



Cirrus Owners & Pilots Association  
2830 North Rancho Drive, Suite B  
Las Vegas, NV 89130

The French Copa-Corner » Radiosondage

## RADIOSONDAGE

Le site Aeroweb de MétéoFrance a fait peau neuve récemment.

Bien que les changements soient essentiellement ergonomiques et cosmétiques la mise en ligne des **radiosondages** est à noter.

A ma connaissance l'interprétation et l'utilisation des radiosondages ne sont pas ou peu enseignés en France au cours de la formation des pilotes privés.

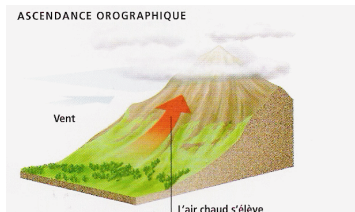
Leur étude est pourtant intéressante car elle conditionne la compréhension des phénomènes d'instabilité atmosphérique. L'un des deux dangers météo qui menacent le pilote avec le givrage...

Je m'y colle pour expliquer ce que j'en ai compris, et ça n'est pas simple. Les forts en sciences pourront corriger et compléter.

### 1° Il faut d'abord se souvenir des 4 phénomènes responsables de l'ascension de l'air dans l'atmosphère :

#### - Les ondes orographiques

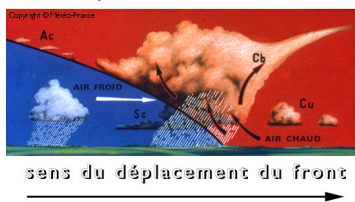
Surviennent quand un flux d'air passe une zone de relief. En abordant le relief l'air monte puis redescend après avoir franchi le relief



#### - Les fronts

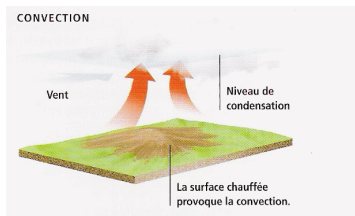
Une surface frontale est l'affrontement de deux masses d'air de densités et de températures différentes; l'air froid a tendance à soulever l'air chaud lors du mouvement de deux masses différentes

#### Coupe d'un front froid



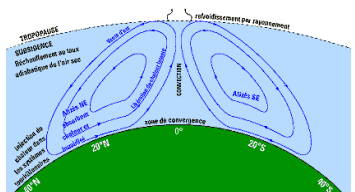
#### - La convection

L'air chauffé par le sol en été est moins dense que l'air plus froid située en altitude; l'air chaud moins dense monte



#### - La convergence :

Survient quand deux flux d'air opposés se rencontrent, en général au centre d'une zone dépressionnaire



### 2° La stabilité

Si une particule d'air est déplacé, on dit que l'air est :

- **stable** si la particule d'air revient à sa position de départ

- **instable** si elle continue de se déplacer

- **neutre** si elle reste dans sa nouvelle position

*Si l'un des 4 phénomènes précédemment décrits entraîne la montée d'une particule d'air, va-t-elle continuer à monter ou redescendre ?*

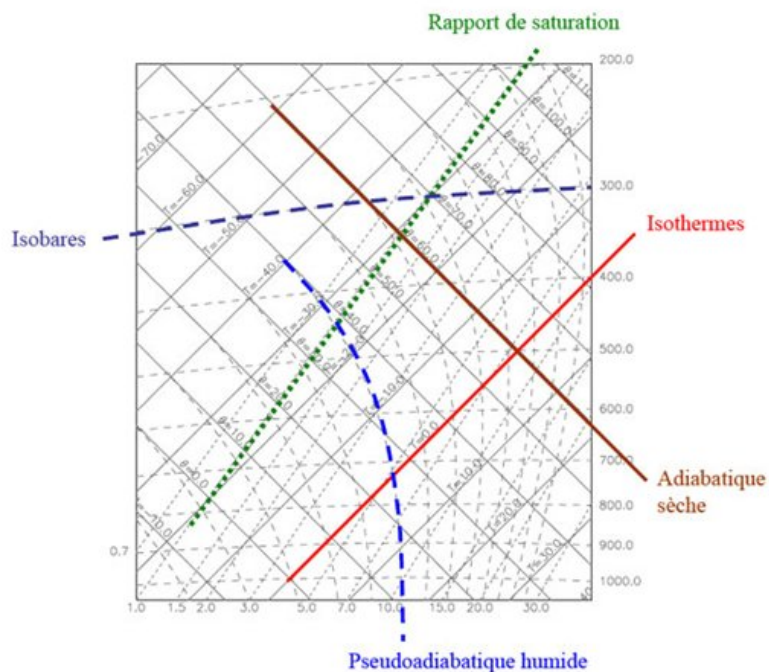
*Les radiosondages nous donnent la réponse et permettent de prévoir la stabilité ou l'instabilité de l'atmosphère en comparant la température d'une particule d'air forcée à monter à la température ambiante.*

