



LA METEOROLOGIE

Prévoir les bonnes journées pour le vol libre



Sommaire

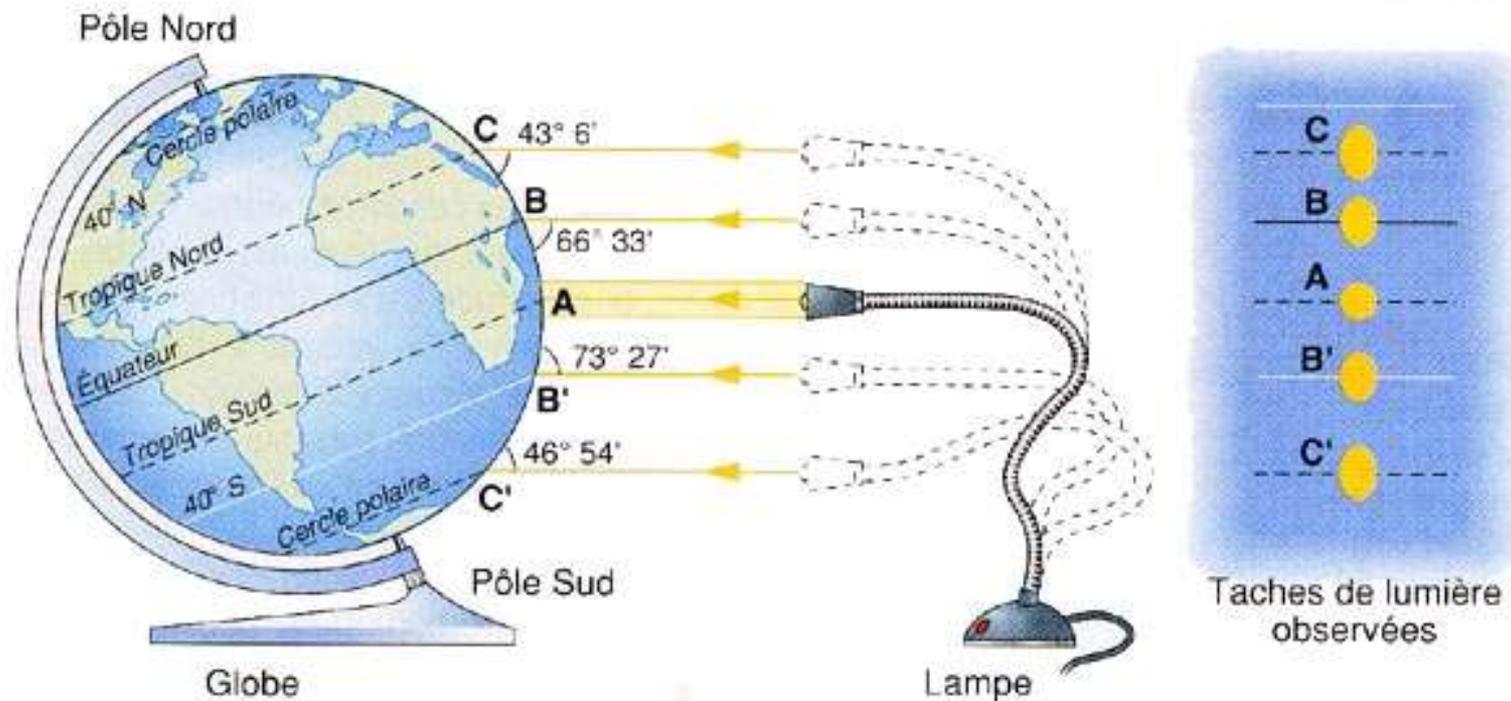
- I. Météo échelle planétaire
- II. Les nuages
- III. Frontologie
- IV. Température de l'air
- V. Utilisation Para 2000 / Meteo-parapente
- VI. Emagramme
- VII. Thermiques
- VIII. Les cumulus (évolution)
- IX. Vitesse de vols

Quelques bases

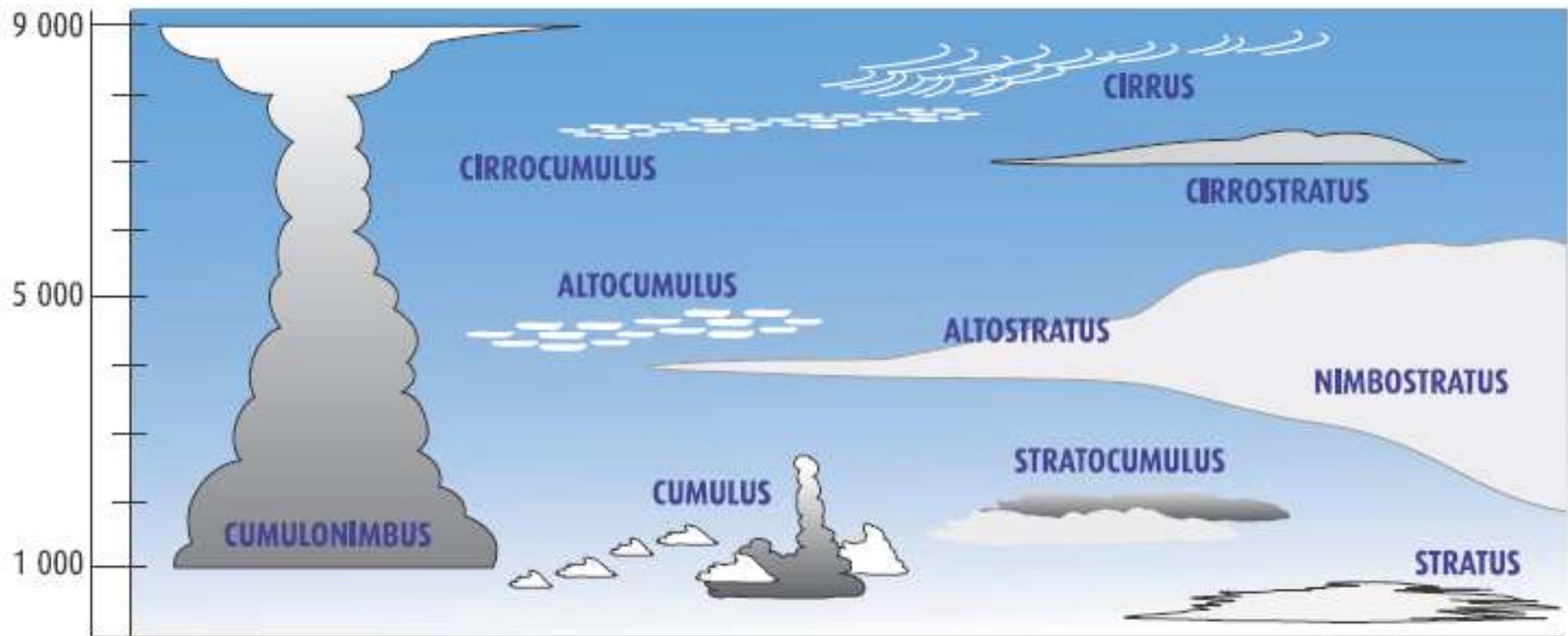
○ Atmosphère:

- La seule couche qui nous intéresse est la troposphère (entre le sol et 11km environ).
- Elle est plus basse en hiver(l'air plus dense car plus froid donc plus réduit), et inversement pour l'été.

Rayonnement solaire réparti sur la surface de la Terre



Altitude (m)



Altitude et épaisseur moyenne des nuages en France (*valeurs approximatives*)

Nom	Stratus	Cumulus	Cumulonimbus	Stratocumulus	Nimbostratus	Altostratus	Alto cumulus	Cirrostratus	Cirrocumulus	Cirrus
Hauteur de la base (mètres)	000-500	150-2 000	400-2 000	600-2 000	400-1 800	2 000-4 500	2 000-6 000	5 000-11 000	5 000-10 000	6 000-12 500
Épaisseur moyenne (mètres)	300	2 000	7 000	600	3 000	2 000	1 500	500	500	300

Cirrus

Nuages élevés en forme de filaments blancs, de bandes étroites, de virgules ou crochets, composés de cristaux de glace dispersés.
Pas de précipitations associées.



Cirrocumulus

Banc, nappe ou couche mince de nuages élevés dont la plupart des éléments ont une largeur apparente inférieure à 1 degré°. D'aspect ondulé ou "moutonné", ils sont constitués de cristaux de glace et parfois d'eau fortement surfondue (eau liquide à température négative).
Pas de précipitations associées.



Cirrostratus

Voile nuageux élevé, transparent et blanchâtre, couvrant partiellement ou totalement le ciel. Il est constitué de cristaux de glace et donne lieu généralement à des phénomènes de halo.
Pas de précipitations associées.



Alto cumulus

Banc, nappe ou couche de nuages blancs ou gris composés d'éléments réguliers ayant une largeur apparente comprise entre 1 et 5 degrés°. Ils sont constitués de gouttelettes d'eau parfois accompagnées de cristaux de glace.



Altostratus

Nappe ou couche nuageuse grisâtre ou bleuâtre couvrant totalement ou partiellement le ciel, laissant voir le soleil comme au travers d'un verre dépoli. Constituée de gouttelettes d'eau (parfois surfondues), de cristaux de glace ou de neige. Précipitations associées : pluie, neige ou granules de glace.



Nimbostratus

Couche nuageuse grise et sombre dont l'aspect est rendu flou par des chutes de pluie ou de neige atteignant le sol.

L'épaisseur de cette couche est partout suffisante pour masquer complètement le soleil. Ce nuage est constitué de gouttelettes d'eau, de cristaux de glace ou de flocons de neige.

Précipitations associées : pluie, neige ou granules de glace.



Cumulonimbus

Nuage dense et puissant au développement vertical considérable. La partie supérieure lisse ou fibreuse s'étale en forme d'enclume ou de vaste panache. La partie inférieure apparaît très sombre du fait de la grande extension verticale du nuage.

Précipitations associées : averses de pluie, neige, neige roulée, grêle ou grésil. Les orages sont toujours provoqués par ce genre de nuage.



Cumulus *congestus*

Cumulus avec développement vertical important, dont l'aspect bouillonnant révèle de puissants mouvements verticaux. Ils sont constitués de gouttelettes d'eau ou de cristaux de glace (si la partie supérieure du nuage est très $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Précipitations associées : averses de pluie, neige ou neige roulée.



Cumulus *humilis*

Nuages séparés, contours bien délimités, base horizontale avec faible développement vertical. Nuages de beau temps, apparaissant le matin et disparaissant le soir. Ils sont constitués de gouttelettes d'eau. Pas de précipitations associées.



Stratocumulus

Banc, nappe ou couche de nuages composés de "dalles, galets".

La plupart des éléments (soudés ou non) ont une largeur apparente supérieure à 5 degrés". Ils sont constitués de gouttelettes d'eau (parfois accompagnées de neige roulée ou de flocons de neige).

Précipitations associées : pluie ou neige faible ou neige roulée.



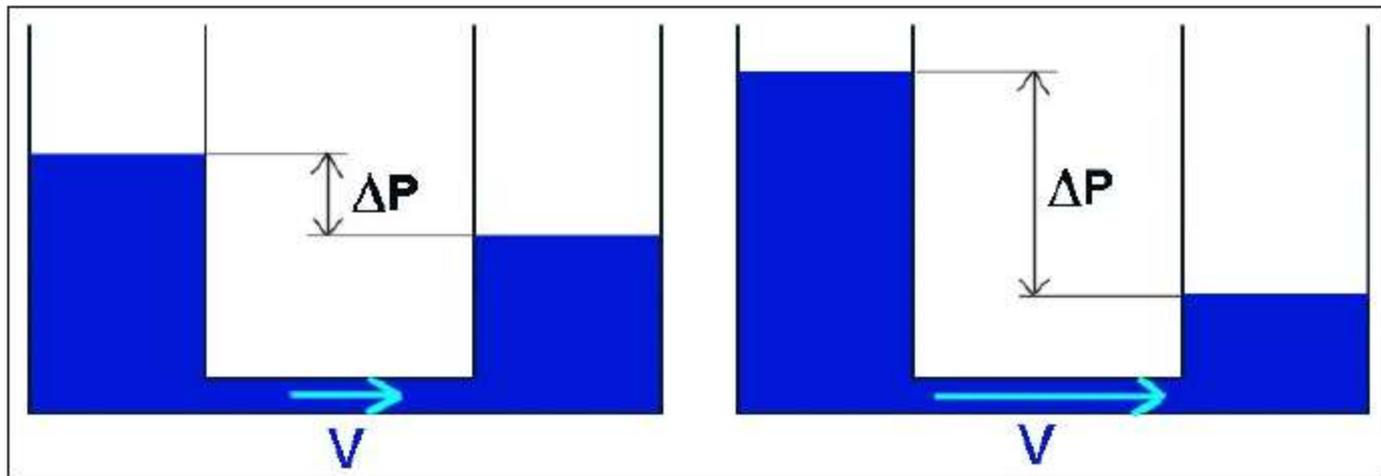
Stratus

Couche nuageuse grise, dense, uniforme donnant lieu à du brouillard quand sa base atteint le sol. Il est constitué de gouttelettes d'eau (parfois de particules de glace).

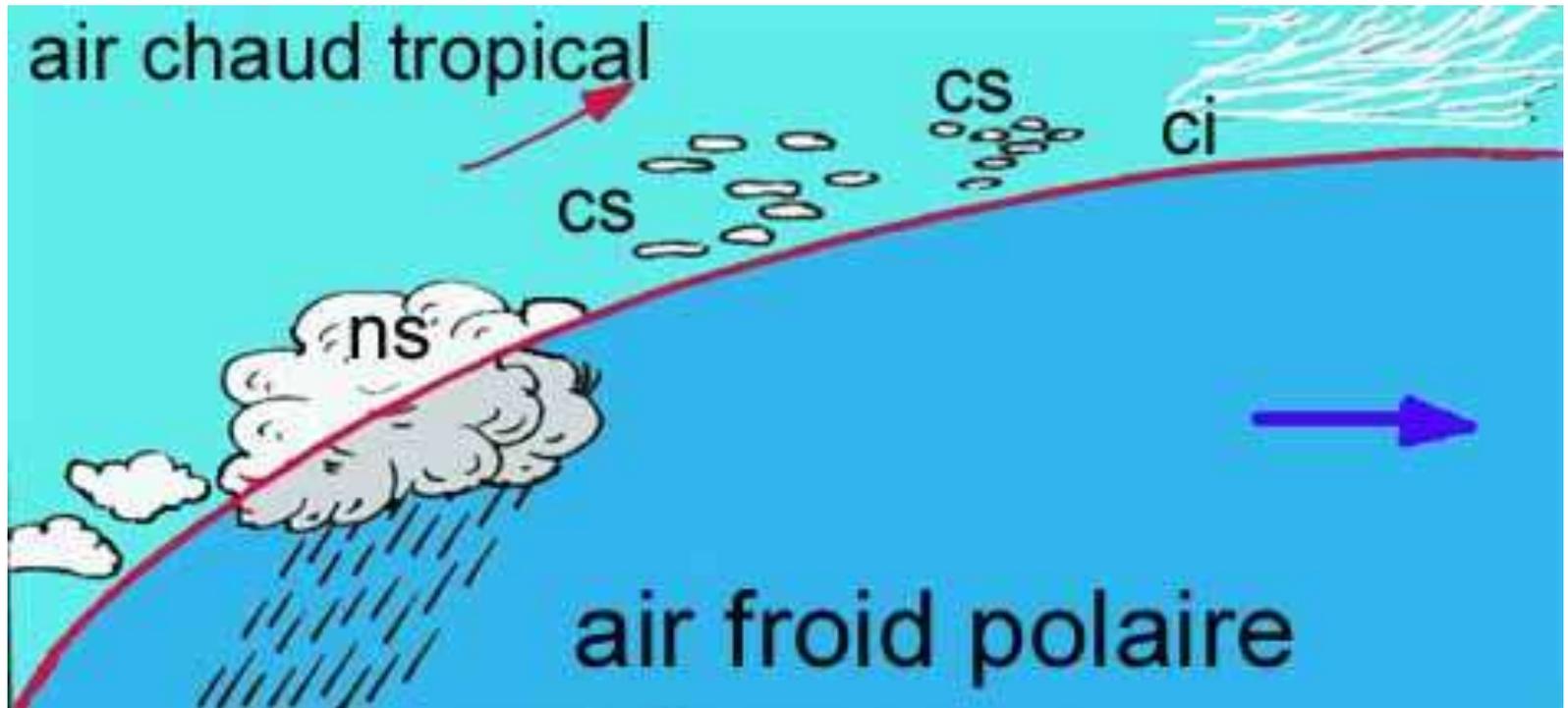
Précipitations associées : bruine ou neige en grains.

