

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

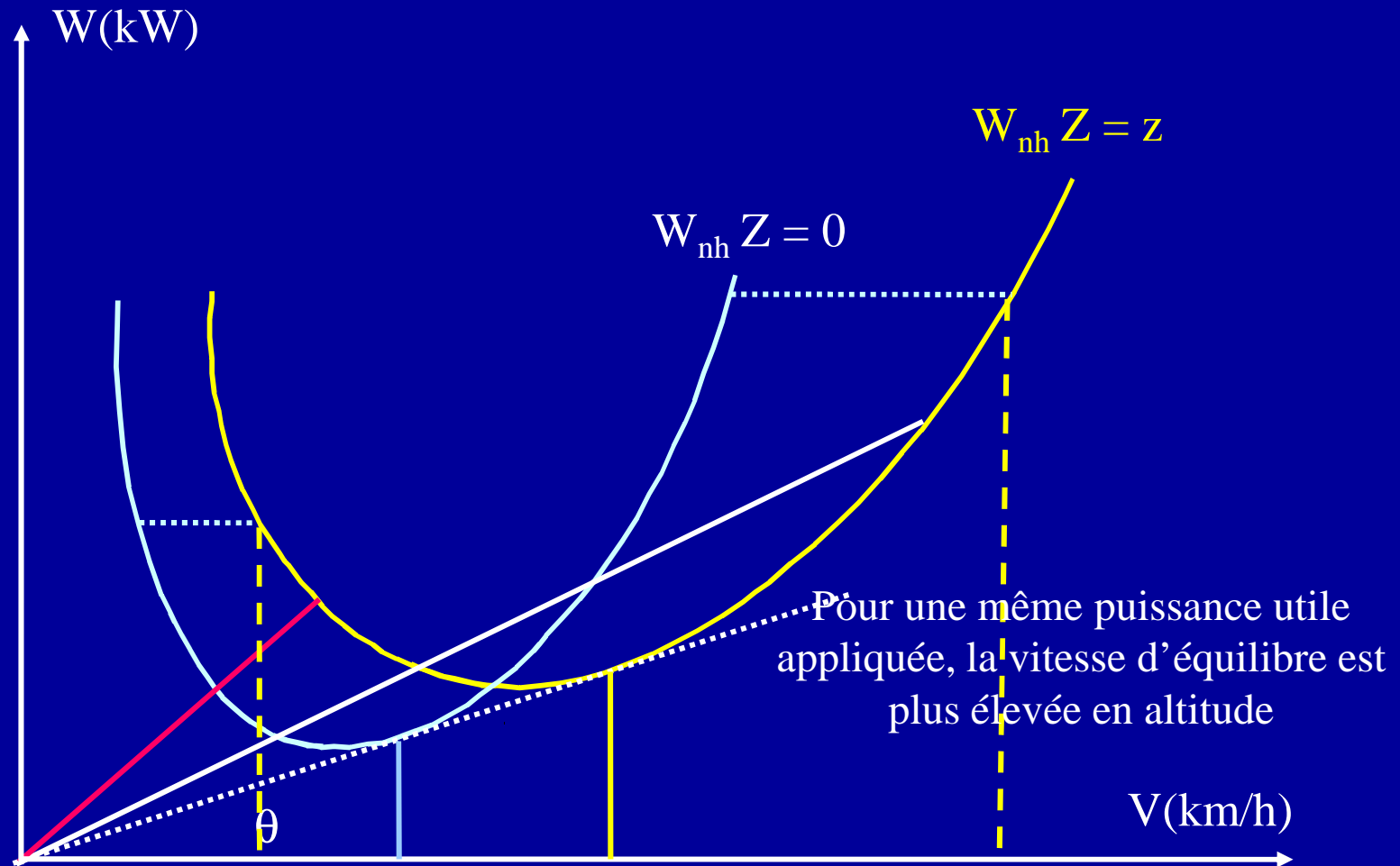
Passage d'un col

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

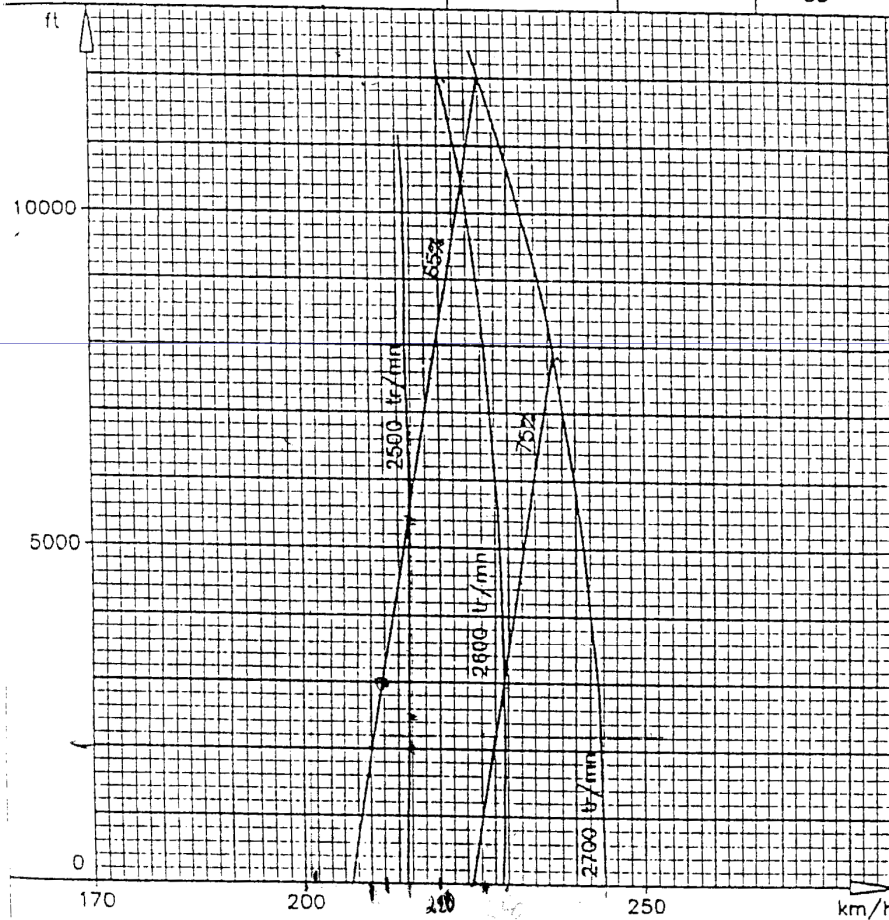
Survol des régions montagneuses

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



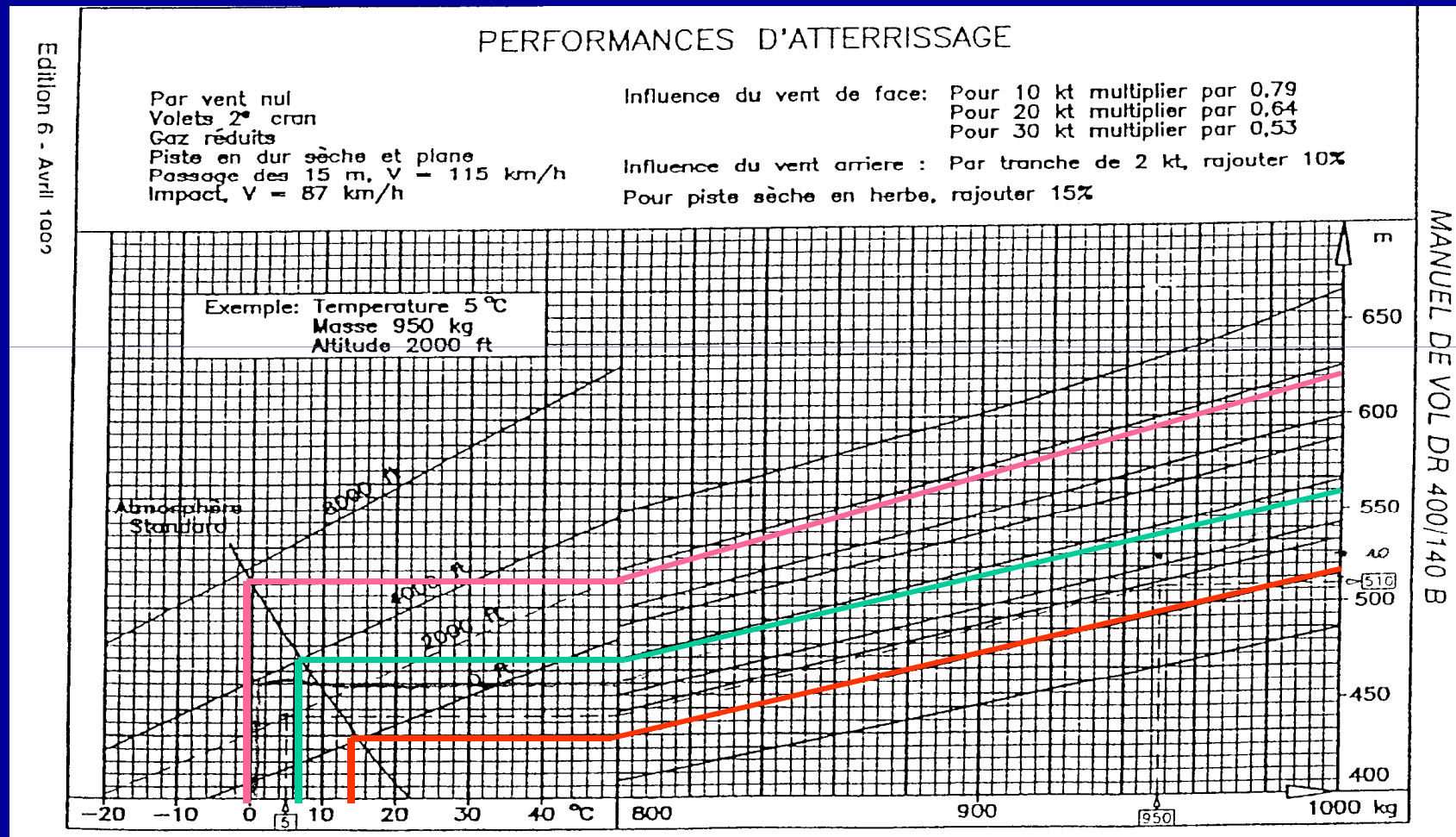
Avec la prise d'altitude...

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

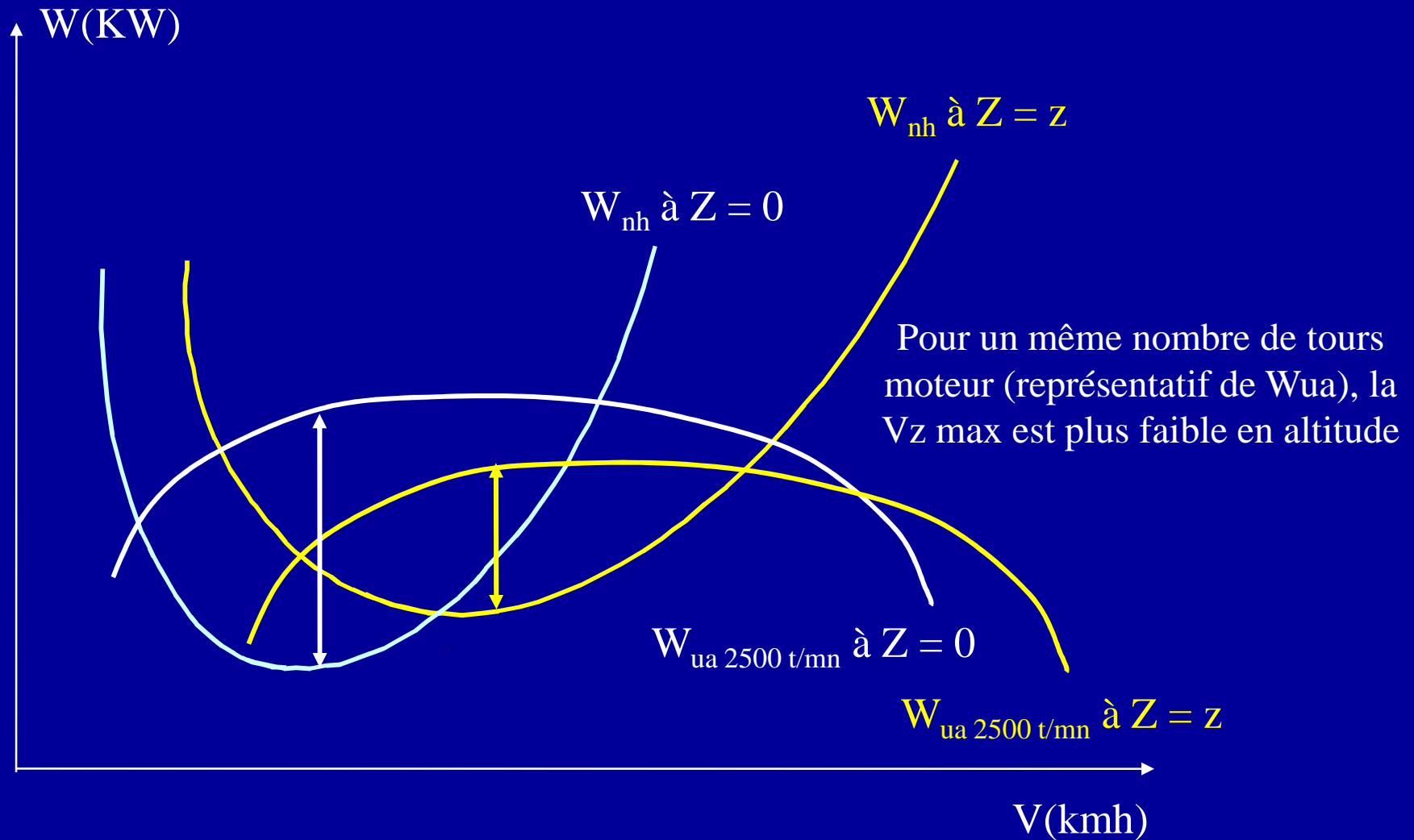
Avec la prise d'altitude... distances de décollage et d'atterrissage augmentées



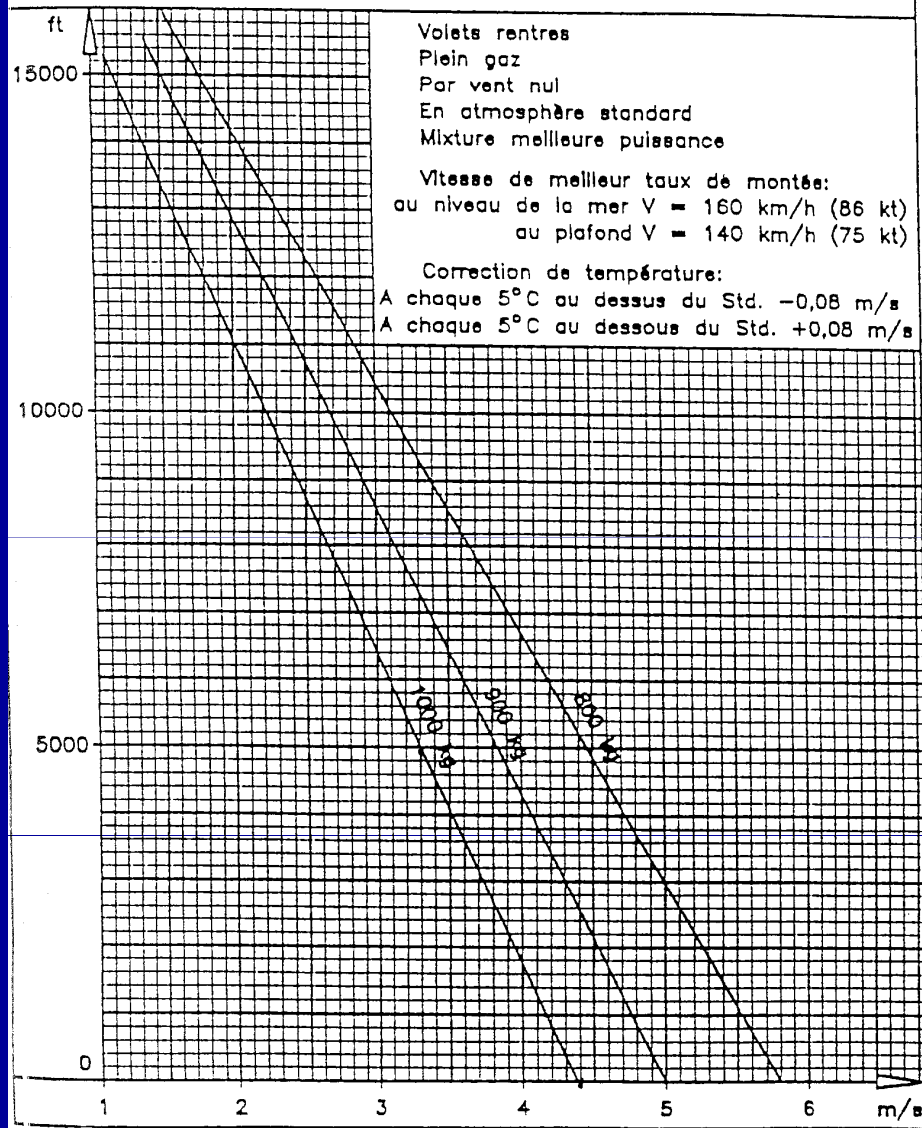
Survol des régions montagneuses

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)

