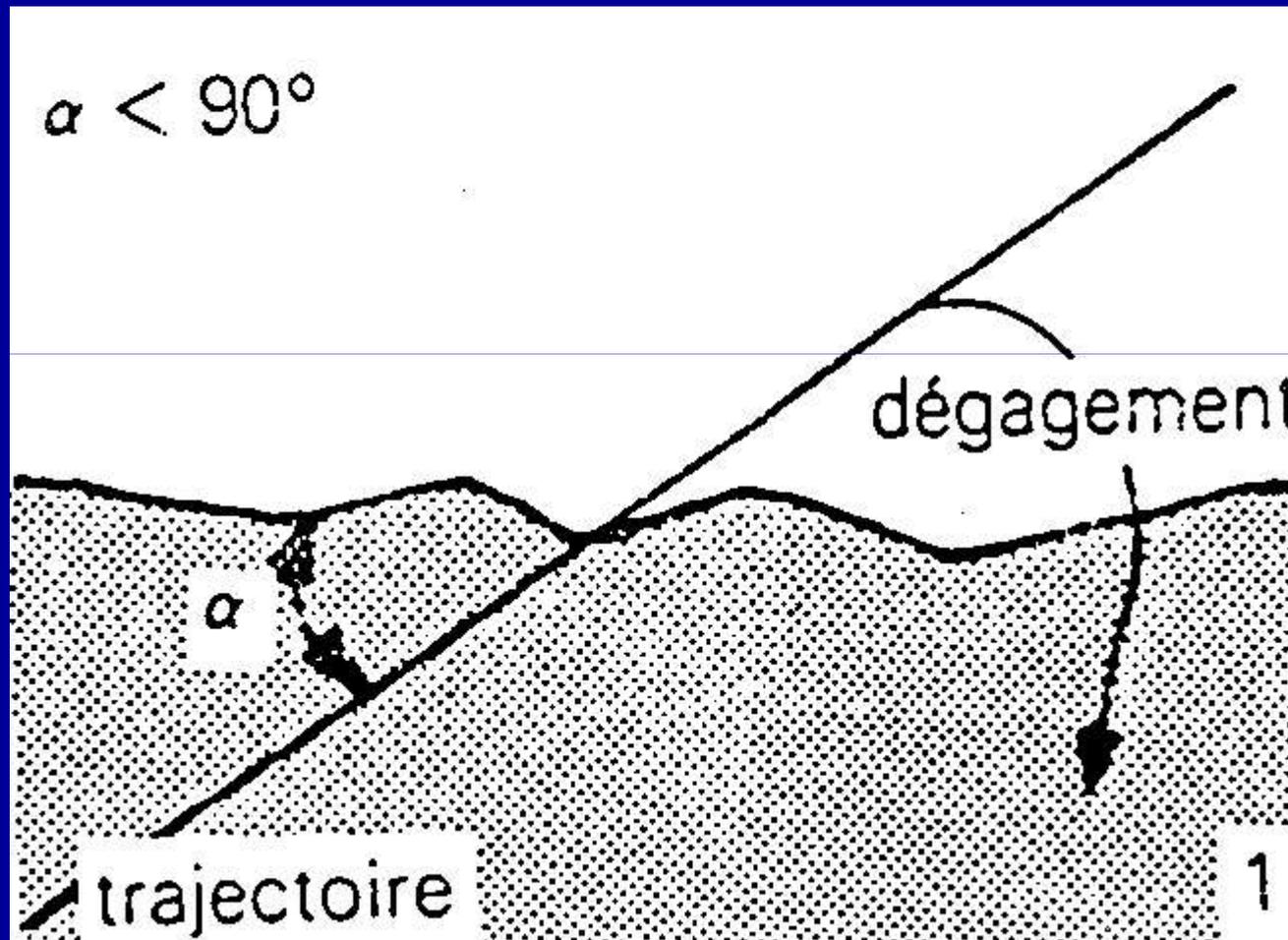
# Ne pas attendre pour faire demi-tour !



