



# AEROLOGIE & METEO EN MONTAGNE

# Aérologie & Météo en montagne

Date dernière mise à jour: 15/07/2018

Par: A.BUTET

Contributeur(s) : A.BUTET





# Sommaire

## **1 Les mouvements dynamiques et leurs conséquences sur le vol**

### **1.1 Notion de base : effet de pente**

### **1.2 Effets de masque**

### **1.3 Effet Venturi et effet de col ou de crête**

### **1.4 Onde orographique**

### **1.5 Conséquences sur le vol**

#### **1.5.1 localisation des ascendances, des rabattants et de la turbulence**

#### **1.5.2 effet du gradient de vent sur la vitesse indiquée**

### **1.6 Les moyens pour évaluer le vent en vol**



# Sommaire

## **2 Les mouvements thermiques et leurs conséquences sur le vol**

### **2.1 Pentes au soleil, à l'ombre**

### **2.2 Contrastes**

### **2.3 Stabilité et instabilité**

### **2.4 La convection l'évolution rapide des Cu en Cb**

### **2.5 Conséquences sur le vol**

#### **2.5.1 localisation des ascendances et des rabattants**

#### **2.5.2 choix de l'heure du vol et périodes à éviter**

### **2.6 Observation en vol de l'instabilité et de l'évolution diurne**



# Sommaire

## **3 Les brises et leurs conséquences sur le vol**

**3.1 Brise de pente montante**

**3.2 Brise de pente descendante**

**3.3 Conséquences sur le vol: ascendances, vent arrière en courte finale**

## **4 Météorologie frontale et situation orageuse en montagne**

**4.1 Effet du relief sur le passage d'un front**

**4.2 Situation orageuse en montagne:**

**4.2.1 accélération du développement et de la puissance des Cb**

**4.2.2 difficulté ou impossibilité de contournement**



# Sommaire

## **5 L'information météo dans la préparation du vol montagne**

### **5.1 Observations mondiales**

### **5.2 Notion d'échelles**

### **5.3 Dossier de vol**

### **5.4 Préparation du vol**

## **6 Phénomènes locaux**

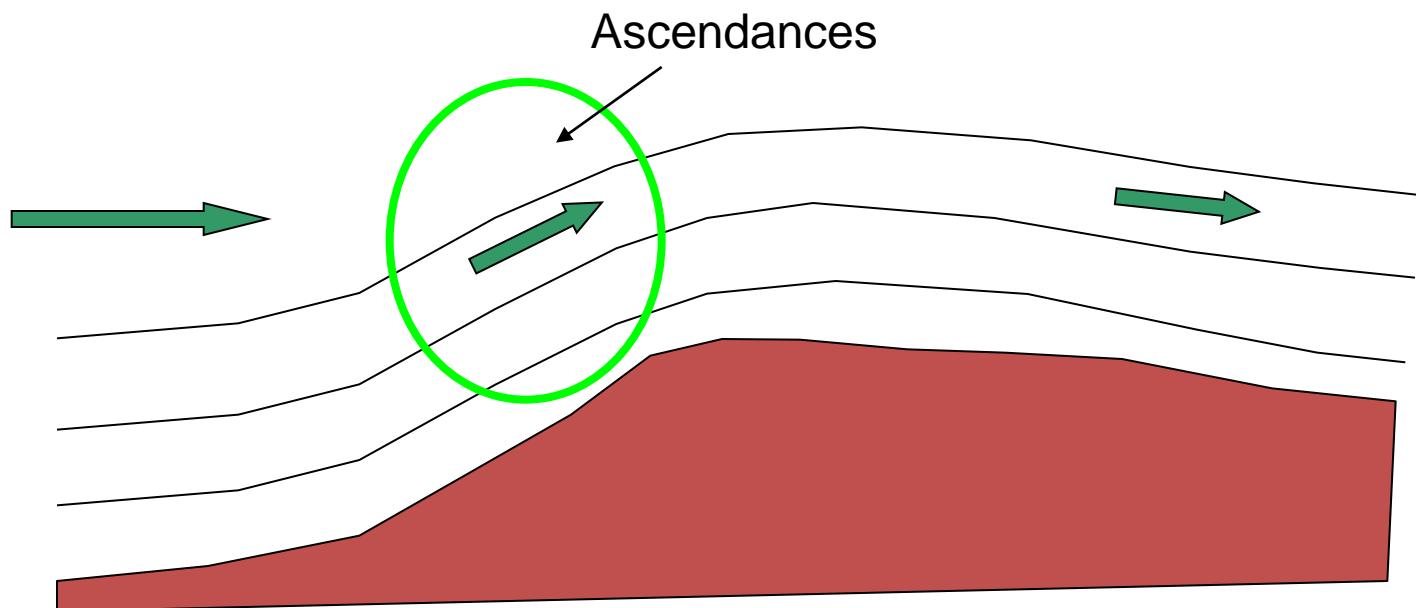
# 1- Les mouvements dynamiques

## 1.1 Notions de base : effet de pente

Soulèvement du flux d'air par le relief.

Zone d'ascendances en amont de la pente.

Extension verticale jusqu'à  $\frac{1}{3}$  de la hauteur du relief.



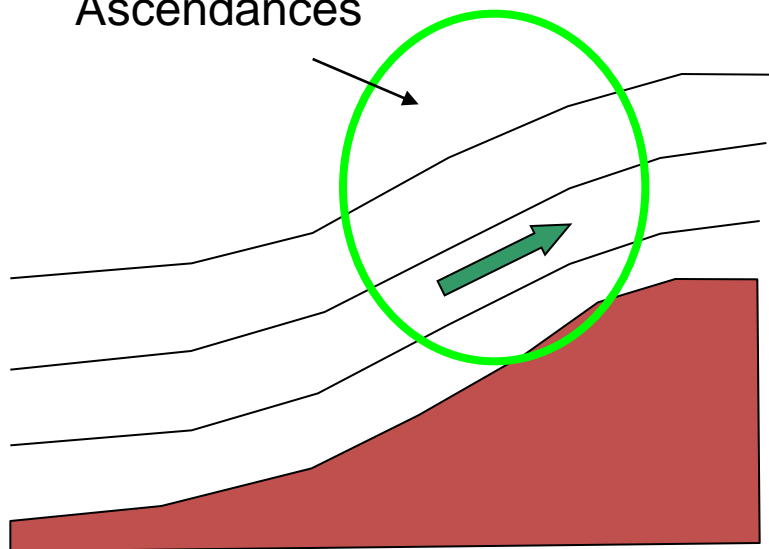
# 1- Les mouvements dynamiques

## 1.1 Notions de base : effet de pente

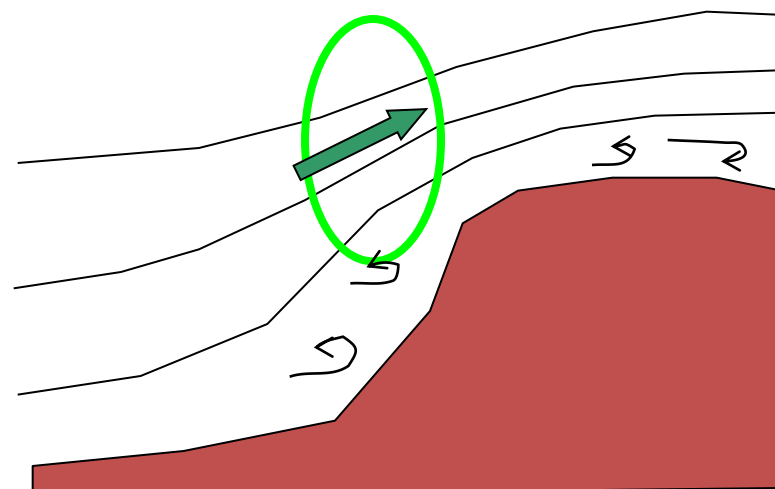
Intensité augmente avec l'angle moyen de la pente.

Si pente trop forte apparition de turbulence et diminution des ascendances.

