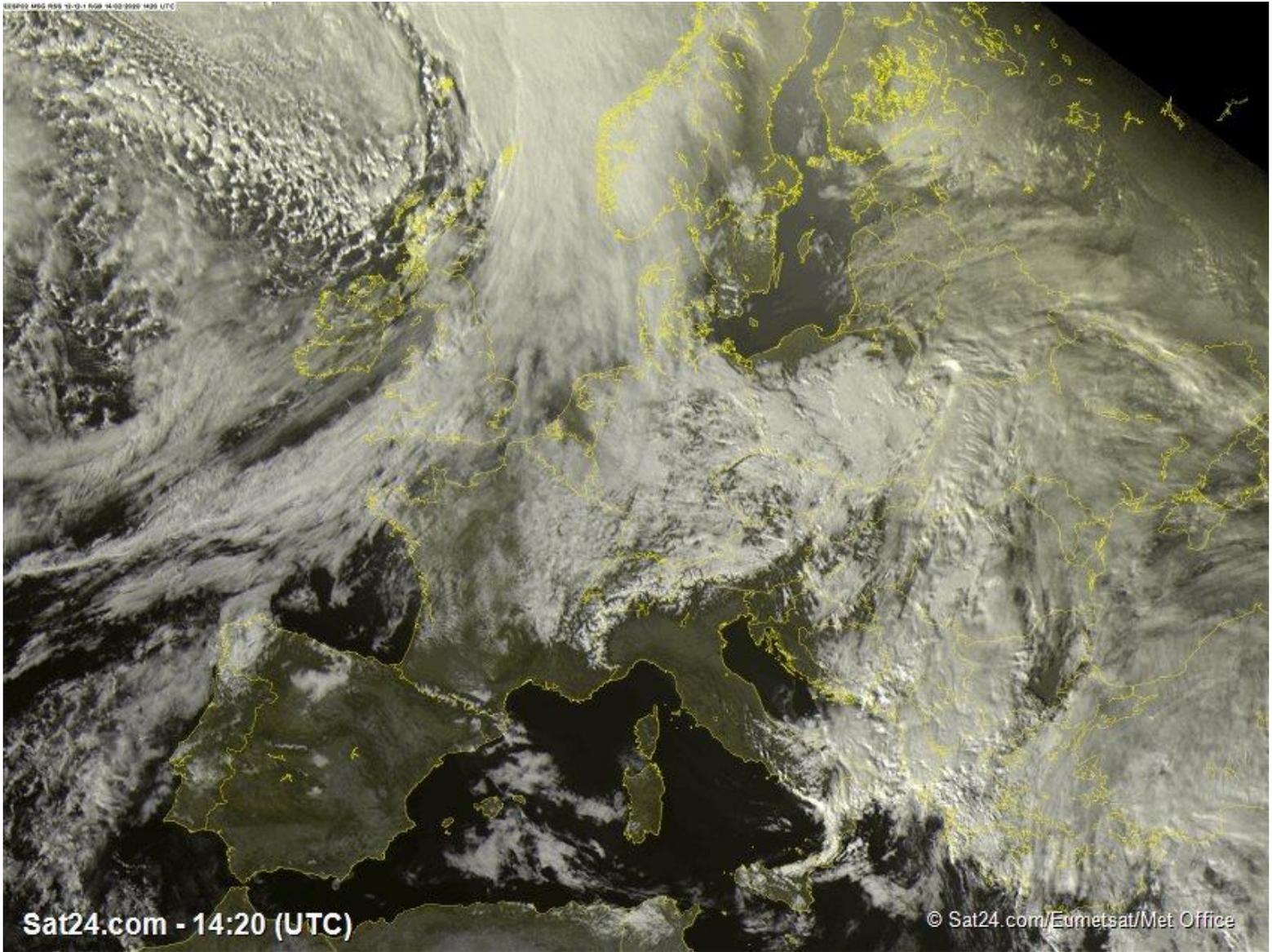


METEOROLOGIE



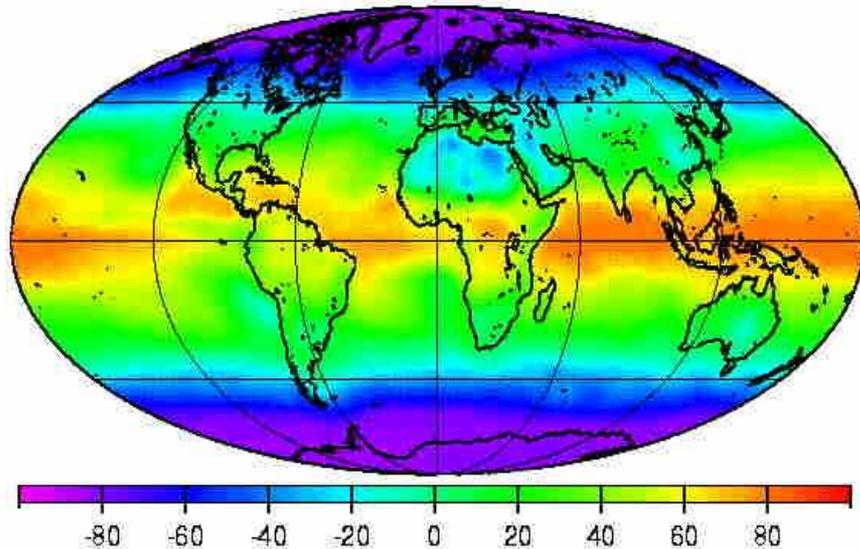
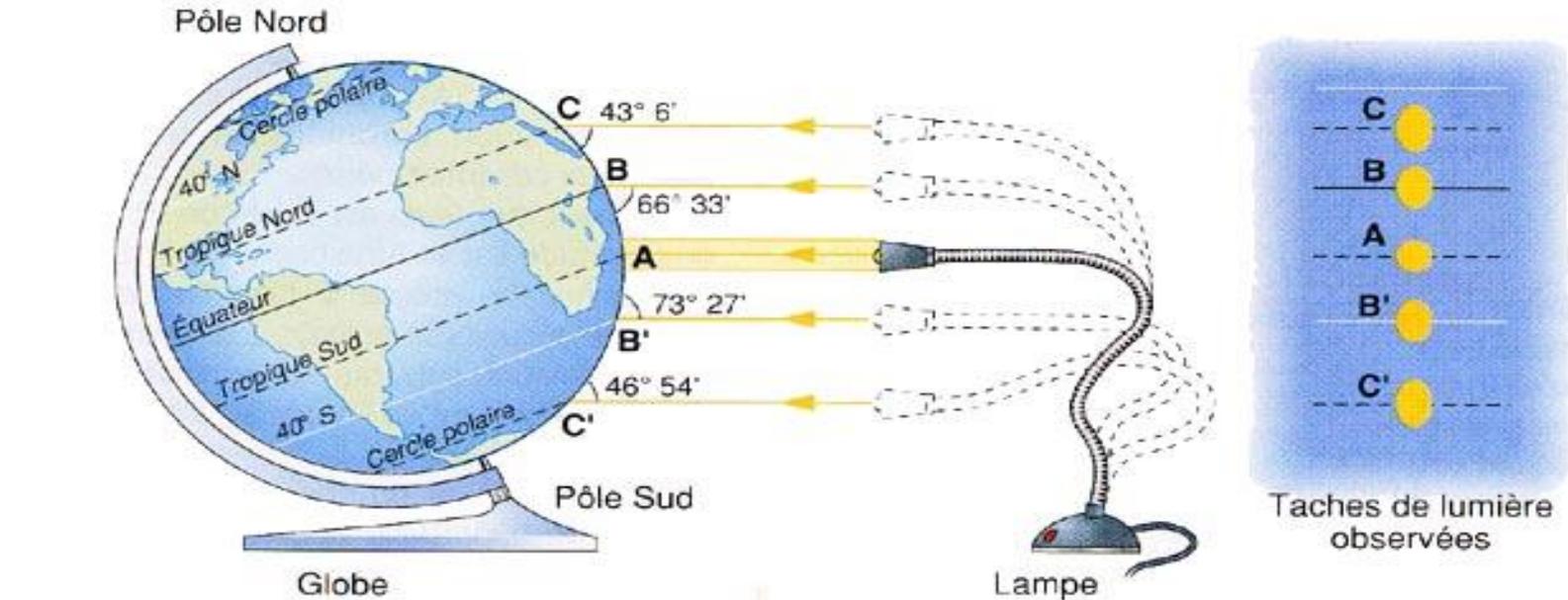
2 – Frontologie

2.1 le bilan radiatif.

2.2 Transfert d'énergie entre basses et hautes latitudes.

2.3 les masses d'air.

BILAN RADIATIF

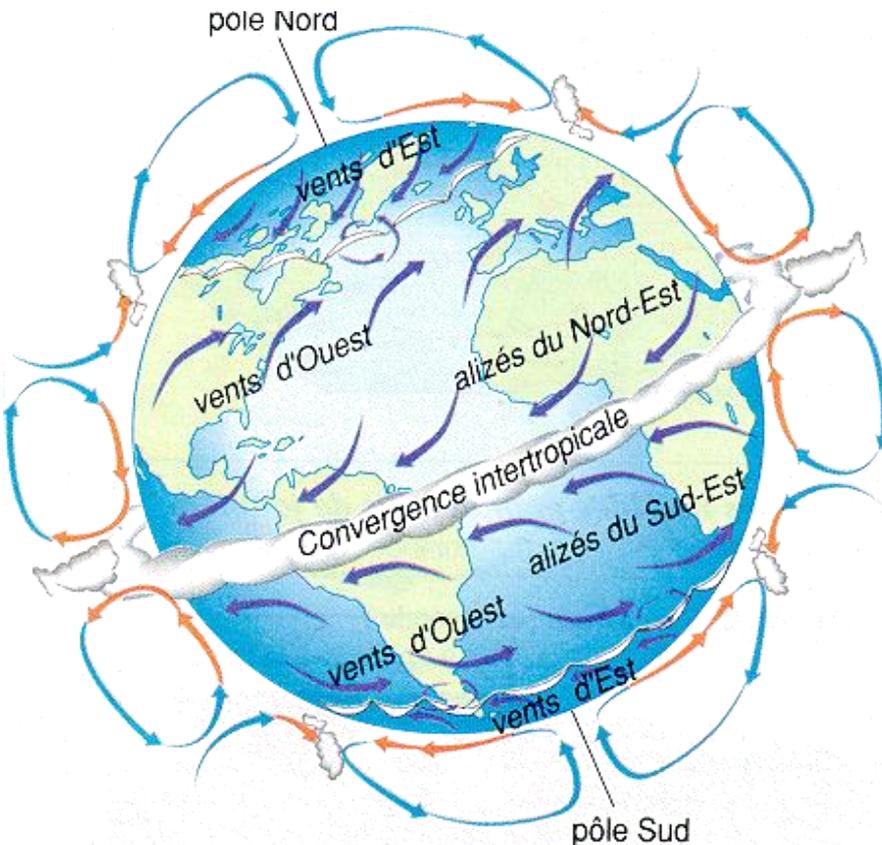


Le flux solaire reçu par les couches les plus élevées de l'atmosphère est d'environ 342 W.m^2 en moyenne annuelle (70% absorbé).

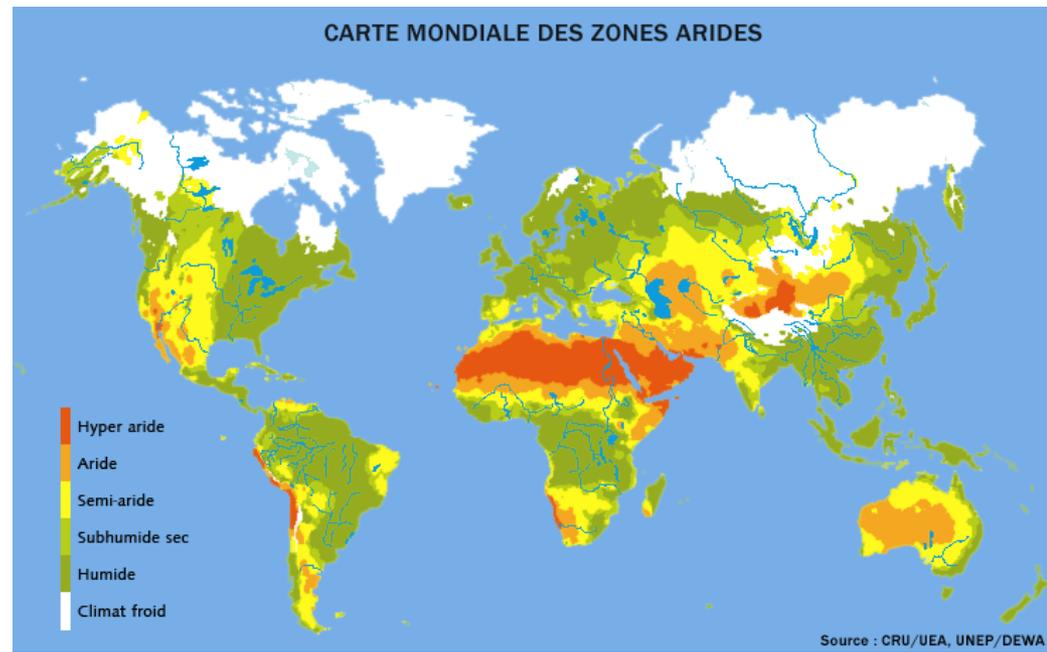
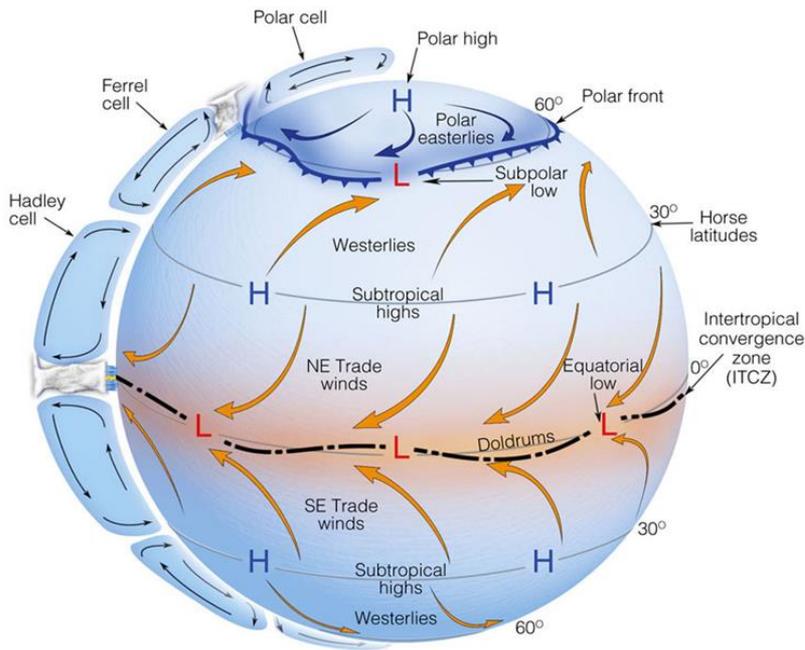
Excès de chaleur dans la bande tropicale et déficit de chaleur dans les zones polaires.

Bilan global nul : Echanges d'énergie par les grands courants océaniques et atmosphériques.

LA CIRCULATION GENERALE ATMOSPHERIQUE



- Circulations zonale (moy 20 nds vent géostrophique) et méridienne (moy 2 nds).
- Transfert d'énormes quantité d'énergie (vapeur d'eau) entre zones à bilan radiatif positif et négatif par 6 cellules convectives (**cellules de Halley** (Eq/30°), **cellules semi-ouvertes de Ferrel** (30°/60°), **cellules polaires** générant de vastes zones de courants ascendants ou descendants et assurant un transfert d'énormes quantité d'énergie des basses altitudes vers les hautes altitudes et des basses latitudes vers les hautes latitudes.
- Zone intertropicale de convergence ZITC (transport inter hémisphère ZITC et moussons) ;
- Alizés de secteur Est zones tropicales ;
- Circulation générale d'Ouest zones tempérées ;
- Fronts polaires arctiques et antarctiques ;
- Vents d'Est en zones polaires.



Source : CRU/UEA, UNEP/DEWA

Un équateur météorologique siège d'intenses échanges thermiques entre les couches basses et élevées de la troposphère.

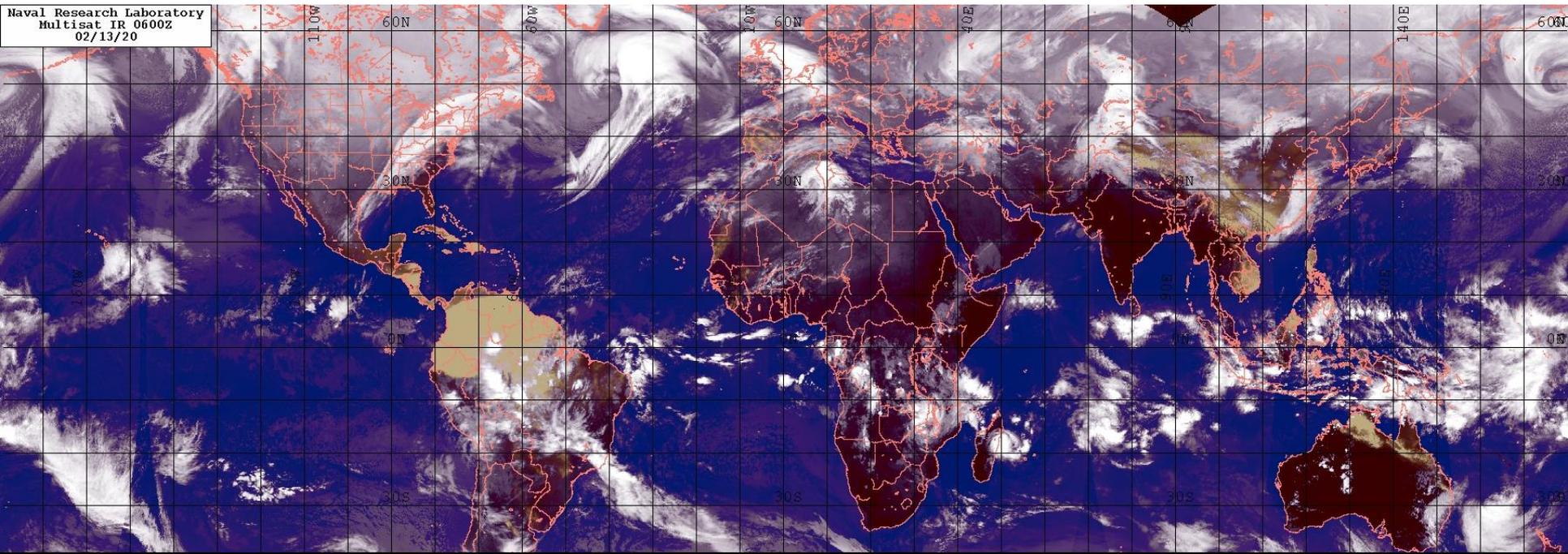
Le flux descendant des cellules de Hadley et de Ferrel (subsidence) aux latitudes des zones continentales arides de la planète (Sahara, Arabie, Mexique, Atacama, Kalahari, Australie, Gobi...).

Un front polaire siège de conflits permanents entre des masses d'air d'origines différentes. Recherche d'un impossible équilibre thermique.

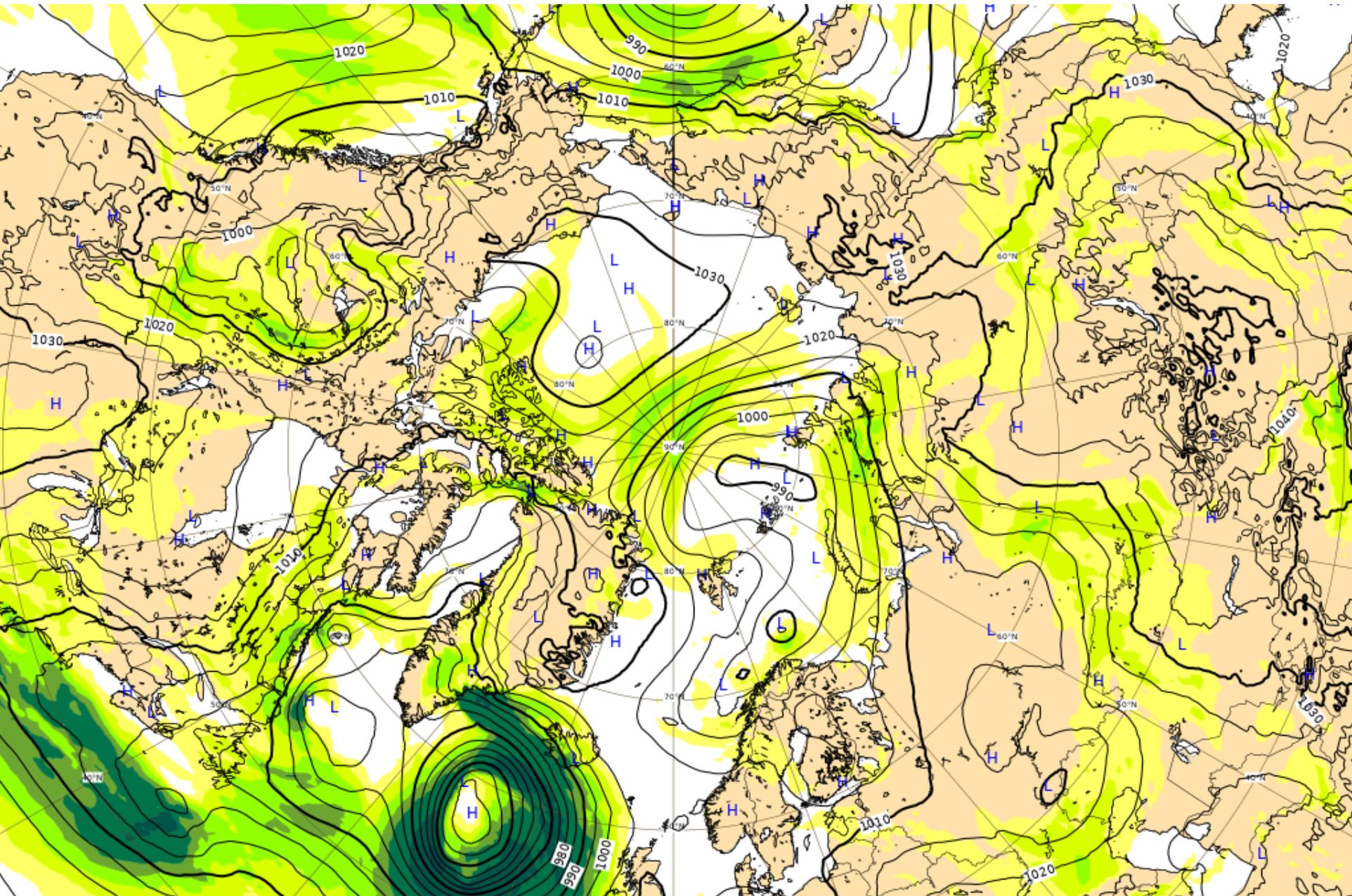
Les courants-jet qui circulent à très hautes altitudes et qui ondulent entre 40° et 60° de latitude transportent des tourbillons à l'origine des perturbations du front polaire (ondes de Rossby).

20200213 06h00 UTC ir

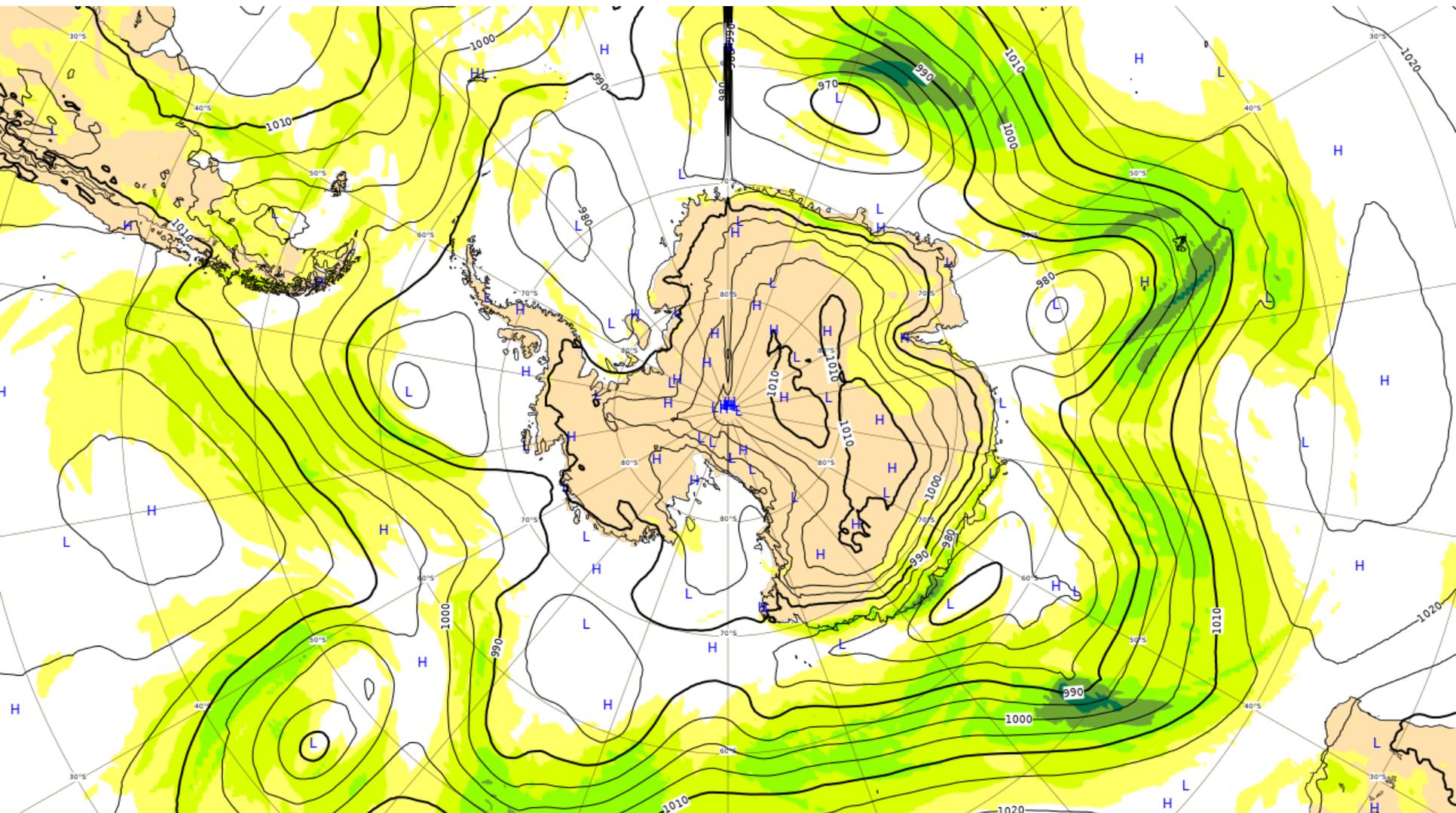
Naval Research Laboratory
Multisat IR 0600Z
02/13/20



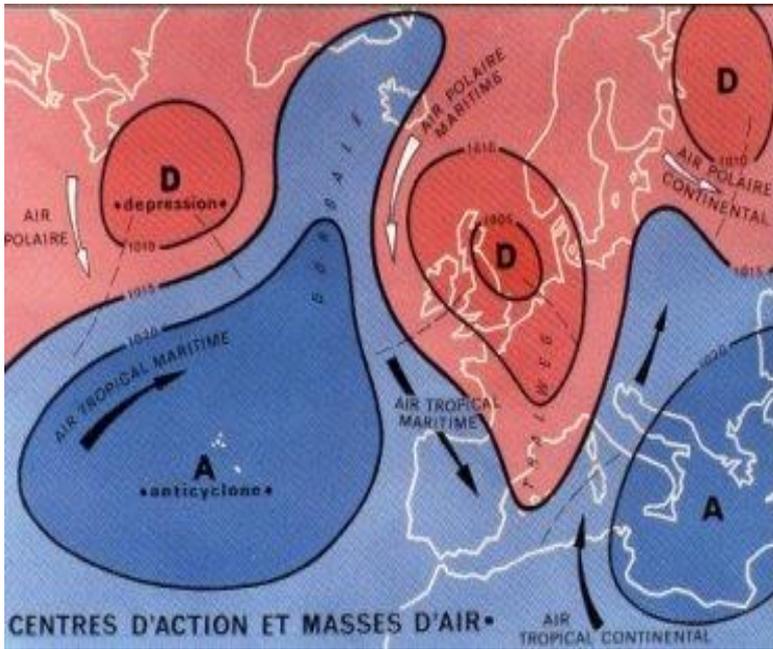
CEPMMT zone arctique 20200213-00H00UTC



CEPMMT zone antarctique 20200114 00h00 UTC



LES MASSES D'AIR



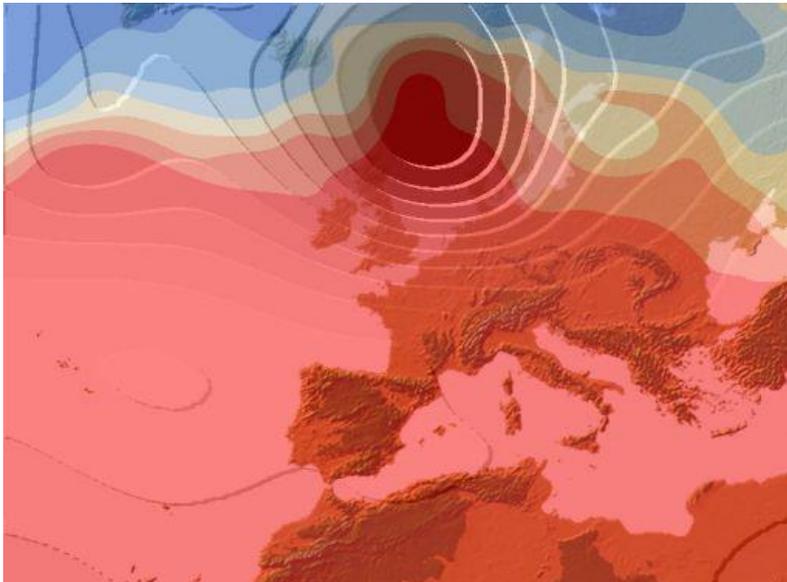
-L'atmosphère comporte comme une réunion de régions tridimensionnelles appelées des masses d'air, qui sont séparées les unes des autres par des zones de transition parfois brutales.