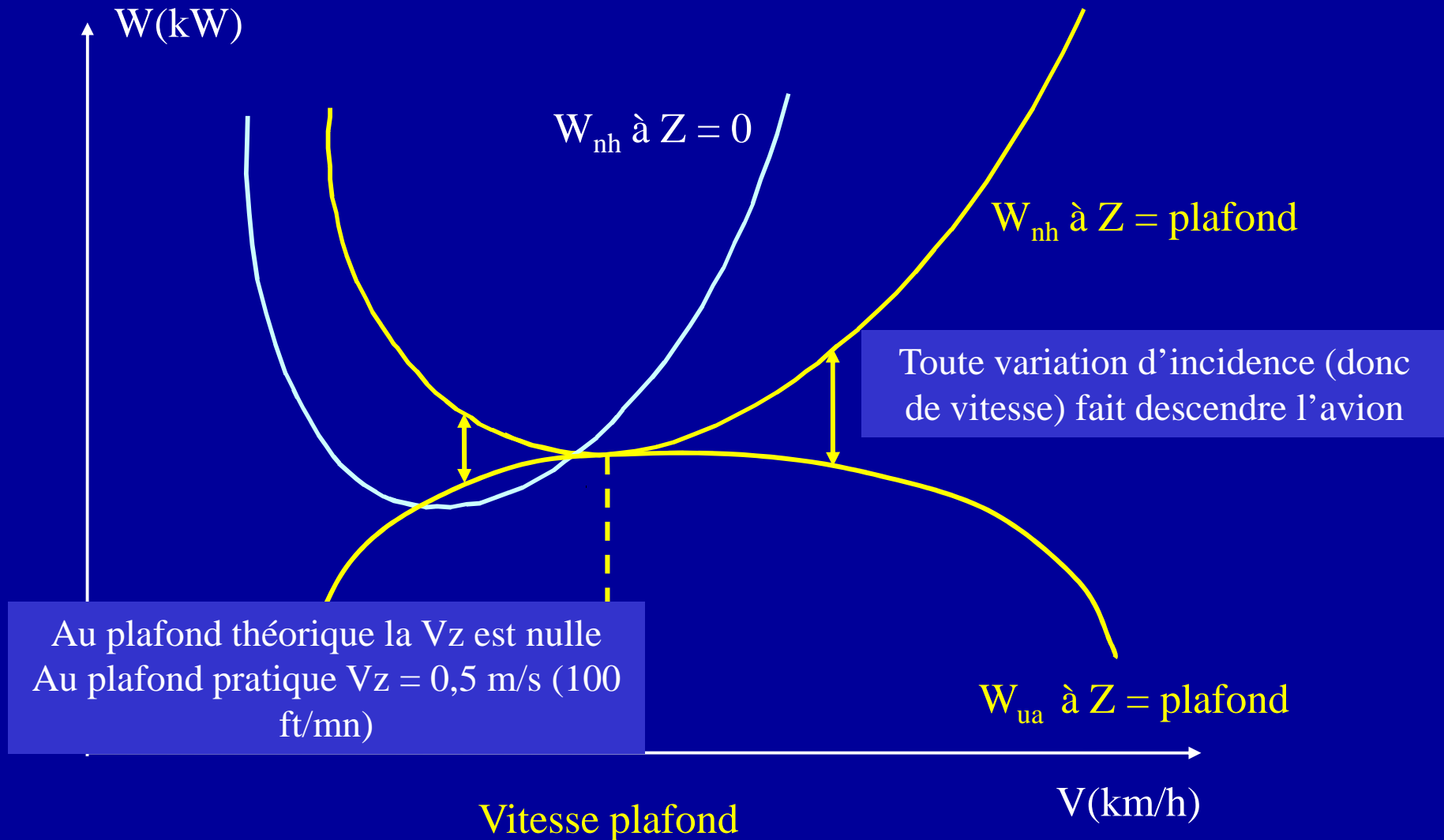


PERFORMANCES DE MONTEE



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 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Décollage par vent de travers Volets (1 ^{er} 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 | 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. Réglage de la mixture en croisière après stabilisation: |
| 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. | 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. |
| Montée à pente maximale La meilleure pente de trajectoire est obtenue à 130 km/h (70 kt), volets en position décollage (1 ^{er} cran), ou avec les volets rentrés. | 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. |
| NOTE Ce type de montée ne doit être utilisé qu'exceptionnellement (mauvais refroidissement du moteur). | |
| CROISIÈRE 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 | $r = \frac{64.10^2}{40.0,25} = 640\text{m}$ | $r = \frac{10^4}{40.0,25} = 1000\text{m}$ | $r = \frac{22,5.10^2}{40.0,25} = 2250\text{m}$ |
| tg 30° = 0,6 | $r = \frac{64.10^2}{40.0,6} = 260\text{m}$ | $r = \frac{10^4}{40.0,6} = 416\text{m}$ | $r = \frac{22,5.10^2}{40.0,6} = 930\text{m}$ |
| tg 60° = 1,7 | $r = \frac{64.10^2}{40.1,7} = 100\text{m}$ | $r = \frac{10^4}{40.1,7} = 150\text{m}$ | $r = \frac{22,5.10^2}{40.1,7} = 330\text{m}$ |

- 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...

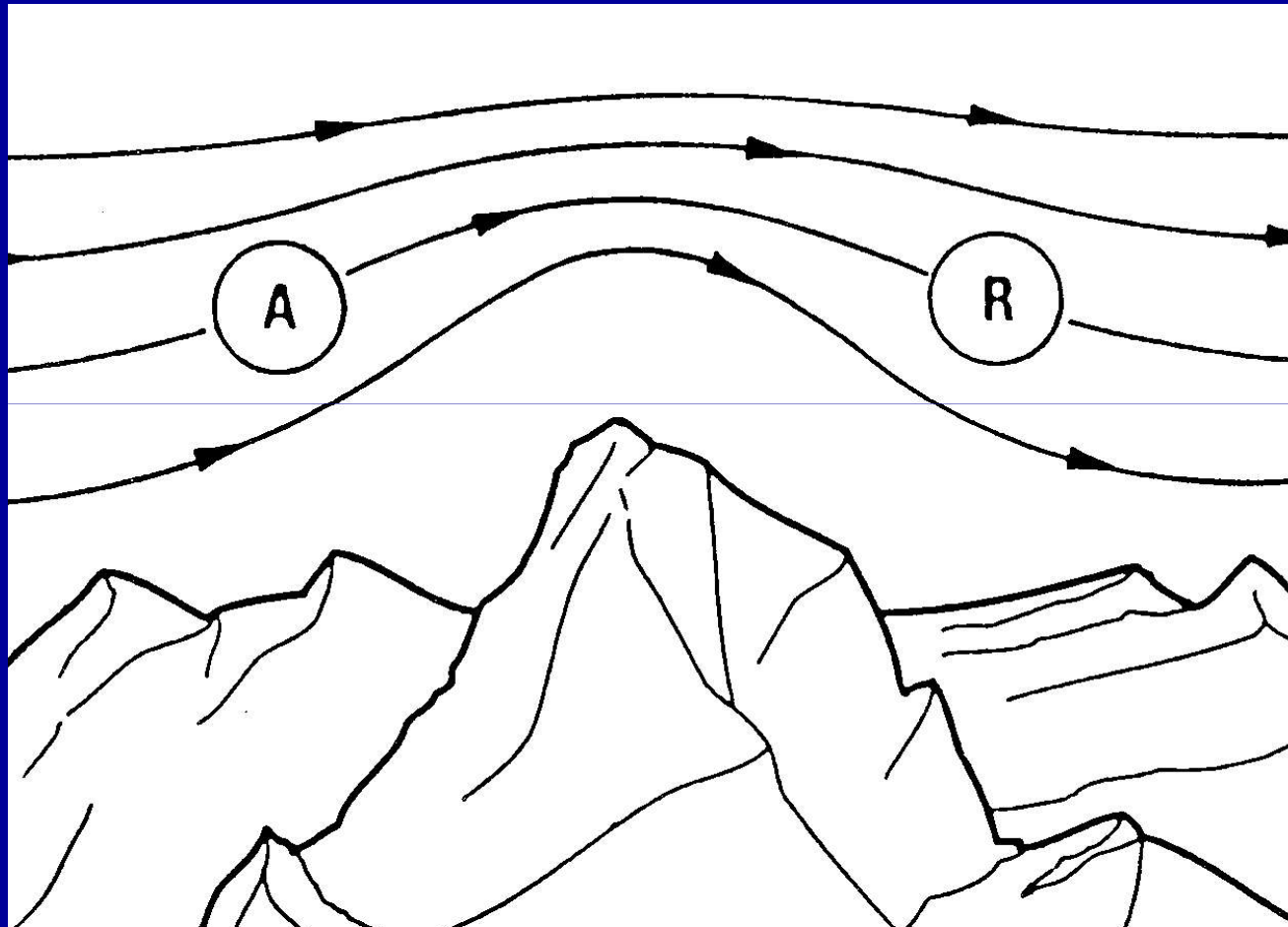
RobinDR44-Vitesse minimum d'évolution (km/h) selon V/V_s à $\Phi=0^\circ$
à diverses inclinaisons Φ° et positions des volets

| Rotation | Finale | | | Evolution à $1,3 V_s$ à Φ° | | | | | |
|----------------------|-----------|-----------|------------|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|--|
| V/V_s | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.31 | 1.34 | 1.40 | 1.55 | 1.83 | |
| Φ° | 0° | 0° | $<5^\circ$ | 10° | 20° | 30° | 45° | 60° | |
| Rentrés | 109 | 119 | 129 | 130 | 133 | 138 | 153 | 181 | |
| 1 ^{er} cran | 102 | 112 | 121 | 122 | 125 | 130 | 144 | 170 | |
| 2 ^e 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

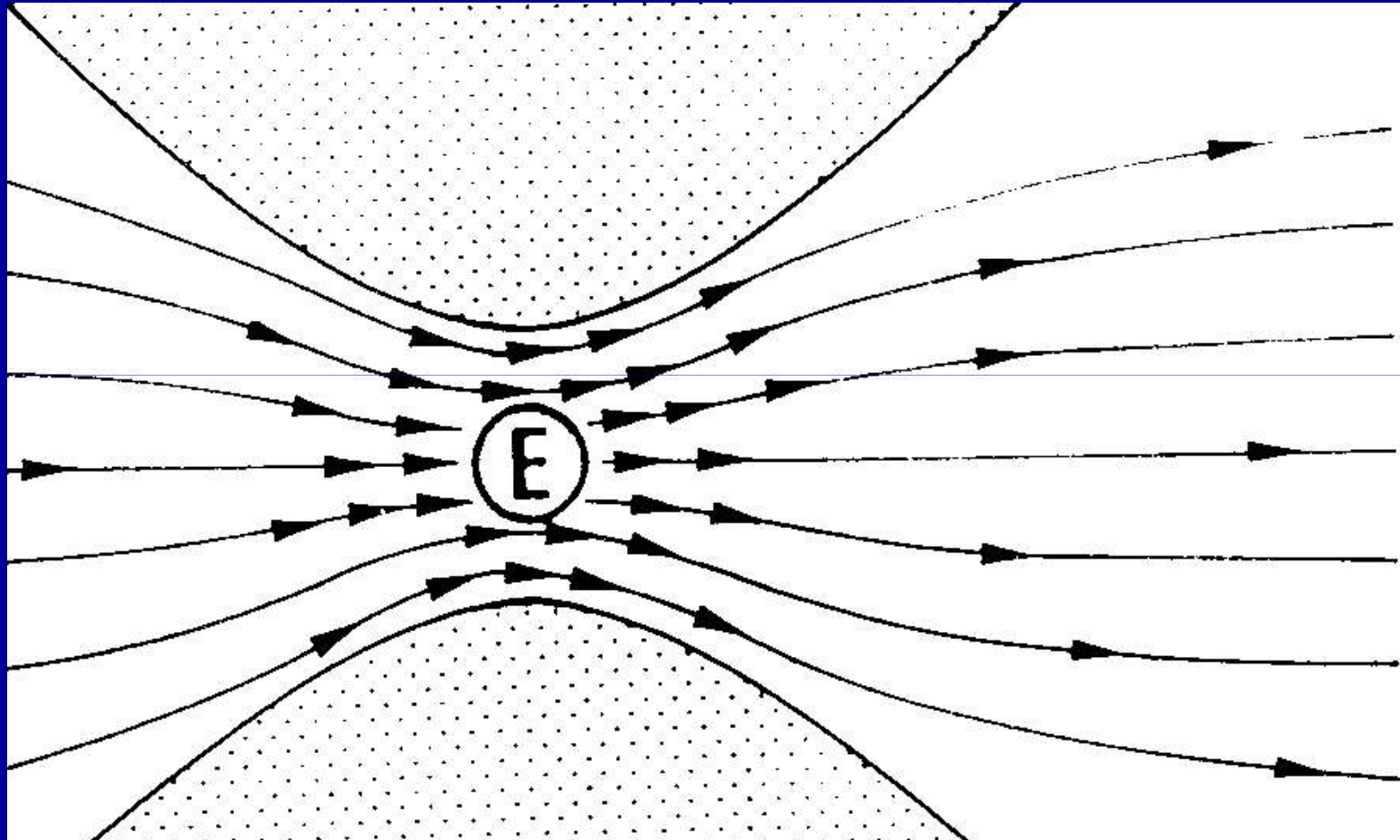
Déviation verticale de l'écoulement : ascendance, descendance



Survol des régions montagneuses

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

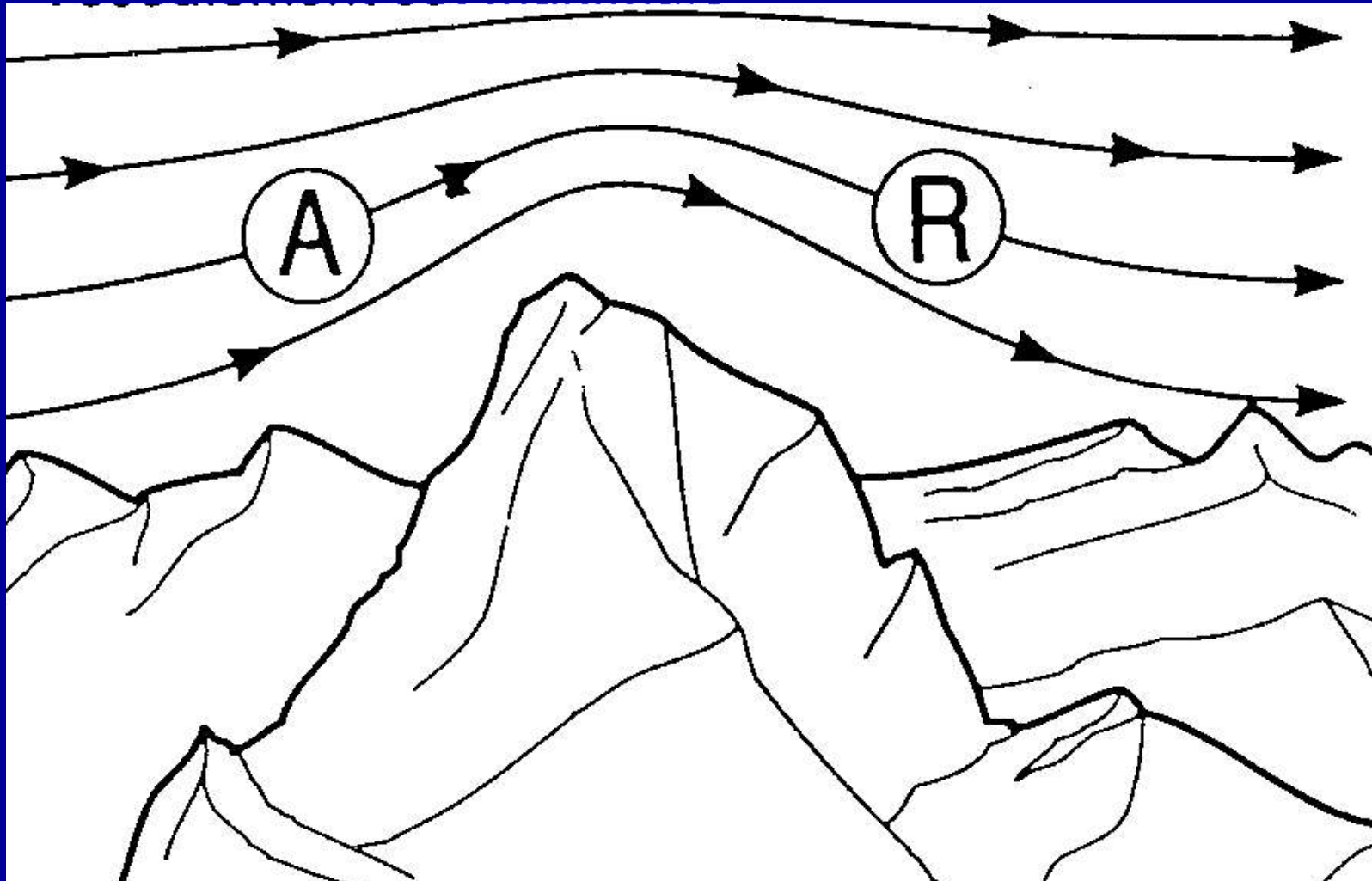
Une ligne de crête constitue toujours un « demi Venturi »