Frontologie

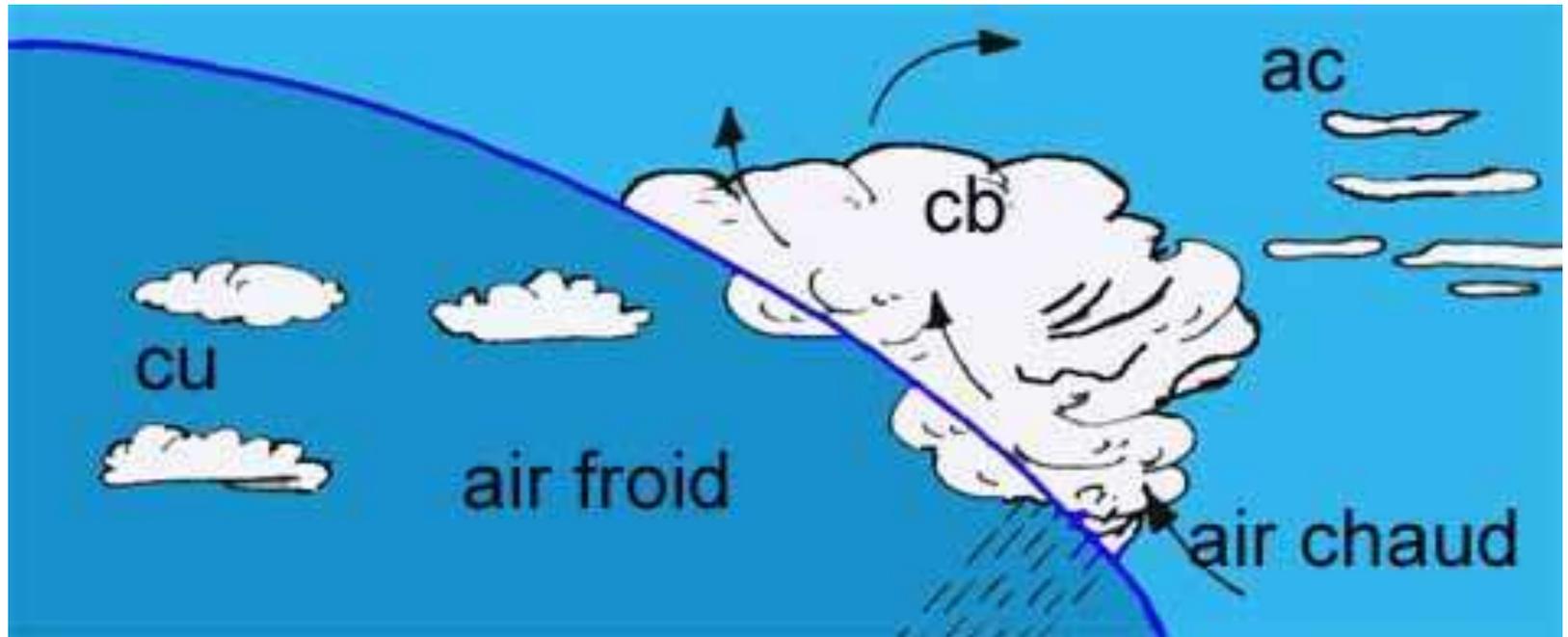
Les mouvements des masses d'air s'effectuent initialement des zones de haute pression (anticyclones) vers les zones de basse pression (dépressions). La **force de Coriolis** dévie ensuite les masses d'air vers la droite (par rapport au sens du mouvement) dans l'hémisphère Nord, et vers la gauche dans l'hémisphère sud.



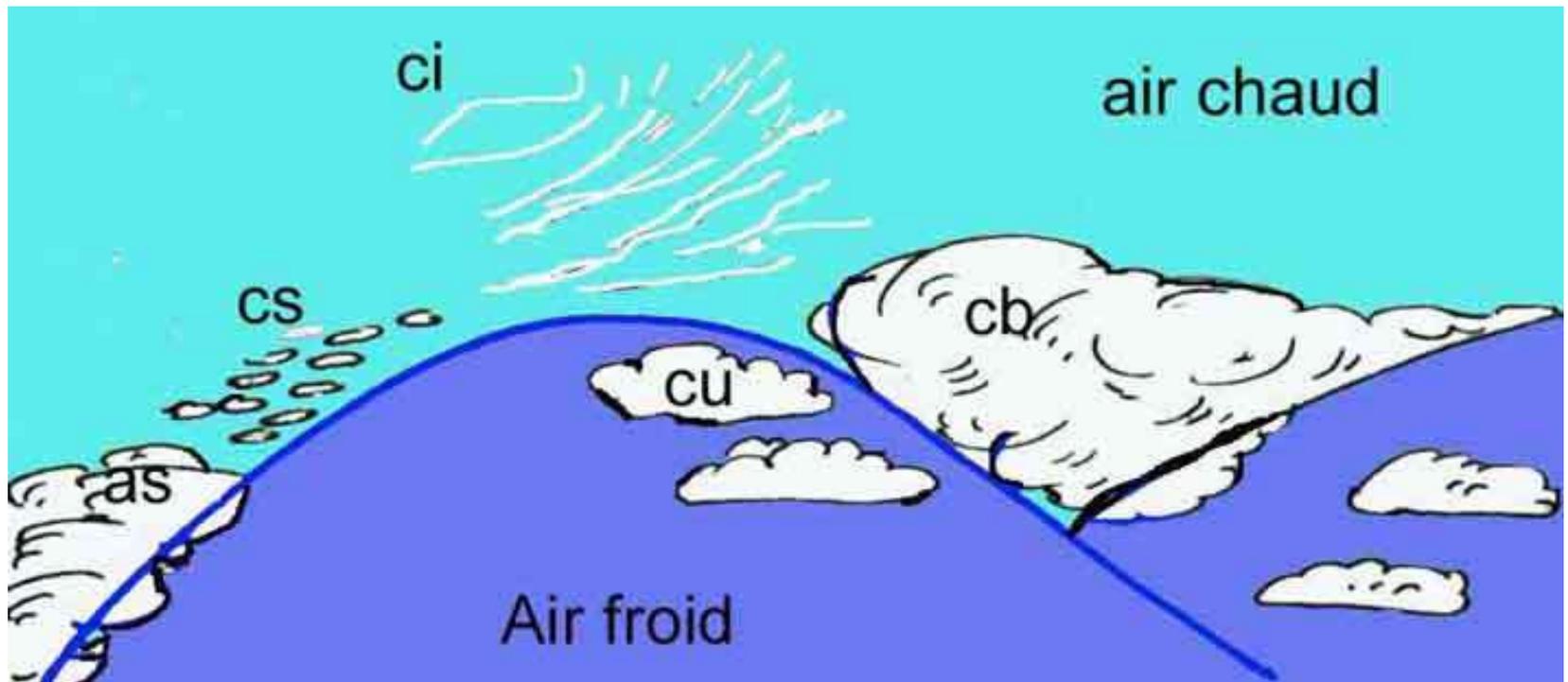
Le Front chaud



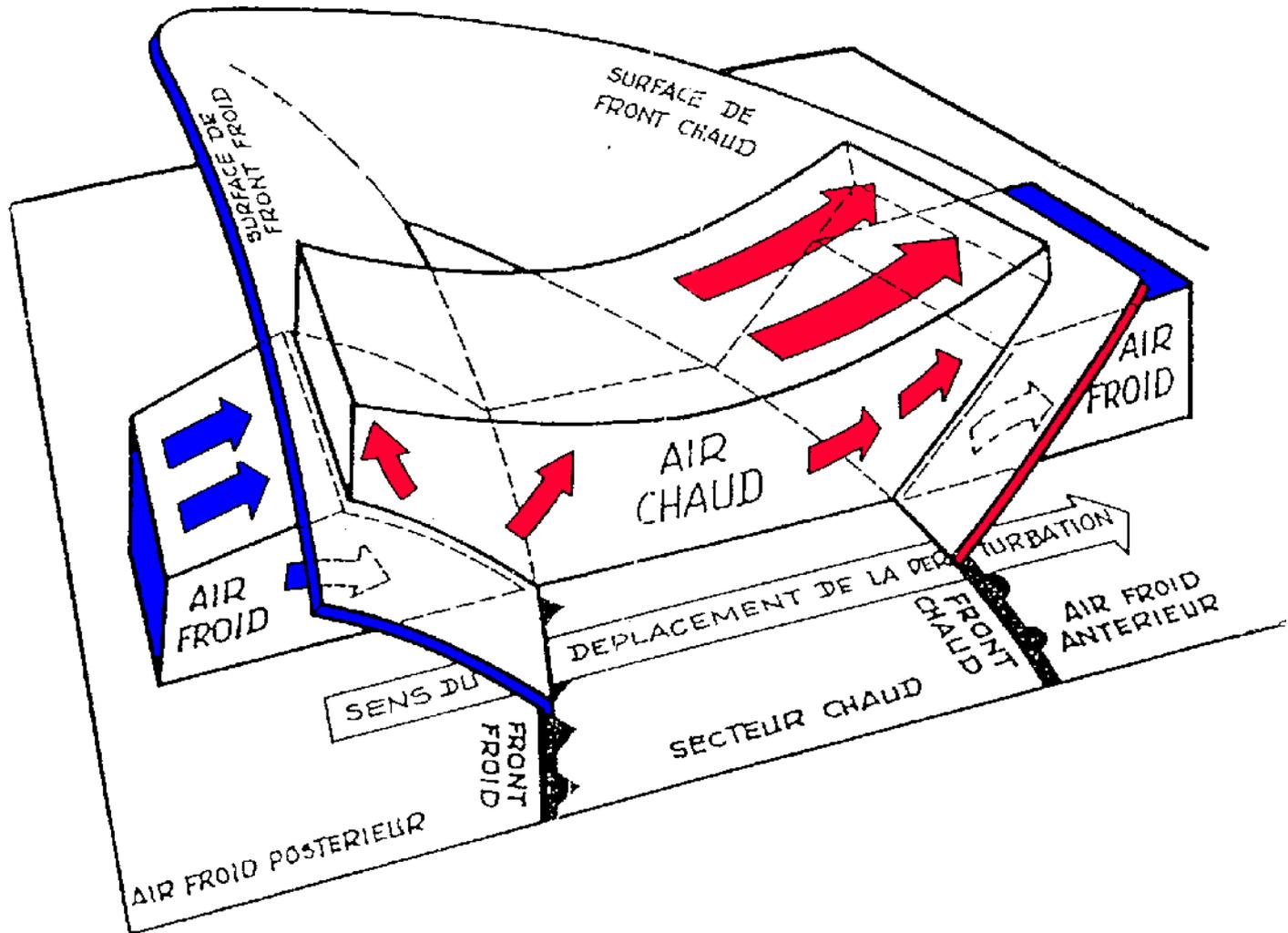
Le Front chaud



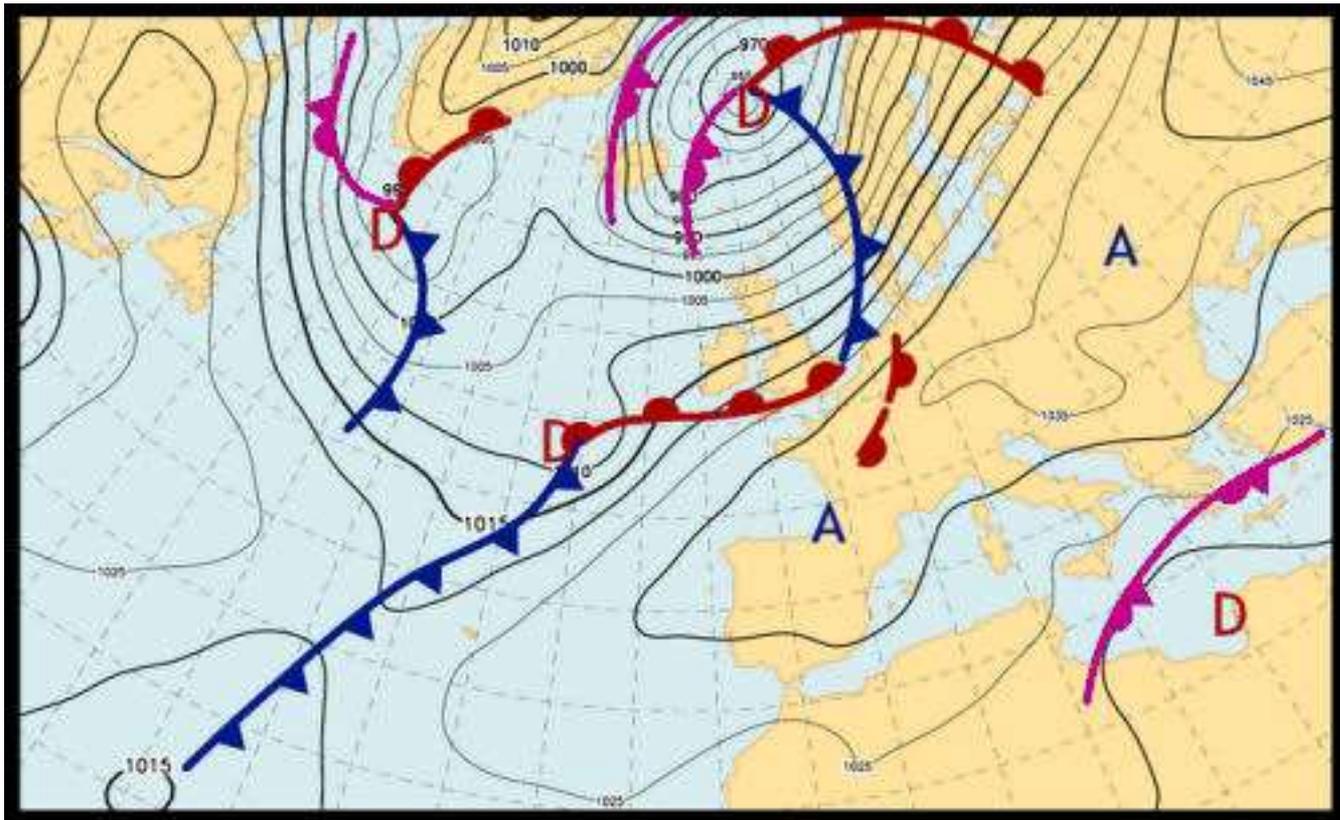
Le Front occlus



Coupe d'une perturbation



Carte des fronts





Ce que je veux savoir pour aller voler

- Vent : Forces, directions en fonction de l'altitude, choix du décollage.
- Température : Au sol, en altitude.
- Masse d'air : Stable, instable en fonction de l'altitude, plafond, nébulosité, développement verticaux, risque d'orage, vitesse des ascendances.

Température de l'air dans la troposphère

- Température de l'air diminue avec l'altitude mais de façon moins régulière que la pression. En moyenne elle diminue de 0.65°C par 100m. Mais selon les couches, elle peut diminuer plus, rester constante ou même augmenter.

