

# SURVOL DES REGIONS MONTAGNEUSES

Schémas tirés des ouvrages ou documents suivants :

- Le vol en montagne (anonyme)
- Qualification Montagne et extension Neige (SEFA-Grenoble)
- VFR Top Niveau (A.Martinie-Editions SEES)
- Cours Mécanique du vol (ACAT)
- Conseil Sécurité ACAT 08/2011 : [Le survol des régions montagneuses](#) (JL. Rabilloud)

# Thèmes abordés

L'effet de l'altitude sur 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

Risque aviaire et zones de sensibilité majeure (ZSM)

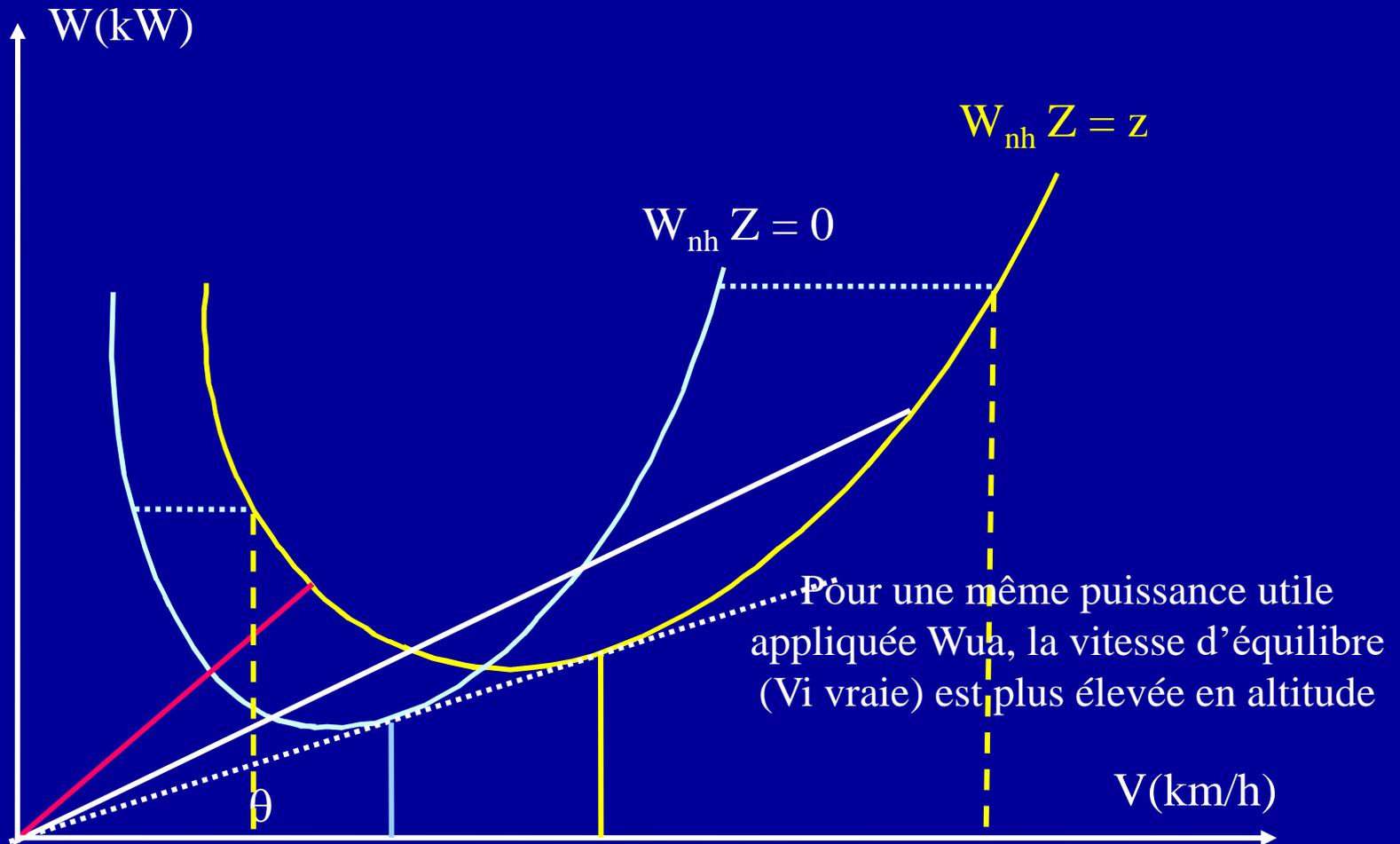
Parcs nationaux et réserves naturelles

Recommandations de pilotage

Recommandations pour les radiocommunications

Recommandations générales

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

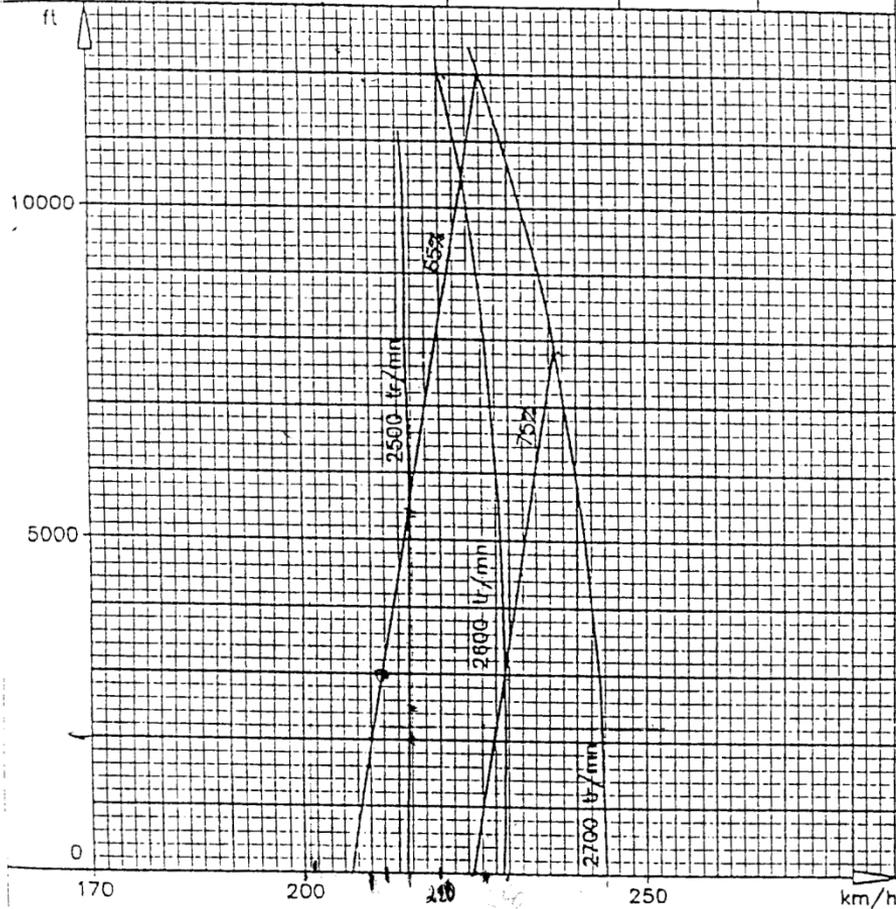


Finesse max inchangée mais Vitesse de Finesse max plus élevée en altitude

## PERFORMANCES EN PALIER

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

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



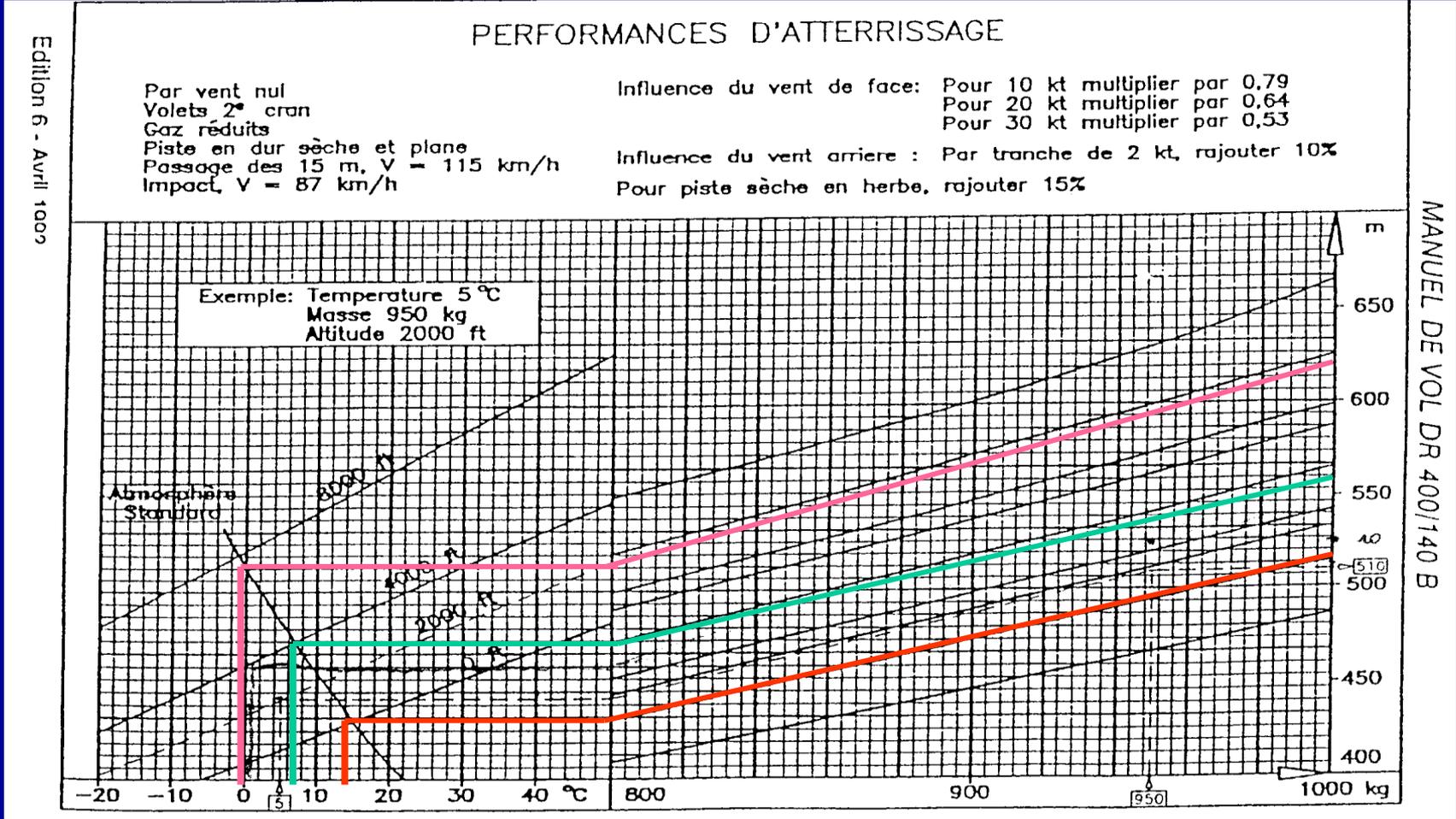
# Avec la prise d'altitude...

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

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



Survол des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

# Avec la prise d'altitude...

Distances de décollage et d'atterrissage augmentées :

Au décollage : + de temps pour atteindre  $V_r$  et + de distance pour atteindre 50ft car perfo  $V_z$  dégradée

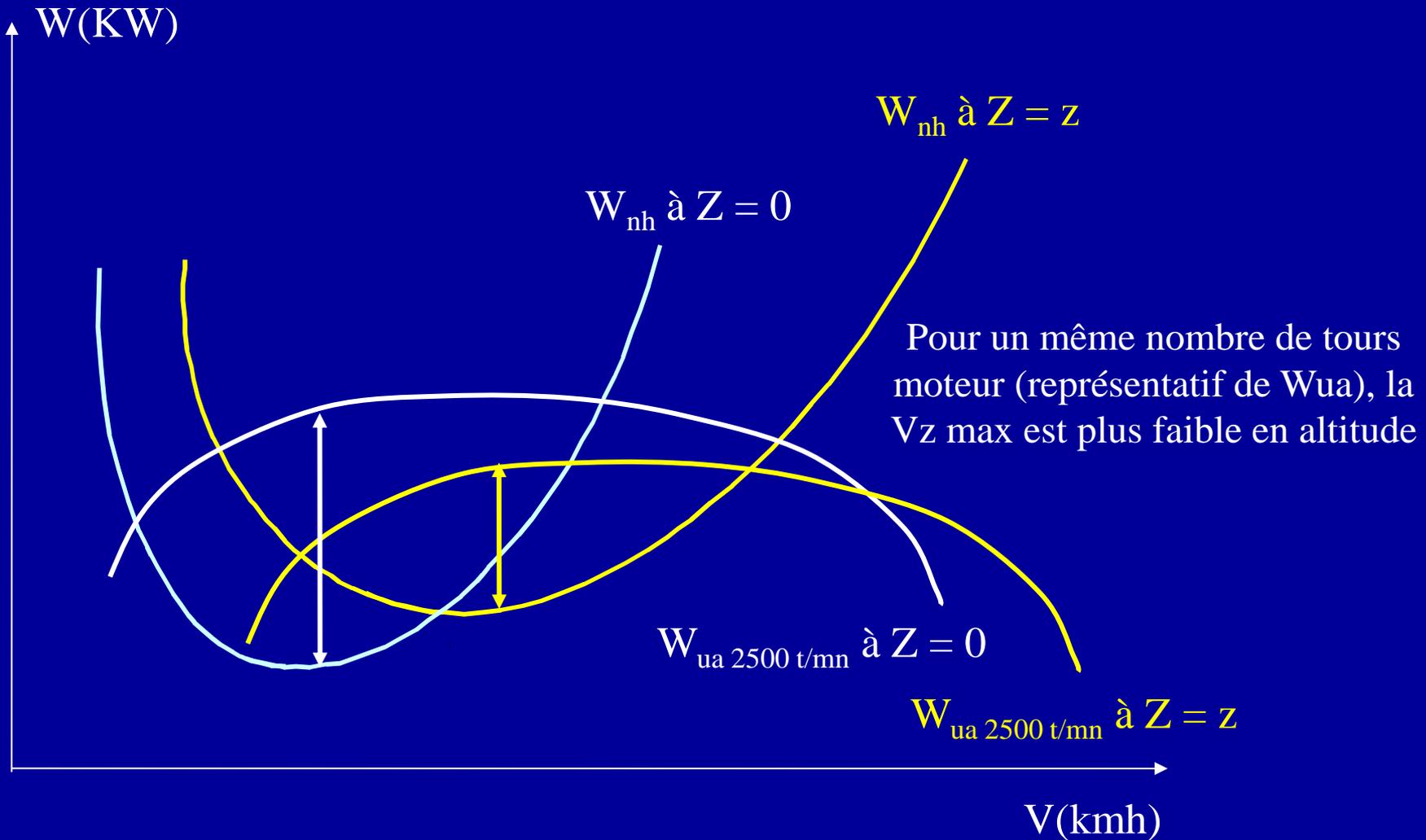
À l'atterrissage : + d'énergie cinétique à perdre

Correction sur distances : ordre de grandeur :

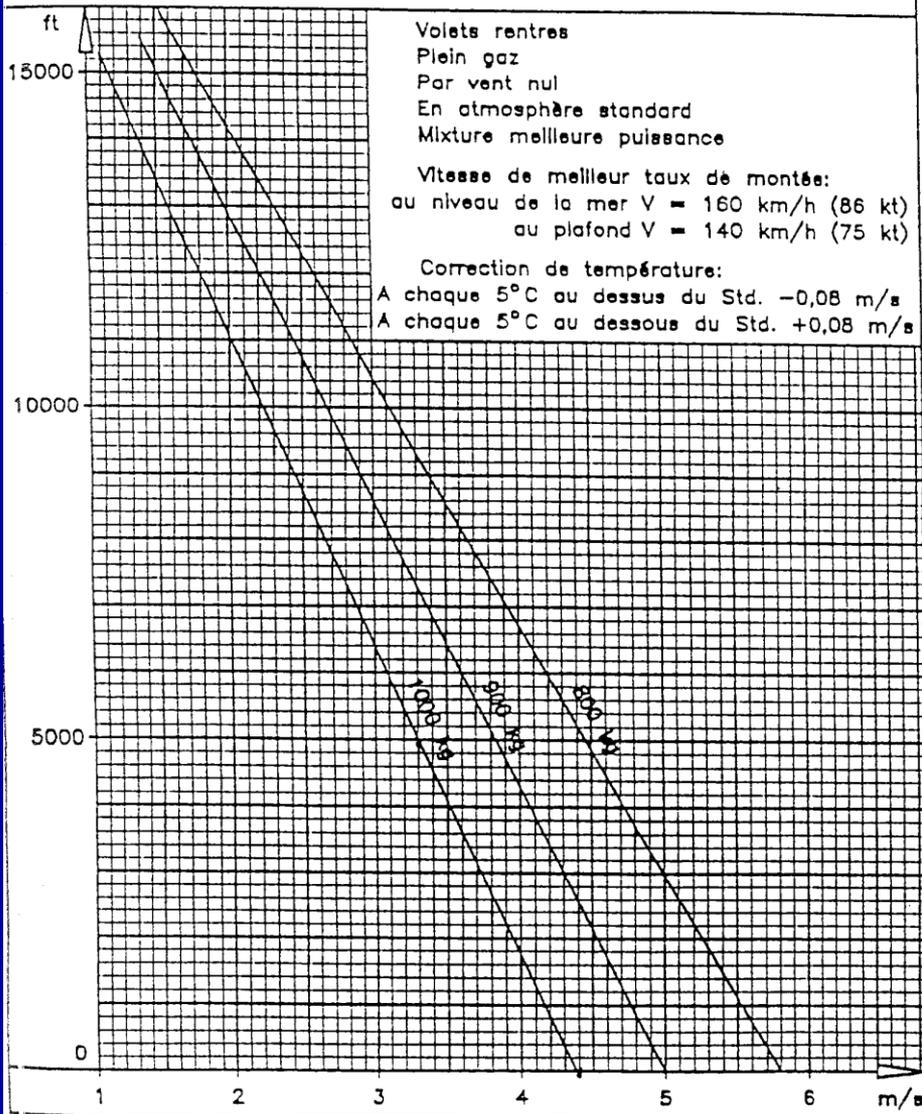
+ 20 % par tranche de 500 m jusqu'à 5000 ft d'altitude