Survol des régions montagneuses

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

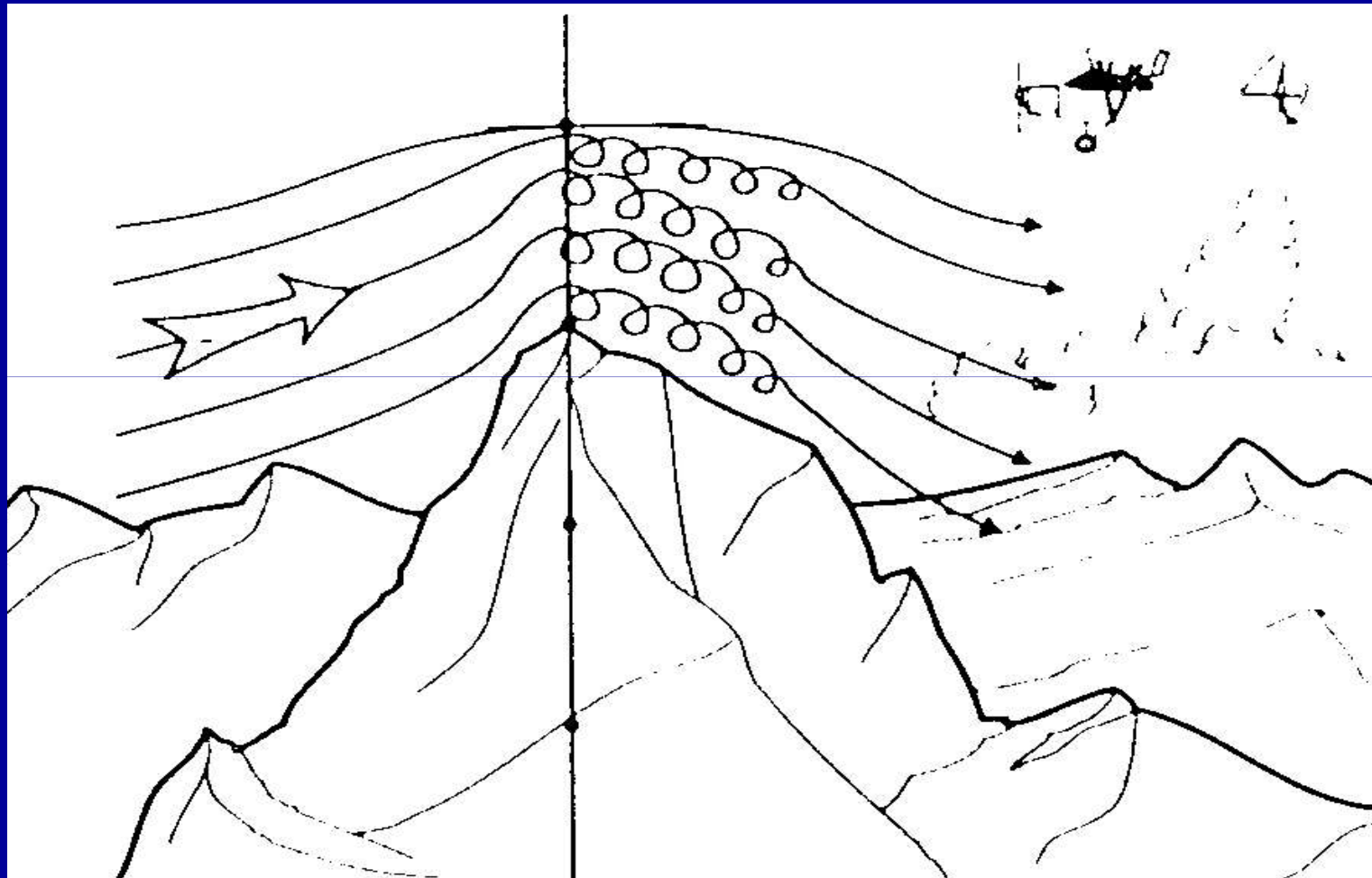
A l'étranglement, la vitesse de l'écoulement est maximum



Survol des régions montagneuses

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

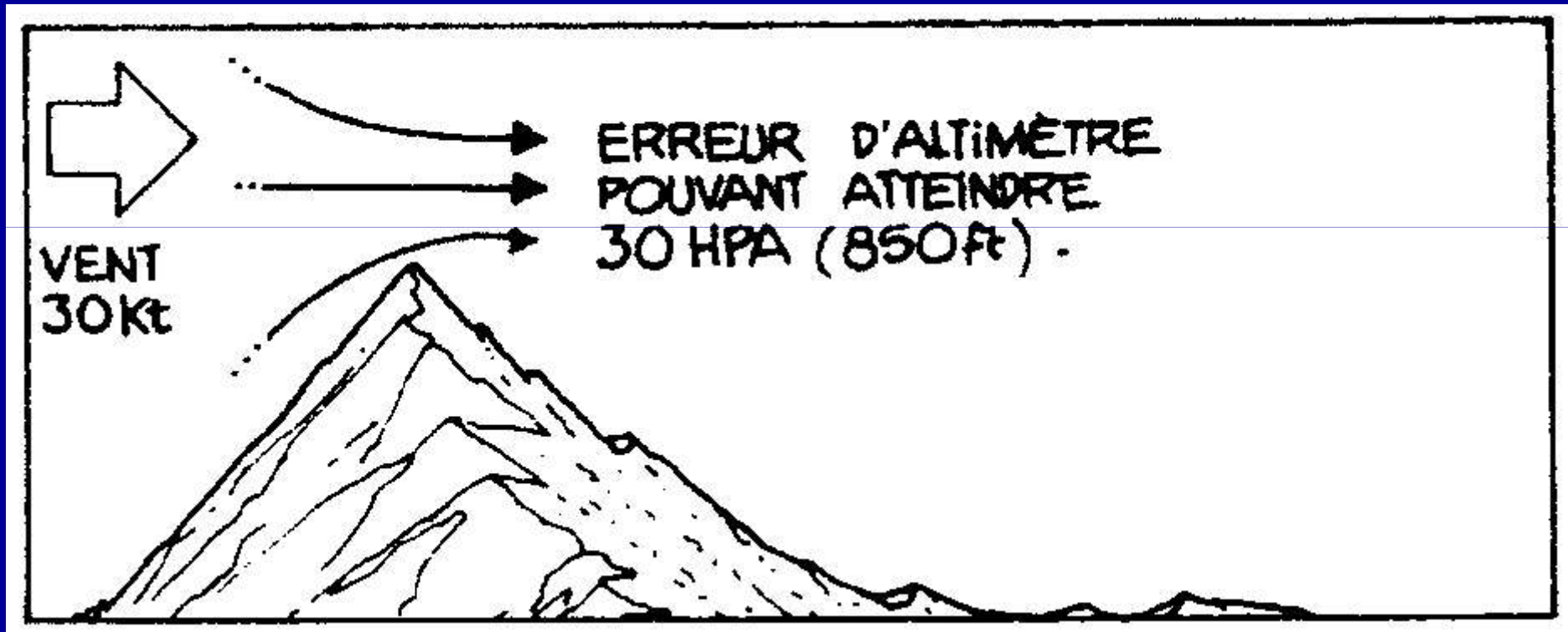
Au delà de la ligne de crête l'écoulement est « désordonné », avec des tourbillons



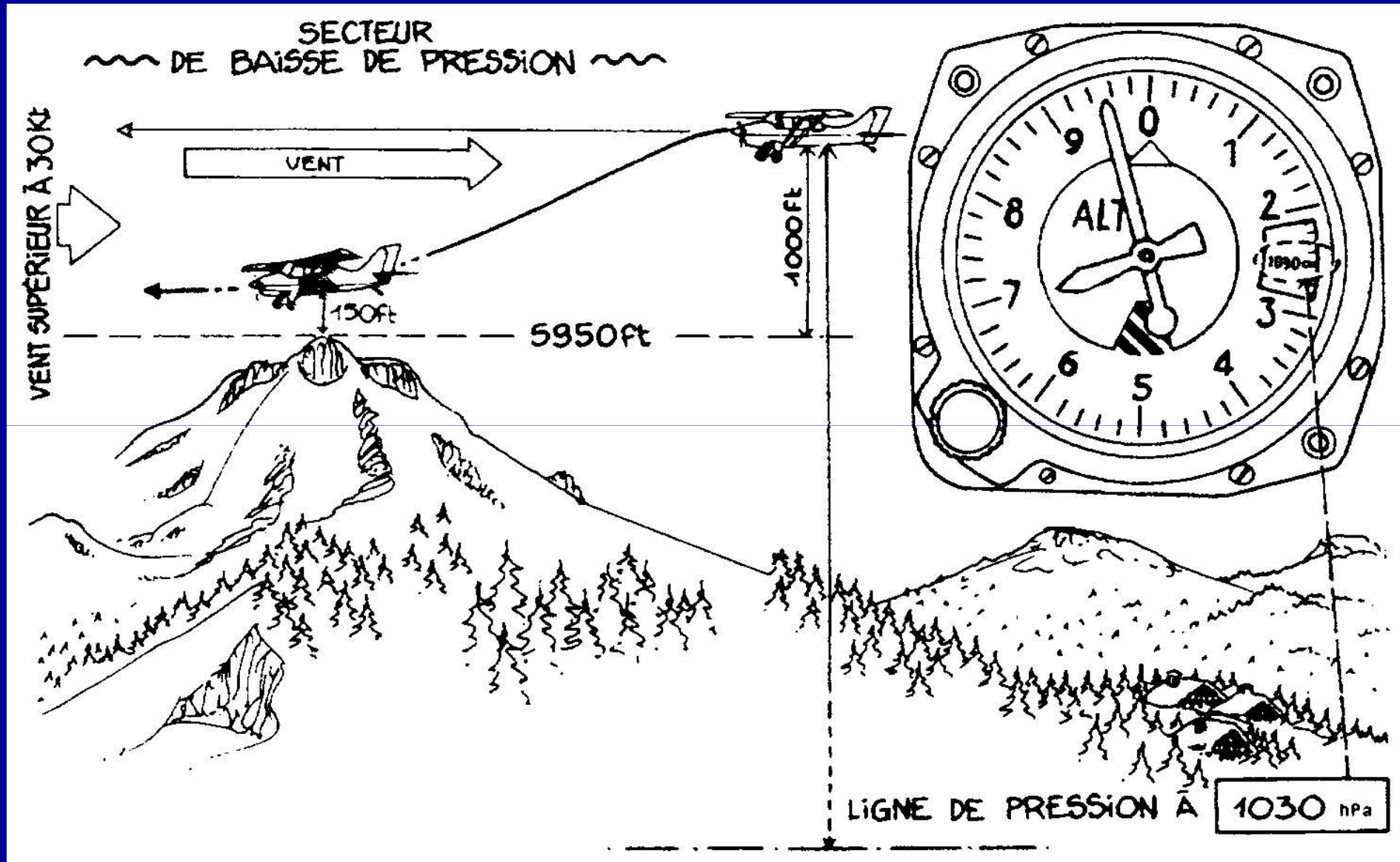
Survol des régions montagneuses

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



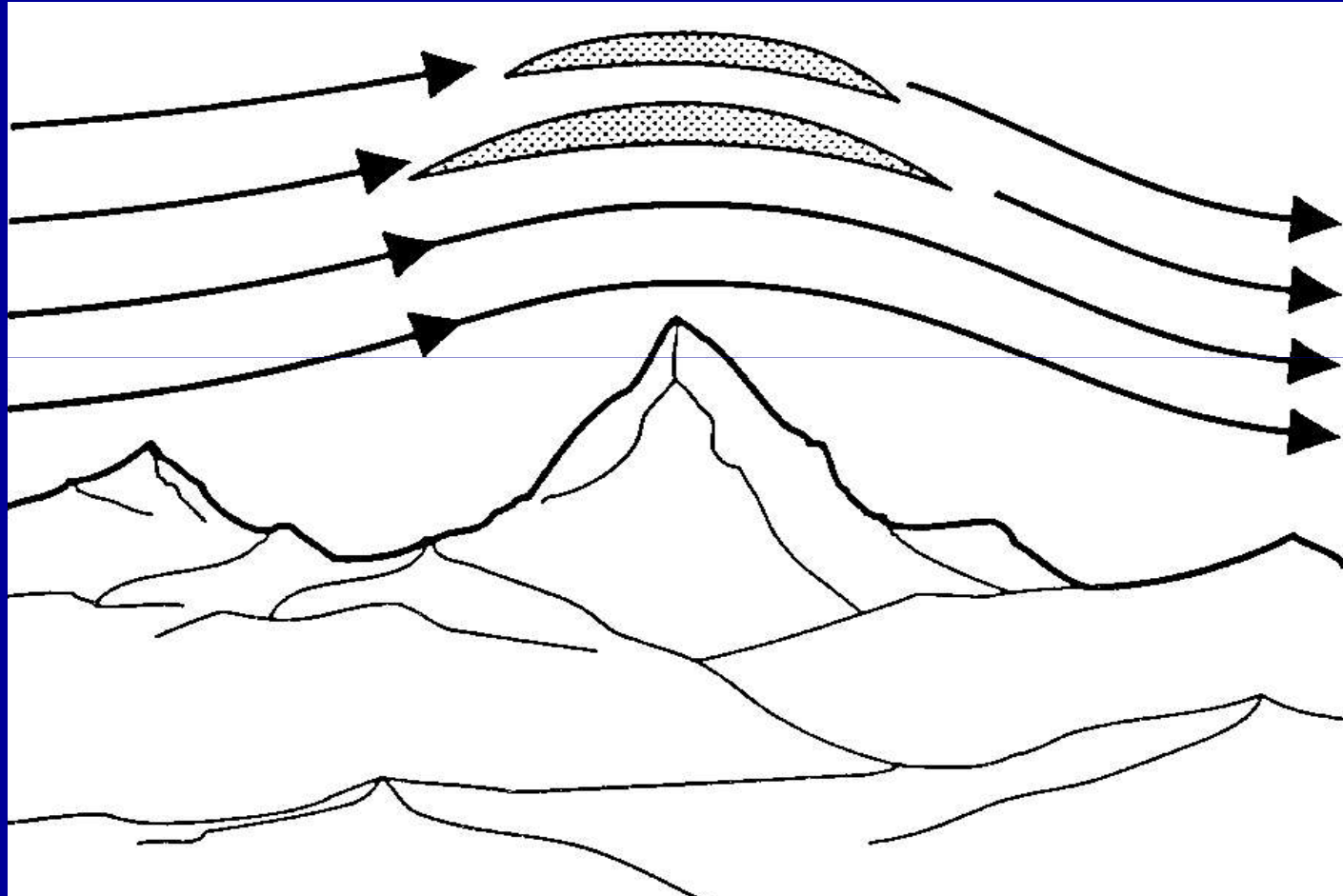
Par effet Venturi : fausse altitude !