-Une masse d'air est ainsi une portion d'atmosphère, mobile et déformable, au sein de laquelle les valeurs prises par les paramètres servant à décrire l'état et l'évolution de l'air restent à peu près constantes. **La rupture sensible de cette relative continuité traduit alors le passage d'une masse d'air donnée à une masse d'air contiguë.**

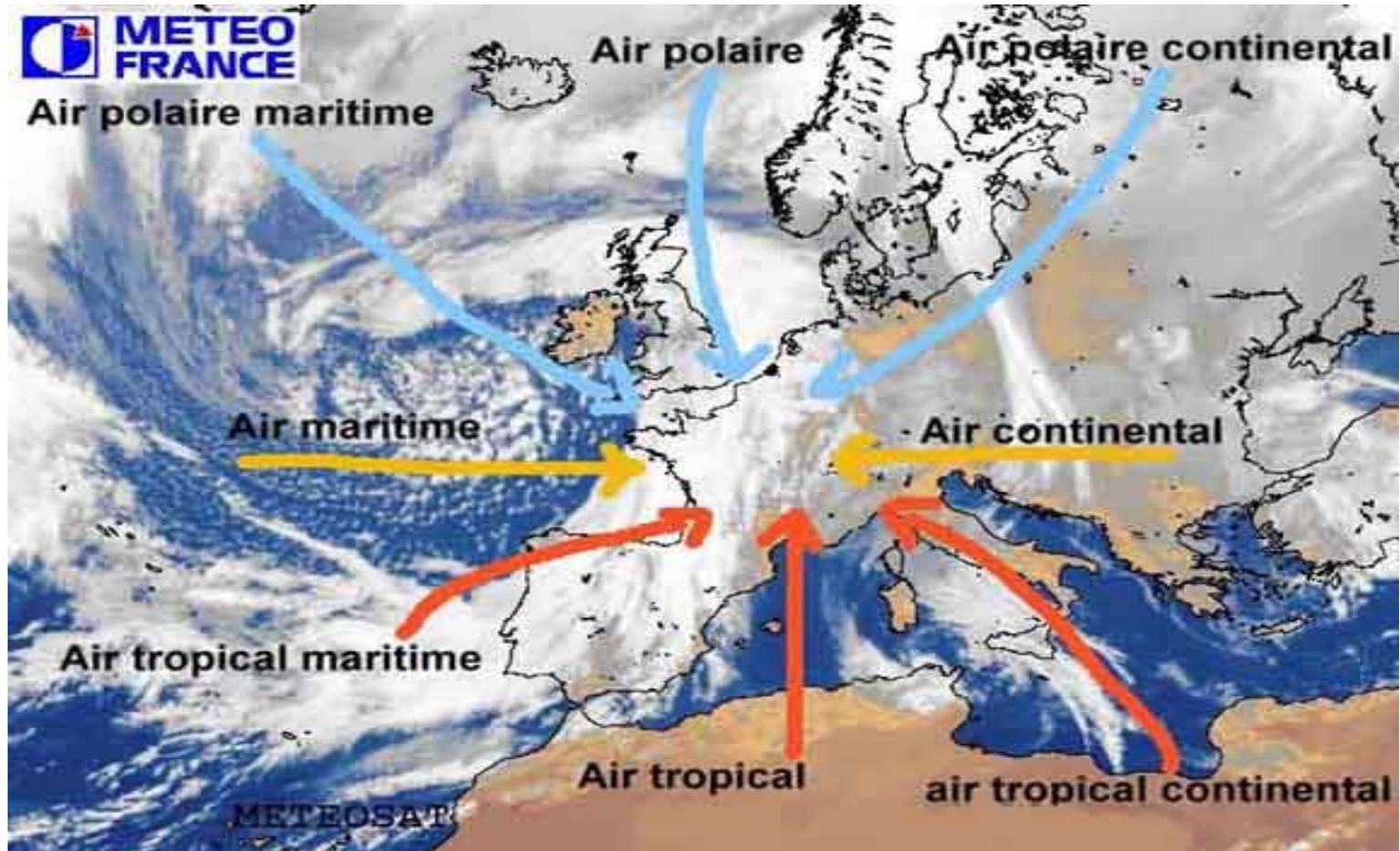
-Elles peuvent avoir 1000 km de large sur quelques milliers de kilomètres de long et quelques kilomètres d'épaisseur :

- masses d'air équatorial.
- masses d'air tropical .
- masses d'air polaire .
- masses d'air arctique (ou antarctique).

Suivant le chemin parcouru les masses d'air peuvent encore se diviser en masses d'air **continental ou maritime.**



LES MASSES D'AIR



Les limites entre ces masses d'air de caractéristiques thermodynamiques différentes sont le siège de conflits, parfois puissants, à l'origine des fronts météorologiques sur lesquels les paramètres évoqués ce jour évoluent rapidement et donnent naissance au temps sensible qui conditionne de multiples aspects de notre vie quotidienne.

LA METEOROLOGIE (Module 2)

La cyclogénèse

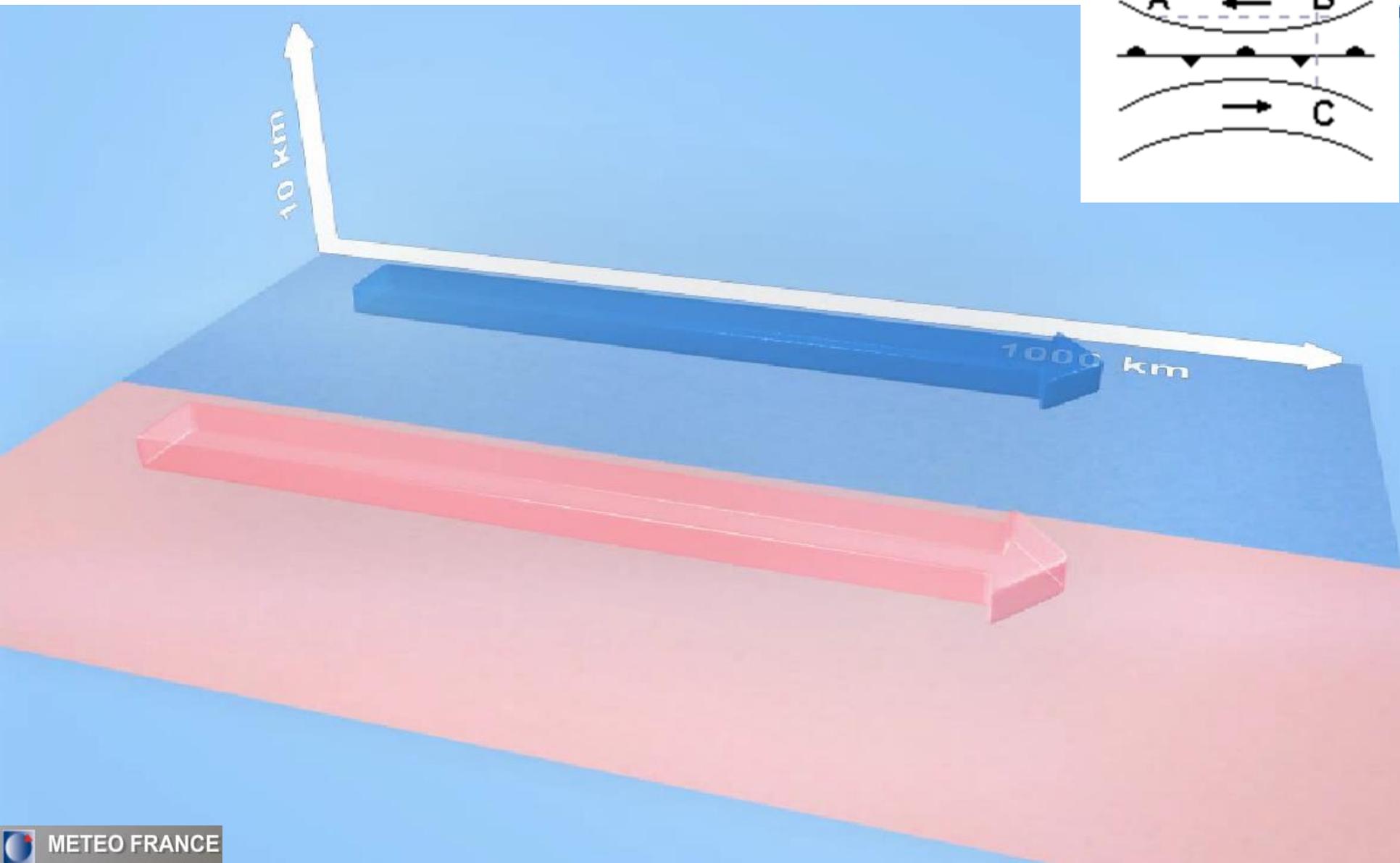
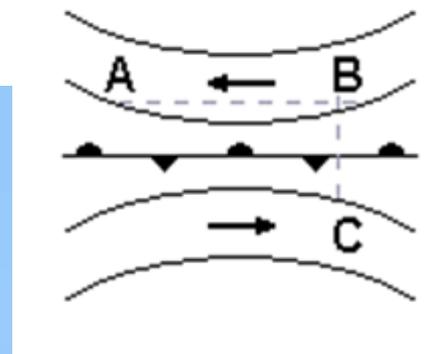
- déformation du front polaire ;
- naissance d'une dépression et d'une perturbation ;
- pentes frontales ;
- catégories de nuages ;
- les nuages associés aux fronts ;
- synthèse le front chaud
le front froid
- les autres nuages.



**CYCLOGENESE SUR LE
FRONT POLAIRE ARCTIQUE**

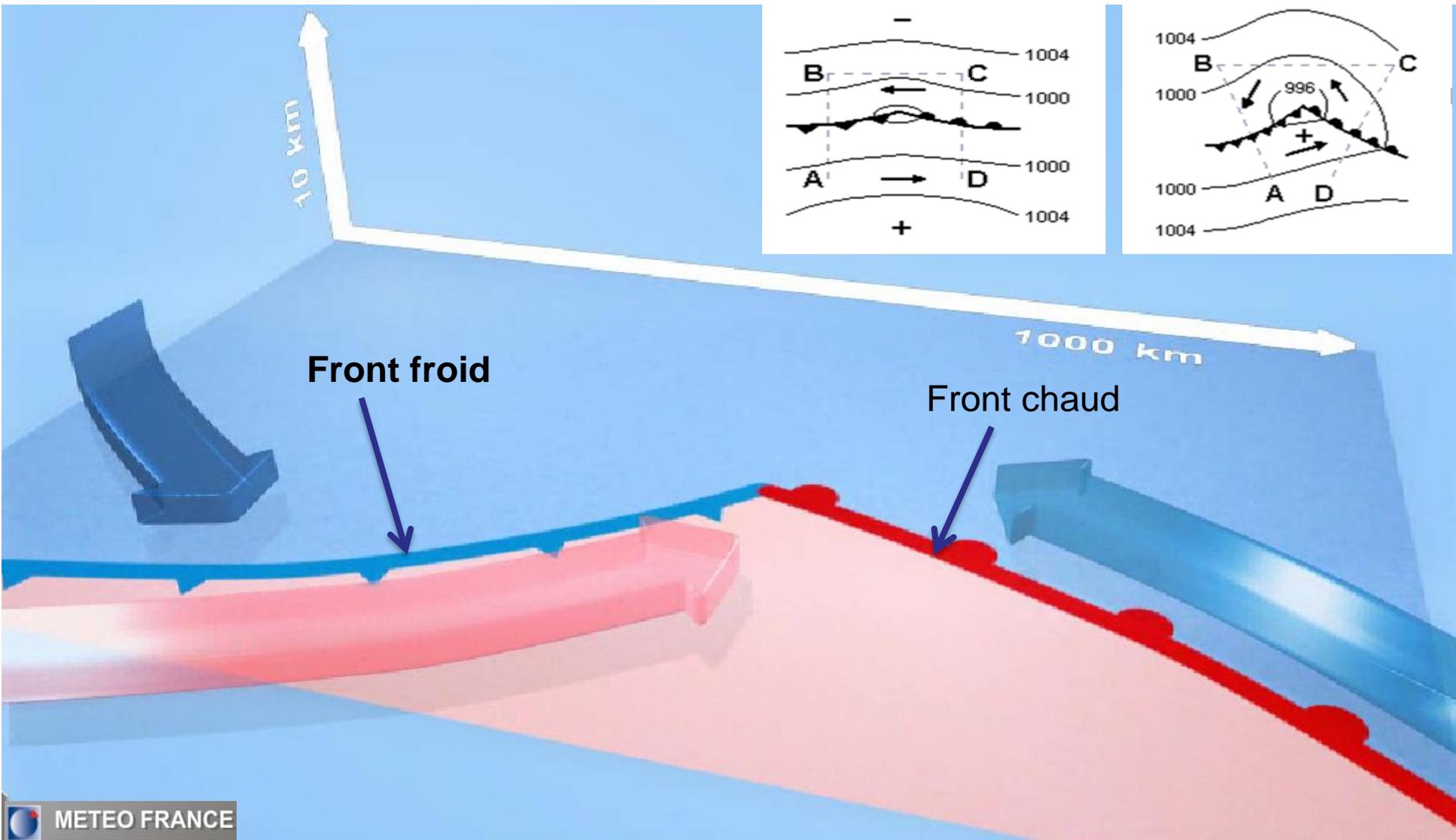
PENTES FRONTALES

1 - Naissance d'une perturbation du front polaire.



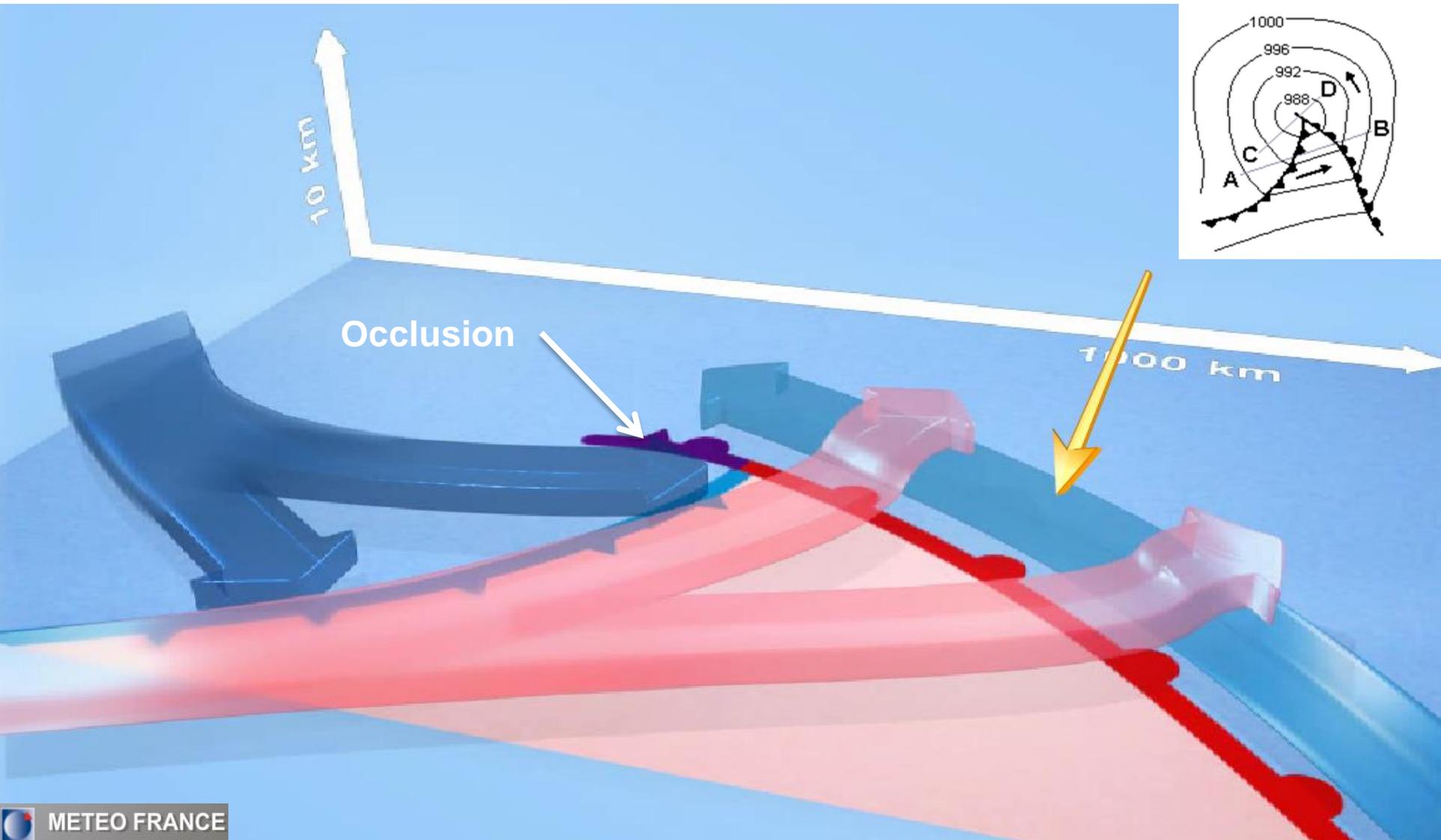
Situation théorique juxtaposition air froid, air chaud.

2 - Création d'une ondulation sur le front polaire



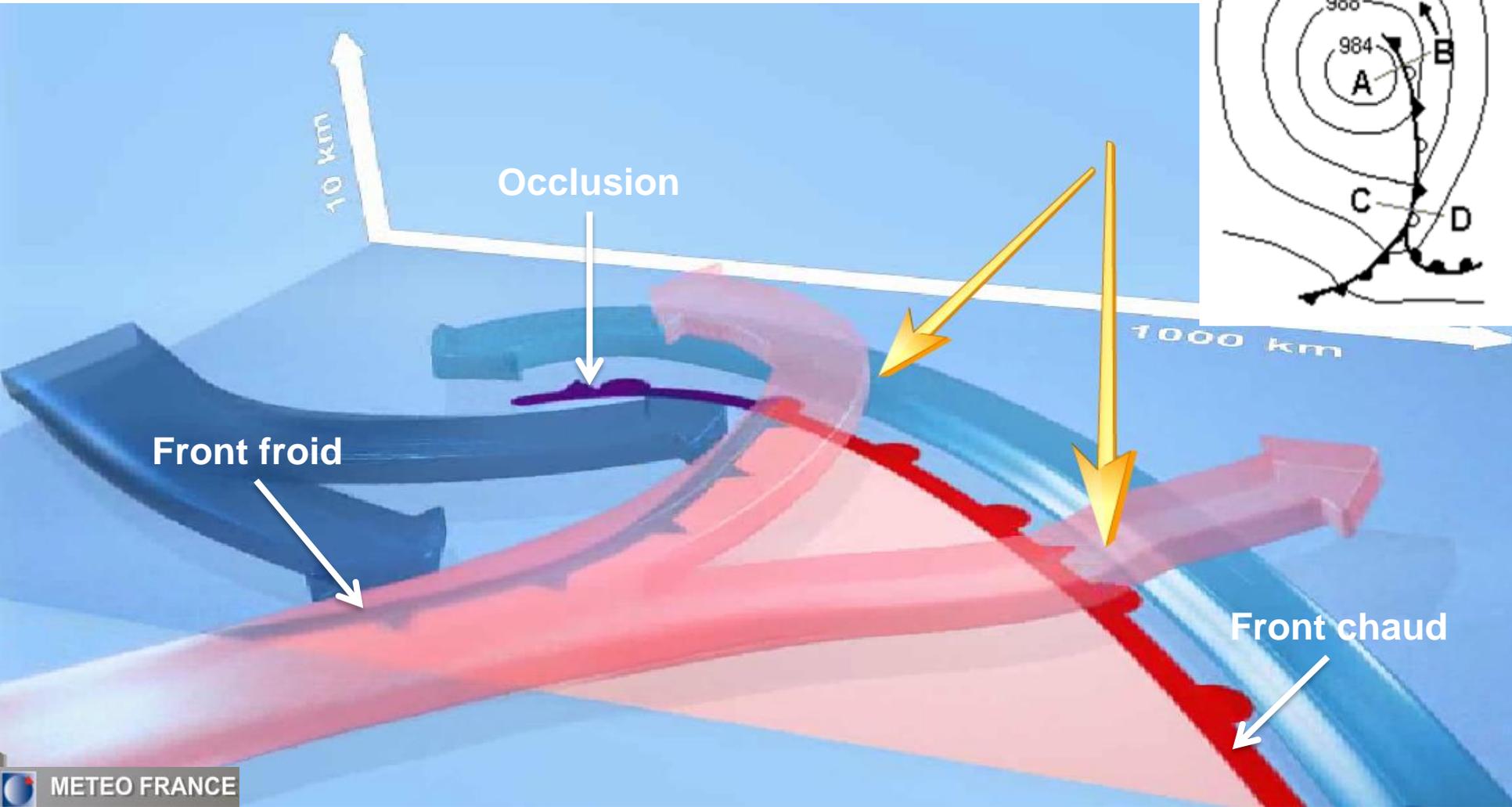
Les masses d'air entrent en mouvement. L'air froid s'enfonce sous l'air chaud et le rejette en altitude. Création de zones de discontinuité (front chaud et front froid). Déformation du champ de pression. Naissance d'une dépression centrée sur l'ondulation (ascendance : évolution T, Td et U affaissement champ de pression).

3 - création d'une perturbation atmosphérique et d'une dépression sur le front polaire.



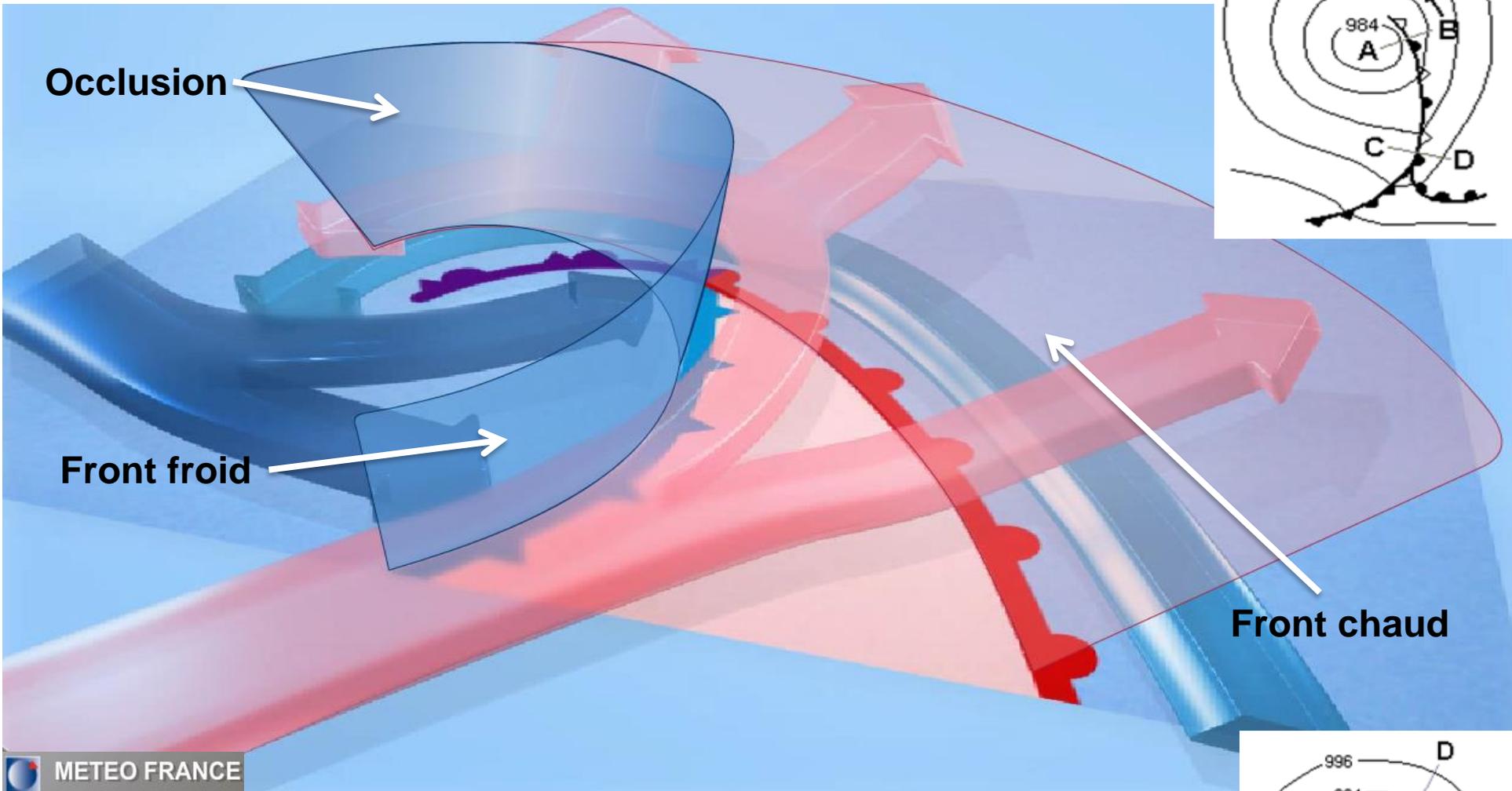
La dynamique s'amplifie, la perturbation se déplace, la dépression se creuse. L'air chaud est de plus en plus rejeté en altitude au dessus de l'air froid sur son avant et sur son arrière. La surface qu'il occupe au sol se réduit progressivement. Le creusement de la dépression se poursuit.