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

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

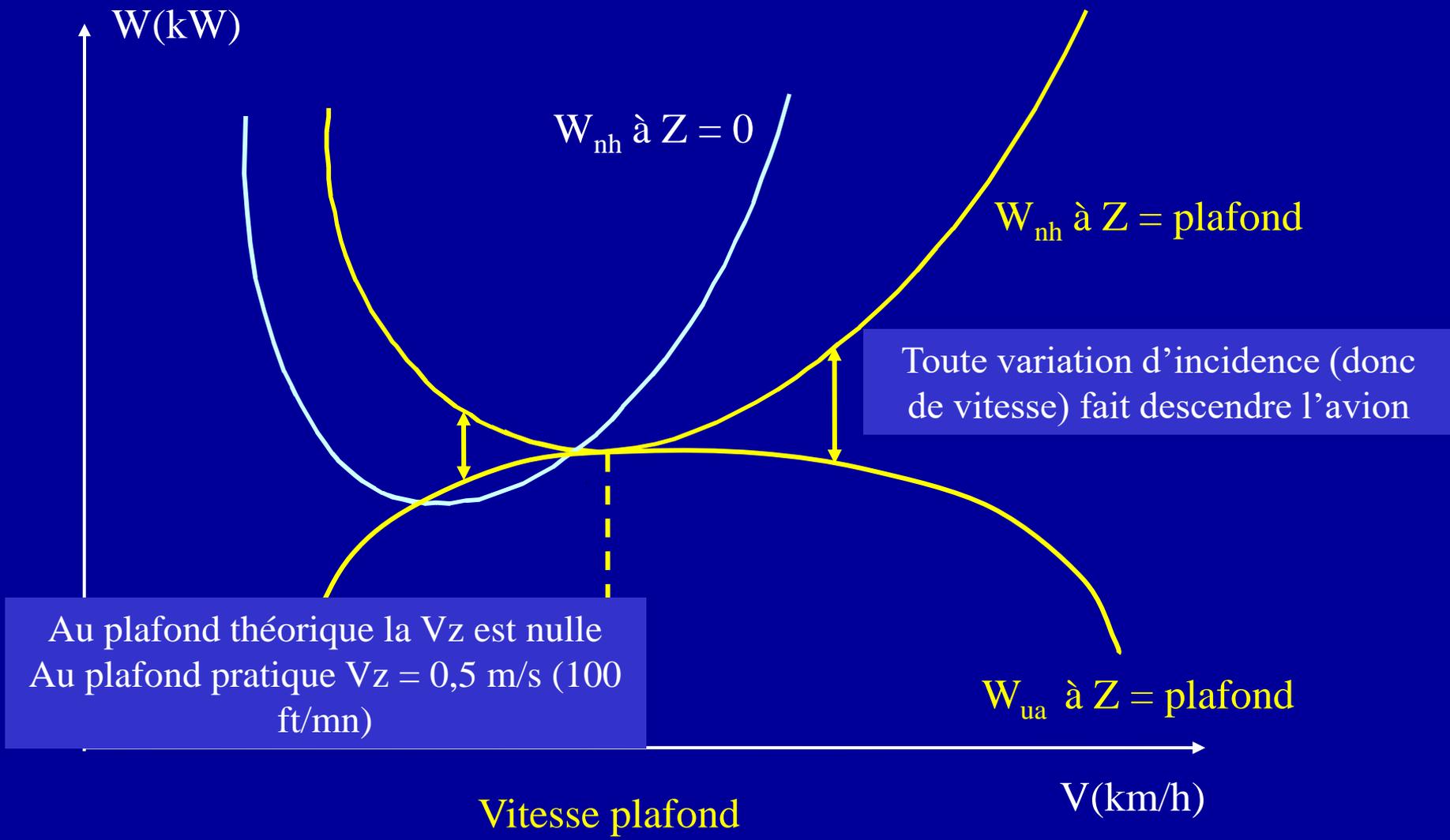


PERFORMANCES DE MONTEE



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

# Avec la prise d'altitude... on atteint « le plafond »



# Avec la prise d'altitude...on atteint « le plafond »

## MANUEL DE VOL DR 400/140 B

### Décollage par vent de travers

- Volets ..... (1<sup>er</sup> cran) position décollage
- Pilons ..... dans le vent
- Décoller à une vitesse légèrement supérieure à la vitesse indiquée pour un décollage normal.
- Minuer la dérive de façon classique (inclinaison maximale près du sol: 15°)
- Vent de travers démontré (22 kt) 40 km/h

### MONTÉE

#### Montée normale (volets rentrés)

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.

#### Montée à pente maximale

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.

#### NOTE

Ce type de montée ne doit être utilisé qu'exceptionnellement (mauvais refroidissement du moteur).

### CRUISE

- Pour les régimes et les performances de croisière, se reporter à la section 5.

## MANUEL DE VOL DR 400/140 B

### Utilisation de la commande de mixture

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.

Règlage de la mixture en croisière après stabilisation:

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.

#### NOTE

Prendre soin de ne pas appauvrir excessivement le mélange, afin d'éviter une surchauffe du moteur.

ENRICHIR TOUJOURS LE MELANGE AVANT UNE AUGMENTATION DE PUISSANCE.

Avec la prise d'altitude...  
pour une même inclinaison «  $\Phi^\circ$  »,  
le rayon de virage est plus grand !

$$\text{Rayon}_{(m)} = \frac{V_{(kt)}^2}{40 \operatorname{tg} \Phi^\circ}$$

Vitesse vraie =  $V_i + 1\%$  par tranche de 600 ft (ou  $+5\%$  par tranche de 1000 m)

- Par exemple, en ISA : d'AMSL à 12000 ft,  
V augmente de 20% et r de 44%

Vitesse vraie =  $V_i + 1\%$  par  $+5^\circ\text{C}$  d'écart entre  $T^\circ\text{C}_{\text{ext.}}$  et  $T^\circ\text{C}_{\text{ISA}}$  à Altitude de vol ( $-1\%$  par  $-5^\circ\text{C}$ )

- Par exemple, à 12000ft et  $T^\circ\text{C}_{\text{ext}} + 11^\circ\text{C}$  (écart  $+20^\circ$  à ISA) : V augmente de 4% et r de 8,16%

Soit de l'AMSL à 12000 ft par  $+11^\circ\text{C}$  à cette altitude, augmentation totale du rayon de virage de 55,7%

# Ordre de grandeur du rayon de virage

$\phi^\circ$	V = 80 kts	V = 100 kts	V = 150 kts
30°	640 m	1000 m	2250 m
45°	260 m	416 m	930 m
60°	100 m	150 m	330 m

Veiller au respect de la Vitesse minimale de sécurité :  $V_i \geq 1,3 \times V_s$   
 $V_s$  qui augmente avec le facteur de charge ( x 1,4 à 60° d'inclinaison !)

# Pour réduire le rayon de virage...

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

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

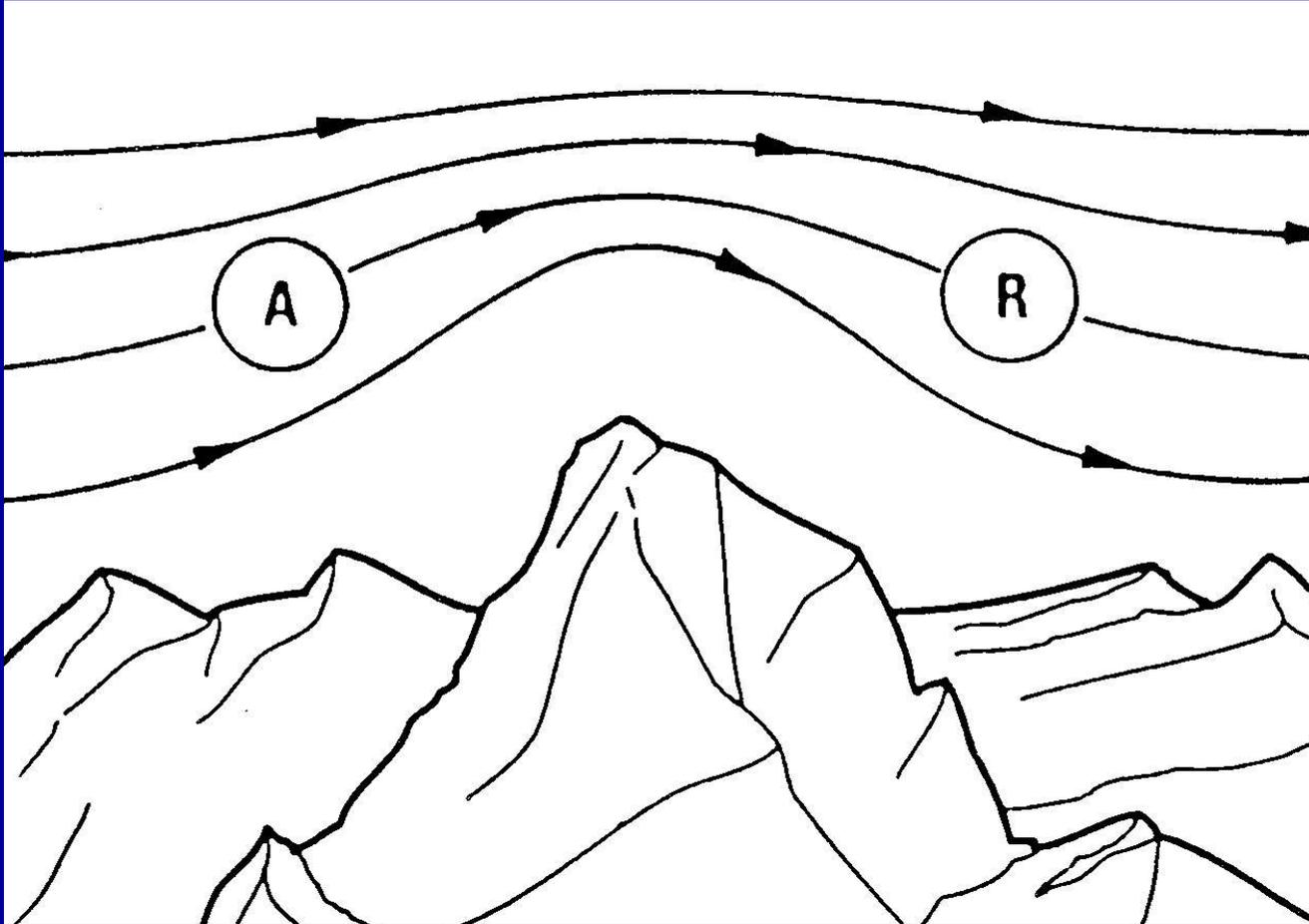
Ne pas diminuer la  $V_i$  au risque de voler en-dessous de la Vitesse minimale de sécurité : au contraire, « pour s'éloigner de la  $V_s$  et du second régime » se garder la possibilité d'augmenter la  $V_i$  en prenant une trajectoire de descente

# Pour réduire le rayon de virage...

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

Rotation		Finale			Evolution à $1,3 Vs_{\phi}$				
$\Phi^\circ$	$0^\circ$	$0^\circ$	$<5^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	
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	

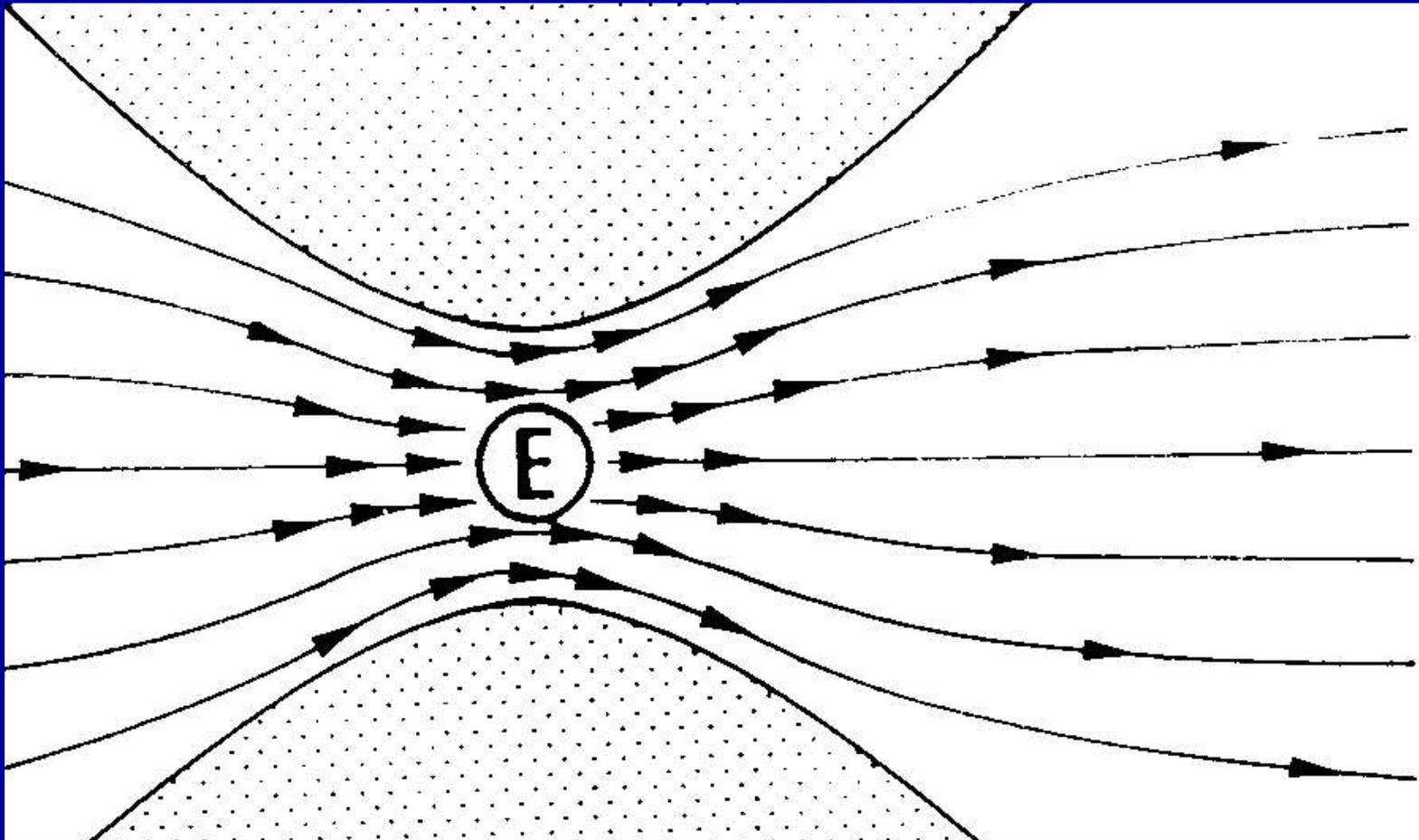
# Déviatión verticale de l'écoulement : ascendance, descendance