Température de l'air avec MeteoCiel

Prévisions haute altitude à 3 jours pour Quincié-en-Beaujolais (6943

Mode simple || Mode neige avancé || Mode haute altitude || Tendances 7 jours || Diagramm
Réactualisé à 18:00

Jour	Heure	Températures (°C)						Geopotential (dam)					Vent (km/h)					
		2m	z850	z800	z700	z600	z500	z850	z800	z700	z600	z500	2m	z850	z800	z700	z600	z500
Mar 01	17:00	22.7	15.7	12.7	6.7	-1.5	-12.3	153	204	315	440	582	10	50	55	65	75	70
	20:00	20.1	14.2	11.3	5.8	-2.3	-11.6	153	204	315	439	581	10	35	45	55	65	70
	23:00	17.8	13	10.1	4.7	-1.9	-11.4	154	205	315	439	582	10	30	40	50	55	55
Mer 02	02:00	16.9	12.1	9.4	4.3	-1.6	-10.7	154	205	315	439	581	5	20	35	50	50	55
	05:00	16.7	11.8	9.5	4.1	-2.4	-10.5	153	204	314	438	580	5	15	35	55	55	55
	08:00	16.4	12	8.9	3.8	-2.4	-10.9	153	203	313	437	579	5	20	35	55	60	70
	11:00	19	12.5	9.2	3.4	-2.4	-11.5	153	204	314	437	580	5	20	35	55	65	70
	14:00	21.2	13.1	10.4	4.5	-3.2	-11.7	152	203	313	437	579	5	25	40	45	65	65
	17:00	19.3	13.9	11.1	4.6	-2.7	-12.4	151	202	312	436	578	10	35	50	55	55	70
	20:00	17.8	13.3	10.6	4.3	-3.1	-11.8	150	201	311	435	577	5	40	50	65	65	65
	23:00	15.2	12.6	10	4.7	-2.6	-11.2	150	200	310	434	577	0	35	55	60	70	75

Z950 -> 500m
Z900 -> 1000m
Z850 -> 1500m
Z800 -> 2000m
Z700 -> 3000m

...

Gradient de température

- $<0.6^{\circ}\text{C}$ pour 100m thermique faible
- Entre 0.6 et 0.8 bon thermique
- $>0.8^{\circ}\text{C}$ thermique fort et petit, c'est très souvent « Rock'n'roll »

Meteo-parapente.com

Prévisions météo pour le Vol Libre - *Experimental*

Jeudi 07 Vendredi 08 Samedi 09 Updating Dimanche 21% ☹️ ↻

NEW Unité vent ▼

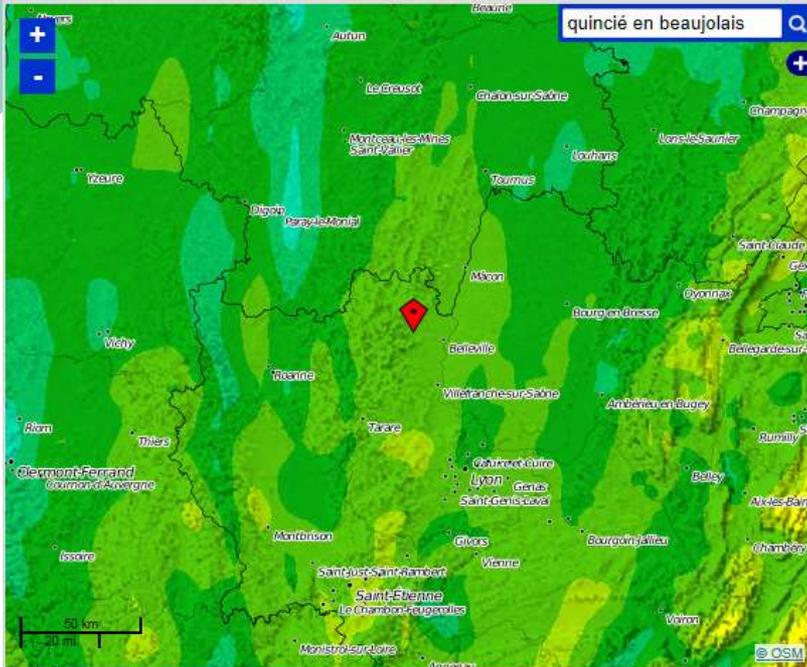
Largeur carte : 0 30 45 55 70 100 %

Altitude Plafond Couche Conv ▼

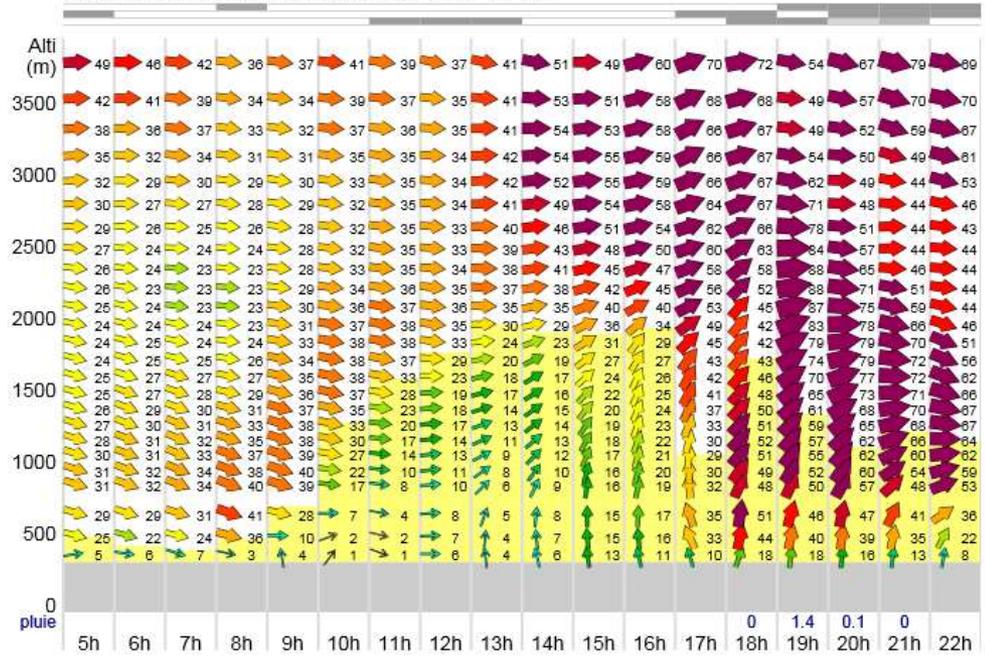
14 h

Vent / Alti Emagramme Bulletin Aide Votre Avis

quincié en beaujolais



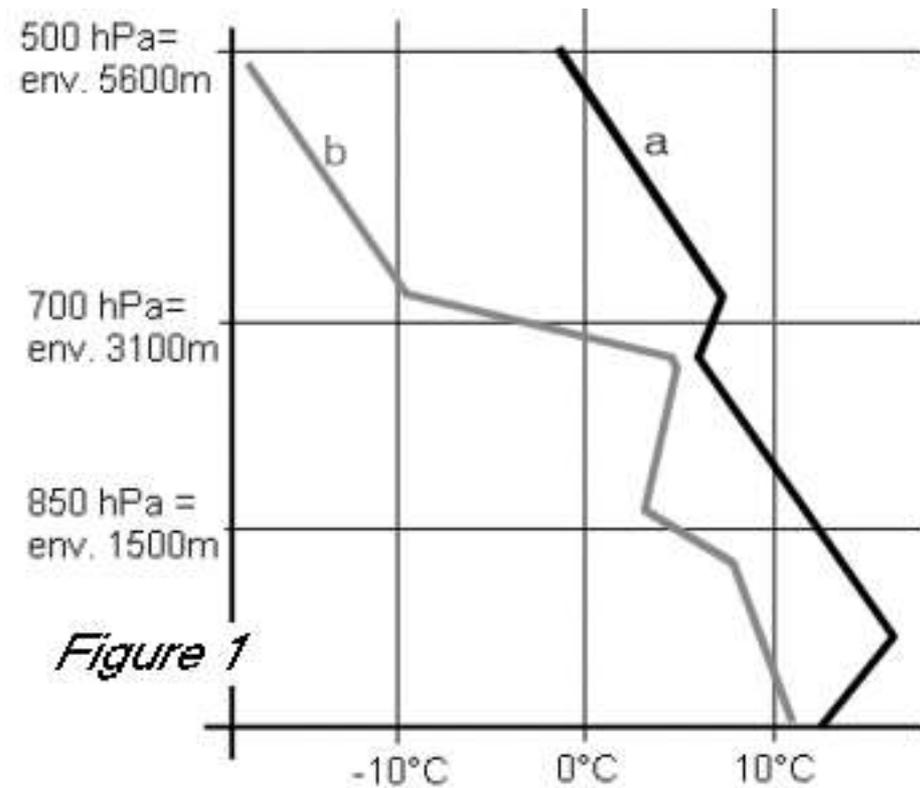
Rognon, Rhône, FR - 20131109 - km/h - UTC+1



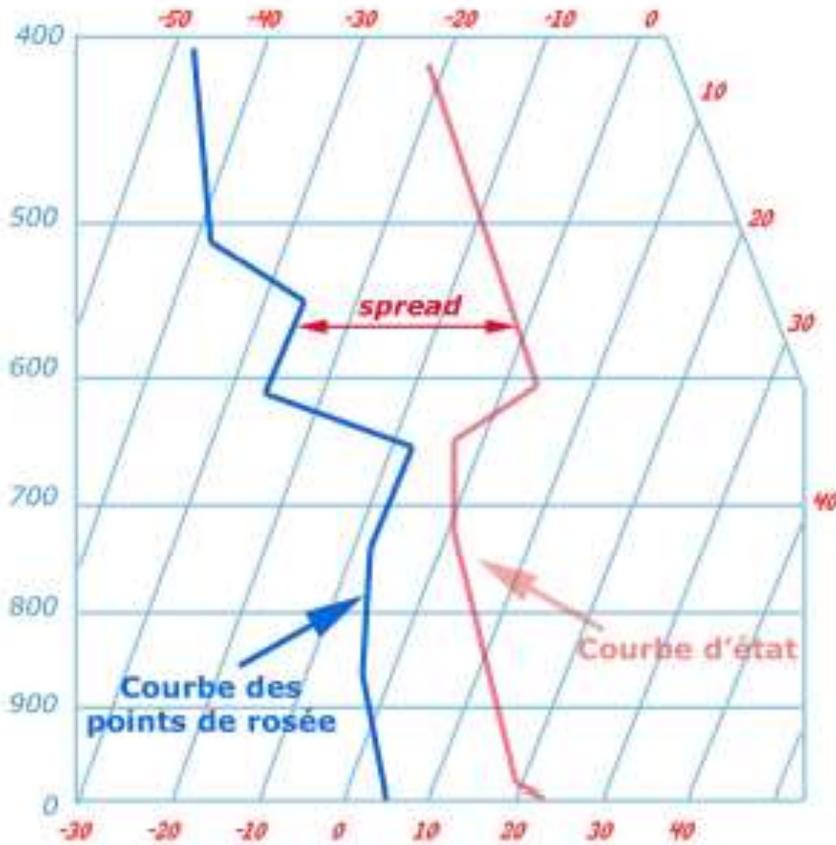
L'humidité de l'air (ce qui faut retenir)

- Dans des conditions définies de pression et de température, l'air atmosphérique ne peut contenir qu'une certaine quantité d'eau sous forme de vapeur. Au delà il y a saturation : eau sous forme liquide.
- Point de condensation : conditions de température ou de pression pour lesquelles une particule d'air devient saturée en humidité. Une part de l'humidité contenue sous forme de vapeur devient liquide.
- Point de rosée : A pression constante, l'abaissement de la température d'une particule d'air atmosphérique conduit à sa saturation.

L'Emagramme

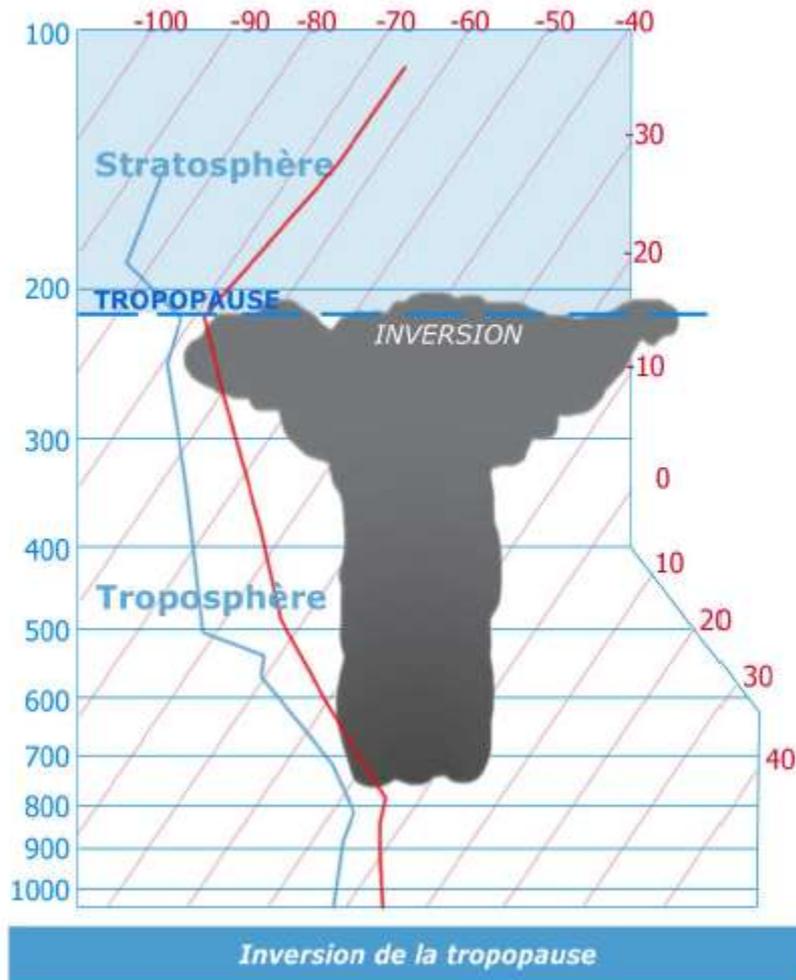


Courbe d'humidité ou des points de rosée



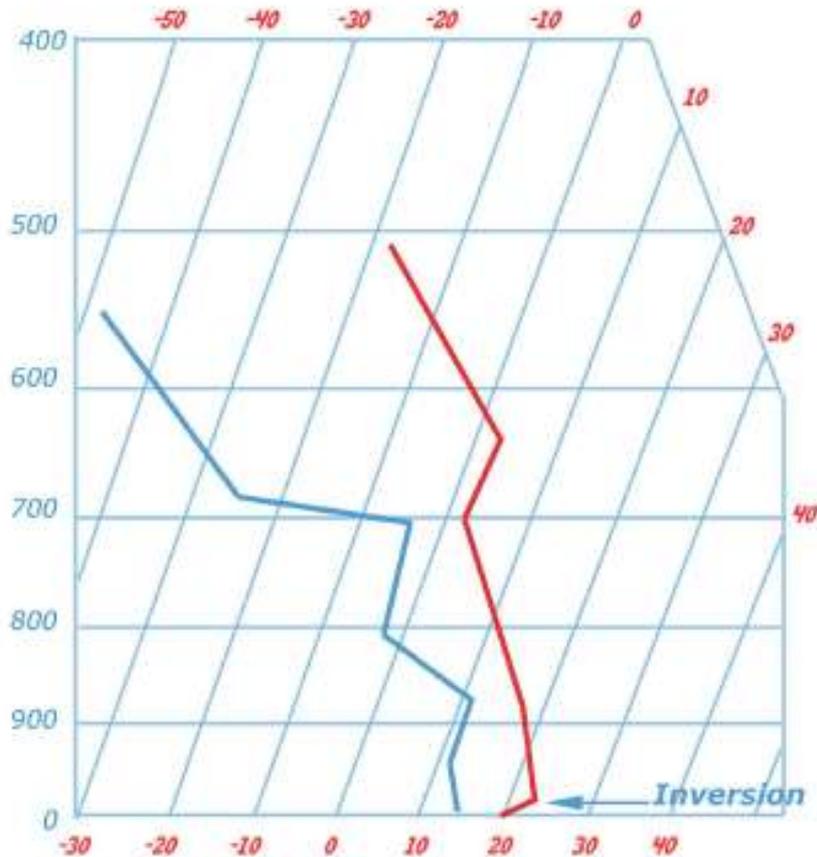
- Ecart de 15 °C -> humidité très faible.
- Ecart de 7-8 °C -> humidité moyenne.
- Ecart de 2-3 °C -> humidité forte.
- Ecart de 0 °C -> Condensation et présence de brouillard ou nuage.