4 - AIR CHAUD REJETE EN ALTITUDE (stade de comblement)

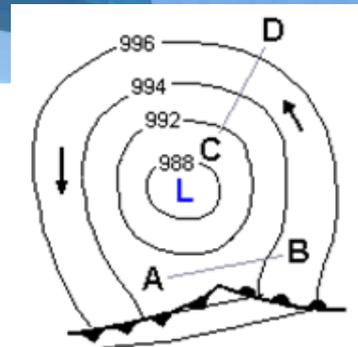


- L'air froid a rattrapé l'air chaud et l'a rejeté en altitude.
- Une occlusion s'est formée puis développée, la perturbation après avoir atteint son stade adulte de développement va perdre progressivement de son activité.

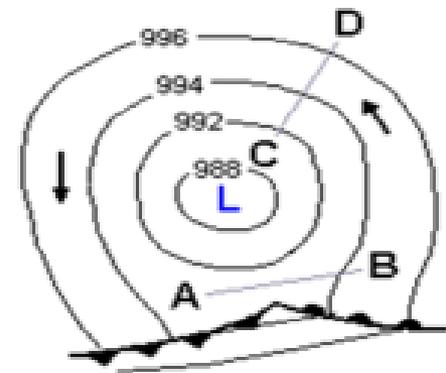
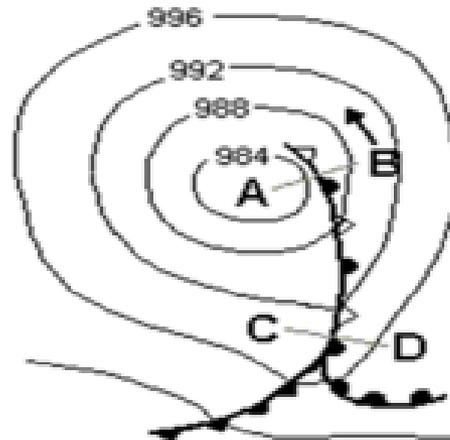
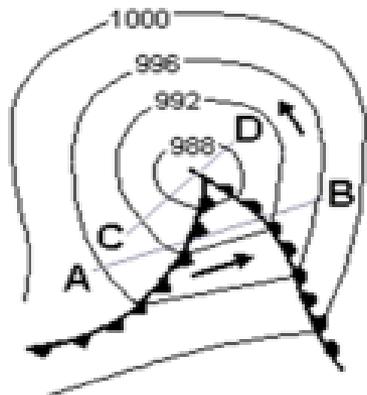
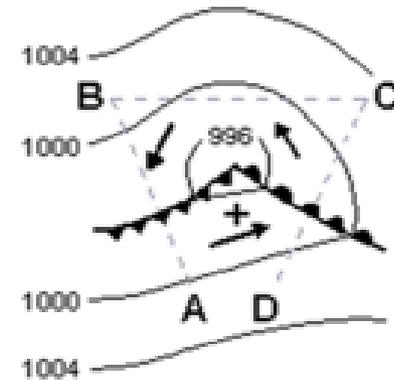
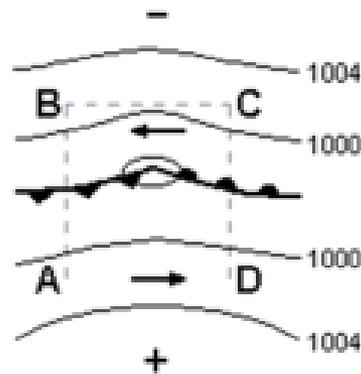
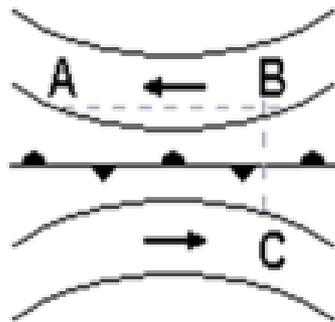
En 3 dimensions : aperçu de pentes frontales



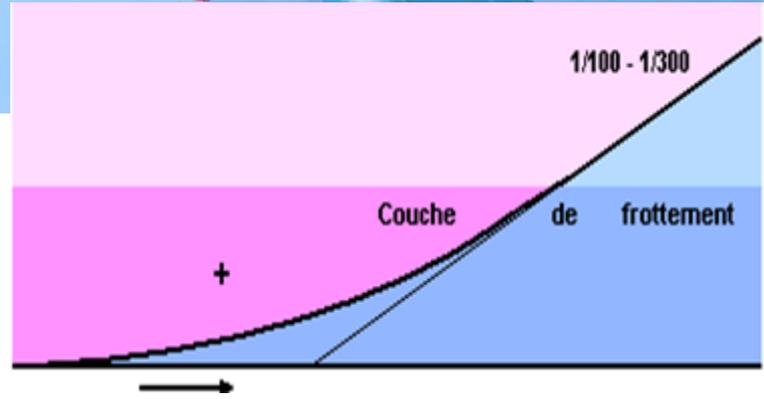
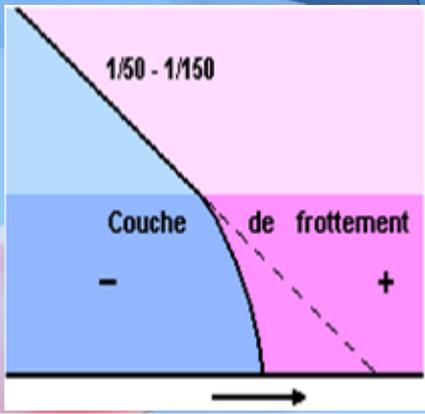
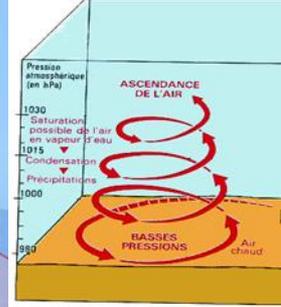
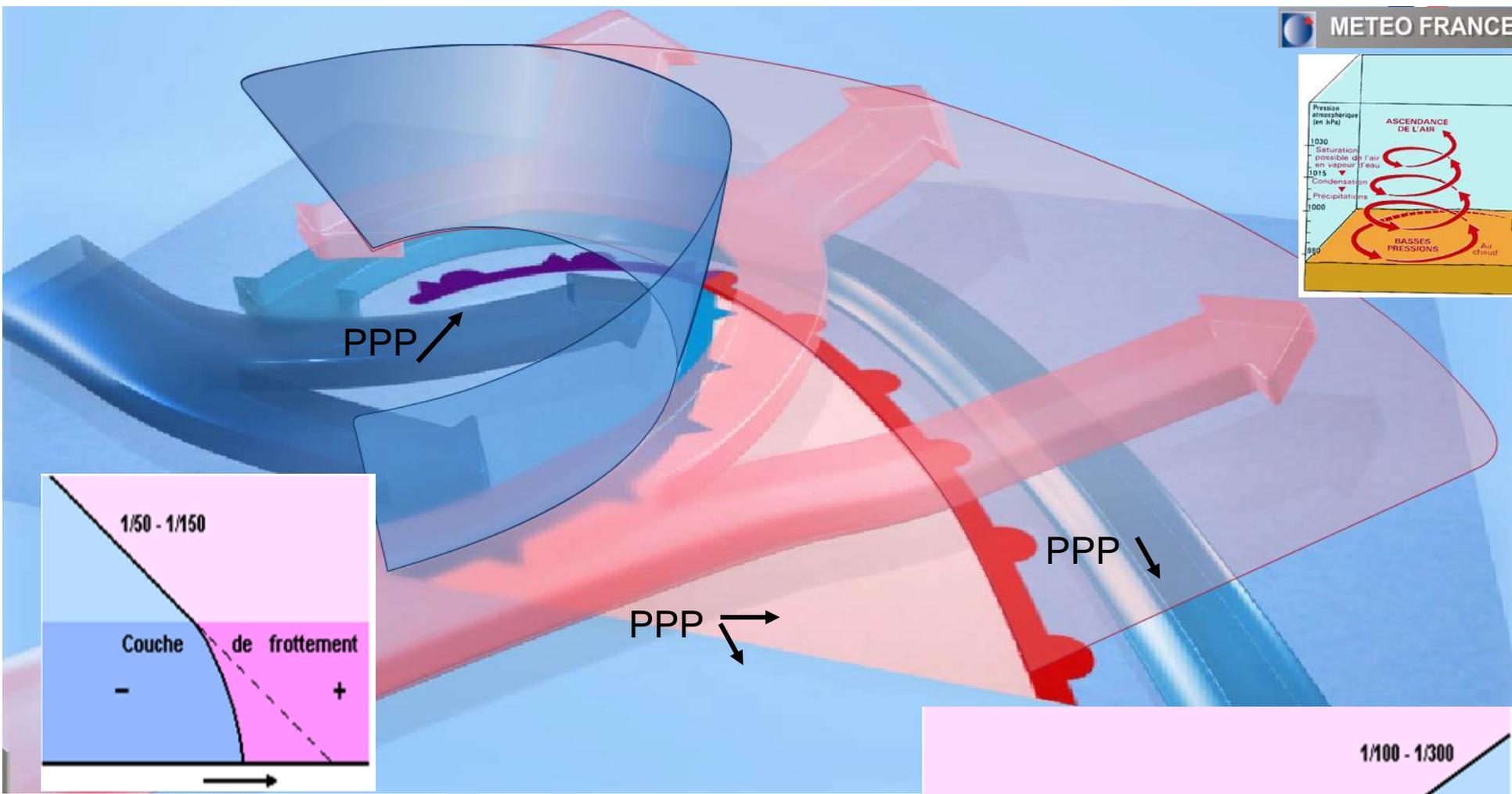
La perturbation a dépassé son stade maximum d'évolution et va s'occlure de plus en plus. Le centre de la dépression se situe sur l'arrière de la perturbation qui poursuit son déplacement généralement plus rapidement que le centre dépressionnaire.



Déformation du front polaire naissance d'une perturbation

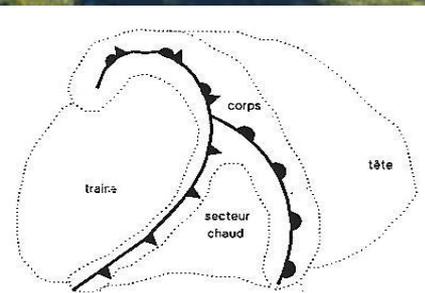
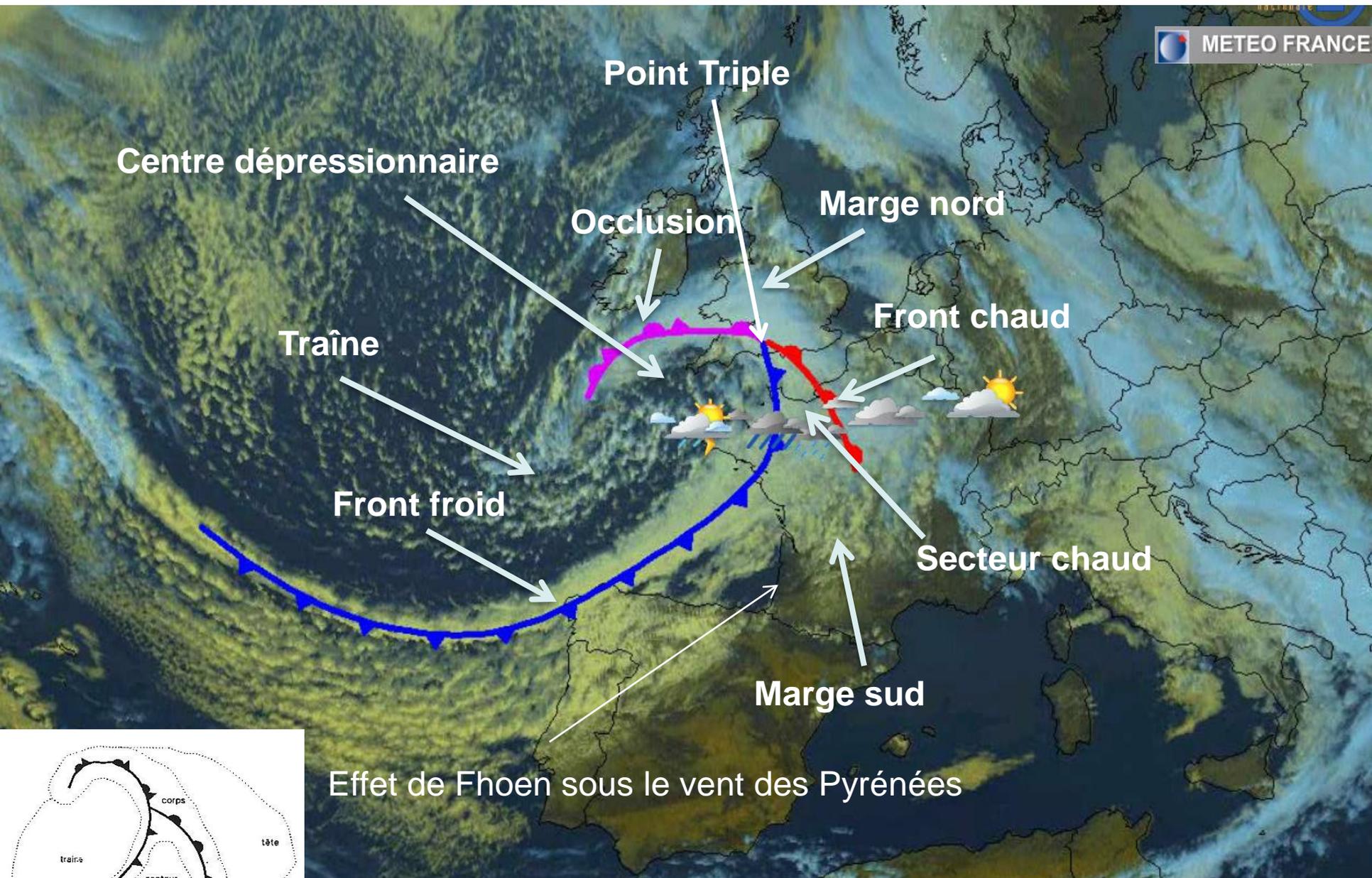


En 3 dimensions : aperçu de pentes frontales et de la dynamique atmosphérique



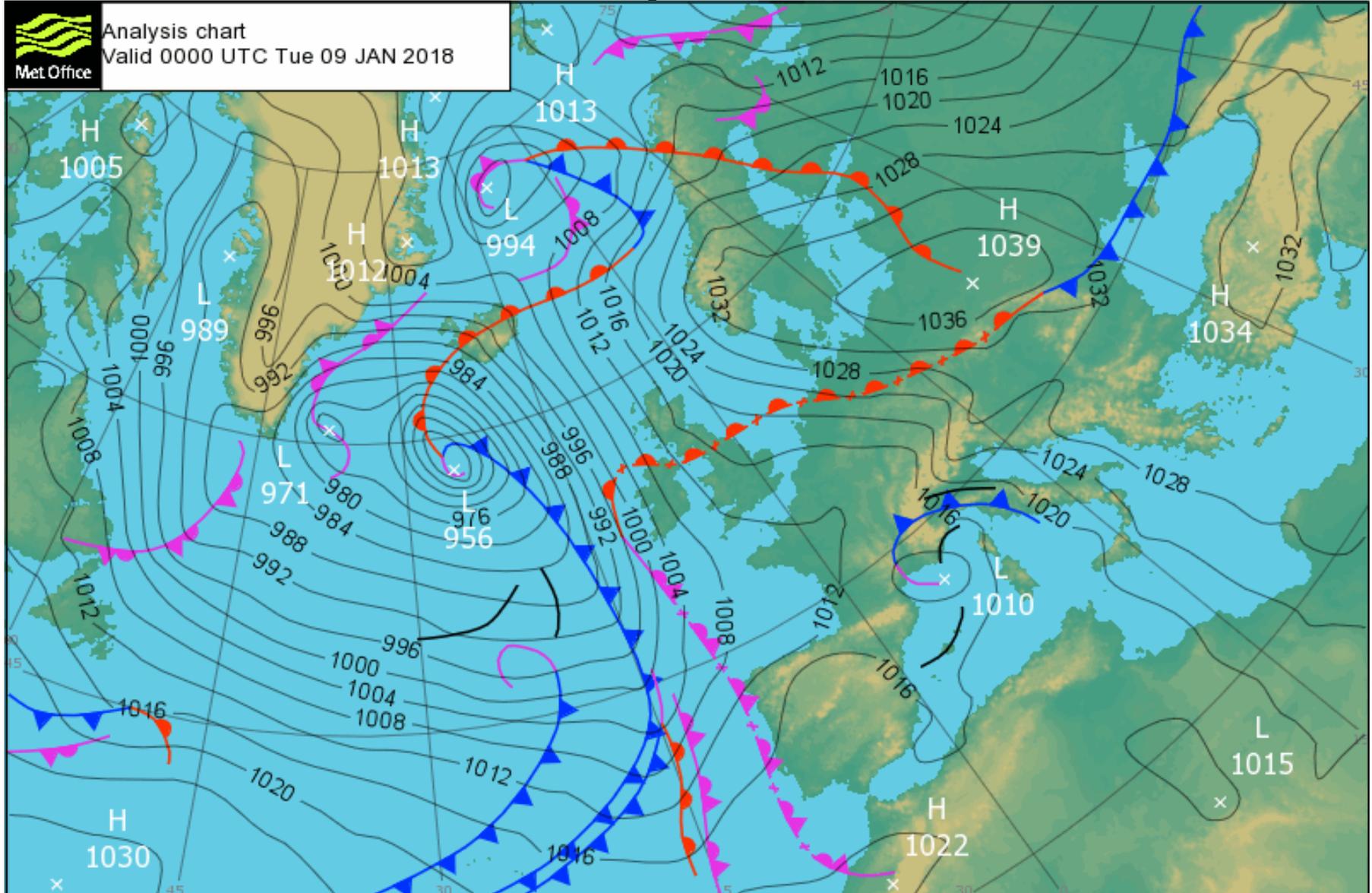
Ascendance sur pente frontale, évolution T, Td et U
Evolution des précipitations en fonction des pentes frontales (plus fortes au voisinage du front froid)

Appellations des limites frontales et des secteurs des systèmes perturbés

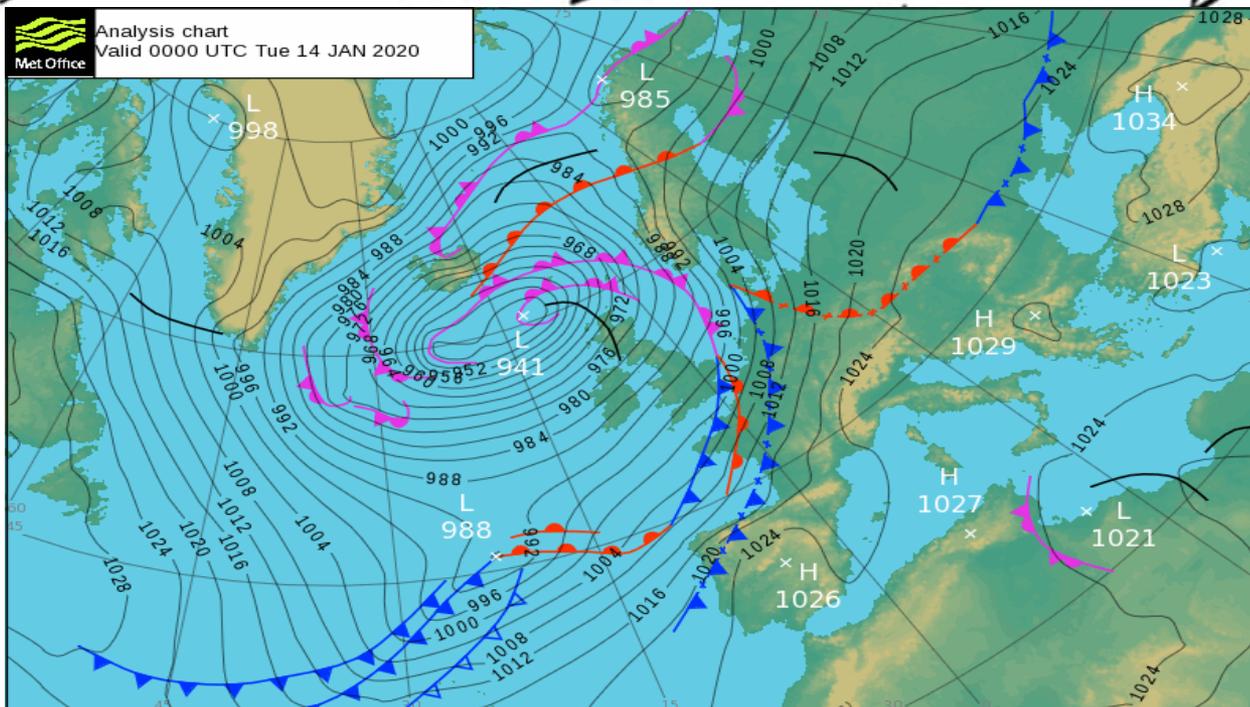
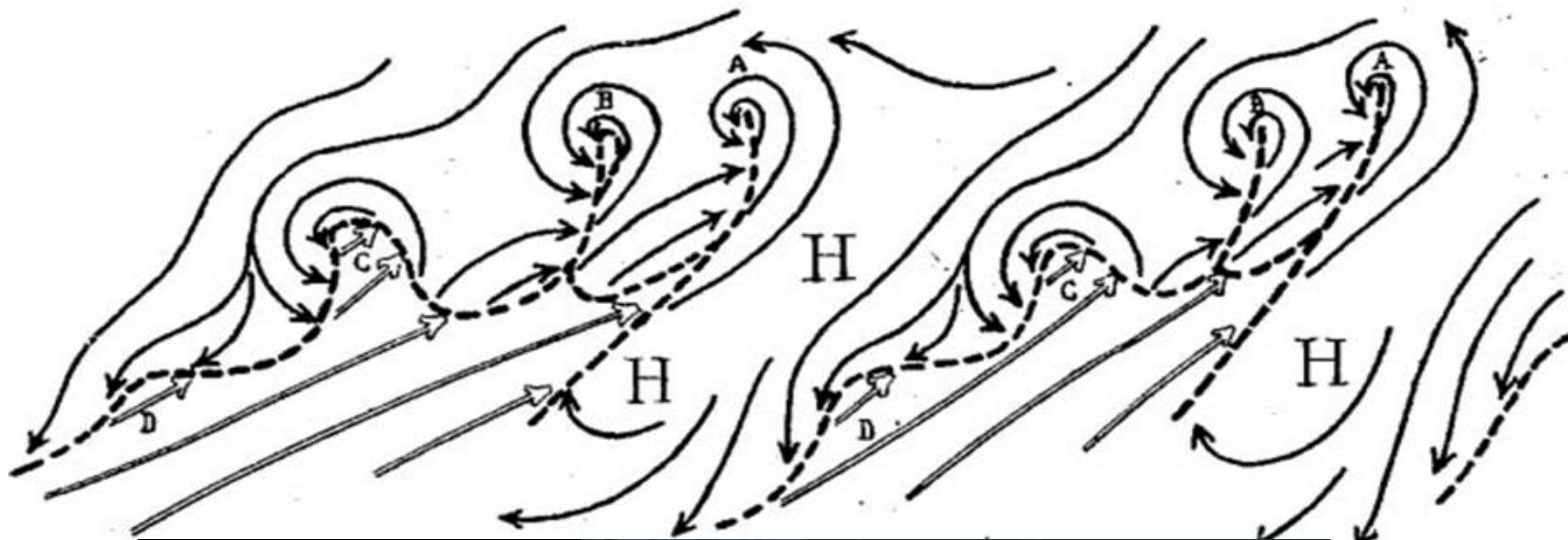


Tête, Corps, Traîne

Dénomination des limites frontales et des zones liées aux dépressions



LA CYCLOGENESE : famille de perturbations



A serene landscape featuring a vast blue ocean in the foreground and a bright blue sky with wispy white clouds in the background. A bright sun is visible on the left side of the horizon, creating a shimmering reflection on the water's surface. The overall scene is peaceful and expansive.

LES NUAGES

LES NUAGES

La nébulosité s'exprime en octas $x/8$:

Clair : 0/8, **Peu nuageux** : 1/8 à 3/8,
Nuageux 4/8 à 5/8 ; **très nuageux** :
6/8 à 7/8; **Couvert** : 8/8

Nuages : gouttes d'eau ou cristaux
de glace en suspension dans
l'atmosphère ou mélange des deux.

Advection (nuages en couches –
stratiformes → strat...)

Convection (nuages cumuliformes
→ cumul).