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

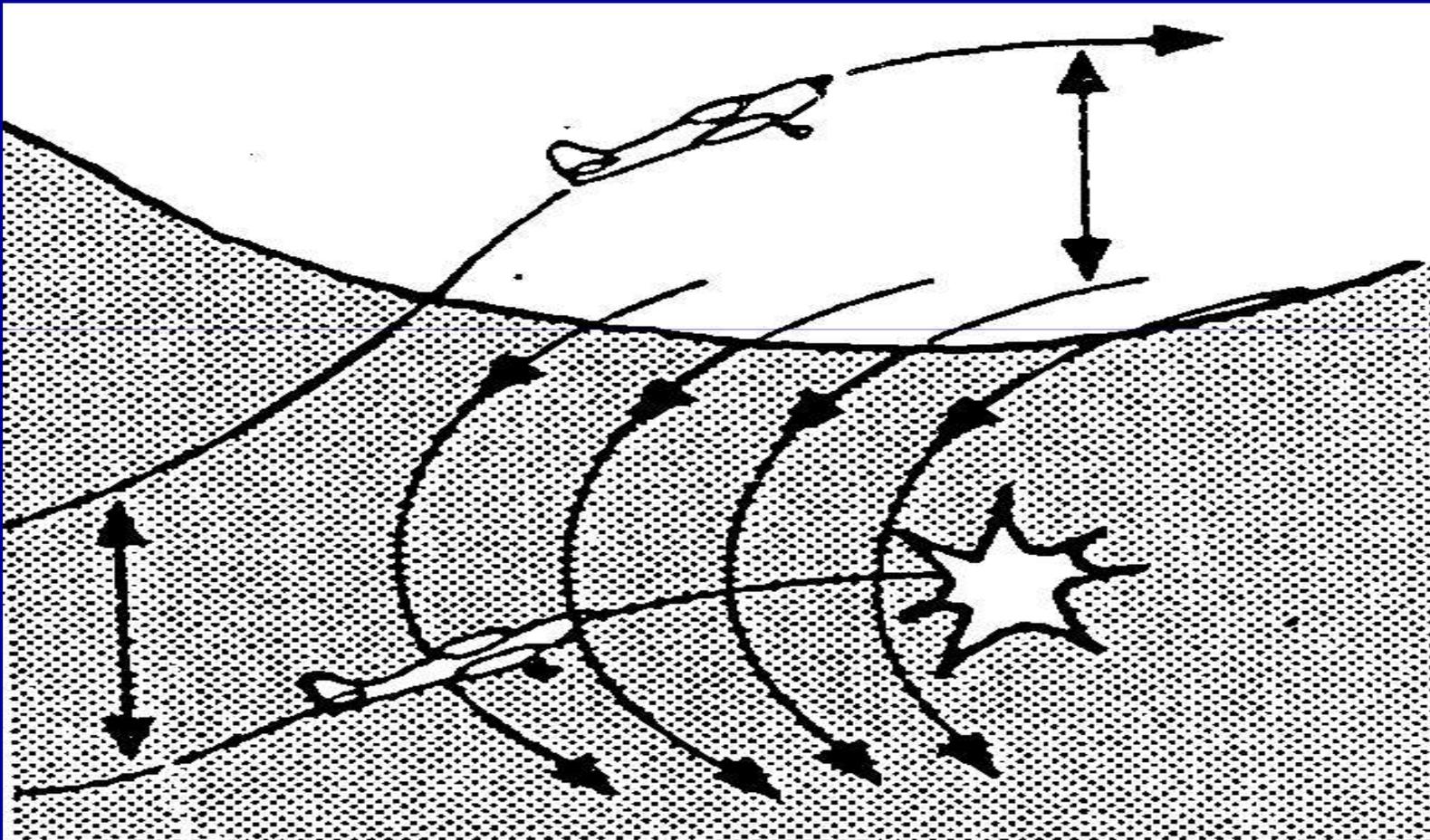
Aborder la ligne de crête obliquement pour si  
ça ne passe pas pouvoir se dégager par un  
virage en descente vers la vallée !