Inversion dans la troposphère



- La tropopause est la ligne imaginaire qui sépare la troposphère, culminant vers 11 à 12000 m (200 hPa) à notre latitude, de la couche supérieure appelée **stratosphère**. Au niveau de la tropopause, la température qui décroissait devient constante et voisine de -60°C .

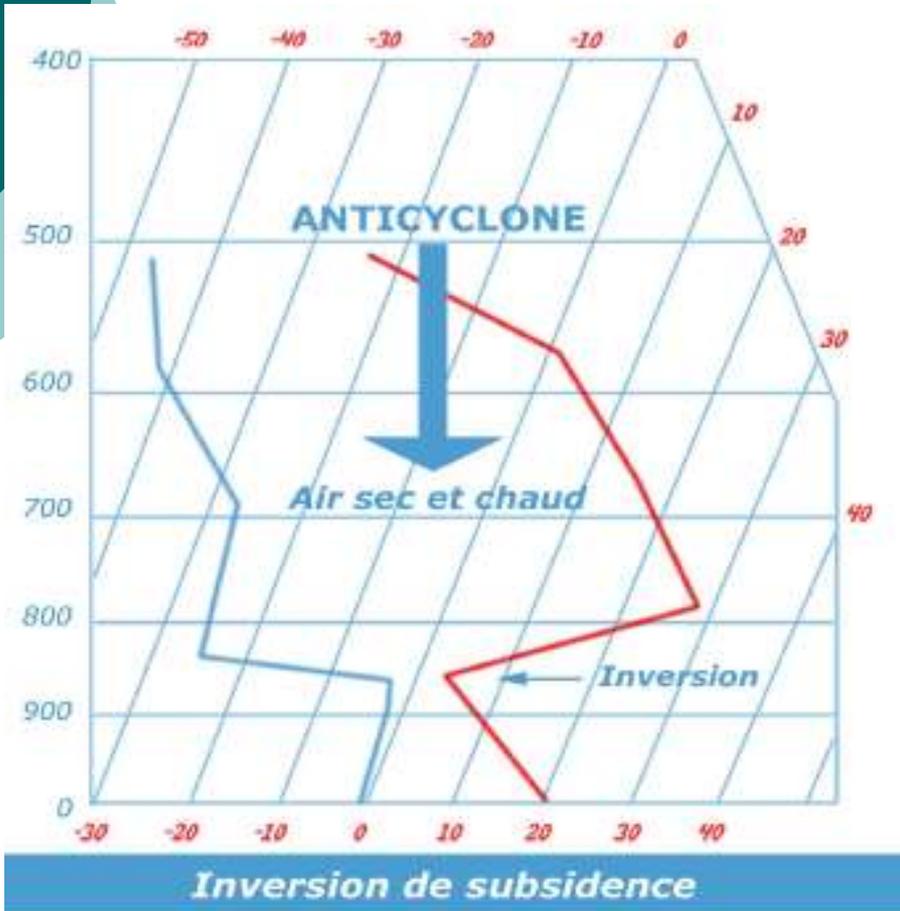
L'inversion de rayonnement



Elle se forme près du sol (couche de 100 à 200m), par nuit très claire et sans vent. Le sol perd la chaleur accumulée au cours de la journée par rayonnement infrarouge. Elle caractérise souvent l'étiogramme matinal. Vous aurez donc peu de chance de la trouver sur l'étiogramme calculé de 13 ou 14 heures que vous utiliserez régulièrement. On l'appelle aussi « inversion nocturne »

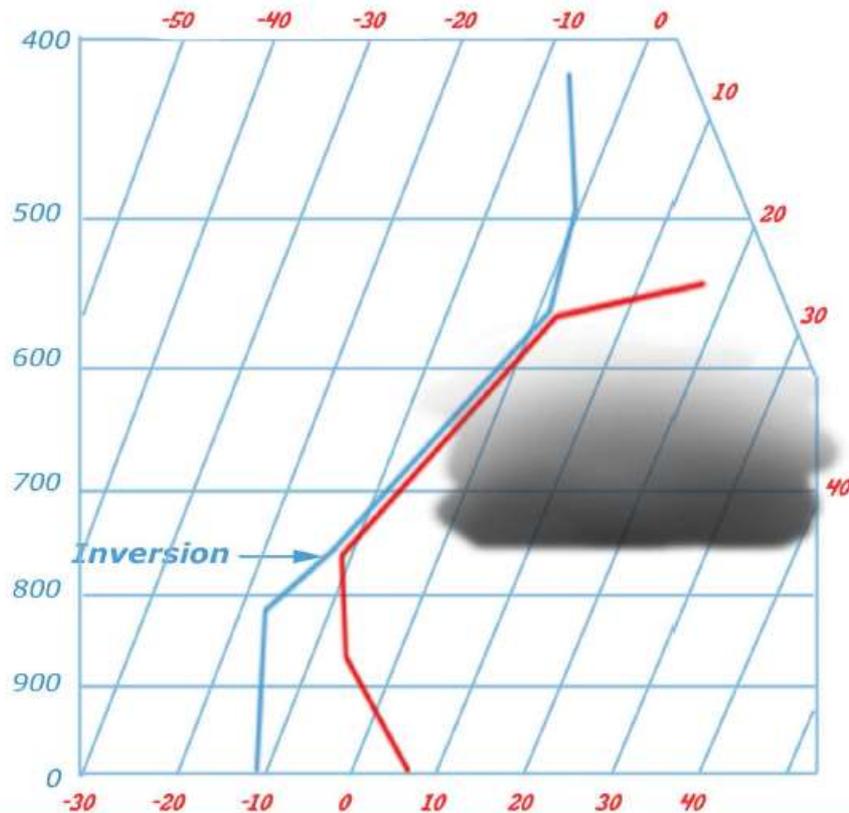
Inversion de rayonnement ou nocturne

Inversion de subsidence



- En météorologie, on appelle « subsidence » un mouvement descendant de masse d'air à grande échelle. Elle est due à des arrivées anticycloniques et affecte la couche située entre 2000 m et 6000 m. En descendant, l'air se comprime, donc s'échauffe et s'assèche. En période hivernale, cette inversion peut descendre très bas, et s'il y a assez d'humidité sous l'inversion, on a formation de brouillard.

Inversion de front



Inversion de front

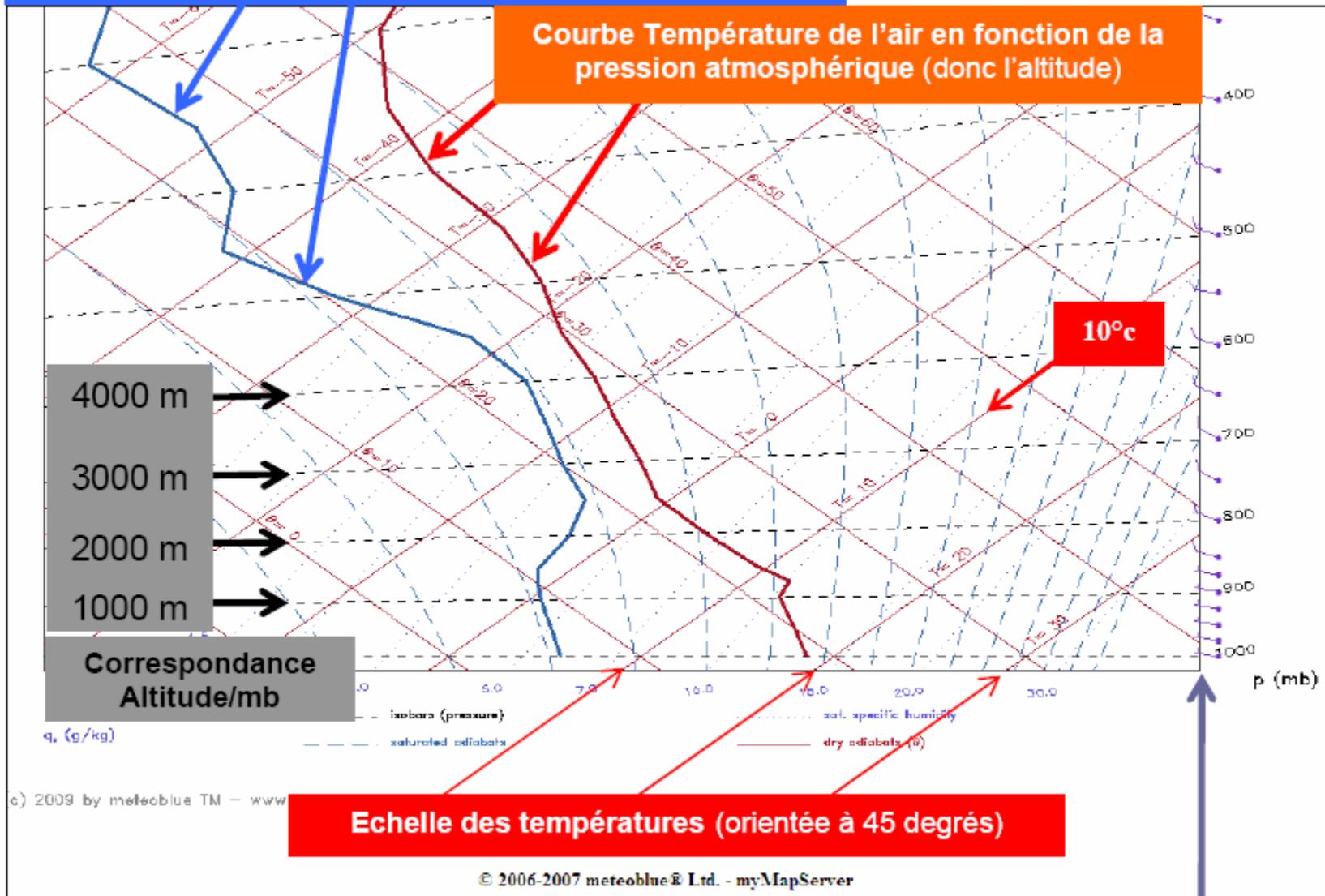
Se produit lorsque de l'air chaud et humide (front chaud) passe au-dessus d'une masse d'air froid immobile. L'inversion apparaît au niveau de la surface frontale avec une couche saturée en humidité, donc présence de nuages qui s'étalent

Quelques règles

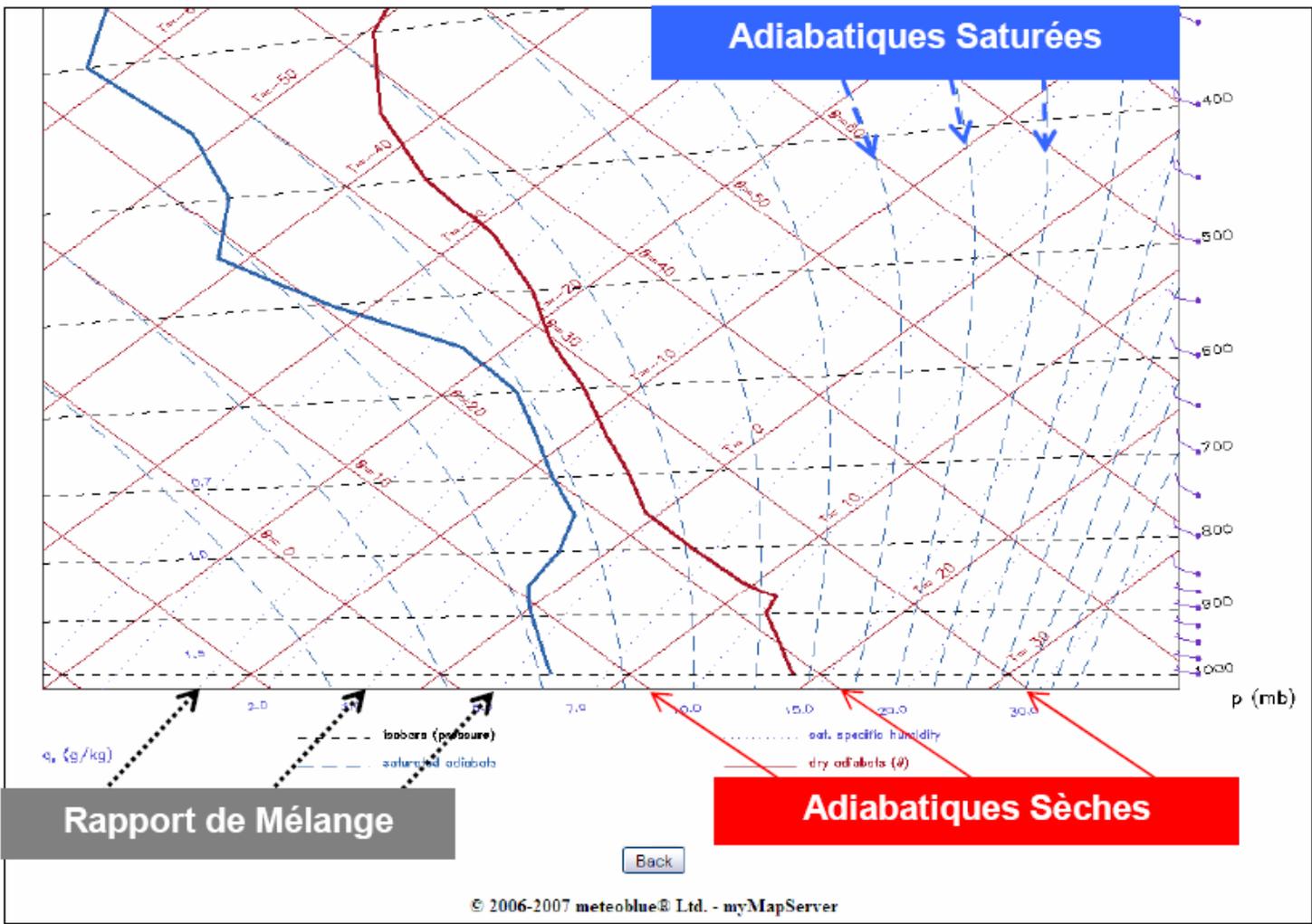
- Utiliser la prévision d'épigramme (type météorologique) plutôt que les sondages de la veille.
- Acquérir de la dextérité avec l'outil
- L'échéance de la prévision
- Le modèle GFS/WRF
- Les situations locales

Courbe Température de Condensation de l'air en fonction de la pression atmosphérique (donc l'altitude)

Courbe Température de l'air en fonction de la pression atmosphérique (donc l'altitude)



Vitesse et orientation du vent en fonction de la pression atmosphérique (donc l'altitude)



Adiabatique Sèche :

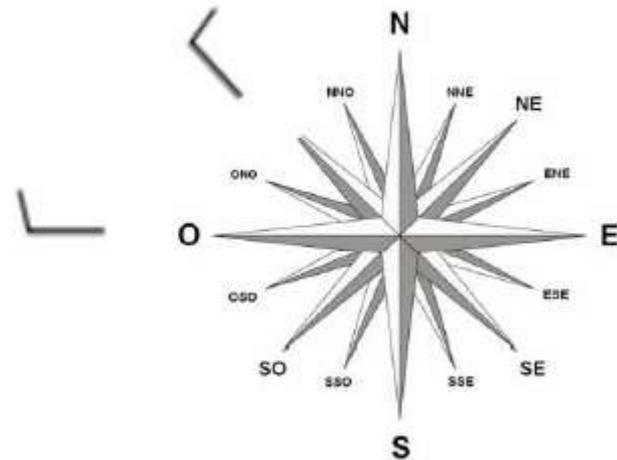
- **Vitesse de refroidissement de l'air non saturé d'humidité**
 - **1°C / 100 m (environ 10°C / 1000 m)**