LES NUAGES

(10 genres -14 espèces – 9 variétés)

La partie de l'atmosphère dans laquelle se présentent habituellement les nuages a été divisée en trois étages : **supérieur – moyen - inférieur.**

Les nuages d'un certain genre se retrouvent le plus fréquemment dans les étages suivants :

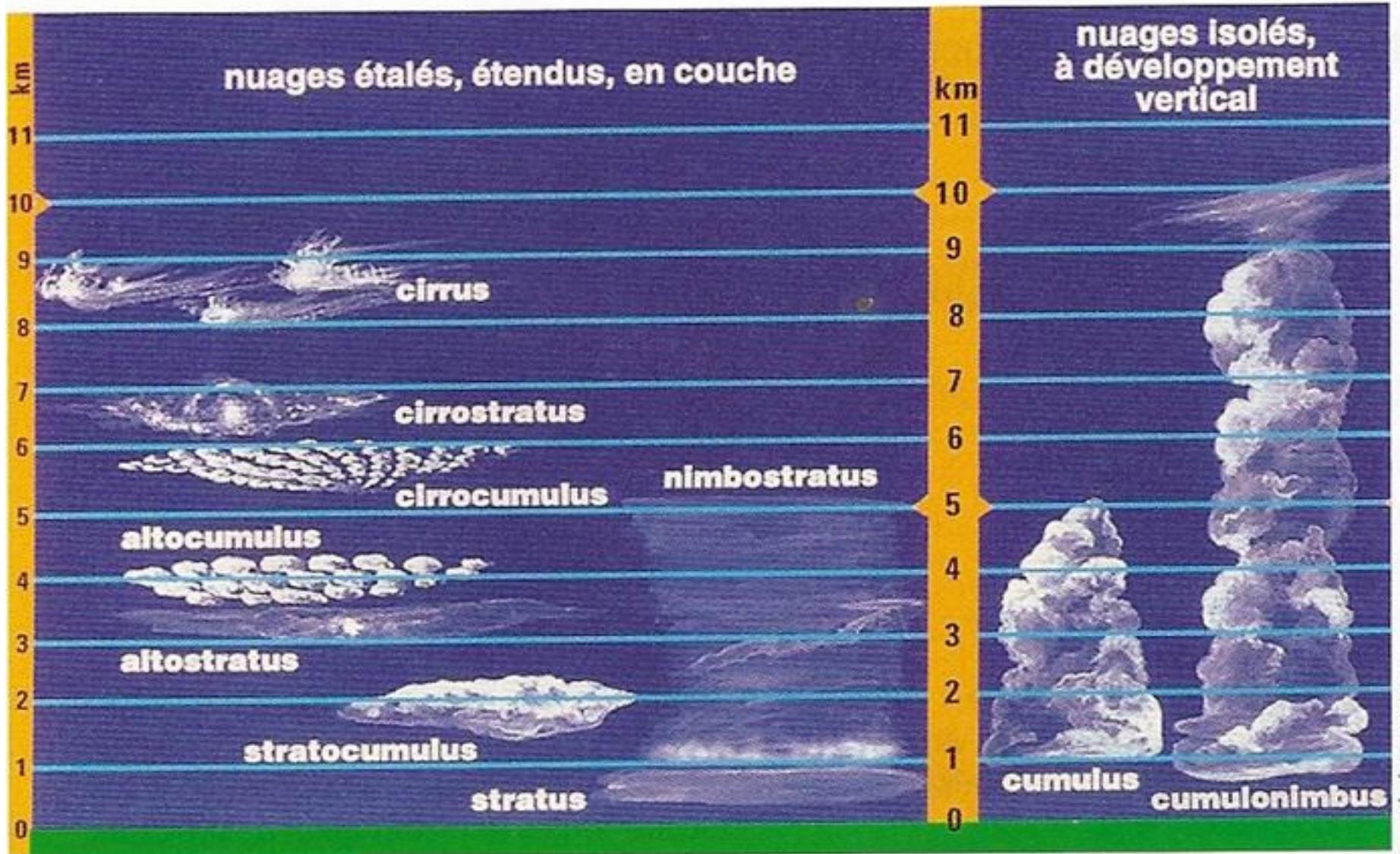
- **Etage supérieur** (5000/12000M) : cirrus (Ci), cirrocumulus (Cc) cirrostratus (Cs) ;
composition ?
- **Etage moyen** (2000/5000 m) : altocumulus (Ac), altostratus (As), nimbostratus (Ns) ;
- **Etage inférieur** (sol/2000 m) : stratocumulus (Sc), stratus (St) puis Cumulus et Cumulonimbus (base)



Le nimbostratus (Ns) et l'altostratus (AS), mais surtout les cumulus (Cu) et les cumulonimbus (Cb) débordent largement des étages précités.

C'est cette distribution qui a donné leur surnom aux familles de nuages : **nuages bas, nuages moyens et nuages élevés.**

LES NUAGES

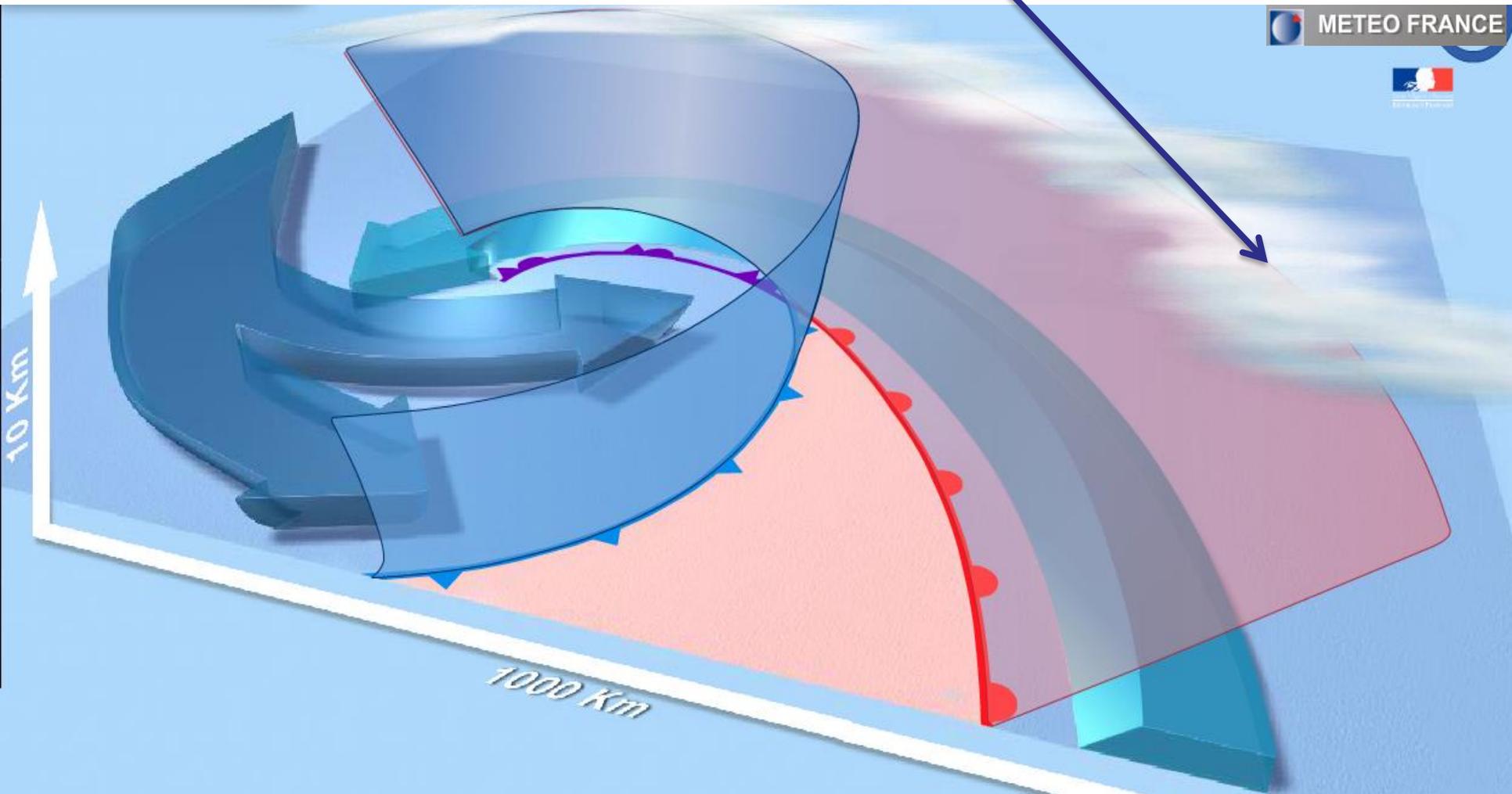




NUAGES ASSOCIES AUX PENTES FRONTALES

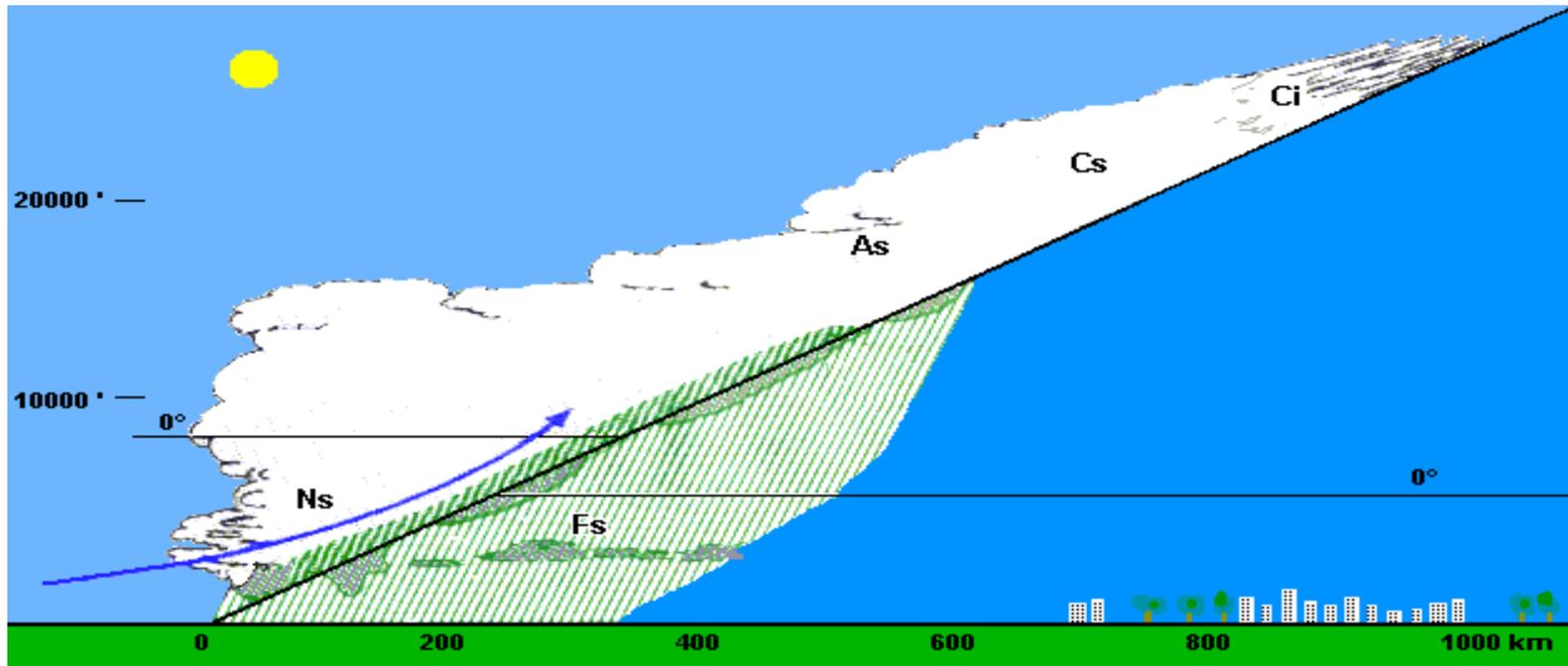
LE FRONT CHAUD

Nuages de l'étage supérieure sur la pente du **front chaud**



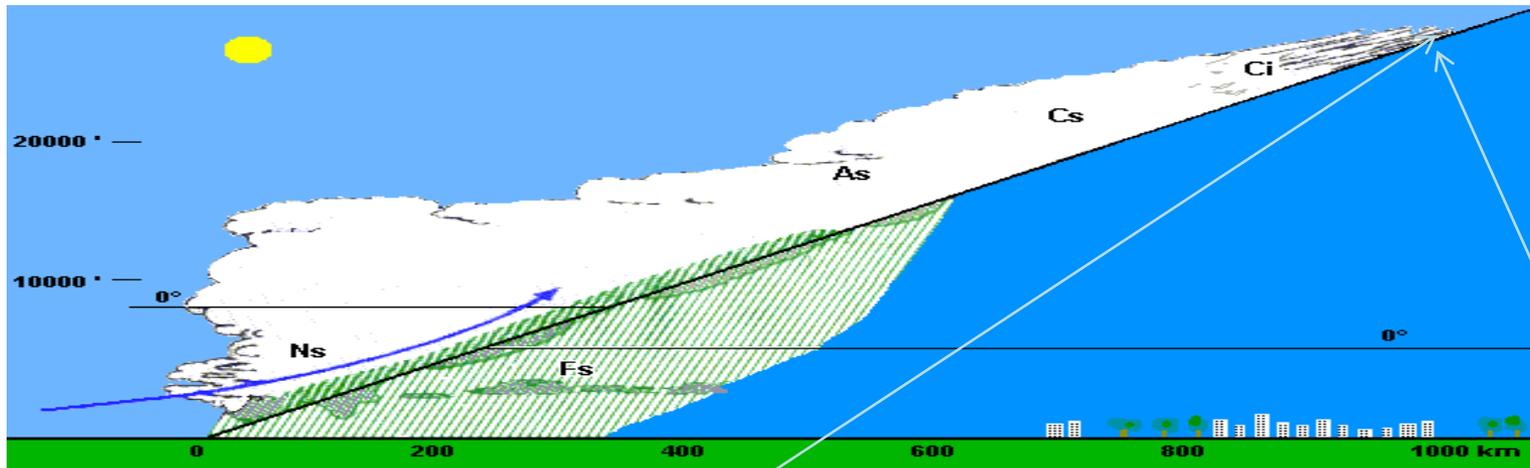
Représentation schématique des fronts et de leurs pentes; en réalité surfaces moins « lisses », plus tourmentées.

LE FRONT CHAUD (pente 1/100 à 1/300)



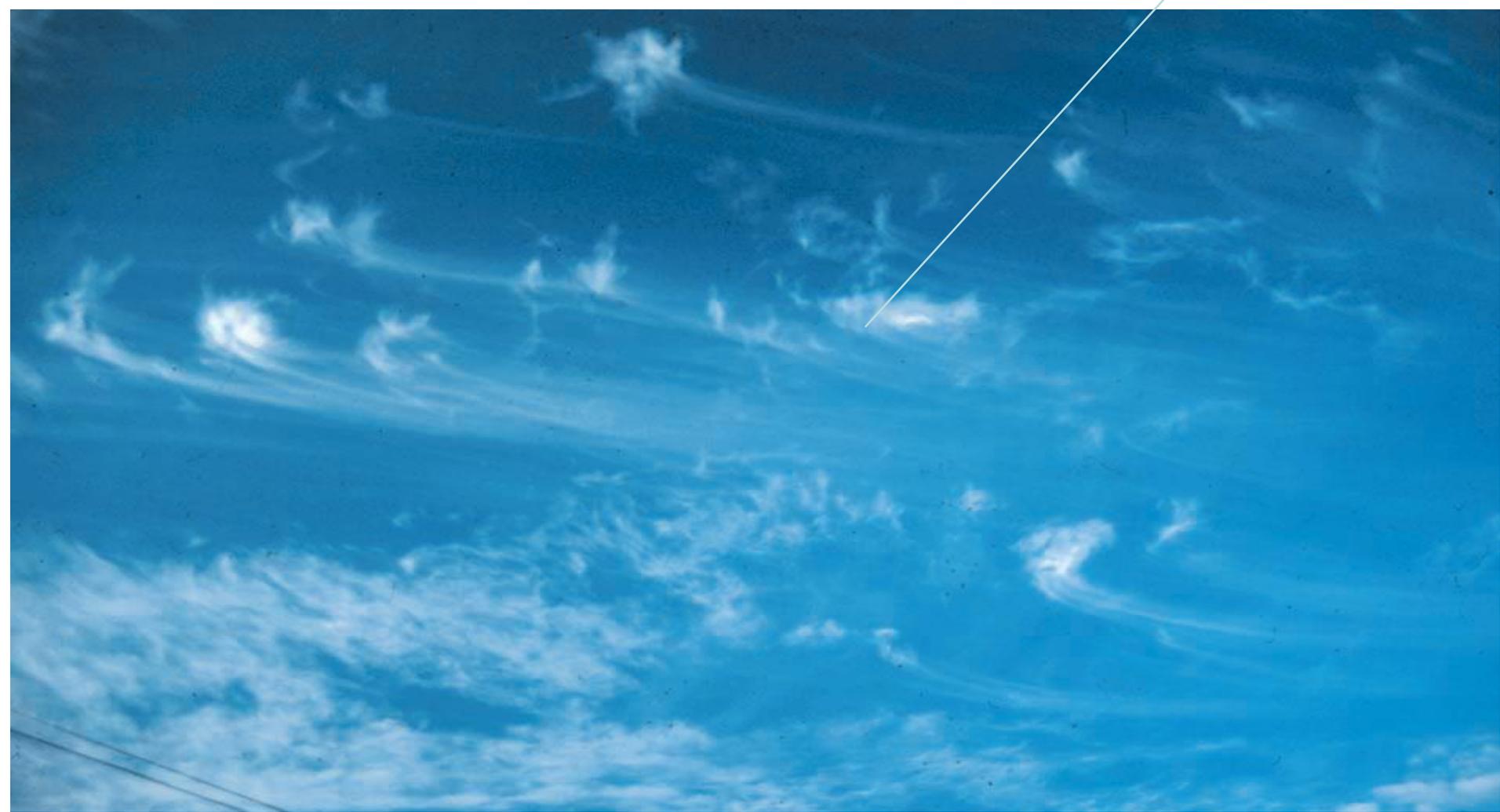
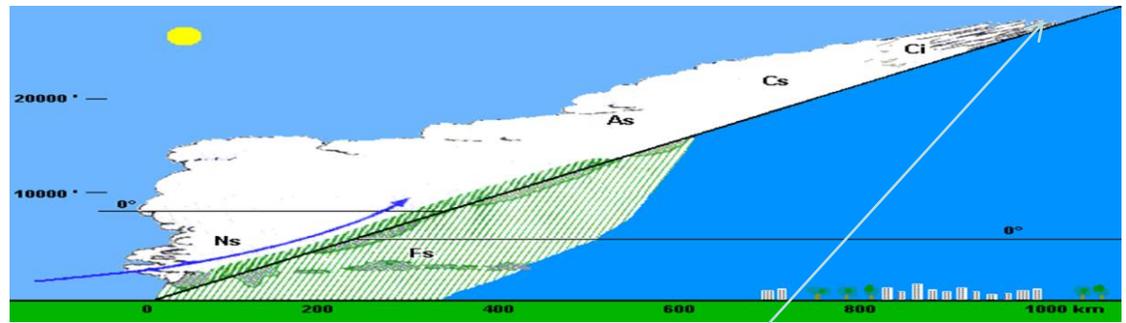
Les Cirrus (incinus) deviennent de plus en plus denses et se mêlent au Cirrostratus. Le ciel se couvre par de l'Altostratus élevé puis par le Nimbostratus accompagnés de pluie. Les Stratus fractus courent sous le Nimbostratus.

LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD



-Les Cirrus : nuages élevés, paillettes de glace, (6000/12000 M épaisseur 300m)

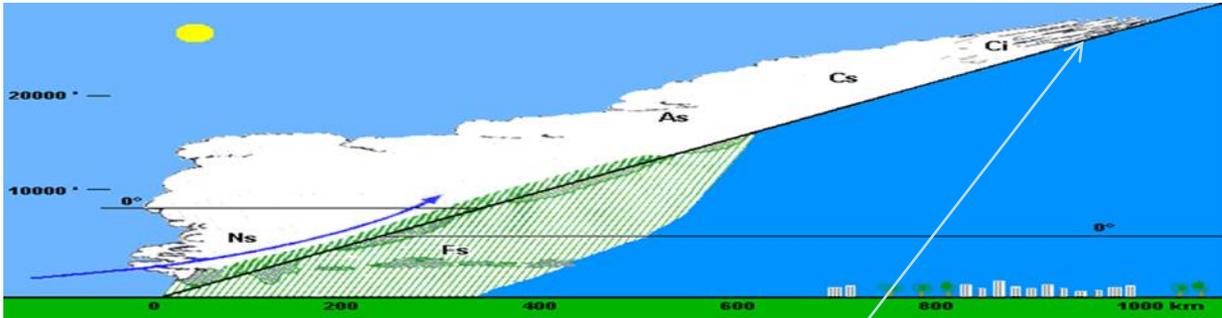
CIRRUS



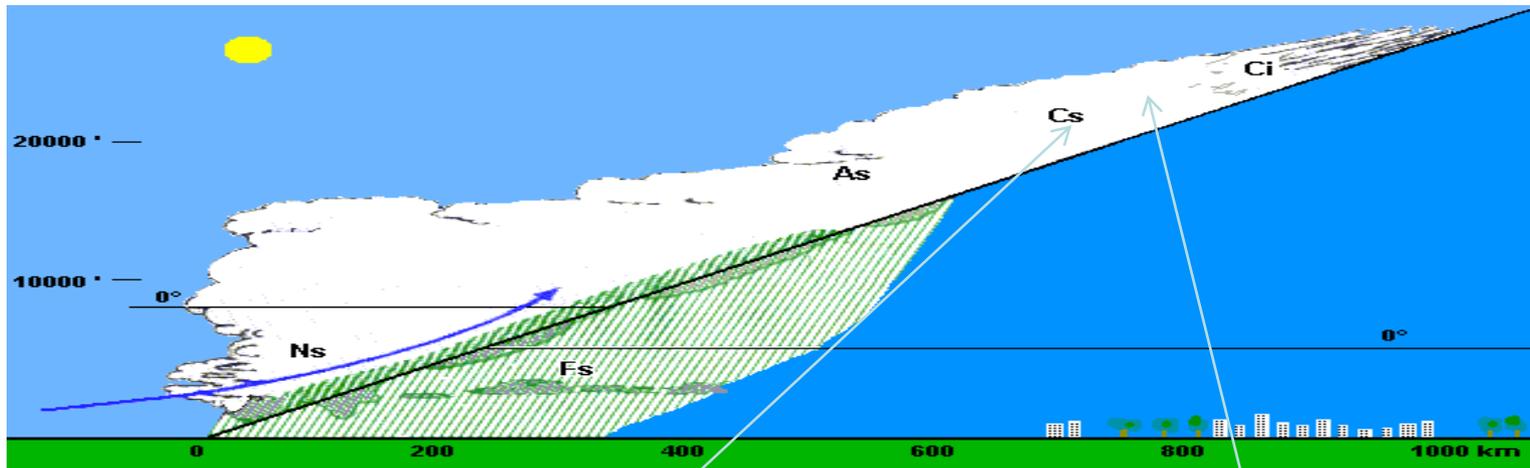
Cirrus uncinus 6000/12000m



LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD

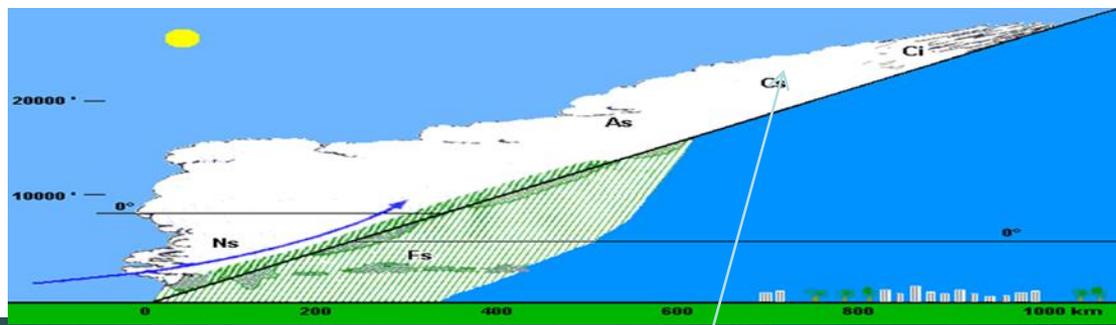


LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD

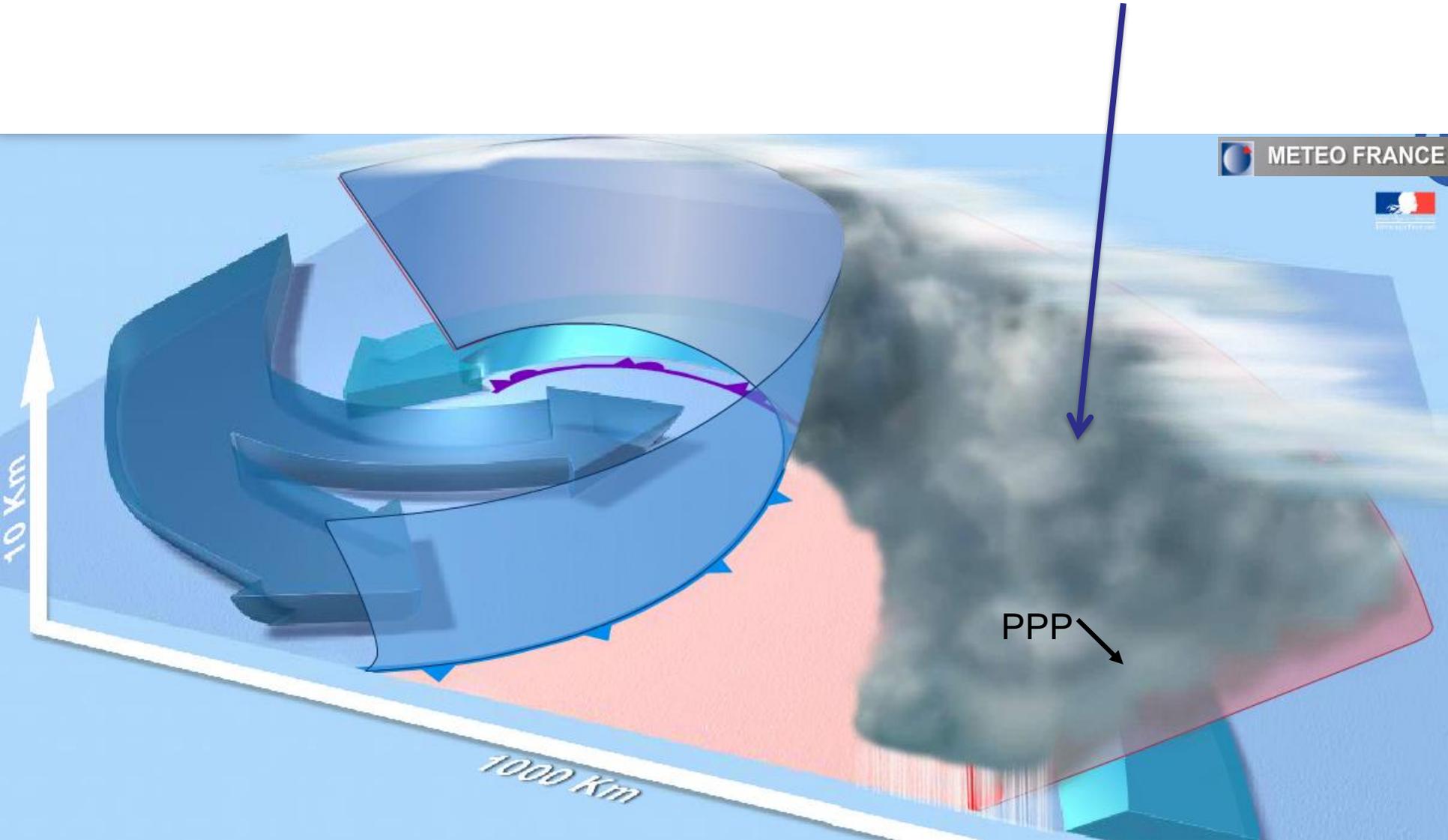


Le Cirrostratus : fin voile de paillettes de glace, transparent, halo de lune ou de soleil, (5000 m à 11000 m épaisseur 500 m)