Survol des régions montagneuses

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

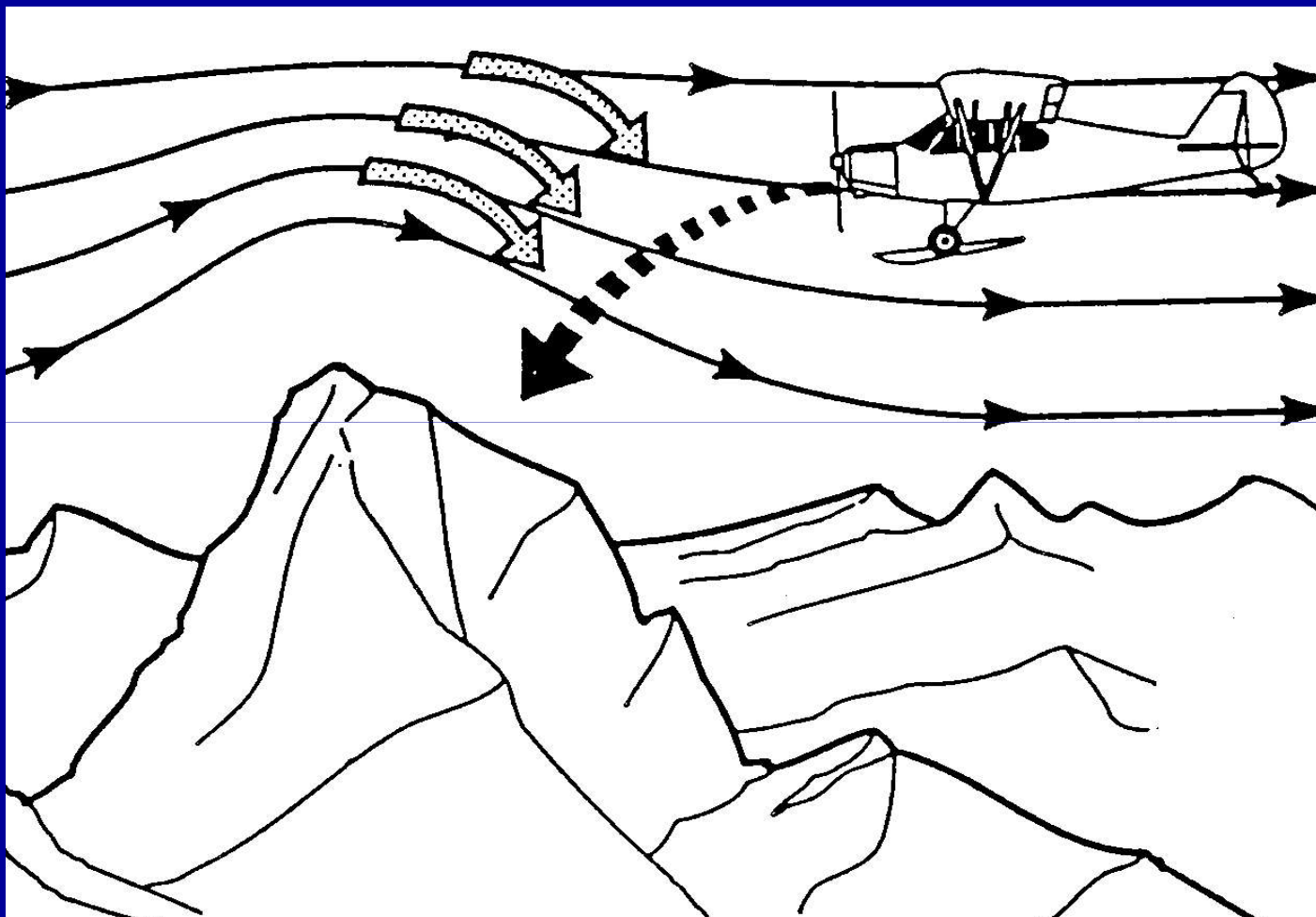
À la verticale la ligne de crête, formation de nuages lenticulaires (condensation par diminution de pression due à l'effet Venturi)



Survol des régions montagneuses

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

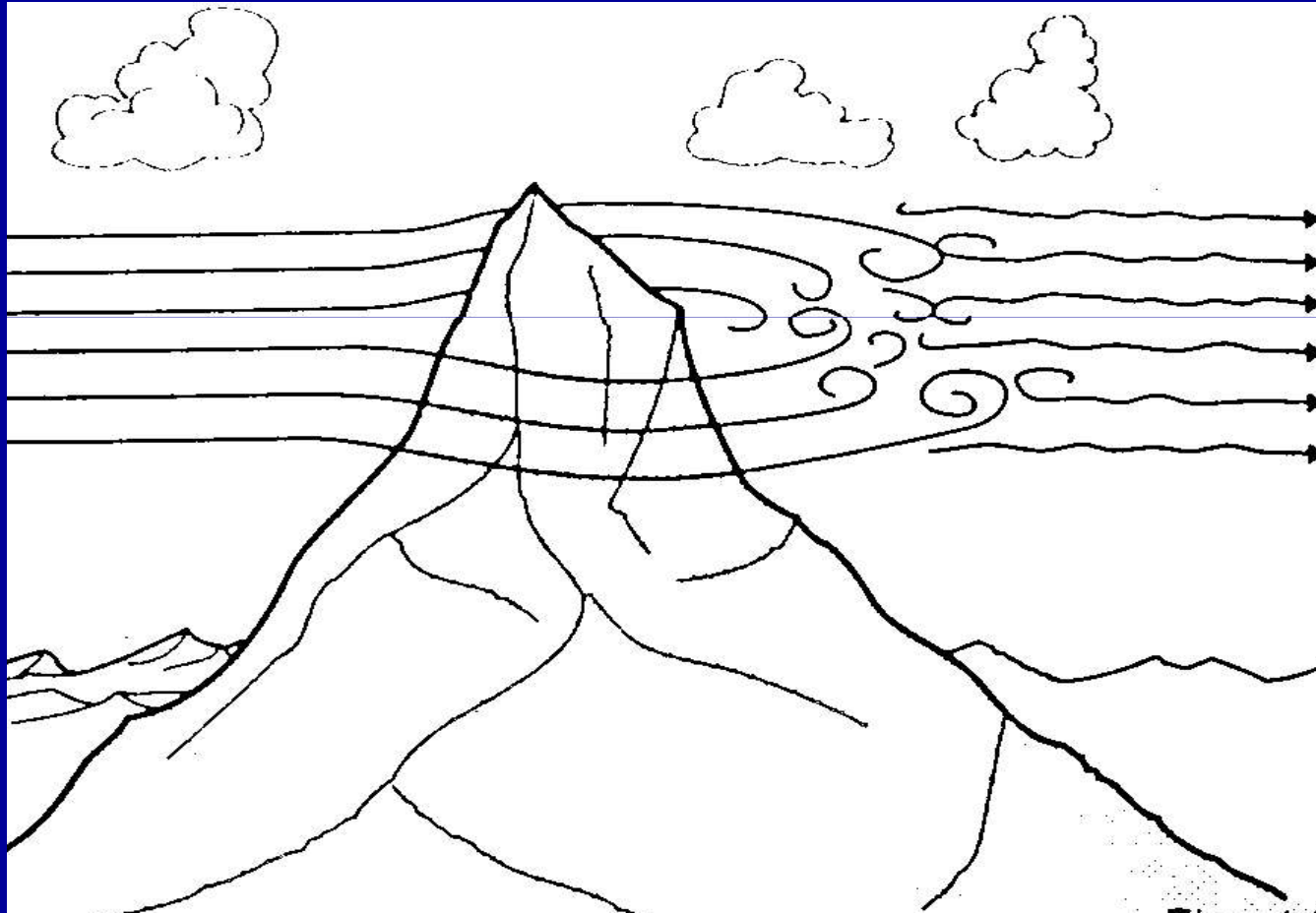
Déviations verticale de la trajectoire vers le bas



Survol des régions montagneuses

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

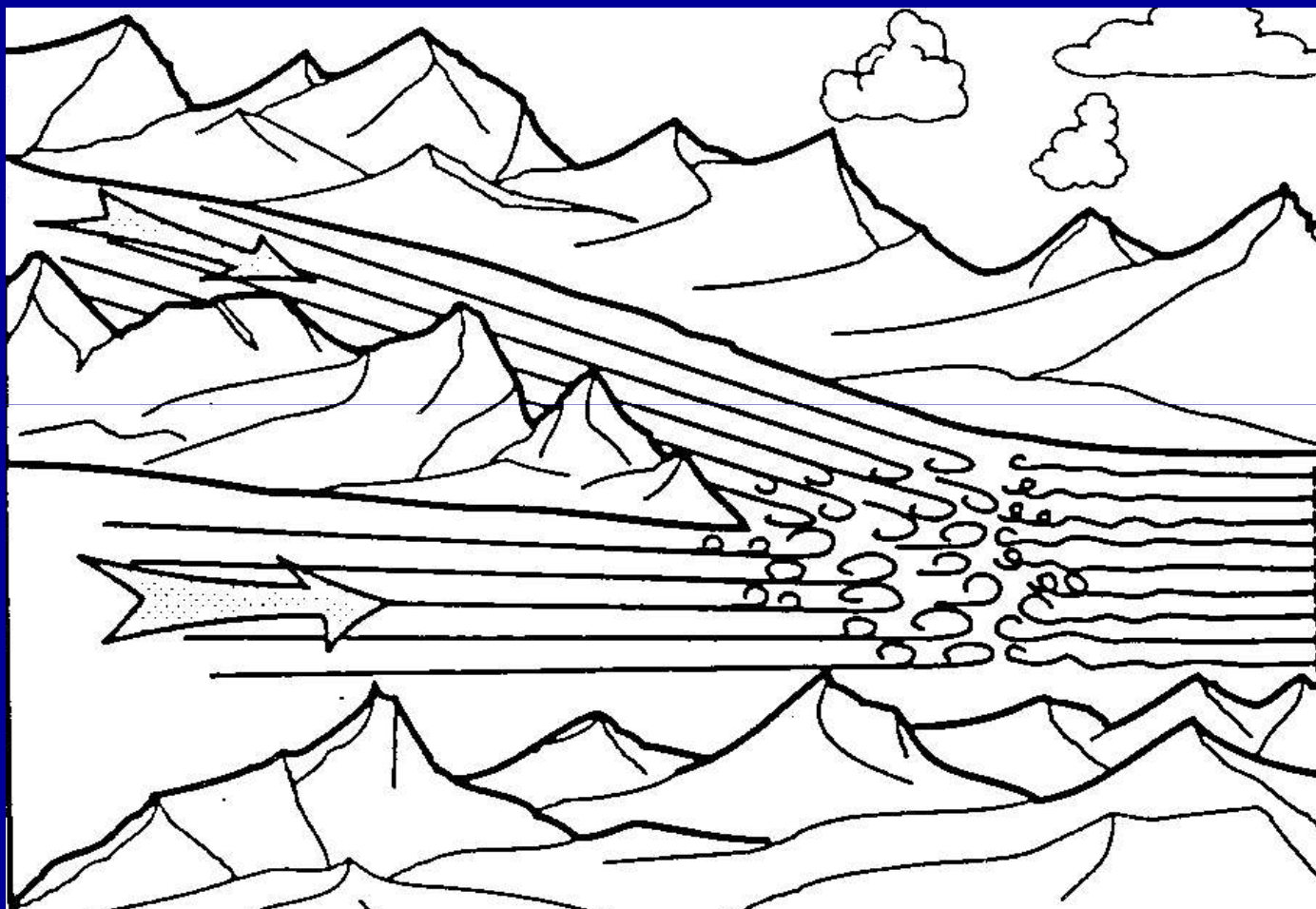
Déviation horizontale de l'écoulement par la présence d'un piton rocheux avec formation de tourbillons



Survol des régions montagneuses

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

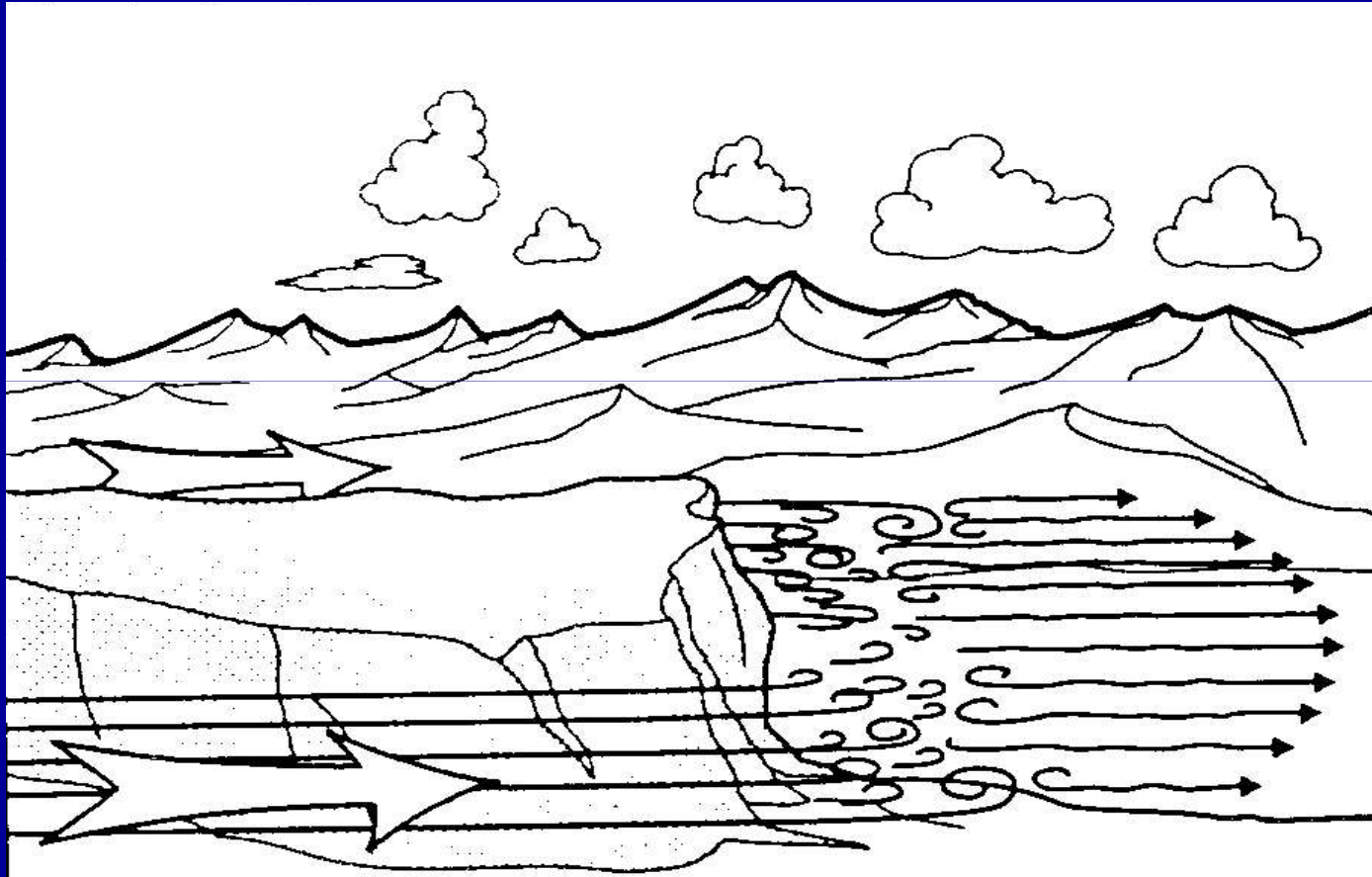
Perturbation de l'écoulement à la jonction de deux vallées



Survol des régions montagneuses

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

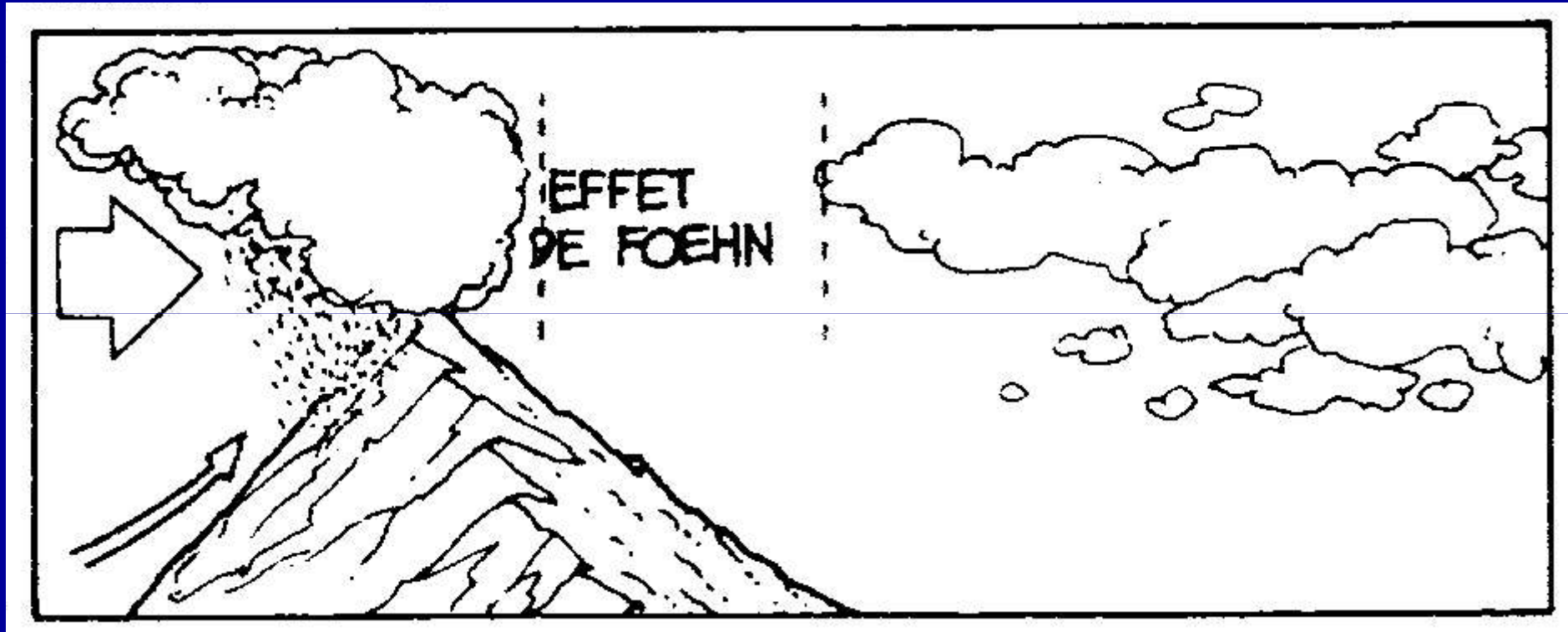
Perturbation de l'écoulement à la jonction de deux vallées, avec effet de « masque »