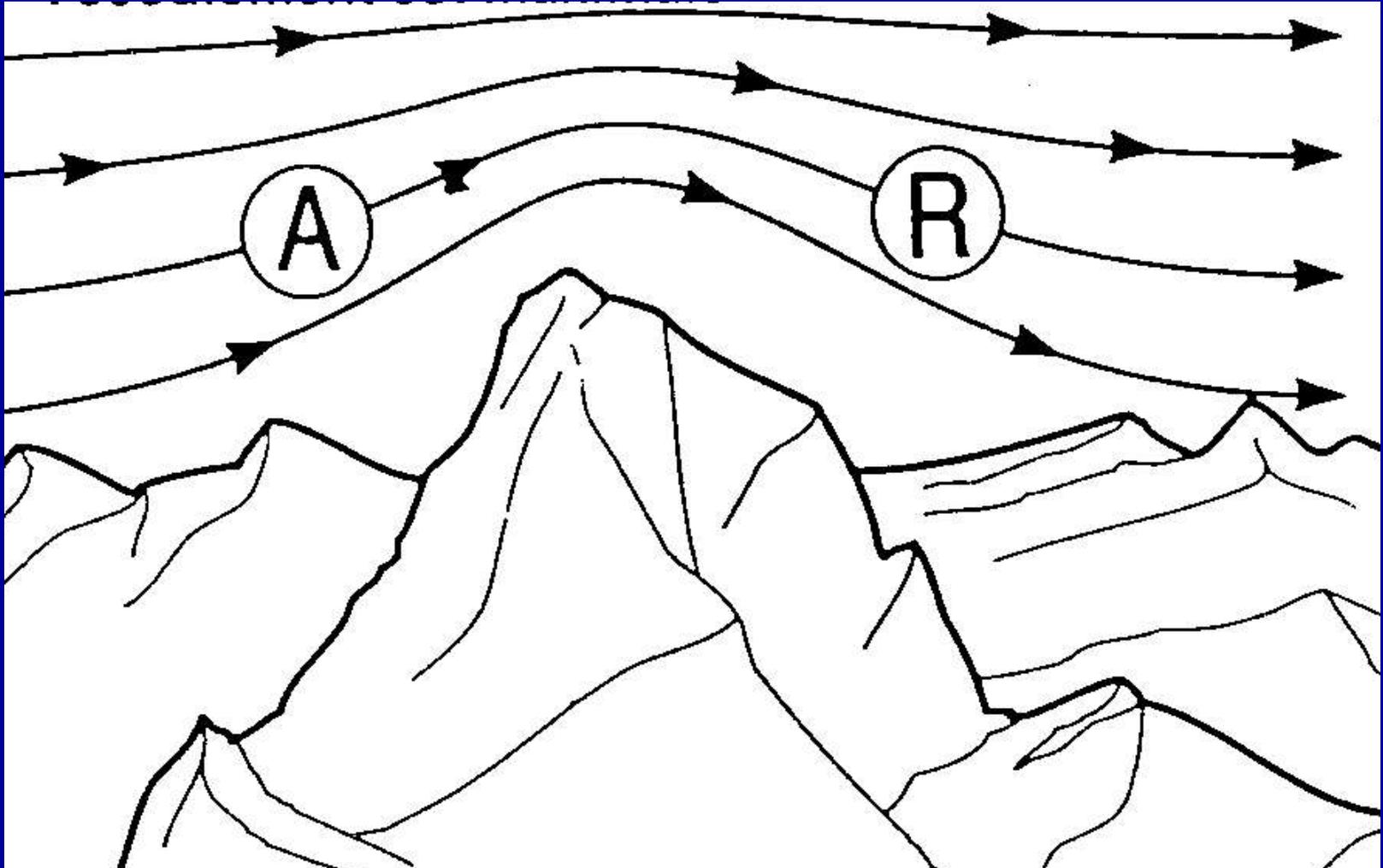
Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

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



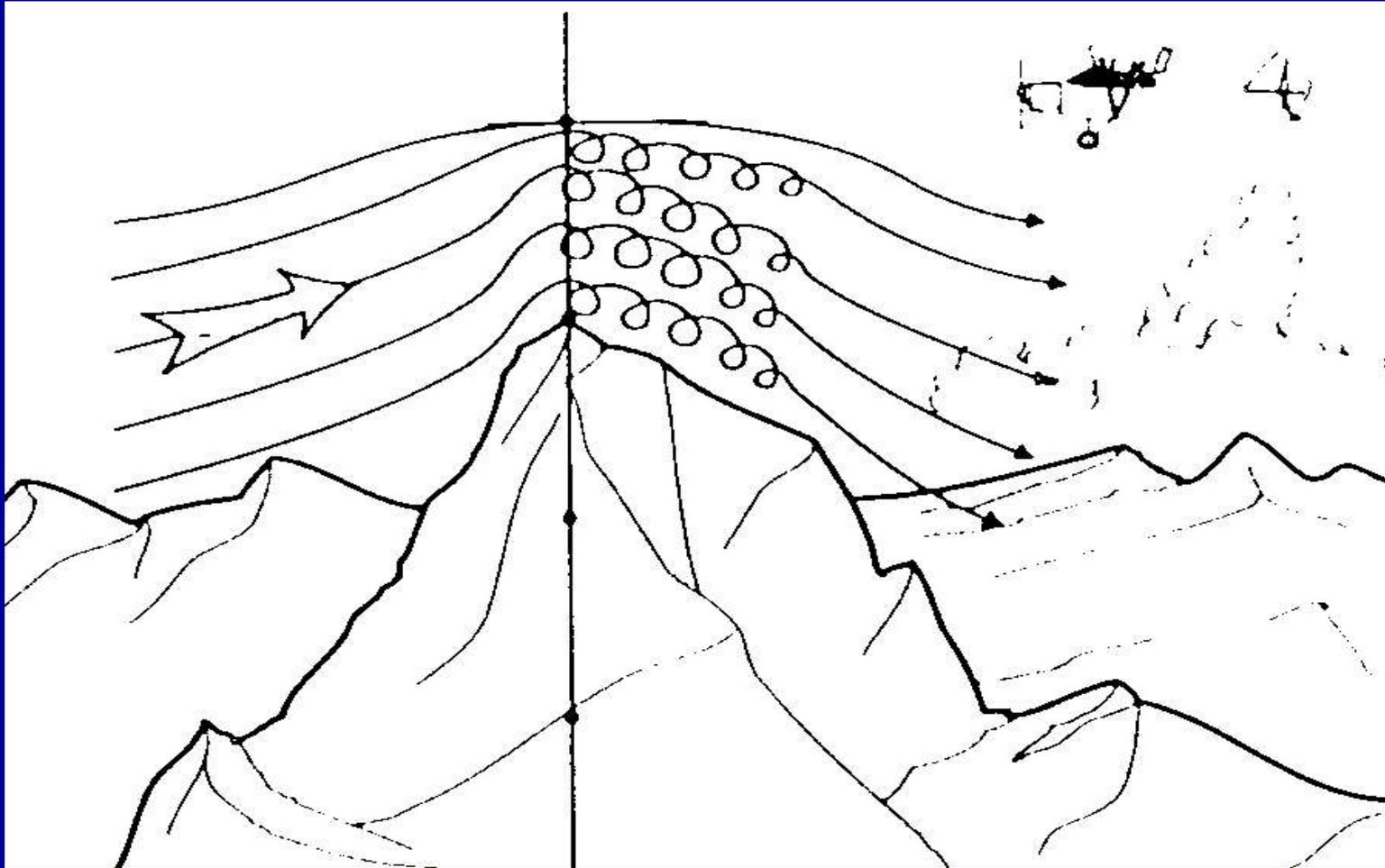
# Une ligne de crête constitue toujours un « demi Venturi »



Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

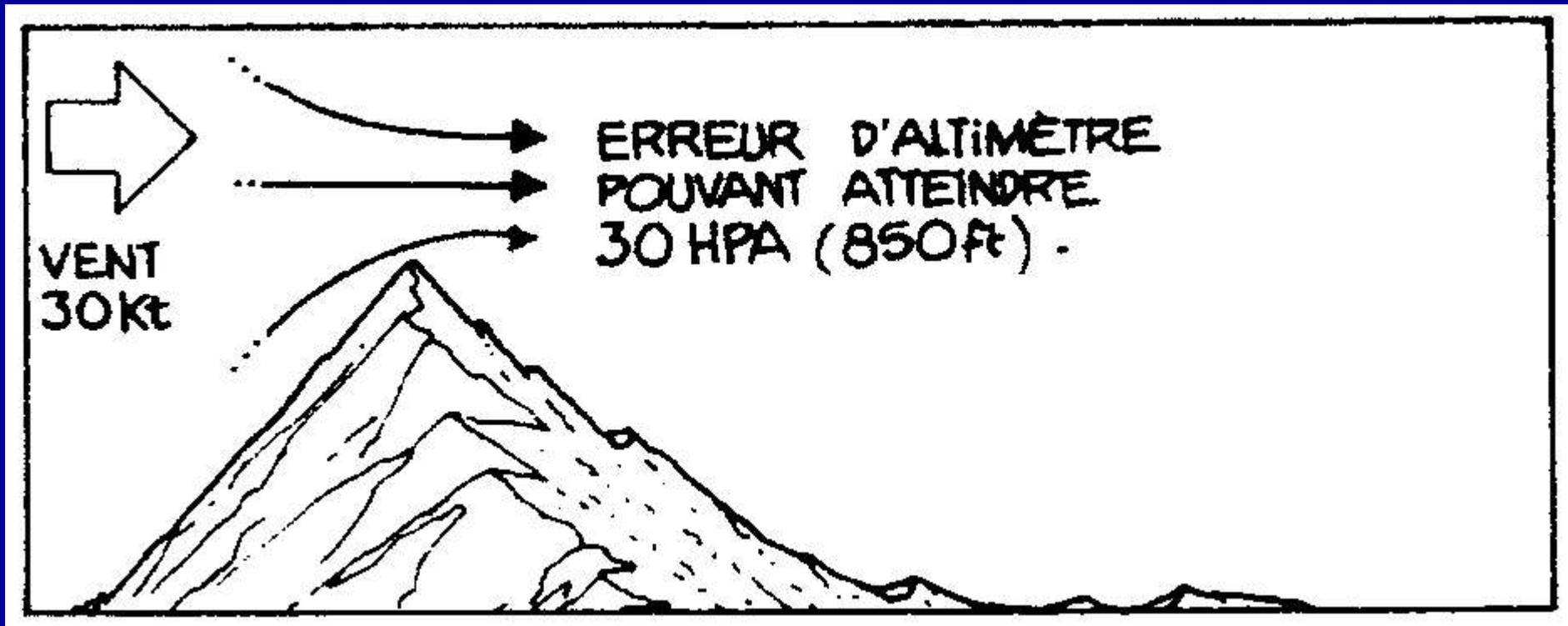
Au delà de la ligne de crête l'écoulement est « désordonné », avec des tourbillons



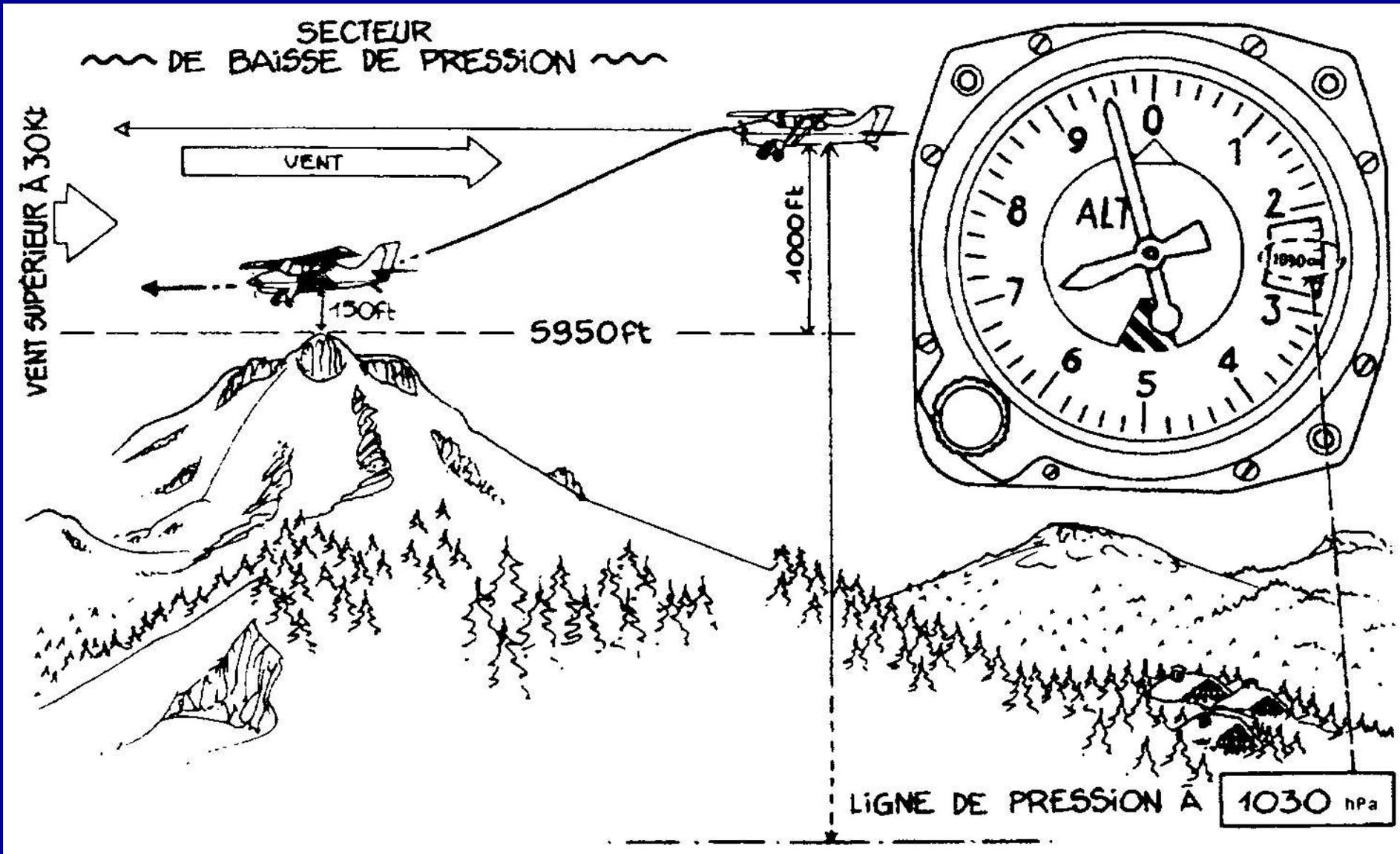
Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

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



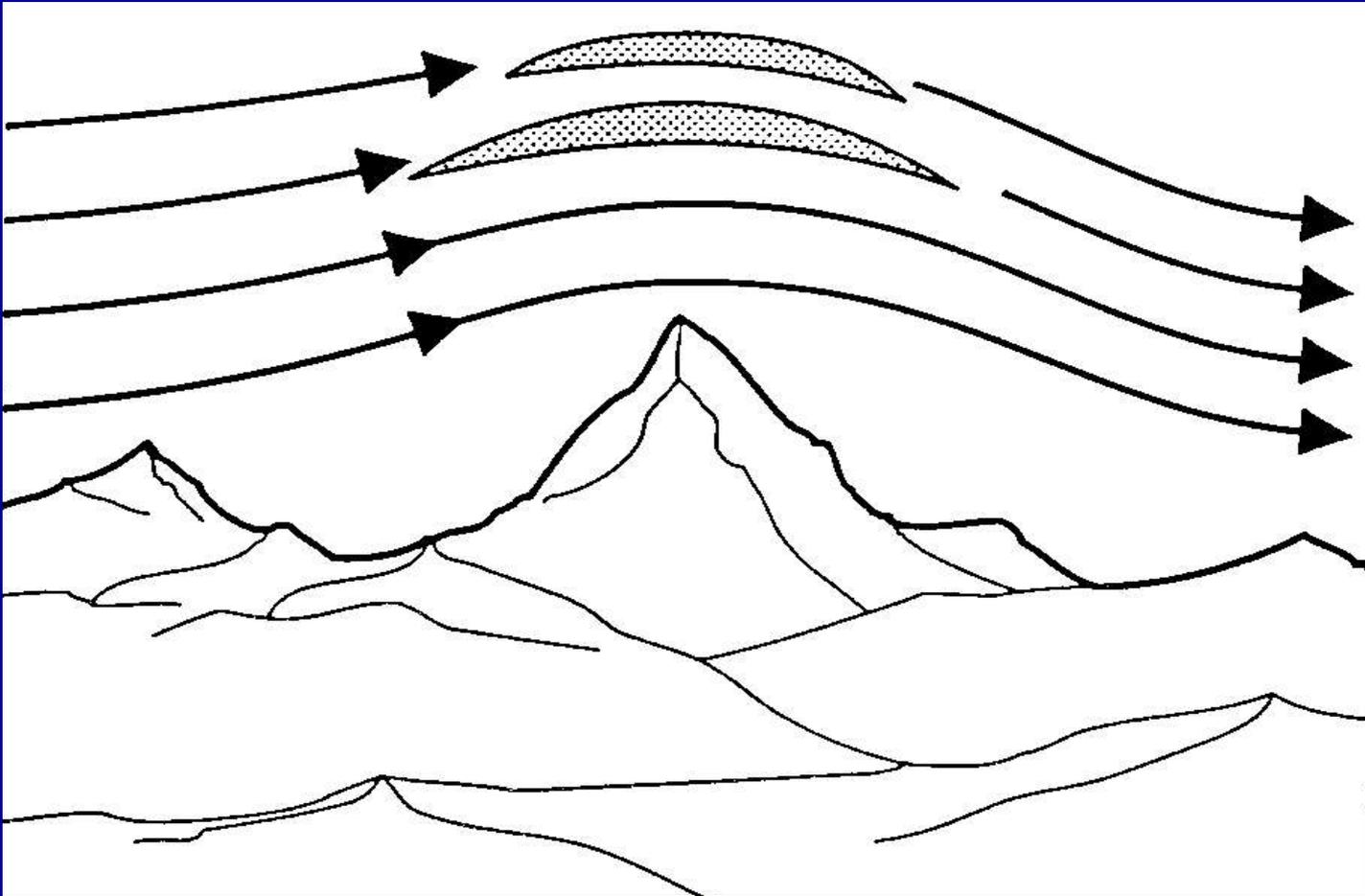
# Par effet Venturi : fausse altitude !