Ascendances



Pente faible à moyenne

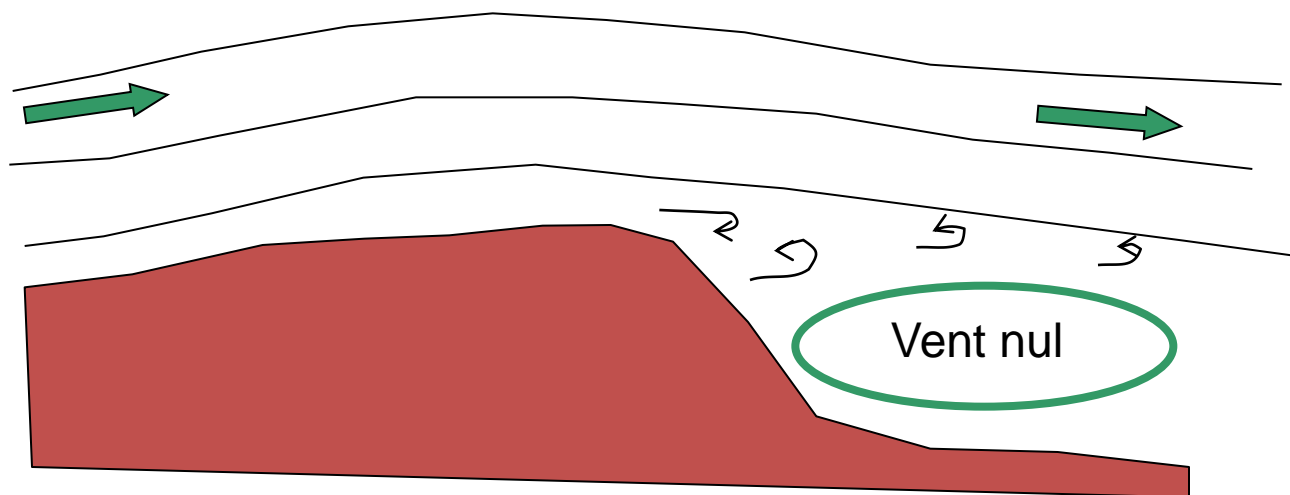


Pente forte



## 1.2 Effets de masque

En aval du relief l'écoulement est turbulent et ralenti.  
Si pente forte et grande extension latérale du relief, l'écoulement peut être stoppé par effet de masque.

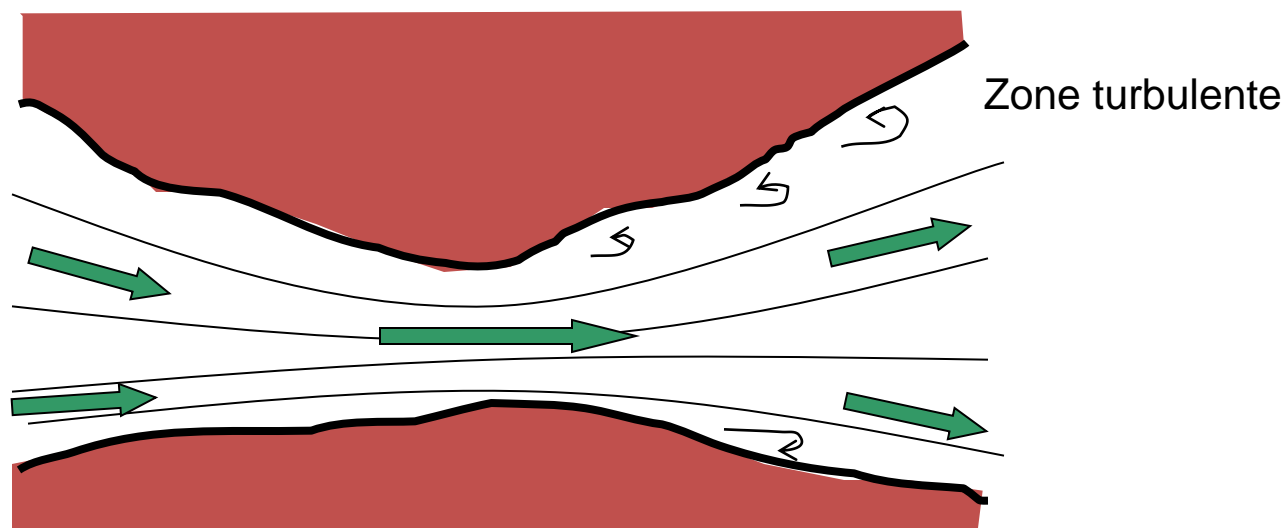


# 1- Les mouvements dynamiques

## 1.3 Effet Venturi et effet de col ou crête

Canalisation et augmentation de la vitesse du vent par rétrécissement de la vallée ou à proximité d'un col.

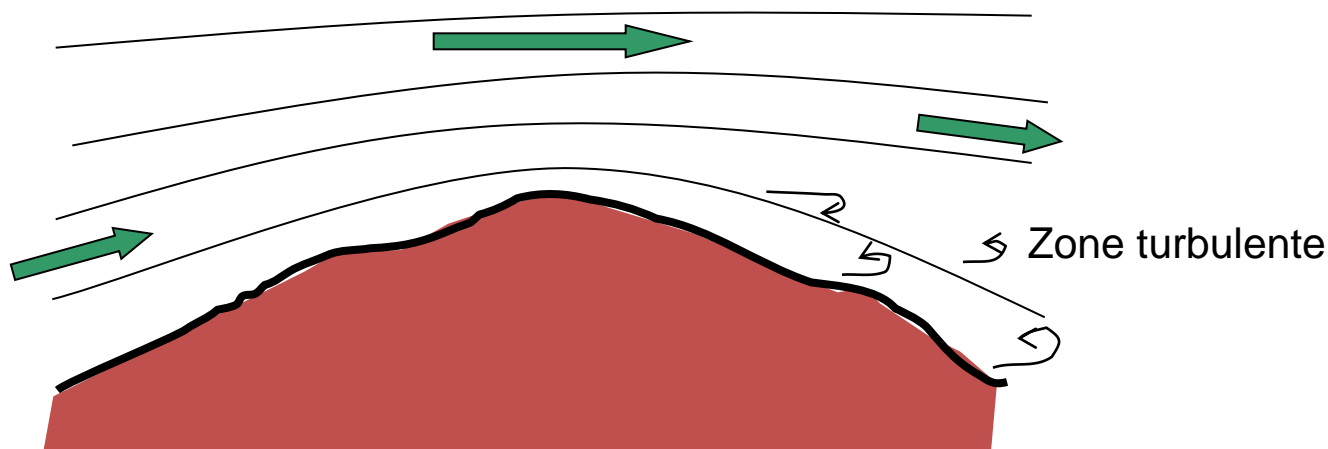
Augmentation jusqu'à 50% de la vitesse



# 1- Les mouvements dynamiques

## 1.4 Effet Venturi et effet de col ou crête

Même effet sur crêtes par resserrement des lignes de flux.