*Si l'air forcé est plus chaud que l'air ambiant il continue de monter, s'il est plus froid il redescend.*

1° Un radiosondage comporte 5 courbes constantes (les repères en quelques sortes) :

- la pression sous forme de lignes **isobares**, horizontales.

- En fait ces pressions correspondent aux altitudes : 850mb = 5000 ft, 700mb = 10000 ft, 500mb = 18000 ft
- la température sous forme de lignes **isothermes** à 45° d'inclinaison
  - le rapport de mélange de saturation
  - l'adiabatique sèche
  - l'adiabatique humide



#### La détente adiabatique :

Ce n'est rien d'autre que la loi des gaz parfaits,  $PV/T = \text{Constante}$ , qui veut que quand un gaz est comprimé son volume baisse et sa température augmente (votre pompe à vélo quand vous poussez sur le piston) et l'inverse quand le volume augmente (le liquide réfrigérant de votre frigo).

Lorsqu'une particule d'air *monte* dans l'atmosphère, la pression diminuant elle a tendance à se *détendre* et se *refroidir* (inversement la *descente* s'accompagne de *compression* et *réchauffement*)

- le **gradient adiabatique sec** est la variation de température de l'air sec, non saturé en vapeur d'eau ; il est de 3°C par 1000 ft par approximation.
- le **gradient adiabatique humide ou pseudoadiabatique** concerne l'air humide, saturé en vapeur d'eau est de 1,5°C par 1000f par approximation.

#### Le rapport de mélange de saturation :

C'est le nombre de grammes de vapeur d'eau nécessaire pour saturer 1 kg d'air sec.

Quand il est atteint l'air est saturé, la vapeur d'eau se condense, les nuages se forment, les ennuis aéronautiques peuvent commencer.

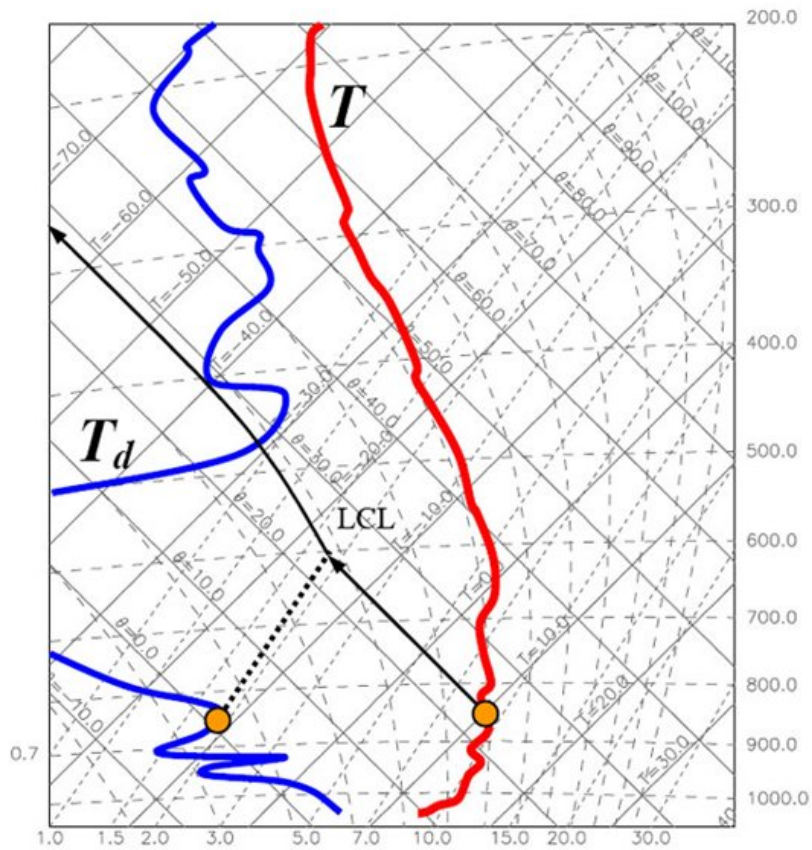
#### 2° Le radiosondage dessine deux courbes de température mesurées verticalement à l'aide de ballons sondes