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

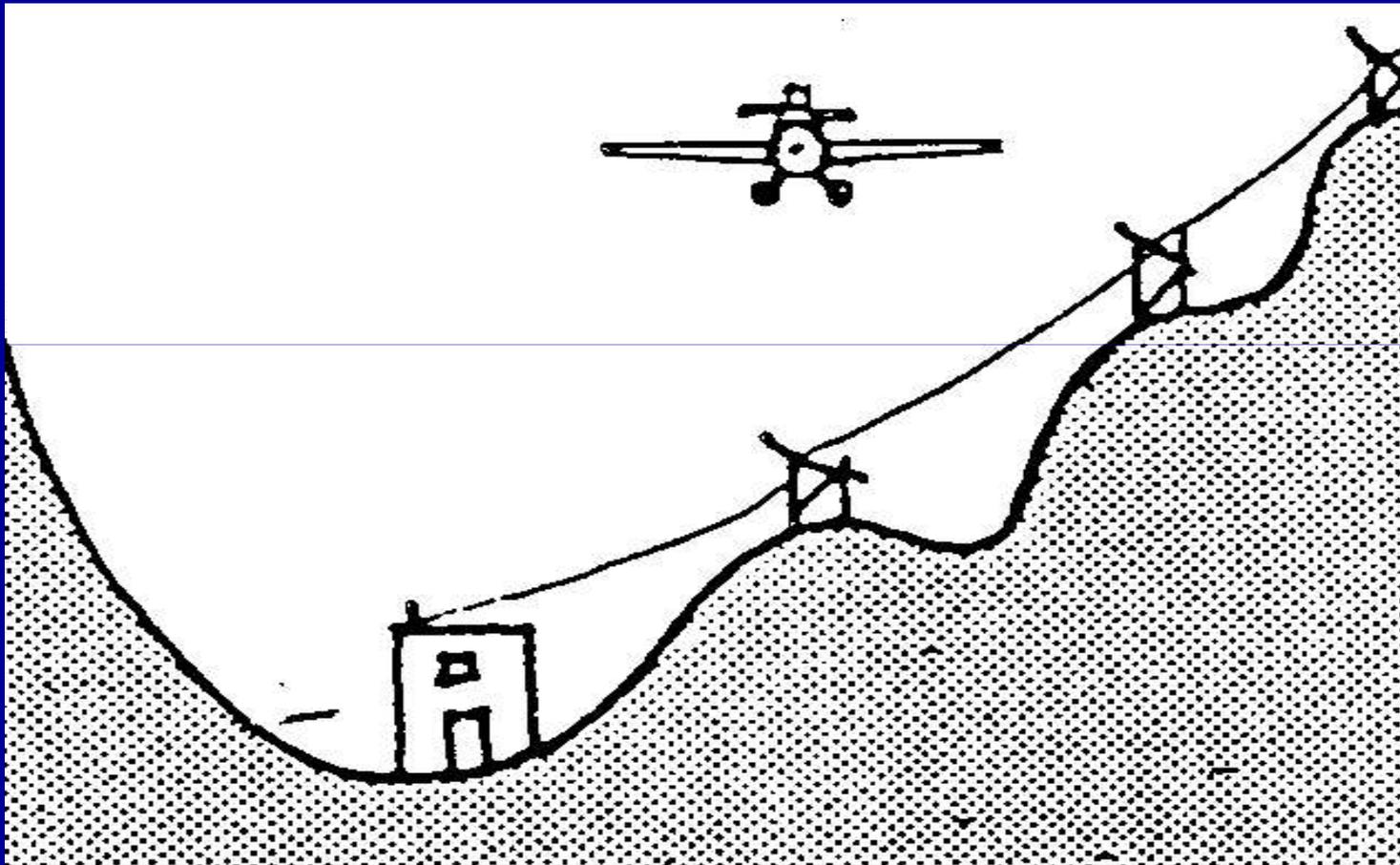
Avant de passer un col, il est indispensable de savoir si l'on est « au vent » ou « sous le vent » !