## 1.4 Onde orographique

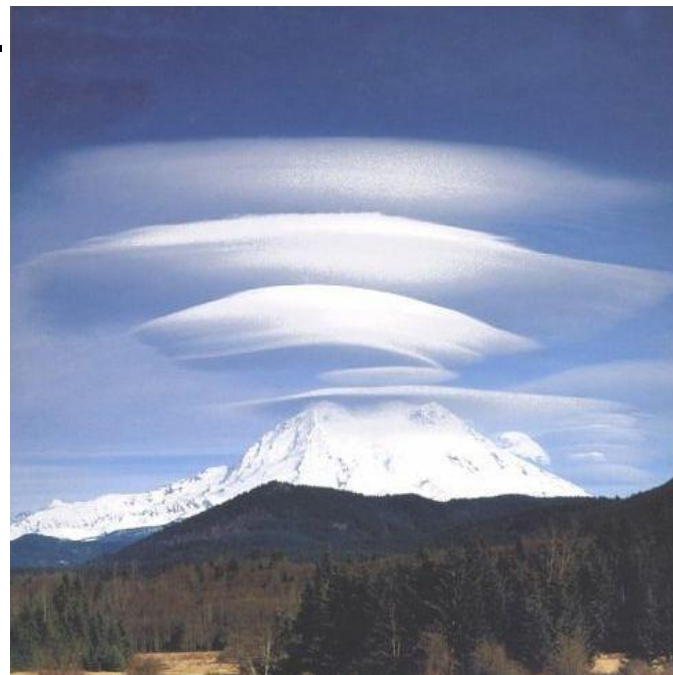
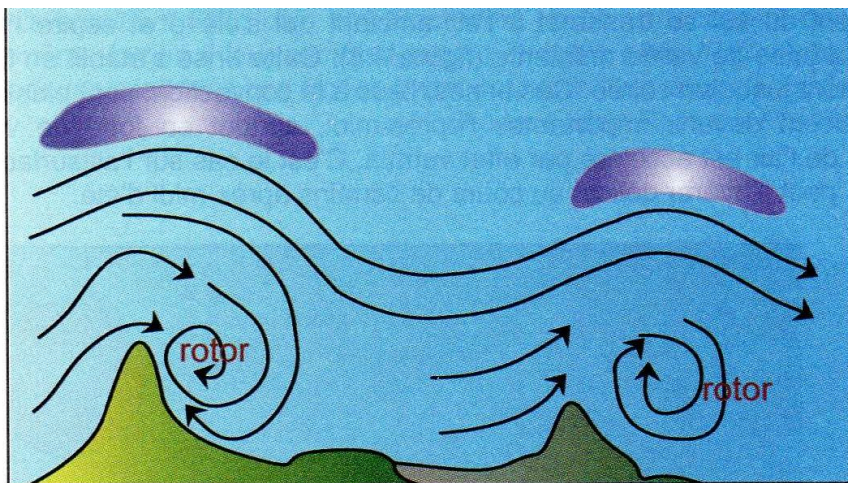
Stabilité de l'atmosphère en altitude.

Vent fort en altitude.

Soulèvement de la masse d'air par le relief.

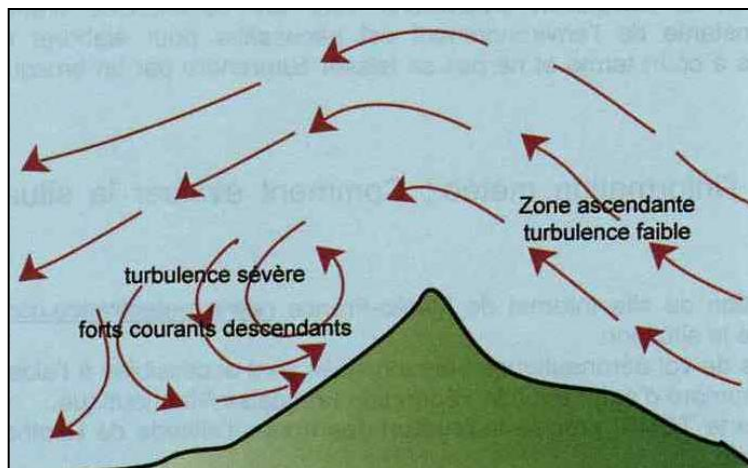
Oscillation du flux d'altitude en aval.

Rotors en basses couches.



# 1- Les mouvements dynamiques

## 1.5.1 Localisation de la turbulence



Déformation de l'écoulement atmosphérique avec de fortes ascendances et subsidences.

Influence jusqu'à  $\frac{1}{3}$   
de la hauteur

Rotor  
stationnaire





# 1- Les mouvements dynamiques

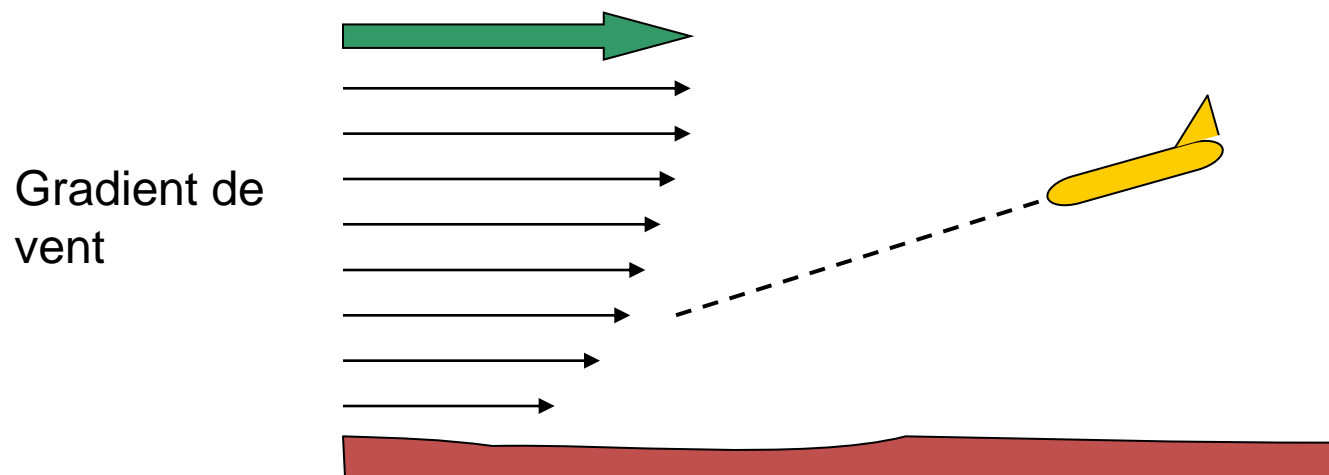
## 1.5.2 Effet du gradient de vent sur la vitesse indiquée

Frottement de la masse d'air sur le sol.

Décroissance de la force du vent près du sol.

Inertie de l'avion sur trajectoire d'approche.

Diminution du vent relatif donc de la  $V_i$  en finale.





# 1- Les mouvements dynamiques

## 1.6 Les moyens pour évaluer le vent en vol

Dérive de l'avion.

Déplacement de l'ombre des nuages.

Envol de neige sur les crêtes.