- la courbe de température en fonction de l'altitude (courbe rouge ci-dessous).

C'est ce qu'on appelle le **gradient ambiant**. Il est par essence variable.

- la courbe du point de rosée (courbe en bleu ci-dessus) : **lorsque le point de rosée est égal à la température ambiante c'est que la sonde est passée dans un nuage.**

Sur l'exemple ci dessous vous devez donc maintenant pouvoir lire qu'à 5000 ft la température de l'air est de 10° C et le point de rosée de -12° C environ !



Si une particule d'air (en jaune) est élevée par un des 4 phénomènes sa température va s'élever en suivant le gradient adiabatique sec jusqu'à son **niveau de condensation (LCL - lifting condensation level)** que l'on obtient en partant du point de rosée pour la même pression et en suivant la courbe "rapport de mélange de saturation".

Le niveau de condensation marque l'altitude de la base du nuage.

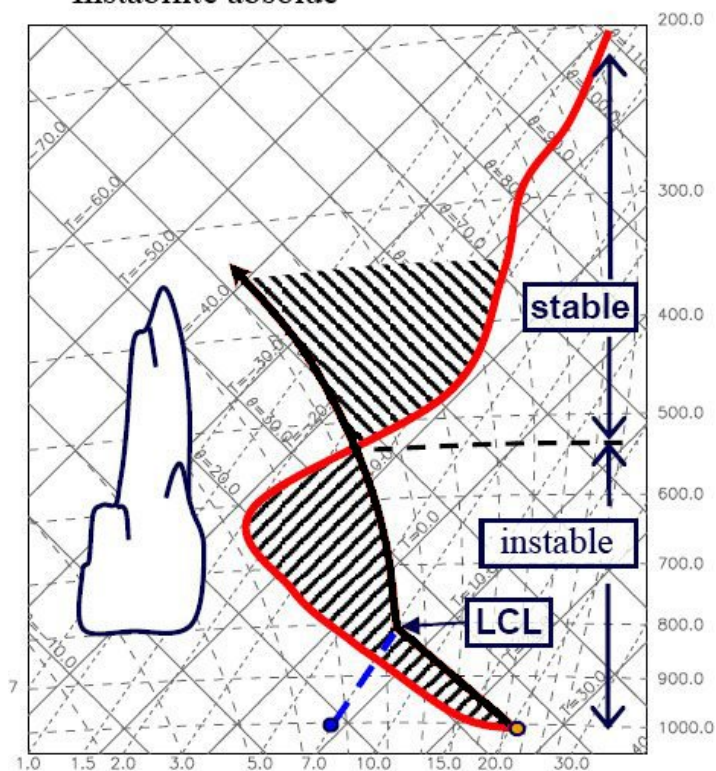
Après le passage du LCL la température de la particule poussée vers le haut suivra le gradient pseudo-adiabatique humide puisqu'elle est saturée en vapeur d'eau.