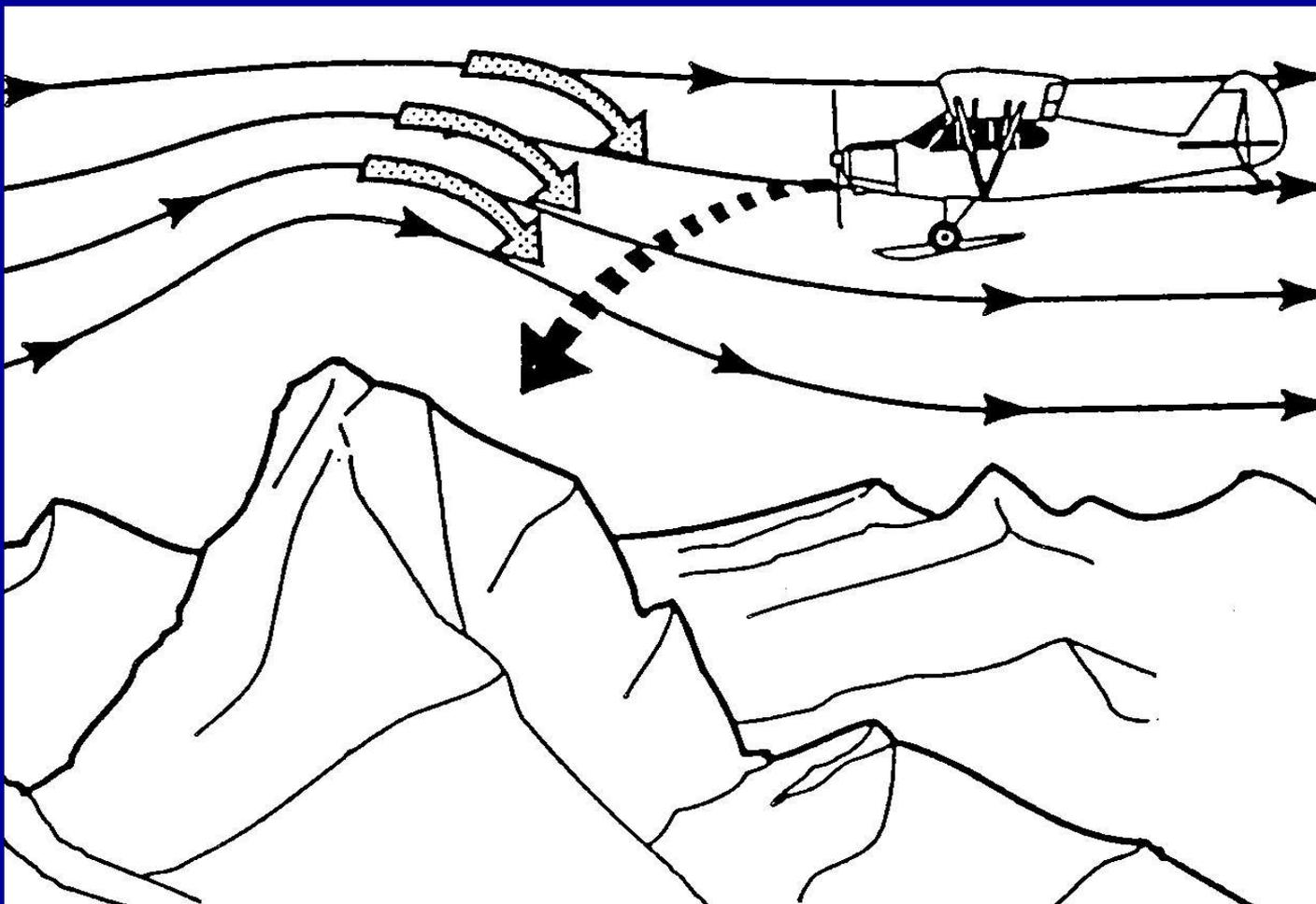
Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

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



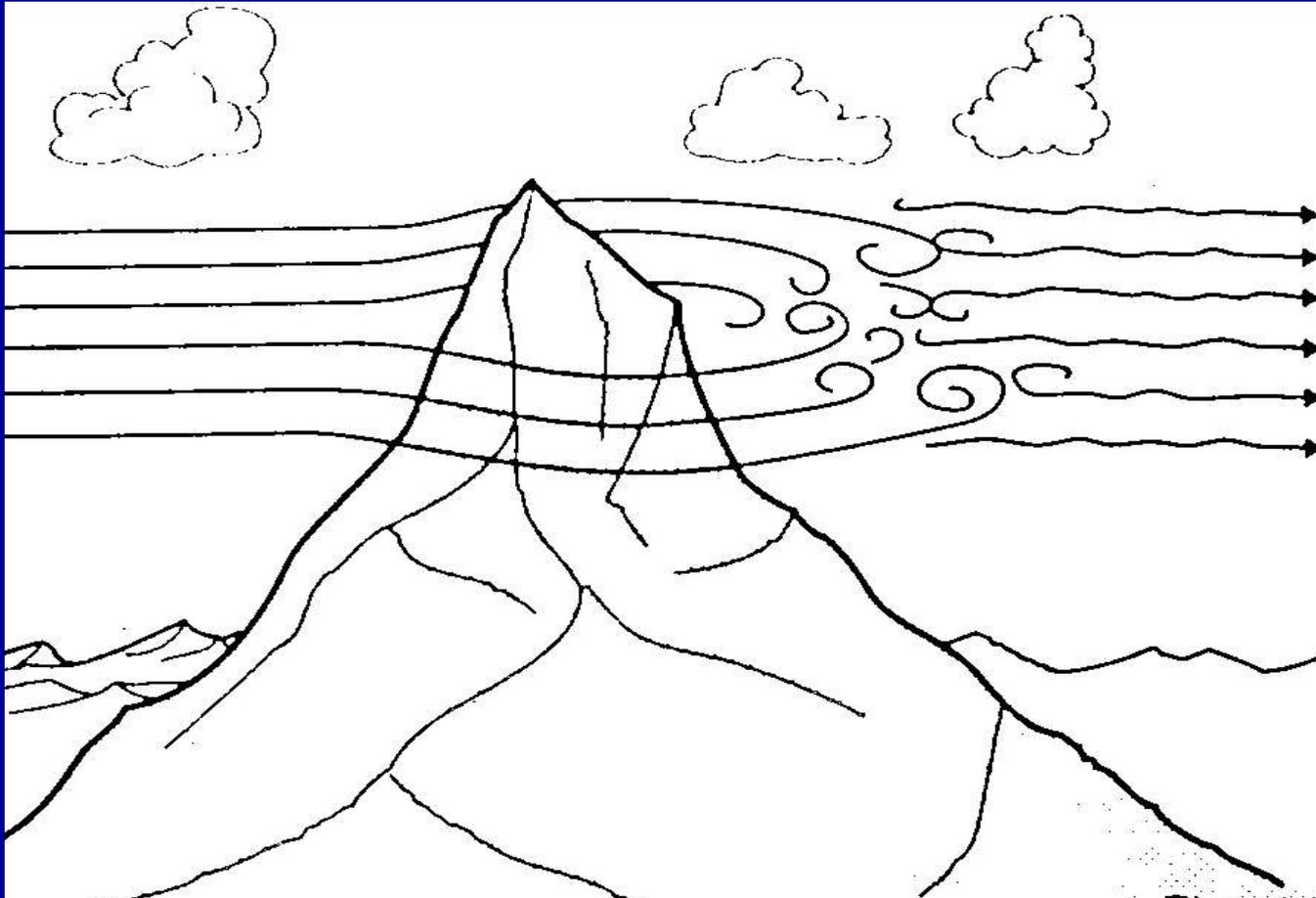
# Déviation verticale vers le bas de la trajectoire



Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

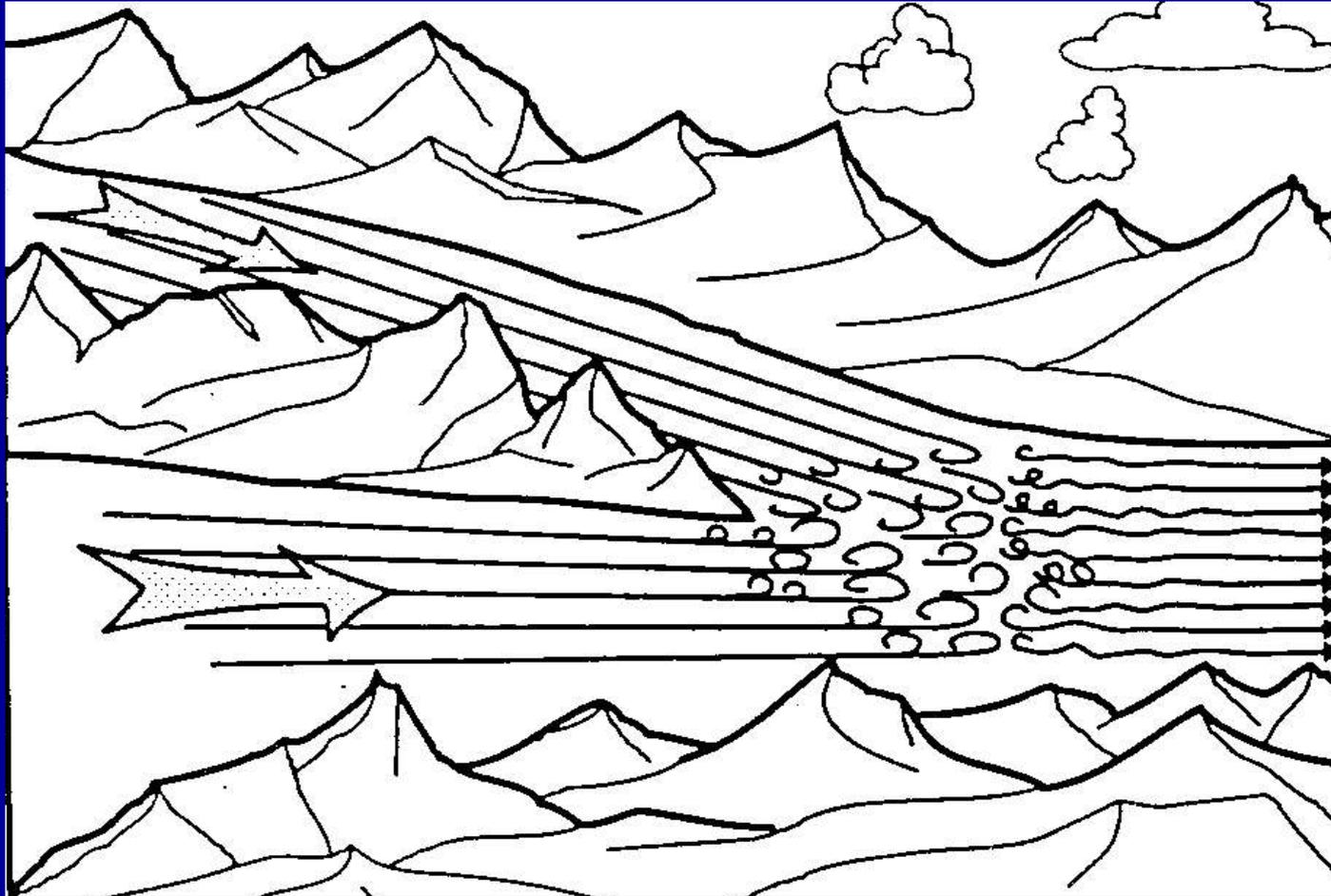
# Déviatation horizontale de l'écoulement par la présence d'un piton rocheux avec formation de tourbillons



Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

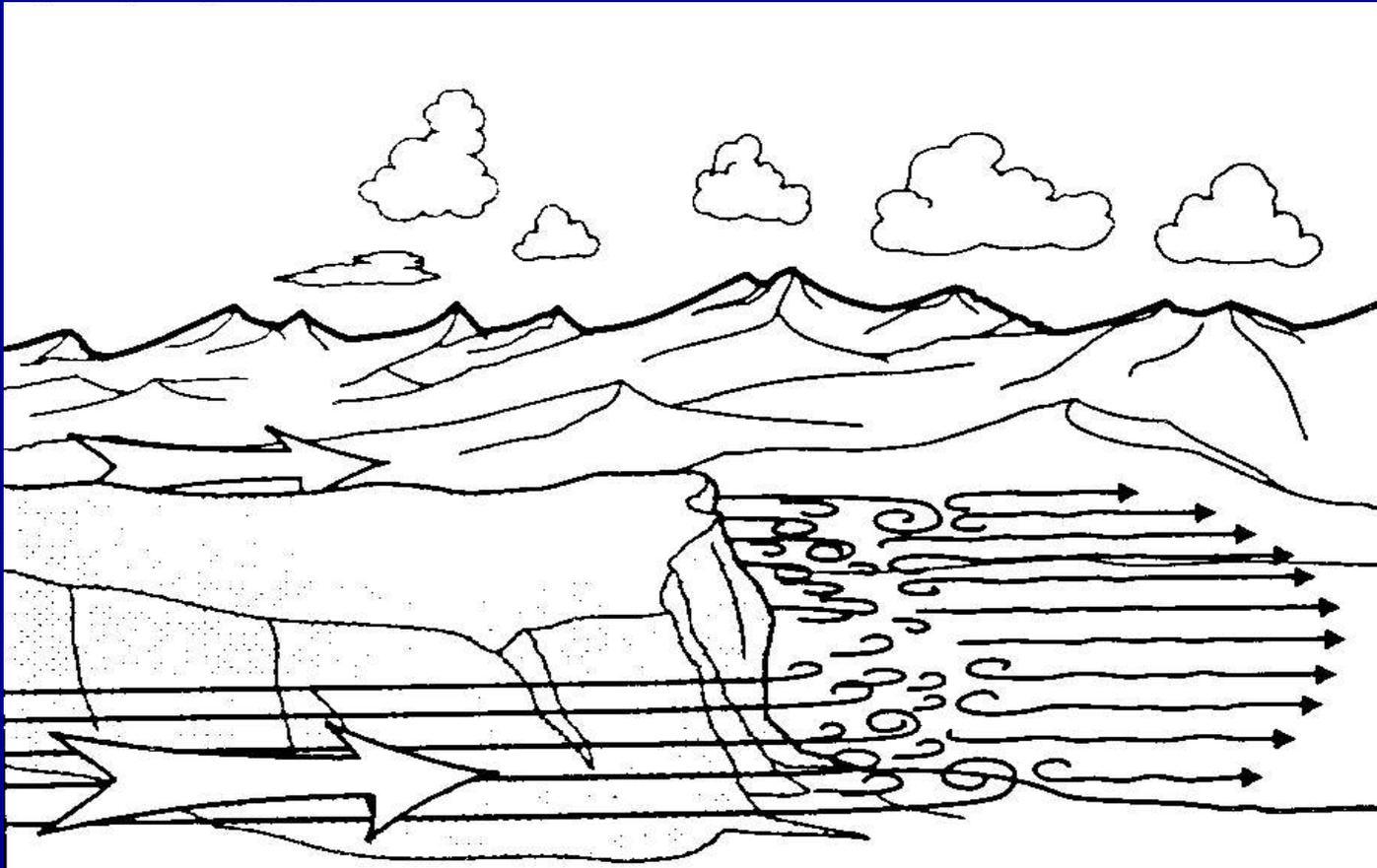
# Perturbation de l'écoulement à la jonction de deux vallées