Adiabatique Saturée :

- **Vitesse de refroidissement de l'air saturé d'humidité (condensation)**
 - **0,5°C / 100m (environ 5°C / 1000m)**

Vitesse du vent 1 nœud = 1.85 km

symbol	nœuds
○	0-2
└	3-7
└└	8-12
└└└	13-17
└└└└	18-22

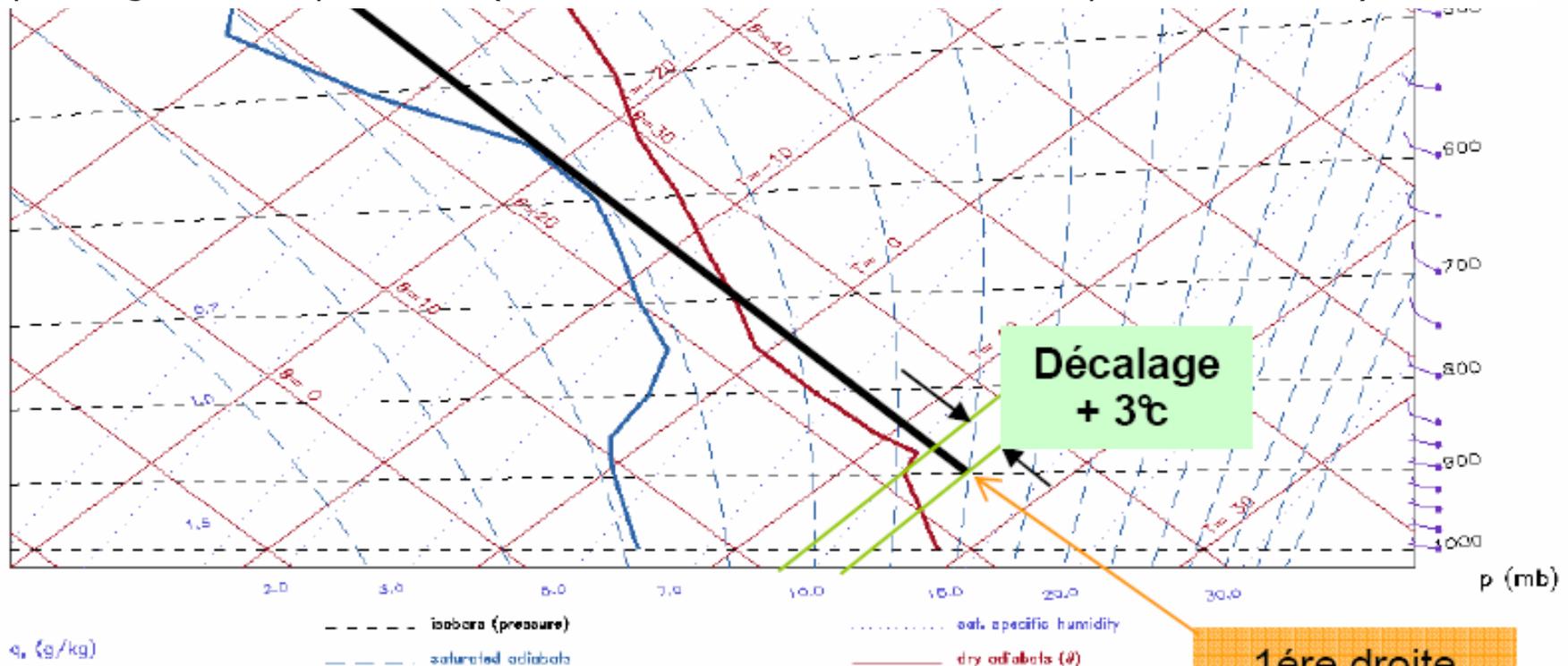


Se décaler d'au minimum 3°C par rapport aux **Droites Température** (rouge orientées à droite)

- + 3°C est l'échauffement minimum d'une « bulle » (par rapport à la température ambiante) permettant sa mise en mouvement (ascendance)
- bien considérer que cet écart de température peut s'accroître en fonction de l'heure et du lieu - ce qui explique les différences d'altitudes des plafonds rencontrés au cours d'un vol (la hauteur du relief a aussi une influence sur la hauteur du plafond)

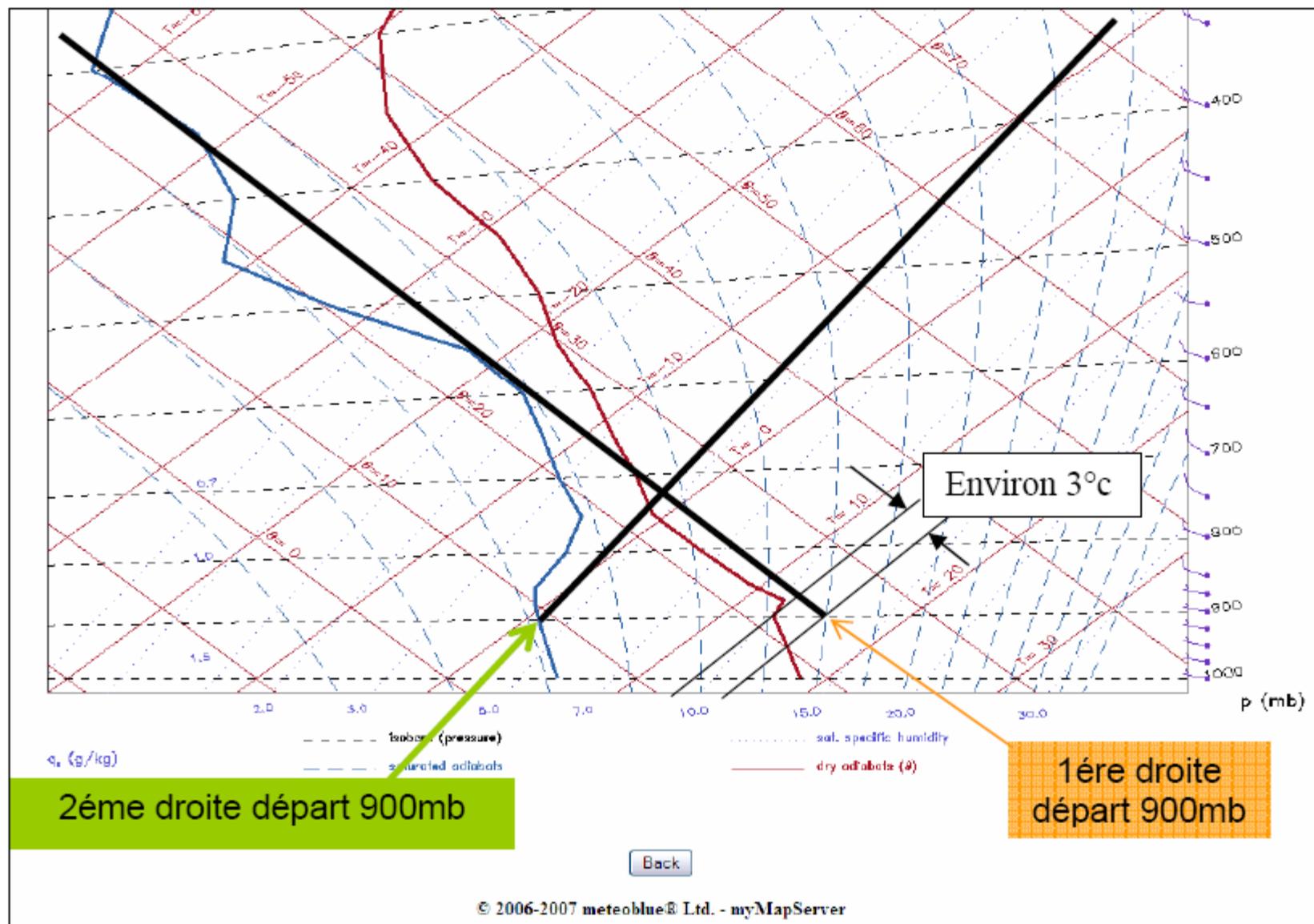
Cette 1 ère droite représente donc l'ascension d'une « bulle d'air » de température supérieure à 3°C à la température ambiante partant de [1000 m / 900mb]

Cette droite (cette bulle) suit la pente **Adiabatique Sèche**. Sans tenir compte de l'humidité contenue dans l'air, la bulle s'arrêterait à 700mb (3000m) par équilibrage des températures (intersection avec la courbe de température de l'air)

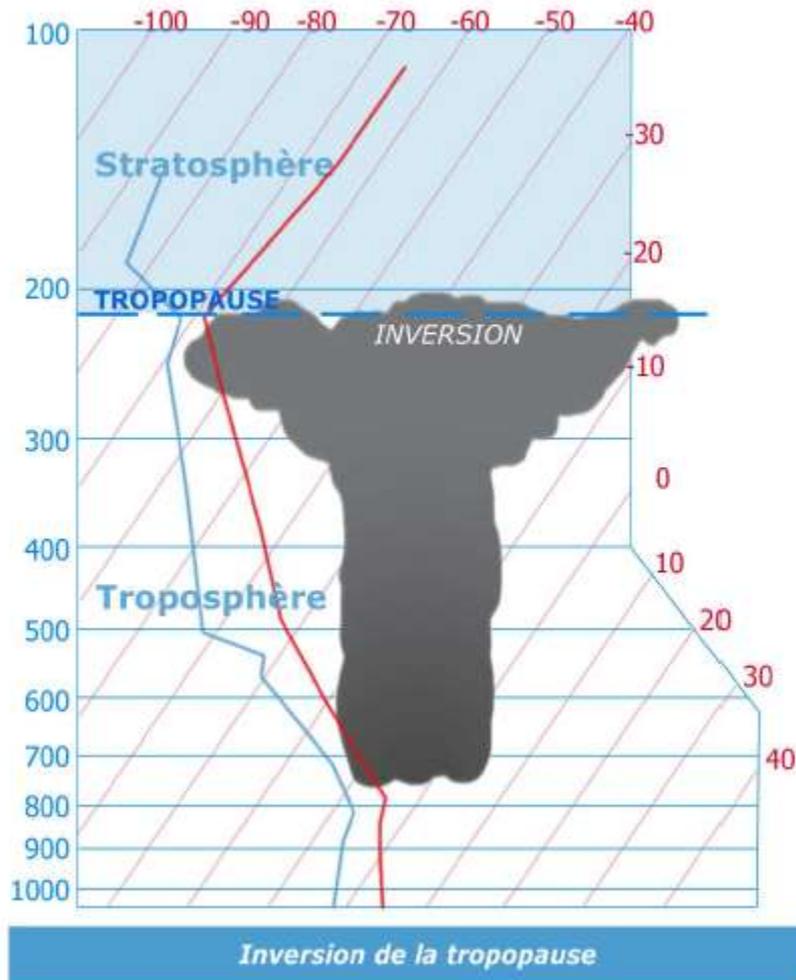


1ère droite
départ 900mb

Tracer une droite parallèle aux droites **Rapport de mélange** en partant de l'intersection de la courbe de **Température de Condensation** avec l'altitude [1000m / 900mb]

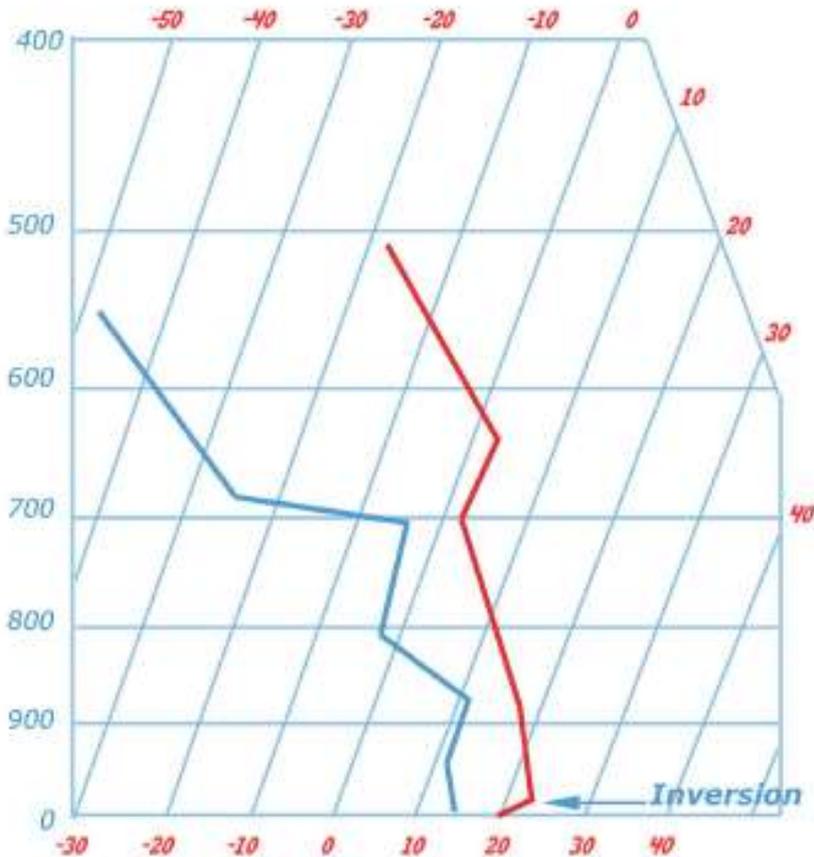


Inversion dans la troposphère



- La tropopause est la ligne imaginaire qui sépare la troposphère, culminant vers 11 à 12000 m (200 hPa) à notre latitude, de la couche supérieure appelée **stratosphère**. Au niveau de la tropopause, la température qui décroissait devient constante et voisine de -60°C .