CIRROSTRATUS

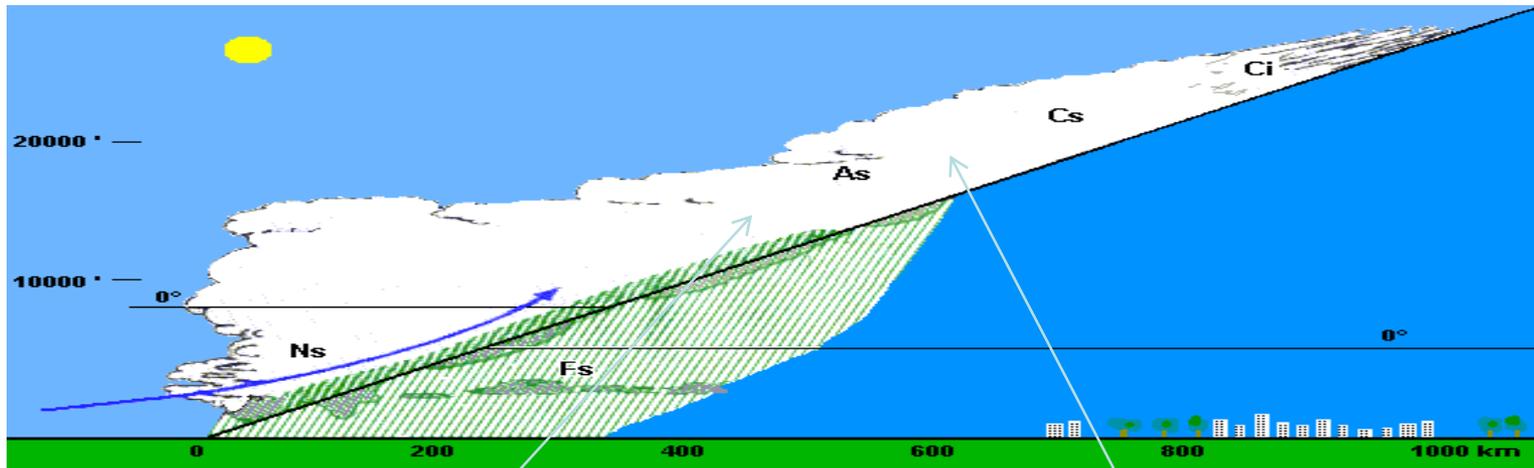


Nuages des étages moyens et bas sur la pente du **front chaud**



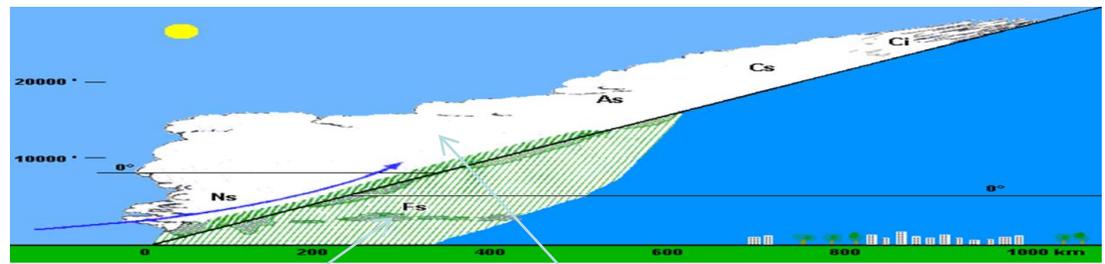
Advection de la masse d'air, ascension forcée sur la pente frontale, nuages stratiformes

LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD

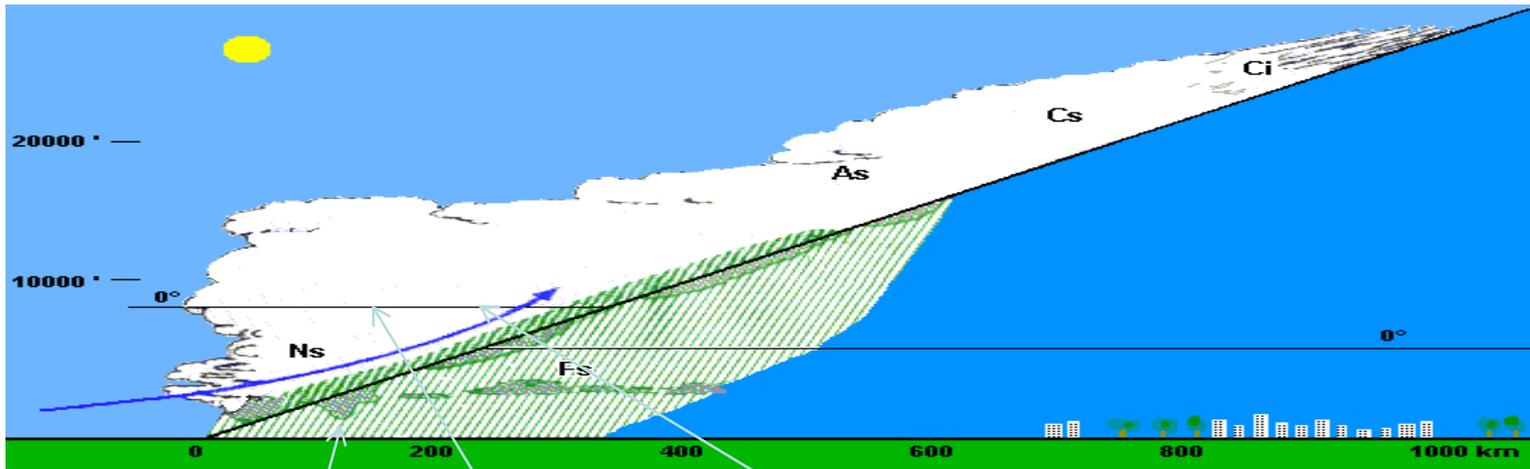


- Altostratus : nuages épais en nappe ou en couches grisâtre ou bleuâtre, peu laisser apercevoir le soleil (verre dépoli), (4500m/1500m épaisseur 2000 m environ)

ALTOSTRATUS et STRATUS

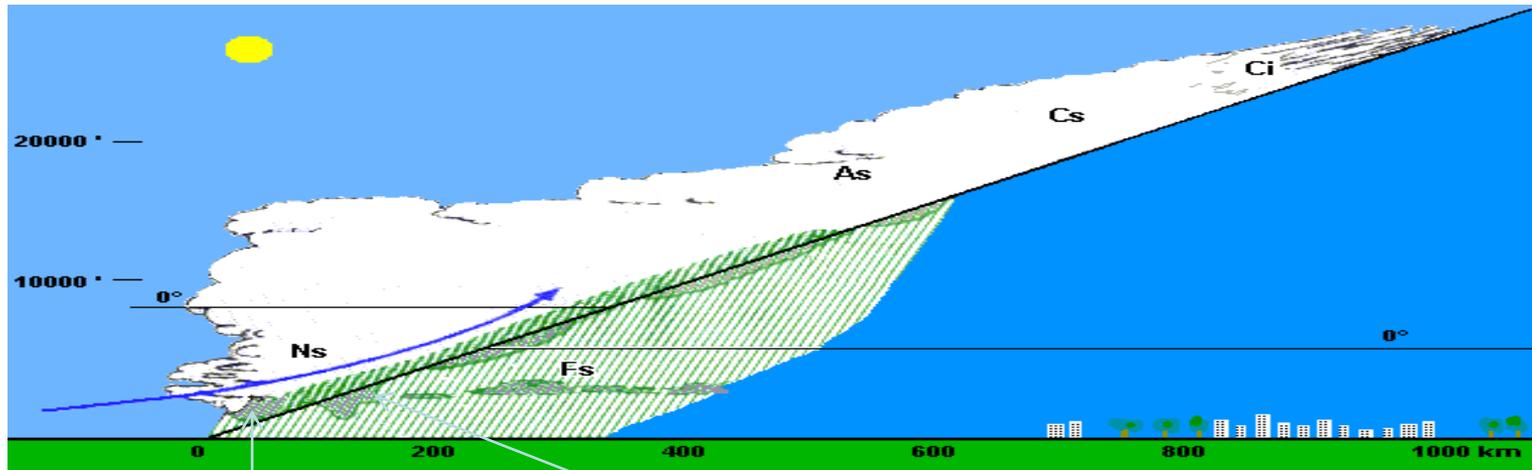


LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD

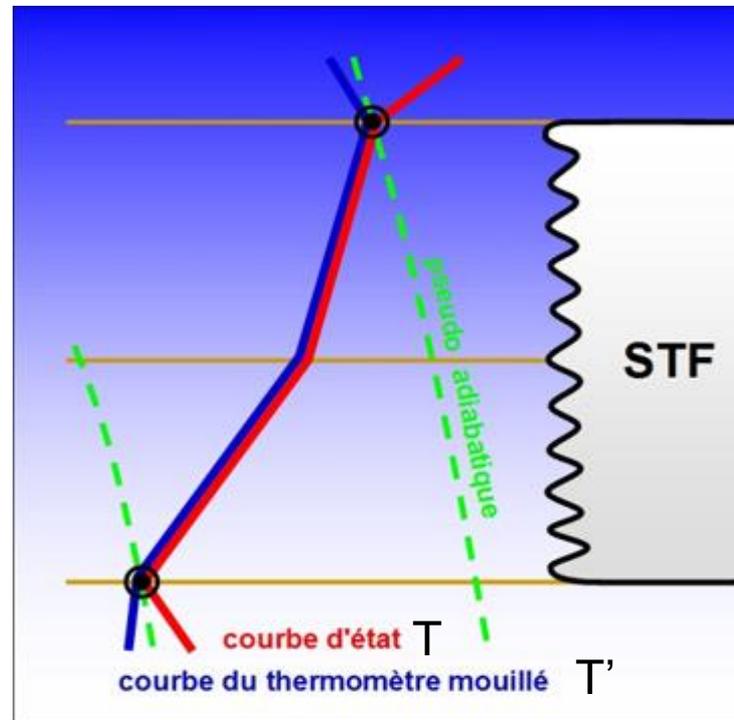
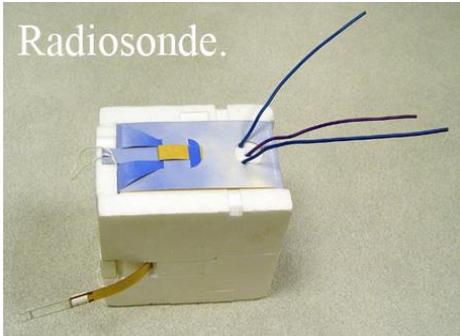


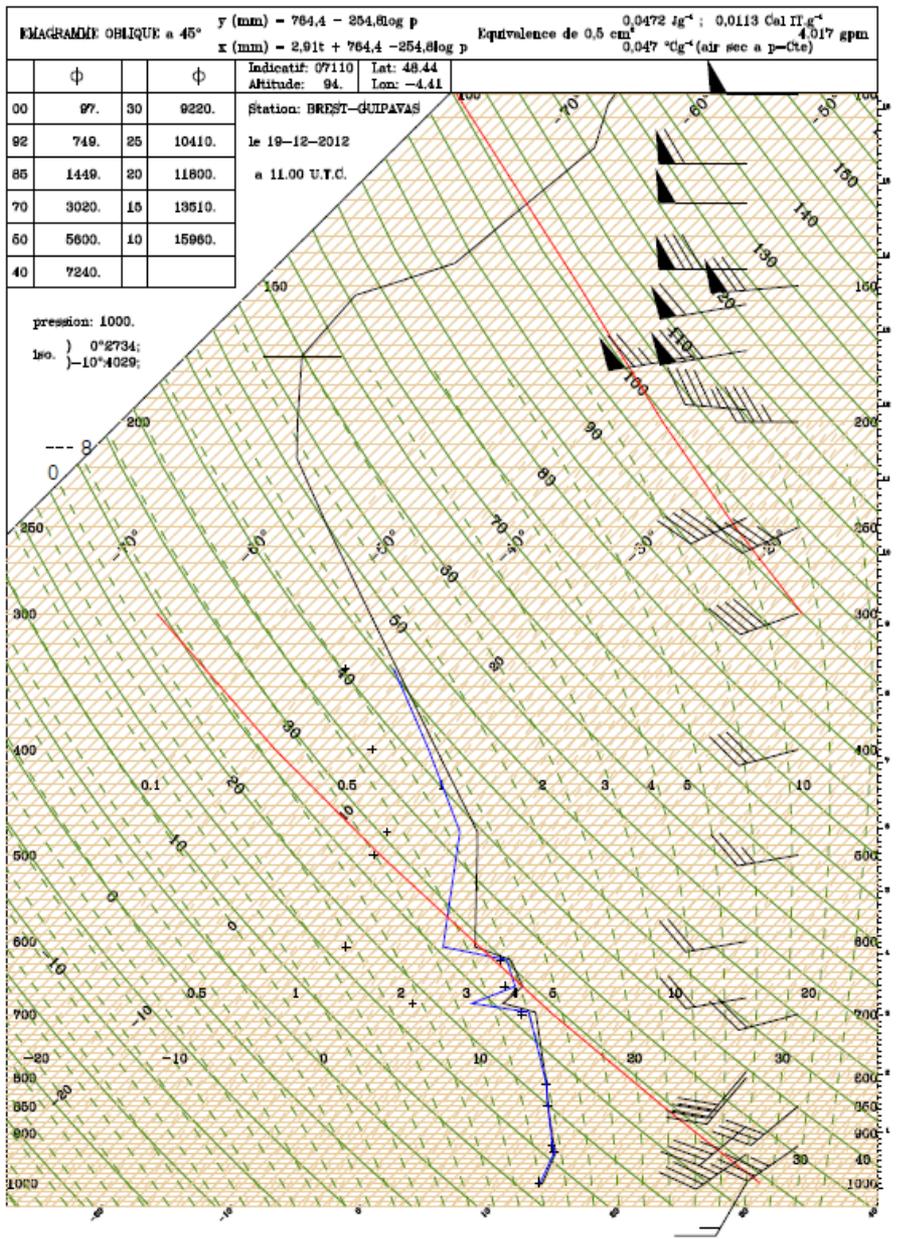
- Nimbostratus : nuages très épais, ne laisse pas apercevoir le soleil, pluie et bruine
- (base 300/400 m / sommet 5000 m épaisseur 3000 m/4000m).

LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD



- Stratus : nuages bas, déchiquetés, circulant rapidement sous la base de nuages plus élevés, nuages typiques du mauvais temps – résulte de l'évaporation des précipitations - base parfois au niveau du sol sur relief (base sol/500 m, épaisseur 300/500 m).

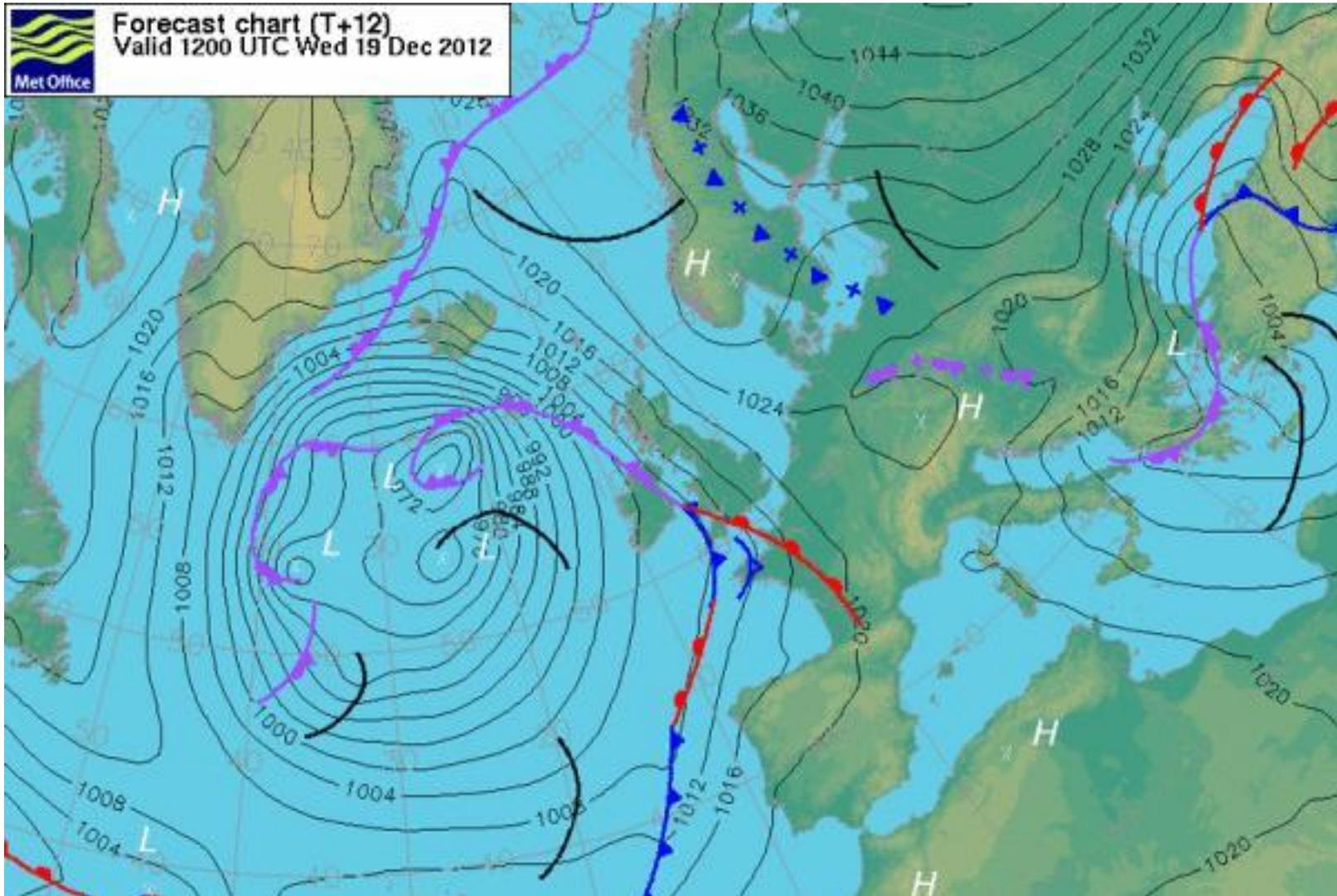




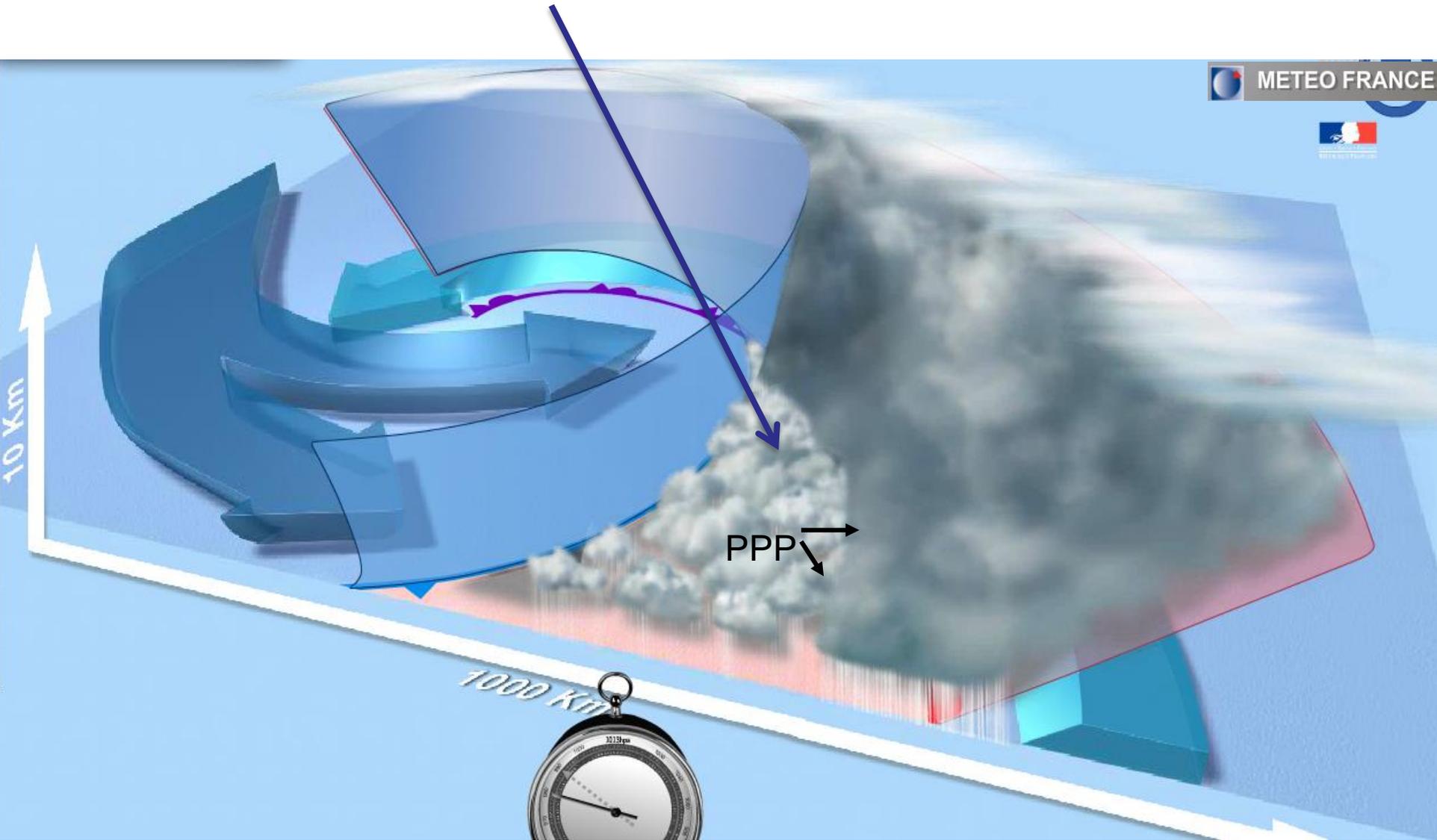
20121219
 11h00 UTC
 Radiosondage
 dans secteur
 chaud

Air saturé mais
 stable sur grande
 épaisseur
 Présence de
 nuages épais
 stratiformes et de
 précipitations quasi
 certaines.

2012/12/19 Secteur chaud, air saturé sur pointe Bretagne, bruine



Nuages dans le **secteur chaud** (latitude, hiver, été, Méditerranée...)

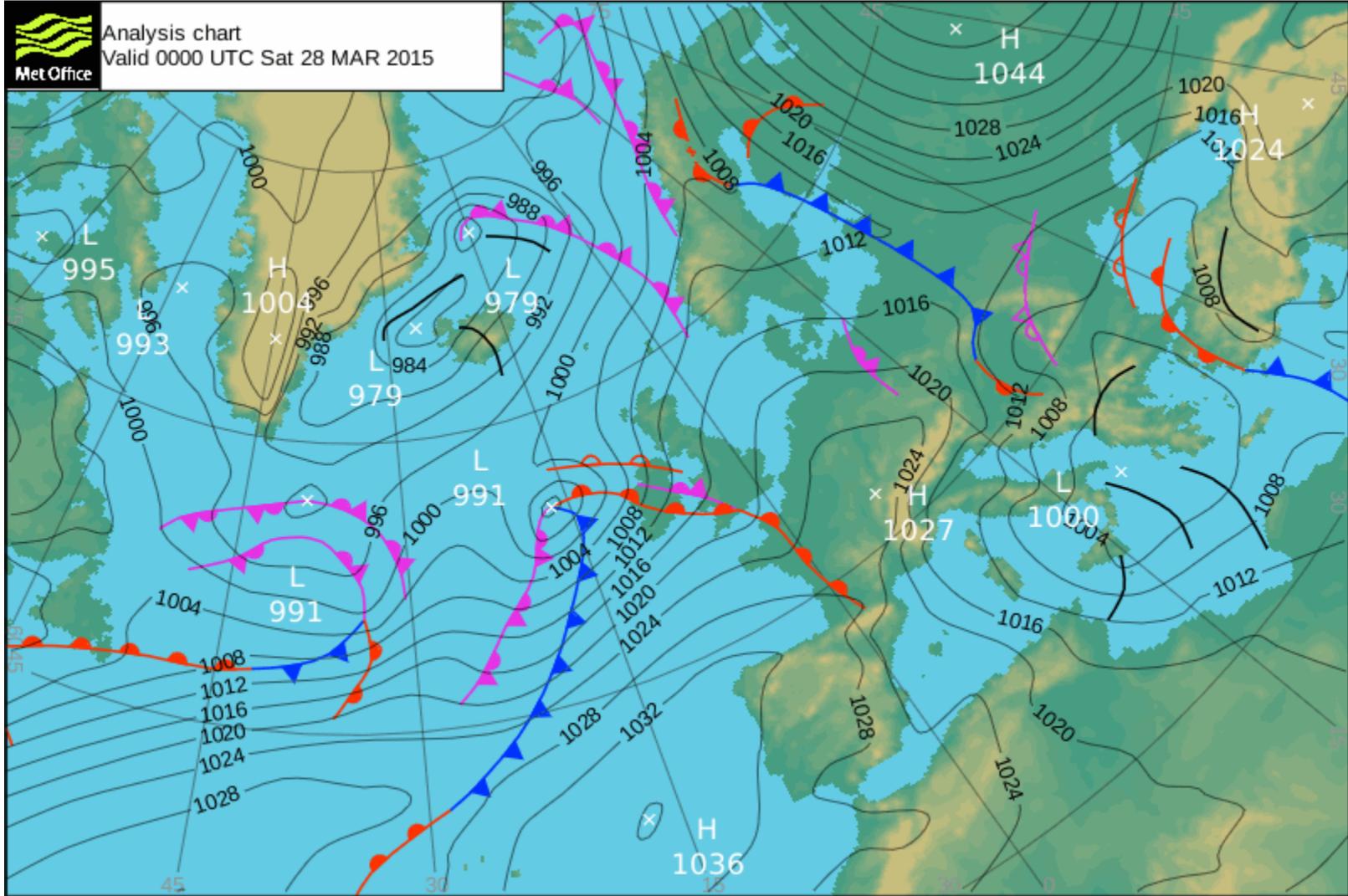


Evolution de la couche nuageuse, des précipitations, de la pression, du vent (dd ff)

La couche nuageuse dans le secteur chaud peut être soit continue, soit fractionnée avec de belles éclaircies en fonction de notre position par rapport au point triple, de la largeur du secteur chaud, de la saison, de la valeur de la pression atmosphérique, de la latitude....