**C'est la comparaison entre le gradient thermique observé (gradient ambiant) et cette courbe (noire en trait plein sur le schéma ci-dessus) qui va nous permettre de caractériser l'instabilité de la masse d'air.**

Pour que l'instabilité se déclenche, il faut que **la courbe soit située à droite du gradient ambiant.**

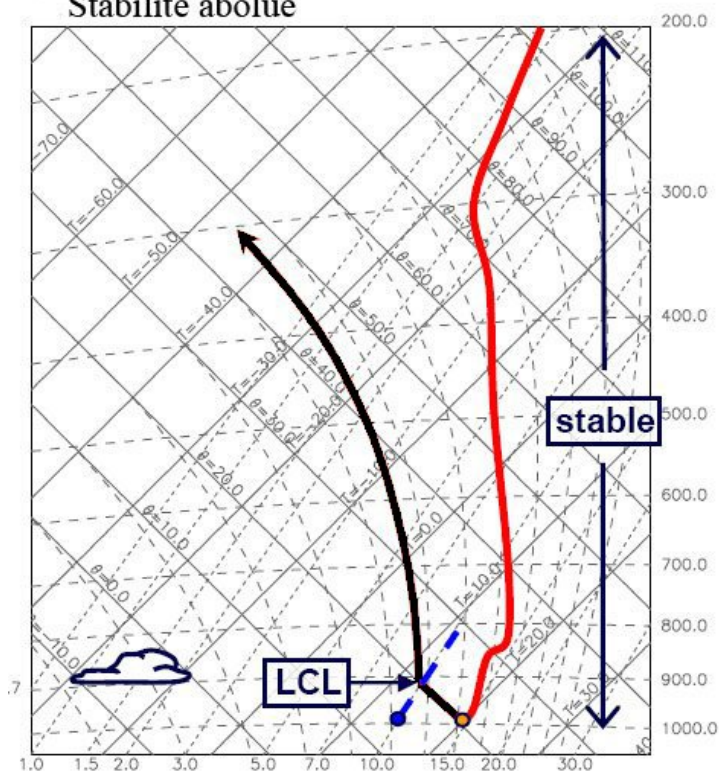
On parle alors d'**instabilité absolue** :

### Instabilité absolue



Si elle est située à gauche du gradient ambiant on parle de stabilité absolue :