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

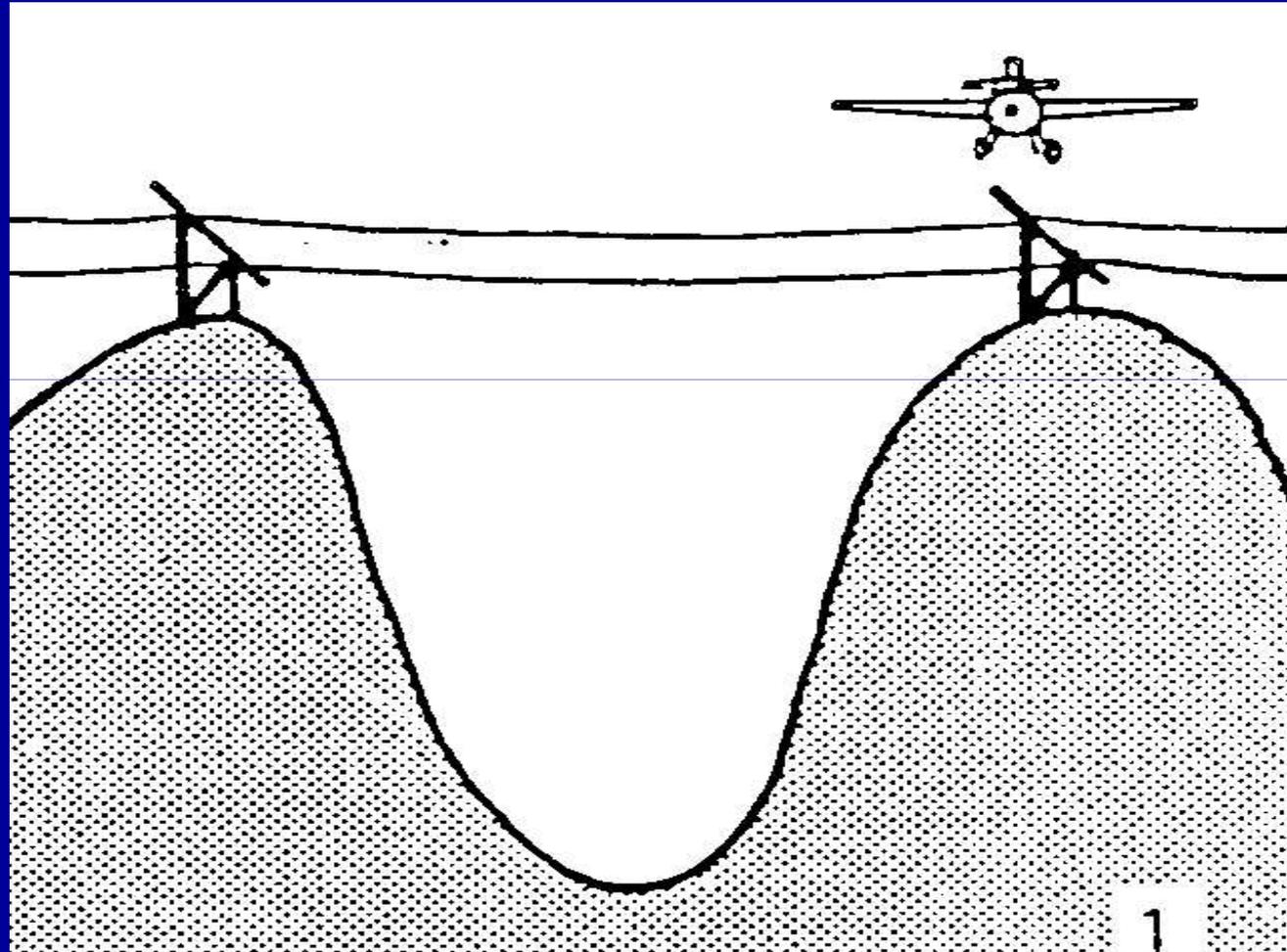
Attention à la présence de câbles : repérer les pylônes, ne pas tenter de passer dans les décrochements de la pente !