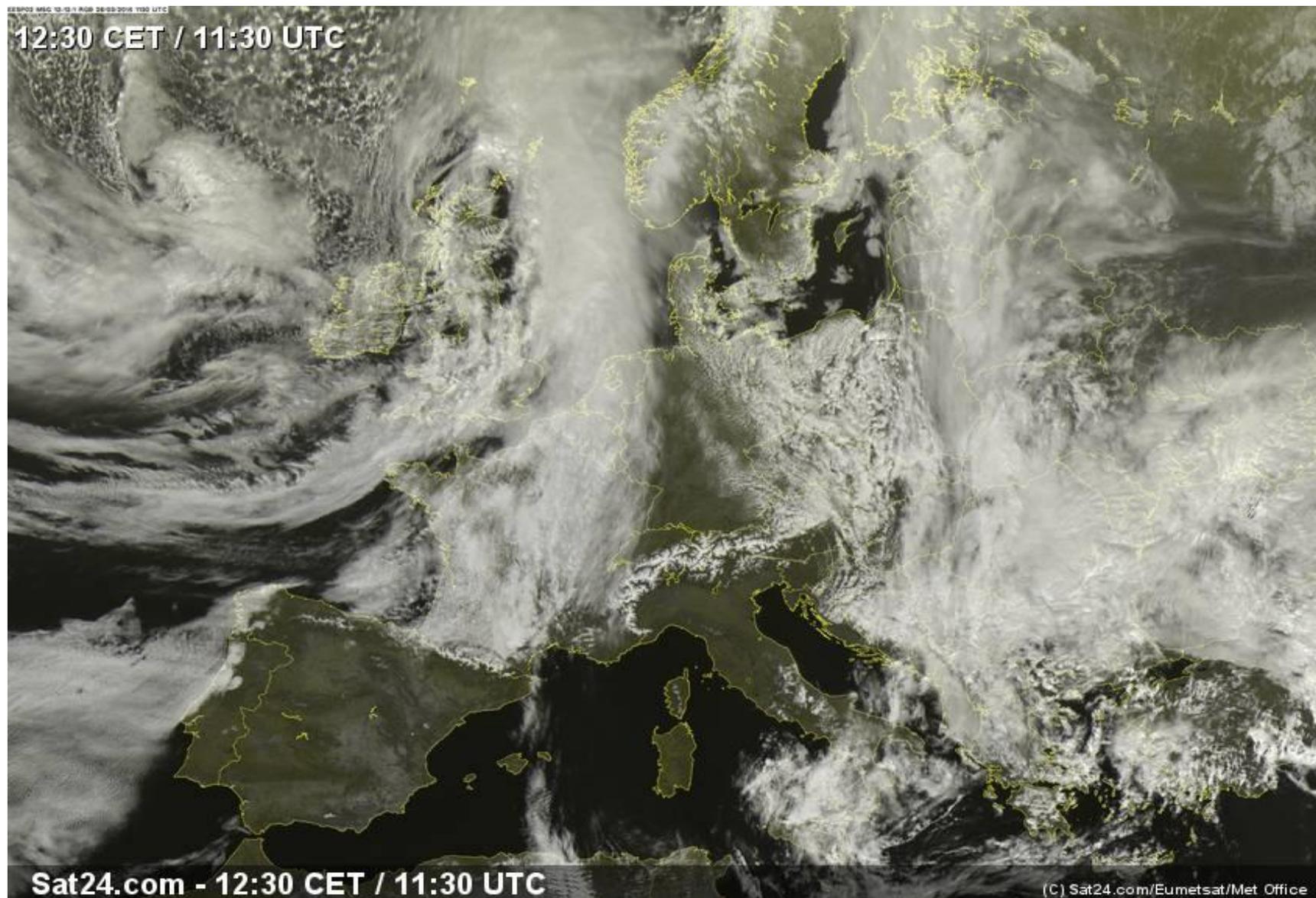


20150328_00h00UTC_Secteur chaud largement ouvert



Activité nuageuse et valeur du champ de pression

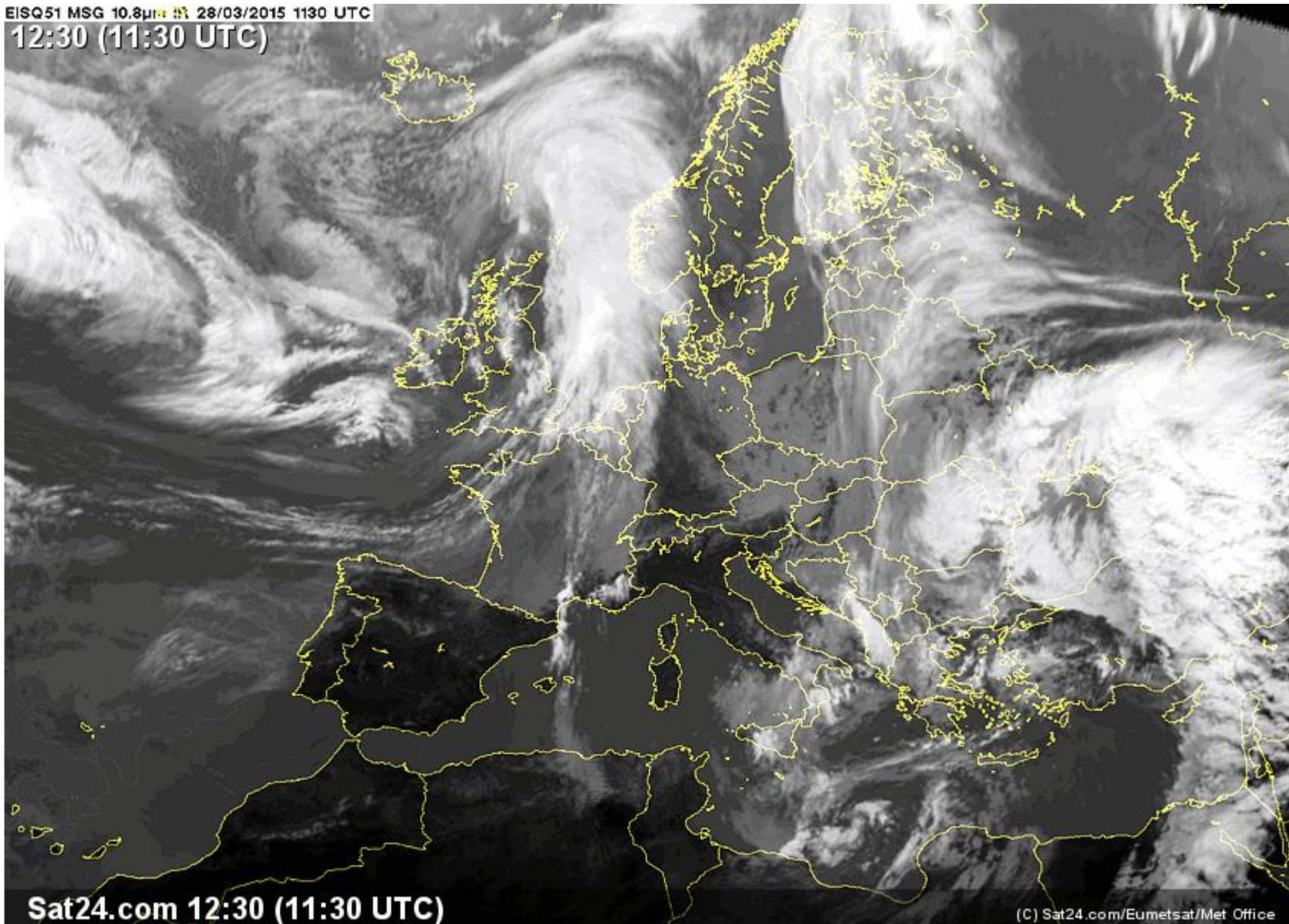
20150328_11h30 UTC_Vis _éclaircies dans secteur chaud



20150328_11h30 UTC_Ir_secteur chaud ouvert

EISQ51 MSG 10.8μm 28/03/2015 1130 UTC

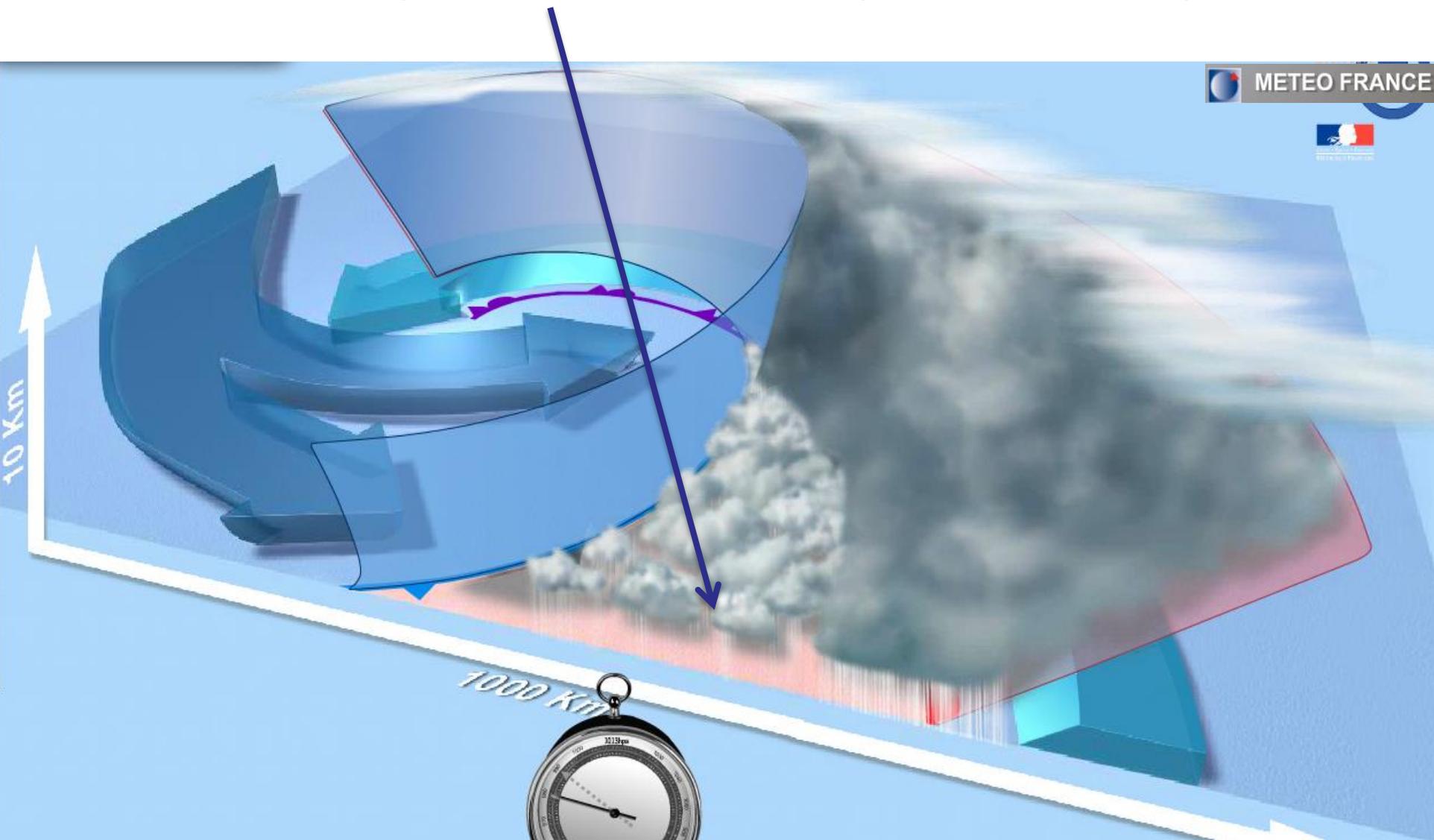
12:30 (11:30 UTC)



Sat24.com 12:30 (11:30 UTC)

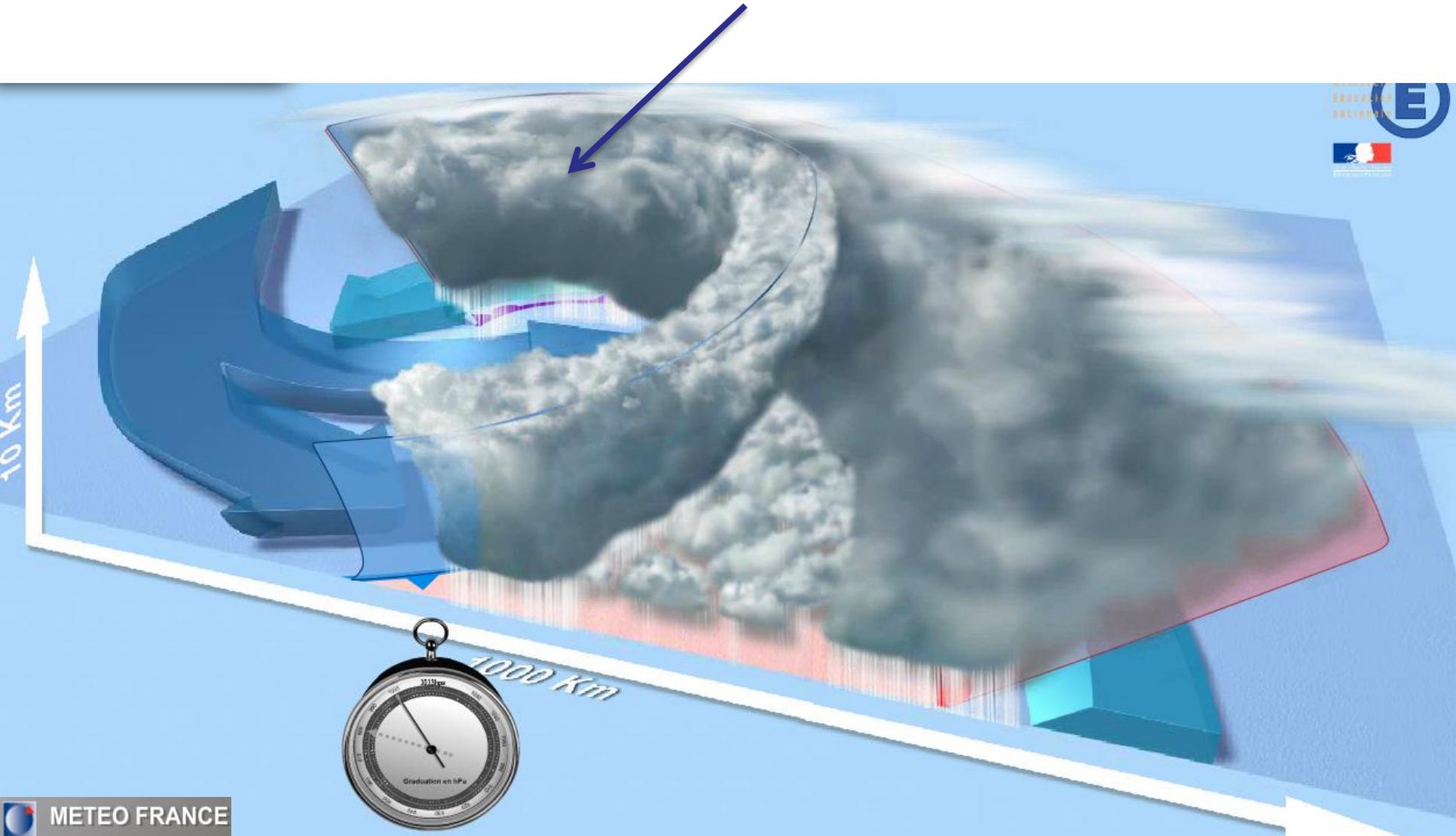
(C) Sat24.com/Eumetsat/Met Office

Intensité des nuages dans le **secteur chaud** (latitude, hiver, été...)



Evolution de la couche nuageuse, des précipitations, de la pression, du vent (dd ff)

Nuages sur l'occlusion



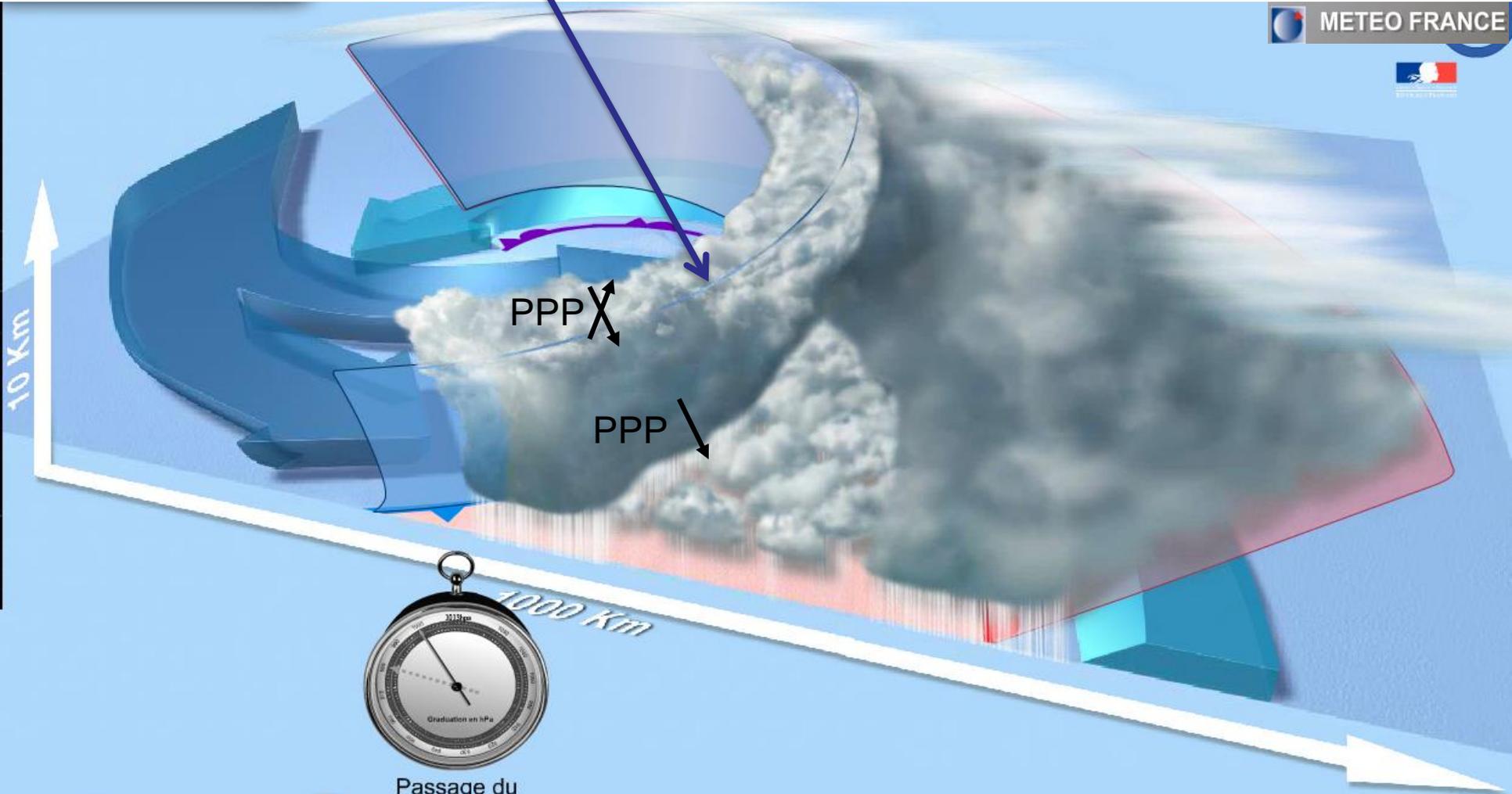
Type de nuages sous
une occlusion

Nuages stratiformes
en altitude et souvent
nuages cumuliformes
de type SC dans les
basses couches.

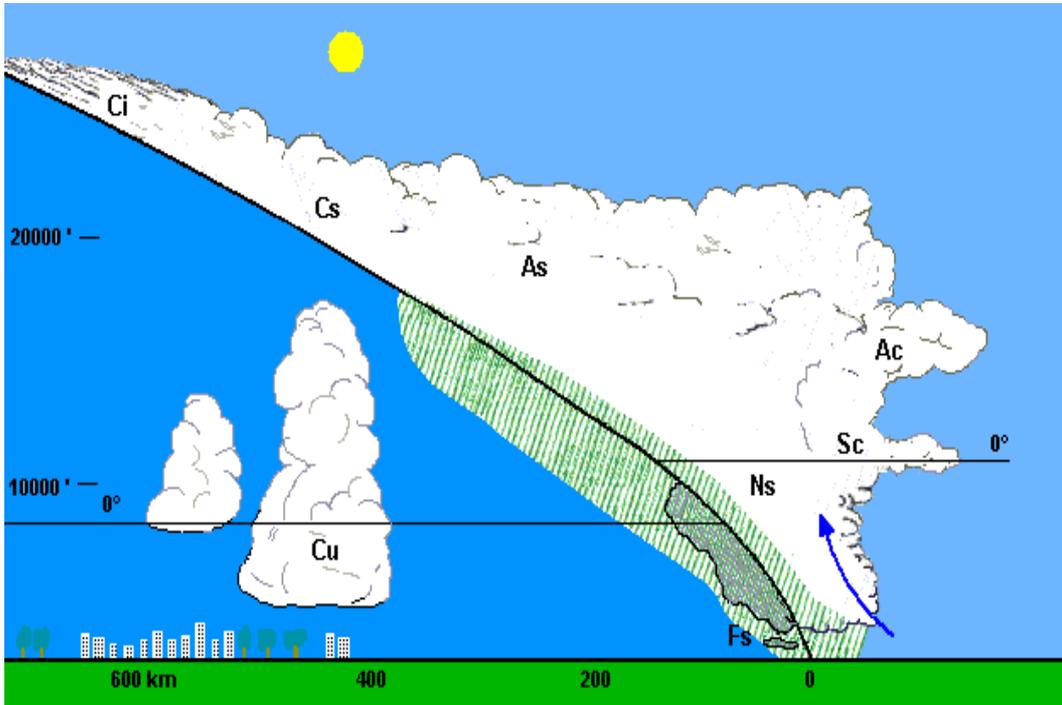
L'occlusion peut
stagner plusieurs
jours sur une zone,
enroulée autour d'un
centre
dépressionnaire en
phase de comblement
bien en arrière de la
perturbation



Nuages sur le **front froid** (notion de pente)



LE FRONT FROID



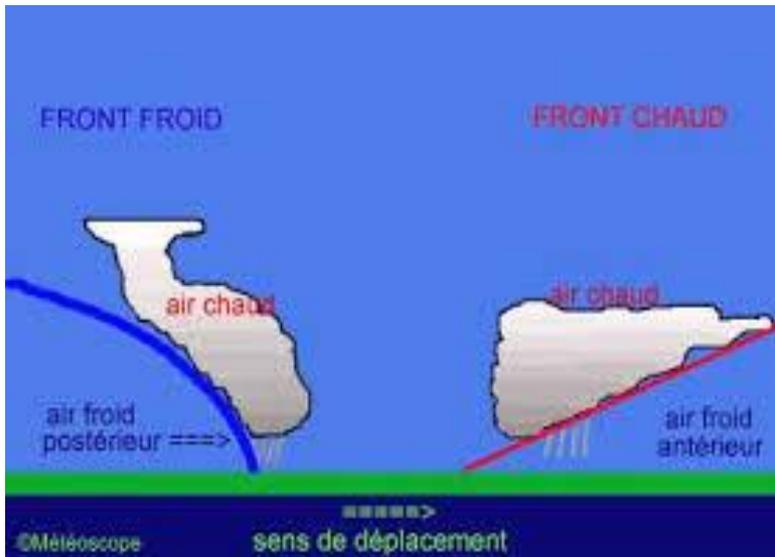
La trace au sol du front s'accompagne de pluies souvent intenses (pente 1/50) après lesquelles des éclaircies se développent. On assiste également à une modification des vents en direction, force et régularité, gains. (**tendance baro**).

- Dans une perturbation, la limite entre l'air chaud antérieur et l'air froid postérieur s'appelle le front froid.

-Le front froid est le lieu d'une **ascendance** forcée matérialisée par les nuages présents sur la pente frontale.

-Derrière le front se développent des mouvements **convectifs** qui seront d'autant plus importants que le contraste thermique entre l'air chaud et l'air froid sera important (FF actif) et la pente frontale marquée.

-Front(s) froid(s) secondaire(s) et lignes de grains.



Masse d'air chaude et instable :

Présence de CB noyés dans la masse des nuages stratiformes.

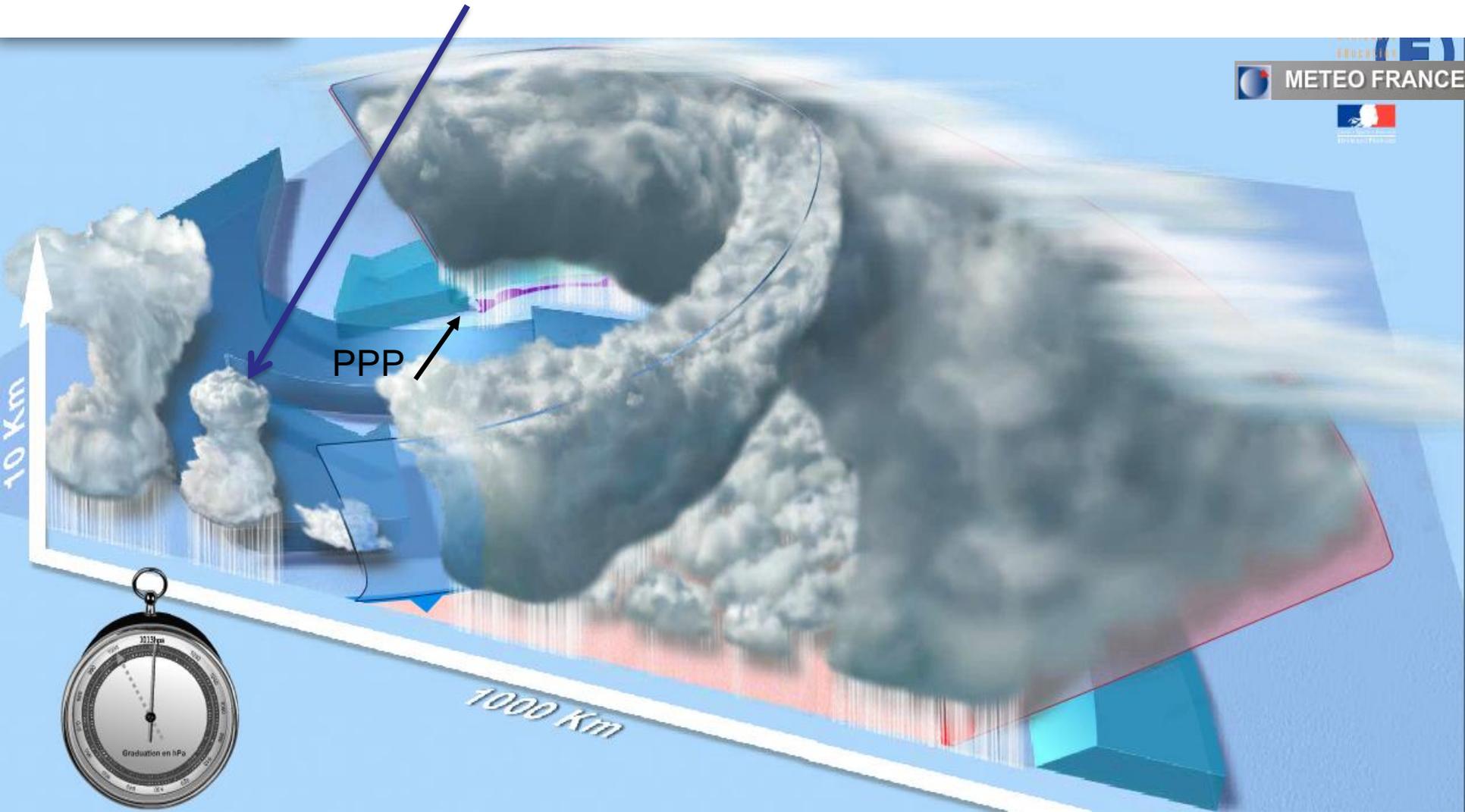
L'air froid rejette violemment en altitude l'air chaud et humide et des foyers orageux naissent dans l'air chaud sur la pente frontale.

Plafond, nature et intensité des précipitations.

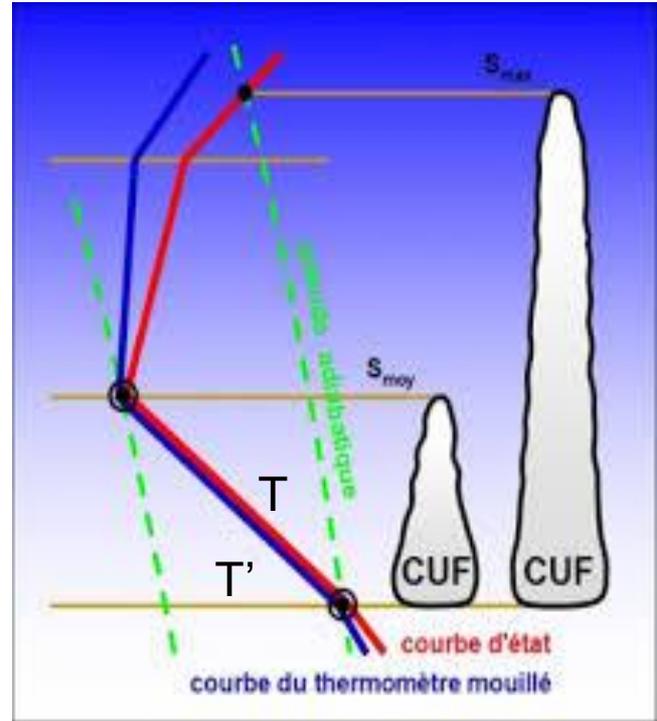
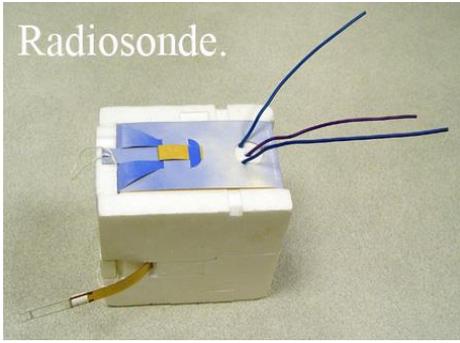
En été, advection chaude remontant du SW, juste avant le front avec tendance orageuse marquée.