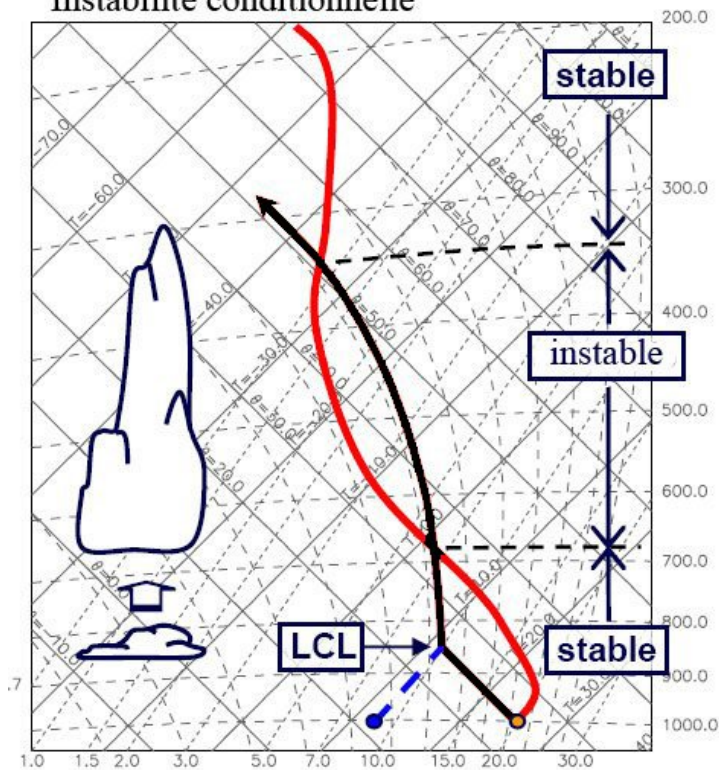
### Stabilité absolue



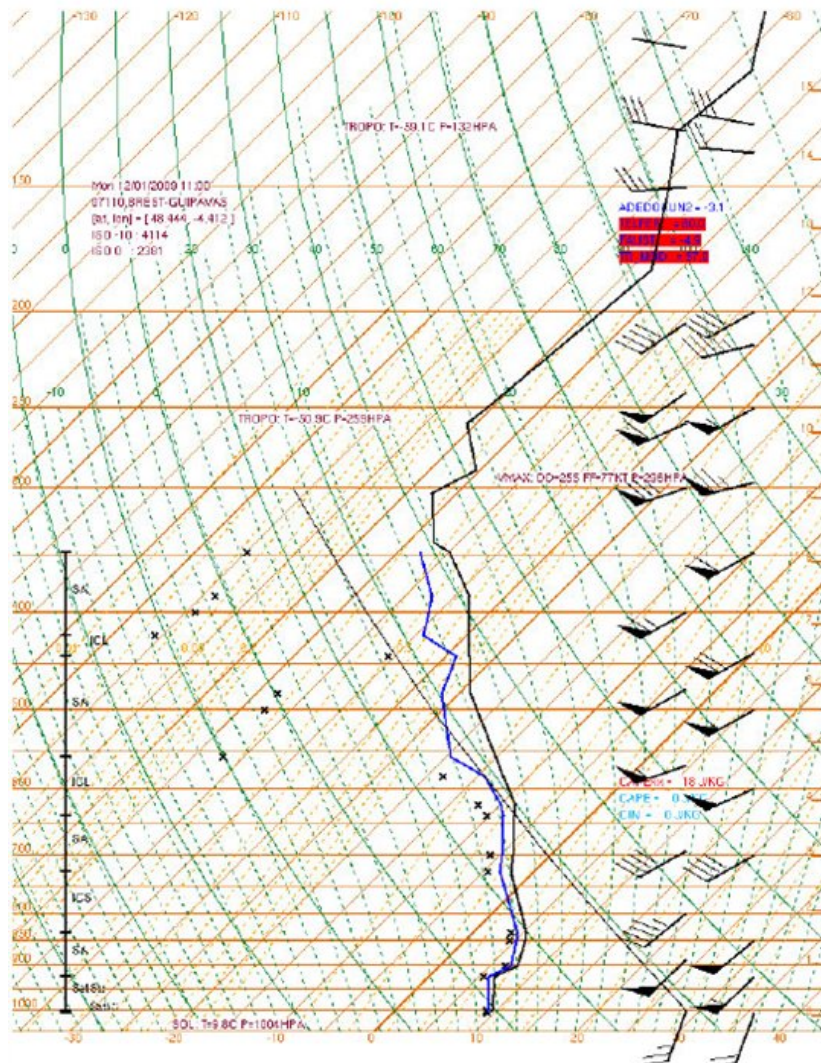
Si elle est située respectivement à gauche puis à droite on parle d'instabilité conditionnelle (pour parvenir dans une zone instable l'air doit d'abord traverser une zone stable) :



### Instabilité conditionnelle



Voici un exemple de courbe fournie par MétéoFrance (les météorologues appellent cela un **émagramme**).



MétéoFrance nous fournit en plus les vents et deux indices :

**- CAPE : Convective Available Potential Energy (J/kg)**

Indice de la puissance des orages et du temps violent

**Seuils :**

- \* CAPE < 300 : pas ou peu de risques orageux
- \* 300 < CAPE < 1000 : risques d'orages>
- \* 1000 < CAPE < 2500 : orages modérés
- \* 2500 < CAPE < 3000 : orages forts
- \* CAPE > 3000 : orages violents