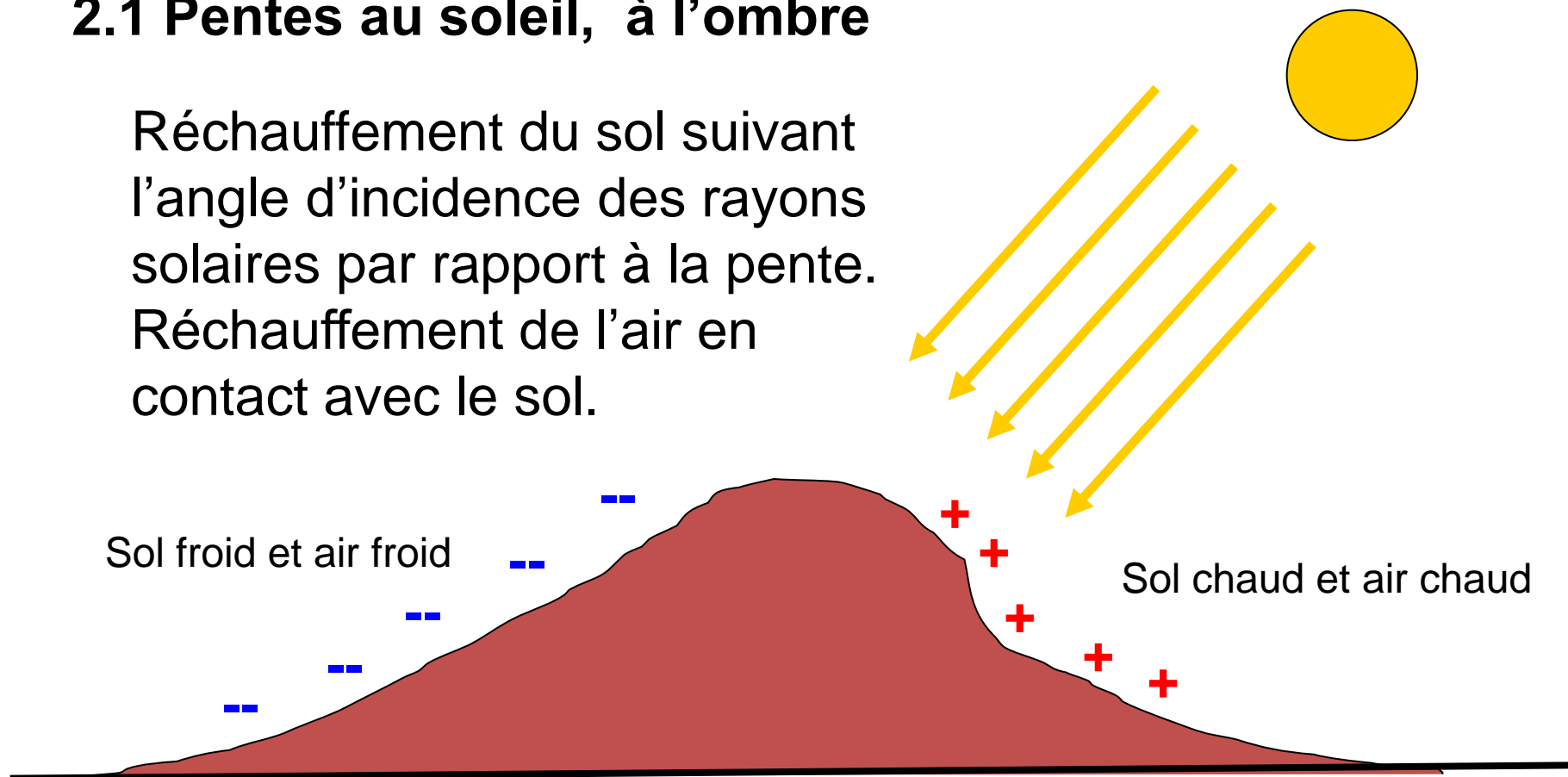
Fumée des écobuages.

Risées sur lacs de montagne

## 2- Les mouvements thermiques

### 2.1 Pentes au soleil, à l'ombre

Réchauffement du sol suivant l'angle d'incidence des rayons solaires par rapport à la pente. Réchauffement de l'air en contact avec le sol.







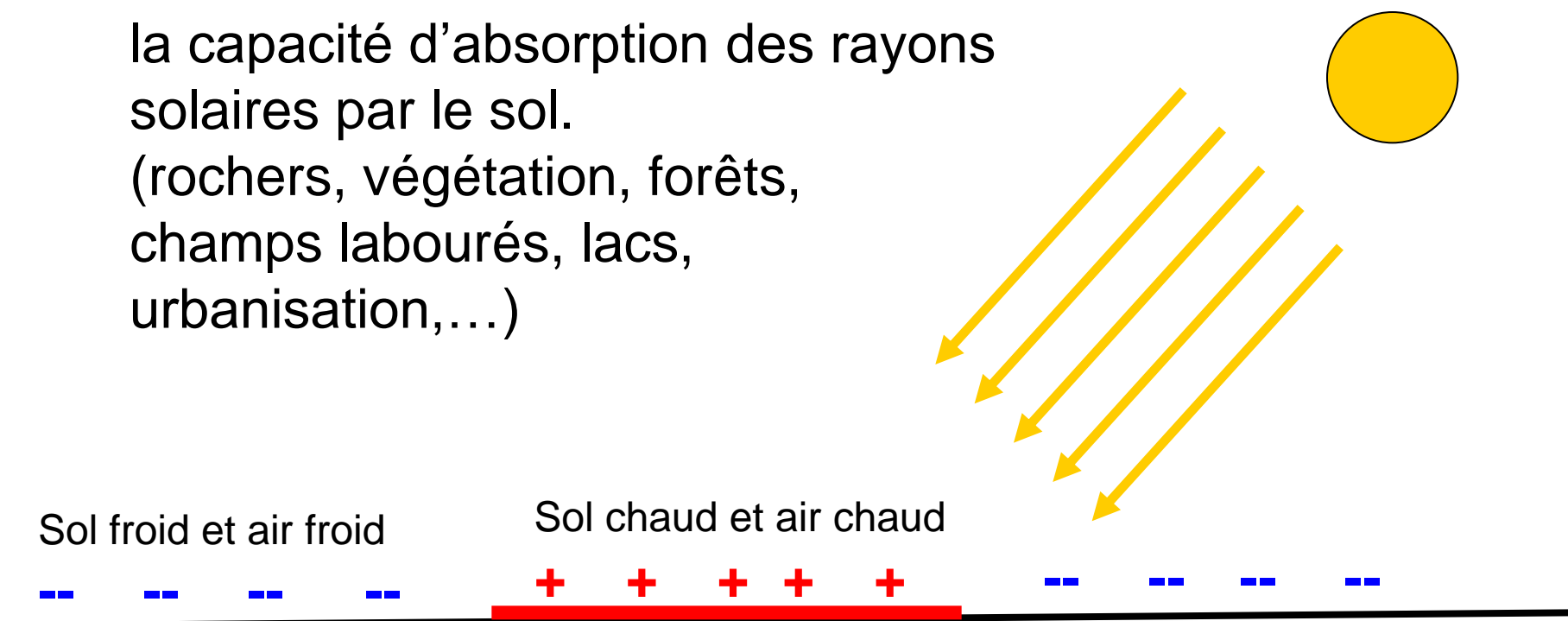
## 2- Les mouvements thermiques

### 2.1 Pentes au soleil, à l'ombre

Sous nos latitudes ( $45^{\circ}\text{N}$ ), le rayonnement solaire étant sensiblement perpendiculaire aux pentes Sud du relief, son influence est beaucoup plus importante qu'en plaine. Ceci entraîne une plus forte instabilité et une évolution des phénomènes plus rapide .

## 2.2 Contrastes

Réchauffement différentiel suivant la capacité d'absorption des rayons solaires par le sol.  
(rochers, végétation, forêts, champs labourés, lacs, urbanisation,...)



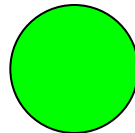


## 2- Les mouvements thermiques

### 2.3 Stabilité, instabilité

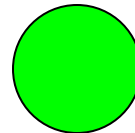
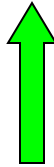
Soulèvement  
adiabatique

sèche  $-3^{\circ}\text{C}/1000\text{ft}$  ou  
saturée  $-2^{\circ}\text{C}/1000\text{ft}$



$P1, T2, \rho2$

$P1, T1, \rho1$



$P0, T0, \rho0$

$P0, T0, \rho0$

particule air

air ambiant

$T2 < T1 \longrightarrow$  stabilité  $\longrightarrow$  nuages stratiformes

$T2 > T1 \longrightarrow$  instabilité  $\longrightarrow$  nuages cumuliformes

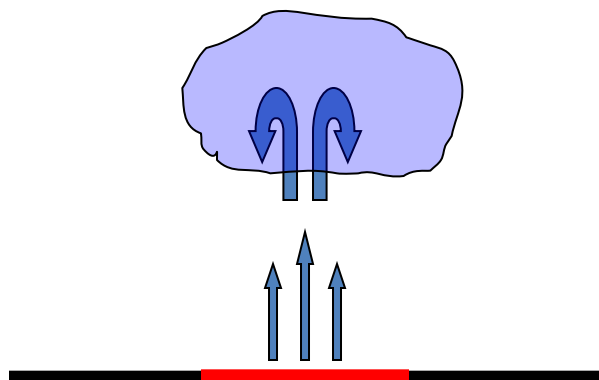
## 2.4 La convection et évolution rapide des Cu en Cb

Convection par réchauffement différentiel du sol.