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

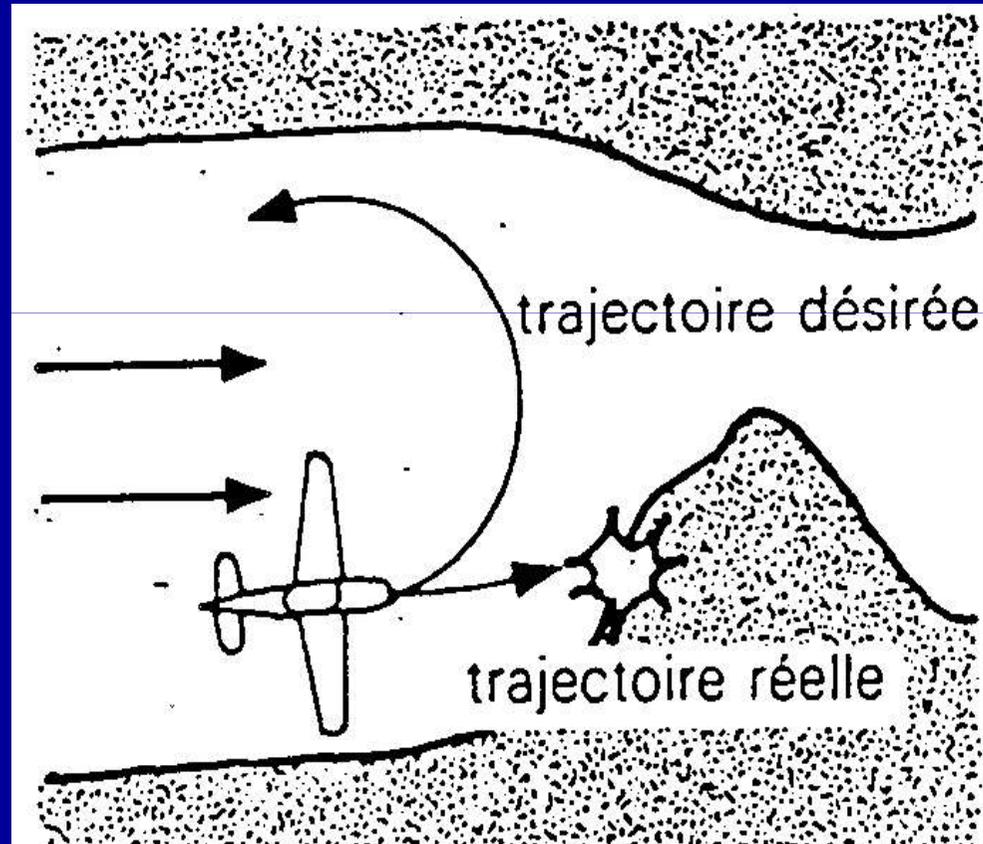
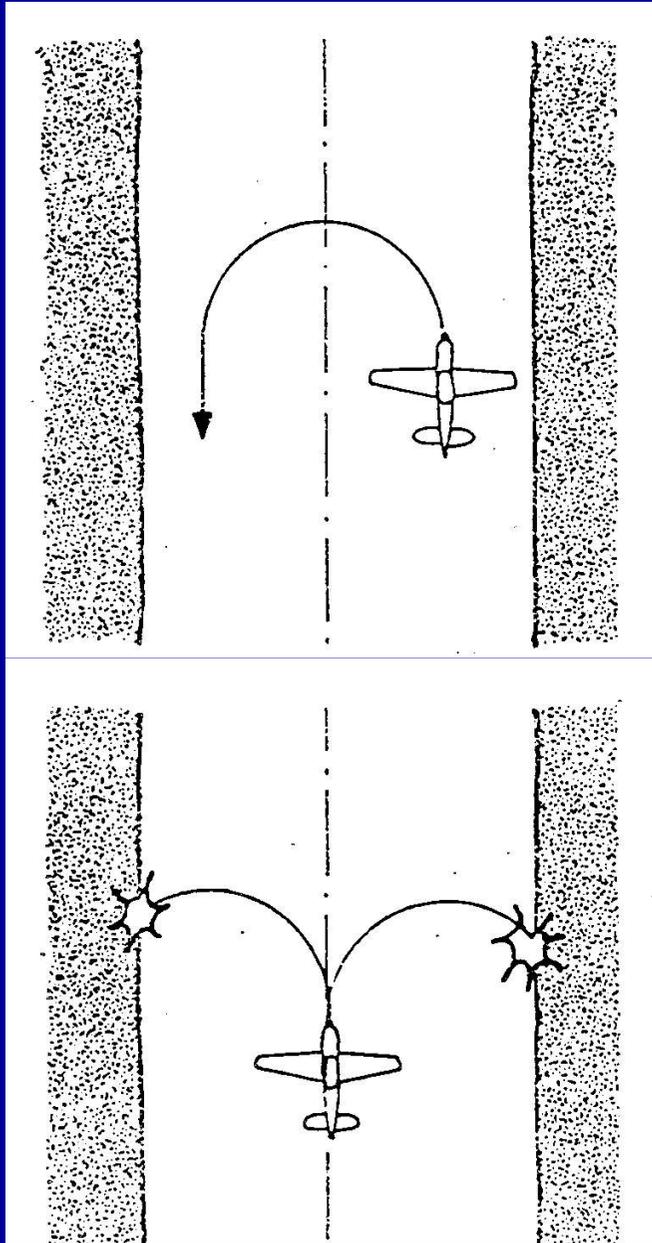
Attention à la présence de câbles : repérer les pylônes, passer au dessus !