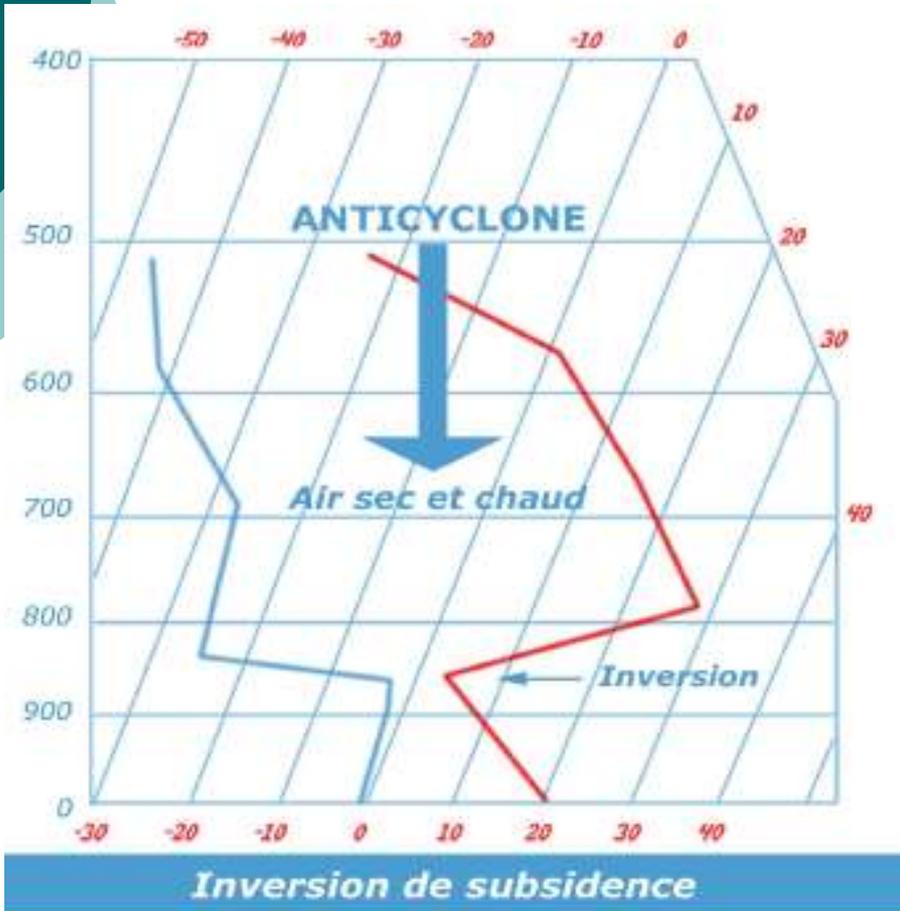
L'inversion de rayonnement



Elle se forme près du sol (couche de 100 à 200m), par nuit très claire et sans vent. Le sol perd la chaleur accumulée au cours de la journée par rayonnement infrarouge. Elle caractérise souvent l'étiogramme matinal. Vous aurez donc peu de chance de la trouver sur l'étiogramme calculé de 13 ou 14 heures que vous utiliserez régulièrement. On l'appelle aussi « inversion nocturne »

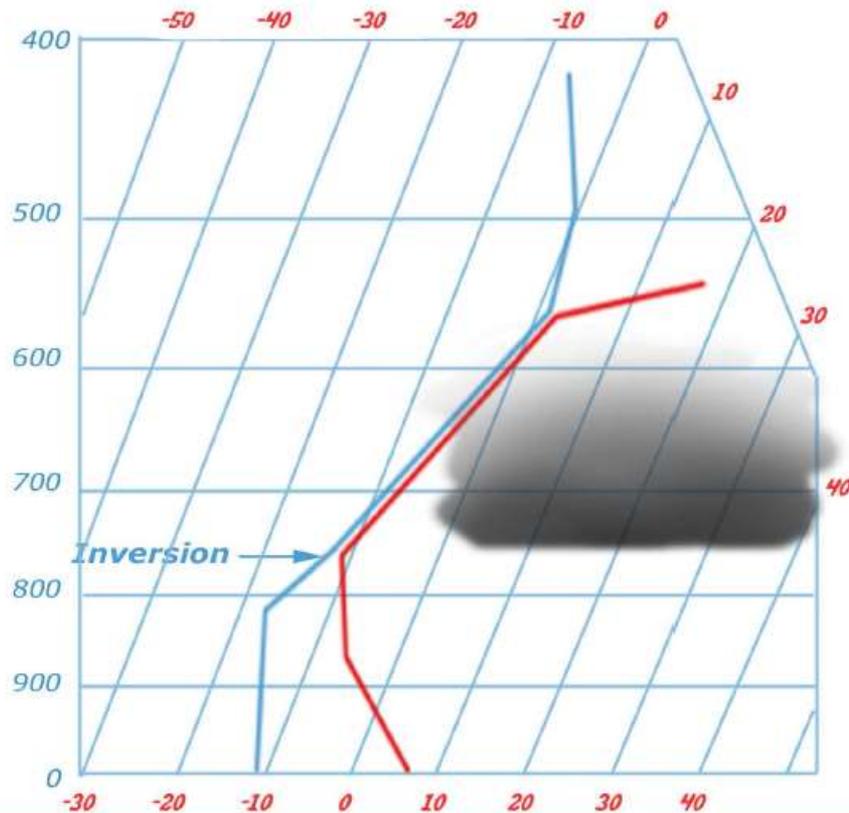
Inversion de rayonnement ou nocturne

Inversion de subsidence



- En météorologie, on appelle « subsidence » un mouvement descendant de masse d'air à grande échelle. Elle est due à des arrivées anticycloniques et affecte la couche située entre 2000 m et 6000 m. En descendant, l'air se comprime, donc s'échauffe et s'assèche. En période hivernale, cette inversion peut descendre très bas, et s'il y a assez d'humidité sous l'inversion, on a formation de brouillard.

Inversion de front



Inversion de front

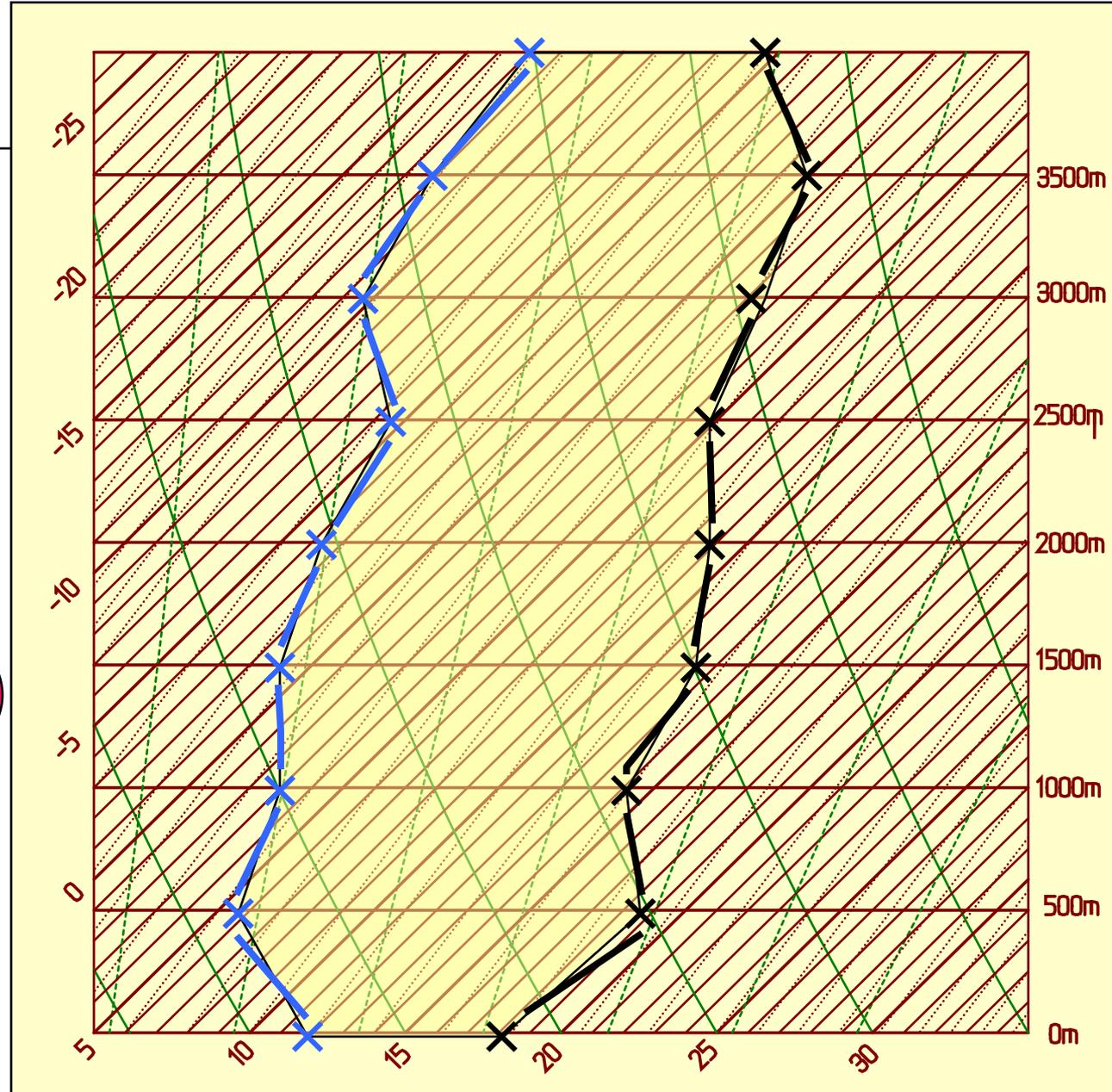
Se produit lorsque de l'air chaud et humide (front chaud) passe au-dessus d'une masse d'air froid immobile. L'inversion apparaît au niveau de la surface frontale avec une couche saturée en humidité, donc présence de nuages qui s'étalent

L'émagramme en un clin d'œil

Gros écart
entre T et T_m :

AIR SEC,

**Thermiques
purs.**



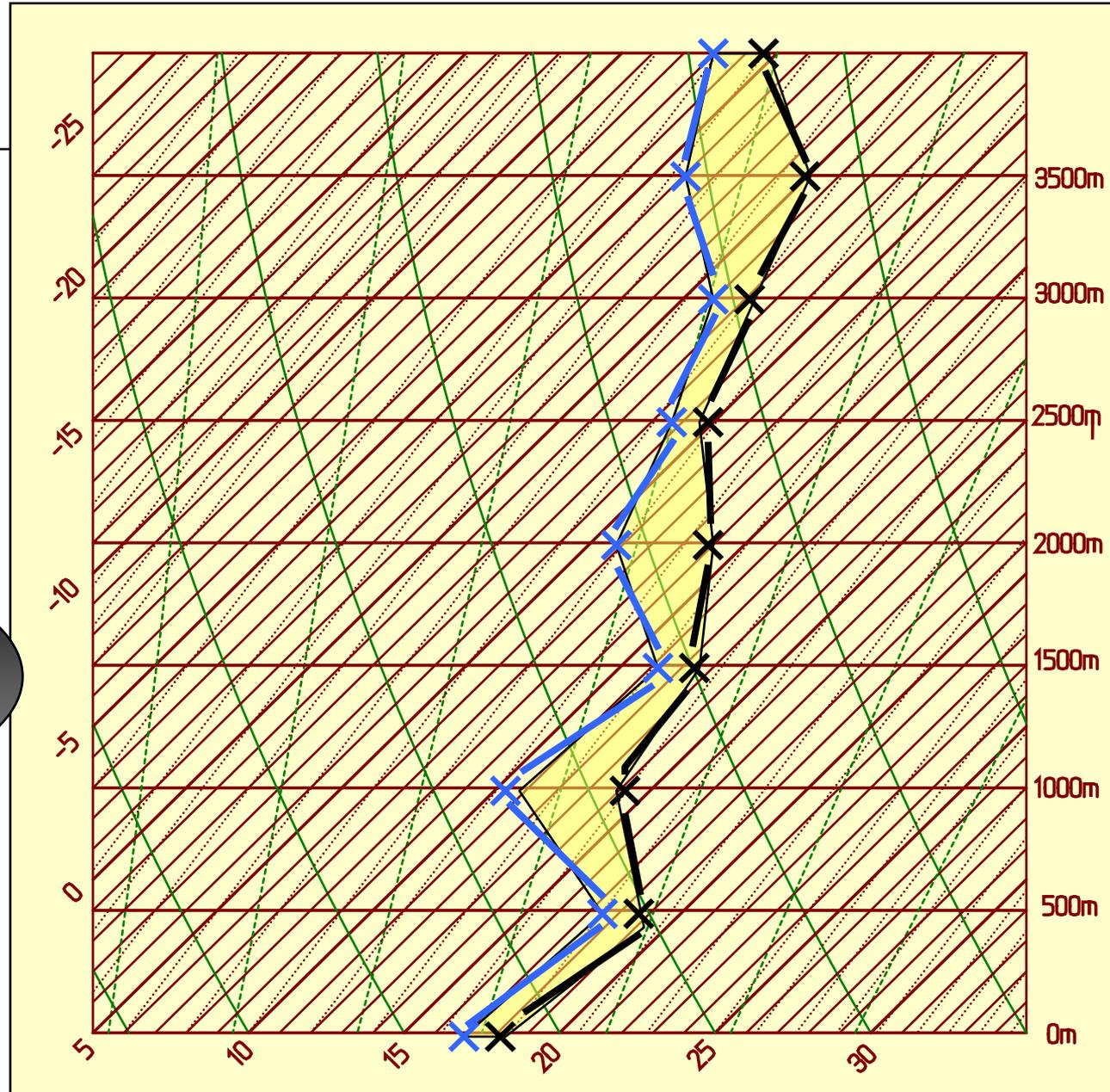
L'émagramme en un clin d'œil

Faible écart
entre T et T_m :

**AIR
HUMIDE:**

ciel chargé,

plafond bas.



L'inversion de « subsidence ».

Apparaît lorsque des hautes pressions sont présentes en altitude.

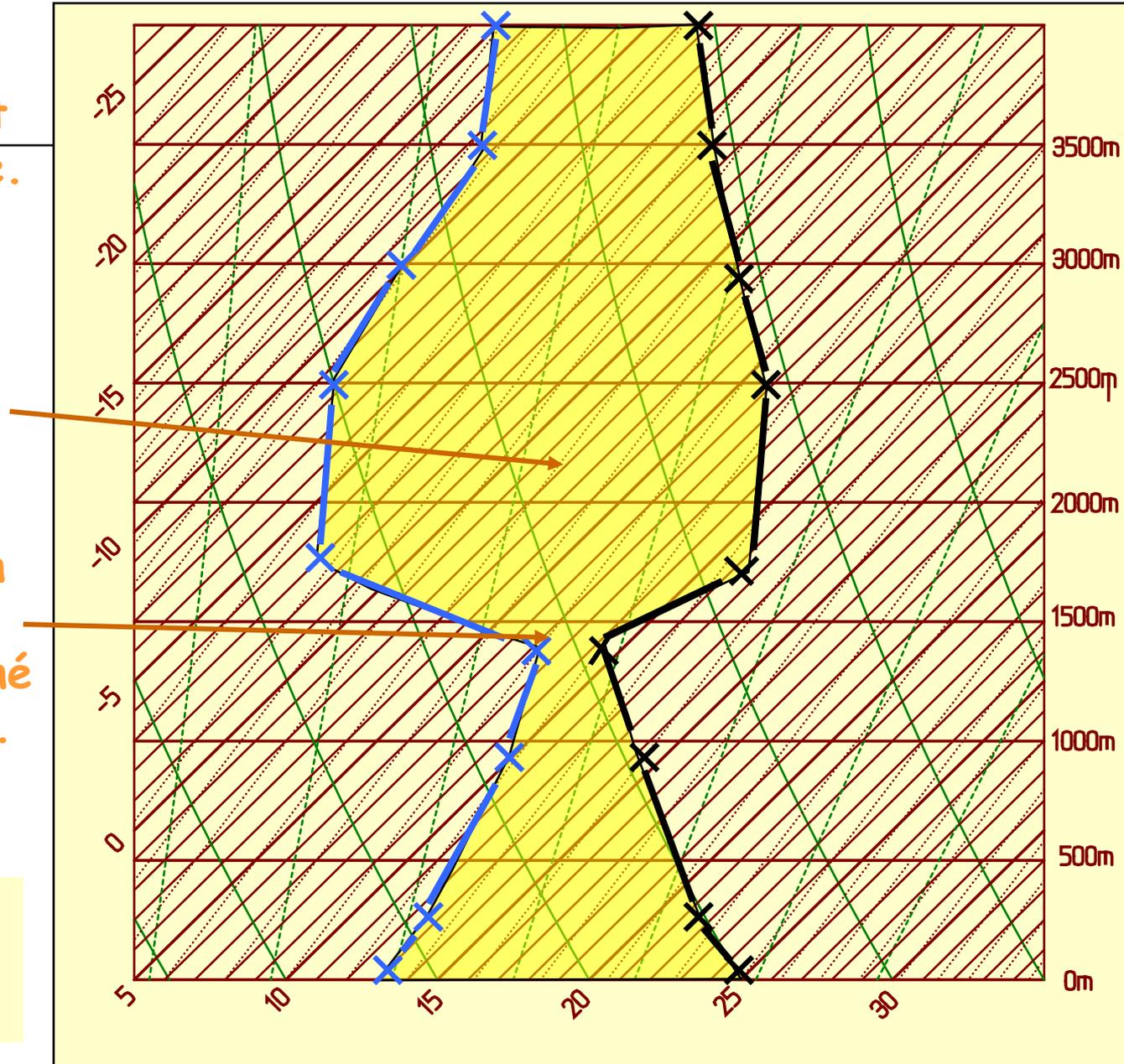
Reconnaissable à la présence:

- * d'air relativement chaud et sec en altitude.

- * d'une inversion bien marquée avec assèchement simultané (T et Tm s'écartent).