fin d'après-midi

nuages Cu

intensité 



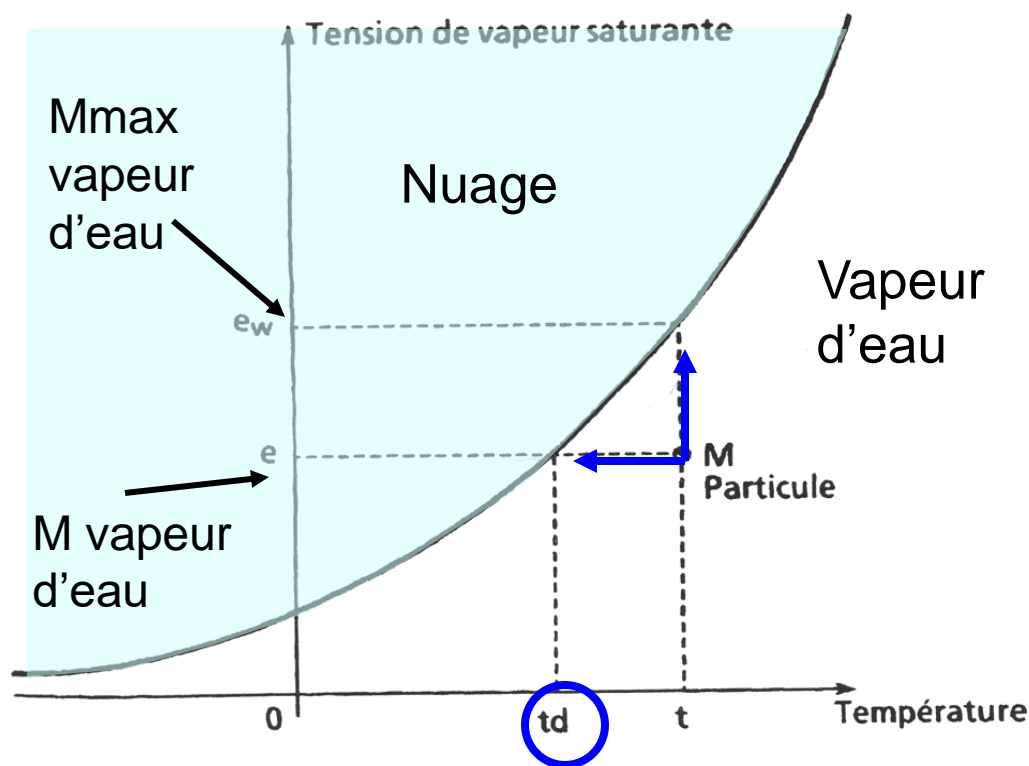
Contraste thermique au sol



## 2- Les mouvements thermiques

### 2.4 La convection et évolution rapide des Cu en Cb

Td Température du point de rosée

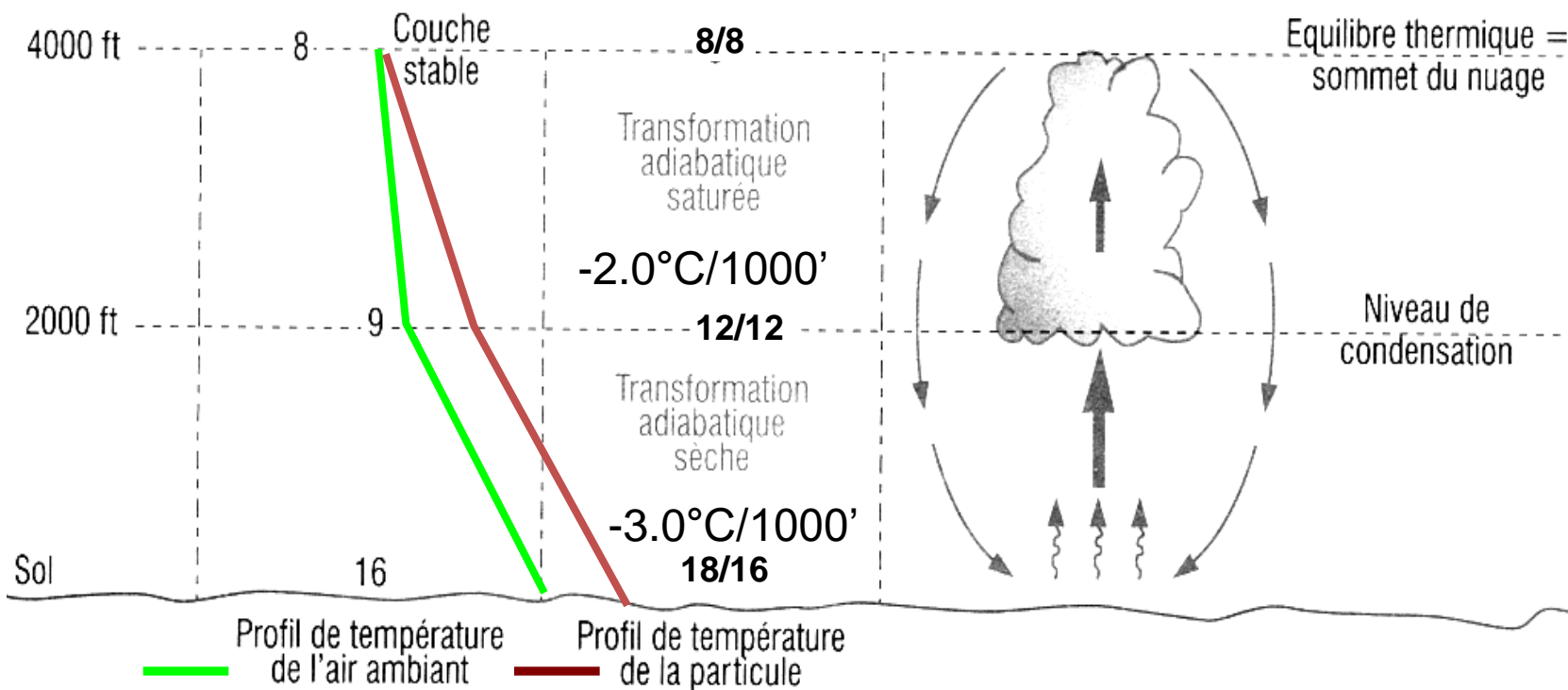


$T = T_d \rightarrow$  condensation

# 2- Les mouvements thermiques

## 2.4 La convection et évolution rapide des Cu en Cb

Tant que  $T_{\text{particule}} > T_{\text{air ambiant}}$  → convection



## 2- Les mouvements thermiques

### 2.4 La convection et évolution rapide des Cu en Cb

Instabilité en altitude sur plusieurs 1000ft d'épaisseur



Cb capillatus



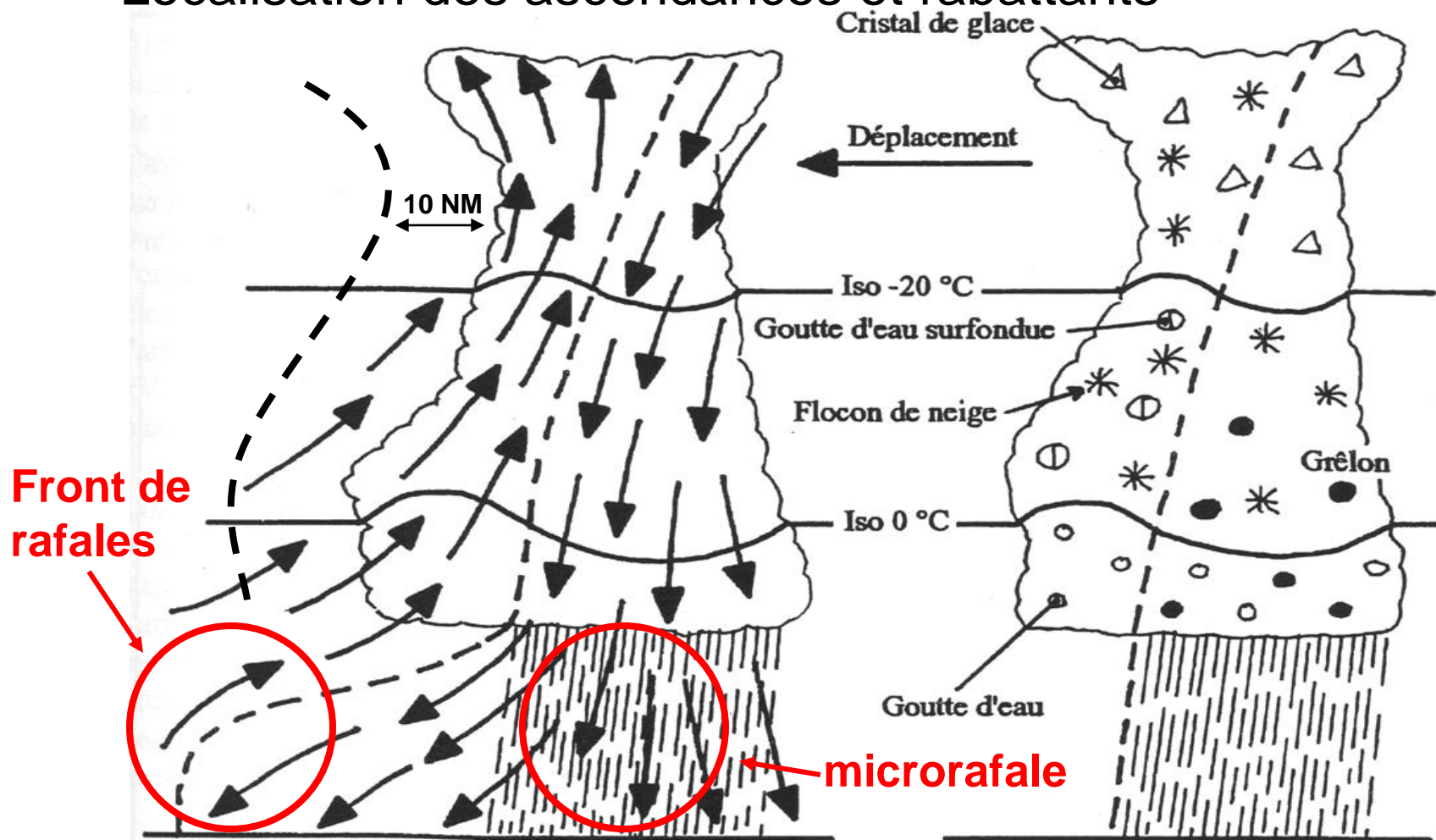
Cu congestus