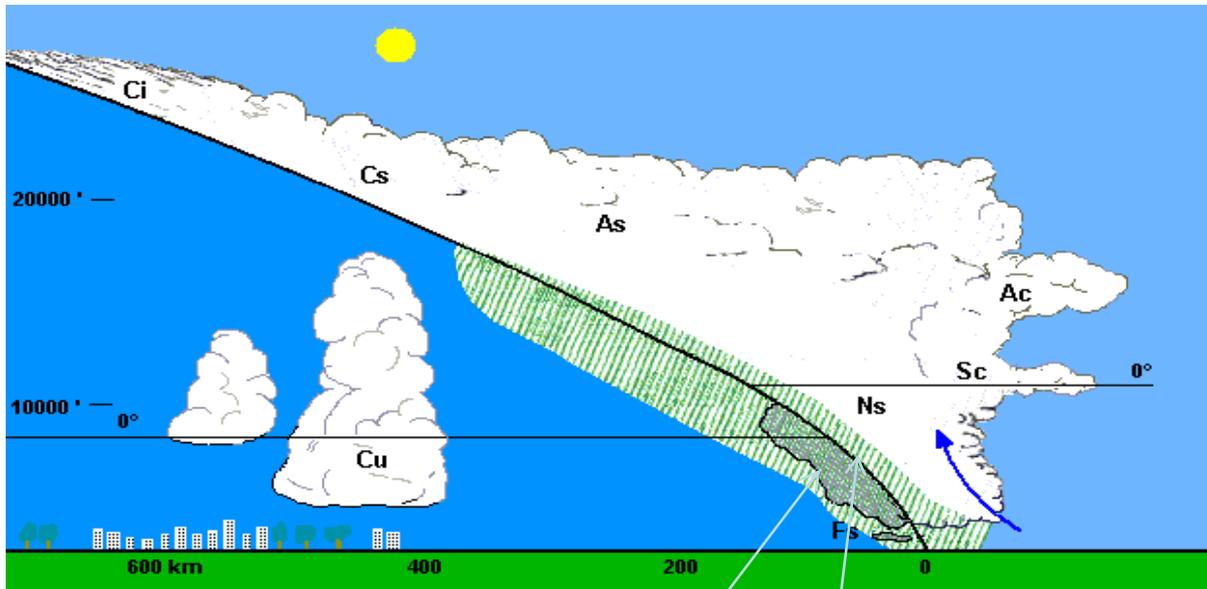
Nuages dans la **traîne** (convection, évolution masse d'air, grains...)



Souvent premier indice du passage du front froid : la hausse de la pression atmosphérique. Idem nature des précipitations.



LE FRONT FROID

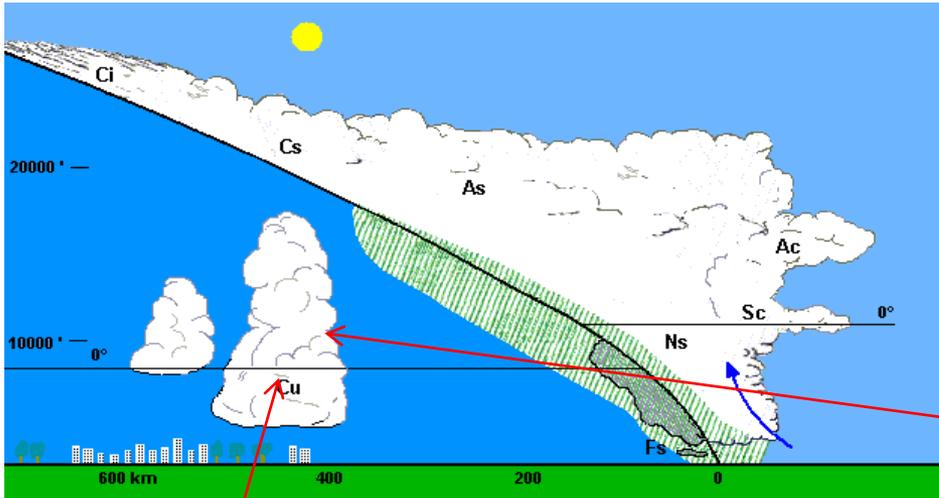


Front froid : trace au sol plus marquée que celle du front chaud (pente plus forte). Attention aux fronts froids ondulants.

Sous le front froid



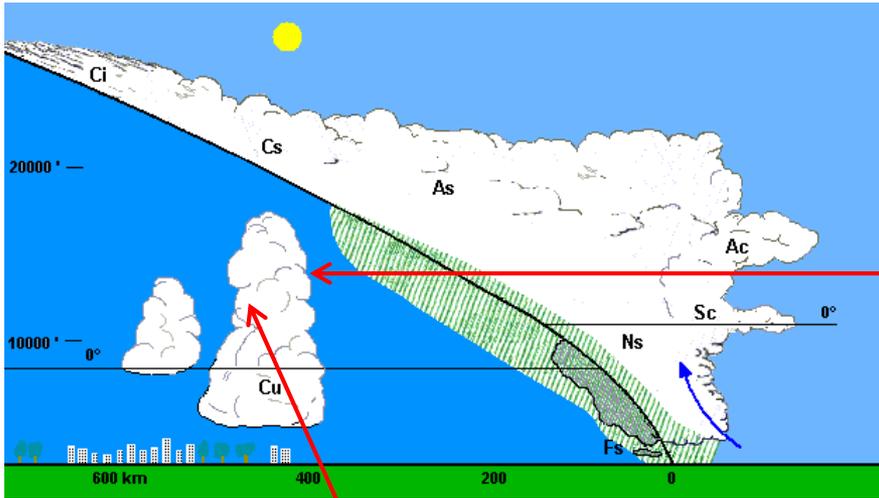
CUMULUS



Cumulus : nuages très denses à développement vertical parfois important, aux contours souvent bien délimités, accompagnés d'averses de pluies voire de grêle.

Rues de nuages (base : 400 m/ 2000 m, épaisseur 200 m à 6000 m).

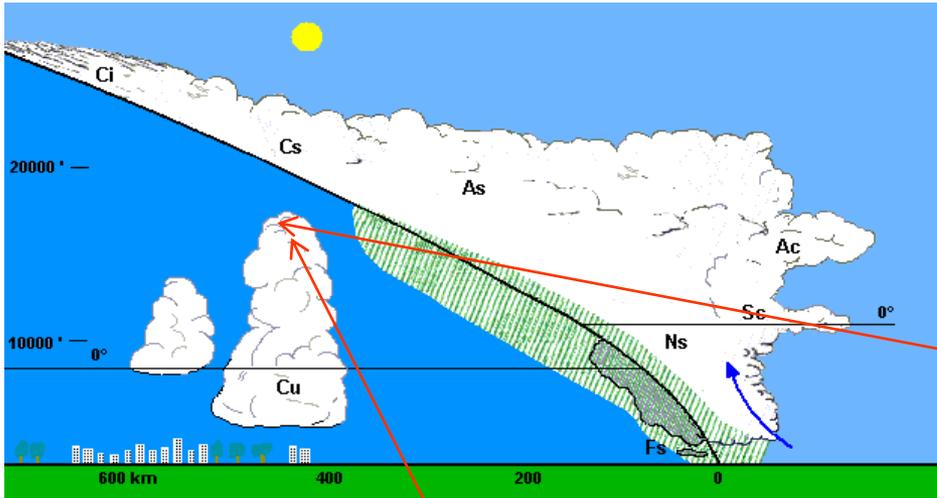
CUMULONIMBUS (calvus)



Cumulonimbus : nuages très denses à développement vertical considérable (8000/12000 M - tropopause), aux contours souvent bien délimités accompagnés d'averses de pluies ou de grêle (**coalescence**, **effet Bergeron**), d'orages, de violentes rafales de vent.

CUMULONIMBUS (capillatus)

Base : 300 m, épaisseur de 5000 m à 18000 m selon latitude. Souvent stratus dessous.

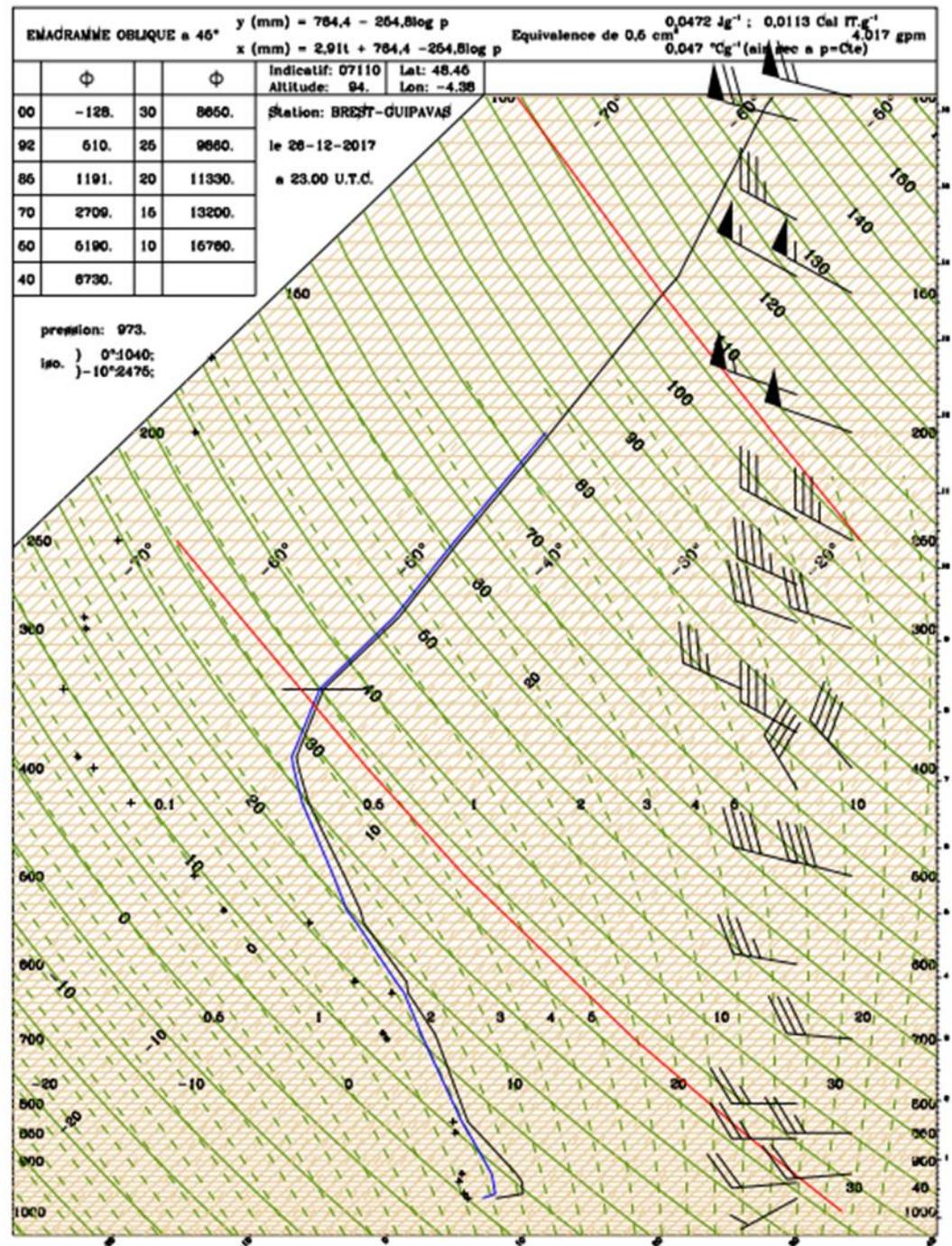


Développement maximum du cumulonimbus accompagné d'averses de pluies ou de grêle, d'orages, de violentes rafales de vent pouvant doubler le vent moyen avec des sautes de direction importantes, de trombes marines.

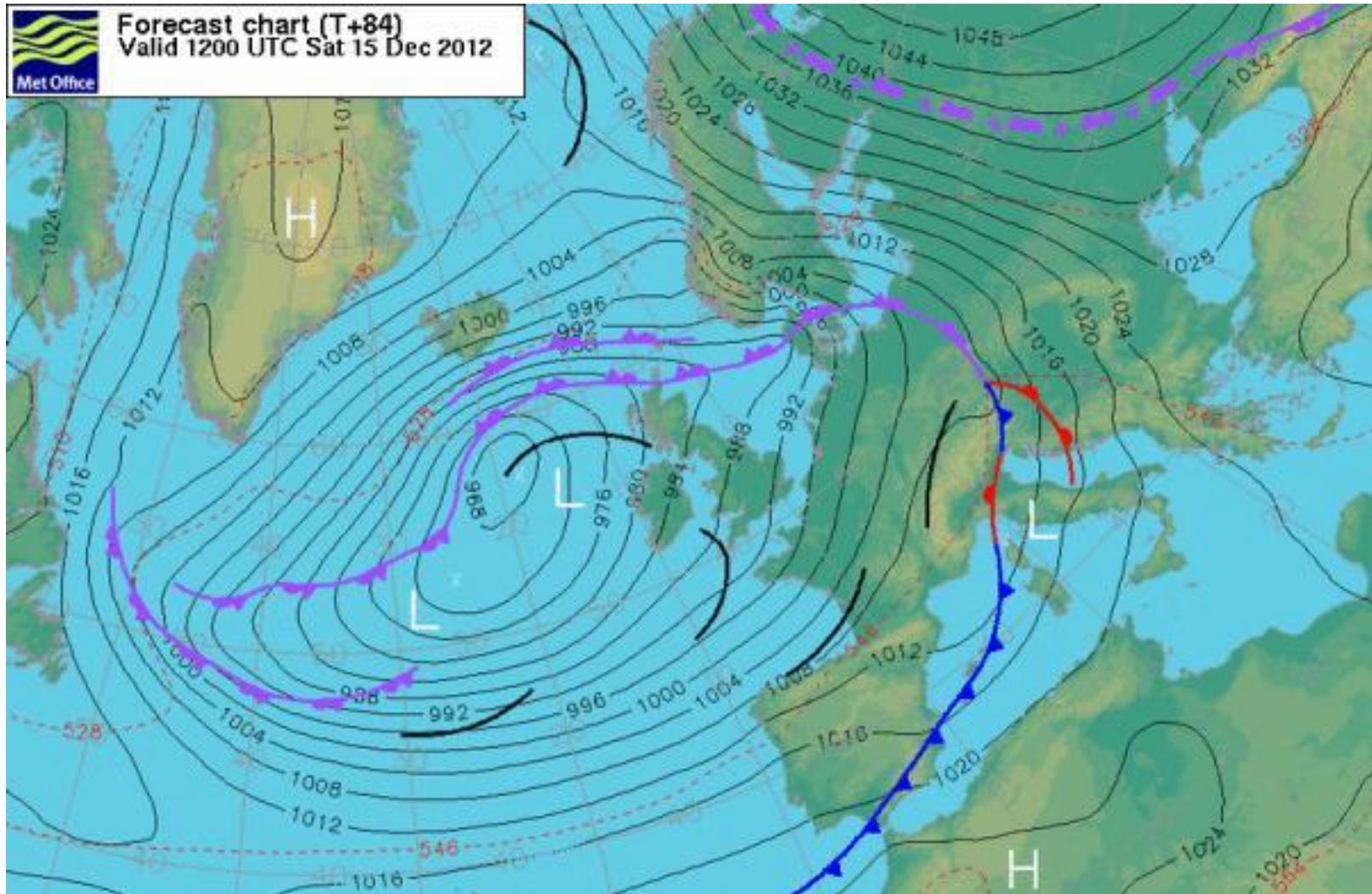
Air polaire maritime propice formation Cb.

Radiosondage typique
d'un ciel de traîne

Brest Guipavas
20171226 23h00 UTC
Radiosondage type d'un
ciel de traîne active
avec nuages convectifs
puissants se
développant jusque la
tropopause
CB, risques d'orages
(SIN et CAP).

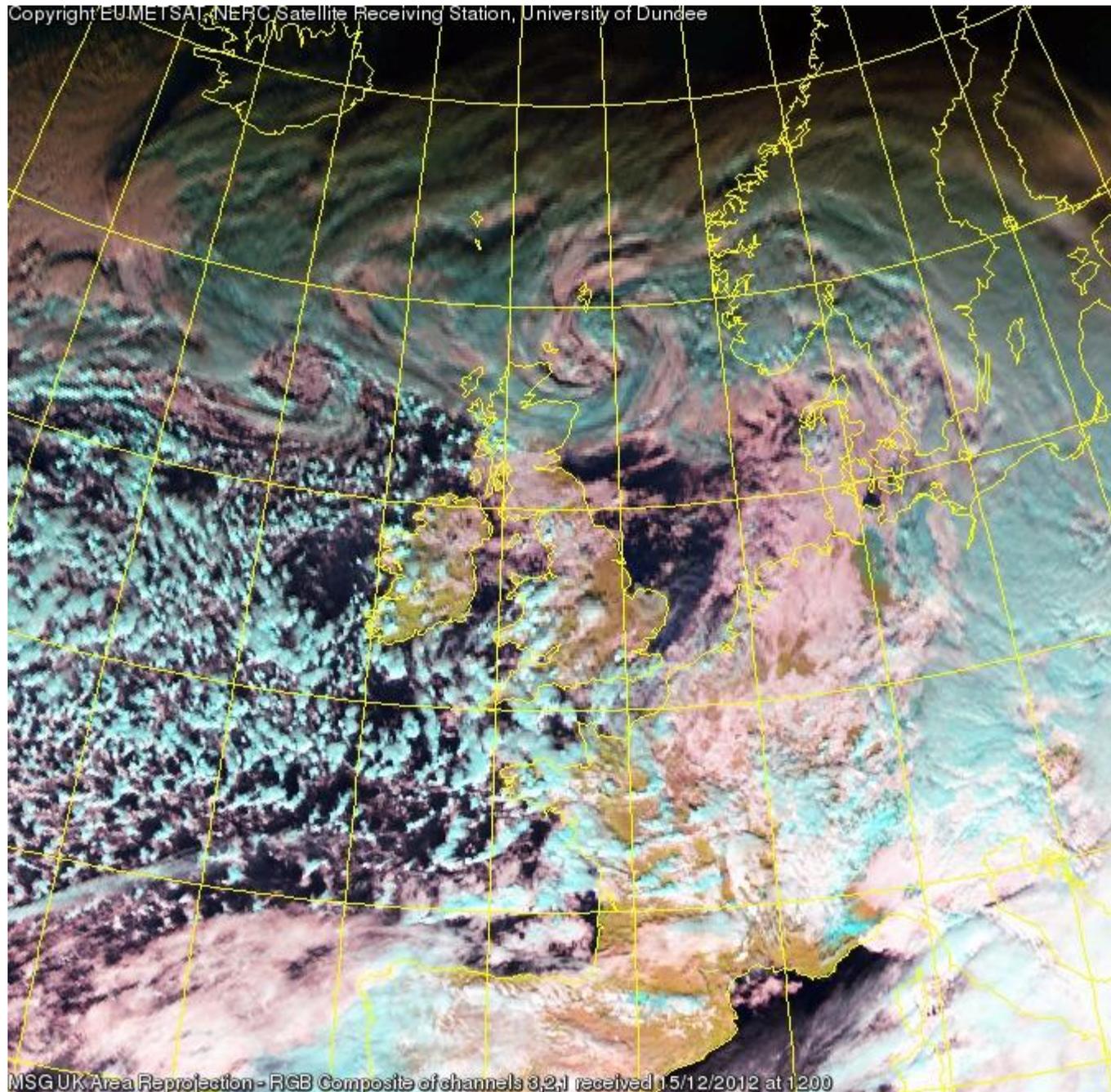


Traine active de WSW – grains violents – grand frais en cours.



Flux d'WSW mais **d'origine polaire maritime** donc instable.
Toujours penser à rechercher l'origine de la masse d'air.

20121215-
12h00UTC
Dundée



20121215-16h33 UTC Cumulonimbus





MAMMA SOUS CUMULONIMBUS



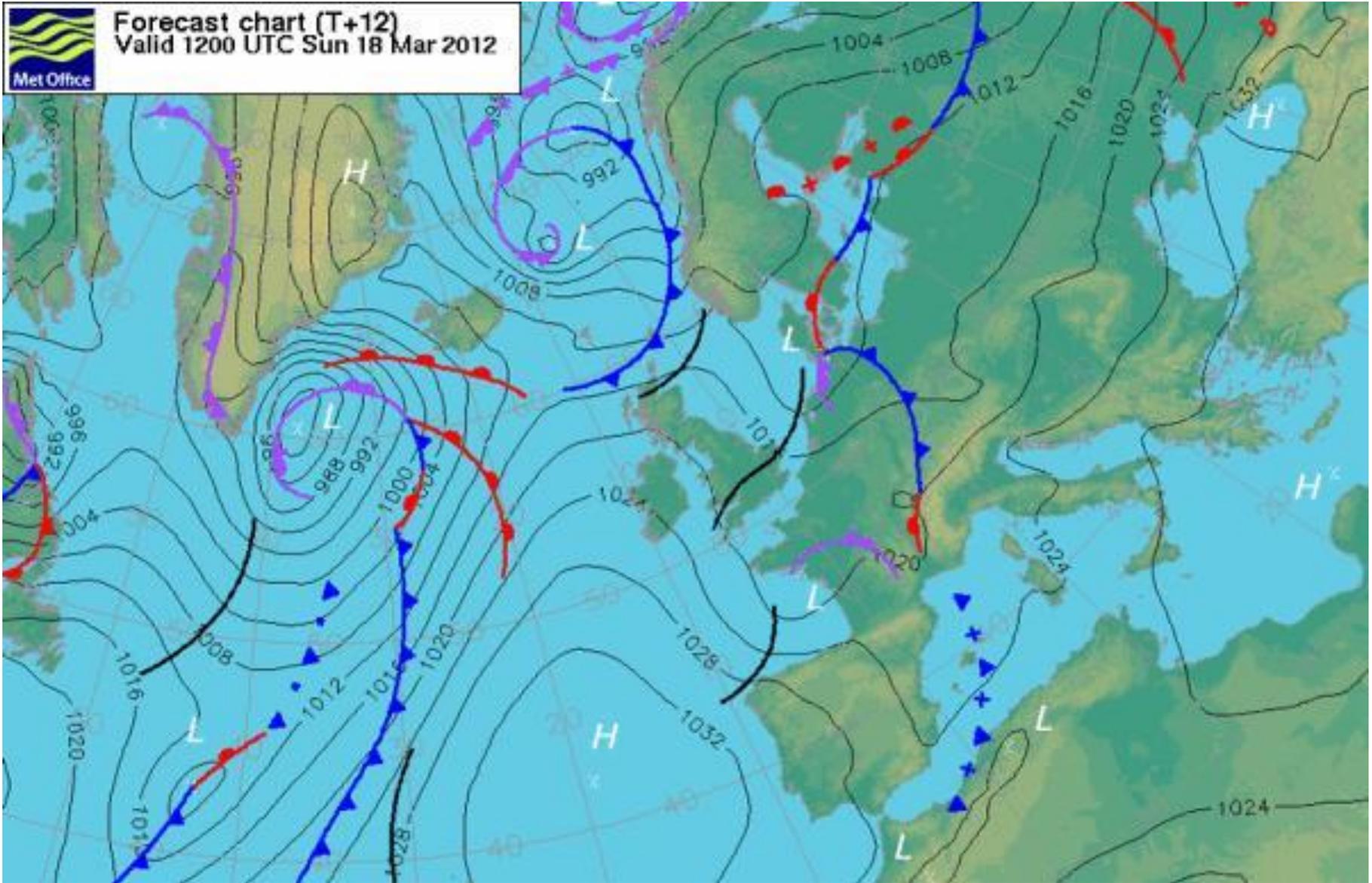
Traine active : nuages instables, grains, arc en ciel



Cumulonimbus soleil couchant en fin de traîne enclume en voie de disparition



 Forecast chart (T+12)
Valid 1200 UTC Sun 18 Mar 2012

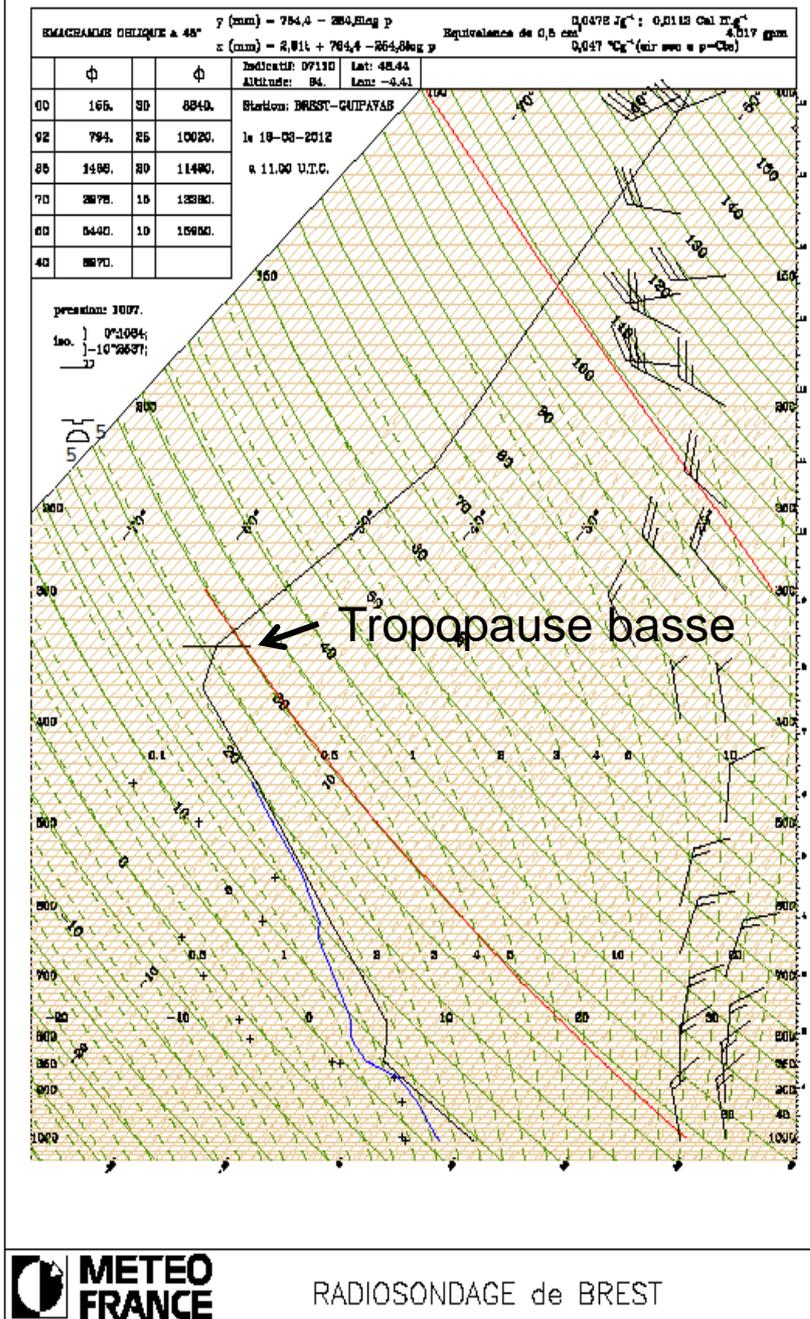


Une petite goutte froide d'altitude peut donner de l'instabilité marquée (RS et images suivantes).