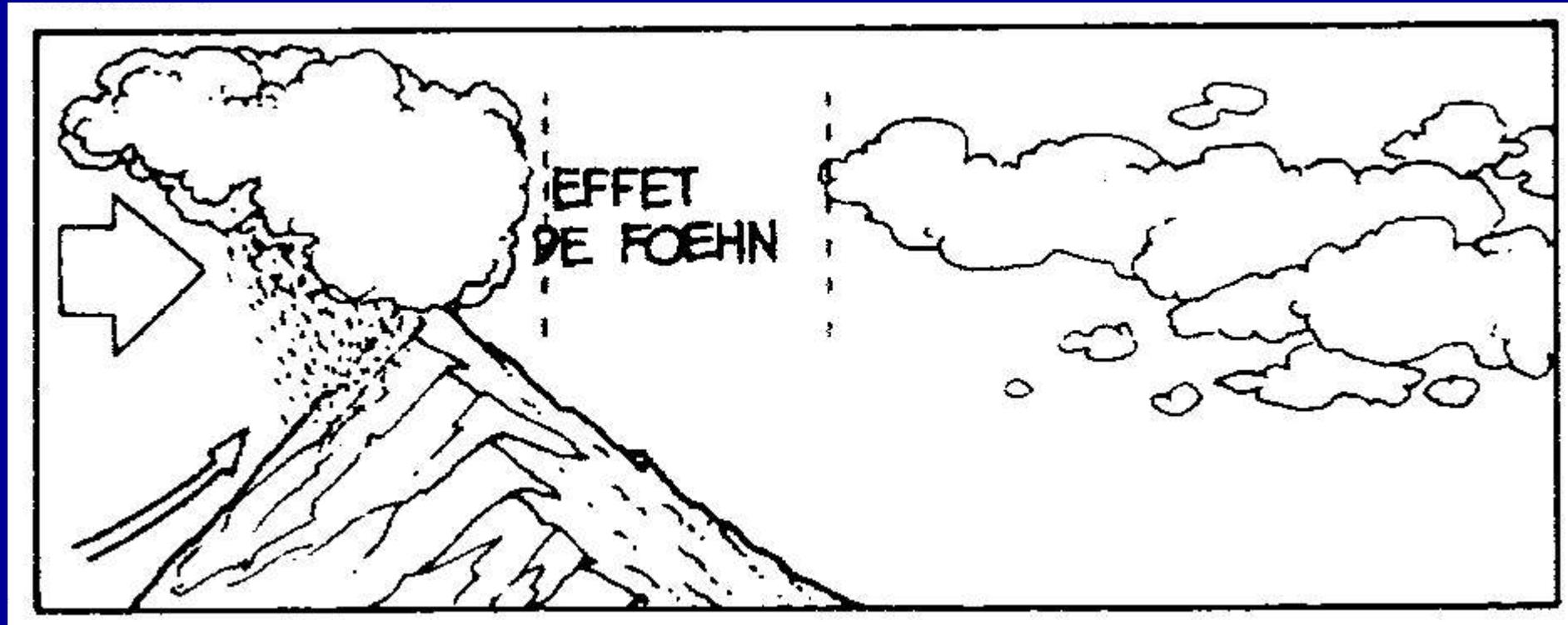
Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

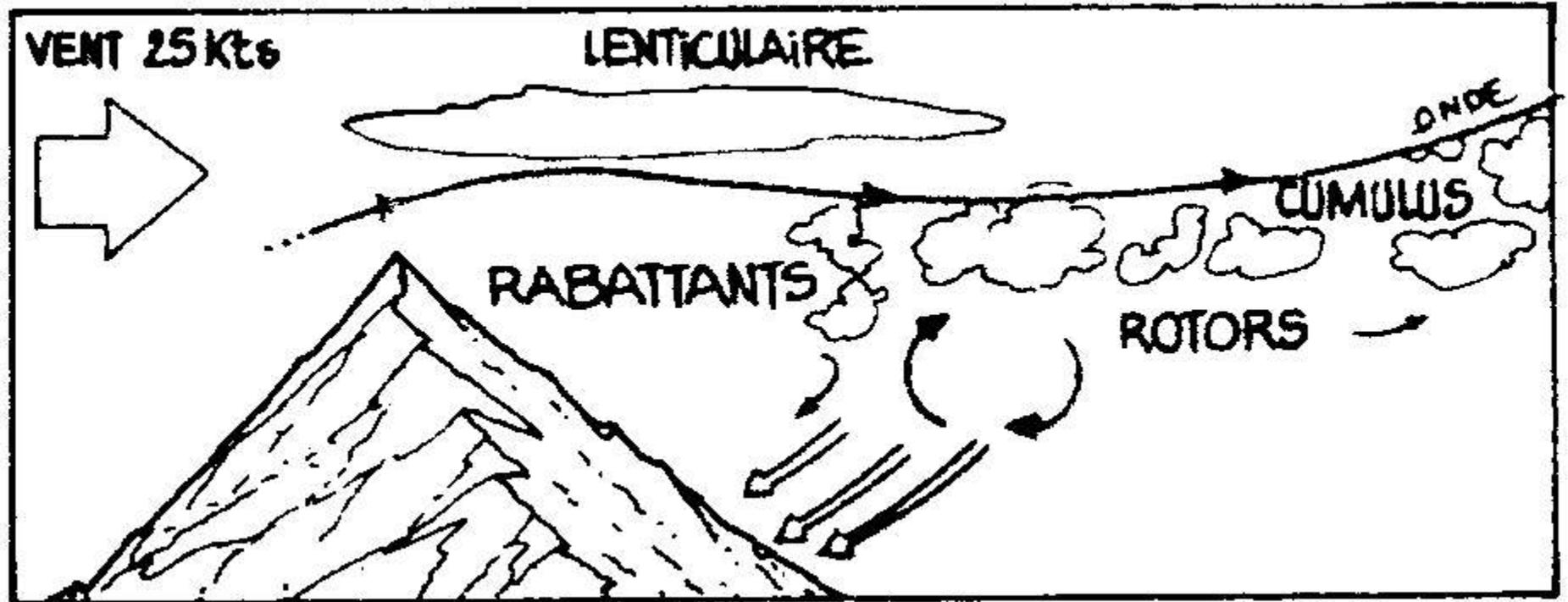
# Perturbation de l'écoulement à la jonction de deux vallées, avec effet de « masque »



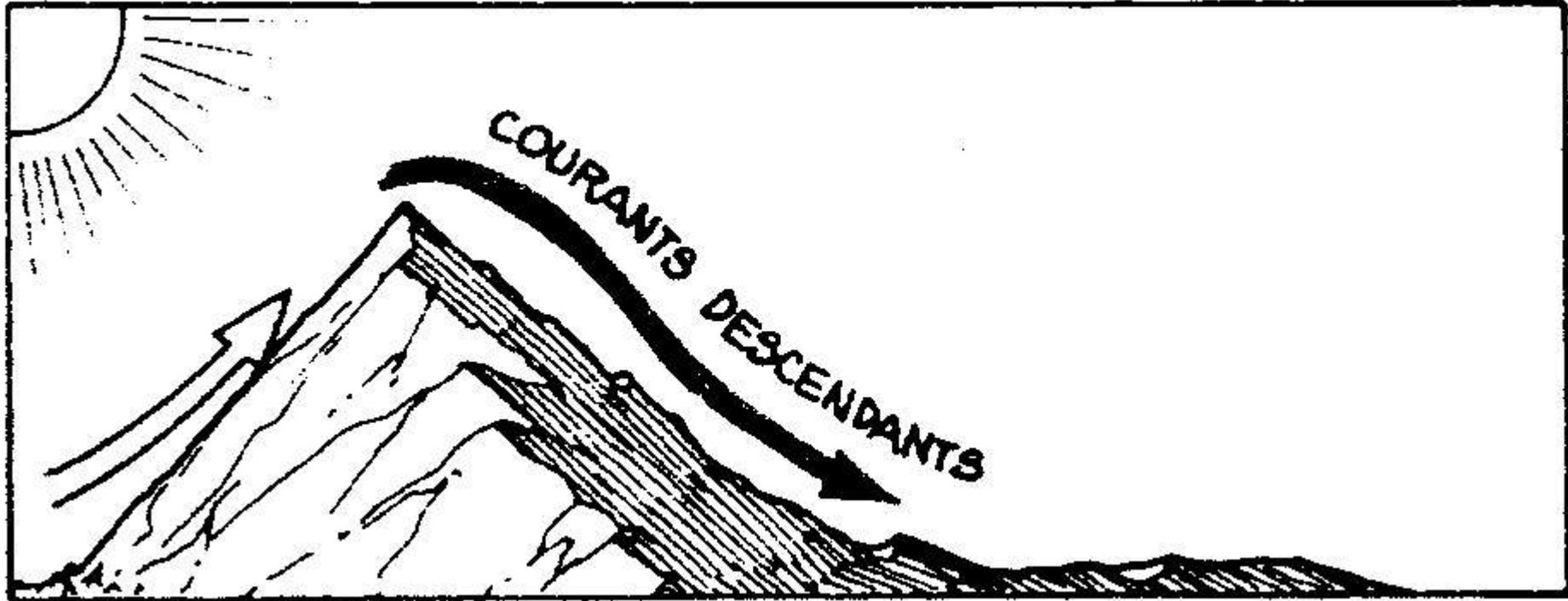
# Masse d'air humide déplacée verticalement vers le haut et se condensant



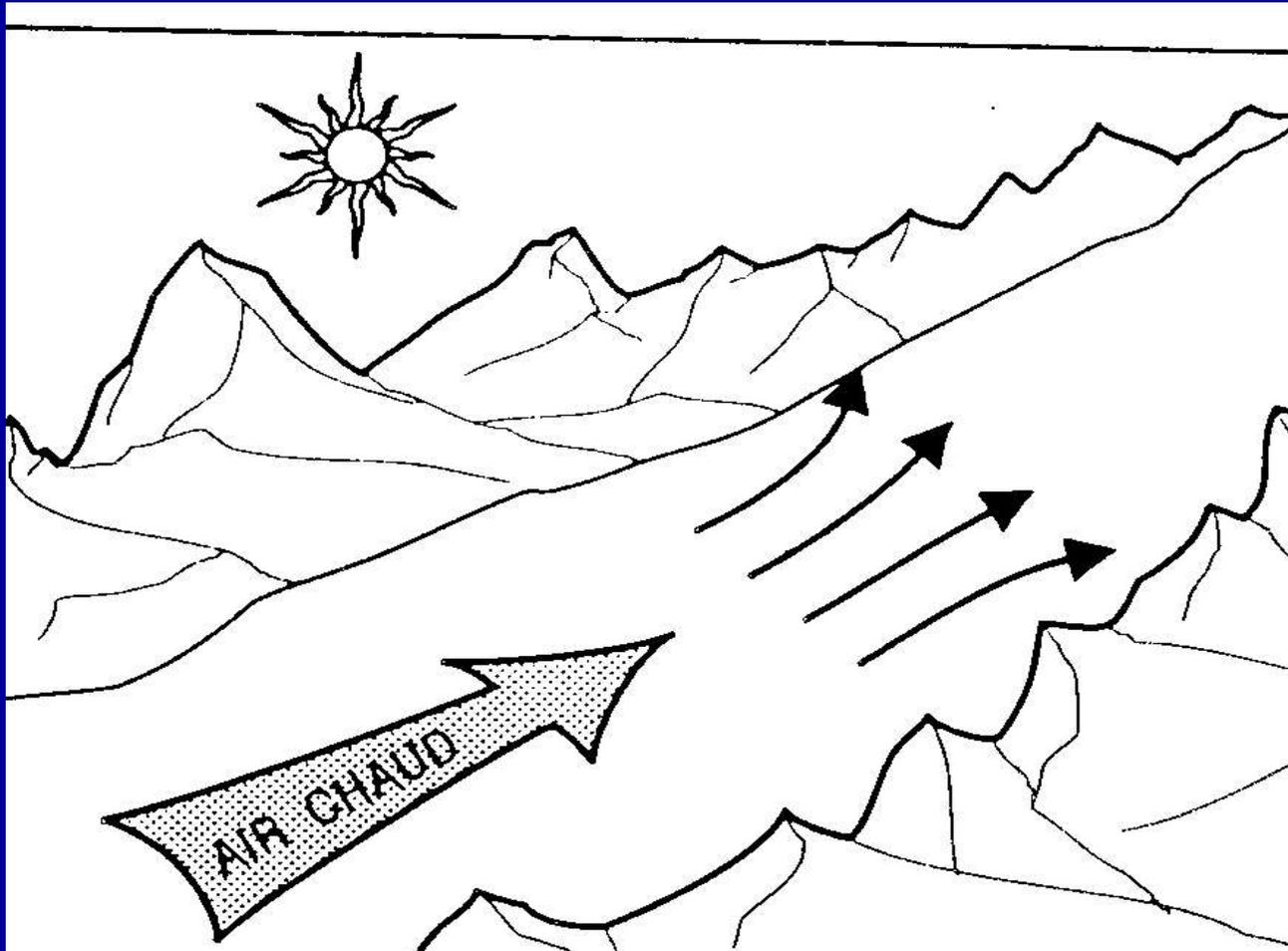
# Vent perpendiculaire à la ligne de crêtes



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



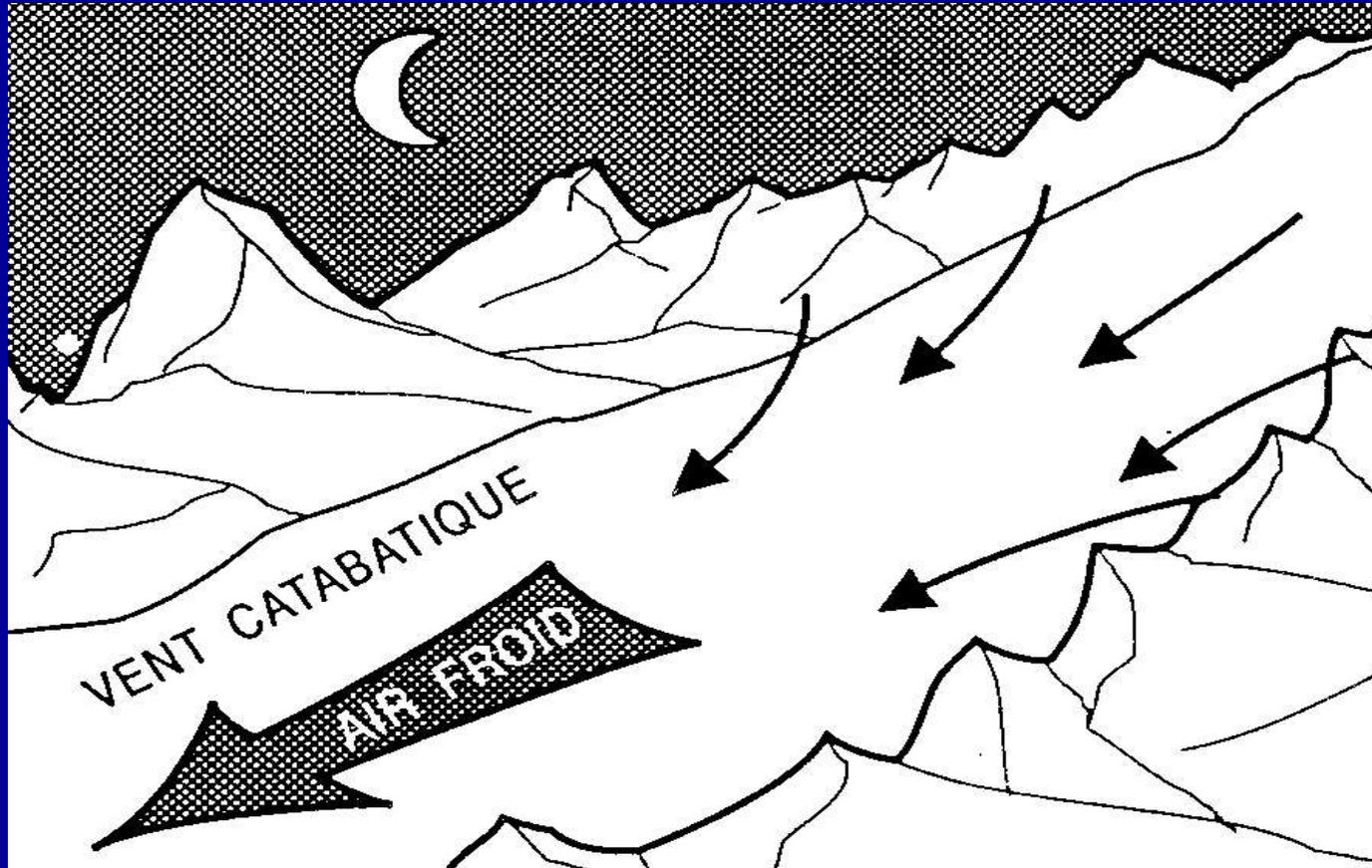
# Brise de vallée : montante en milieu de matinée et jusqu'en milieu d'après-midi