**- CIN : Convective Inhibitions (CIN) (J/kg)**

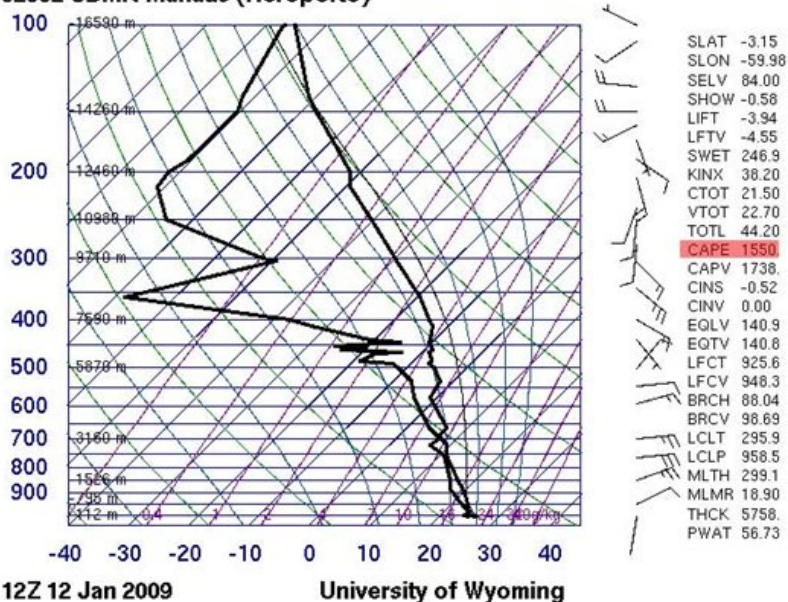
Cet indice est très utile pour repérer les ascendances violentes au sein d'un nuage cumuliforme.

**Seuils :**

- \* CIN < 15 : développements de cumulus de beau temps
- \* 15 < CIN < 50 : averses possibles, des lignes de grains peuvent se développer
- \* 50 < CIN < 150 : orages possibles, des lignes de grains d'intensité modérée peuvent se former
- \* 150 < CIN < 200 : fortes lignes de grains inhabituelles peuvent se former
- \* CIN > 200 : Possibilités de développement de tornades

En dehors de MétéoFrance on peut trouver les courbes de radiosondage sur ce site avec une légende pour l'interprétation ou ce site aux Etats Unis.

Si vous n'avez pas encore mal à la tête voici un exemple exotique (il faut aller au Brésil pour trouver des conditions instables le jour où j'écris cet article) :

**82332 SBMN Manaus (Aeroporto)**

On voit que le point de rosée est égal à la température ambiante du sol à 10000 ft : les nuages sont bas. Le gradient ambiant est situé à gauche de l'adiabatique humide : instabilité absolue avec risque d'orages. Le CAPE est de plus de 1500 : orages d'intensité modérée.

Le METAR histoire de vérifier nos prévis :

**Weather Report (SBEG)**

**METAR:** SBEG 122000Z 04003KT 9999 TS SCT008 FEW025CB BKN100 26/23 Q1007

**TAF:** SBEG 121700Z 1218/1318 15006KT 9999 SCT020 TX30/1219Z TN22/1306Z PROB40 TEMPO 1218/1220 5000 TSRA SCT015 FEW025CB PROB40 1309/1312 2000 BR BKN010

Bonne lectures et que cela ne vous empêche pas de voler prudemment!

Posted 16 Jan 2009 7:07 by Denis Pariente

**Comments****Patrick Dupont wrote re: Radiosondage**

on 25 Jan 2009 10:51

Denis,

Encore une superbe travail, merci. Grâce à COPA et surtout à Scott Dennstaedt (cheasepeake aviation training) j'ai goûté aux joies encore obscures du radio sondage et plus particulièrement au skew-T-logP diagram. C'est un superbe outil d'analyse de la masse d'air et je souhaiterais aussi que son usage soit d'abord enseigné et ensuite plus répandu lors de nos briefings. Je ne savais pas que Météo France l'a mis en ligne sur son site relooké, je vais désormais le mettre dans mes pages de références météo.

Bravo encore pour l'article sur le briefing parachute.  
Je crois que nous avons notre "gourou" francophone.  
Patrick