Radiosondage (Brest)
instable dans dans la traîne
(carte ci-dessus et images ci-
dessous).

Les particules d'air qui
s'élèvent depuis le sol
peuvent monter jusque la
tropopause basse et former
des nuages puissants, **les
cumulonimbus**.

La partie supérieure fibreuse
du nuage va s'étaler sous la
tropopause et former
l'enclume du cumulonimbus
visible de très loin en mer
lorsque le nuage n'est pas
noyé dans une masse
nuageuse plus compacte.







Virga sous base de cumulus



Tornado CUMULONIMBUS (USA)



MAMMA SOUS CUMULONIMBUS (USA)



CUMULONIMBUS / TORNADE



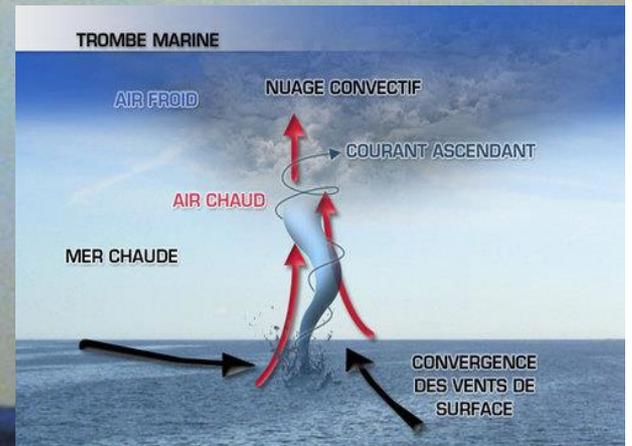
USA : 800/1200 tornades par an, printemps, automne, AM.

TROMBE MARINE

www.notre-planete.info

Tuba →

Buisson →



TORNADE et TROMBE



Trombe:

- Convergence locale des vents à la surface de la mer.
- Bouillonnement et bruit au niveau du buisson.
- Quand tuba et buisson se rejoignent, trombe adulte.
- vents 70/80 nds en mer, jusque 150 à 200 nds pour les tornades terrestres,
- Vitesse de déplacement 7/15nds en mer, plus rapide sur terre.
- Diamètre de 10 à 40 mètres sur mer.
- Durée de vie de quelques minutes à une demi-heure.
- Principalement au printemps et en automne.

TROMBE MARINE



Dominique Tison



Trombe marine au
stade adulte.
S'écarter le plus
tôt possible du
buisson et des
vents forts qui
l'accompagnent.

**Evolution de la
cellule
convective
dans air froid :**

**Cumulus
humilis**

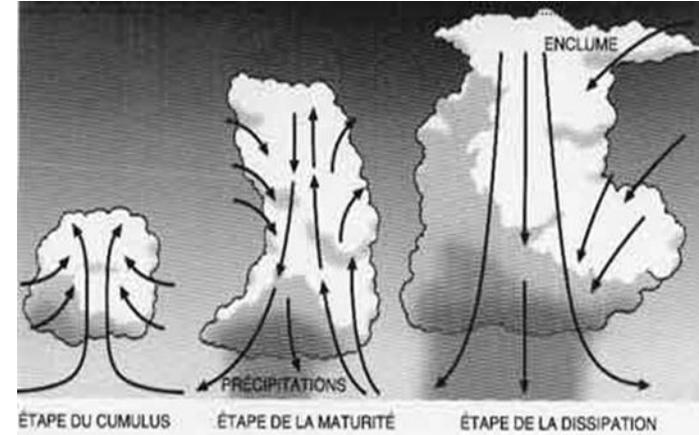
**Cumulus
Médiocris**

**Cumulus
congestus**

**Cumulonimbus
calvus**

**Cumulonimbus
capillatus**





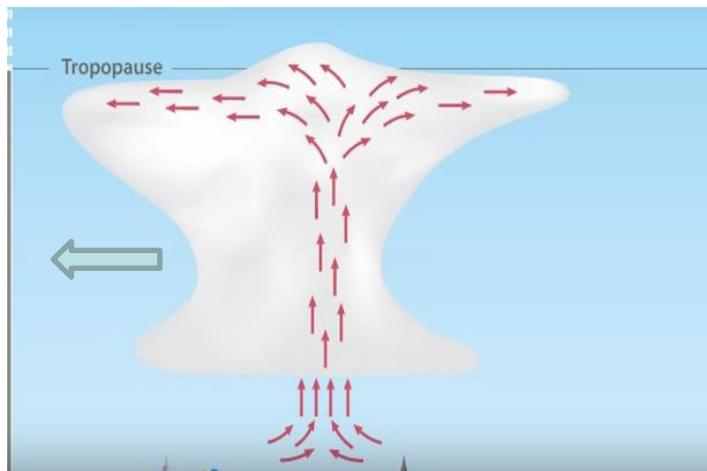
Evolution CU / CB

Air instable

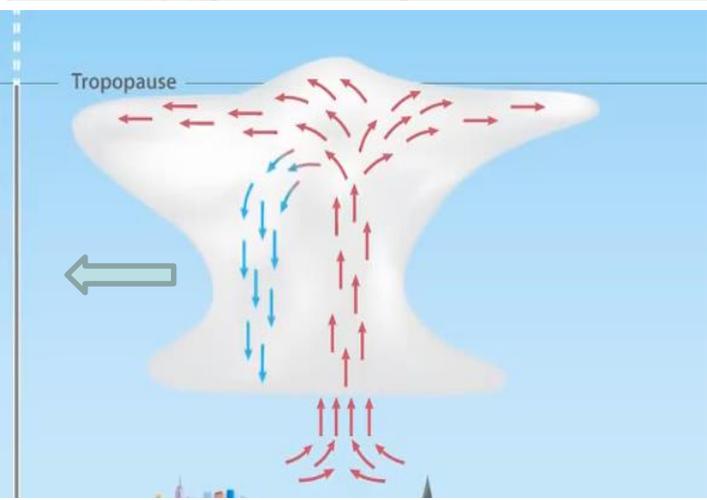
Cumulus : humilis, médiocris, congestus,

Cumulonimbus : calvus puis capillatus

Souvent plusieurs cellules dans un gros cumulonimbus.

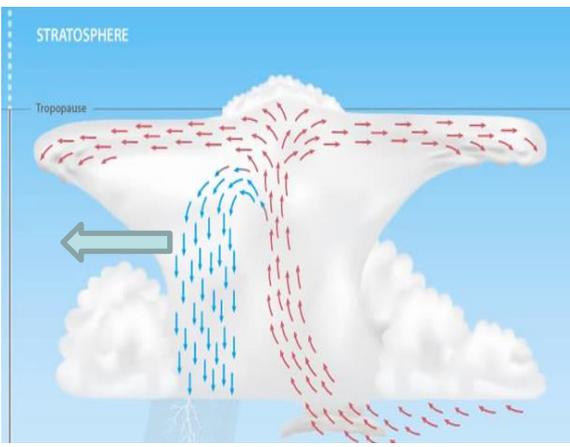


Une cheminée de courants ascendants se crée sur l'arrière du milieu du nuage et favorise son développement vertical.

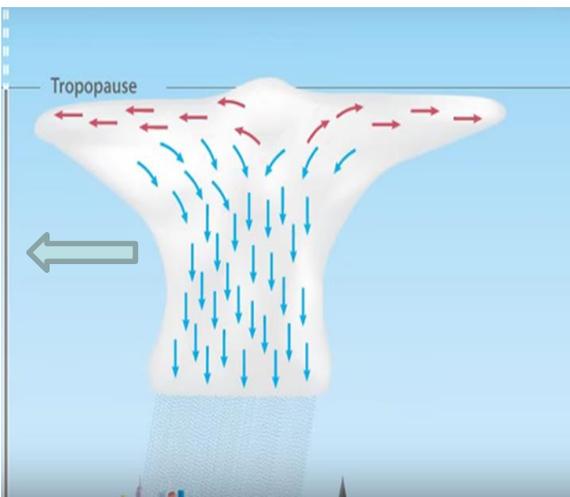
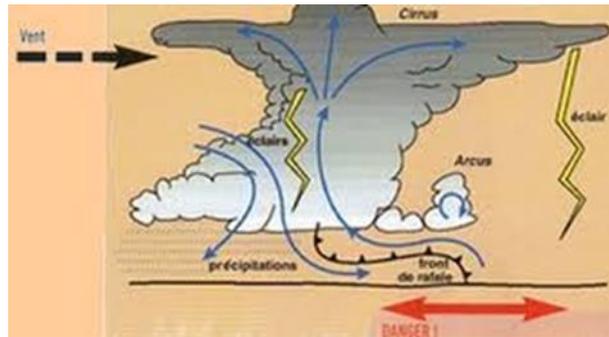
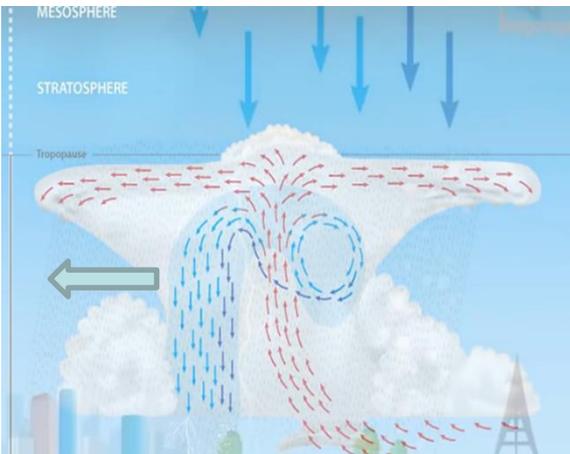


Premières précipitations : phase de maturité, naissance des courants descendant en général sur milieu de la moitié frontale avant : expulsion, création **front de rafales**, courant ascendant sur l'arrière.

Cellule convective encore en croissance pendant 15 à 30 minutes (exceptionnellement plus d'une heure : supercellule stationnaire ou régénération de cellules qq heures).



Au stade de maturité, **les précipitations et le refroidissement associé créés des mouvements descendants violents** et engendrent de puissantes rafales qui s'étalent en surface sur l'avant du nuages sous l'air ambiant plus « chaud » encore aspiré par les courants ascendants (**front de rafales, nuages arcus**).



Le refroidissement au sein du CU con ou du CB renforce les courants descendants et les précipitations qui, en se généralisant, vont stabiliser les basses couches, finir par tuer la convection et à terme la détruire.

Le nuages se « dissout » ou se fragmente (Ci spissatus cumulonimbogénitus) .

Vitesses verticales de 6 à 30m/s, eau (coalescence) et grêle (« aspiration » de la vapeur d'eau au-dessus de la glace, effet Bergeron).

Cumulonimbus en fin de vie et tête de cumulonimbus séparés du nuage

(Cirrus spissatus cumulonimbogénitus)



Déplacement des grains et rafales de vent

Les grains se déplacent avec la masse d'air dans laquelle ils se trouvent mais dans une direction située environ à 20° sur la droite du lit du vent météo en surface (sur la gauche du vent pour l'observateur en regardant le vent) et sensiblement à la vitesse de ce vent.

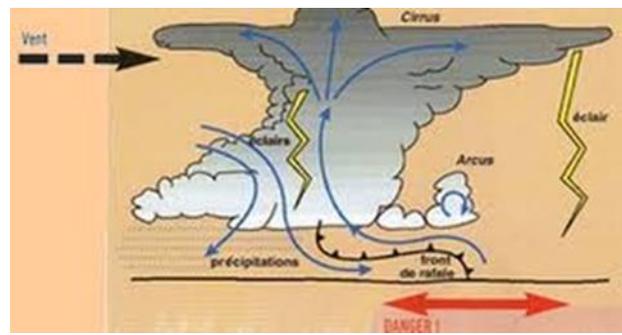


En région intertropicale, où le vent en surface (alizé) concerne une couche atmosphérique faible au regard de l'extension verticale du nuage convectif, ce dernier peut se déplacer en sens inverse du vent au sol.

Sans précipitation : cellule convective avec cheminée ascendante au centre du nuage et vent synoptique faible : convergence des flux vers le centre du nuages (+4/6 nds sur un rayon de 1 mille).

Si vent synoptique 10 nds ou plus, l'axe de la cheminée ascendante est décalée vers l'arrière du nuage : vent mollissant à l'avant du nuage, se renforçant légèrement sur les cotés et plus nettement sur l'arrière du nuage (+40/60% du vent moyen).

Calme au centre de la cheminée sous le nuage.



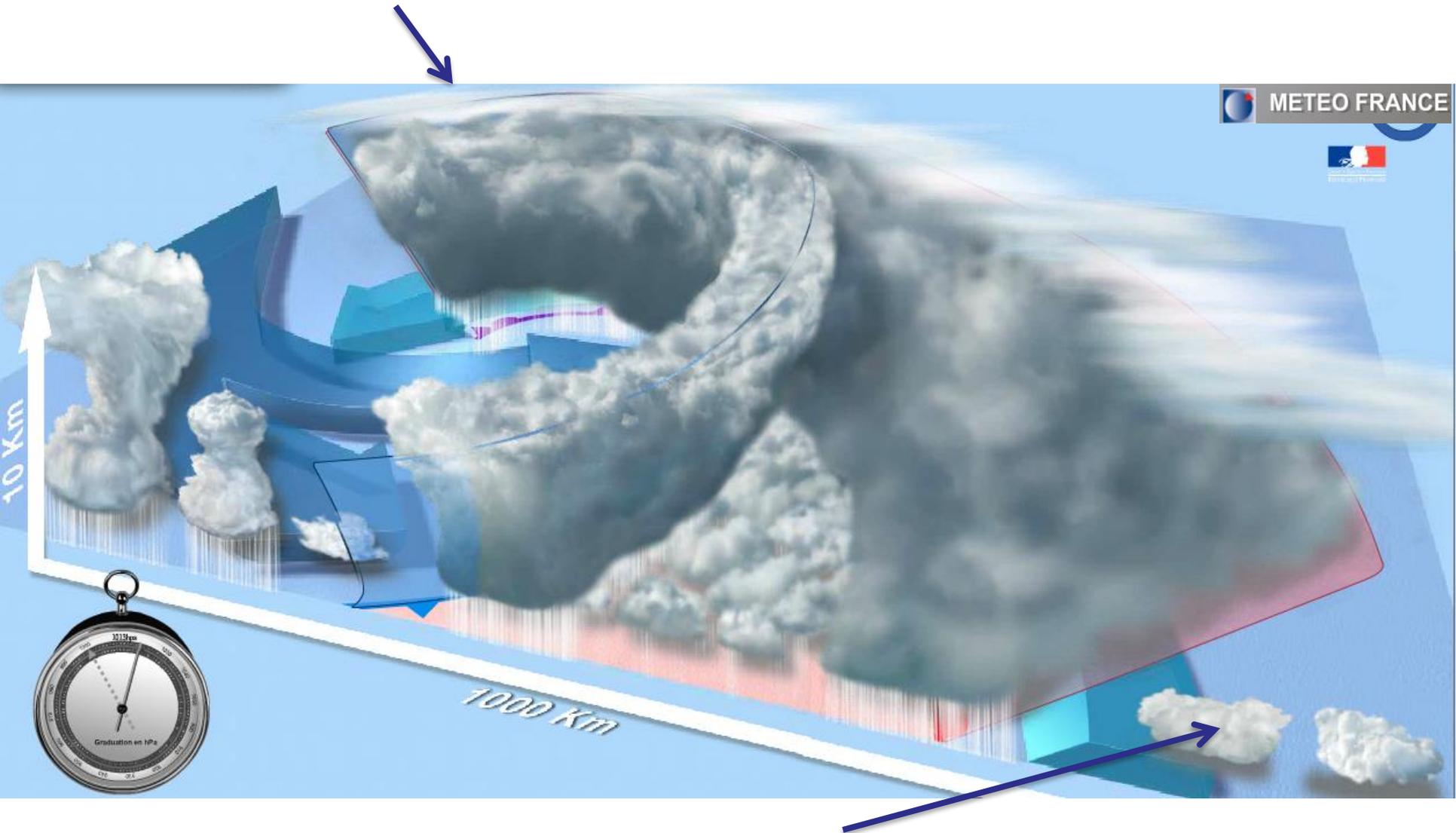
Grains pluvieux et vent nul ou faible :

L'averse entraîne une expulsion d'air froid qui se traduit par des rafales qui peuvent être violentes (+15/25 nds sur un rayon de 3 milles environ autour du nuage).

Grains pluvieux et vent :

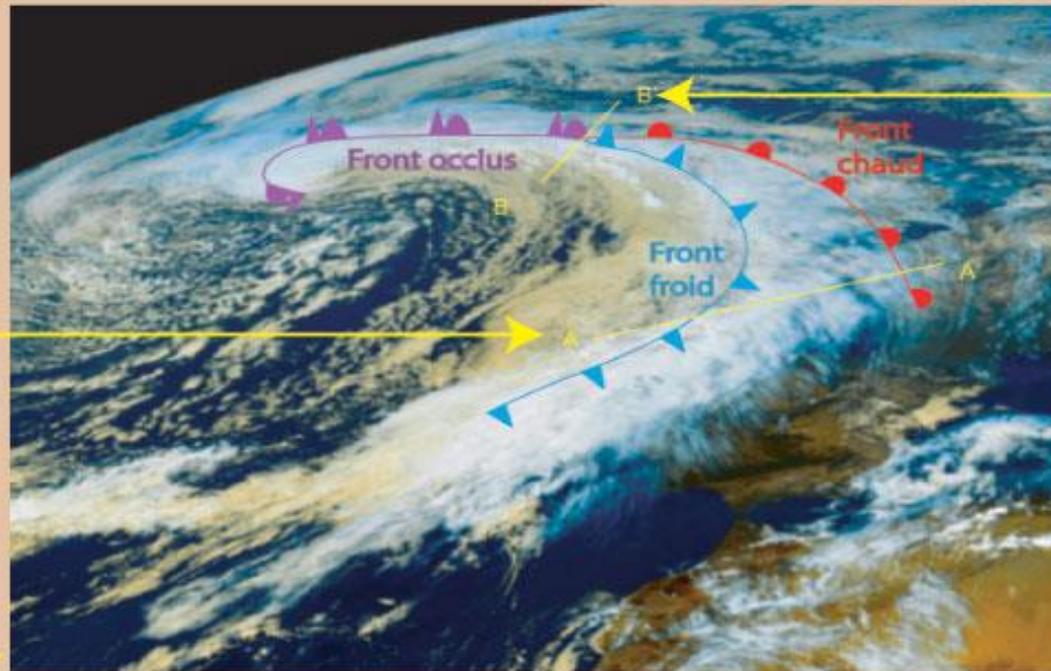
Le front de rafales crée de puissantes rafales sur l'avant du nuage dans l'axe de son déplacement ($V_{\text{synopt}} + 15/20$ nds suivant extension verticale du nuage et altitude de sa base) ainsi que de part et d'autre de cet axe (+5/10 nds) et génère une zone de calme sur l'arrière du nuage. Le champ de vent synoptique est perturbé sur 3 milles au moins autour du nuage avec des vents sortants. Calme au centre sous le nuage.

Des nuages **en marges** sud et nord de la perturbation

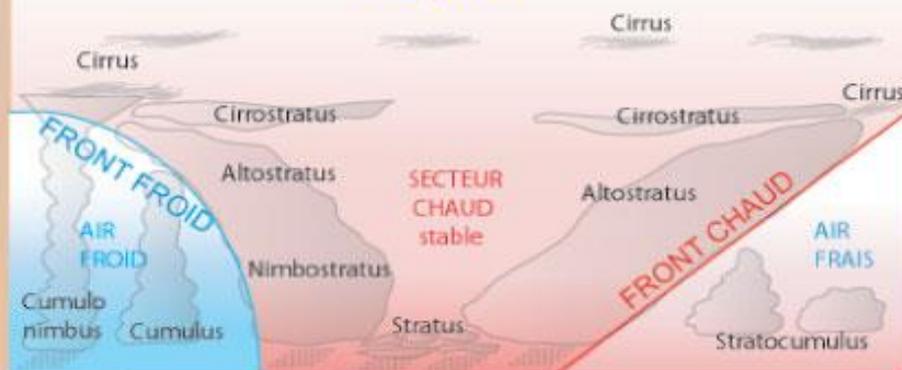


Alternance de nuages et d'éclaircies en **marges** nord et sud de la perturbation (plutôt stratiforme au nord idem occlusion, mélange stratiforme cumuliforme au sud)

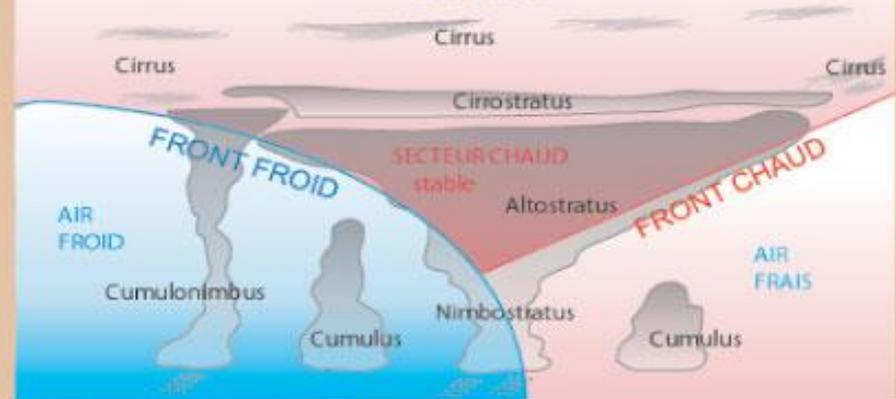
LES NUAGES FRONTAUX



Coupe A-A'



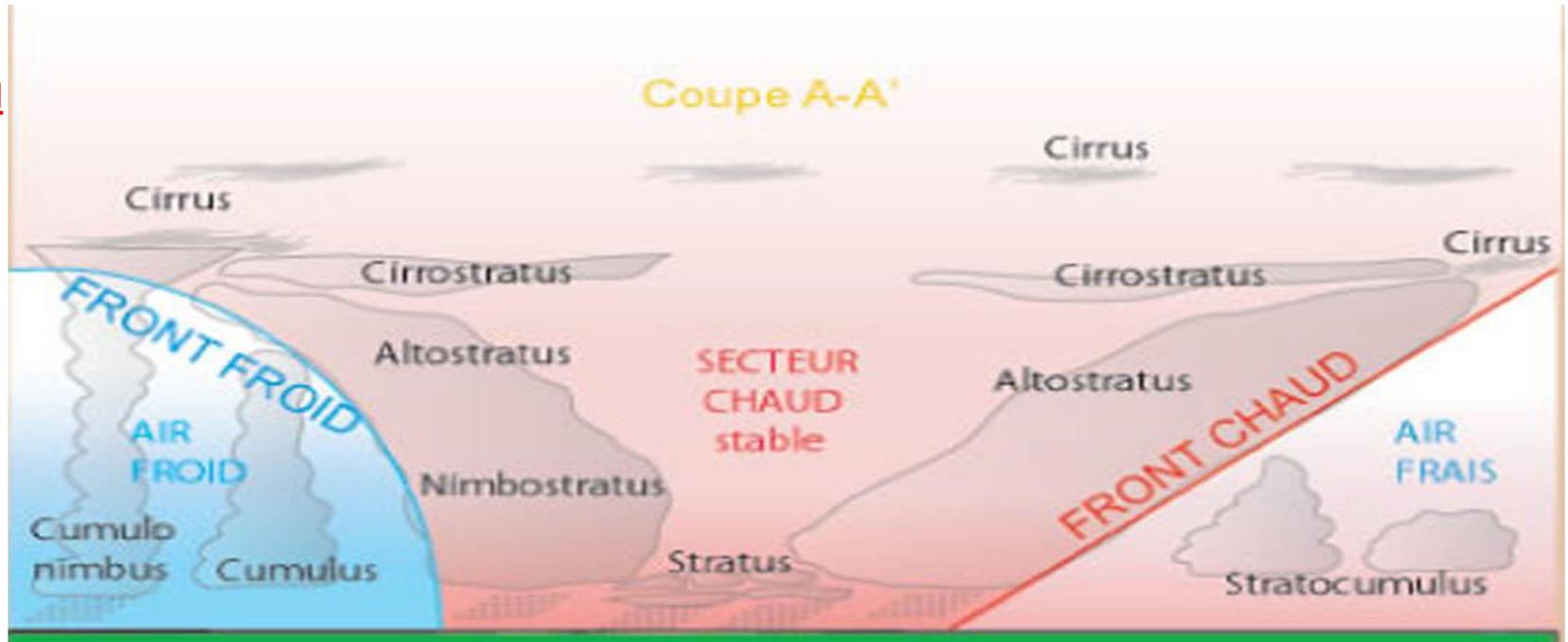
Coupe B-B'



EVOLUTION DES PARAMETRES METEO

ATTENTION

Bien suivre l'évolution de tous les paramètres



Temps	Averses, grains, orages	Pluies ou/et bruines continues ou alternatives	Se couvrant avec pluies
Nuages	Cumuliformes	Stratiformes	Stratiformes envahissants
Vent	WNW à NW à NNW	SSW à SW parfois W	SE s'orientant S puis SSW
Pression	Hausse	Baisse ou stationnaire	Baisse régulière
Visibilité	Très bonne hors grains	Médiocre, mauvaise	Bonne se réduisant

The background of the slide is a photograph of a vast blue ocean under a blue sky with wispy white clouds. A bright sun is visible on the left side, creating a shimmering reflection on the water's surface. The overall color palette is dominated by various shades of blue.

LES NUAGES HORS PERTURBATIONS

LES AUTRES TYPES DE NUAGES



Cumulus humilis (cumulus de beau temps) : nuages denses à développement vertical limité par une inversion de température (anticyclone)



Stratocumulus : nuages en nappes ou en couches (fréquent en mer - anticyclone maritime) couvrant parfois la totalité du ciel (8/8) (base : 600 m / 2500 m, épaisseur 600 m).

LES AUTRES TYPES DE NUAGES



Cirrocumulus : nuages élevés, banc, nappe ou couche petits éléments en forme de granules, de rides... soudés ou pas (6000 M)



Altocumulus : nuages en nappes ou en couches couvrant parfois la totalité du ciel (8/8) (AC +SC)



20120908 – 06h13 TU Conditions anticycloniques - Cirrus



Cirrus incinus

20120908-06h12TU – Cirrus et trainées de condensation



Surfusion jusque -40°C

Cirrus radiatus



Cirrocumulus



Base 7000 m / 10000 m, épaisseur 500 m.

Stratus et Altopumulus lenticulaires sur Pico (Açores)



Alto cumulus lenticulaires



Alto cumulus lenticulaires



ALTOCUMULUS



Base : 2000 m / 6000 m, épaisseur 1500 m

Alto cumulus en nappe



Base : 2000 m / 6000 m, épaisseur 1500 m

Altostratus



Stratocumulus



(base : 800 m / 1500 m, épaisseur 600 m).

ALTOCUMULUS FLOCUS (pré-orageux)



Alto cumulus, Cumulus pré-orageux



Protubérances (Mamma) sous cumulonimbus



Cumulonimbus (calvus) temps orageux n'a pas encore atteint le stade maximum de son développement (enclume pas encore formée mais en cours).



Cumulonimbus (capillatus) avec son enclume qui s'étale sous la tropopause



STRATUS fractus en conditions anticycloniques, humidité sous inversion de température.