•Avantage:

**aucun risque
d'orage!**

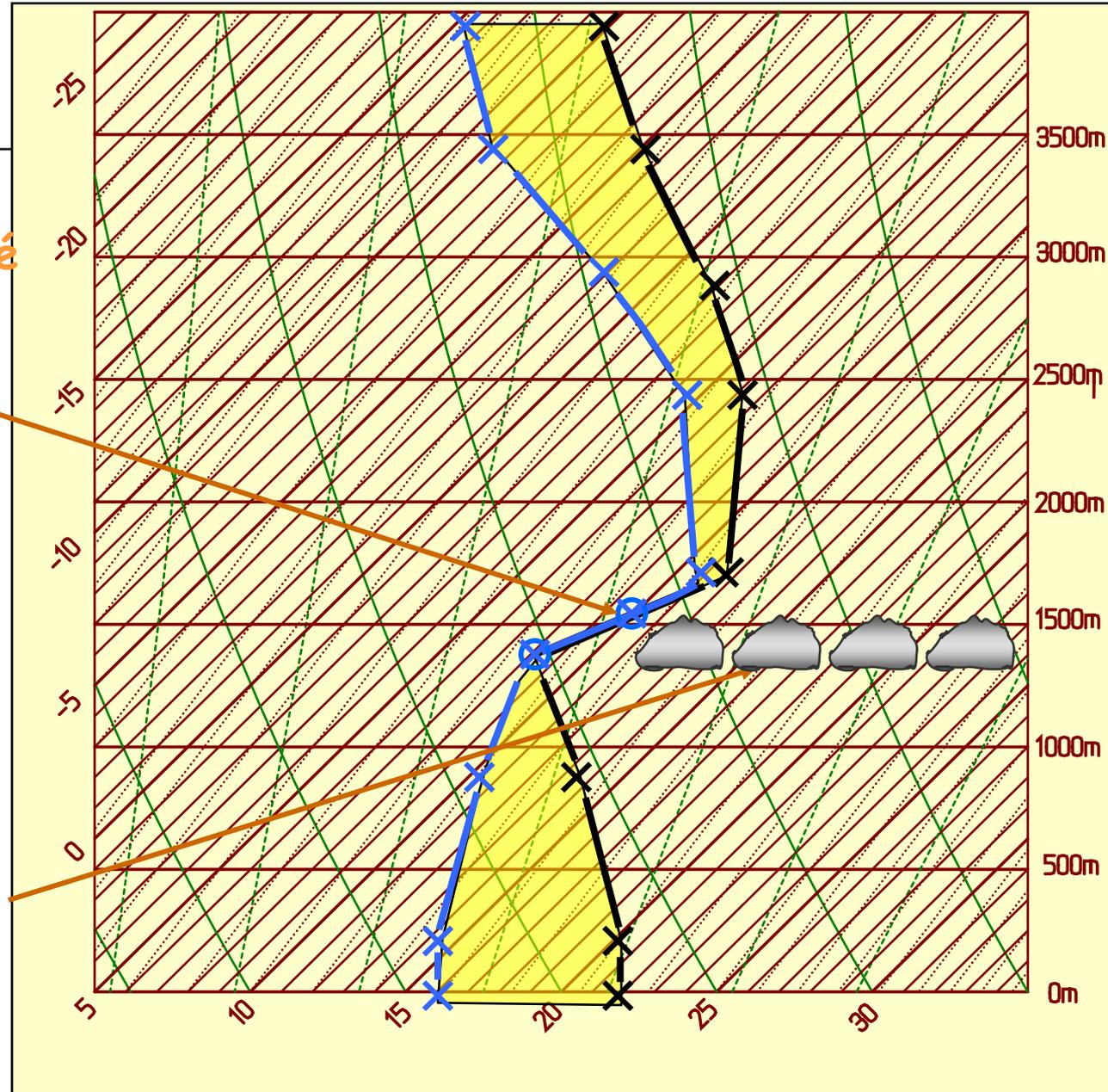


L'inversion de changement de masse d'air en altitude

Reconnaissable à l'augmentation simultanée de l'humidité dans la couche d'inversion (T et Tm proches et parallèles).

Inconvénient: elle est souvent accompagnée de nuages, pouvant gêner ou empêcher la convection.

Présence de nuages type Stratocumulus

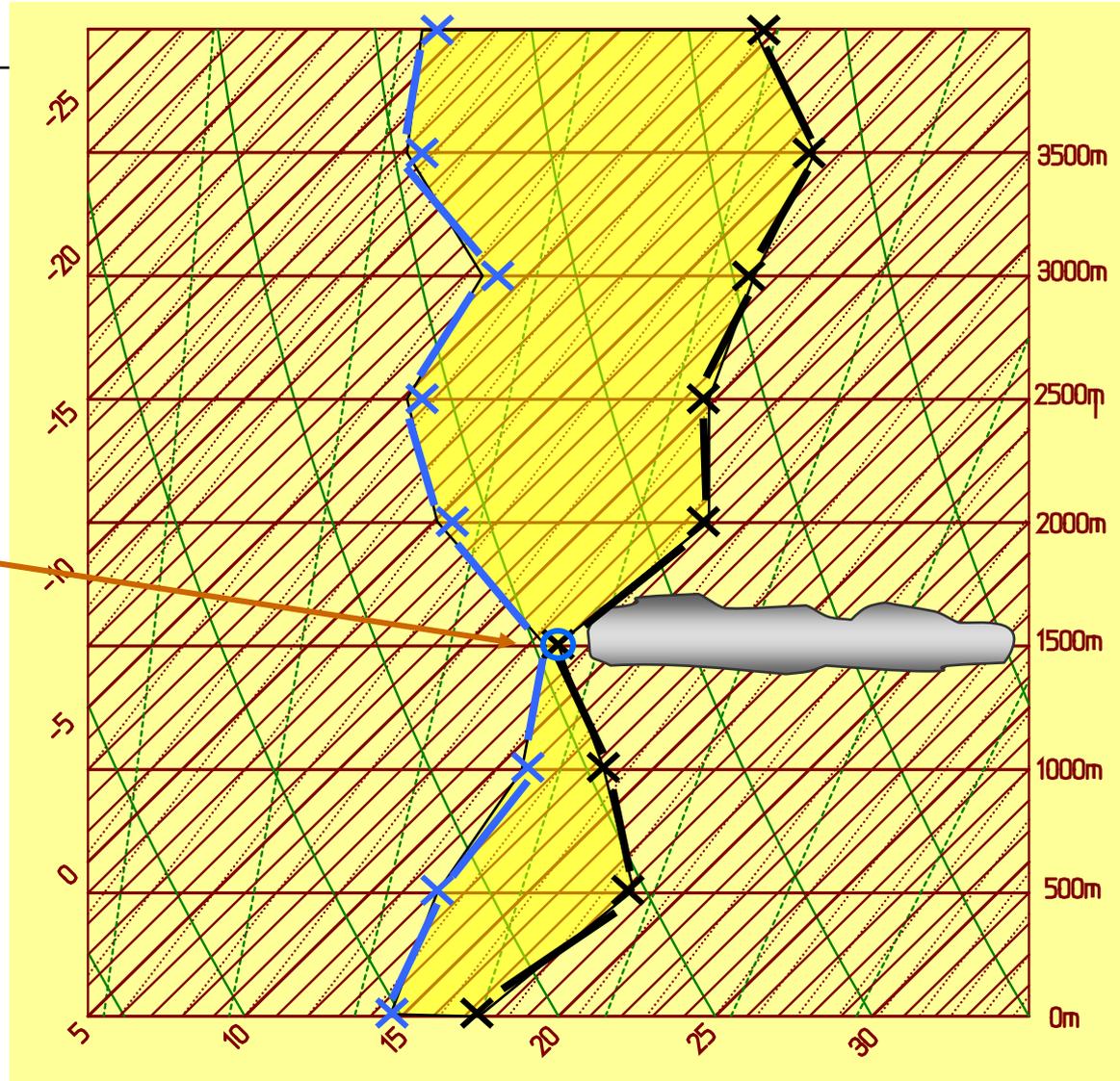


Atmosphère trop humide sous l'inversion

Si la différence entre T et T_m est trop faible dans les couches situées au-dessous de l'inversion d'altitude, il peut y avoir des...

ETALEMENTS

en cours d'après-midi.



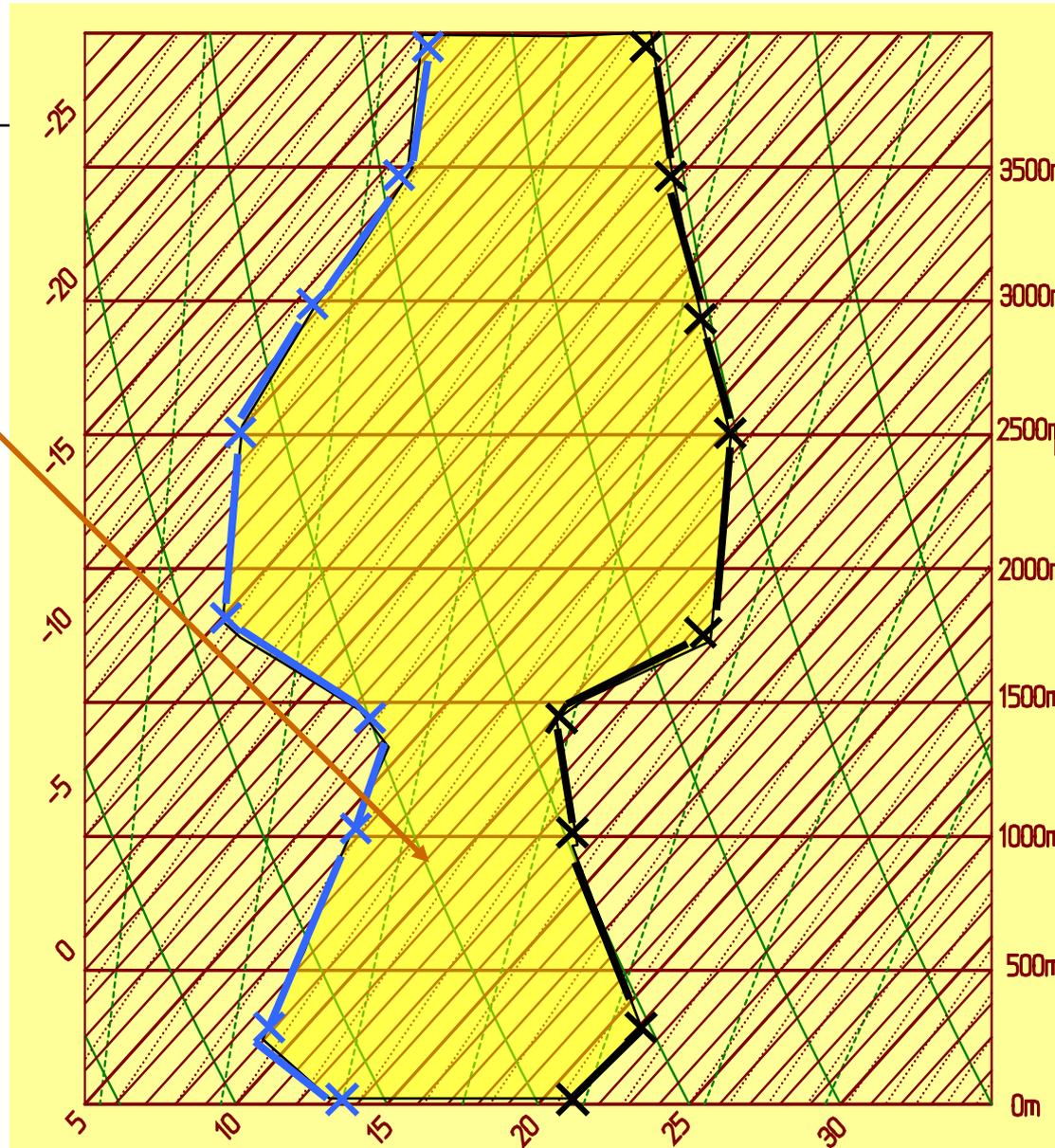
Atmosphère trop sèche sous l'inversion.

Courbes de T et Tm très écartées l'une de l'autre (air très sec)

=

convection sans Cumulus

thermiques
purs...



Le sondage matinal « idéal » !

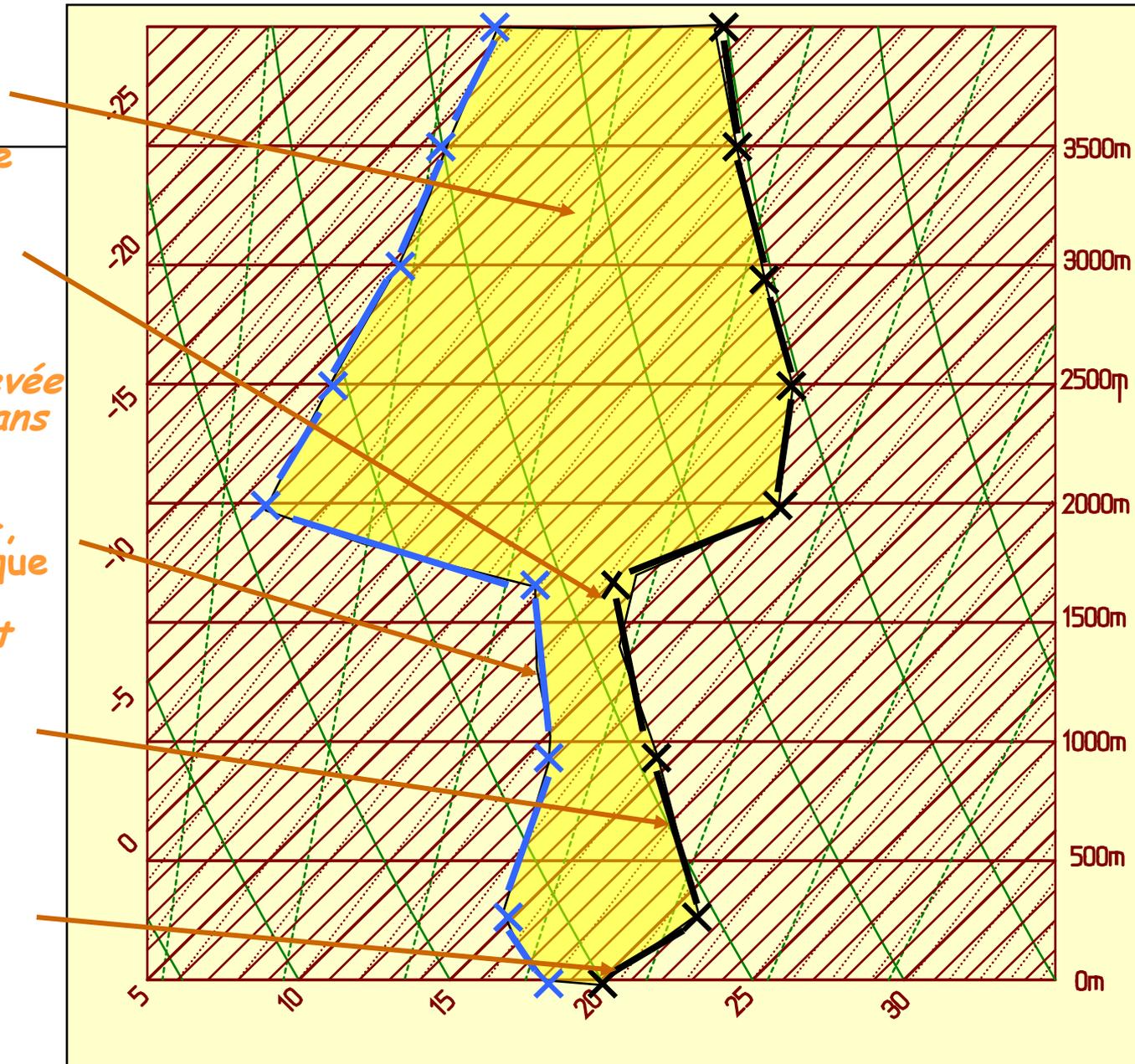
Air sec en altitude
(pas de nuage
gênant la convection).

Inversion de subsidence
bien marquée et assez
élevée.