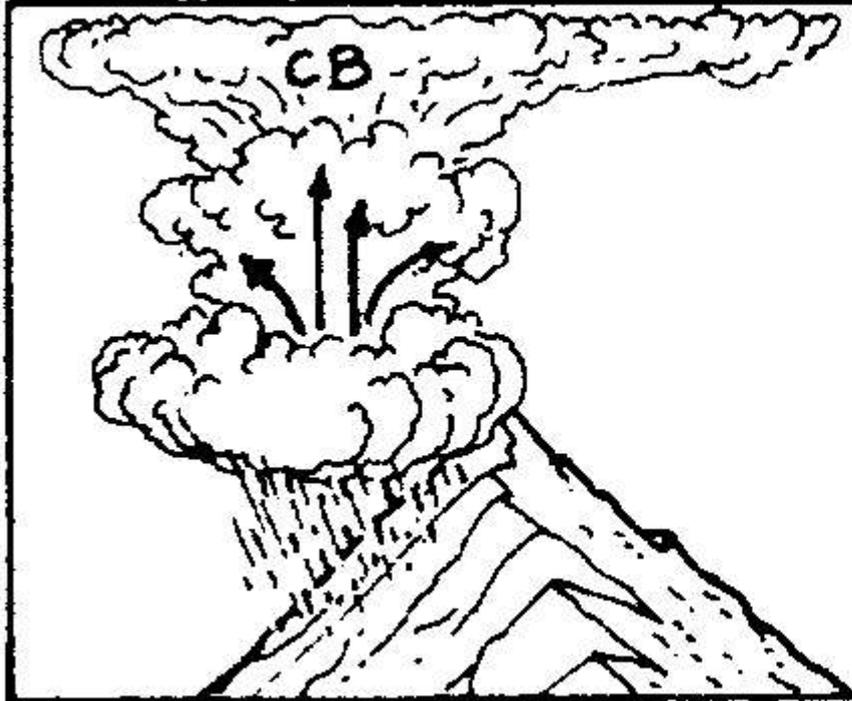
Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

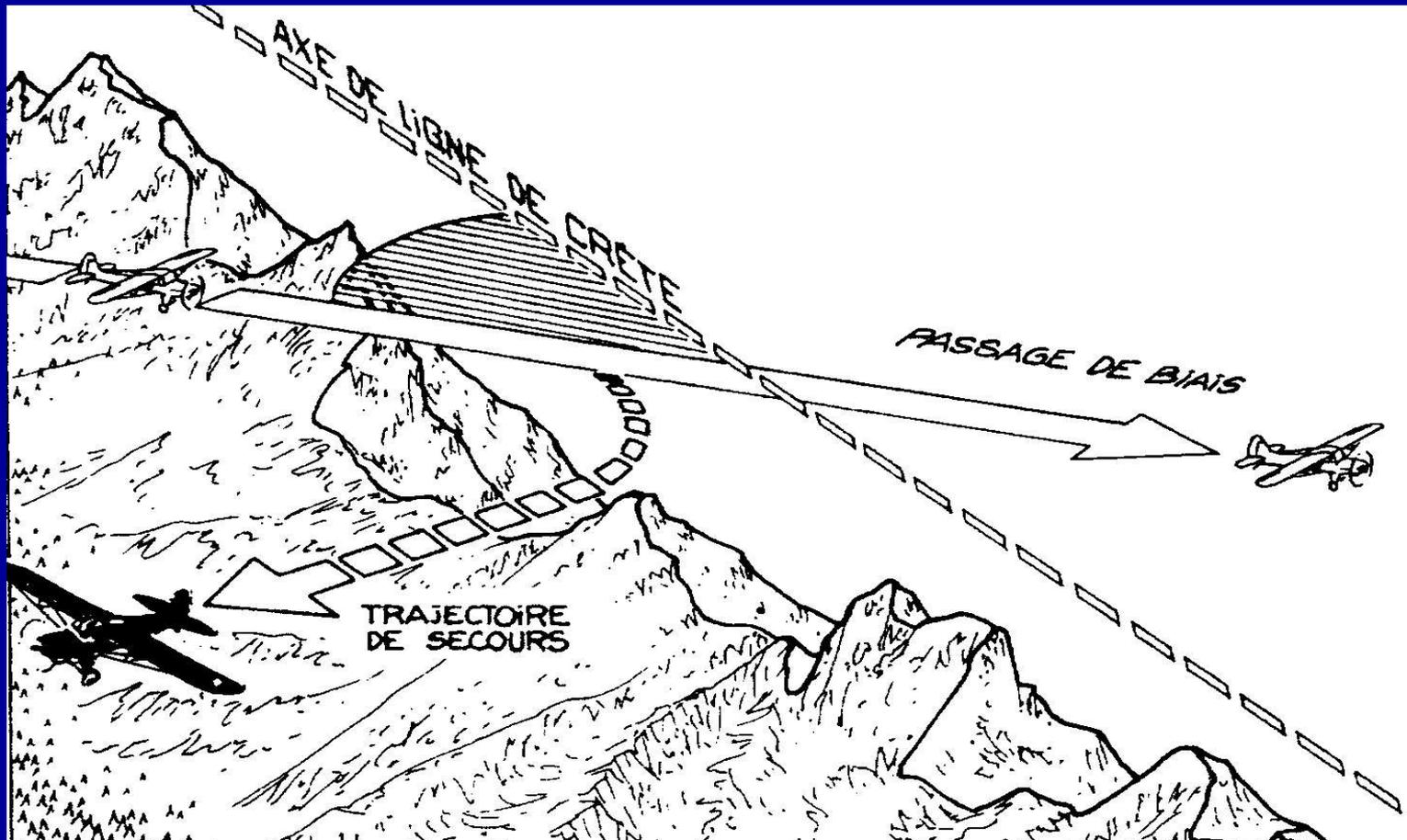
# Brise de vallée : descendante en fin de journée et la nuit



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



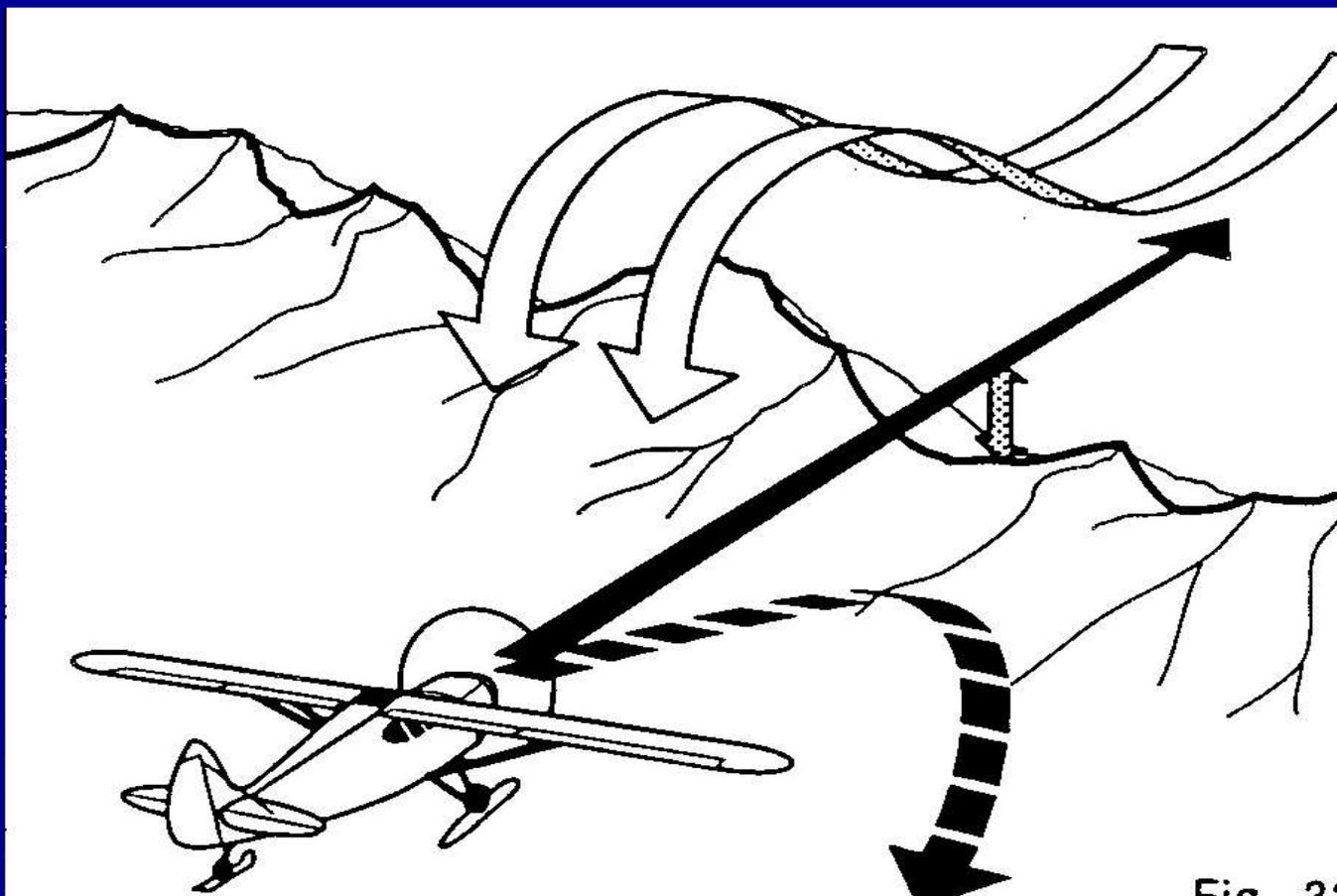
Passage d'une ligne de crête : jamais de front !  
toujours de biais et dans le sens de la descente afin de,  
si ça ne passe pas, pouvoir dégager par un virage en  
descente vers la vallée !



Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

Passage d'un col : attention à la déviation verticale de l'écoulement : avant de le passer, savoir si l'on est « au vent » ou « sous le vent » est indispensable !



Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

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

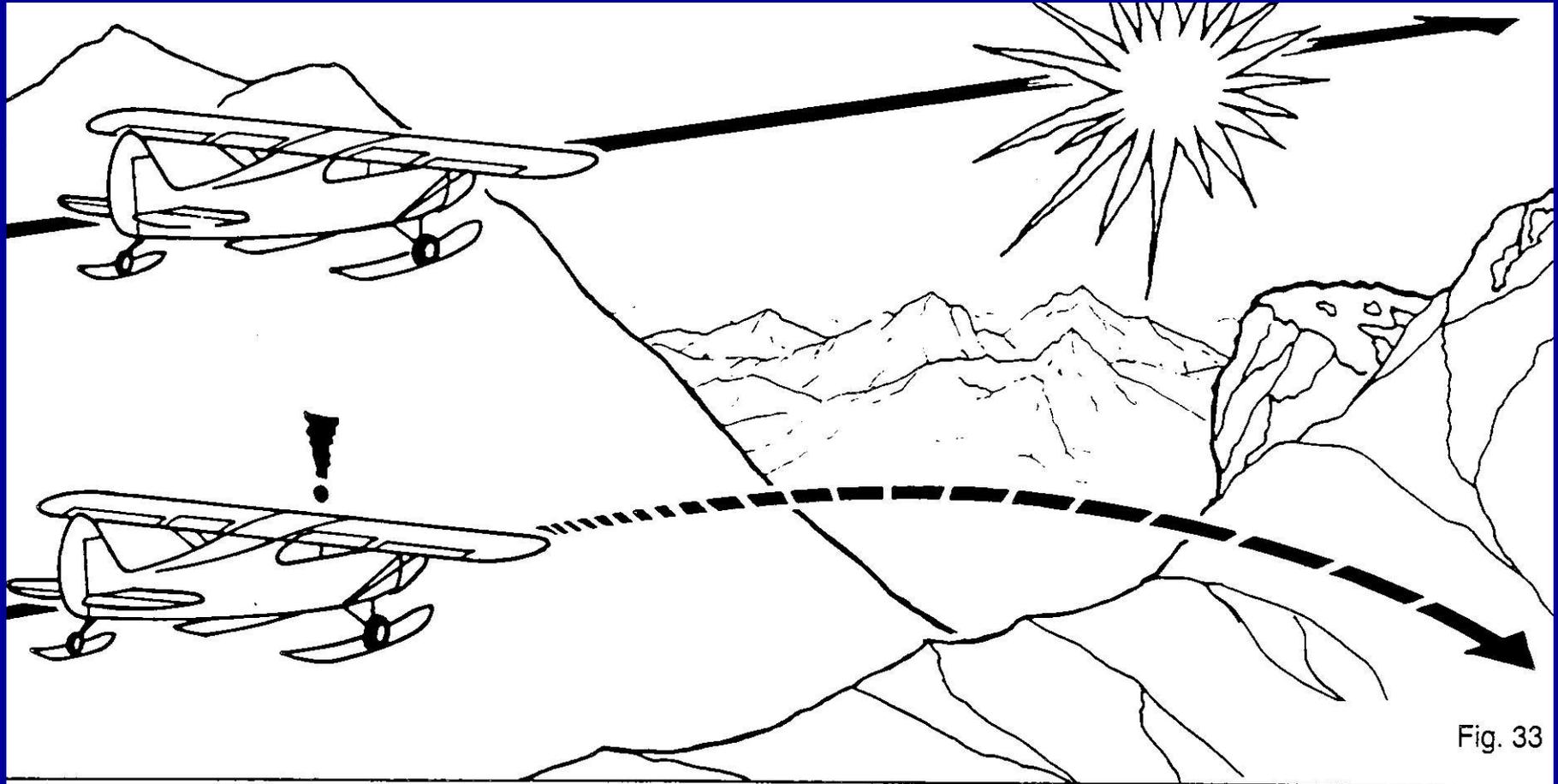
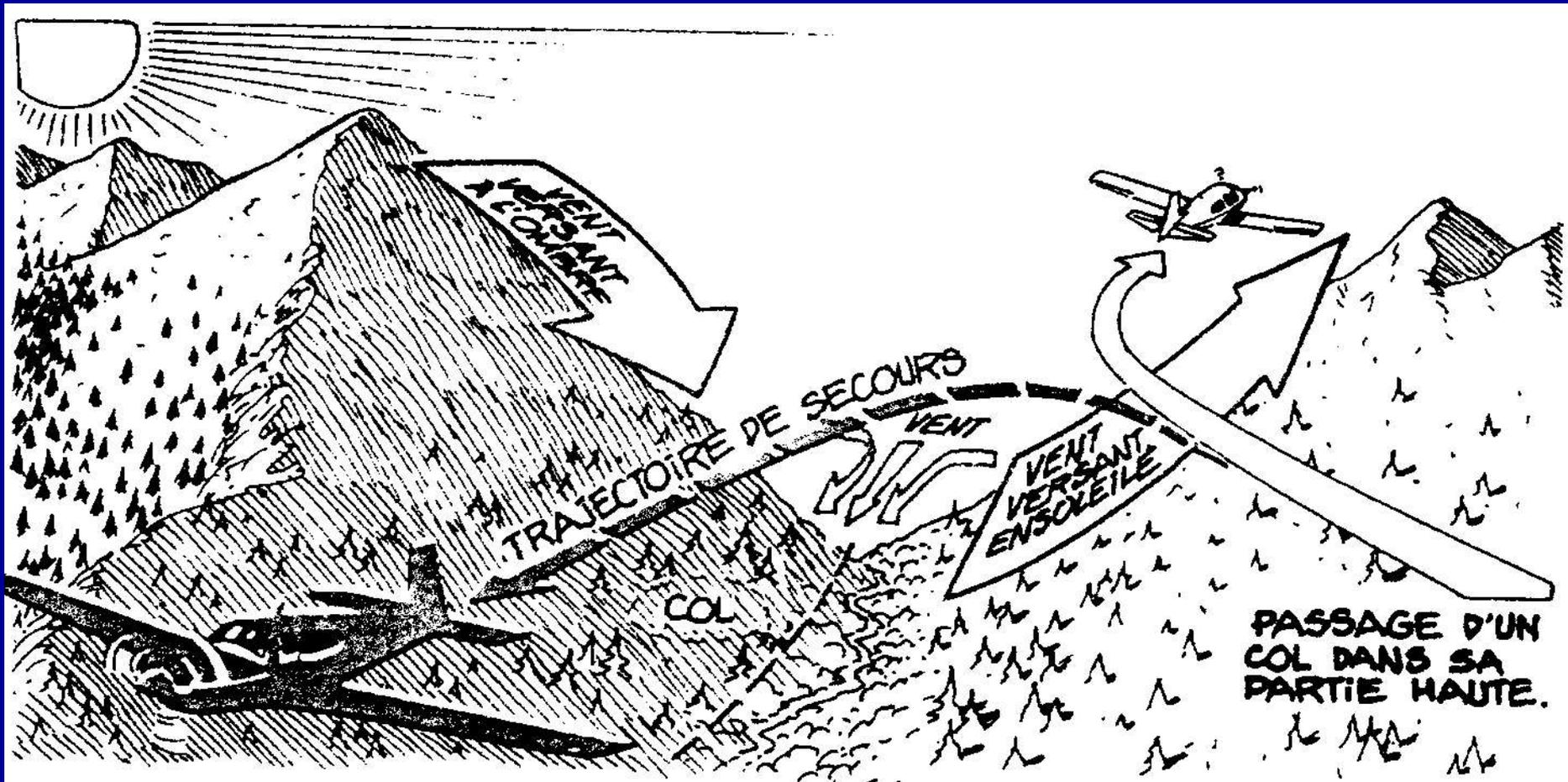