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

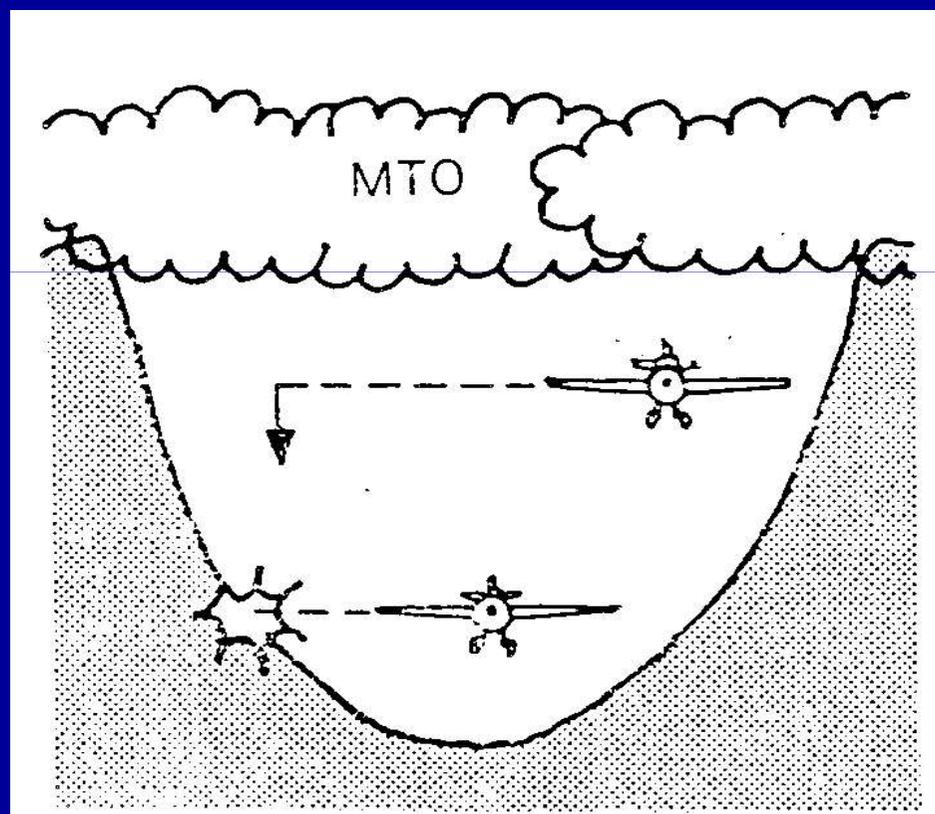
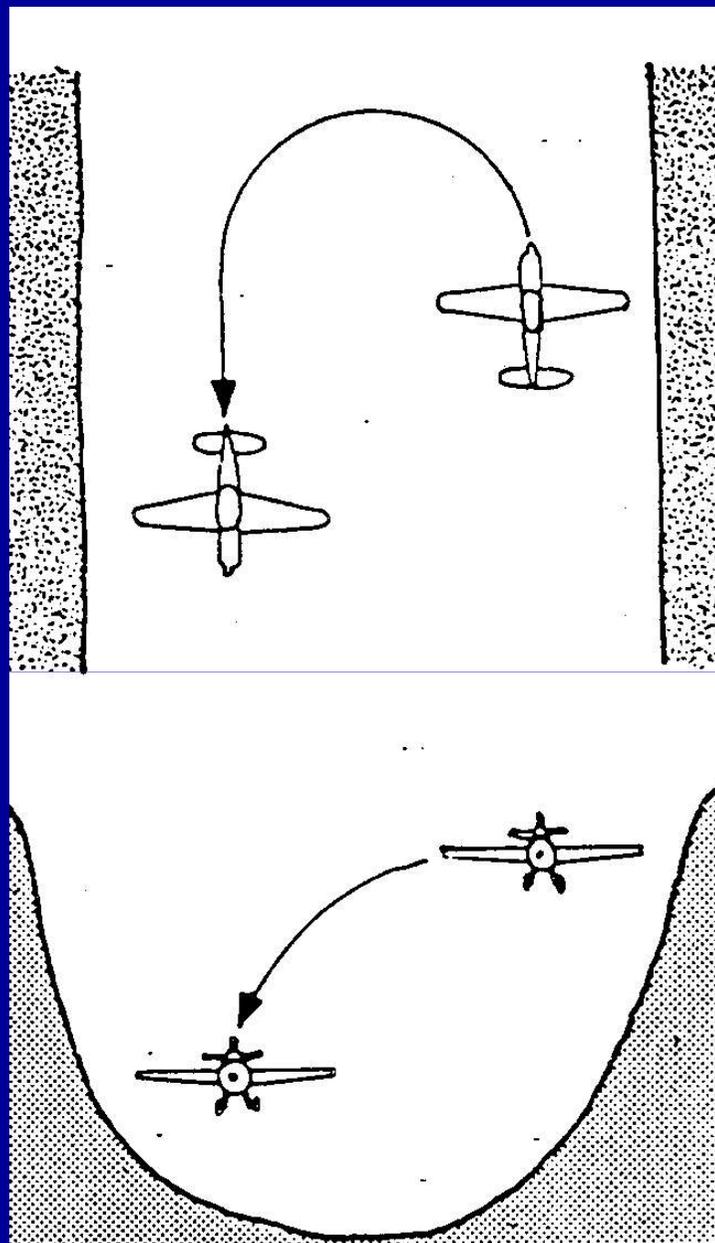
# Vol dans les vallées