Survol des régions montagneuses

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

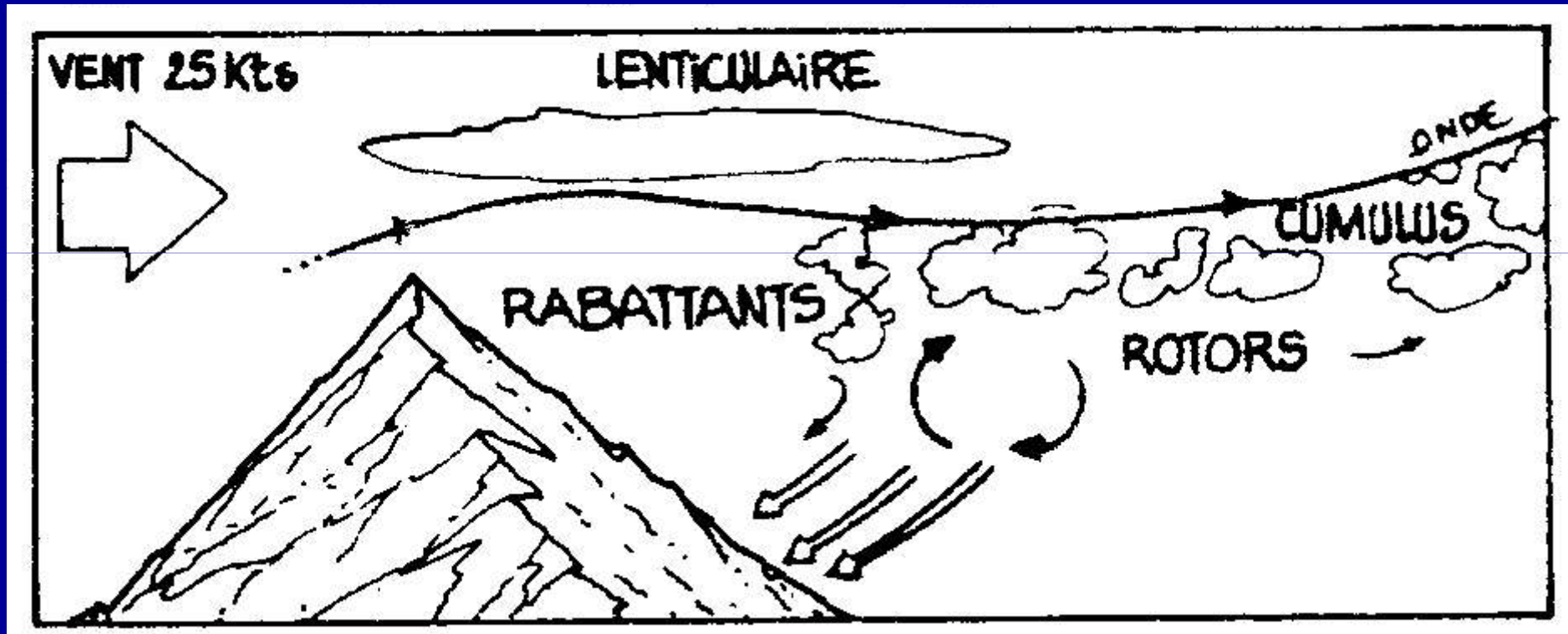
Masse d'air humide déplacée vers le haut et se condensant



Survol des régions montagneuses

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

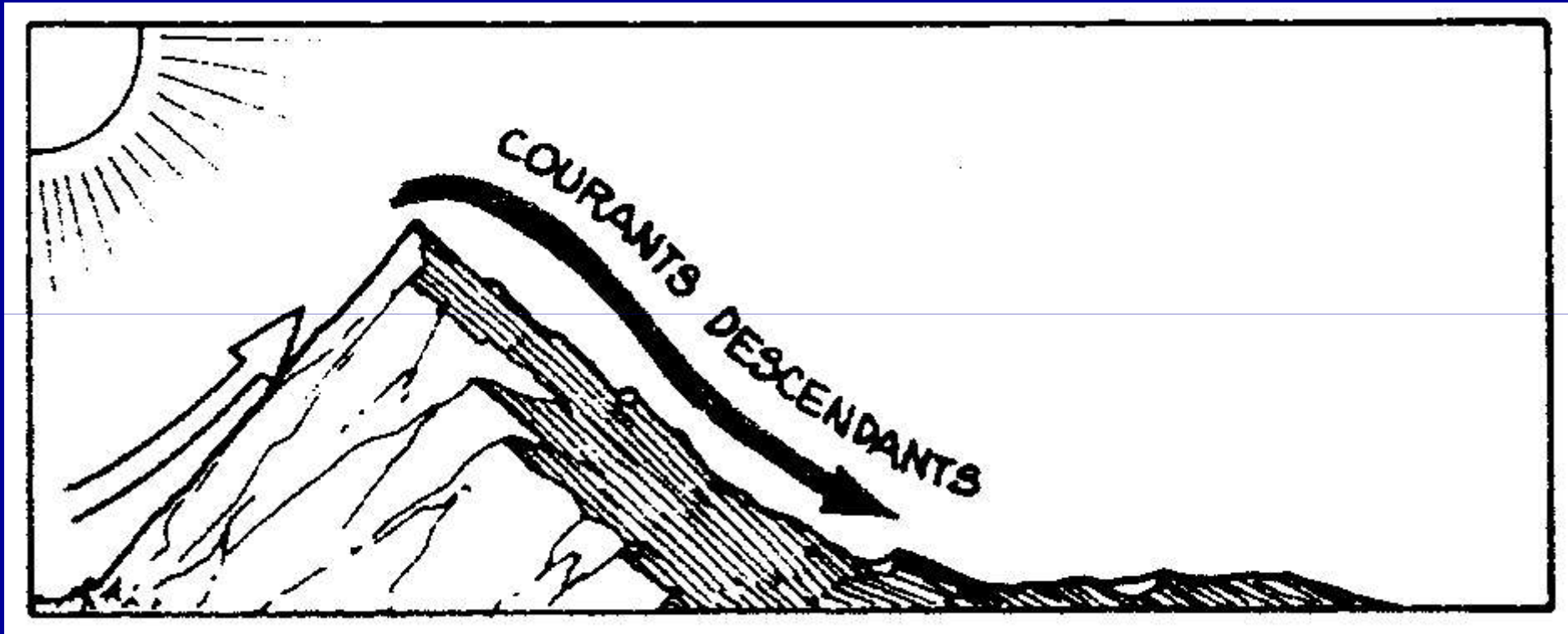
Vent perpendiculaire à la ligne de crêtes



Survol des régions montagneuses

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

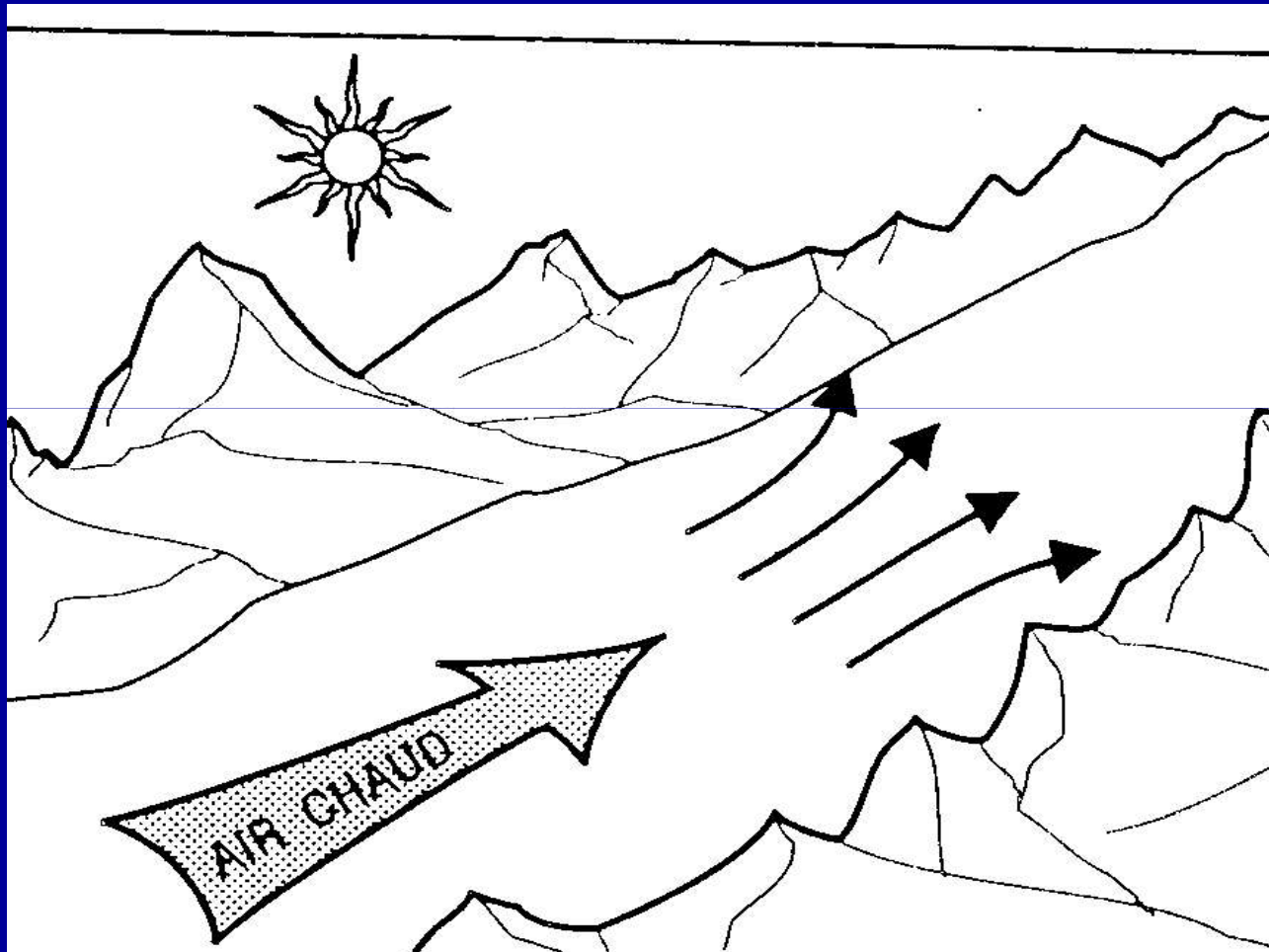
Présence de courants ascendants au versant ensoleillé et descendants au versant « à l'ombre »



Survol des régions montagneuses

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

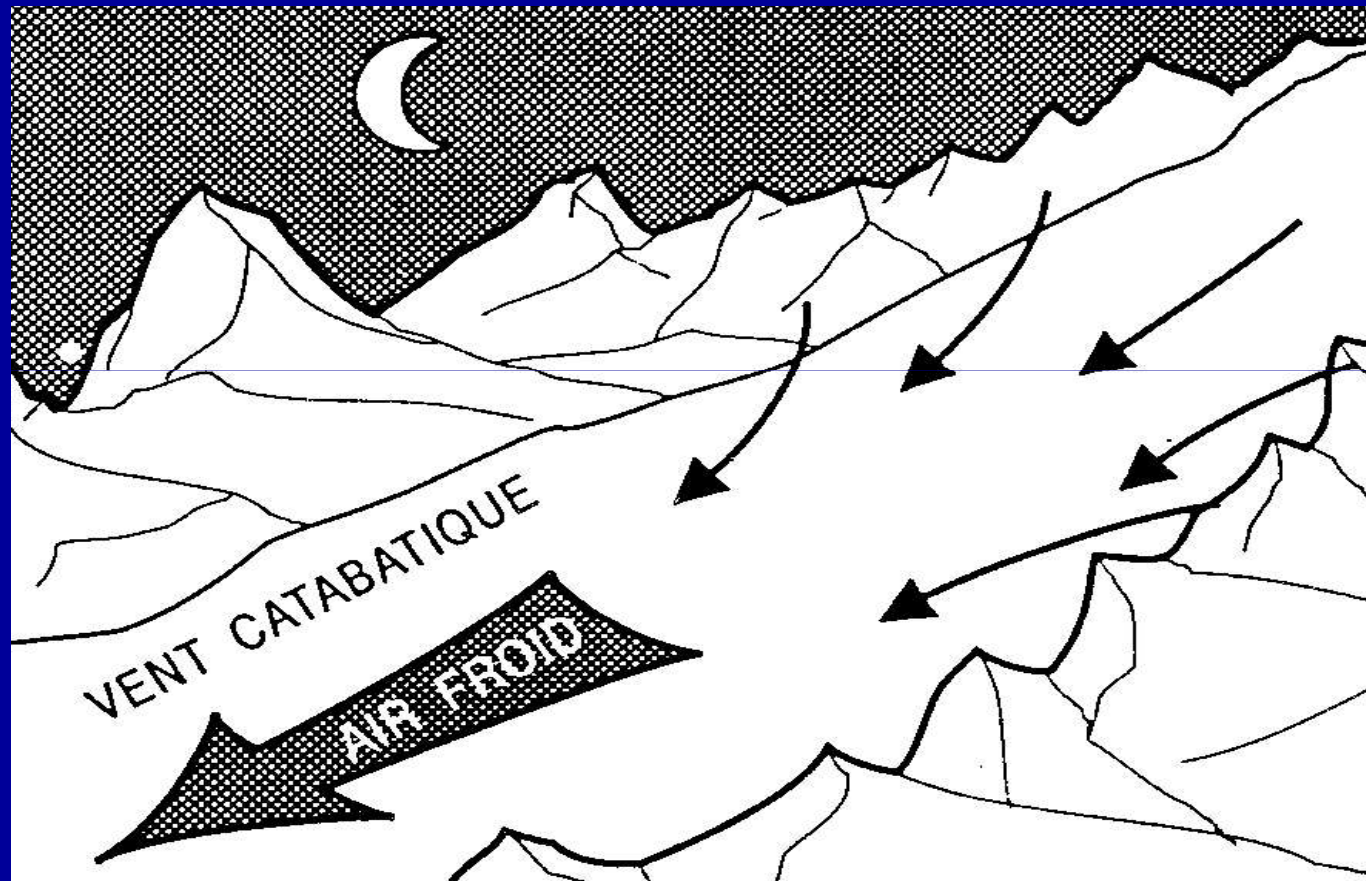
Brise de vallée : montante en milieu de matinée et jusqu'en milieu d'après-midi



Survol des régions montagneuses

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

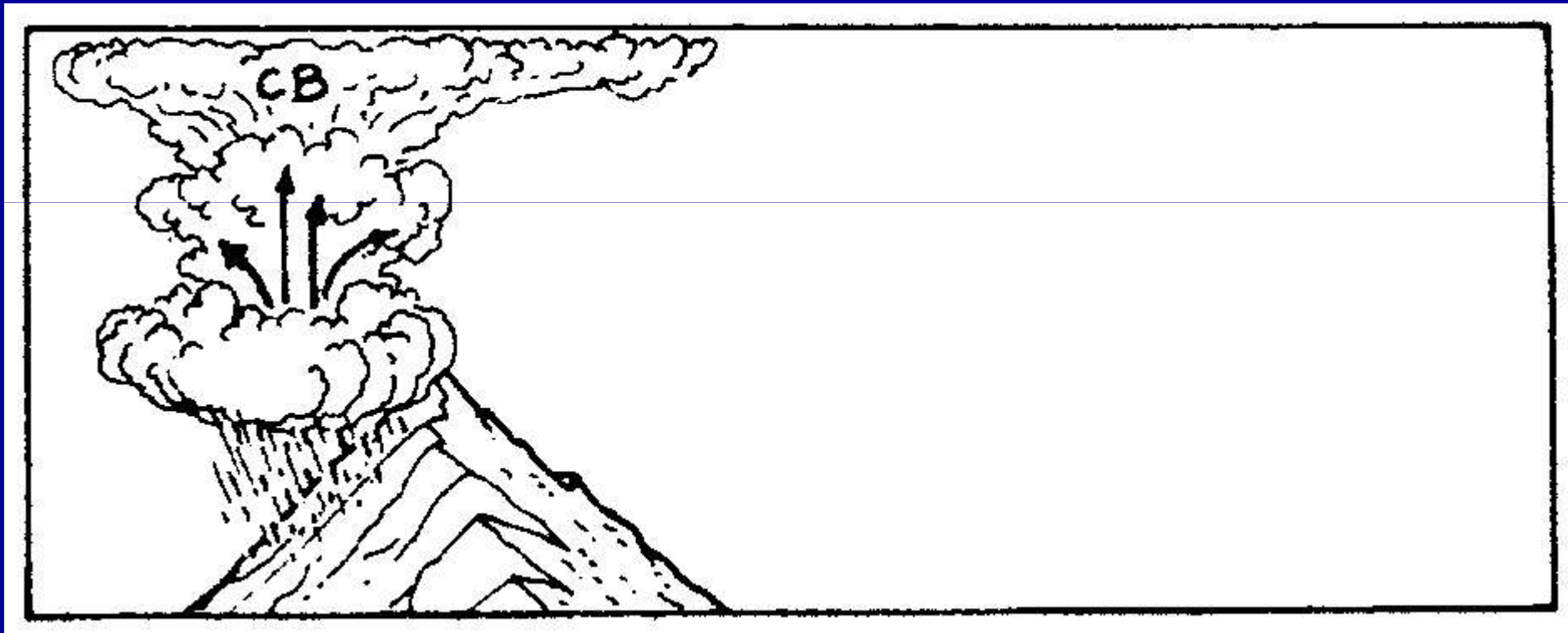
Brise de vallée : descendante en fin de journée et la nuit