Fig. 33

# Passer le col dans sa partie haute, au versant ensoleillé (jamais au milieu)



# Virage dans le relief

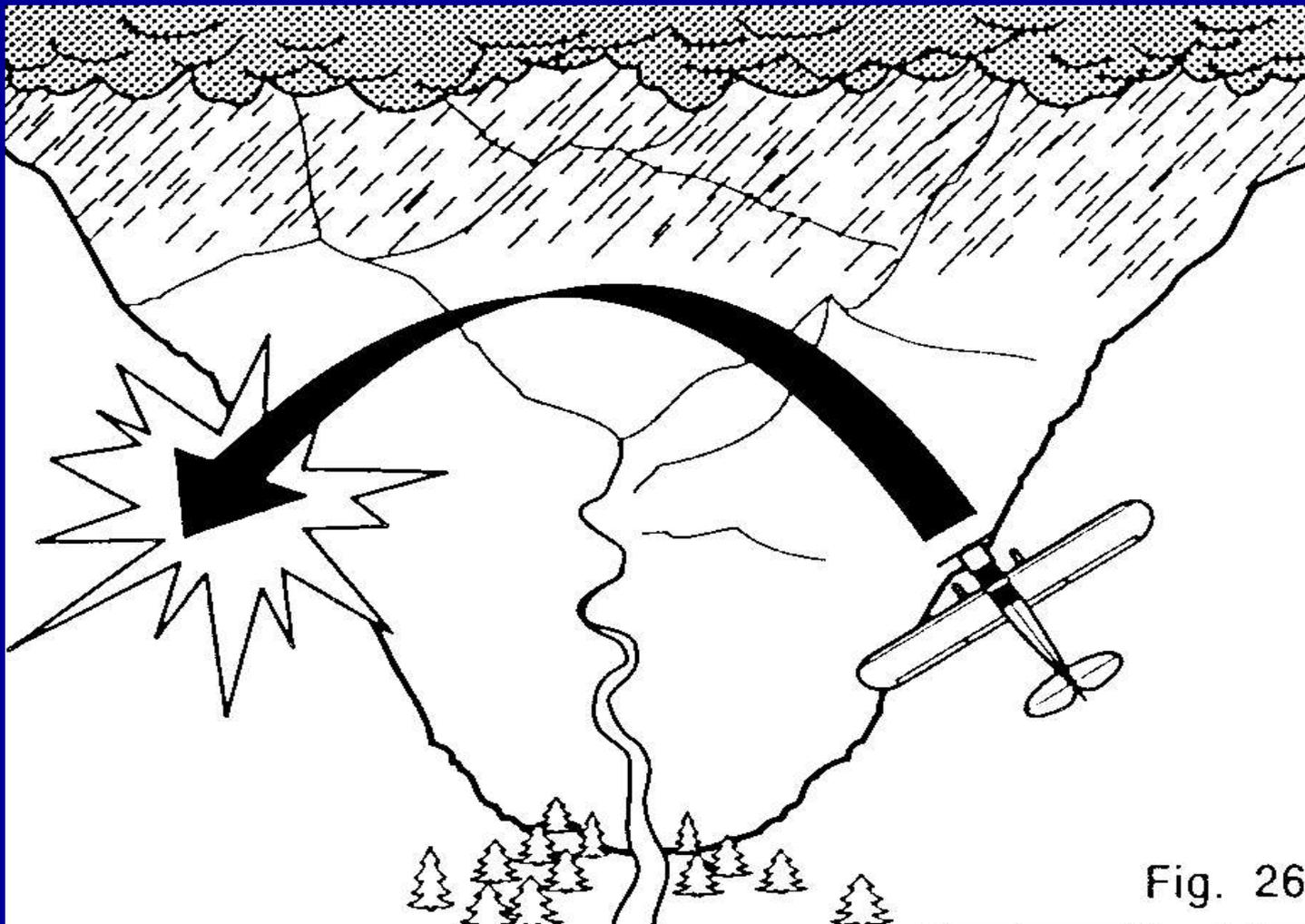
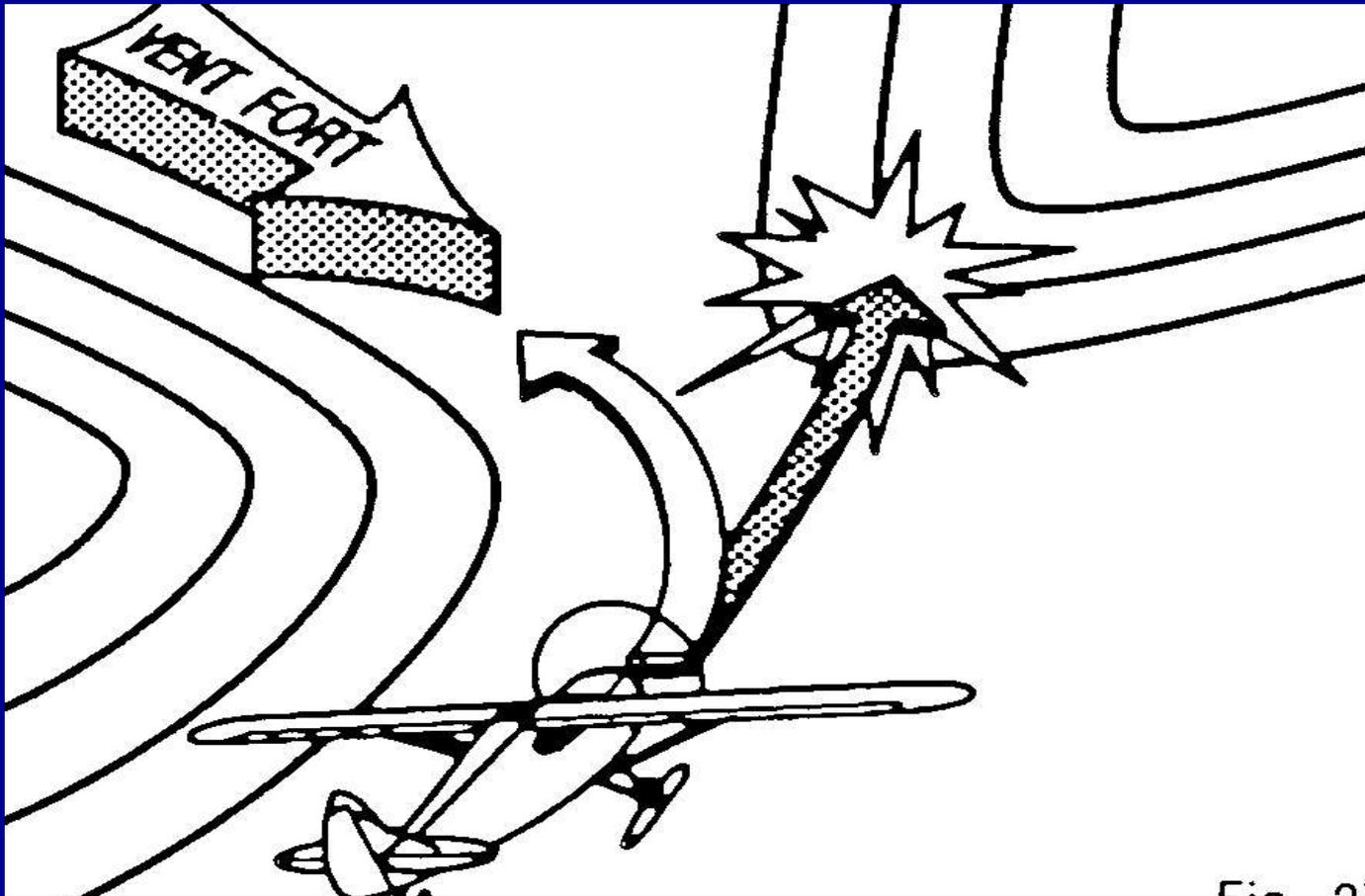


Fig. 26

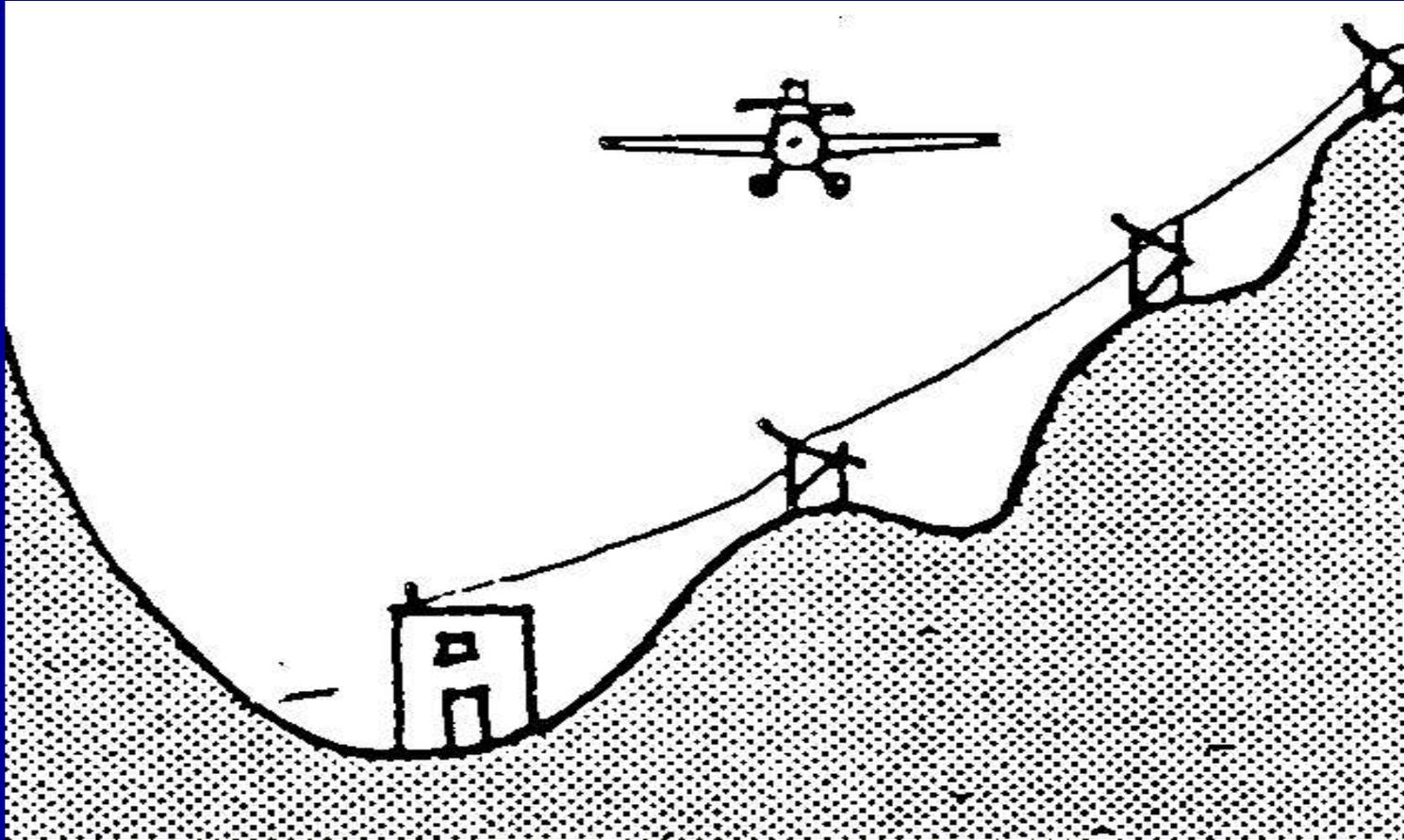
Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

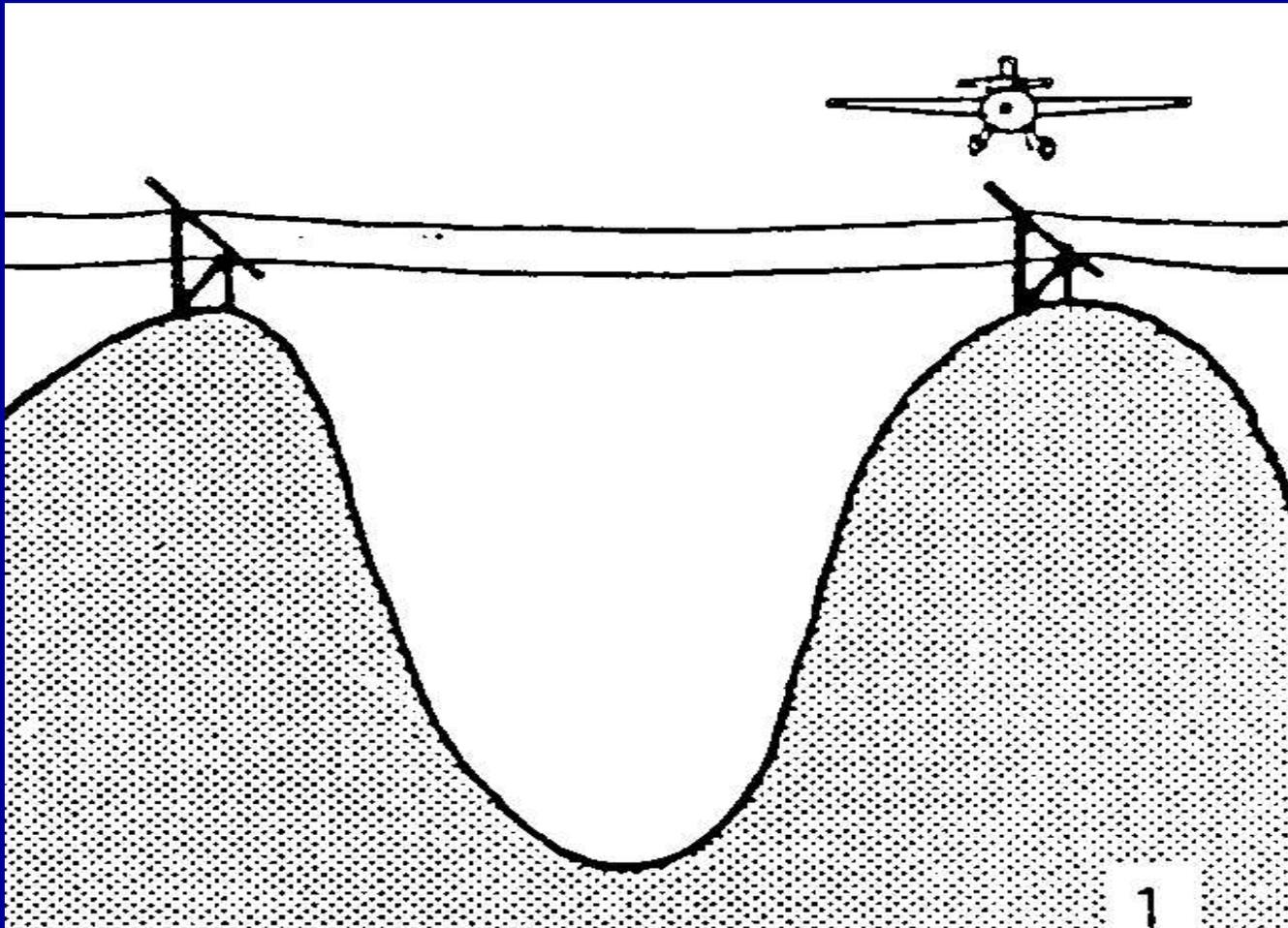
Virer vers le vent augmente  
le rayon de virage « sol » !