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

# Vol dans les vallées



Survol des régions montagneuses

Juin 2010 - Perfectionnement du Pilote privé Avion-Aéroclub du CE AIRBUS France Toulouse

# Recommandations de pilotage

- Avant d'entrer dans une vallée, vérifier les paramètres (moteur, circuits carburant, huile, électrique, gyros (C/L))
- Adopter le régime de croisière et maintenir RPM constant
- Garder en permanence l'assiette de palier en se basant sur l'horizon artificiel
- Dans le relief, il n'y a plus d'horizon naturel : le pilote a tendance à cabrer l'assiette ou à s'incliner parallèlement à la pente, notamment dans les zones de « faux plat »
- Surveiller le variomètre pour détecter les courants verticaux
- Pour monter, utiliser uniquement les courants ascendants : ne prendre ni assiette ni régime de montée !
- Ne pas chercher à monter dans un courant descendant : « accompagner » la descente !

# Recommandations de pilotage

- Pour la vérification de l'altitude :
  - « Oublier l'altimètre » et REGARDER DEHORS !
  - Estimer la « distance » au relief : verticale (hauteur) et horizontale
  - Si le relief à franchir « est fixe » ou « monte » devant le capot, ça ne peut pas passer ! (dégager vers la vallée)
  - Si le relief à franchir « descend » devant le capot, ça passe !

# Recommandations de pilotage

A partir de 5000 ft régler la mixture, surveiller la température d'huile et de temps à autre, vérifier l'absence de givrage carburateur

Pour la descente vers la plaine, éviter les chocs thermiques en prenant une  $V_z$  et une  $V_i$  raisonnables ( $RPM < RPM \text{ max}$ ), mixture sur RICHE (C/L Descente), réchauffe carbu tirée si  $RPM < 2000$

En présence de turbulences : rester calme !

- tenir les commandes avec souplesse
- maintenir une assiette moyenne (palier-croisière)
- afficher une puissance moyenne pour  $V_i < V_{no}$  et la modifier le moins possible
- éviter les fortes inclinaisons
- ne pas sortir les volets

# Recommandations de pilotage

Bien serrer les ceintures et le harnais

Porter une casquette et des lunettes solaires

Boire de l'eau (en altitude l'air est généralement plus sec !)

**ET GARDER LE SOURIRE ...**

**... QUE LA MONTAGNE EST BELLE !**