## 2- Les mouvements thermiques

### 2.4.1 Conséquences sur le vol

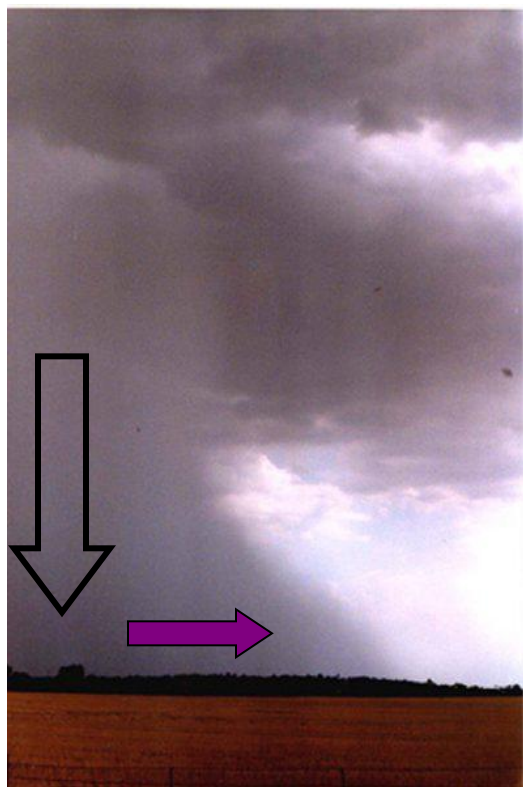
#### Localisation des ascendances et rabattants





## 2.4.1 Conséquences sur le vol

Localisation des ascendances et rabattants



Micro rafale



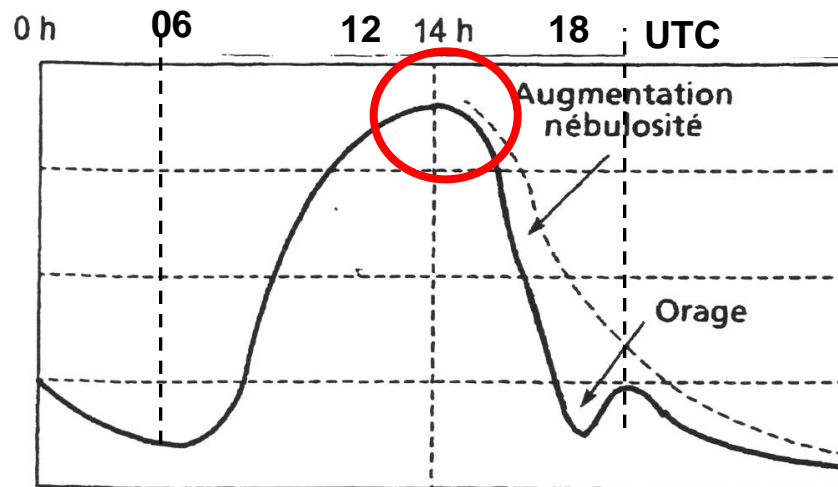
Front de rafales

## 2.4.2 Conséquences sur le vol

Evolution diurne

Inertie thermique de l'atmosphère → retard  
**convection maxi 2h après midi soleil**

Vol calme le matin  
ou fin après-midi  
pour éviter la  
convection.





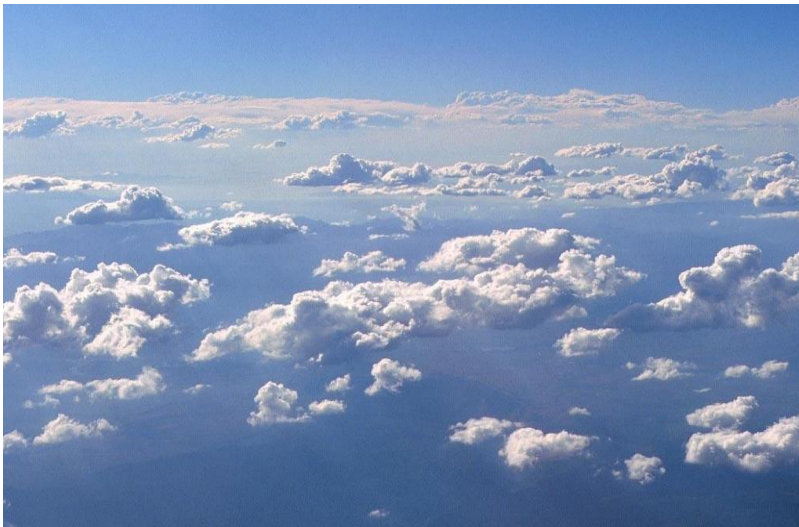
## 2- Les mouvements thermiques

### 2.5 Observation en vol de l'instabilité et évolution diurne

Evolution des Cu en Cu congestus.

Turbulence par vent faible.

Instabilité maximum en milieu d'après-midi.