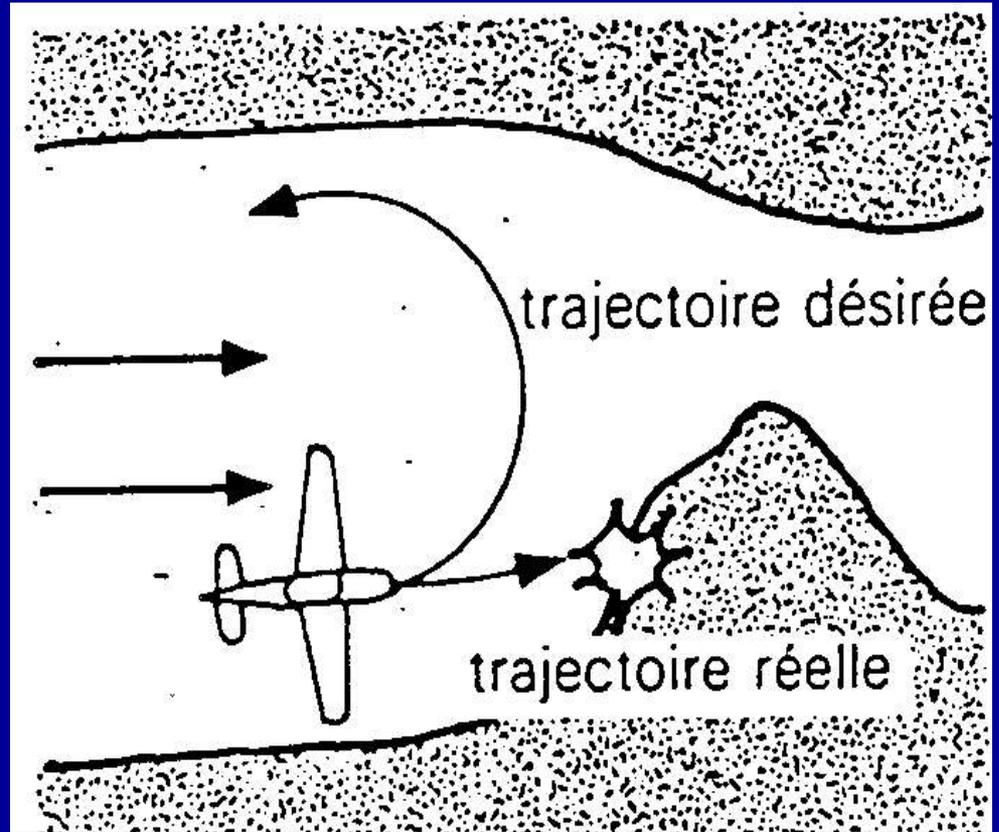
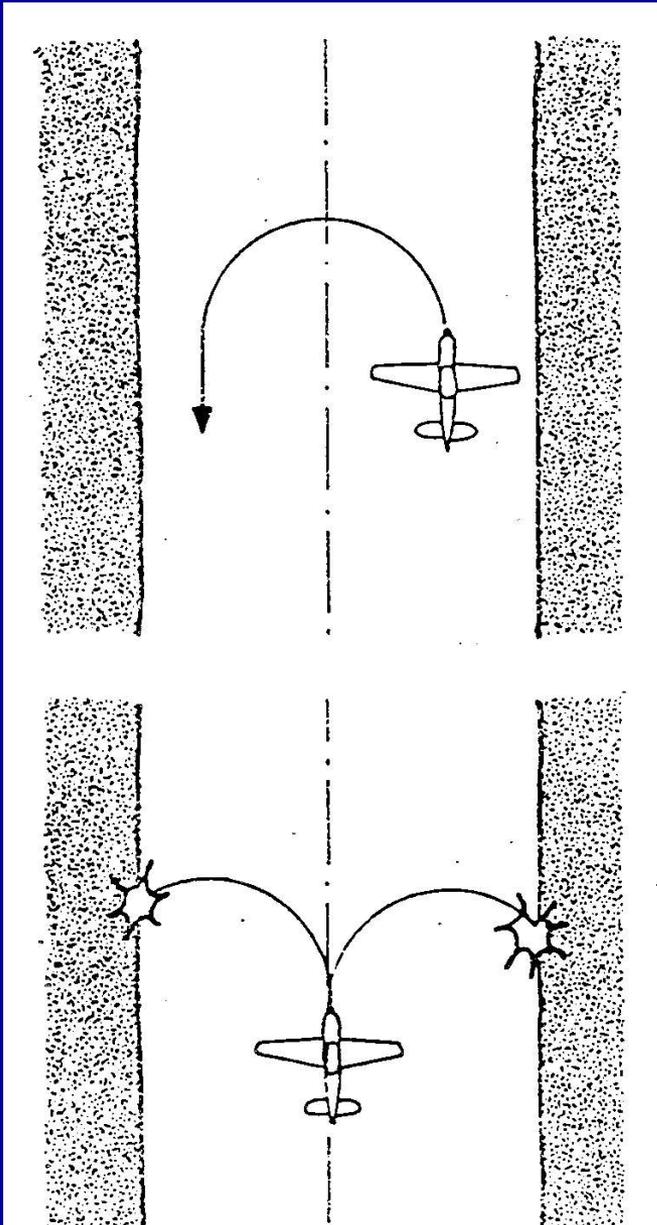
Attention à la présence de câbles : repérer les pylônes, ne pas tenter de passer dans les décrochements de la pente !



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



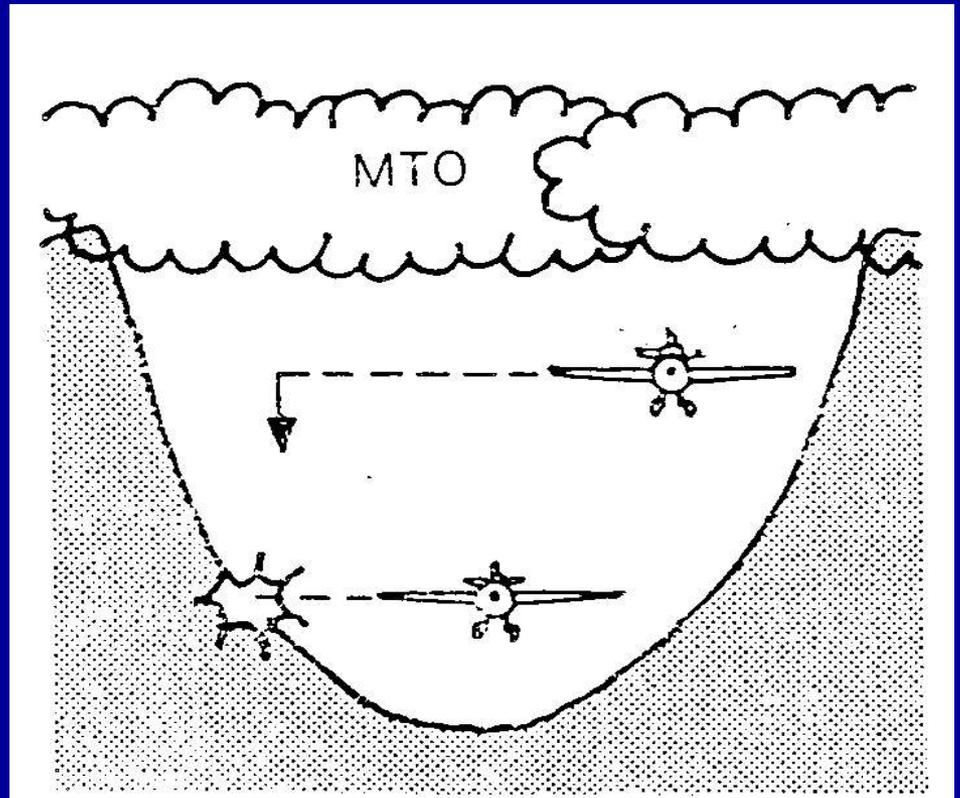
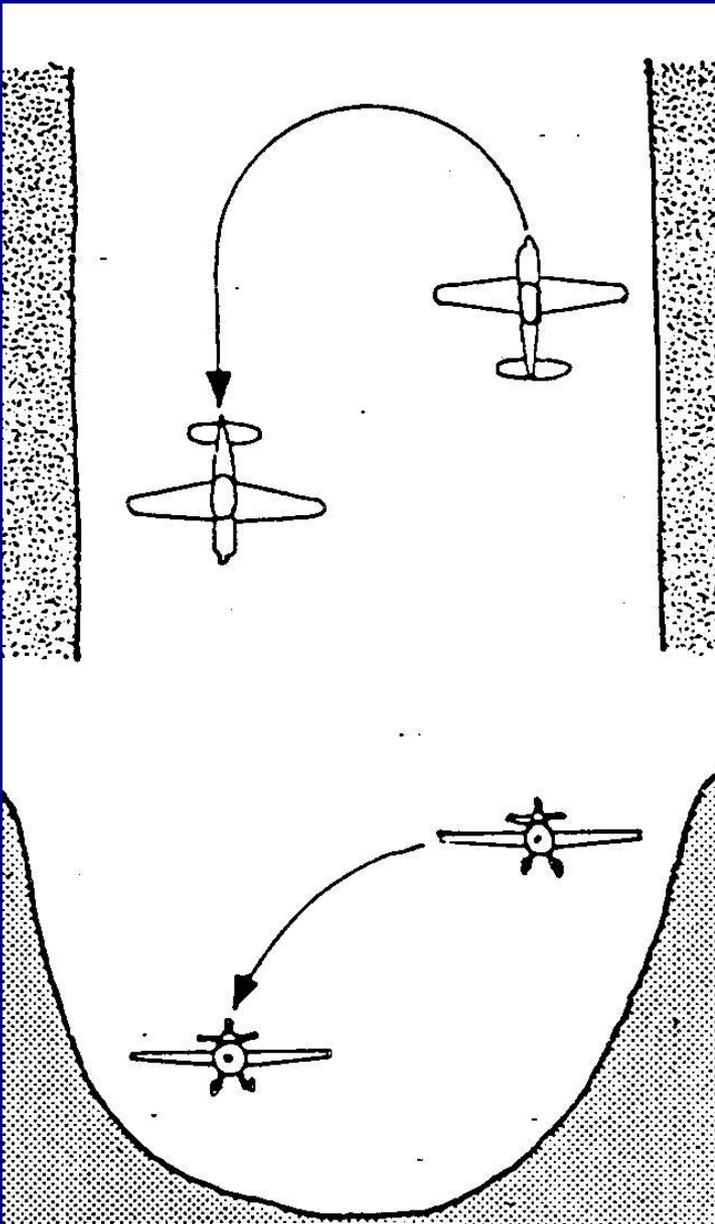
# Vol dans les vallées



Survole des régions montagneuses

Février 2025 – Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

# Vol dans les vallées



Survol des régions montagneuses

Février 2025– Briefing long-Aéroclub du CSE AIRBUS opérations Toulouse

# Risque aviaire et zones de sensibilité majeure (ZSM)

**La présence d'oiseaux, petits ou grands et nombreux en montagne, est un réel danger !**

Lors de la préparation du vol :

- Repérer sur le trajet prévu les parcs et réserves ainsi que les **zones de sensibilité majeure (ZSM) actives**

Au cours du vol :

- Les éviter, sinon respecter les hauteurs minimales de survol
- Surveiller attentivement l'évolution des oiseaux

PLATEFORME D'INFORMATION AVIAIRE EN France

(<https://piaf.stac.aviation-civile.gouv.fr/index.php>)

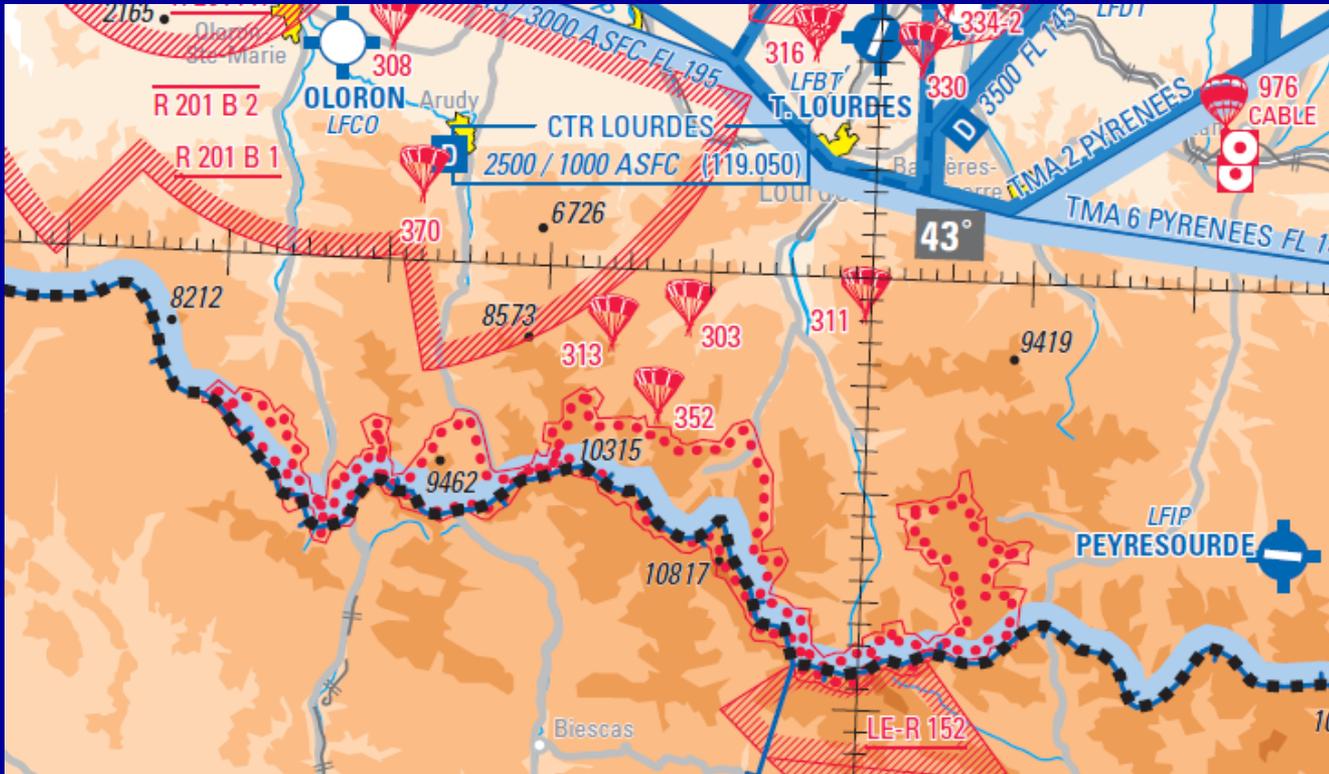
eAIP FRANCE partie 2 EN-ROUTE (ENR)

ENR 5 AVERTISSEMENTS A LA NAVIGATION

ENR 5.6 MIGRATIONS D'OISEAUX ET ZONES FRÉQUENTÉES PAR UNE FAUNE SENSIBLE

ENR 5.6-1 Zones de sensibilité majeure - Grands rapaces

# Parcs nationaux et réserves naturelles



Contours et hauteur minimale de survol (cf. légende propre à chaque type de carte)

Détails dans l' eAIP FRANCE partie 2 EN-ROUTE (ENR)  
ENR 5 AVERTISSEMENTS A LA NAVIGATION  
ENR 5.7 RESTRICTIONS DE SURVOL  
ENR 5.7-3 PARCS NATIONAUX ET RESERVES NATURELLES  
avec leurs Hauteurs minimales de survol

# Recommandations de pilotage

- Appliquer la règle Voir et éviter (grands oiseaux, obstacles, nuages, autres trafics) et se faire voir (Conspicuity : phares et feux allumés, transpondeur + GPS en fonctionnement)
- A proximité d'une paroi, porter le regard devant l'avion (la vision périphérique permet d'évaluer la distance au relief)
- En montagne, 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 »
- Garder en permanence l'assiette de palier en se basant sur l'horizon artificiel

# Recommandations de pilotage

- Surveiller le variomètre, ou de préférence la grande aiguille de l'altimètre, 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

**« Oublier » l'altimètre et REGARDER DEHORS !**

Respecter les 500 ft / relief ou obstacles isolés  
[en vertical (hauteur) et en horizontal (distance)]  
ainsi que les 1000 ft / rassemblements de personnes ou d'animaux  
et les hauteurs minimales de survol des parcs et réserves et des  
zones de sensibilité majeure (ZSM : 3300 ft )

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

## Conduite du moteur :

- Maintenir RPM constant en étant conscient que la puissance appliquée diminue avec l'altitude
- Une perte de RPM qui ne peut pas être corrigée est le signe d'un givrage « carburateur » ou d'un colmatage du filtre à air,
- De temps à autre, tirer la réchauffe carburateur ou l'Alternate Air
- A partir de 5000 ft régler la mixture en surveillant les températures
- Pour la descente, 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  $RPM < 2000$

# Recommandations de pilotage

## 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
- Eviter les fortes inclinaisons
- Ne pas sortir les volets

# Recommandations pour les radiocommunications

- Transpondeur en fonctionnement (et GPS pour l'ADS-B)
- Contacter/ « monitorer » l'organisme de la CA concerné (SIV, ATC), selon division de l'espace aérien (Services d'Alerte et d'Information de vol avec info de trafic dans la mesure du possible)
- Demander à quitter l'organisme contacté quand les conditions de transmission ne lui permettent plus de rendre ces services (évite le déclenchement de l'alerte)

# Recommandations pour les radiocommunications

- Canal Montagne : 130.000
- Faire l'auto info sur ce canal en l'absence de canal assigné à une zone spécifique
- Prendre connaissance des Procédures et consignes particulières des altiports (Peyresourde) ou autres aérodromes situés en montagne (Ste Léocadie)
- Signaler sa présence dans les zones les plus fréquentées, au passage des cols, etc.

# Recommandations générales

## **Attention au risque d'hypoxie qui existe dès 6000 ft :**

- Symptômes insidieux et conséquences désastreuses
- Performances intellectuelles et cognitives diminuées
- Baisse de vigilance
- Erreurs d'appréciation de la situation, euphorie d'altitude !

## **Altération sérieuse des compétences non techniques**

# Recommandations générales

- Bien serrer les ceintures, les sangles diagonales et les bretelles
- Porter une casquette et des lunettes solaires
- Prendre un vêtement chaud, au cas où...
- Boire de l'eau (en altitude l'air est généralement plus sec !)

**ET GARDER LE SOURIRE ...**

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