Courbe des Tm idéale
(formation de Cumulus
possible, avec base élevée
et faible nébulosité, sans
risque d'étalement).

Courbe d'état « lisse »,
inclinée entre adiabatique
sèche et saturée
(convection régulière et
peu turbulente).

Inversion nocturne peu
épaisse (rapidement
résorbée par le
réchauffement diurne).



Thermique ou pas

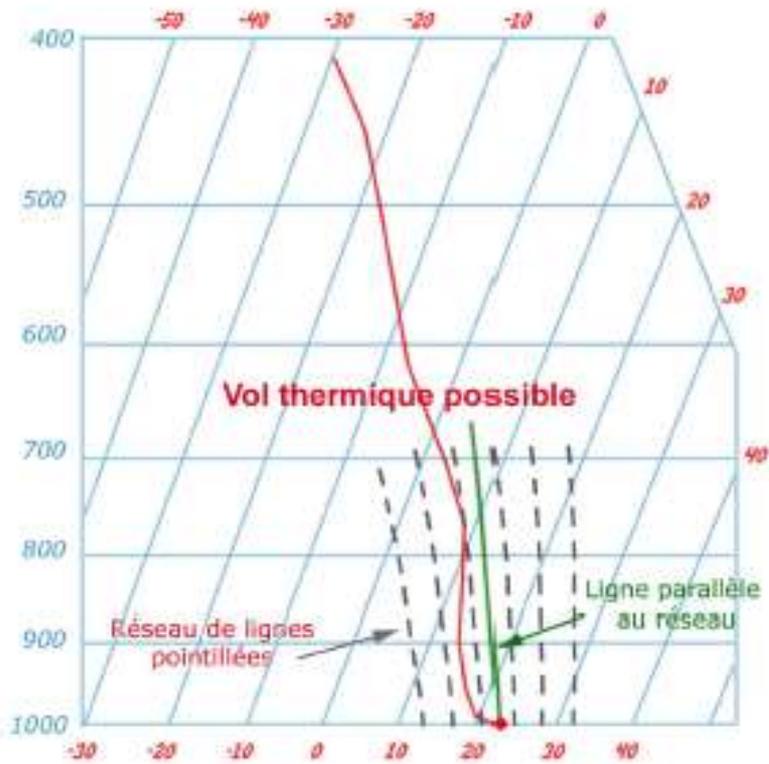


Fig. 7A Bon. Courbe de température à gauche.

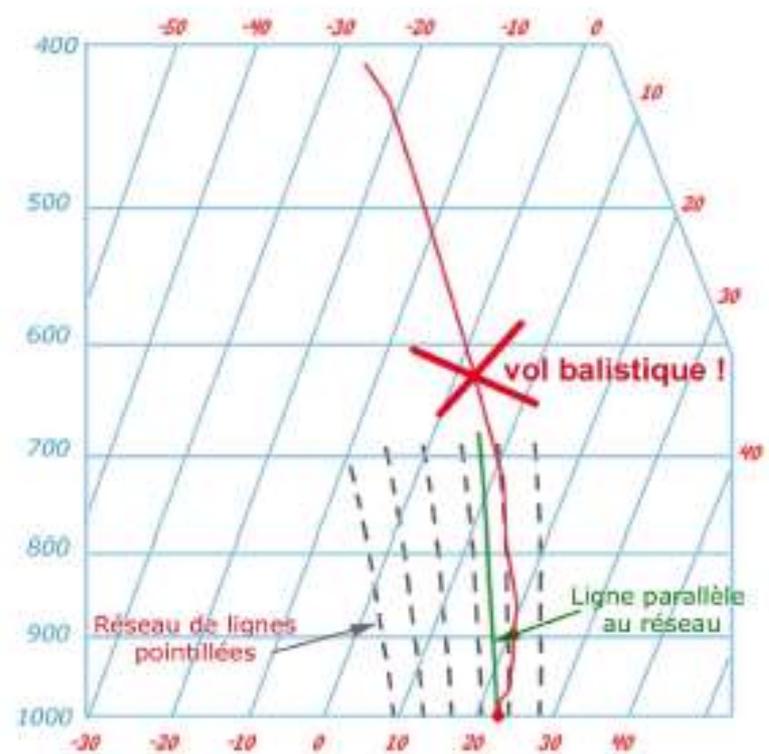
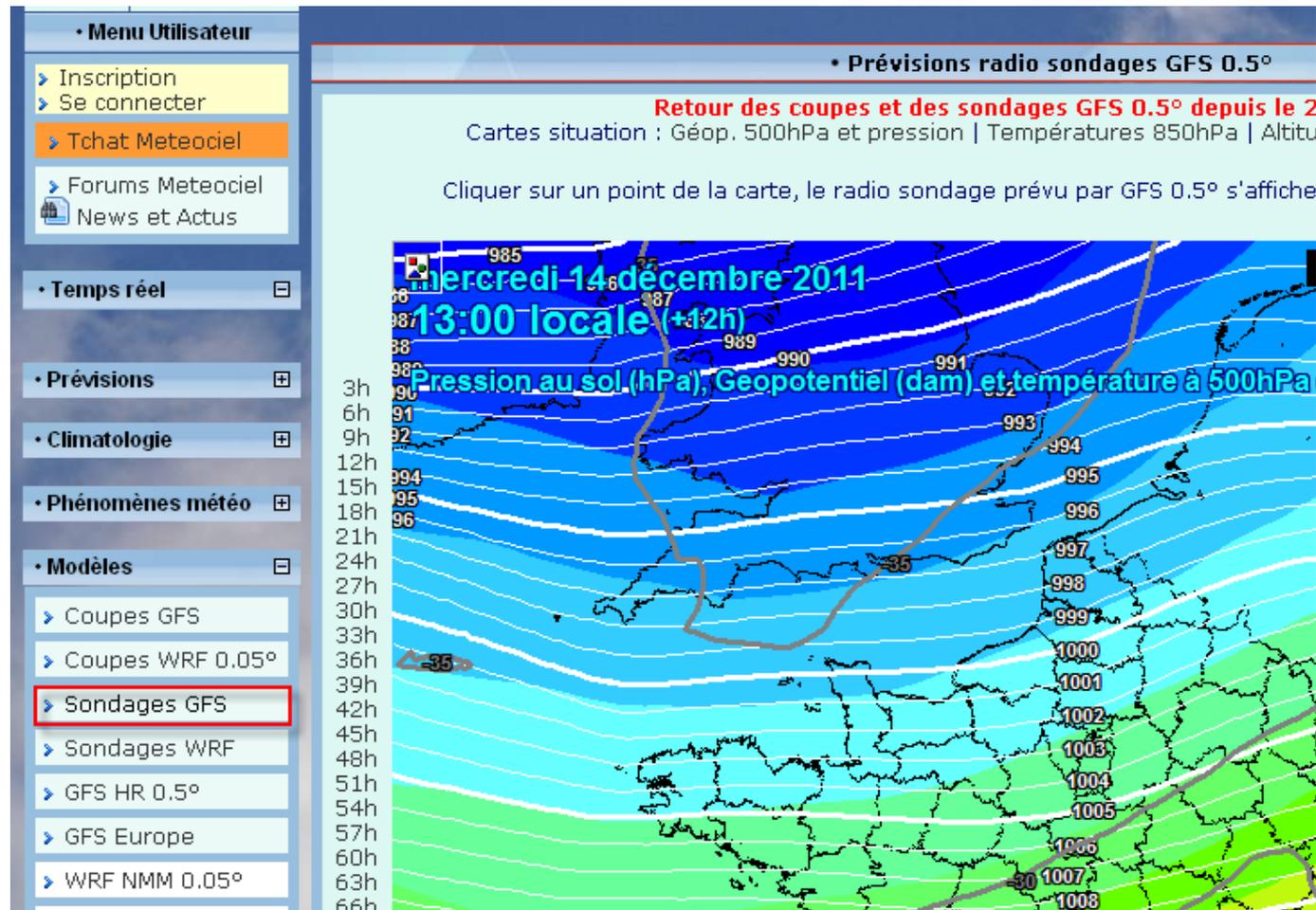


Fig. 7B Mauvais. Courbe de température à droite.

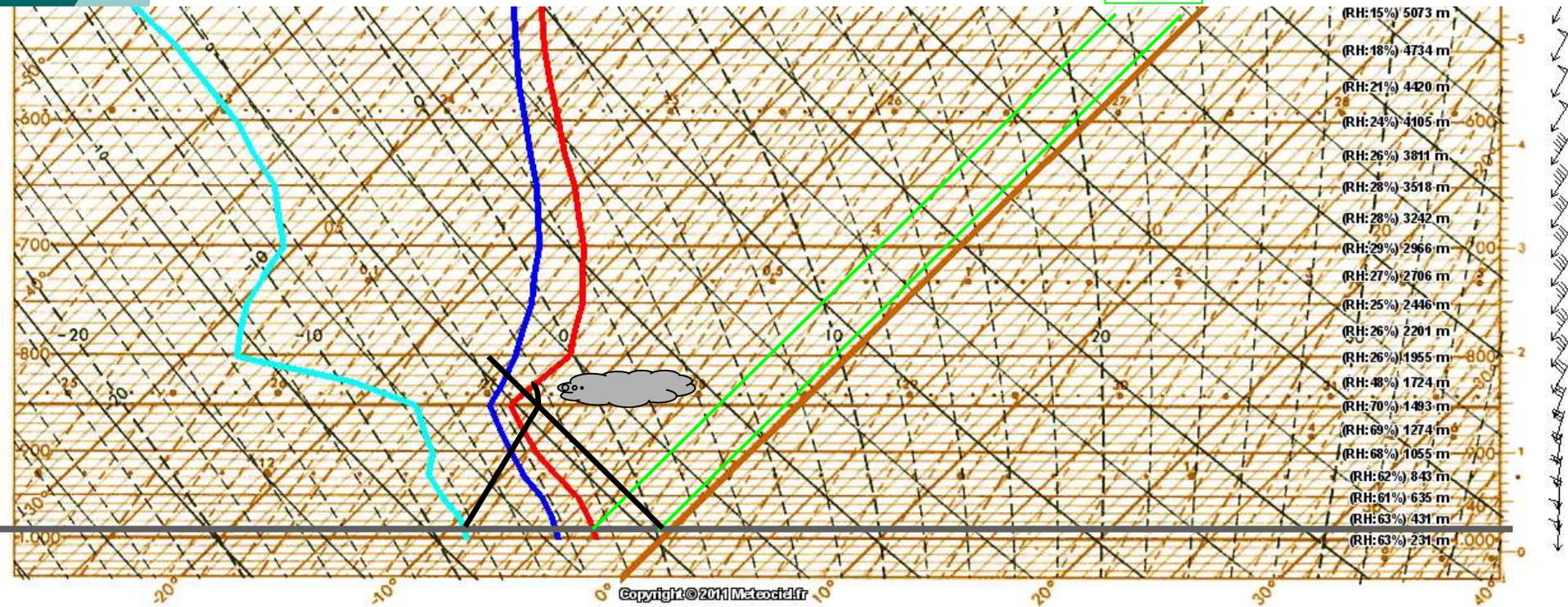
Emagramme Météociel

http://www.meteociel.fr/modeles/sondage_gfs.php

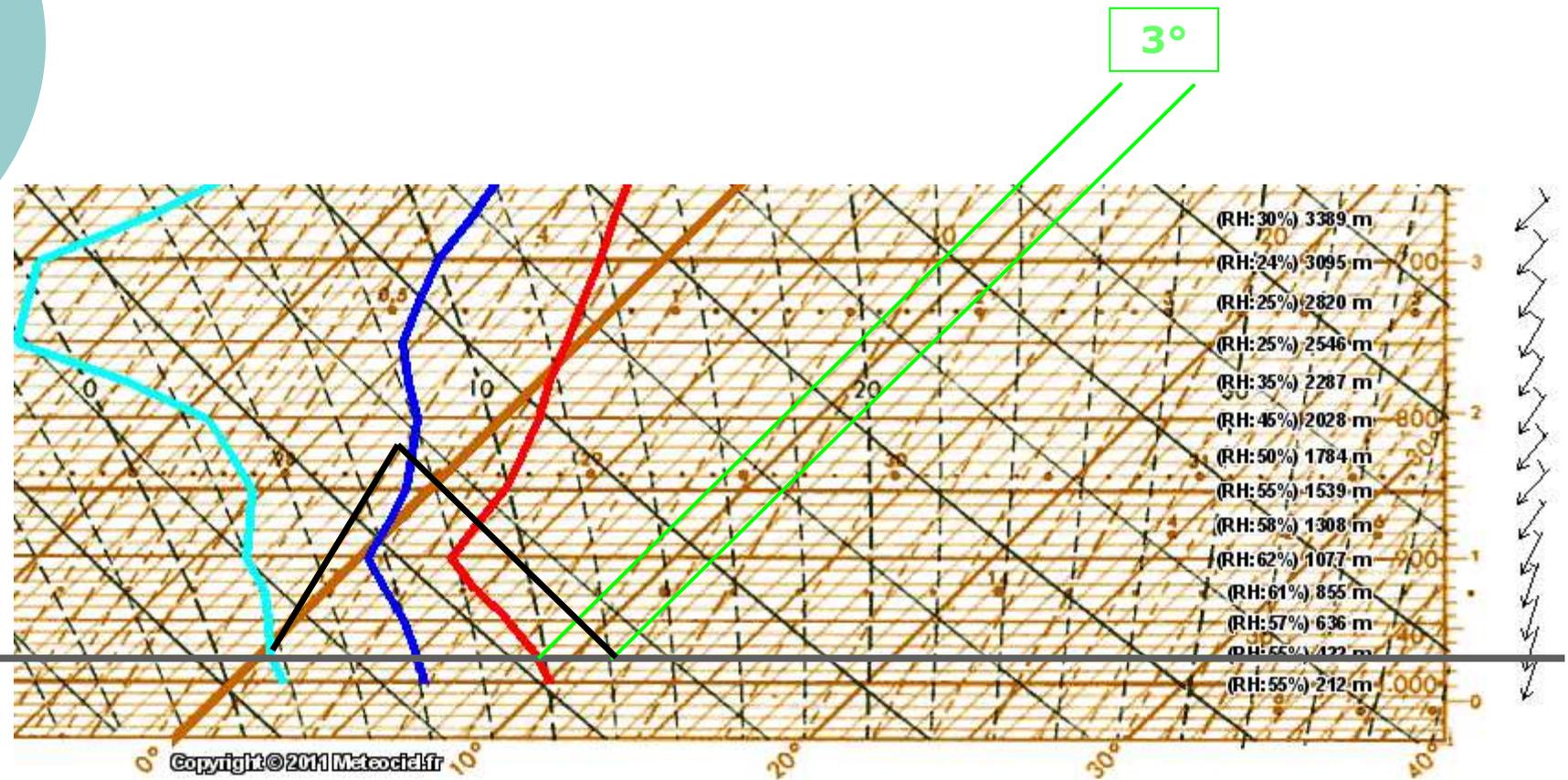


Constructions émagramme Météociel

3°



Constructions émagramme Météociel



NOAA

- Prédiction d'émagramme NOAA
- Aller à <http://ready.arl.noaa.gov/READYcmet.php>
- Renseigner longitude et latitude (point à la place de virgule et décimale en 1/10 et 1/100 de degrés) puis clic sur "continue".
- Sur la ligne sounding, clic sur "choose a forecast data set" puis "GFS model 0-180h 3hrly global" puis « Go ».
- Dans le menu déroulant « heure date » sélectionner le + récent (le + haut) puis clic sur « next ».
- Sur la ligne « Time to plot » sélectionner dans le menu déroulant, l'heure et la date de la prédiction souhaitée (ajouter 2H à l'heure indiquée, en été, pour avoir l'heure locale). Sur la ligne « Type » sélectionner « full sounding » ou « Only to 400mb ». Recopier le code dans la case blanche. Clic sur « Get sounding ».
- L'émagramme apparaît

Emagramme NOAA