Cu

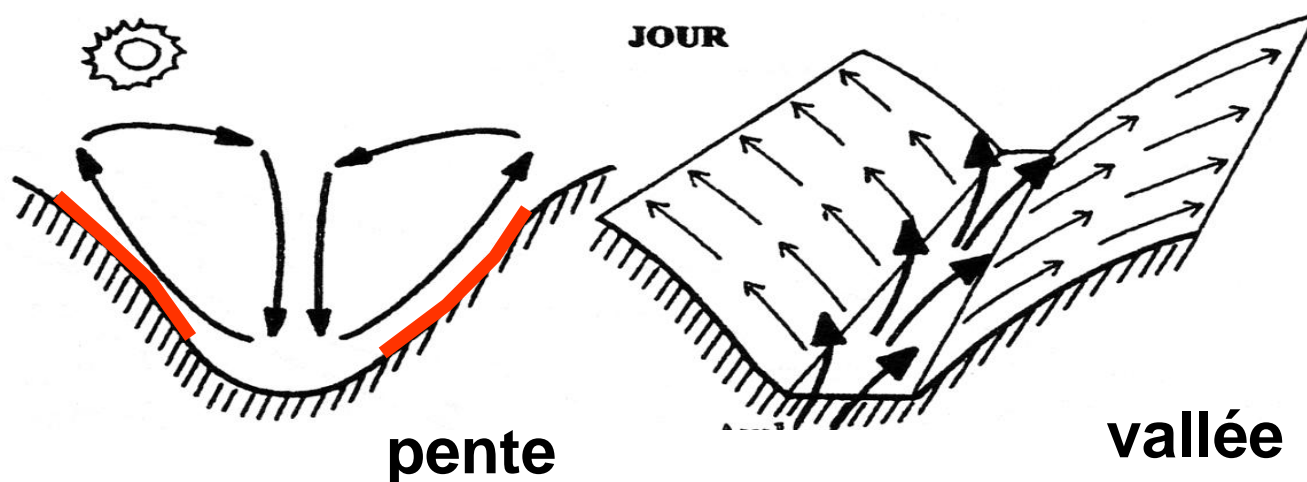


Cu congestus

# 3- Brises

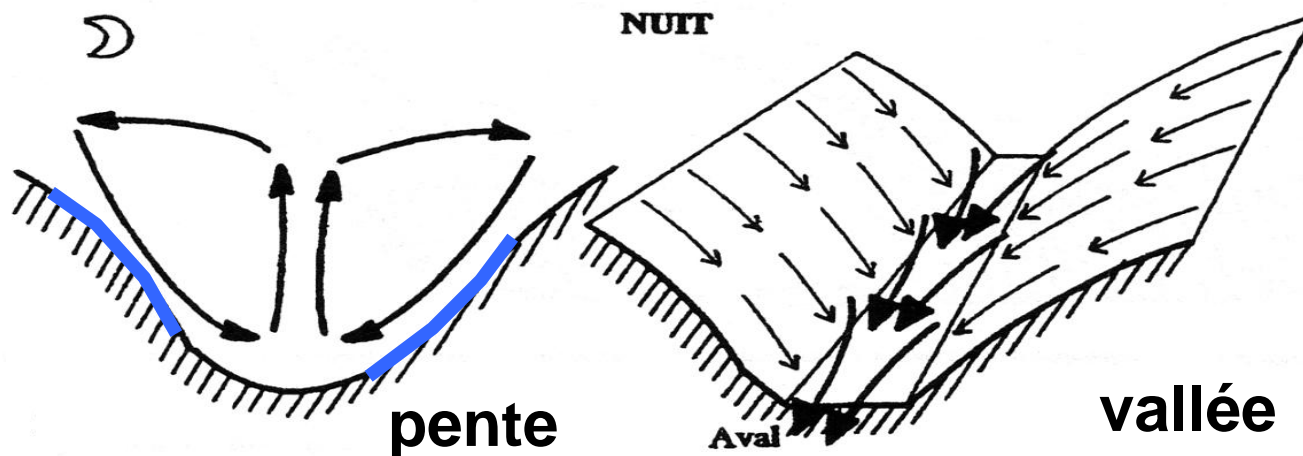
## 3.1 Brise montante

Chauffage différentiel du sol exposé au soleil.  
Air chaud montant le long des pentes.  
Intensité maximum vers 14h UTC



## 3.2 Brise Descendante

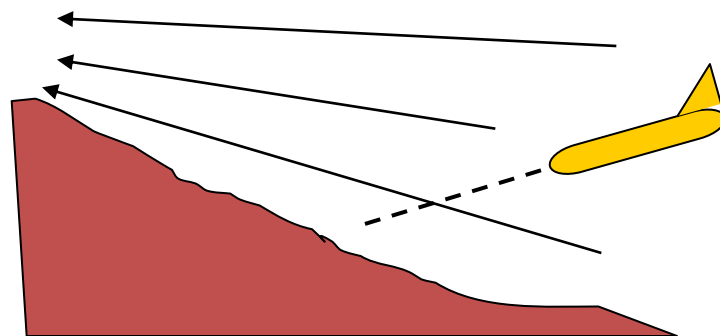
Refroidissement du sol par rayonnement nocturne.  
Accumulation d'air froid en aval de la pente.  
Intensité maximum 1 heure après le lever du soleil



## 3.3 Conséquences sur le vol

Brise montante

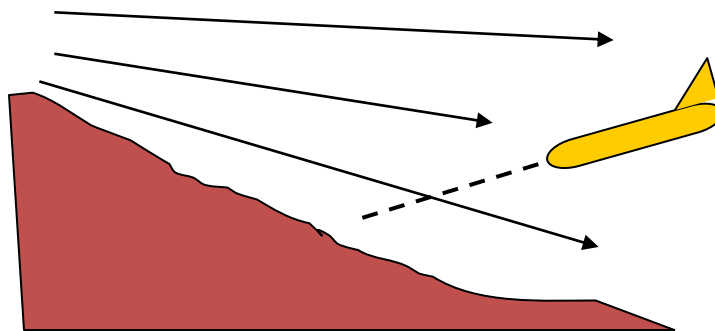
ascendances et vent arrière en finale.



## 3.3 Conséquences sur le vol

Brise descendante

rabattants et renforcement du vent en finale.





# 4 - Météorologie frontale

## 4.1 Effet du relief sur le passage d'un front

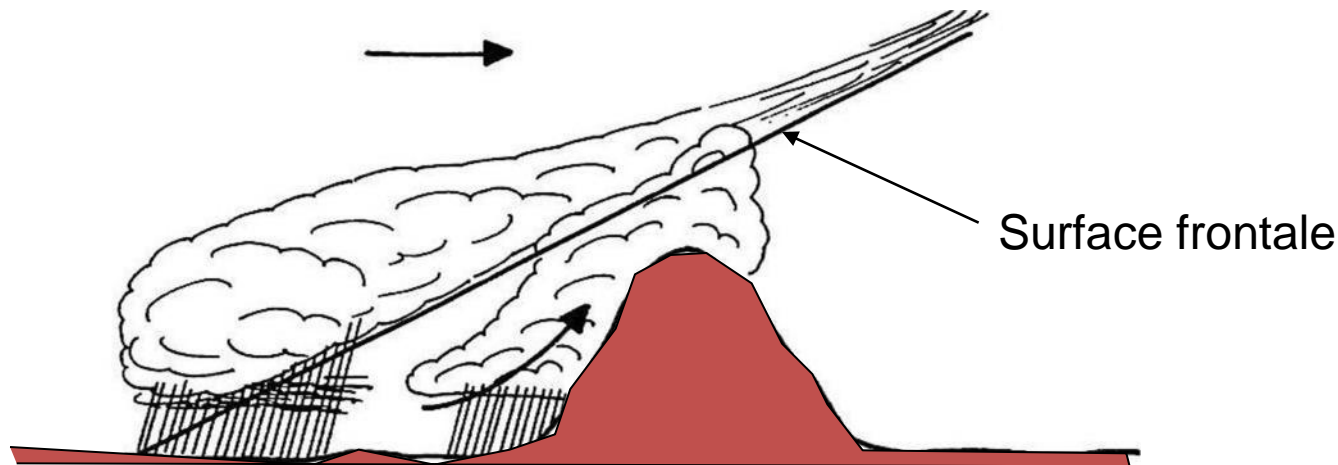
Blocage des nuages sur le relief.

Renforcement des précipitations en amont.

Création d'éclaircies en aval (Foëhn).

Foyers orageux en amont si air instable.