Survol des régions montagneuses

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

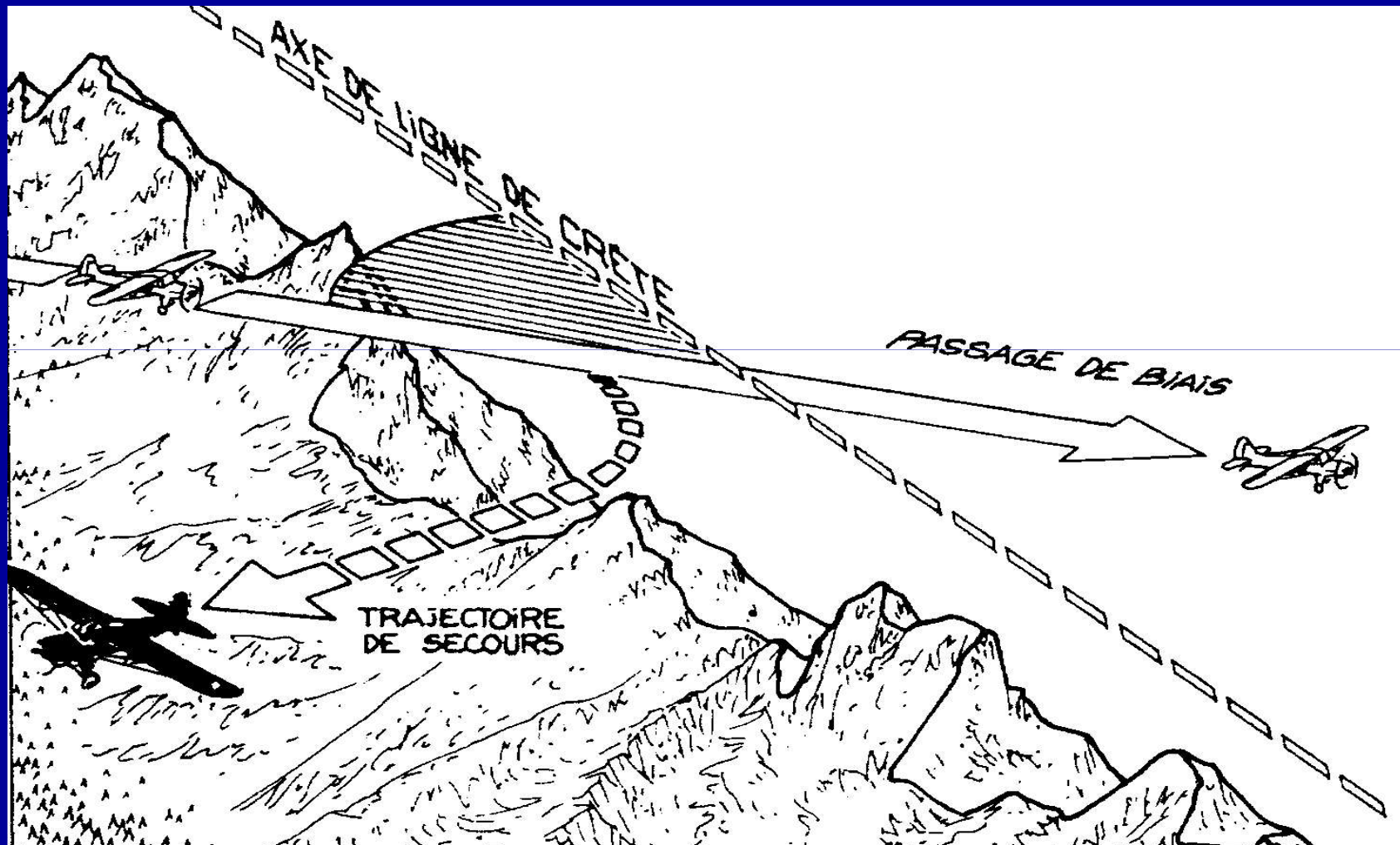
Formation de Cumulonimbus par déplacement brutal vers le haut d'une masse d'air convective instable



Survol des régions montagneuses

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

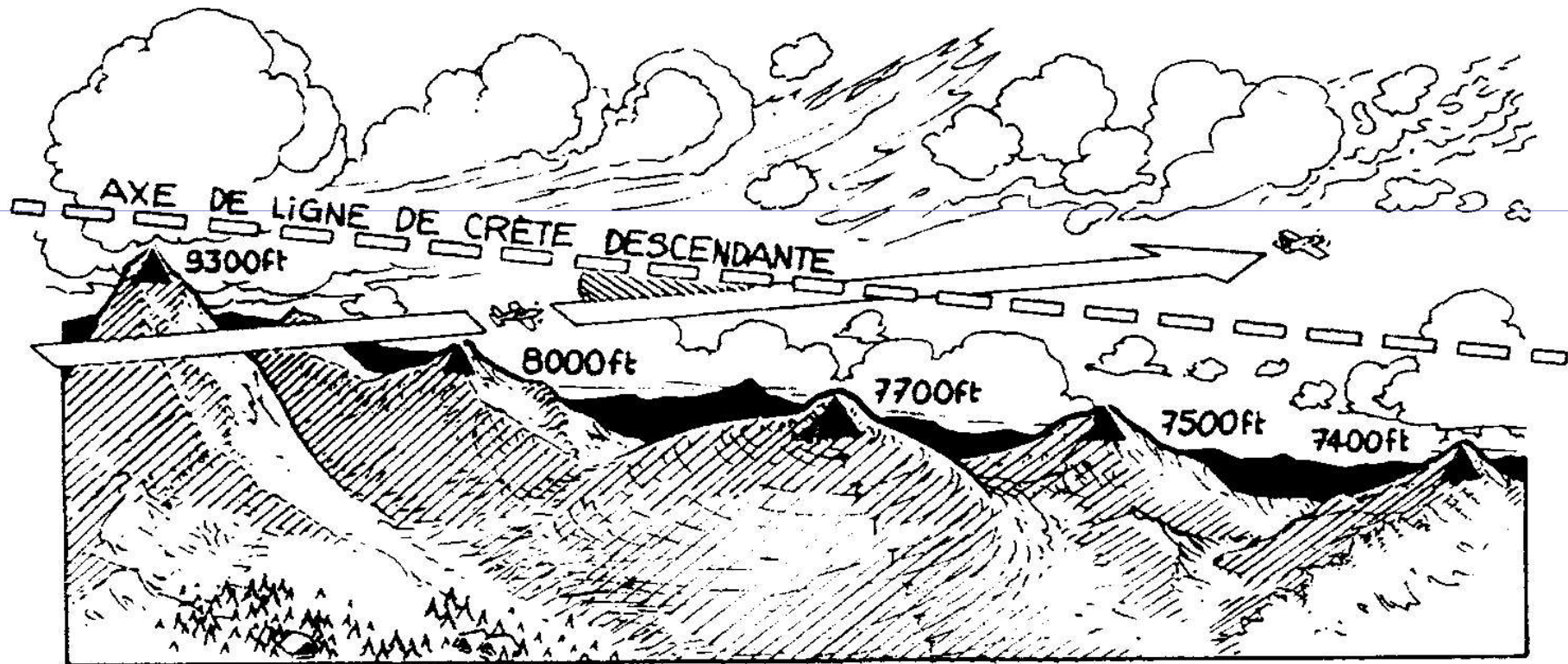
Passage d'une ligne de crête : toujours de biais, jamais de front !



Survol des régions montagneuses

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

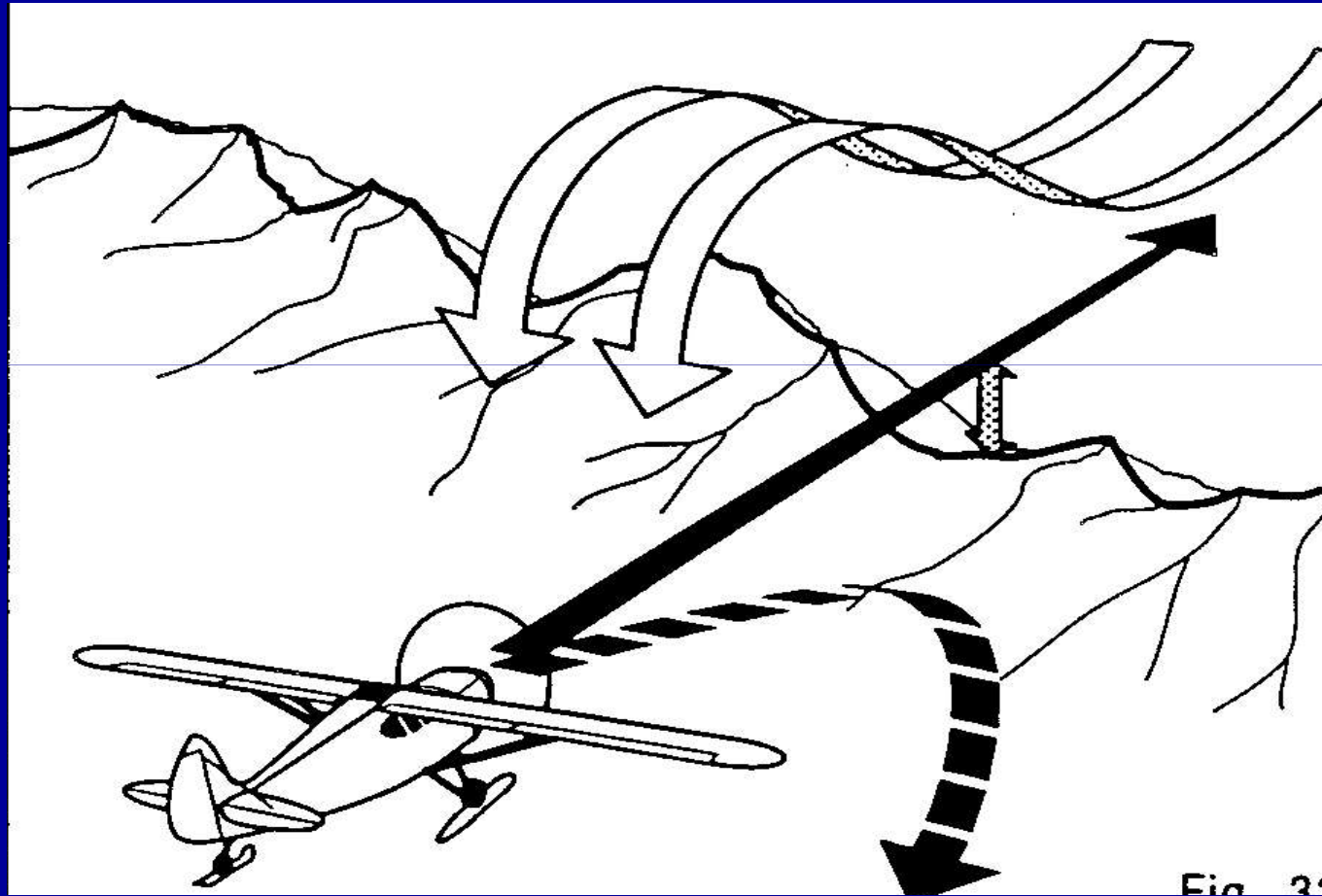
Passage d'une ligne de crête descendante :
toujours de biais et dans le sens de la
descente de la ligne de crête !



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 !

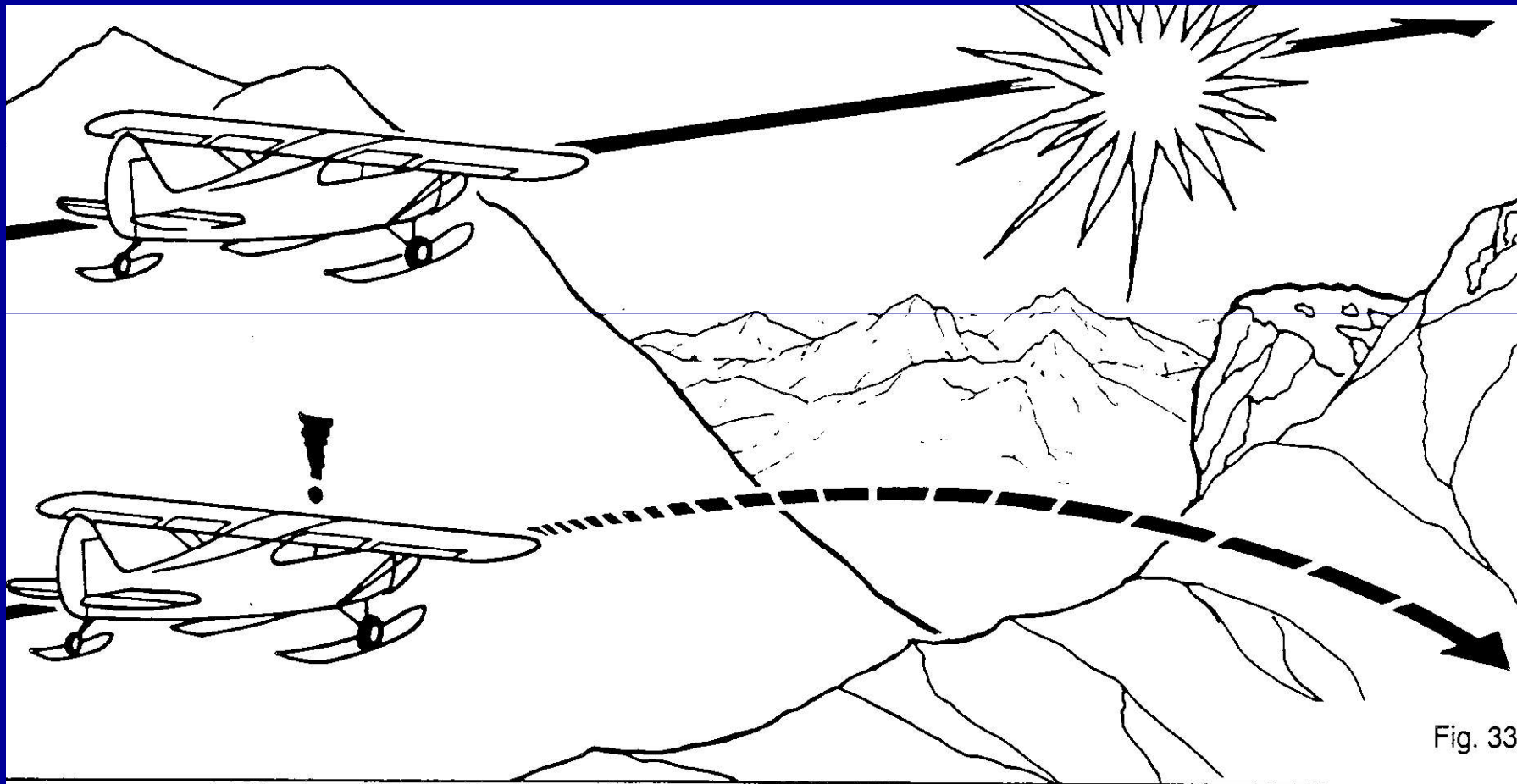
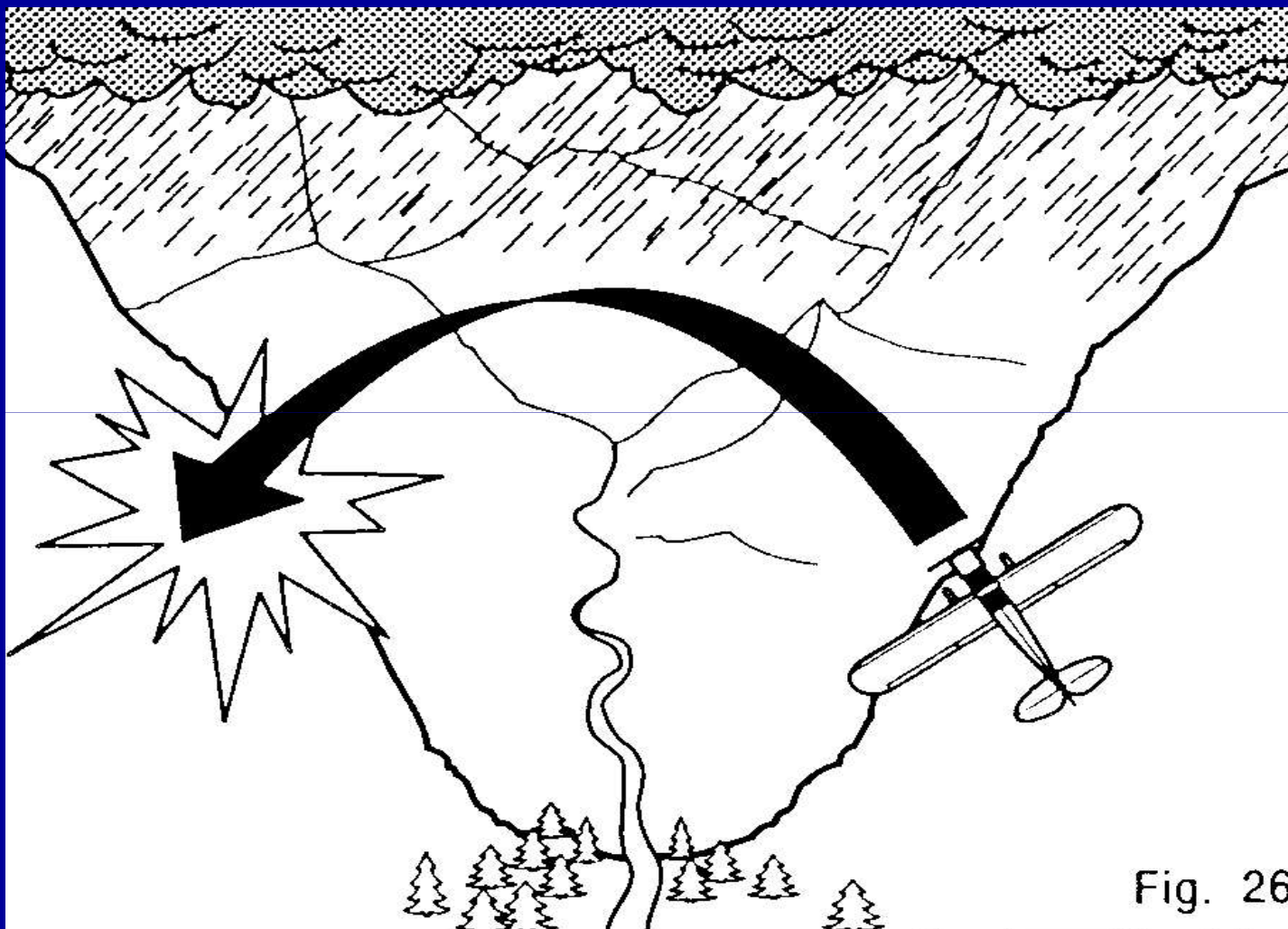