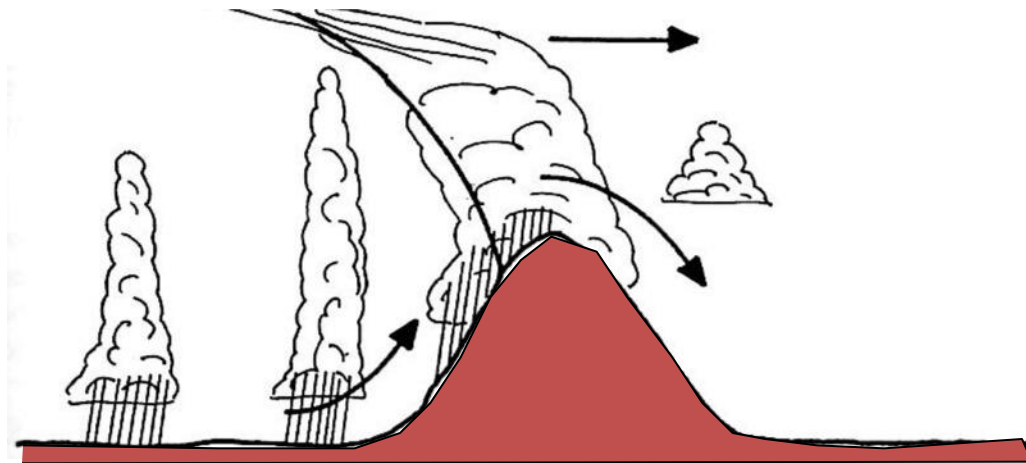
Reprise de l'activité du front loin en aval.





## 4.2.1 Situation orageuse en montagne

Le soulèvement de la masse d'air par le relief favorise le développement des Cb et l'augmentation de la puissance des Cb.





# 4 - Météorologie frontale

## 4.2.2 Situation orageuse en montagne

Le développement du/des Cb est tel que cols et crêtes sont bouchés totalement et rapidement interdisant leur contournement.



# 5- Information météo

## 5.1 Observations mondiales

00 – 03 – 06 – 09 – 12 – 15 – 18 – 21 h UTC

53 stations en France

radiosondages 00 – 12 h UTC      5 en France

satellite Météosat    période 15mn

visible, IR, vapeur d'eau



# 5- Information météo

## 5.2 Notion d'échelles

Les phénomènes météorologiques peuvent être vus à plusieurs échelles.

échelle synoptique	1h-1j	1000km
échelle locale	10mn-1h	10km
échelle aérologique	1mn-10mn	100m

Les phénomènes subits par notre avion sont à l'échelle aérologique.



# 5- Information météo

## 5.3 Dossier de vol

Observation:            messages METAR  
                              messages SPECI

Prévision:              messages TAF  
                              messages SIGMET  
                              cartes TEMSI  
                              cartes WINTEN



# 5- Information météo

## 5.4 Préparation du vol

Accès à l'information météo au sol

exposé verbal à la station météo

Aéroweb <https://aviation.meteo.fr>

exposé par tel : 08 99 70 12 15

Accès à l'information météo en vol

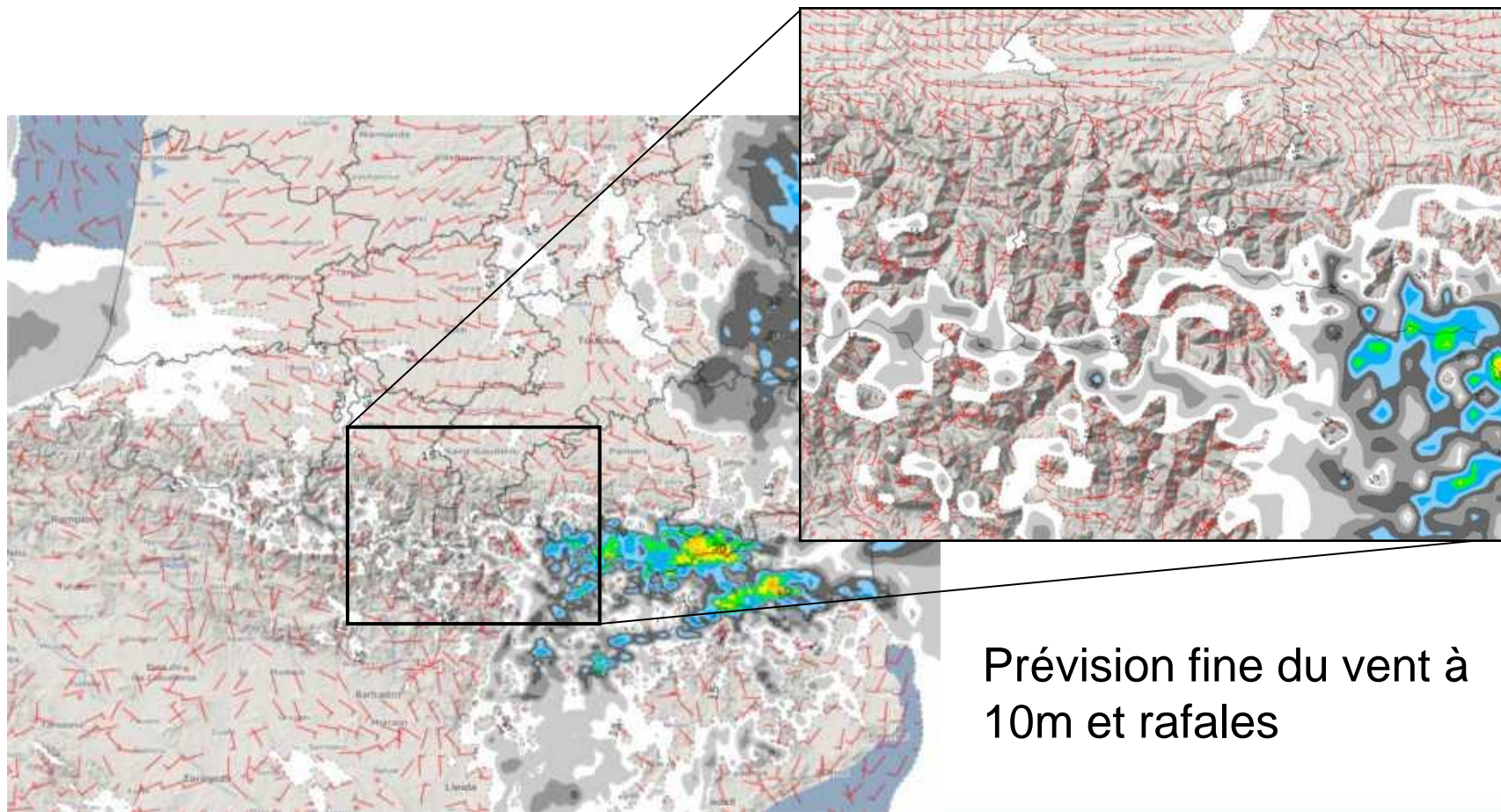
Volmet (127.0, 128.6, 125.15),

SIV, ATIS

# 5- Information météo

## 5.4 Préparation du vol

Consultez « prévisions maille fine » sur Aéroweb



Prévision fine du vent à  
10m et rafales



# 6- Phénomènes locaux

Mistral :

Vent secteur Nord fort et turbulent

Vallée du Rhône et Alpes du Sud

Dépression golfe de Gènes

Effet Venturi vallée du Rhône

Tramontane :

Vent secteur Nord-Ouest fort

Roussillon, Pyrénées orientales,

Sud Massif Central

Dépression golfe de Gènes

Effet Venturi vallée de l'Aude





# 6- Phénomènes locaux

Autan :

Vent secteur Sud-Est fort et turbulent

Vallée de l'Aude et de la Garonne

Flux de Sud Sud-Ouest en altitude

Effet Venturi seuil de Naurouze

Sirocco :

Vent secteur Sud fort

Vallée du Rhône, Alpes du Sud

Flux de Sud

Effet Venturi vallée du Rhône

# 6- Phénomènes locaux

Foehn :

Assèchement de la masse d'air

Pyrénées, Alpes et Sud Massif Central

Vent fort perpendiculaire à ligne de relief