Fig. 33

Survol des régions montagneuses

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

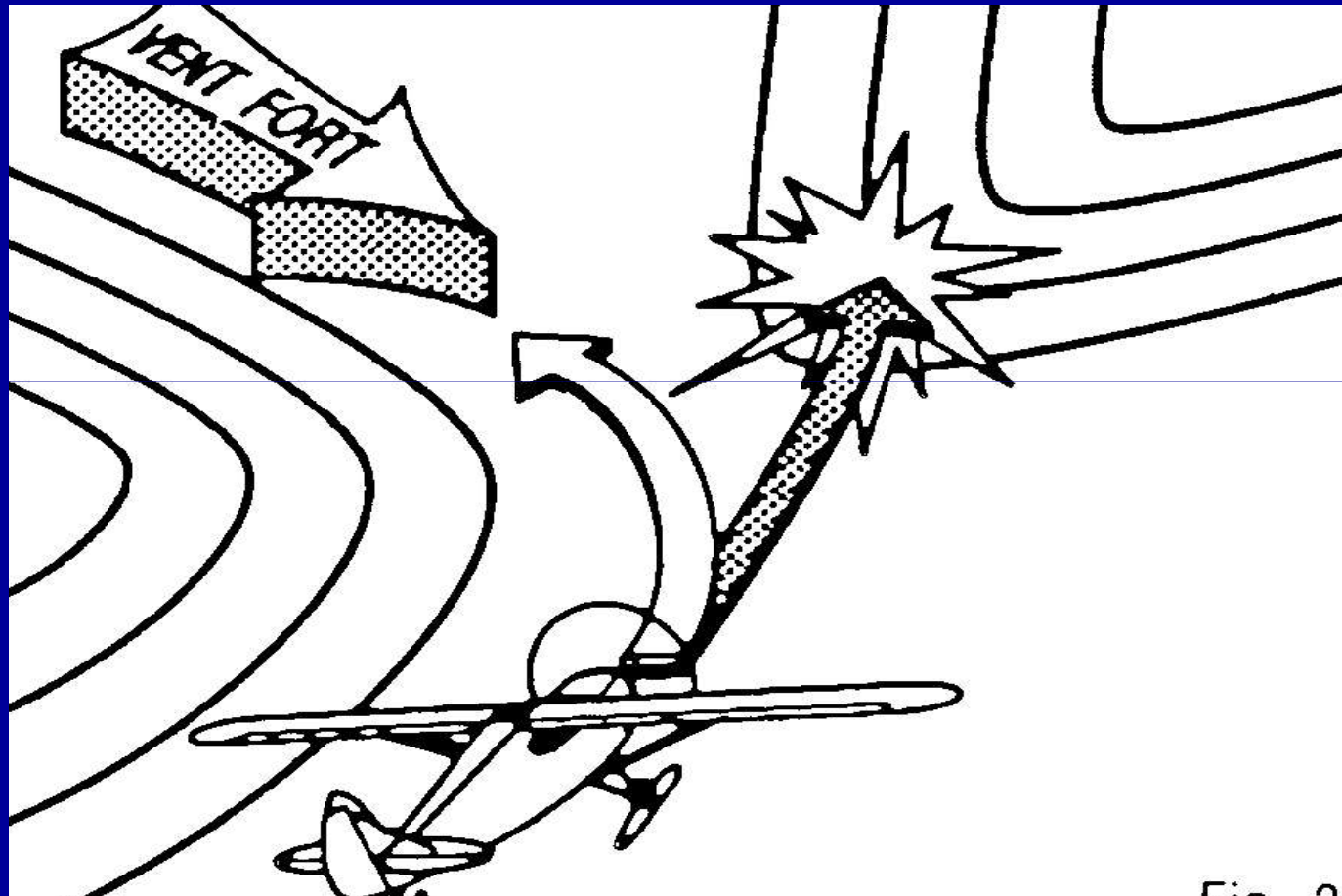
Virage dans le relief



Survol des régions montagneuses

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

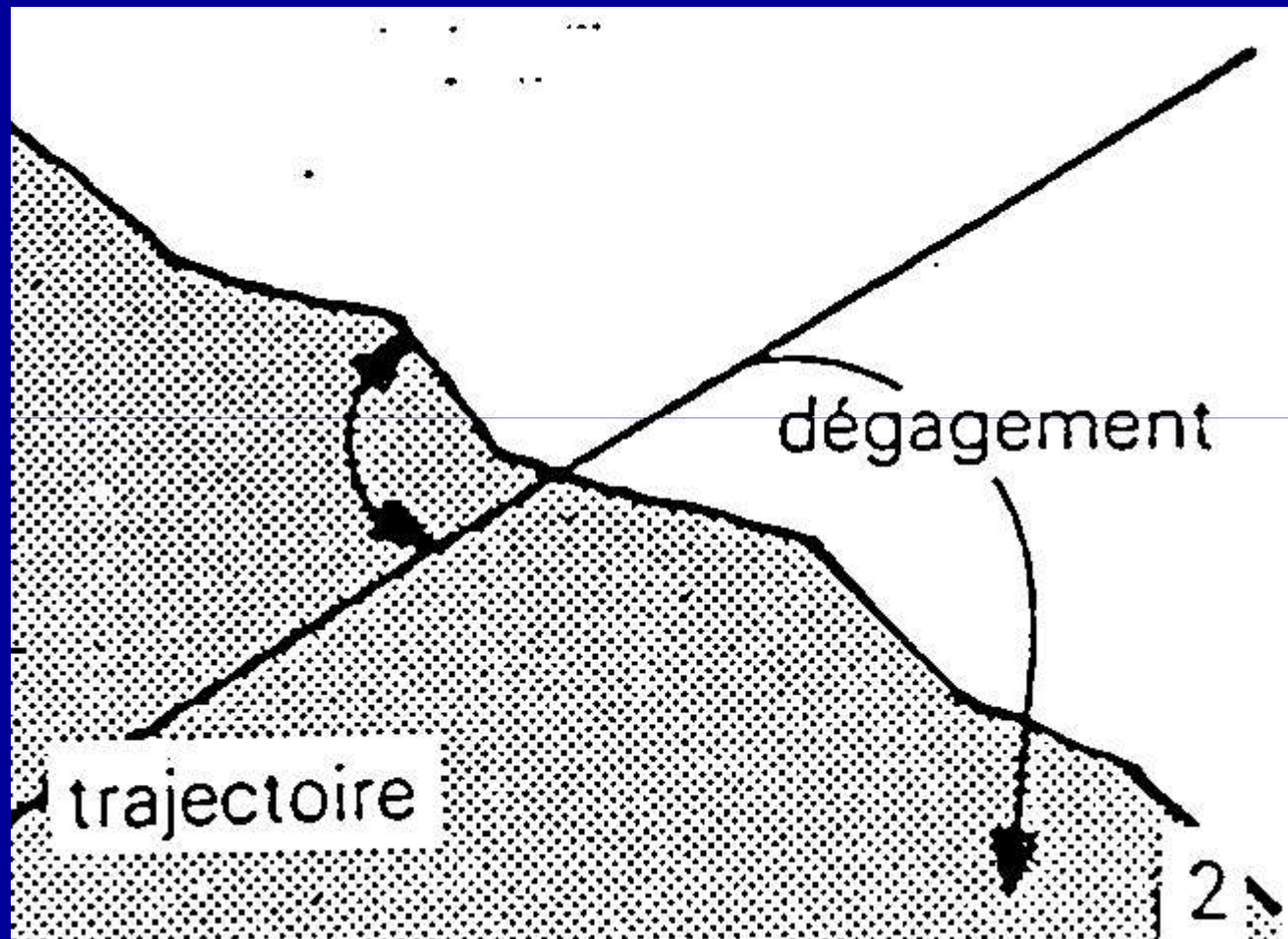
Virer vers le vent augmente
le rayon de virage « sol » !



Survol des régions montagneuses

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

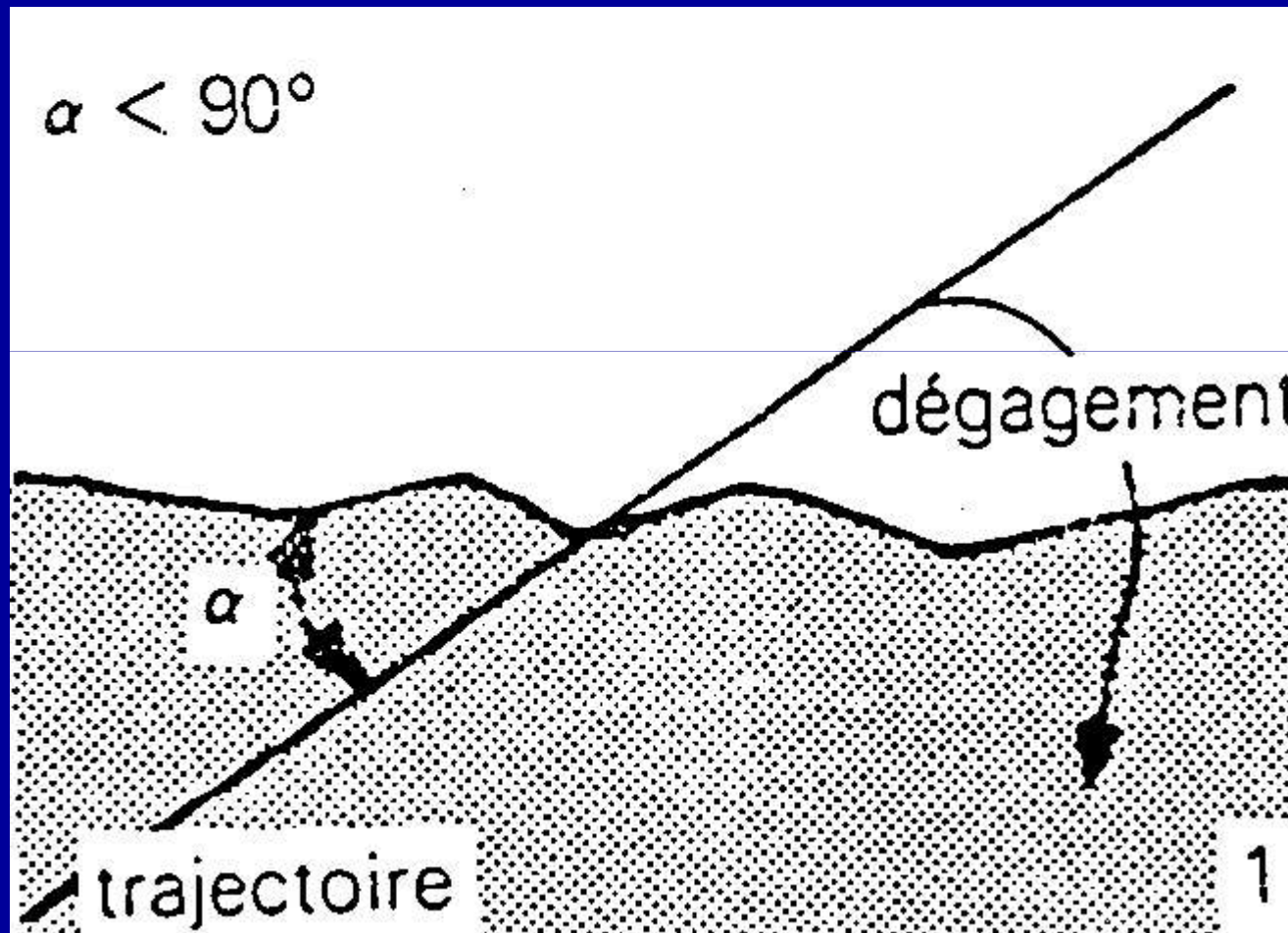
Ne pas attendre pour faire demi-tour !



Survol des régions montagneuses

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

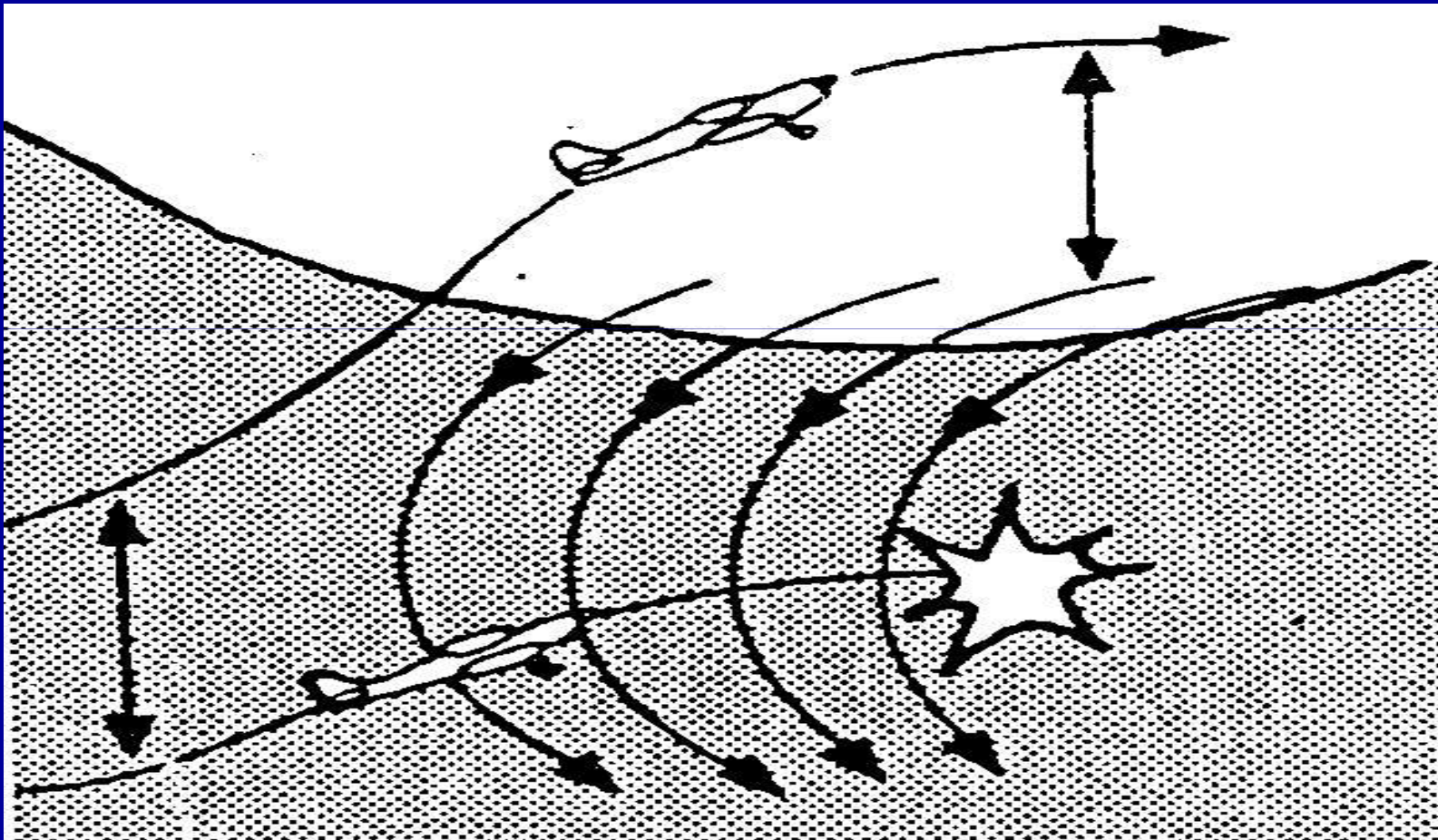
Aborder la ligne de crête obliquement pour si
ça ne passe pas pouvoir se dégager par un
virage en descente vers la vallée !



Survol des régions montagneuses

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

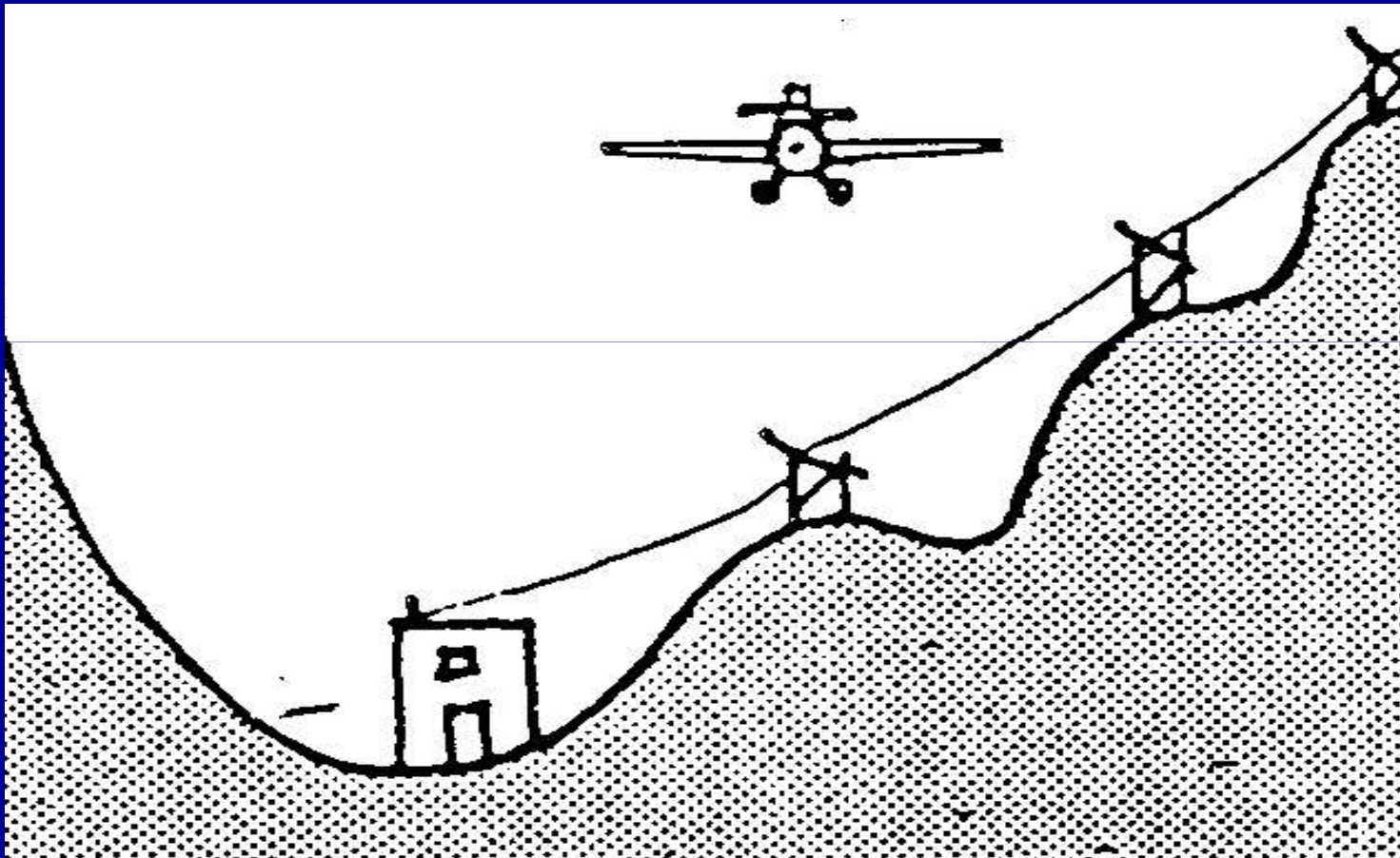
Avant de passer un col, il est indispensable de savoir si l'on est « au vent » ou « sous le vent » !



Survol des régions montagneuses

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

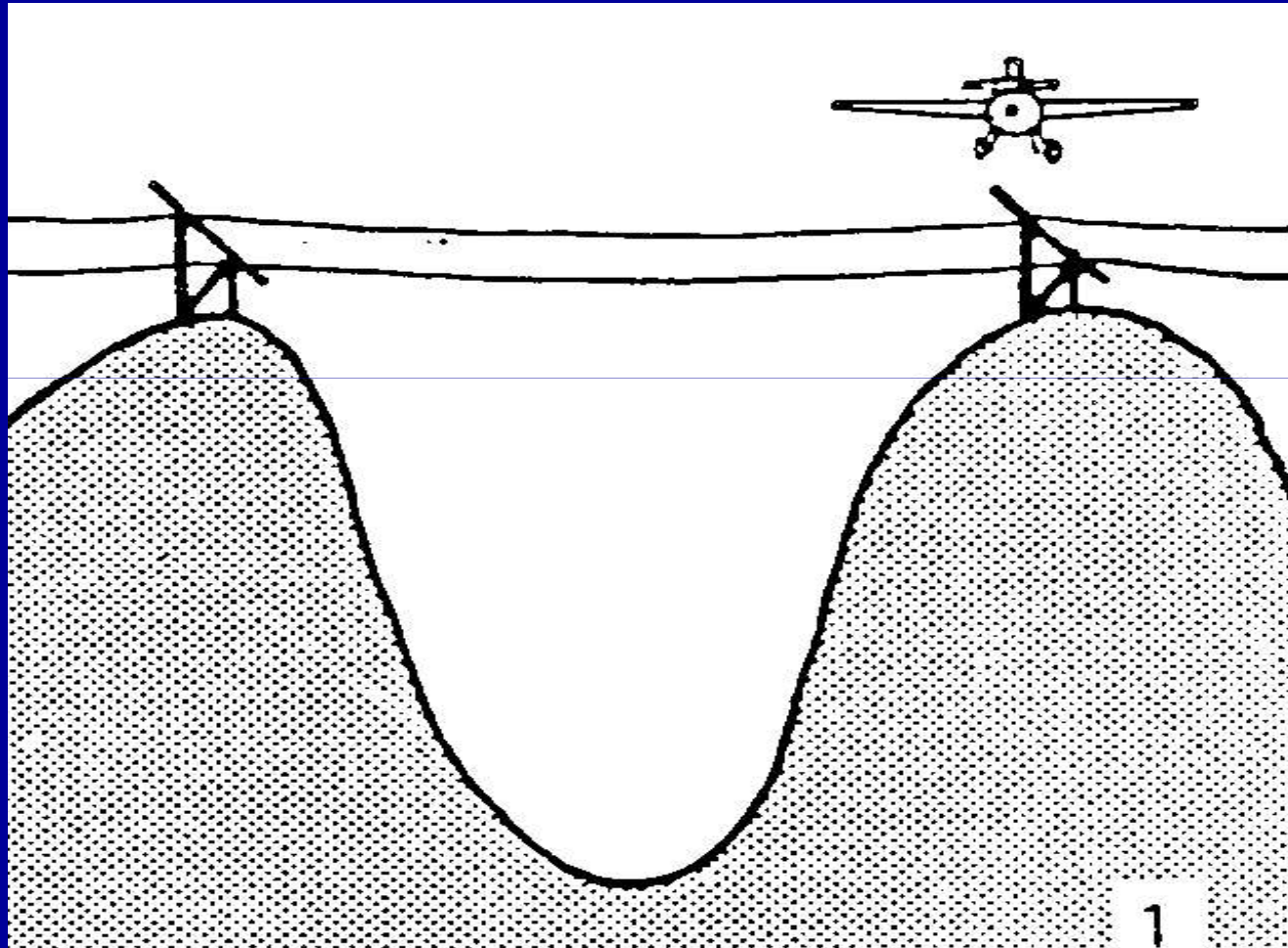
Attention à la présence de câbles : repérer les pylônes, ne pas tenter de passer dans les décrochements de la pente !



Survol des régions montagneuses

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

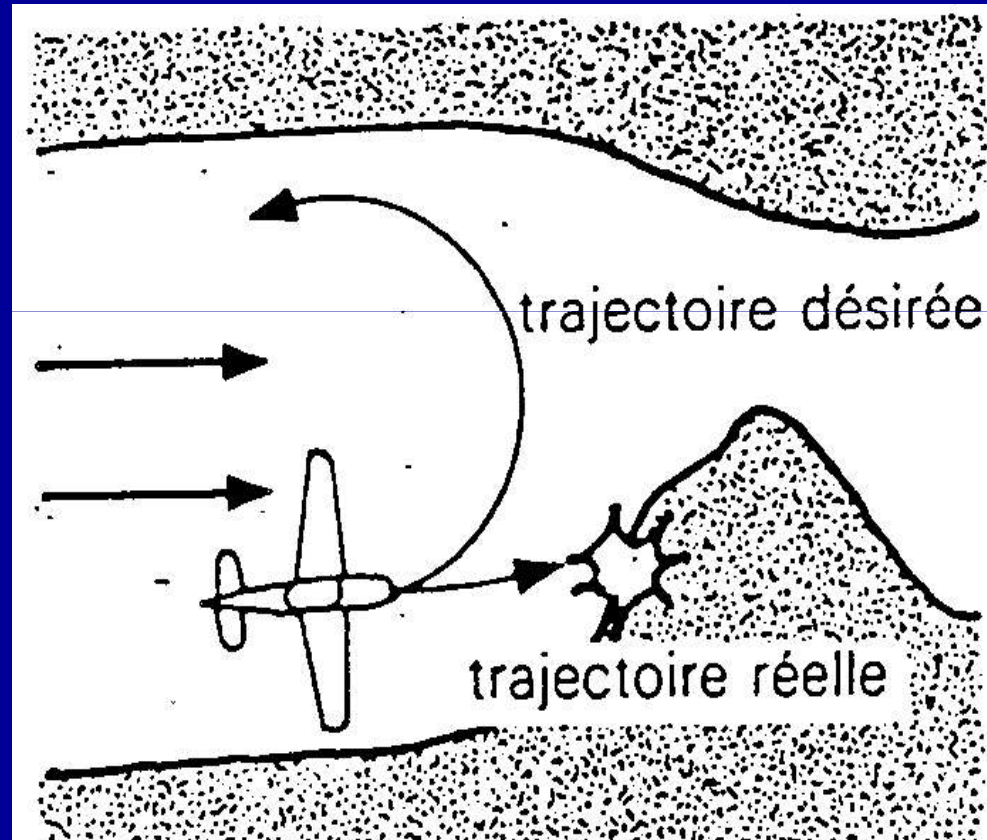
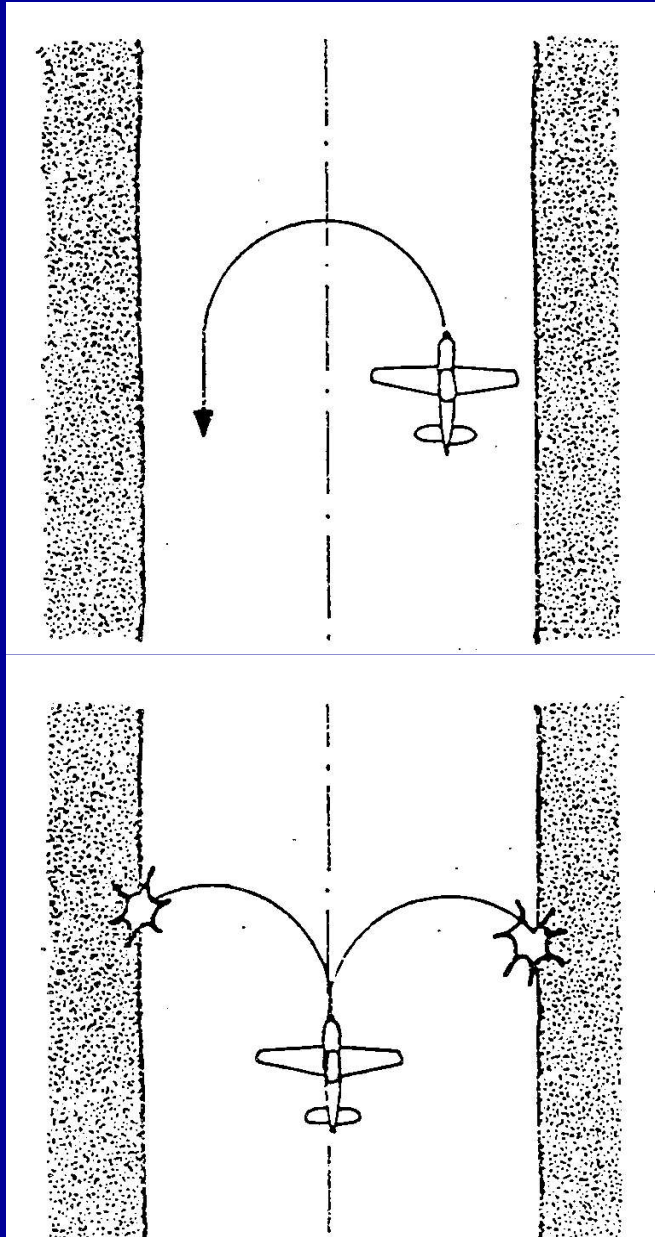
Attention à la présence de câbles : repérer les pylônes, passer au dessus !



Survol des régions montagneuses

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

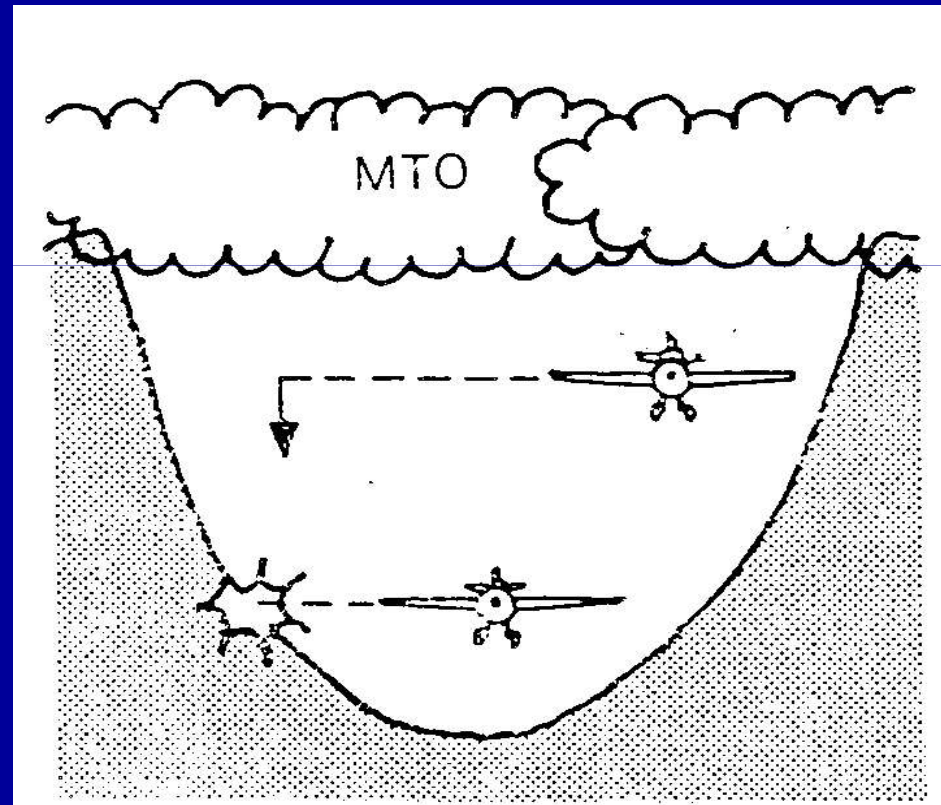
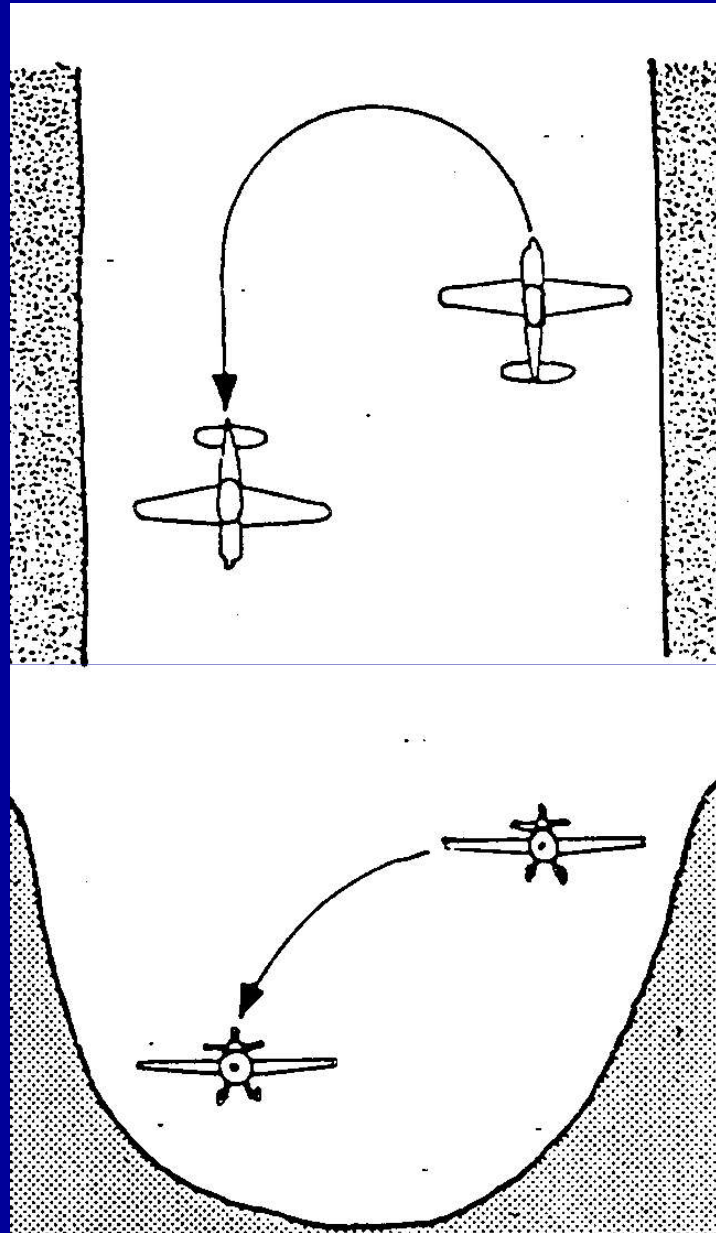
Vol dans les vallées



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 !